

# Phương pháp tính toán và dự báo dòng chảy lũ sông Lô

PTS. LÊ BẮC HUỲNH

Cục Dự báo KTTV

## ĐẶT VẤN ĐỀ

Là một trong những phụ lưu nhiều nước nhất của sông Hồng, sông Lô có diện tích hứng nước  $38970\text{km}^2$ , tính tới tuyến Vũ Quang là  $37000\text{km}^2$ . Tính toán và dự báo dòng chảy lũ sông Lô là một yêu cầu cấp bách của thực tế phòng chống lũ trên lưu vực cũng như ở hạ lưu sông Hồng. Cho tới nay, việc dự báo lũ sông Lô thường được tiến hành bằng những phương pháp truyền thống kiểu mực nước lưu lượng tương ứng, tổng nhập lưu... với mức đảm bảo thường không quá 80%. Trong bài này, trình bày một số đặc điểm khí tượng thủy văn hình thành dòng chảy lũ trên lưu vực sông Lô, từ đó ứng dụng lý thuyết truyền thống lũ trong sông khi có gia nhập khu giữa [1] vào xây dựng một phương pháp tính toán và dự báo hạn ngang dòng chảy lũ tại các tuyến Tuyên Quang, Vũ Quang với thời gian dự kiến tới 24 giờ hoặc hơn nữa khi sử dụng máy vi tính.

### 1. Một số đặc điểm khí tượng thủy văn và điều kiện hình thành dòng chảy lũ sông Lô.

Đặc điểm khí tượng thủy văn lưu vực sông Lô đã được trình bày trong một số công trình nghiên cứu [2,3], ở đây chỉ đề cập tới những đặc điểm nổi bật giúp thiết lập một mô hình mô phỏng quá trình dòng chảy lũ của khu vực.

Điều kiện khí hậu trên lưu vực sông Lô ở những phần khác nhau cũng rất khác nhau: thượng lưu có khí hậu ẩm, lạnh, ít mưa; trung lưu có khí hậu ẩm, ấm, nhiều mưa, còn hạ lưu-ấm, ấm, song ít mưa hơn ở trung lưu. Lượng mưa lớn gây lũ thường tập trung ở vùng trung lưu hệ thống sông. Qua tính toán và phân tích số liệu mưa năm và mưa lũ trên lưu vực đã phát hiện một số quy luật biến động của mưa theo không gian. Lượng mưa trên lưu vực có tính phân đồi theo độ cao và phụ thuộc vào tầm xa biển. Sơ bộ có thể lấy đường thẳng đi qua giao điểm của  $21^\circ$  vĩ bắc và 106 kinh đông hợp với chúng một góc  $45^\circ$  là mốc để tính tầm xa biển của các vị trí trên lưu vực. Phần lưu vực nằm ở phía nam đường song song với tuyến mốc, cách tuyến mốc khoảng 210km (đường A-A trên hình 1), thấy rõ quy luật tăng dần lượng mưa năm và lượng mưa mùa lũ khi càng xa biển. Ở vùng này (thuộc hạ lưu và trung lưu sông Lô), lượng mưa năm thay đổi từ 1500 đến 2300mm, ở nơi thuận lợi, lượng mưa lên tới 4700-5000mm, như vùng Bắc Quang. Ở phần lưu vực phía bắc đường A-A (thượng lưu sông Lô) lại thấy rõ quy luật giảm dần lượng mưa khi càng xa biển. Lượng mưa năm thường thay đổi trong phạm vi 1000-2200mm. Trên lưu vực còn thấy rõ quy luật tăng dần lượng mưa theo độ cao khi lưu vực ở dưới 400 mét, trong đó mức gia tăng trung bình là  $40\text{mm}/10\text{mét độ cao}$ . Ở độ cao trên 400 mét lại thấy rõ quy luật giảm dần lượng mưa khi độ cao tăng lên, với mức giảm trung bình là  $10\text{mm}/100\text{mét độ cao}$  (hình 2, 3). Trên lưu vực sông Lô, dòng chảy phân bố rất không đều trong không gian và theo thời gian. Dòng chảy mùa hè chiếm trung bình tới 70-85% dòng chảy năm. Mô-đun dòng chảy lũ thường dao động trong phạm vi từ 30 đến  $95\text{l/s.km}^2$ . Trên thực tế dòng chảy sông Lô tính tới tuyến Vũ Quang được hình thành chủ yếu do nước ở vùng trung lưu: từ Hà Giang về Hàm Yên, Bắc Lạc và Chiêm Hóa. Tính toán và phân tích dòng chảy năm và dòng chảy lũ các sông suối trên lưu vực sông Lô cho thấy tồn tại một quan hệ khá chặt chẽ giữa mô-đun dòng chảy năm và mô-đun dòng chảy lũ với mật độ lưới sông (hình 4). Đặc điểm này tạo cơ sở để phân vùng lưu vực ra thành các khu tương đối đồng nhất về điều kiện hình thành dòng chảy. Trên cơ sở xác định mức độ nguồn nước mặt và mức độ lũ (tỷ số giữa lưu lượng lớn nhất trung bình nhiều năm và lưu lượng trung bình nhiều năm) có thể sơ bộ phân chia lưu vực sông Lô ra làm 3

