

LŨ SÔNG HƯƠNG VÀ VIỆC TÍNH TOÁN LŨ BẰNG MÔ HÌNH TẬP TRUNG NƯỚC TỔNG HỢP

T. S Hoàng Ngọc Quang
Trường Cao đẳng Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Sông Hương là sông có nhiều lũ lớn thường gây ngập lụt rất nặng nề, trên phạm vi rất lớn. Những trận lũ rất lớn năm 1983, 1986 và đặc biệt là 1999 gây ngập lụt tới 90% các khu dân cư vùng hạ du lưu vực, có nơi ngập sâu tới 1,4 m làm 372 người chết, thiệt hại tổng cộng lên tới 1,762 tỷ đồng.

Lũ lớn, lũ đặc biệt lớn là các căn cứ quan trọng trong tính toán thiết kế nhưng thường lại không đo đạc được. Vì vậy, việc tính toán khôi phục lại các trận lũ lớn đó là rất cần thiết. Có nhiều phương pháp tính toán nước lũ trên sông, tác giả lựa chọn phương pháp khôi phục lũ bằng mô hình tập trung nước tổng hợp. Đây là công thức kinh nghiệm, mà cơ sở của nó là việc mô phỏng quá trình lưu lượng do một khoảng mưa hiệu quả gây ra bằng hàm Gudrich. Kết quả tính toán thử cho các trận lũ 1983 đối với dòng chảy tại Cổ Bi, Bình Điền và cho trận lũ 1986 đối với dòng chảy tại Dương Hoà cho thấy lũ tính toán phù hợp với lũ thực đo. Kết quả đó cho thấy các thông số tính toán đạt tiêu chuẩn cho phép và có thể sử dụng mô hình tập trung nước tổng hợp vào việc tính toán lũ trên sông Hương.

Lưu vực sông Hương nằm trong tọa độ từ $15^{\circ} 59' - 16^{\circ} 35'$ vĩ độ Bắc và $105^{\circ} 07' - 107^{\circ} 52'$ kinh độ Đông, có diện tích lưu vực (F) là 1750 km² và chiều dài sông (S) là 86,5 km với 28 phụ lưu lớn nhỏ. Phần thượng nguồn sông Hương gọi là sông Tả Trạch, bắt nguồn từ đỉnh núi cao 1438m thuộc dãy Trường Sơn, nơi giáp ranh giữa huyện Nam Đông và huyện A Lưới. Từ Nga ba Tuần nơi sông được nhận thêm nước của sông Hữu Trạch trở xuống mới gọi là sông Hương. khi đổ vào Phá Tam Giang, tại Ngã ba Sinh, sông Hương nhận thêm nước sông Bò ở phía Tây.

Sông Tả Trạch có diện tích là 729 km² còn sông Hữu Trạch nằm giữa sông Tả Trạch và sông Bò, dài 60km với diện tích lưu vực là 718 km². Cả hai sông Tả Trạch và Hữu Trạch đều bắt nguồn từ các đỉnh núi cao thuộc dãy Trường Sơn, nằm giữa huyện Nam Đông và A Lưới.

Sông Bò có diện tích lưu vực là 938km², bắt nguồn từ vùng núi phía Tây, thuộc huyện A Lưới dãy, chảy dọc theo sườn núi phía đông. Khi về đến Ngã Ba sinh, ngả nhánh đổ vào sông Hương, sông Bò còn hai nhánh chảy trực tiếp vào Phá Tam Giang.

Sông Hương không có trung lưu rõ rệt, trước khi ra biển, sông chảy qua phá Tam Giang - đầm Cầu Hai, đó là một hồ điều hòa tự nhiên lớn ở cửa sông. Đầm Cầu Hai và phá Tam Giang được thông ra biển bởi 2 cửa chính: Tư Hiền, Thuận An và một số cửa không thường xuyên, chỉ hình thành khi có lũ lớn.

