

TÍNH TOÁN KHÔI PHỤC DÒNG CHẢY TRẬN LŨ THÁNG VIII NĂM 1996 TRÊN SÔNG ĐÀ

PGS.PTS. Trần Thanh Xuân

NCS. Lương Tuấn Anh, NCS. Nguyễn Lê Tuấn

Viện Khí tượng Thủy văn

Do ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới, từ ngày 13 đến ngày 20 tháng VIII năm 1996 ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ đã có mưa to và mưa rất to, gây nên trận lũ tương đối lớn ở sông Hồng. Trên sông Đà đã xảy ra trận lũ đặc biệt lớn, trạm Tạ Bú chỉ đo được lưu lượng lũ ở cấp mực nước $H = 12124$ cm (vào lúc 7h 40 ngày 19 - VIII - 1996), cách đỉnh lũ ($H = 12327$ cm vào lúc 14h ngày 18 - VIII - 1996) tới 203 cm.

Trạm Tạ Bú là đầu vào của hồ Hoà Bình và gần vị trí dự định xây dựng Nhà máy thủy điện Sơn La. Vì vậy việc tính toán khôi phục dòng chảy trận lũ tháng VIII - 1996 trên sông Đà tại Tạ Bú và Hoà Bình là rất cần thiết để xem xét lại việc tính toán thiết kế lũ và vận hành hồ Hoà Bình cũng như hồ chứa Sơn La trong thời gian tới.

Trong bài này, chúng tôi xin giới thiệu kết quả tính toán khôi phục trận lũ tháng VIII - 1996 tại Tạ Bú và Hoà Bình bằng mô hình mưa - dòng chảy phi tuyến; phương pháp kéo dài đường quan hệ mực nước - lưu lượng và tương quan nhiều biến số.

1. Kết quả tính toán theo mô hình mưa dòng chảy phi tuyến

Mô hình mưa dòng chảy phi tuyến được xây dựng trên cơ sở ứng dụng chỉ số mưa để tính lượng mưa sinh dòng chảy và đường cong lượng trữ phi tuyến để diễn toán dòng chảy trên lưu vực. Các thông số của mô hình được xác định bằng phương pháp tối ưu [1].

1.1. Diễn toán dòng chảy được thực hiện trên cơ sở phương trình đường cong lượng trữ phi tuyến:

$$\frac{dS(t)}{dt} = R(t) - Q(t) \quad (1)$$

$$S(t) = KQ^p(t) \quad (2)$$

Trong đó:

$S(t)$ - lượng trữ lưu vực,

$R(t)$ - lượng mưa sinh dòng chảy,

$Q(t)$ lưu lượng tại mặt cắt cửa ra,

K,P- thông số.

Phương trình (1) và (2) được giải bằng phương pháp sai phân và đưa về dạng:

$$Q(t+\Delta t) + \frac{2K}{\Delta t} Q^p(t+\Delta t) = \frac{2K}{\Delta t} Q^p(t) + 2R(t+\Delta t) - Q(t) \quad (3)$$

Phương trình (3) có dạng phương trình phi tuyến:

$$f(x) = ax^p + x - b = 0 \quad (4)$$

Trong đó:

a,b - hệ số đã biết,

x - ẩn cần tìm.

Phương trình (4) được giải bằng phương pháp lặp Newton và phép lặp hội tụ với các điều kiện $b > 0$.

Để diễn toán cho dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm, chỉ cần thay đổi các đặc trưng dòng chảy mặt và ngầm trong (3).

1.2. Để tính lượng mưa sinh dòng chảy, chỉ số mưa được ứng dụng như sau:

$$IM(t) = a_0 x(t) + a_1 x(t-\Delta t) + a_2 x(t-2\Delta t) + \dots + a_n x(t-n\Delta t) \quad (5)$$

Trong đó:

IM(t) - chỉ số mưa tại thời điểm t của lưu vực,

X(t) - lượng mưa trung bình lưu vực tại thời điểm t.

Các thông số a_i thỏa mãn điều kiện:

$$a_0 > a_1 > a_2 > \dots > a_n \quad (6)$$

Biểu thức (5) thỏa mãn điều kiện (6) được biến đổi về dạng truy hồi:

$$IM(t) = C_1 IM(t-\Delta t) + [1 - a(t-\Delta t)] x(t) \quad (7)$$

Trong đó:

C_1 - thông số thỏa mãn điều kiện $C_1 < 1$,

$a(t-\Delta t)$ - hệ số dòng chảy tại thời điểm $t-\Delta t$.

Hệ số dòng chảy được xác định theo chỉ số mưa bằng công thức lý luận-thực nghiệm số dưới đây:

$$a(t) = 1 - \exp[-(IM(t)/C_2)^2] \quad (8)$$

Trong đó:

C_2 - thông số và $C_2 > 0$.