phản tương đối dòng nhất về điều kiện hình thành dòng chảy (hình 1). Vùng I thuộc thượng lưu sông Lô - Gâm bao gồm các sông suối ít nước với mật độ lưới sông không quá  $0,90 \text{ km/km}^2$ , mõ-đuyn dòng chảy lũ dưới  $40 \text{ l/s.km}^2$ , hệ số mức độ lũ dưới 10. Vùng II với các sông suối có nguồn nước trung bình, mật độ lưới sông từ  $0,90$  đến  $1,25 \text{ km/km}^2$ , mõ-đuyn dòng chảy từ  $40-70 \text{ l/s.km}^2$ , hệ số mức độ lũ từ 10-15. Vùng này bao gồm hạ lưu sông Lô từ tuyến Lục Yên - Hàm Yên - Chiêm Hóa về cửa sông. Vùng III bao gồm trung lưu Lô - Gâm, thượng nguồn sông Chảy là vùng nhiều nước với mức độ lũ lớn: mật độ lưới sông trên  $1,25 \text{ km/km}^2$ , mõ-đuyn dòng chảy lũ hơn  $70 \text{ l/s.km}^2$ , hệ số mức độ lũ tối trên 15.

Trên hệ thống sông Lô (không kể tới sông Chảy - nơi dòng chảy đã được hồ chứa Thác Bà điều tiết hầu như hoàn toàn), lượng dòng chảy khu giữa biến động khá rõ trong không gian và theo thời gian. Trên cơ sở tính toán lượng dòng chảy khu giữa ở các phần lưu vực thuộc các đoạn sông Hà Giang - Vĩnh Tuy, Vĩnh Tuy - Hàm Yên, Na Hang - Chiêm Hóa, Chiêm Hóa, Hàm Yên - Tuyên Quang, Tuyên Quang - Vụ Quang theo số liệu 38 trận lũ chọn điển hình trong thời kỳ từ 1970 - 1986 cho thấy rằng, nhìn chung, dòng chảy khu giữa ở các đoạn sông (trừ đoạn Hà Giang - Vĩnh Tuy) đều không lớn và khá ổn định, có thể được xem như một hàm tuyến tính của dòng chảy tuyến hạ lưu đoạn sông:

$$q(t) = K_i \cdot Q(t); \quad (1)$$

trong đó :

$q(t)$  -qua trình dòng chảy khu giữa,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$K_i$  - hệ số dòng chảy khu giữa trung bình ở các đoạn sông

$Q(t)$  -qua trình lưu lượng ở tuyến dưới đoạn sông,  $\text{m}^3/\text{s}$ .