Nước sông Hương góp phần quan trọng trong sự chi phối sự di động và đóng mở của Tư Hiền, Thuận An. Trước khi tập trung nước vào các đầm phá, sông Hương là một mạng lưới sông chảy đan xen nhau, phức tạp vừa liên tục vừa gián đoạn gồm 79 tràm, 11 đầm và 3 bầu nước với tổng diện tích mặt thoáng chứa nước khoảng 225 km².

Về mùa lũ, cửa Thuận An không đủ khả năng thoát nước, nên TP. Huế và vùng đồng bằng thường xuyên bị ngập, có khi sâu tới vài mét. Trong khi đó về mùa cạn vùng đồng bằng lại bị mặn xâm nhập đến tận chân đồi.

Tổng lượng nước mặt trên toàn hệ thống đạt 9,975 tỉ m³. Trong đó, các sông Đông Trường Sơn chảy vào Phá Tam Giang đạt 9,03 tỉ m³ (vùng đồng bằng chiếm: 2,75 tỉ m³, vùng đồi núi chiếm 6,28 tỉ m³), phần còn lại 0,975 tỉ m³.

Cũng như các sông suối khác ở miền Trung, mùa lũ trên lưu vực sông Hương thường rất ngắn, chỉ khoảng 4 tháng: từ tháng IX đến tháng XII (Bảng 1) với lượng nước chiếm khoảng 70-

75% tổng lượng dòng chảy năm. Trong đó, tháng XI là tháng có lượng lũ lớn nhất và thường chiếm từ 30-35% tổng lượng dòng chảy năm. Mùa mưa lũ ngắn nhưng trên sông Hương thường xảy ra nhiều trận lũ rất lớn như các trận lũ năm 1953, 1975, 1983 và 1999. Các trận lũ này thường là lũ kép dài từ 5 đến 7 ngày.

Bảng 1. Mùa lũ trên sông Hương

Trạm Thủy văn	Lưu lượng lũ các tháng mùa lũ (m ³ /s) với P=75%				Bình quân năm (m ³ /s)
	IX	X	XI	XII	
Đập Tả Trạch	40,9	90,9	204	73,6	39,9
Bình Điền	40,5	84,0	165	39,0	28,6
Cổ Bi	62,6	83,6	161	58,7	34,1

Cũng như các sông khác ở miền Trung, vào các tháng V hoặc tháng VI hàng năm, sông Hương thường có tới 2-3 ngày có lũ tiểu mãn. Lũ tiểu mãn không lớn lắm nhưng thường xuất hiện vào kỳ chính vụ nên thường gây thiệt hại lớn cho sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản.

Mùa kiệt trên sông Hương dài gấp hai lần mùa lũ (8 tháng): từ tháng I đến tháng VIII (Bảng 2) nhưng chỉ chiếm khoảng 25-30% tổng lượng nước cả năm, trong đó tháng IV là tháng kiệt nhất. Những năm không có lũ tiểu mãn hoặc lũ tiểu mãn nhỏ thì hạn hán rất nặng và các tháng VII hoặc tháng VIII là nặng nhất.

Bảng 2. Mùa kiệt trên sông Hương

Trạm Thủy văn	Lưu lượng các tháng mùa kiệt (m ³ /s) với P=75%								Năm (m ³ /s)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Đập Tả Trạch	39,9	20,5	14,7	14,9	24,8	46,3	35,9	40,5	39,9
Bình Điền	20,5	16,1	11,2	11,2	14,8	22,3	16,1	15,5	28,6
Cổ Bi	29,1	19,6	12,9	11,4	21,5	37,7	26,5	19,6	34,1

Trong 12 năm (1979-1985, 2002-2006) quan trắc tại Cổ Bi (sông Bồ), Bình Điền (sông Hữu Trạch) và 26 năm quan trắc (1981-2006) tại Thượng Nhật (sông Tả Trạch), hạn nặng nhất xảy ra trong các năm 1982, 1983 tại Cổ Bi, Bình Điền và năm 1987 tại Thượng Nhật. Tháng kiệt nặng nề nhất thường là tháng IV hoặc tháng VIII (Bảng 3).

