NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ LƯỢNG DÒNG CHẢY SÔNG ĐÀ TỪ TRUNG QUỐC VÀO VIỆT NAM PHỤC VỤ CHO BÀI TOÁN QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG ĐÀ

Trương Vân Anh[1], Nguyễn Thu Hiền[1], Đặng Quốc Khánh[2]

Tóm tắt: *Do mạng lưới trạm khí tượng thủy văn ở nước ta không đủ dày để có thể kiểm soát được lượng dòng chảy ngoài biên giới đổ vào lãnh thổ Việt Nam nên việc tính toán dòng chảy ngoài biên giới của các lưu vực sông suối lớn có ý nghĩa đặc biệt quan trọng cho các bài toán quy hoạch và quản lý tài nguyên nước ở các lưu vực sông liên quốc gia. Trong nghiên cứu này, phương pháp thống kê kết hợp với mô hình toán được sử dụng để tính toán lượng dòng chảy sông Đà từ lãnh thổ Trung Quốc vào Việt Nam khi không có số liệu thực đo. Kết quả cho thấy lượng dòng chảy sông Đà phía Trung Quốc chiếm khoảng 40 - 80% tại Lai Châu, 25 - 65% tại Tạ Bú và 22 - 55% tại Hòa Bình. Con số này rất có ý nghĩa cho việc quản lý tổng hợp nguồn nước sông Đà nói riêng và toàn bộ hệ thống sông Hồng nói chung do sông Đà chiếm đến 37% tổng lượng dòng chảy sông Hồng tại Sơn Tây.*

Từ khóa: *Lưu vực sông liên quốc gia, quy hoạch và quản lý tài nguyên nước, MIKE NAM, MIKE 11 -Muskingum, lưu vực sông Đà.*

Ban Biên tập nhận bài: 24/4/2017 Ngày phản biện xong: 15/5/2017

1. Mở đầu

Quản lý tài nguyên nước ở các lưu vực sông liên quốc gia luôn là vấn đề mang nhiều thách thức. Nguyên nhân chính ở đây là hầu như không có sự hợp tác thực chất giữa các quốc gia liên quan trong quá trình khai thác và sử dụng nguồn nước trên cùng một lưu vực sông. Các quốc gia ở thượng nguồn luôn có ưu thế trong việc khai thác và sử dụng nguồn nước; trong khi đó các quốc gia ở hạ du lại phải đối mặt với sự cạn kiệt, suy thoát nguồn nước cũng như không chủ động biết được nguồn nước sẵn có để có thể lên kế hoạch sử dụng một cách hợp lý.

Trong số 13 lưu vực sông lớn ở Việt Nam có đến 10 lưu vực sông liên quốc gia với Lào, Campuchia, Thái Lan và Trung Quốc với phần diện tích nằm ở ngoài lãnh thổ Việt Nam lớn gấp 3,3 lần diện tích lưu vực trong nước [1]. Theo ước tính, tổng lượng nước trên lãnh thổ Việt Nam khoảng 830 - 840 tỷ m^3/năm nhưng chỉ có khoảng 310 - 330 tỷ m^3 (khoảng 37%) là nước nội sinh, phần còn lại chảy từ địa phận nước ngoài vào Việt Nam [2]. Do mạng lưới trạm khí tượng thủy văn không đủ để có thể quan trắc được nguồn nước đổ vào lãnh thổ Việt Nam cùng với việc thiếu/hoặc không có sự hợp tác giữa các quốc gia chia sẻ nguồn nước này đã dẫn đến những khó khăn trong việc quy hoạch và quản lý tổng hợp tài nguyên nước trên các lưu vực sông. Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, có rất nhiều phương pháp giúp tính toán nguồn nước trên các phần lưu vực không có số liệu đo đạc như ứng dụng công nghệ viễn thám để có thể tính toán các biến đầu vào (mưa và bốc hơi) cho mô hình tập trung mưa - dòng chảy [3], hay ứng dụng GIS để có thể tính toán các biến đầu vào (sử dụng đất) cho mô hình phân bố mưa - dòng chảy [4]. Tuy nhiên các nghiên cứu này chỉ thích hợp với các lưu vực tự nhiên, chưa có các công trình khai thác lớn trên sông. Ở những lưu vực sông liên quốc gia lớn ở nước ta như sông Hồng, sông Mekong, phía thượng nguồn Trung Quốc đã xây dựng rất nhiều hồ chứa để phân bổ lại nguồn nước. Quy mô và quy trình vận hành các hồ chứa này phía Việt Nam ta hầu

