

Ứng dụng mô hình MIKE-NAM diễn toán quá trình lũ đến các hồ chứa sông Ba

Nguyễn Hữu Khải*, Bùi Văn Chiến

Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 11 tháng 8 năm 2010

Tóm tắt. Dự báo dòng chảy đến các hồ chứa có vai trò quan trọng đặc biệt trong bài toán vận hành liên hồ chứa. Kết quả dự báo là cơ sở để giảm mực nước trước lũ, nâng cao hiệu quả điều tiết lũ, giảm thiểu thiệt hại cho vùng ngập lụt hạ lưu. Mô hình mưa-dòng chảy MIKE-NAM là mô hình thích hợp để mô phỏng dòng chảy lũ đến các hồ chứa trên lưu vực sông Ba. Các thông số tìm được có thể sử dụng trong dự báo lũ kết hợp với vận hành liên hồ chứa chống lũ

1. Đặt vấn đề

Sông Ba là một sông lớn ở miền Trung Việt Nam [1], có tình hình mưa-lũ phức tạp.



Hình 1. Lưu vực và hệ thống hồ chứa sông Ba.

Để sử dụng và khai thác hiệu quả tài nguyên nước, các hồ chứa trên lưu vực sông Ba đã được xây dựng [2]. Hệ thống hồ chứa lưu vực sông Ba chỉ ra trên hình 1.

Trong vận hành liên hồ chứa, dự báo lũ đến hồ chứa có vai trò rất quan trọng, nó cho phép hạ thấp mực nước trước lũ, nâng cao hiệu quả cắt lũ của các hồ chứa. Mặt khác lũ do mưa sinh ra ở khu giữa và hạ lưu cũng làm gia tăng dòng chảy do lũ xả từ các hồ chứa chuyển về.

Phương pháp xác định lũ đến hồ chứa từ tài liệu thực đo [3] không cho phép chủ động hạ thấp mực nước trước lũ và nâng cao hiệu quả điều tiết, như thực tế vận hành hồ chứa trên sông Ba trong trận lũ cuối năm 2009 đã cho thấy.

Chính vì vậy cần dự báo dòng chảy đến hồ chứa do mưa. Ở đây chúng tôi ứng dụng mô hình MIKE-NAM cho mục đích này.

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-38584943.
E-mail: nhkhai47@gmail.com

2. Cơ sở lý thuyết mô hình MIKE-NAM [4,5]

Mô hình NAM là một hệ thống các diễn đạt bằng công thức toán học dưới dạng định lượng đơn giản thể hiện trạng thái của đất trong chu kỳ thủy văn. Mô hình NAM còn được gọi là mô hình mang tính xác định, tính khái niệm và khái quát với yêu cầu dữ liệu đầu vào trung bình.

Hiện nay trong mô hình thủy động lực MIKE 11 (do Viện Thủy lực Đan Mạch - DHI xây dựng), mô hình NAM đã được tích hợp như là một môđun tính quá trình dòng chảy từ mưa, coi như mô hình MIKE-NAM.

2.1. Cấu trúc của mô hình

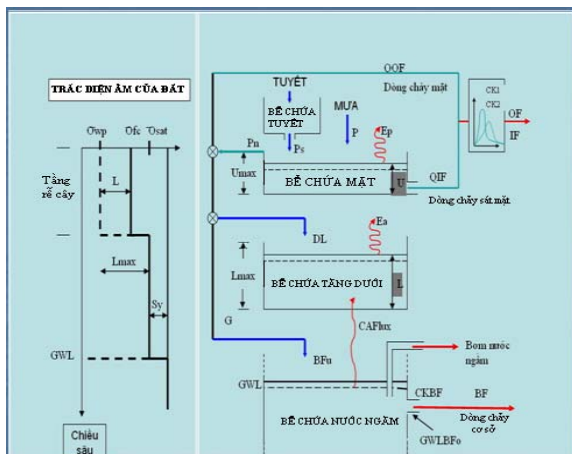
Mô hình NAM được xây dựng trên nguyên tắc xếp 5 bể chứa theo chiều thẳng đứng và 2 bể chứa tuyến tính nằm ngang (hình 2):

- Bể chứa tuyết tan

Bể chứa tuyết tan được kiểm soát bằng các điều kiện nhiệt độ. Đối với điều kiện khí hậu nhiệt đới ở Việt Nam, không xét đến bể chứa này.