Bảng 3. Lưu lượng kiệt nhất (m³/s) trong những năm quan trắc[2]

Trạm Thủy văn	IV/1982		IV/1983		VIII/1987	
	Qtháng	Qngày	Qtháng	Qngày	Qtháng	Qngày
Cổ Bi	7,2	4,7	10,8	7,5		
Bình Điền	6,5	4,5	8,2	5,3		
Thượng Nhật					1,43	1,42

Trong những năm gần đây, sông Hương thường xảy ra nhiều trận lũ rất lớn. Theo số liệu thống kê từ 1977-2005 đã xảy ra 34 trận lũ lớn vượt báo động cấp III (H>3,0m) tại trạm Thủy văn Kim Long, trung bình mỗi năm có tới 1,4 trận, có năm có tới 3 trận như các năm 1981, 1983, 1984, 1995, 1999. Lũ lớn nhất của các năm này chủ yếu, thường xảy ra trong các tháng X và XI. Từ số liệu quan trắc được cho thấy, trong hơn 50 qua có 4 trận lũ đặc biệt lớn: 1999, 1953, 1975 và 1983 (theo thứ tự lớn nhất) với mực nước tương ứng: 5,81m, 5,50m, 5,32m và 4,92m tại Kim Long.

Trận lũ 1983 xảy ra trong 8 ngày với có lưu lượng đỉnh lũ đo được tại Cổ Bi là 2850m³/s, tại Bình Điền là 4020 m³/s và tại Thượng Nhật là 1470 m³/s.

Trận lũ XI/1999 xảy ra trong 6 ngày (1/XI-6/XI) là trận lũ rất lớn. Nước lũ đã gây ngập ở nhiều nơi nên các trạm thủy văn Cổ Bi, Bình Điền không thể quan trắc được, trừ Thượng Nhật do lũ không quá lớn và đỉnh lũ đo được tại đây là: 783 m³/s.

Các số liệu tính toán khôi phục lũ đã cho thấy lũ 1999 là lũ lớn nhất trong 50 năm qua: 7000-8000 m³/s tại Đập Tả Trạch, 5500-6000 m³/s tại Bình Điền và 3500-4000 m³/s tại Cổ Bi.

Lũ 1999 đã gây ngập lụt trên diện rộng và mức thiệt hại do lũ gây ra là rất lớn: mức ngập lụt tại thượng nguồn lên tới 1,4m, hơn 90% các khu dân cư vùng đồng bằng kể cả vùng gò đồi phía tây Quốc lộ 1 bị ngập tới 4-9 ngày, Phá Tam Giang bị phá thành thành 5 cửa mới. Cả vùng rộng 500-600m dọc theo hai cửa biển Duân Hào và Tư Hiền chìm ngập với hơn 100 hộ dân và toàn bộ nhà cửa tài sản. Đất bị sạt ở nhiều nơi như A Lưới, Phú Lộc gây thương vong lớn cho người, lấp hầm đèo Phước Tượng, bờ biển bị sạt lở tới hàng cây số, có nơi bị lở sâu vào đất liền tới hàng trăm mét. Tính đến ngày 12/XI đã có 372 người chết và mất tích, tổng thiệt hại ước tới 1.762 tỷ đồng, trong đó ngành Giao thông thiệt hại nhiều nhất: 600 tỷ, tiếp đó là ngành Nông nghiệp – nông thôn : 307 tỷ và ngành Thủy sản 110 tỷ.