[1]*Khoa Khí tượng - Thủy văn, Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.*
[2]*Tạp chí Khí tượng Thủy văn*
Email: truongvananh.vn@gmail.com

như không nắm được, do đó việc sử dụng các loại mô hình mưa rào - dòng chảy ở đây là không thích hợp.

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá được lượng dòng chảy từ Trung Quốc vào Việt Nam trên lưu vực sông Đà. Để đạt được mục tiêu đó, nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê đơn giản kết hợp với phương pháp mô hình toán. Chuỗi số liệu thực đo tại các trạm Lai Châu, Tạ Bú và Hòa Bình trong giai đoạn trước khi xây dựng hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Đà phía Việt Nam được sử dụng để kiểm định lại độ chính xác của phương pháp. Kết quả này sau đó có thể phục vụ giải quyết các bài toán quy hoạch và quản lý tài nguyên nước lưu vực sông Đà nói riêng và toàn bộ hệ thống sông Hồng nói chung.

2. Tài liệu thu thập và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tổng quan khu vực nghiên cứu

Sông Đà là sông lớn nhất trong hệ thống sông Hồng. Sông chảy qua địa phận của ba quốc gia là Trung Quốc, Lào và Việt Nam. Với tổng diện tích lưu vực là 52,900 km^2, trong đó phần lãnh thổ phía Trung Quốc chiếm khoảng 47%, Lào chiếm khoảng 2% còn lại là Việt Nam khoảng 51%, sông Đà đóng góp khoảng 37% tổng lượng nước sông Hồng tại Sơn Tây. Toàn bộ lưu vực trải dài từ 20^{0}40'N - 25^{0}00'N và 100^{0}22' - 105^{0}24'W (Hình 1).

Trên dòng chính sông Đà (Phần lãnh thổ Việt Nam), Lai Châu là trạm đo lưu lượng đầu tiên của thượng nguồn sông, phía sau biên giới Việt Trung có diện tích khống chế là 33,800 km^2 trong đó 26,800 km^2 nằm ở địa phận Trung Quốc; tiếp đến là trạm thủy văn Tạ Bú, với diện tích khống chế là 45900 km^2 và trạm thủy văn Hòa Bình 51800 km^2. Ngoài ra trên các sông nhánh như Nậm Mức, Nậm Giàng, Nậm Mu cũng có các trạm thủy văn Nậm Mức, Nậm Giàng và Bản Củng tương ứng. Riêng trạm Bản Củng đã ngừng đo từ năm 1987. Như vậy có thể nhận thấy số liệu quan trắc đo đạc trên lưu vực không nhiều.

Hình 1. Lưu vực sông Đà

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Để tính toán lượng dòng chảy sông Đà phía Trung Quốc chảy về Việt Nam, nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê đơn giản kết hợp với mô hình mưa - dòng chảy và mô hình diễn toán dòng chảy MIKE 11 - NAM và MIKE 11 MUSKINGUM.

Theo đó, sự chênh lệch giữa dòng chảy thực

đo tại các trạm khống chế dọc sông Đà (Lai Châu, Tạ Bú và Hòa Bình) và lượng dòng chảy nội sinh trên lãnh thổ Việt Nam đóng góp tại các trạm này sẽ được coi như là lượng dòng chảy đến từ Trung Quốc.