- Bể chứa mặt

Lượng ẩm trữ trên bề mặt của thực vật, lượng nước diên trùng trên bề mặt lưu vực và lượng nước trong tầng sát mặt được đặc trưng bởi lượng trữ bề mặt. Giới hạn trữ nước tối đa trong bể chứa này được ký hiệu bằng U_{max} .



Hình 2. Cấu trúc của mô hình NAM.

Lượng nước ở bể chứa mặt bao gồm lượng nước mưa do lớp phủ thực vật chặn lại, lượng nước đọng lại trong các chỗ trũng và lượng nước trong tầng sát mặt.

- Bể sát mặt (bể tầng rễ cây)

Bốc thoát hơi nước của thực vật được ký hiệu là E_a , tỷ lệ với lượng bốc thoát hơi nước tiềm năng E_p .

$$E_a = E_p L/L_{max}$$

Bốc thoát hơi nước thực vật là để thỏa mãn nhu cầu bốc hơi tiềm năng của bể chứa mặt. Nếu lượng ẩm U trong bể chứa mặt nhỏ hơn nhu cầu này thì nó sẽ lấy ẩm từ tầng rễ cây theo tốc độ E_a .

- Bể chứa ngầm

Lượng cấp nước ngầm được chia ra thành 2 bể chứa: *bể chứa nước ngầm tầng trên* và *bể chứa nước ngầm tầng dưới*. Hoạt động của hai bể chứa này như các hồ chứa tuyến tính với các hằng số thời gian khác nhau. Nước trong hai bể chứa này sẽ tạo thành dòng chảy ngầm.

Lượng nước bổ sung cho dòng chảy ngầm phụ thuộc vào độ ẩm của đất trong tầng rễ cây.



Hình 3. Chia lưu vực để tính trọng số trạm mưa theo phương pháp đa giác Thiessen.

Dòng chảy tràn và dòng chảy sát mặt được diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính thứ nhất. Sau đó, tất cả các thành phần dòng chảy được cộng lại và diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính thứ hai, cuối cùng được dòng chảy tổng cộng tại cửa ra.

2.2. Thông số mô hình

Các thông số mô hình thể hiện khả năng sinh dòng chảy của lưu vực. Mô hình gồm 9 thông số chính thay đổi theo đặc điểm lưu vực, còn 5 thông số khác ít thay đổi.

Các thông số trong mô hình NAM thường được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa.

3. Mô phỏng quá trình dòng chảy đến hồ chứa sông Ba bằng mô hình MIKE – NAM

3.1. Hiệu chỉnh mô hình

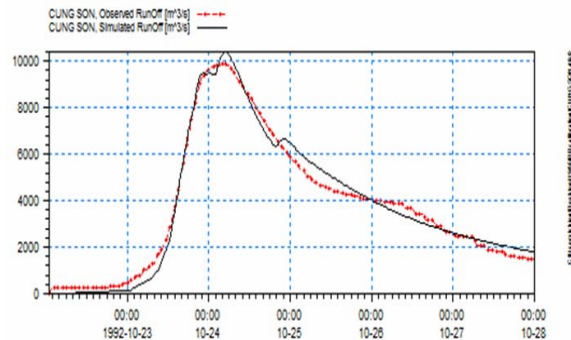
Dữ liệu đầu vào

Mô hình được hiệu chỉnh cho con lũ tháng 10/1992

Dữ liệu đầu vào của mô hình gồm có số liệu mưa và bốc hơi đo được của 3 trạm An Khê, Ayun, Sơn Hòa và số liệu lưu lượng tại trạm Củng Sơn từ ngày 22/10/1992 đến ngày 27/10/1992. Trọng số của 3 trạm mưa trên lưu vực tính toán được tính theo phương pháp đa giác Thiessen (hình 3) và có các giá trị sau:

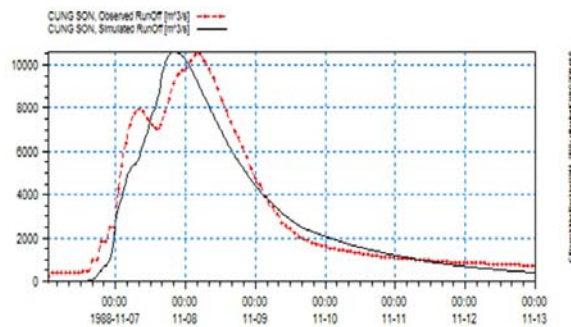
Trạm	Trọng số
An Khê	0.309
Ayunpa	0.407
Sơn Hòa	0.284

Sau khi hiệu chỉnh mô hình được kết quả như hình 3. Độ hữu hiệu Nash của mô hình với trận lũ từ ngày 22-10-1992 đến ngày 28-10-1992 cho lưu vực sông Ba tính đến trạm Củng Sơn là $R^2 = 0,985$. Kết quả này cho thấy sự phù hợp giữa số liệu tính toán và thực đo. Các chỉ tiêu đánh giá mức hiệu quả của mô hình đều đạt.



Hình 3. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán tháng 10/1992.

	Đỉnh lũ (m³/s)	Sai số (%)	Chỉ số Nash (%)
Trận lũ tháng XI/1992	Thực đo: 9860 Tính toán: 10654	7.7	98,5



Hình 4. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán cho trận lũ kiểm định tháng 11/1988.

3.2. Kiểm định mô hình

Mô hình được kiểm định cho con lũ tháng XI-1988. Dữ liệu đầu vào cho kiểm định mô hình gồm có: số liệu mưa đo được của 3 trạm An Khê, Ayunpa, Sơn Hòa và số liệu lưu lượng tại trạm Củng Sơn từ ngày 06/11/1988 đến ngày 12/11/1988

Kết quả kiểm định mô hình như hình 4

Độ hữu hiệu mô hình cho trận lũ kiểm định từ ngày 06-11-1988 đến ngày 12-11-1988 trên

lưu vực sông Ba tính đến trạm Củng Sơn có $R^2 = 0.93$.

		Đỉnh lũ (m^3/s)	Sai số (%)	Chỉ số Nash (%)
Trận lũ Tháng XI/1988	Thực đo	10500	0,88	93
	Tính toán	10593		

Kết quả hiệu chỉnh trận lũ tháng 10/1992 và trận lũ kiểm định tháng 11/1988 cho phép sử dụng bộ thông số thu được để tính toán cho các trận lũ khác và có khả năng dự báo lũ cho lưu vực sông Ba.

3.3. Diễn toán lưu lượng lũ đến hồ chứa sông Ba hạ

Sau khi kiểm định và hiệu chỉnh mô hình, tiến hành diễn toán lưu lượng lũ đến mặt cắt đập hồ chứa sông Ba hạ bằng mô hình MIKE-NAM, đồng thời so sánh với lưu lượng tính

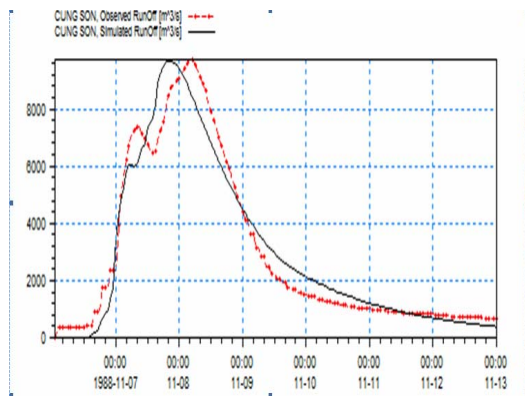
được từ trạm Củng Sơn bằng công thức tỉ lệ diện tích.

Các thông số mô hình vẫn như trước, chỉ khác là diện tích lưu vực tính đến đập hồ sông Ba hạ là $F=11115 \text{ km}^2$. Diện tích và tỷ trọng không chế trạm mưa theo đa giác cũng có thay đổi. Lưu lượng tính theo tỉ lệ diện tích được suy ra từ lưu lượng thực đo tại trạm Củng Sơn của các con lũ theo phương pháp tỉ lệ diện tích [3].