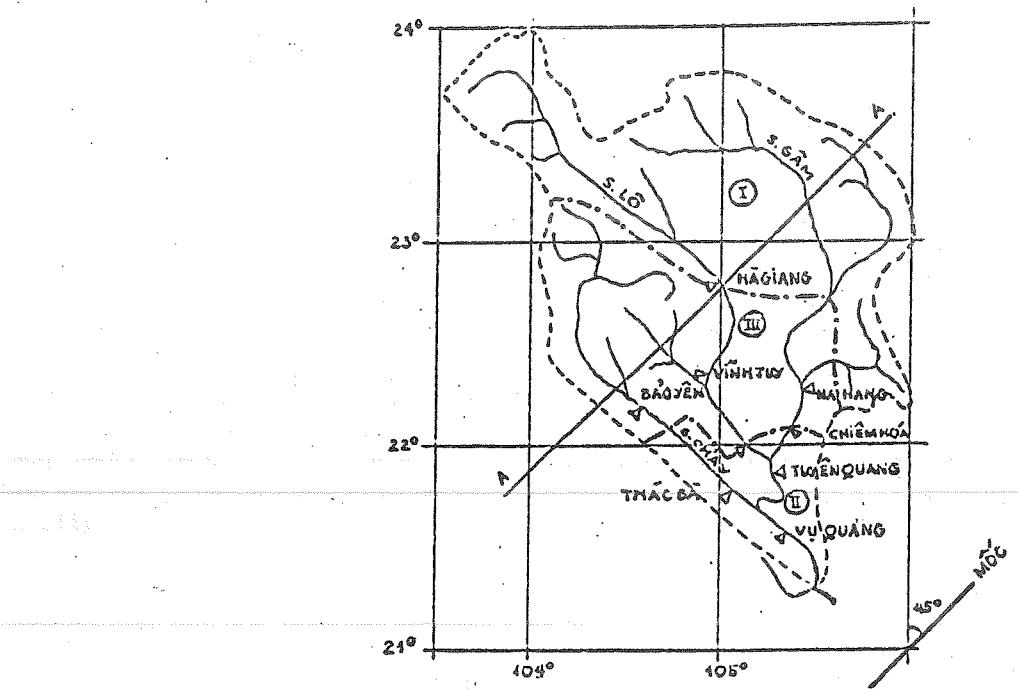
Hệ số dòng chảy khu giữa ở các đoạn sông chính trên sông Lô được trình bày trên bảng 1. Ở đây, lượng dòng chảy khu giữa Hà Giang - Vĩnh Tuy là khá lớn do có tám mưa lớn tại Bắc Quang. Lượng dòng chảy ở đoạn Tuyên Quang - Vụ Quang cũng đáng kể, trung bình tới 17% lưu lượng tại Vụ Quang, song, nếu có số liệu về lưu lượng xả từ nhà máy thủy điện Thác Bà (với lưu lượng xả thường ổn định khoảng  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ ) thì dễ dàng thấy được dòng chảy khu giữa thực tế cũng không đáng kể.

Bảng 1 - Hệ số dòng chảy khu giữa ở các đoạn sông

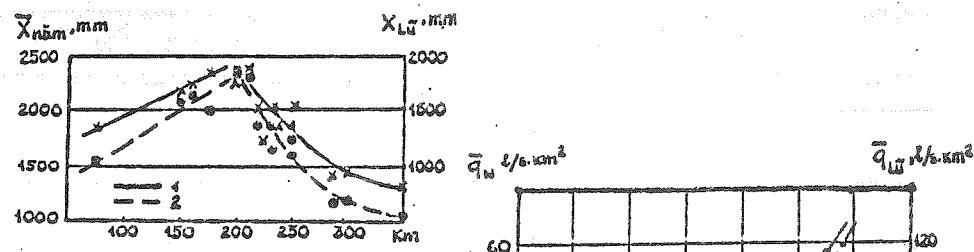
Số thứ tự	Đoạn sông	Diện tích $\text{km}^2$	$K_{\min}$	$K_{\max}$	$K_{tb}$
1	Hà Giang - Vĩnh Tuy	2300	0,29	0,73	0,49
2	Vĩnh Tuy - Hàm Yên	1300	0,00	0,17	0,04
3	Na Hang - Chiêm Hóa	1300	0,0	0,10	0,02
4	HY - CH - Tuyên Quang	1400	0,0	0,22	0,06
5	Tuyên Quang - Vụ Quang	1030	0,06	0,42	0,17

Rõ ràng sự phân bố dòng chảy khu giữa trên lưu vực sông Lô khá phù hợp với sự phân bố mưa theo không gian và điều kiện, mặt đệm.

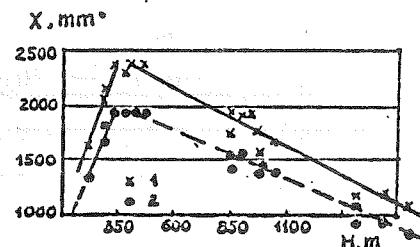
Cũng trên cơ sở số liệu của 38 trận lũ đã chọn, tiến hành xác định thời gian truyền lũ ở mỗi đoạn sông, từ đó xác định thời gian truyền lũ trung bình cho các trận lũ. Kết quả tính toán cho thấy ở tất cả các đoạn sông, thời gian truyền lũ thay đổi từ trận lũ này sang trận lũ khác và thay đổi trong một phạm vi rộng, tùy thuộc vào lưu lượng tuyến dưới đoạn sông.