Để biểu diễn bằng hàm toán học, ta gọi lưu lượng thực đo tương ứng tại Lai Châu, Tạ Bú và Hòa Bình là Q_t^{LC}, Q_t^{TB}, Q_t^{HB}; lưu lượng đóng góp cho dòng chảy tương ứng tại Lai Châu, Tạ Bú và Hòa Bình từ phần lãnh thổ Việt Nam là $Q_t^{(LC_VN)}$, $Q_t^{(TB_VN)}$, $Q_t^{(HB_VN)}$; lưu lượng đóng góp cho dòng chảy tương ứng tại Lai Châu, Tạ Bú và Hòa Bình từ phần lãnh thổ Trung Quốc là $Q_t^{(LC_TQ)}$, $Q_t^{(TB_TQ)}$, $Q_t^{(HB_TQ)}$; lượng dòng chảy sông Đà đóng góp từ lãnh thổ Trung Quốc là Q_t^{TQ}. Từ đó ta có:

$$Q_t^{LC} = Q_t^{LC_VN} + Q_t^{LC_TQ} \quad (1)$$

$$Q_t^{TB} = Q_t^{TB_VN} + Q_t^{TB_TQ} \quad (2)$$

$$Q_t^{HB} = Q_t^{HB_VN} + Q_t^{HB_TQ} \quad (3)$$

$$Q_t^{TQ} \approx Q_t^{LC_TQ} \approx Q_t^{TB_TQ} \approx Q_t^{HB_TQ} \quad (4)$$

Do đó, chuỗi số liệu Q_t^{LC}, Q_t^{TB}, Q_t^{HB} sẽ được thu thập từ các trạm đo thủy văn tương ứng; chuỗi số liệu $Q_t^{(LC_VN)}$, $Q_t^{(TB_VN)}$, $Q_t^{(HB_VN)}$ sẽ được tính toán từ mô hình mưa rào dòng chảy MIKE NAM và mô hình thủy văn diễn toán dòng chảy MIKE 11 MUSKINGUM. Theo đó, cả lưu vực sông Đà địa phận Việt Nam được chia sáu tiểu lưu vực. Dòng chảy tại cửa ra của các tiểu lưu vực này được tính toán bằng mô hình MIKE NAM vàdiễn toán dòng chảy tại cửa các tiểu lưu vực này về đến sông Đà và dọc dòng chính sông Đà được tính toán bằng mô hình MIKE 11 MUSKINGUM.

2.2.1 Giới thiệu mô hình MIKE NAM

MIKE NAM là mô hình nhận thức thông số tập trung mưa - dòng chảy xem xét cả lưu vực như một đơn vị không gian với bốn bể chứa theo chiều thẳng đứng bao gồm bể chứa tuyết tan, bể chứa mặt, bể chứa tầng rễ cây và bể chứa nước ngầm [7]. Các thông số của mô hình được gói gọn trong 9 thông số thể hiện đặc tính của các bể chứa này như được trình bày ở bảng 3. Mục tiêu của hiệu chỉnh và kiểm định mô hình là tìm ra một tập hợp các thông số có thể giúp tạo ra một sự phù hợp giữa mô phỏng và đo đạc. Mô hình này cho phép xem xét bốn mục tiêu: i) một sự phù hợp giữa dòng chảy mô phỏng và thực đo; ii) một sự phù hợp về hình dạng đường quá trình thủy văn; iii) một sự phù hợp về đỉnh lũ theo thời gian, độ lớn và tổng lượng và iv) một sự phù hợp cho dòng chảy kiệt. Ở đây cần chú ý rằng có một sự đánh đổi giữa các mục tiêu khác nhau. Ví dụ, có thể tìm được bộ thông số rất tốt để mô phỏng đỉnh lũ nhưng lại rất kém trong mô phỏng dòng chảy kiệt và ngược lại. Đối với các tiểu lưu vực sông không có số liệu đo đạc thủy văn sẽ mượn số liệu ở các lưu vực tương tự. Lưu vực tương tự sẽ được xem xét dựa trên phân tích sự tương tự của các đặc tính lưu vực liên quan đến các thông số nêu trên. Đầu tiên các lưu vực nên có cùng kiểu khí hậu. Tất cả các đặc tính khác của lưu vực có thể được hiểu như sự phản hồi thủy văn của lưu vực [5] như kích thước, hình dạng, mật độ sông suối, sử dụng đất, thổ nhưỡng.