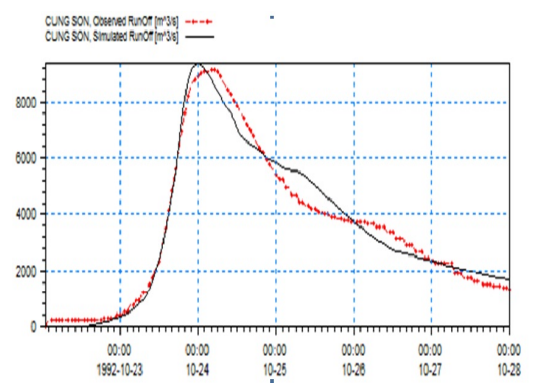
Kết quả so sánh được chỉ ra trên hình 5, 6.

Từ biểu đồ trên ta thấy các giá trị lưu lượng đến hồ chứa sông Ba hạ tính theo mô hình và theo công thức chuyển đổi diện tích phù hợp nhau.

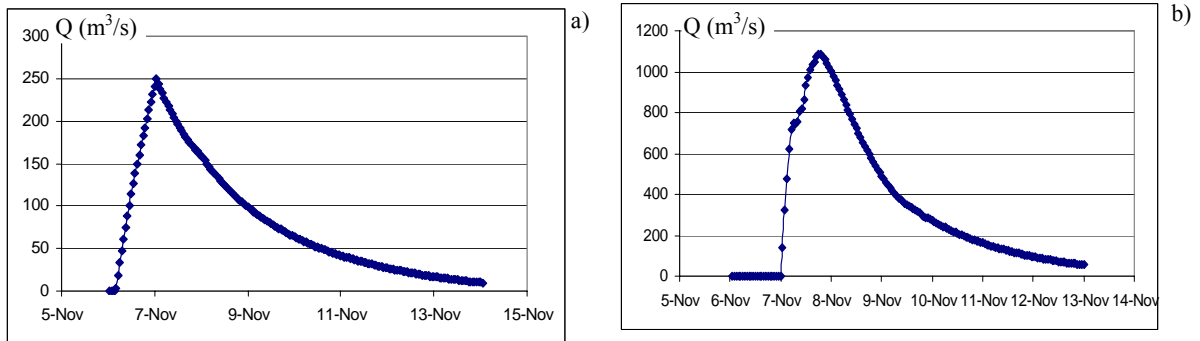
Năm	Tính theo công thức	Tính theo mô hình	Chênh lệch
1988	9731	9680	51
1992	9138	9387	249
1993	19184	19124	60



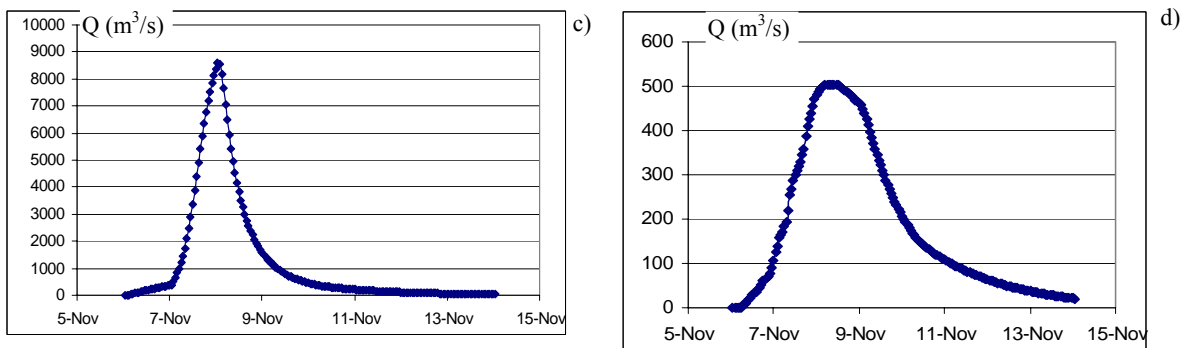
Hình 5. Đường quá trình lưu lượng tính toán bằng mô hình và phương pháp tỉ lệ diện tích tháng 11/1988.