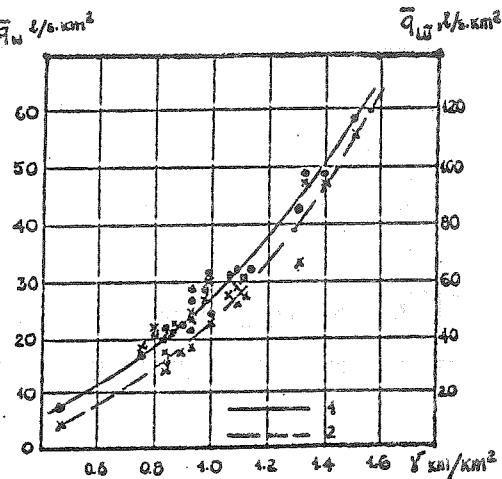
Hình 1- Số đồ lưu vực và sự phân vùng hệ thống Lô - Gâm  
- trạm thủy văn; . . . . ranh giới vùng



H.2- Thay đổi lượng mưa năm (1) và mưa lũ (2)  
theo tầm xa biển



H.3- Thay đổi lượng mưa năm (1) và  
mưa lũ (2) theo độ cao lưu vực



H.4- Quan hệ giữa mỏ duyn dòng chảy năm (1)  
và mỏ duyn dòng chảy lũ (2) với mật độ luôi sông

Tuy vậy, thời gian truyền lũ trung bình ở đoạn Hà Giang - Vĩnh Tuy, Na Hang - Chiêm Hóa, Hàm Yên - Tuyên Quang, Chiêm Hóa - Tuyên Quang là 8 giờ; đoạn Vĩnh Tuy - Hàm Yên là 6 giờ, đoạn Tuyên Quang - Vụ Quang là 12 giờ đều không mâu thuẫn với những kết quả nghiên cứu trước đây [2]. Trong tính toán hoàn toàn có thể sử dụng quan hệ dạng:

$$T = F(Q_d) \quad (2)$$

để xác định thời gian truyền lũ ở đoạn sông theo lưu lượng ở tuyến dưới.

Từ những kết quả nghiên cứu trên đã tiến hành thiết lập một mô hình khá đơn giản song đủ hữu hiệu cho phép tính toán và dự báo dòng chảy lũ sông Lô theo quá trình truyền dòng chảy trong sông khi tính tới dòng chảy khu giữa.

## 2. Tính toán và dự báo dòng chảy lũ

### 2.1. Cơ sở của phương pháp

Xuất phát từ mô hình tổng quát mô phỏng quá trình truyền dòng chảy lũ trong sông [1], với trường hợp lưu lượng nước ở tuyến trên thay đổi tuyến tính trong thời đoạn tính toán (hệ số tỷ trọng  $x = 0$ ) và dòng chảy khu giữa được tổng hợp riêng theo (1) ta có thể thu được phương trình diễn toán dạng:

$$Q_{d,2} = (\bar{Q}_{tr} - Q_{d,1}) \frac{\frac{\Delta t}{T + \Delta t} + Q_{d,1}}{\frac{2}{2}} \quad (3)$$

trong đó :

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

$\bar{Q}_{tr}$  - lưu lượng trung bình thời đoạn ở tuyến trên,  $m^3/s$ ;

$\Delta t$  - thời đoạn tính toán, giờ;

T - thời gian truyền lũ ở đoạn sông tính toán, giờ, theo mô hình SSARR [2,3] có thể xác định theo công thức:

$$T = P \cdot Q^m$$

là dạng giải tích của (2)