2.2.2 Giới thiệu mô hình MIKE 11- MUSKINGUM

Để diễn toán dòng chảy đến các trạm đo thủy văn dọc dòng chính sông Đà, phương pháp diễn toán động học (Kinematic Routing Method) Muskingum trong MIKE 11HD được sử dụng.Phương pháp này là phương pháp diễn toán thủy văn sử dụng để kiểm soát một mối quan hệ lưu lượng - dung tích trữ, mô phỏng tổng lượng trữ của lũ trong một con sông thông qua việc kết hợp trữ dạng nêm và trữ dạng nền. Trong suốt thời kỳ đi lên của sóng lũ, dòng chảy đến lớn hơn dòng chảy đi sẽ sản sinh trữ dạng nêm. Trong thời kỳ lũ đi, dòng chảy đi lớn hơn dòng chảy đến, tạo ra nêm âm. Phương trình đặc trưng của phương pháp này là:

$$Q_{i+1}^{j+1} = C_1 Q_i^{j+1} + C_2 Q_i^j + C_3 Q_{i+1}^j + C_4 \quad (5)$$

Trong đó chỉ số i, j đại diện cho điểm lưới được xem xét và mức thời gian. Các biến số, C_1-C_4 được cho bởi:

$$C_1 = \frac{\Delta t - 2Kx}{2K(1-x)+\Delta t} \quad (6) \qquad C_2 = \frac{\Delta t + 2Kx}{2K(1-x)+\Delta t} \quad (7$$

$$C_3 = \frac{2K(1-x)-\Delta t}{2K(1-x)+\Delta t} \quad (8) \qquad C_4 = \frac{Q_{iat}\Delta t}{2K(1-x)+\Delta t} \quad (9$$

Theo phương pháp Muskingum, các thông số cần xác định bao gồm K (thời gian chảy truyền) và x (trọng số), được cho là không đổi theo không gian và thời gian.

3. Kết quả và thảo luận

Như đã trình bày ở trên, lưu vực sông Đà trên địa phận Việt Nam được chia thành 6 tiểu lưu vực: Tả thượng Lai Châu, Hữu Thượng - Lai Châu, Nậm Mức, Nậm Mu, khu giữa Lai Châu - Tạ Bú, khi giữa Tạ Bú - Hòa Bình với các trạm thủy văn khống chế tương ứng sau: Lai Châu cho 2 tiểu lưu vực (Tả - Hữu Thượng Lai Châu), Nậm Mức, Nậm Mu, Tạ Bú và Hòa Bình.

Số liệu dòng chảy thực đo khống chế các lưu vực này chỉ có ở Nậm Mức, Bản Củng với trạm khống chế tương ứng là Nậm Mức và Nậm Mu. Do đó bộ thông số của mô hình NAM sẽ được xây dựng cho hai tiểu lưu vực có đủ số liệu là Nậm Mức và Nậm Mu thông qua tính toán hiệu chỉnh (giai đoạn 1974 - 1984) và kiểm định (giai đoạn 1985 - 1987). Việc lựa chọn giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định khá xa so với hiện tại là do số liệu đo đạc cho trạm Bản Củng đã kết thúc năm 1987. Các lưu vực còn lại sẽ được phân tích xem xét khả năng mượn bộ thông số của lưu vực tương tự.

3.1 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM cho hai tiểu lưu vực đủ số liệu

Nghiên cứu đã xây dựng được hai mô hình mô phỏng khá tốt cho hai tiểu lưu vực có đủ số liệu quan trắc là Nậm Mức và Nậm Mu. Giá trị các chỉ số đánh giá khả năng mô phỏng dòng chảy của các lưu vực này được thể hiện ở bảng 1 cho kết quả khá cao cùng với sự phù hợp của hai đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trong cả hai giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định (Hình 3).