Nguyên nhân chính gây ra lũ lớn năm 1999 là mưa rất lớn do áp thấp nhiệt đới phía Nam kết hợp với hoạt động gió mùa Đông Bắc. Lượng mưa lớn nhất quan trắc được trong 5 ngày tại nhiều nơi đều vượt 2000 mm. Lượng mưa 24 giờ lớn nhất đo được tại Huế là 1422mm, tại Truồi là 1630 mm gần bằng mưa kỷ lục tại Fòoc la thuộc đảo Reunion (1825m). Mưa 2 ngày lớn nhất tại Huế là 1841,6mm, tại Truồi là 2200mm gần bằng lượng mưa tại Hsin Liao thuộc Đài Loan (2259 mm) và nửa 3 ngày lớn nhất 2113,9mm tại Huế và 2320 mm tại Truồi.

Mưa lũ lớn trên lưu vực sông Hương thường do nhiều nguyên nhân: lưu vực nằm trên vùng địa hình hẹp ven biển nơi có nhiều hơi ẩm, là sự gặp gỡ của do bão hay áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) với các khối không khí lạnh (KKL) hay hội tụ nhiệt đới (HTNĐ). Nhưng những trận mưa lũ lớn thường do ATNĐ kết hợp với không khí lạnh (KKL) hoặc hội tụ nhiệt đới (HTNĐ). các hình thể gây mưa chính trên lưu vực được thông kê trong bảng 4 sau.

Bảng 4. Các hình thể gây mưa chính trên lưu vực trong 38 năm gần đây

TT	Hình thể thời tiết gây mưa chính	Số lần gây mưa	Tần suất (%)
1	Bão và áp thấp nhiệt đới	2	5,3
2	Bão hoặc ATNĐ với HTNĐ	4	10,5
3	Bão hay ATNĐ với KK L	12	31,6
4	Bão hay ATNĐ với HTNĐ và KKL	9	23,7
5	HTNĐ	1	2,6
6	KKL	1	2,6
7	HTNĐ với KKL	8	21,1
<i>Tổng số</i>		38	100

Kết quả thông kê trong bảng trên cho thấy: Số lần Bão hay ATNĐ hoặc không khí lạnh gây mưa lớn không nhiều lắm (5,3-2,6%) nhưng nếu có sự kết hợp giữa chúng lại sẽ cho cơ hội mưa lớn nhiều nhất (31,6%) và sự kết hợp của các yếu tố còn lại với nhau tạo cơ hội gây mưa chỉ 4-23,7%.

Trong tính toán thủy văn, lũ lớn, lũ đặc biệt lớn thường là các căn cứ quan trọng để tính toán các đặc trưng thiết kế phục vụ xây dựng các phương án quy hoạch hoặc thiết kế các công trình phòng chống và giảm nhẹ thiên tai trên lưu vực.

Ở nước ta, việc tính toán lũ thiết kế có thể được thực hiện theo các phương pháp: tính toán lũ theo tần suất, tính toán lũ theo công thức kinh nghiệm hoặc bán kinh nghiệm. Trong bài báo này, tác giả giới thiệu kết quả tính toán lũ thiết kế cho lưu vực sông Hương qua việc ứng dụng mô hình tập trung nước tổng hợp.

Cơ sở của mô hình là quá trình lưu lượng do một khoảng mưa hiệu quả gây ra được mô phỏng bằng hàm Gudrich [1] dưới dạng:

$$Q_i = 10 \exp\left(-\alpha \frac{(1-x)^2}{x}\right) Q_m \quad (1)$$

trong đó:

$$Q_m = K h^M \quad (2)$$

Với M có thể lấy theo công thức kinh nghiệm bằng việc phân tích số liệu thực đo. Ở Việt Nam, M được lấy trong khoảng 0,80-1,25 [4].

$$x=t/t_1 \quad (3)$$

Với t là thời điểm tính, t₁ là thời gian lũ lên tính từ tài liệu thực đo

$$t_1=C Q_m^{-0,25}, \text{ hay:} \\ C=t_1/ Q_m^{-0,25} \quad (4)$$

Với Q_m là lưu lượng đỉnh lũ thực đo.