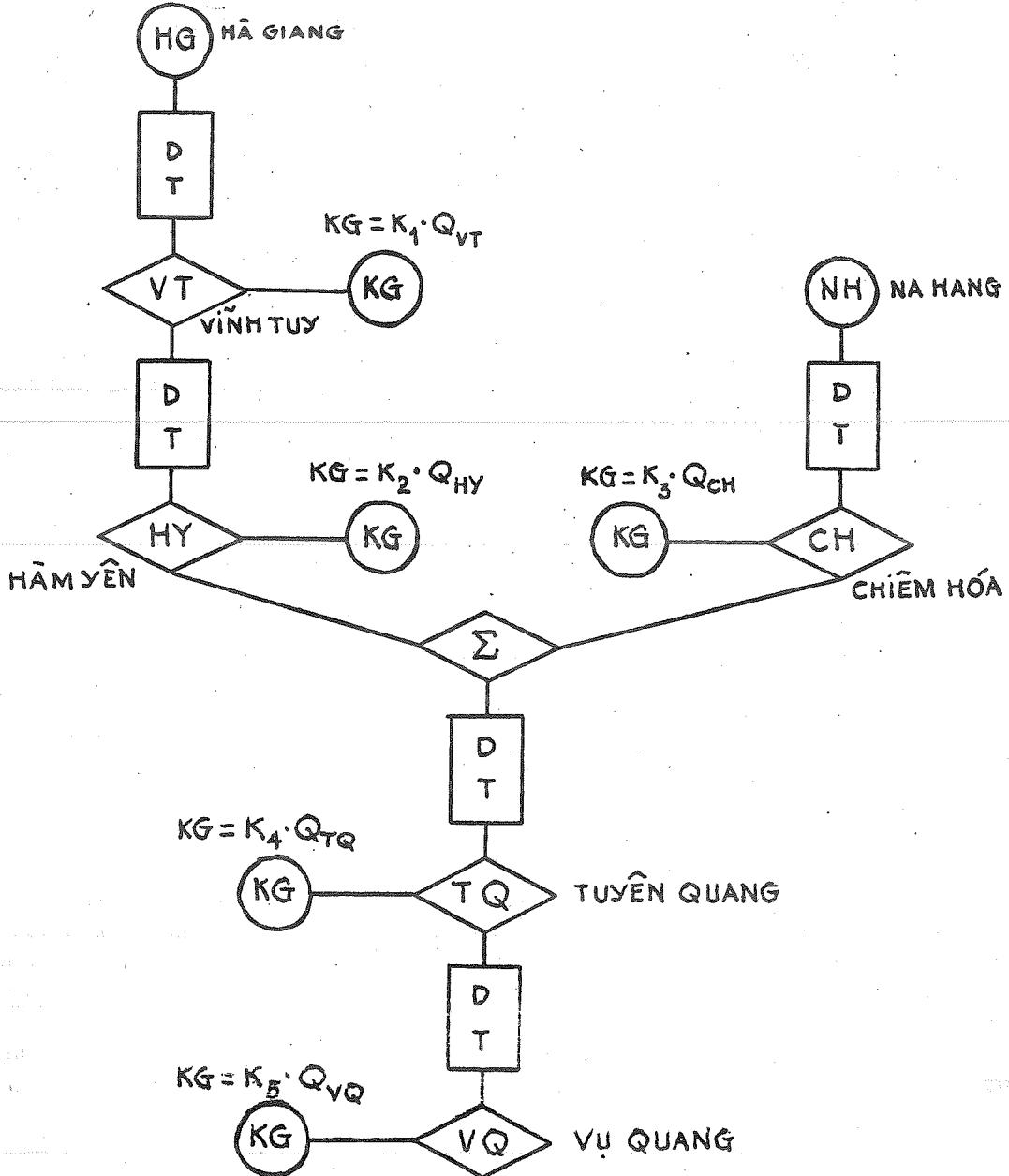
### 2.2. Số đồ khái quát mô hình lưu vực sông Lô

Trên cơ sở phân lưu vực ra những khu tương đối đồng nhất về điều kiện hình thành dòng chảy, dựa vào lối trạm quan trắc hiện nay cùng kết quả nghiên cứu về thời gian truyền lũ trung bình ở các đoạn sông, cũng như những yêu cầu của sản xuất đối với tính toán và dự báo dòng chảy lũ sông Lô tại Tuyên Quang và Vụ Quang, đã thiết lập số đồ tổng quát mô hình lưu vực như ở hình 5. Như vậy, dòng chảy ở mỗi tuyến dưới dòng sông đều được tổng hợp từ dòng chảy diễn toán theo (3), (4) về hạ lưu và lượng dòng chảy khu giữa xác định được theo (1). Công thức tổng quát tính dòng chảy ở tuyến dưới có dạng:

$$Q_{d,2} = /(\bar{Q}_{tr} - Q_{d,1}) \frac{\frac{\Delta t}{\Delta t} + Q_{d,1} / (K_i + 1)}{2} \quad (5)$$

trong đó  $K_i$  là các tham số gia nhập ( $i = 1,2,3,4,5$ ) của các đoạn sông tương ứng.