Như vậy có thể kết luận rằng mô hình NAM có thể được sử dụng trong mô phỏng dòng chảy lưu vực sông Nậm Mức và Nậm Mu với bộ thông số được kiểm định tương ứng cho từng lưu vực như được trình bày ở bảng 2.

Hình 2. Các tiểu lưu vực trên lưu vực sông Đà

Bảng 1. Giá trị chỉ số NASH của mô hình NAM cho lưu vực Nậm Mức và Nậm Mu

Quá trình	Chỉ số NASH		PBIAS		RSR	
	NậmMức	Nậm Mu	Nậm Mức	Nậm Mu	Nậm Mức	Nậm Mu
Hiệu chỉnh	0.84	0.89	4.12	-44.51	0.45	0.66
Kiểm định	0.75	0.71	-3.00	-30.20	0.62	0.53

Bảng 2. Bộ thông số mô hình MIKE NAM của hai lưu vực sông Nậm Mức và Nậm Mu

Thông số	Đơn vị	Mối liên hệ với đặc tính lưu vực	Nậm Mu	Nậm Mức
Umax	Mm	Loại thảm phủ và mật độ thảm phủ	1.06	1
Lmax	Mm	Loại đất, loại thảm phủ và mật độ thảm phủ	100	138
CQOF	[-]	Loại đất, độ dốc lưu vực, thảm phủ, mật độ lưới sông	0.638	0.85
CKIF	Giờ	Độ che phủ bề mặt	860.4	201
CK1,2	Giờ	Độ c lưudốc lưu vực, loại đất và kích thước lưu vực	24.1	34
TOF	[-]	Loại đất và thảm phủ	0.171	0.88
TIF	[-]	Loại đất và thảm phủ	0.00161	0.28
TG	[-]	Loại đất và thảm phủ	0.01	0.04
CKBF	Giờ	Độ dốc lưu vực, kích thước lưu vực, hình dạng lưu vực	1200	1100
CK2	Đơn	Mối liên hệ với đặc tính lưu vực	24.1	34.2

Hình 3. a) đường quá trình dòng chảy thực đo và tính toán trong giai đoạn hiệu chỉnh và b) trong giai đoạn kiểm định của lưu vực Nậm Mức; c) và d) của lưu vực sông Nậm Mu

3.2 Tính toán dòng chảy của các tiểu lưu vực không có số liệu

Dòng chảy của bốn tiểu lưu vực còn lại được tính toán bằng cách mượn bộ số liệu của lưu vực tương tự. So sánh các điều kiện tự nhiên chọn trạm tương tự cho mô hình MIKE NAM (Bảng 3) cho thấy lưu vực Nậm Mu sẽ là lưu vực tương tự với tiểu lưu vực tả Lai Châu; lưu vực Nậm Mức sẽ là lưu vực tương tự của Hữu Lai Châu, khu giữa Lai Châu - Tạ Bú và Tạ Bú - Hòa Bình. Kiểm định độ chính xác của tính toán này sẽ được thực hiện ở phần tính toán dòng chảy đến sông Đà từ Trung Quốc.

3.3 Diễn toán dòng chảy của 6 tiểu lưu vực về các trạm khống chế dọc sông Đà

Phần này sẽ trình bày về thiết lập mô hình diễn toán dòng chảy MIKE 11 Muskingum cho sông Đà. Hệ thống được chia thành hai đoạn: Đoạn đầu giữa Lai Châu và Tạ Bú với chiều dài 170 km. Đoạn này có hai nhập lưu khu giữa chính là Nậm Mức và Nậm Mu với chiều dài tương ứng là 23,6 km và 38 km. Độ dốc đáy sông trình quân là 0,038 - 0,04% và hệ sống nhám Manning là 0,035. Đoạn sau là giữa Tạ Bú và Hoà Bình với chiều dài 167 km và độ dốc đáy bình quân là 0,06%. Hệ số nhám Manning của toàn đoạn là 0,035.