- Hệ số $\alpha=f(\lambda)$ với

$$\lambda=\frac{Q_m t_1}{10^3 h_i F} \quad (5)$$

Với:

+ F là diện tích lưu vực (km²) tra từ Đặc trưng thủy văn của Viện KTTV [4],

+ h_i là lượng mưa có hiệu quả (mm) được tính theo công thức:

$$h_i=\frac{(1-\alpha)(H_{Tp}-H_o)}{\sum \Delta t_m} \quad (6)$$

Trong đó: h_o là lượng tổn thất ban đầu, α là hệ số, H_{Tp} là lượng mưa thiết kế trong thời đoạn tính toán T.

- K là thông số phản ánh ảnh hưởng của hình thái lưu vực được tính theo công thức:

$$K=\frac{kR^{2/3}J^{1/3}F}{nL_s} \quad (7)$$

với F là diện tích lưu vực, J là độ dốc lòng chính, R là bán kính thủy lực, n là độ nhám, k là tỷ số giữa tốc độ tập trung nước với tốc độ bình quân mặt cắt, m là tham số tập trung nước: m=1,55-1,66 [1].

Việc tính toán quá trình lũ thiết kế theo mô hình tập trung nước tổng hợp (1) cho lưu vực sông Hương, có thể được thực hiện như sau:

a. Chọn lũ đại biểu.

Trong các trận lũ lớn quan sát được, lũ 1999,1983 và 1986 là lũ lớn nhất nhưng chỉ có lũ 1983 và 1986 là quan trắc được. Do vậy, các trận lũ được chọn làm đại biểu là lũ 1983 cho hai trạm Bình Điền trên sông Hữu Trạch và Cổ Bi trên sông Bồ còn lũ 1986 được chọn cho trạm Dương Hoà trên sông Tả Trạch. Các đặc trưng lưu lượng đỉnh lũ (Q_{max}), Tổng lượng lũ (W_{max}), lượng mưa bình quân lưu vực (X_{bq}) và thời gian lũ lên (T_l) của các trận lũ đã chọn được thống kê trong bảng 5.

Bảng 5. Các đặc trưng lũ 1983 tại Bình Điền, Cổ Bi và 1986 tại Dương Hoà

TT	Trạm Thủy văn	Thời gian mưa lũ	X _{bq} lưu vực (mm)	Q _{max} (m ³ /s)	W _{trận lũ} (10 ⁶ m ³)	Tlên (giờ)
1	Dương Hoà	Từ 20h 2/X đến 11 h 6/X	484,2	1960	196,7	15
2	Bình Điền	Từ 19h 29/X đến 10 h 3/XI	1151	4020	556	16
3	Cổ Bi	Từ 19h 29/X đến 13 h 5/XI	920	2850	559	17

b. Tính các tham số của mô hình:

1) Tính hệ số K.

Hệ số K có thể được tính theo công thức (7), trong đó:

- Các thông số J, F, Ls được sử dụng từ kết quả tính toán của Viện Khí tượng Thủy văn [4] như bảng 6.

Bảng 6. Các đặc trưng lưu vực tính đến các trạm thủy văn Dương Hoà, Đập Tả Trạch, Bình Điền và Cổ Bi

TT	Trạm Thủy văn	F(km ²)	L _s (km)	J _s (o/00)
1	Dương Hoà	686	57	12,2
2	Đập Tả Trạch	717	60	12
3	Bình Điền	570	51,8	2,34
4	Cổ Bi	720	64	11,0

- k được lấy bằng 1,5 [1]

- Độ nhám thủy lực n lấy có thể bằng 0,04-0,08 [6].

- Bán kính thủy lực bằng độ sâu bình quân mực nước lũ lớn nhất H_{bq}

Với các tham số đó, hệ số K tính từ tài liệu thực đo và tài liệu (Bảng 7)

2) Các hệ số C

Sử dụng công thức (4) với Q_{max} và t_l trong bảng 6, hệ số C tương ứng của các lưu vực sông Bồ tính đến Cổ Bi, sông Hữu Trạch tính được trong bảng 7.