1.3. Lượng mưa sinh dòng chảy ngầm được ước tính thông qua hệ số đồng chảy ngầm dựa trên cơ sở lập luận rằng tỷ số giữa lượng mưa sinh dòng chảy ngầm và lượng mưa sinh dòng chảy toàn phần tỷ lệ nghịch với lượng mưa sinh dòng chảy và được xác định theo công thức thực nghiệm số như sau:

$$a_N(t) = C_3 \exp [-R(t)/C_4] \quad (9)$$

Trong đó:

$a_N(t)$ - hệ số dòng chảy ngầm,

C_3, C_4 - thông số thỏa mãn điều kiện $0 < C_3 < 1$ và $C_4 > 0$.

Như vậy, mô hình gồm 8 thông số:

C_1, C_2, C_3, C_4 - thông số tính lượng mưa sinh dòng chảy,

K_1, P_1 - thông số diễn toán dòng chảy mặt,

K_2, P_2 - thông số diễn toán dòng chảy ngầm.

Các thông số này được xác định bằng phương pháp đơn hình và ứng dụng phương pháp Monte - Carlo.

1.4. Để tính dòng chảy lũ tháng VIII - 1996 tại Tạ Bú và Hoà Bình trên sông Đà, số liệu dòng chảy ngày, mưa ngày của các trạm Mường Tè, Sìn Hồ, Lai Châu, Than Uyên, Quỳnh Nhai và Sơn La đối với trạm Tạ Bú cộng thêm các trạm Phù Yên, Yên Châu, Mộc Châu đối với trạm Hoà Bình các năm 1969, 1970, 1971 được lựa chọn để xác định các thông số của mô hình và hiệu quả của mô hình được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Các thông số hiệu quả của mô hình

TT	Thông số	Hoà Bình	Tạ Bú
1	C_1	0,899	0,897
2	C_2	7,386	7,398
3	C_3	0,201	0,216
4	C_4	85,7	90,0
5	K_1	69,7	58,2
6	P_1	0,308	0,259
7	K_2	656	612
8	P_2	0,657	0,658
	R^2	89,1%	88,2%
	S/ σ	0,331	0,344

Sau khi xác định được các thông số của mô hình, số liệu mưa tháng VIII - 1996 của các trạm mưa kể trên được ứng dụng để tính dòng chảy lũ. Kết quả tính toán cho thấy lưu lượng trung bình ngày lớn nhất của trận lũ tháng VIII - 1996 tại Hoà Bình xấp xỉ $19.000\text{m}^3/\text{s}$ và tại Tạ Bú vượt trên $21.000\text{m}^3/\text{s}$. Lưu lượng lớn nhất tức thời được xác định theo quan hệ lưu lượng ngày lớn nhất - lưu lượng lớn nhất tức thời. Từ quan hệ này cho thấy trận lũ tháng VIII - 1996 lưu lượng lớn nhất tại Tạ Bú xấp xỉ $21.800\text{m}^3/\text{s}$ và tại Hoà Bình xấp xỉ $19.700\text{m}^3/\text{s}$.

2. Kết quả tính toán dòng chảy lũ bằng đường quan hệ $Q = f(H)$ và phương trình tương quan

Để khôi phục dòng chảy trận lũ đặc biệt lớn tháng VIII - 1996, trước tiên đã lập quan hệ giữa tốc độ trung bình toàn mặt cắt ngang ($\bar{V}\text{m/s}$) với tốc độ tại điểm 0,6h ở thủy trực đại biểu số 12 ($V_{0,6\text{m}}$) trên cơ sở số liệu thực đo các năm 1994, 1995 và 1996. Quan hệ này như sau:

$$\bar{V} = 0,84 V_{0,6\text{m}} + 0,177 \quad (10)$$

Từ quan hệ này đã tính được lưu lượng nước ($Q \text{ m}^3/\text{s}$) tại các lần đo tốc độ tại điểm 0,6h ở đường thủy trực số 12. Dựa vào các số liệu đo và tính xây dựng quan hệ $Q = f(H)$ và kéo dài xu thế phần mực nước cao của đường quan hệ này.

Từ đường quan hệ $Q = f(H)$ có thể xác định được giá trị lưu lượng nước tương ứng với các cấp mực nước thực đo và tính được lưu lượng lớn nhất (Q_{max}) và lưu lượng lớn nhất trung bình ngày. Giá trị lưu lượng lớn nhất tại Tạ Bú bằng $22.000\text{m}^3/\text{s}$, tương ứng với mực nước cao nhất $H_{\text{max}} - 12327\text{cm}$, xuất hiện lúc 14h ngày 18 - VIII - 1996.