Như vậy, sẽ có bốn đoạn sông tính diễn toán dòng chảy bao gồm Lai Châu - Tạ Bú, Tạ Bú - Hòa Bình, Nậm Mức - sông Đà và Bản Củng - sông Đà và chuỗi số liệu thực đo của hai trạm khống chế Tạ Bú và Hòa Bình được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình.

Quá trình hiệu chỉnh sẽ giúp xác định các thông số của mô hình diễn toán dòng chảy Muskingum bao gồm: x là trọng số và K là thời gian chảy truyền trung bình của mỗi đoạn thông qua phân tích các biểu đồ dòng chảy thực đo và tính toán. Mô hình diễn toán sẽ được đánh giá sử dụng hệ số tương quan R và hệ số NASH -Sut-

cliffe (EI). Giá trị của hai hệ số này càng gần 1 chứng tỏ mô hình càng chính xác và ngược lại.

Hình 4. Sơ đồ diễn toán dòng chảy vùng nghiên cứu

3.4 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình diễn toán dòng chảy MIKE 11 - MUSKINGUM cho hệ thống sông Đà

Trong phần này, các kết quả mô phỏng được so sánh với dòng chảy thực đo tại mỗi trạm khống chế. Trong phương pháp Muskingum, có hai thông số sẽ được phân tích là K và x. Hai thông số này đặc trưng cho tốc độ hình thành đỉnh lũ và hình dạng của đường quá trình dòng chảy. Lưu lượng thực đo của các trạm khống chế Tạ Bú và Hòa Bình được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình trong giai đoạn 1974 -1984 như sau:

- Biên trên của của mạng tính toán bao gồm Lai Châu, Bản Củng và Nậm Mức và biên khu giữa của mạng tính toán bao gồm Lai Châu - Tạ Bú và Tạ Bú - Hòa Bình: Lấy chuỗi số liệu tính toán từ mô hình MIKE NAM tương ứng cho từng tiểu lưu vực.

- Hiệu chỉnh thông số K và x của các đoạn sông trong mạng tính toán về đến hai trạm khống chế Tạ Bú và Hòa Bình. Kết quả thể hiện ở hình 6 và bảng 3.

a) Hiệu chỉnh mô hình: Mô hình được hiệu chỉnh bằng cách so sánh kết quả tính toán với chuỗi số liệu thực đo thời kỳ 1974 -1984 tại hai trạm Tạ Bú và Hòa Bình (Hình 5). Hệ số tương quan (R2) và Chỉ số Nash (EI) rất cao (Bảng 3) chứng tỏ mô hình mô phỏng khá tốt mạng tính toán.

b) Kiểm định mô hình:Với bộ thông số lựa chọn từ quá trình hiệu chỉnh, tiến hành kiểm định lại mô hình với số liệu dòng chảy thực đo của năm 1986 với sự xuất hiện của trận lũ lớn hơn so với những trận lũ đã xảy ra trong giai đoạn kiểm định. Kết quả kiểm định được trình bày ở hình 6. Mô hình đã tính khá chính xác thời gian xuất hiện đỉnh cũng như giá trị đỉnh lũ của năm kiểm định.

Kết quả kiểm định mô hình tốt thể hiện ở giá trị của hệ số tương quan và chỉ số Nash ở cả hai trạm khống chế đều lớn hơn 0,95 (Bảng 3), đường quá trình thực đo và tính toán khá sát nhau cả về chân, đỉnh lũ cũng như thời gian xuất hiện đỉnh (Hình 6). Như vậy, mô hình này có thể được sử dụng trong diễn toán dòng chảy dọc sông Đà.