Bảng 6. Các đặc trưng K, C, tính được tại Dương Hoà, Bình Điền và Cổ Bi

TT	Trạm Thủy văn	C	K	R _N ² (%)
1	Dương Hoà	42,5	15	73
2	Bình Điền	67,7	14	93
3	Cổ Bi	49,9	11	97

3) Lượng mưa có hiệu quả *hi* tính được nhờ công thức (6) với các tham số:

- Tồn thất ban đầu h_o tính từ quan hệ quan hệ mưa bình quân lưu vực với dòng chảy trận lũ. Theo Đỗ Đình Khôi, Viện Khí tượng Thủy văn [5], h_o có thể lấy h_o=20mm.

- Mưa thiết kế H_{tp} với thời đoạn mưa thiết kế là 5 ngày (số ngày mưa lũ bình quân): sử dụng mưa trận của trạm Huế, xây dựng đường tần suất Piêc sơn III bằng phương pháp thích hợp sẽ tính được H_{tp} với P=1% là 2369mm.

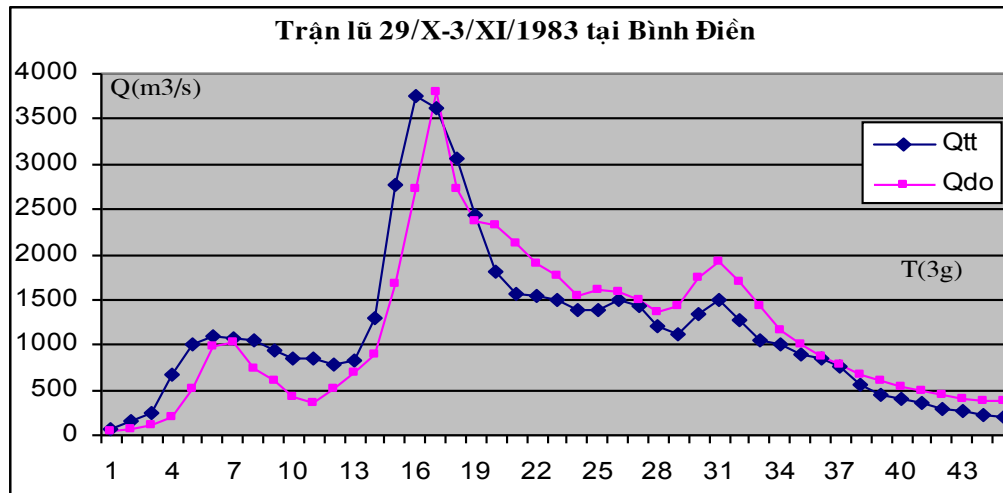
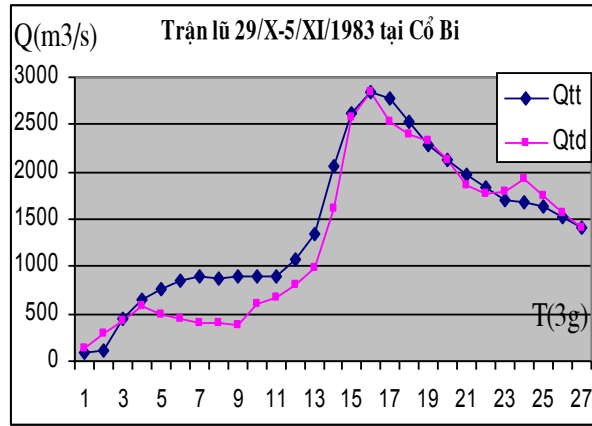
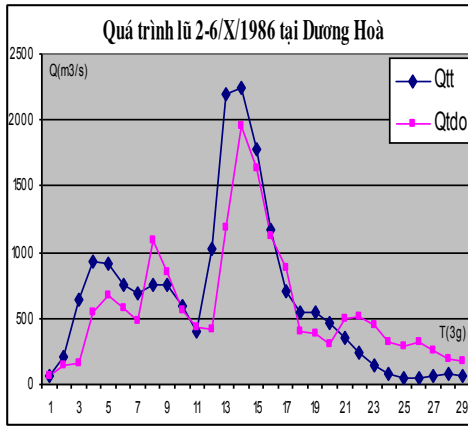
- Hệ số α được lấy bằng 0,80 như trong hướng dẫn tính lũ thiết kế [2].