Hình 6. Đường quá trình lưu lượng tính toán bằng mô hình và phương pháp tỉ lệ diện tích tháng 10/1992.



Hình 7. Quá trình lũ vào hồ Ayun hạ (a) và An Khê-Kanak (b) tháng 12/1988.



Hình 8. Quá trình lũ nhập vào hạ lưu (c) và vào hồ Sông Hình (d) tháng 12/1988.

Giá trị lưu lượng lớn nhất của hồ chứa sông Ba tính theo công thức chuyển đổi và mô hình chênh lệch rất ít

3.4. Diễn toán lưu lượng lũ đến các hồ chứa khác trên lưu vực sông Ba

Bằng cách làm tương tự, nhận được quá trình dòng chảy đến các hồ chứa và vùng hạ lưu lưu vực sông Ba (hình 7, 8). Ở đây chỉ đưa ra kết quả của trận lũ năm 1988.

3.5. Nhận xét

Các thông số của mô hình được xác định tương ứng với lượng mưa giờ. Tuy nhiên lượng mưa thực tế quan trắc tại các trạm đo mưa hiện nay có thời đoạn không nhỏ hơn 6h. Vì vậy sẽ có sự sai lệch khi lựa chọn thông số cho dự báo

thực tế. Mặt khác số liệu mưa giờ cũng là nội suy dựa trên biểu đồ phân bố mưa của các trạm khác ngoài lưu vực (trạm Quy Nhơn), chưa phản ánh mưa thực của khu vực. Do đó cần tăng cường đo mưa thời đoạn ngắn, nhất là trong mùa mưa lũ

Số điểm mưa sử dụng trong diễn toán còn quá ít nên chưa phản ánh đầy đủ sự biến động theo không gian của chúng. Cần bổ sung số trạm mưa quan trắc, ít nhất trong thời kỳ lũ..

Việc xác định lượng mưa khu giữa hồ chứa chưa đề cập đến trong bài báo này.

Lũ tháng 10 năm 1993 là cơn lũ đặc biệt lớn, có tính chất khác biệt, số liệu mưa hiện có chưa đủ để có thể mô phỏng theo mô hình đạt kết quả tốt. Vì vậy nó cần được phân tích tính toán theo một phương pháp khác.

4. Kết luận

Có thể lựa chọn mô hình MIKE-NAM với bộ thông số đã được xác định để mô phỏng và dự báo lũ đến các hồ chứa cũng như lượng nhập khu giữa trên lưu vực sông Ba phục vụ cho bài toán vận hành liên hồ chứa chống lũ.

Bài báo này được thực hiện với sự hỗ trợ của đề tài KC.08.30/06-10.

Tài liệu tham khảo

[1] Nguyễn Hữu Khải, Nguyễn Việt, Bài toán điều tiết lũ liên hồ chứa sông Ba và các vấn đề liên

quan, *Tuyển tập hội thảo Chương trình khoa học và Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước KC.08/06-10*, Hà Nội, 2009.

[2] PECC1, Quy hoạch bậc thang thủy điện sông Ba, 2002.

[3] Nguyễn Hữu Khải, Doãn Kế Ruân, Xác định dòng chảy lũ đến các hồ chứa lưu vực sông Ba, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 25, số 3S (2009).

[4] Nguyễn Việt Thi, *Báo cáo tổng kết khoa học Đề tài khoa học cấp Bộ Tài nguyên - Môi trường, Dự báo 5 ngày dòng chảy đến hồ chứa thượng nguồn sông Hồng*, 2008.

[5] DHI., Mike 11-Reference Manual, 2004.

A application of MIKE-NAM model in generation flowdata coming to reservoirs in Ba river basin

Nguyen Huu Khai, Bui Van Chien

*Faculty of Hydro-Meteorology & Oceanography, Hanoi University of Science, VNU,
334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

Forecast of floods inputing to reservoirs has special important role for reservoirs system operation. Results of forecast are used to reduce pre-depletion level, to rise effect of flood regulation and to mitigate damage of inudation downstream areas. MIKE-NAM is suitable model to simulate floods inputing to reservoirs. Determinated parametters of model can be uses for floods forecast in combination with reservoirs system operation to prevent floods.