Hình 5. Quá trình dòng chảy thực đo (đỏ) và tính toán (xanh) tại Tạ Bú (a) và Hòa Bình (b) trong giai đoạn hiệu chỉnh từ 1974 -1984

(a) *(b)*

Hình 6. Đường quá trình dòng chảy thực đo (đỏ) và tính toán (xanh) tại trạm Tạ Bú (a) và Hòa Bình (b) của năm 1986

Bảng 3. Chỉ số đánh giá giai đoạn hiệu chỉnh

Giai đoạn	Trạm khống chế	R^2	EI
Hiệu chỉnh	Tạ Bú	0.971	0.981
	Hòa Bình	0.988	0.973
Kiểm định	Tạ Bú	0.955	0.988
	Hòa Bình	0.981	0.961

3.5 Tính toán lượng dòng chảy đến từ Trung Quốc

Như đã đề cập ở trên, không có số liệu nào từ Trung Quốc có thể sử dụng được. Do đó dòng chảy phía Trung Quốc sẽ được tính toán từ kết quả diễn toán dọc sông Đà với giai đoạn trùng với giai đoạn hiệu chỉnh (1974 - 1984). Quy trình thực hiện như sau:

Tại trạm kiểm soát Lai Châu, được biết như tiểu lưu vực thượng Lai Châu, sự khác nhau giữa thực đo và mô phỏng được gọi là $Q_t^{(LC_TQ)}$. Tại trạm đo lưu lượng Tạ Bú, sự khác nhau giữa thực đo và mô phỏng được gọi là $Q_t^{(TB_TQ)}$. Tại trạm đo lưu lượng Hòa Bình, sự khác nhau giữa thực đo và mô phỏng được gọi là $Q_t^{(HB_TQ)}$.

So sánh và nhận thấy sự tương đồng về giá trị cũng như dạng đường quá trình của $Q_t^{(LC_TQ)}$, $Q_t^{(TB_TQ)}$, $Q_t^{(HB_TQ)}$ (Hình 7), sự sai khác nhỏ có thể do lỗi của mô hình hoặc sai số từ kết quả đo đạc, có thể bỏ qua.

Lượng dòng chảy sông Đà phía bên Trung Quốc đóng góp tại các trạm khống chế Lai Châu, Tạ Bú và Hòa Bình dọc dòng chính sông Đà sẽ được tính toán như tỷ lệ của giá trị dòng chảy phía Trung Quốc Q_t^{TQ} với lưu lượng dòng chảy tại các trạm này và được thể hiện ở hình 8 và bảng 5.

Hình 7. Sự khác nhau giữa lưu lượng thực đo ($Q^{thực\ đo}$) và lưu lượng đóng góp từ nội biên ($Q^{nội\ sinh}$) đến các trạm khống chế dọc sông Đà

Hình 8. Tỷ lệ đóng góp (%) dòng chảy sông Đà từ Trung Quốc đến ba trạm khống chế Lai Châu (xanh đen), Tạ Bú (xanh da trời) và Hòa Bình (vàng) dọc sông Đà

Bảng 4. Tỷ lệ đóng góp dòng chảy sông Đà phía Trung Quốc đến các trạm Lai Châu, Tạ Bú và Hòa Bình

Tháng	Tỷ lệ đóng góp dòng chảy sông Đà phía Trung Quốc			Tháng	Tỷ lệ đóng góp dòng chảy sông Đà phía Trung Quốc		
	Lai Châu	Tạ Bú	Hòa Bình		Lai Châu	Tạ Bú	Hòa Bình
1	0.82	0.62	0.56	7	0.52	0.38	0.35
2	0.81	0.63	0.57	8	0.58	0.44	0.40
3	0.84	0.65	0.56	9	0.69	0.52	0.43
4	0.61	0.42	0.37	10	0.73	0.58	0.48
5	0.40	0.26	0.24	11	0.73	0.59	0.52
6	0.42	0.29	0.26	12	0.69	0.55	0.49

Kết quả chỉ ra rằng phần trăm dòng chảy của Trung quốc đóng góp cho trạm Hòa Bình thì thấp trong mùa lũ (26 - 48% từ tháng 5 đến tháng 10) nhưng cao trong mùa khô (52 - 57% từ tháng 11 đến tháng 3). Tháng 4 là tháng giao mùa, dòng chảy đến từ Trung Quốc chiếm khoảng 38%. Điều này gây nên những bất lợi trong quy hoạch và quản lý nguồn nước cho hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Đà nói riêng và toàn lưu vực sông Hồng chung bởi vì lũ có thể xảy đến trong mùa mưa và hạn hán trong mùa khô, đặc biệt khi Trung Quốc đã xây dựng rất nhiều bậc thang thủy điện ở thượng nguồn sông Đà.