Từ trên thấy rõ ràng, các tham số của mô hình tổng hợp dòng chảy theo số đồ 5 là số đoạn sông tính toán N, tham số p, m để xác định thời gian truyền lũ, và hệ số dòng chảy khu giữa  $K_i$ . Mô hình tổng quát tổng hợp dòng chảy hệ thống Lô - Gâm tới tuyến Vụ Quang bao gồm 5 mô hình thành phần mô phỏng quá trình truyền lũ trong đoạn sông và 5 mô hình thành phần tổng hợp dòng chảy khu giữa từ Hà Giang và Na Hang về đến Vụ Quang.



Hình 5- Sơ đồ tổng quát mô hình lưu vực sông Lô

Trong mô hình chung, ở đoạn sông từ Hàm Yên, Chiêm Hóa về Tuyên Quang, dòng chảy tuyến trên tại Hàm Yên và Chiêm Hóa được tổng hợp tuyến tính rồi mới diễn toán chung về Tuyên Quang. Do thời gian truyền lũ trung bình ở các đoạn sông này là tương đương nhau (8 giờ) và dòng chảy sông Lô, Gâm ở hai tuyến này khá đồng bộ lại không khác biệt nhau nhiều nên việc diễn toán chung dòng chảy tuyến trên về hạ lưu là hoàn toàn chấp nhận được.

Trong tính toán cũng như trong dự báo, các mô hình thành phần ở các đoạn sông, trước hết, được xét độc lập, sau đó, mới được ghép chung thành một hệ thống nhất từ Hà Giang về Vụ Quang.

Các công thức xác định lưu lượng nước vào cuối thời đoạn, tại tuyến Vĩnh Tuy có dạng

$$Q_{vt,2} = /(\bar{Q}_{hg} - Q_{vt,1}) \frac{\Delta t}{\Delta t} + Q_{vt,1} / (1 + K_1) \quad (6)$$

$$T_1 + \frac{T_2 - T_1}{2}$$

tại tuyến Hàm Yên:

$$Q_{hy,2} = /(\bar{Q}_{vt} - Q_{hy,1}) \frac{\Delta t}{\Delta t} + Q_{hy,1} / (1 + K_2) \quad (7)$$

$$T_2 + \frac{T_3 - T_2}{2}$$

tại tuyến Chiêm Hóa:

$$Q_{ch,2} = /(\bar{Q}_{nh} - Q_{ch,1}) \frac{\Delta t}{\Delta t} + Q_{ch,1} / (1 + K_3) \quad (8)$$

$$T_3 + \frac{T_4 - T_3}{2}$$

tại tuyến Tuyên Quang:

$$Q_{tq,2} = /(\bar{Q}_{hych} - Q_{tq,1}) \frac{\Delta t}{\Delta t} + Q_{tq,1} / (1 + K_4) \quad (9)$$

$$T_4 + \frac{T_5 - T_4}{2}$$

tại tuyến Vụ Quang

$$Q_{vq,2} = /(\bar{Q}_{tq} - Q_{vq,1}) \frac{\Delta t}{\Delta t} + Q_{vq,1} / (1 + K_5) \quad (10)$$

$$T_5 + \frac{T_6 - T_5}{2}$$

Trong các công thức trên:

$Q_{vt,1,2}, Q_{hy,1,2}, Q_{ch,1,2}, Q_{tq,1,2}, Q_{vq,1,2}$  - Lưu lượng tại các trạm Vĩnh Tuy, Hàm Yên, Chiêm Hóa, Tuyên Quang, Vụ Quang vào đầu và cuối thời đoạn tính toán,  $m^3/s$ ;

$\bar{Q}$ - Lưu lượng trung bình thời đoạn tại Hà Giang, Vĩnh Tuy, Na Hang, Hàm Yên, Chiêm Hóa, Tuyên Quang,  $m^3/s$ ;

$T_{1,2,3,4,5}$ - thời gian truyền lũ ở các đoạn sông tương ứng, xác định theo (4);

$K_{1,2,3,4,5}$  - hệ số gia nhập trung bình ở các đoạn sông được xem như các tham số của mô hình; trong dự báo các tham số này được cập nhật cho từng trận lũ theo số liệu của thời kỳ tiền dự báo cùng với các tham số khác của mô hình.