Ngoài ra dựa vào số liệu thực đo các năm 1963 - 1990, chúng tôi đã xây dựng đường quan hệ lưu lượng lũ lớn nhất giữa trạm Tạ Bú (Q_{TB}) với ba trạm thượng lưu là Lai Châu, Nậm Mực và Bản Củng. Quan hệ này có dạng sau:

$$Q_{\text{TB}} = 1,116 Q_{\text{LC}} + 2,129 Q_{\text{NM}} + 0,985 Q_{\text{BC}} - 525$$

Với chỉ tiêu chất lượng $R^2 = 0,84$

Trong đó:

Q_{TB} - lưu lượng đỉnh lũ tại Tạ Bú (m^3/s),

$Q_{\text{LC}}, Q_{\text{NM}}, Q_{\text{BC}}$ - lưu lượng đỉnh lũ tại Lai Châu, Nậm Mực, Bản Củng (m^3/s).

Đối với trận lũ tháng VIII - 1996, kết quả chỉnh biên sơ bộ cho thấy: $Q_{\text{LC}} = 9.010 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\text{NM}} = 3.180 \text{ m}^3/\text{s}$ và $Q_{\text{BC}} = 3.900 \text{ m}^3/\text{s}$. Như vậy, lưu lượng đỉnh lũ tại Tạ Bú khoảng $20.140\text{m}^3/\text{s}$.

3. Một số ý kiến nhận xét

Tính toán khôi phục dòng chảy trận lũ tháng VIII - 1996 tại Tạ Bú và Hoà Bình theo các phương pháp khác nhau cho thấy sai lệch giữa kết quả tính lưu

lượng lớn nhất theo phương pháp mô hình với phương pháp kéo dài đường quan hệ $Q = f(H)$ là gần bằng nhau và lớn hơn 7,6% so với kết quả tính theo phương pháp phương trình tương quan tuyến tính nhiều biến.

Sai lệch lưu lượng trung bình ngày giữa kết quả tính theo mô hình so với kết quả tính theo quan hệ $Q = f(H)$ đều khoảng dưới 10%, trừ 3 ngày 16, 23 và 24 trên 10%. Tổng lượng lũ trong các ngày 16 - 24 /VIII bằng $9,855 \times 10^9 \text{ m}^3$ theo phương pháp mô hình và $9,28 \times 10^9 \text{ m}^3$ theo đường quan hệ $Q = f(H)$, chênh lệch nhau khoảng 5,8% (Bảng 2).

Như vậy, có thể thấy rằng kết quả khôi phục dòng chảy trận lũ tháng VIII - 1996 theo mô hình mưa dòng chảy phi tuyến là đáng tin cậy, lưu lượng đỉnh lũ bằng khoảng $21.800 \text{ m}^3/\text{s}$ tại Tạ Bú và $19.700 \text{ m}^3/\text{s}$ tại Hoà Bình.

Bảng 2. Lưu lượng trung bình ngày tại trạm Tạ Bú
tính theo mô hình và đường quan hệ $Q = f(H)$ (m^3/s)

Ngày P.pháp	16/VIII	17	18	19	20	21	22	23	24
Mô hình	3950	9030	21090	19700	17300	14220	11310	9390	8060
$Q=f(H)$	4690	10030	19960	18140	16280	13880	1150	8080	6200
Sai lệch%	18,7	11,1	5,4	7,7	5,9	2,4	10,0	14,0	23,0

Như vậy, đối với vị trí Hoà Bình trận lũ tháng VIII - 1996 là trận lũ có lưu lượng đỉnh lũ lớn thứ hai sau trận lũ tháng VIII - 1945 ($Q_{\max} = 21.000 \text{ m}^3/\text{s}$). Tuy nhiên, đối với vị trí Tạ Bú thì trận lũ tháng VIII - 1996 là trận lũ lớn nhất từ 1902 đến nay. Riêng đối với Lai Châu, lưu lượng đỉnh lũ năm 1996 còn nhỏ hơn lưu lượng đỉnh lũ các năm 1966 và 1971.

Kết quả tính toán lưu lượng đỉnh lũ tại Tạ Bú lớn hơn lưu lượng đỉnh lũ tại Hoà Bình có thể giải thích là do sự "bẹt" sóng lũ trong quá trình truyền từ Tạ Bú về Hoà Bình trong điều kiện lượng mưa khu giữa Tạ Bú - Hoà Bình nhỏ trong ngày xuất hiện đỉnh lũ và trước đó.

Từ những kết quả tính toán và phân tích trên có thể nhận định rằng trận lũ tháng VIII - 1996 là một trận lũ đặc biệt lớn ở trung và hạ lưu sông Đà kể từ đầu thế kỷ đến nay, tương đương trận lũ tháng VIII - 1945; thành phần lũ do mưa ở khu giữa (trong phần lãnh thổ Việt Nam) tạo ra là rất lớn. Lưu lượng đỉnh lũ bằng khoảng $22.000 \text{ m}^3/\text{s}$ tại Tạ Bú và $20.000 \text{ m}^3/\text{s}$ tại Hoà Bình.

Tài liệu tham khảo

1. Lương Tuấn Anh. Một mô hình mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy trên các lưu vực vừa và nhỏ ở miền Bắc Việt Nam. Luận án PTS khoa học, Hà Nội, Năm 1996.