4. Kết luận và kiến nghị

Phương pháp phân tích thống kê và phương pháp mô hình toán đã được sử dụng để tính toán lượng dòng chảy ngoại sinh đóng góp cho các trạm khống chế dọc sông Đà. Theo đó lượng dòng chảy phía Trung Quốc đóng góp lớn nhất là tại trạm Lai Châu, khoảng từ 40 - 80% tổng lượng dòng chảy đến Lai Châu nên việc quản lý vận hành hồ Lai Châu (hồ chứa đầu tiên trên bậc thang hồ chứa sông Đà) sẽ gặp nhiều khó khăn. Tiếp đến là trạm Tạ Bú (nằm ở chân hồ Sơn La) chiếm khoảng từ 25 - 65% và trạm Hòa Bình từ 25 - 55%.

Vấn đề cần đối mặt ở đây là vào mùa khô thì tỷ lệ dòng chảy phía bên Trung Quốc lại cao và thấp trong mùa lũ. Do đó việc cấp nước trong mùa khô sẽ gặp nhiều khó khăn hơn khi phía Trung Quốc vận hành một loạt các công trình điều tiết lại dòng chảy phía thượng nguồn. Nghiên cứu này sẽ làm tiền đề cho các nghiên cứu về quy hoạch và quản lý lưu vực sông Đà nói riêng và lưu vực sông Hồng nói chung. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho thấy các mô hình sử dụng trong nghiên cứu là đáng tin cậy và có thể áp dụng cho các lưu vực sông liên quốc gia khác có điều kiện tương tự sông Đà.

Tài liệu tham khảo

1. Đào Trọng Tứ và công sự, (2011), T*ổ chức Quản lý lưu vực sông ở Việt Nam "Quyền lực và Thách thức".*

2. Thanh Tâm, (2015), *Nguồn nước Việt Nam và mối liên quan đến các nước có chung nguồn nước.*

3. Irena Ymeti, (2007), *Rainfall estimation by remote sensing for conceptual rainfall-runoff modeling in the Upper Blue Nile basin, International Institute for Geoinformation science and earth observation enschede, the Netherlands.*

4. Manoj K.Jain, (2004), *AGIS based distributed rainfall - runoff model, Elservier Publisher.*

5. Howard S. Wheater, Thorsten Wagener, Hoshin, (2004), *Rainfall-runoff modeling for gauged and ungauged catchment, Imperial College Press.*

6. DHI, (2011), *MIKE 11 user guide.*

7. DHI, (2011), *MIKE NAM user guide.*

8. D. N. Moriasiet all, (2007), *Model evaluation guidelines for Systematic quantification of accuracy in watershed simulations*, Trans ASABE, 50, 885-900.

ESTIMATINGTHE FOREIGN FLOW FROM CHINA TO VIETNAM SUPPORTING WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT IN DARIVER BASIN

Truong Van Anh[1], Nguyen Thu Hien[1], Dang Quoc Khanh[2]

[1]Hanoi University of Natural Resources and Environment

[2]Scientific and Technical Hydrometeorological Journal

Abstract: *Due to the meteo-hydrological monitoring network is not dense enough to observe the foreign flows in the transboundary river basins in Vietnam, the estimation of these flows is especially important for water resources planning and management.This research briefly describes a method for estimating Da River's flow which is coming from China part. The results show that this flow accounts for about 40 up to 80% in Lai Chau, similarly 25 to 65% in Ta Bu and approximately 22 to 55% in Hoa Binh. These numbers have significant meaning for water resources planning and management in Da River basin in particular and Red river system in general.*

Keywords: *Transbounday river basins, water resources planning and management, MIKE NAM, MIKE 11 - Muskingum, Da River basin.*