### 2.3. Một số kết quả tính toán

Ở mỗi mô hình cụ thể của đoạn sông, dựa vào tập số liệu phụ thuộc là 38 trận lũ chọn đặc trưng trong các năm 1970-1986 với lưu lượng đỉnh lũ tại Hà Giang thay đổi từ  $475 \text{ m}^3/\text{s}$  đến  $1660 \text{ m}^3/\text{s}$ , tại Vĩnh Tuy, thay đổi từ  $692-4020 \text{ m}^3/\text{s}$ , tại Na Hang:  $467-4660 (\text{m}^3/\text{s})$ ; tại Hàm Yên:  $905-4500 (\text{m}^3/\text{s})$ ; tại Chiêm Hóa:  $398-4480 (\text{m}^3/\text{s})$  tại Tuyên Quang:  $1330-8510 (\text{m}^3/\text{s})$ ; tại Vụ Quang:  $1640-7700 \text{ m}^3/\text{s}$ , đã tiến hành tối ưu hóa các tham số  $N, p, m, K_i$  của mô hình theo chỉ tiêu chất lượng  $s/\delta < 0,50$ . Ở mỗi mô hình thành phần, số liệu lưu lượng nước ở tuyến trên và dưới được lấy làm số liệu gốc.

Kết quả tính toán cho thấy, các giá trị  $K_i$  sai khác không đáng kể so với các giá trị hệ số gia nhập trung bình, do đó có thể xem các giá trị  $K_i$  nhận được trong quá trình tối ưu hóa có ý nghĩa vật lý như là hệ số dòng chảy khu giữa.

Do các đoạn sông đều ngắn, độ dốc lòng sông quá lớn nên số đoạn sông tính toán đều được chấp nhận là 1, kết quả này cũng không mâu thuẫn với những nghiên cứu trước đây [2,3] khi sử dụng các số liệu trong thời kỳ 1966-1973.

Nhìn chung các tham số xác định thời gian truyền lũ ở đoạn sông ( $p, m$ ) được xác định trên cơ sở các giá trị thời gian truyền lũ trung bình được nhận ở phần trên. Ở đây, các tham số  $p, m$  được xác định riêng cho từng trận lũ, rồi từ đó tính giá trị trung bình của chúng  $\bar{p}, \bar{m}$ . Các giá trị  $\bar{p}, \bar{m}$  trung bình được sử dụng vào tính toán các quá trình của tất cả các trận lũ: tập số liệu phụ thuộc vào độc lập. Các tham số của mô hình được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2- Các tham số của mô hình tổng quát

Đoạn sông nghiên cứu	$k_i$	$N$	$p$	$m$
Hà Giang - Vĩnh Tuy	0,49	1	120	0,33
Vĩnh Tuy - Hàm Yên	0,05	1	120	0,33
Na Hang - Chiêm Hóa	0,03	1	120	0,33
Hàm Yên, Chiêm Hóa - Tuyên Quang	0,08	1	130	0,33
Tuyên Quang - Vụ Quang	0,17	1	140	0,33

Như vậy, trong tính toán cũng như trong dự báo, thời gian truyền lũ ở các đoạn sông có thể xác định theo công thức (4) với các tham số như ở bảng 2.

Việc tính toán dòng chảy lũ ở các tuyến Vĩnh Tuy, Hàm Yên, Chiêm Hóa, Tuyên Quang, Vụ Quang trên tập số liệu phụ thuộc với thời đoạn 6 giờ cho thấy mô hình có kết quả khá tốt, chỉ tiêu chất lượng  $S/\delta$  thay đổi trong phạm vi  $0,01 - 0,45$ , trung bình dưới  $0,30$ , tương ứng với mức bão đảm trên  $89\%$ . Ngoài việc đánh giá với chất lượng mô phỏng quá trình lũ còn đánh giá chất lượng mô phỏng đỉnh lũ tại các tuyến Hàm Yên, Chiêm Hóa, Tuyên Quang, Vụ Quang. Chênh lệch giữa đỉnh lũ tính toán và thực do ở các tuyến này dao động trong phạm vi  $-18,4\%$  đến  $15,8\%$ , trung bình thường từ  $-5,6$  đến  $0,9\%$ .

Kết quả tính toán dòng chảy lũ cho thấy mô hình với sơ đồ như hình 5 và các tham số ở bảng 2 cho phép mô phỏng khá tốt quá trình dòng chảy lũ trên hệ thống Lô - Gâm từ tuyến Hà Giang, Na Hang về Vụ Quang. Cần lưu ý rằng, do lượng dòng chảy khu giữa đoạn Hà Giang - Vĩnh Tuy khá lớn và biến động mạnh theo mưa nên chất lượng mô phỏng gia nhập bằng hàm (1) không cho

phép đạt được kết quả cao. Rõ ràng, việc sử dụng một mô hình mưa - dòng chảy ở lưu vực bộ phận này vào tổng hợp ở quá trình gia nhập khu giũa sẽ có khả năng nâng cao đáng kể mức độ chính xác của mô hình chung.