Như vậy, qua công thức (6) ta sẽ tính được lượng mưa có hiệu quả *hi*

4) Hệ số k lấy bằng 1,5 theo [2].

c. Tính toán quá trình lũ cho trận lũ 1983 tại Bình Điền, Cổ Bi và cho trận lũ 1986 tại Dương Hoà.

Với các thông số đã tính trên, thay vào công thức (1) và (2) ta sẽ có được quá trình lũ tính toán tại ba trạm Dương Hoà, Bình Điền và Cổ Bi:



Từ hình vẽ ta thấy:

- Đối với lũ X/1986 tại Dương Hoà, đỉnh lũ và phần lũ cao tính toán cao hơn lũ thực đo nhưng nhỏ ở phần chân lũ.
- Đối với lũ X/1983 tại Bình Điền, nhánh lũ lên và đỉnh lũ tính toán toán bằng lũ thực đo nhưng lại xuất hiện sớm hơn còn chân lũ lại nhỏ hơn nhưng xuất hiện đồng thời với lũ thực đo.
- Đối với lũ tháng X/1983 tại Cổ Bi quá trình lũ tính toán xấp xỉ thực đo.

d. Đánh giá mức độ phù hợp giữa lũ tính toán với lũ thực đo

Để đánh giá mức độ phù hợp giữa lũ tính toán với lũ thực đo, ta có thể sử dụng tiêu chuẩn Nash-Sutcliffe [1]:

$$R_N^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{tt} - X_{BQdo})^2 \sum_{i=1}^n (X_{tt} - X_{td})^2}{\sum_{i=1}^n (X_{tt} - X_{BQdo})^2} \quad (8)$$

Trong đó:

- $X_{t,do}$ là giá trị thực đo tại thời điểm t ,
- X_{BQdo} là giá trị trung bình thực đo của trận lũ,
- X_{tt} là giá trị tính toán tại thời điểm t .

Từ số liệu $X_{t,do}$, X_{BQdo} , X_{tt} tính được từ lũ thực đo và lũ tính toán, áp dụng công thức (8), giá trị R_N^2 tính được trong bảng 6.

Như vậy, kết quả tính theo tiêu chuẩn Nash-Sutcliffe trong bảng 6 cho thấy: lũ tính toán phù hợp với lũ thực đo. Trong đó lũ tính toán tại Trạm Thủy văn Cổ Bi là phù hợp nhất với lũ thực đo.

Kết quả đó cho thấy bộ thông số tính được là phù hợp và có thể sử dụng mô hình tập trung nước tổng hợp với bộ thông số đó để tính toán quá trình lũ thiết kế cho lưu vực sông Hương.

Tại liệu tham khảo:

1. Ngô Đình Tuấn, *Tiêu chuẩn lũ thiết kế công trình thủy điện Sơn La*, HN-1991
2. Vụ KHCN, Bộ NNPTNT, *Hướng dẫn tính lũ thiết kế*, HN-1977
3. Nguyễn Mai Đăng, *Cân bằng nước lưu vực sông Hương*, Luận văn ThS-1998.
4. Phạm Việt Tiến, *Nghiên cứu ứng dụng tính toán lũ phục vụ phòng chống thiên tai và phát triển kinh tế xã hội lưu vực sông Hương*, Hà Nội- 2004
5. Đỗ Đình Khôi, *Dòng chảy sông ngoài Việt Nam*, Hà Nội -1994.
6. Klibasep và Goroskov, *Phân tích tính toán Thủy văn*, Bản dịch của Ngô Đình Tuấn và Lê Thạc Cán, Hà Nội -1975.