#### 2.4. Khả năng sử dụng mô hình vào dự báo dòng chảy lũ sông Lô tại Tuyên Quang và Vụ Quang

Để xem xét tình hình ổn định và khả năng đáp ứng của mô hình đối với dự báo dòng chảy lũ sông Lô tại Tuyên Quang và Vụ Quang đã tiến hành kiểm nghiệm mô hình trên tập số liệu độc lập là những trận lũ đơn và lũ kép lớn nhất trong các năm 1969, 1971, 1988, 1989, 1990 gồm 7 đợt lũ. Trong 7 đợt lũ trên, lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất tại Hàm Yên năm 1971 là  $5540 \text{ m}^3/\text{s}$ , tại Chiêm Hóa là  $6330 (\text{m}^3/\text{s})$ , tại Tuyên Quang là  $12190 (\text{m}^3/\text{s})$ , tại Vụ Quang là  $13800 \text{ m}^3/\text{s}$  thuộc trận lũ lớn nhất trong thời kỳ 1969 - 1990.

Kết quả tính toán cho thấy mô hình mô phỏng khá tốt qua trình lũ các đợt này. Chỉ tiêu chất lượng  $S/\sigma$  thay đổi từ 0,01 đến 0,32, trung bình dưới 0,20.

Rõ ràng, mô hình là ổn định và cho kết quả tốt trên tập số liệu phụ thuộc cũng như độc lập, tạo điều kiện sử dụng mô hình vào dự báo dòng chảy và mực nước lũ sông Lô tại Tuyên Quang và Vụ Quang với thời gian dự kiến không dưới 24 giờ, đáp ứng được những yêu cầu của sản xuất và phòng chống lũ lụt.

Hiển nhiên, để sử dụng mô hình đã kiến nghị trên đây vào dự báo lũ tại Tuyên Quang và Vụ Quang thì việc dự báo dòng chảy hoặc mực nước tại các biên trên Hà Giang và Na Hang với thời gian dự kiến 24 giờ là cần thiết. Việc dự báo tại các biên này, tùy thuộc vào điều kiện khí tượng thủy văn trên lưu vực mà có thể tiến hành theo, chẳng hạn, phương pháp mưa - dòng chảy, mực nước - lưu lượng tương ứng... hiện có tại phòng Dự báo Thủy văn.

Việc tính toán, dự báo dòng chảy được tiến hành trên máy vi tính loại Commodore - 64 hoặc PS-2 theo chương trình viết bằng ngôn ngữ Basic hoặc quick basic. Thời gian tính một trận lũ thường không quá 3 phút theo loại máy; thời gian tính trong dự báo với thời kỳ tiền dự báo 5-8 ngày thường không quá 2 phút.

### KẾT LUẬN

Mô hình kiến nghị trên đã phản ánh khá tốt những đặc điểm khí tượng thủy văn cơ bản trên lưu vực sông Lô. Mô hình cho kết quả mô phỏng với độ chính xác đạt yêu cầu trên cả tập số liệu phụ thuộc cũng như độc lập. Mô hình hoàn toàn có khả năng đáp ứng những yêu cầu của công tác dự báo thủy văn phục vụ sản xuất và phòng chống lũ lụt trên hệ thống Lô - Gâm và hạ lưu sông Hồng. Việc mở rộng ứng dụng mô hình mưa - dòng chảy để tổng hợp dòng chảy khu giũa từ mưa khi có mưa lớn và tính tới ảnh hưởng của công trình thủy điện Thác Bà với dòng chảy tại Vụ Quang, có khả năng nâng cao đáng kể mức độ tin cậy của mô hình trong tính toán và dự báo.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Bắc Huỳnh. Phương pháp tính toán dòng chảy lũ ở đoạn sông có gia nhập khu giũa. - Tập san KTTV, số 8, 1988.
2. Đào Văn Lẽ, Lê Bắc Huỳnh,... Nghiên cứu ứng dụng mô hình SSARR vào dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình.-Trong tập: Tổng kết các đề tài nghiên cứu khoa học: Tính toán và dự báo dòng chảy sông ngòi Việt Nam. Hà nội, 1983.
3. Lê Bắc Huỳnh. Mô hình hình thành dòng chảy do mưa ở các sông trong điều kiện khí hậu gió mùa.- Luận văn phó tiến sĩ. Odessa, Liên Xô, 1986. Tiếng Nga.