

TÍNH TOÁN LŨ SÔNG TẢ TRẠCH TỪ MƯA THEO MÔ HÌNH TANK

PGS.TS. Trần Thanh Xuân, KS. Hoàng Minh Tuyên

Viện Khí tượng Thủy văn

Phần lớn sông suối ở ven biển miền Trung thuộc loại sông vừa và nhỏ, bắt nguồn từ dãy Trường Sơn và thường chảy thẳng từ thượng lưu xuống đồng bằng ven biển hầu như không có vùng chuyển tiếp trung du. Đồng thời, do địa hình dốc, rừng đầu nguồn bị tàn phá, mưa lớn với cường độ cao nên lũ khá ác liệt, cường suất lũ lên xuống nhanh, biên độ lớn; ở thượng lưu nhiều khi xảy ra lũ quét, lũ ống, còn ở hạ lưu lại hay bị ngập lụt. Lũ lụt gây ra những thiệt hại rất lớn về người và của cải, phá hủy môi trường tự nhiên. Một trong những giải pháp góp phần giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt gây ra là cần nâng cao chất lượng cảnh báo, dự báo mưa, lũ.

Muốn vậy, việc áp dụng mô hình toán thủy văn, thủy lực để tính toán, diễn toán lũ trong sông và trong đồng (vùng ngập lụt) là rất cần thiết.

Trong bài báo này chúng tôi xin giới thiệu kết quả nghiên cứu bước đầu ứng dụng mô hình TANK (dạng đơn) để tính toán dòng chảy lũ từ mưa cho sông Tả Trạch tại Trạm thủy văn Thượng Nhật.

1. Điều kiện địa lý tự nhiên của lưu vực nghiên cứu

Sông Tả Trạch được coi là thượng nguồn của sông Hương ở tỉnh Thừa Thiên - Huế. Sông Tả Trạch bắt nguồn từ sườn núi phía đông bắc của dãy Bạch Mã với độ cao trên 1700m, chảy theo hướng tây nam - đông bắc đến ngã ba Tuần (cách thành phố Huế khoảng 10km về phía thượng lưu) thì gặp sông Hữu Trạch, rồi tiếp tục chảy theo hướng bắc - nam ra biển tại cửa Thuận An. Sông Hữu Trạch là một nhánh của sông Hương, dài 51km, diện tích lưu vực 729 km² chiếm 25,8% tổng diện tích lưu vực sông Hương (2830 km²).

Thổ nhưỡng trong lưu vực sông Tả Trạch chủ yếu là loại đất feralít nâu vàng hay đỏ trên đá granít, đá phiến thạch và sa thạch. Rừng trong lưu vực thuộc kiểu rừng kín thường xanh mưa ẩm á nhiệt đới, nhưng đã bị tàn phá nhiều.

Thượng nguồn sông Tả Trạch nằm trong vùng mưa lớn (trung tâm mưa Bạch Mã ở vùng đèo Hải Vân) với lượng mưa năm trung bình khoảng trên 5000mm. Trong trận lũ đầu tháng XI-1999, tổng lượng mưa trận (từ ngày 1 đến ngày 6) tại Trạm Thượng Nhật lên tới 1647mm, lượng mưa ngày lớn nhất 558 m.

Trạm thủy văn Thượng Nhật được xây dựng từ năm 1981 ở thượng nguồn sông Tả Trạch. Tính đến Trạm thủy văn Thượng Nhật, sông Tả Trạch có các đặc trưng hình thái lưu vực như sau: diện tích lưu vực 208km², sông dài 18km, độ dài lưu vực sông 16km, độ rộng 13km, độ cao trung bình 352m, độ dốc trung bình 40,5% và mật độ lưới sông 0,5km/km².

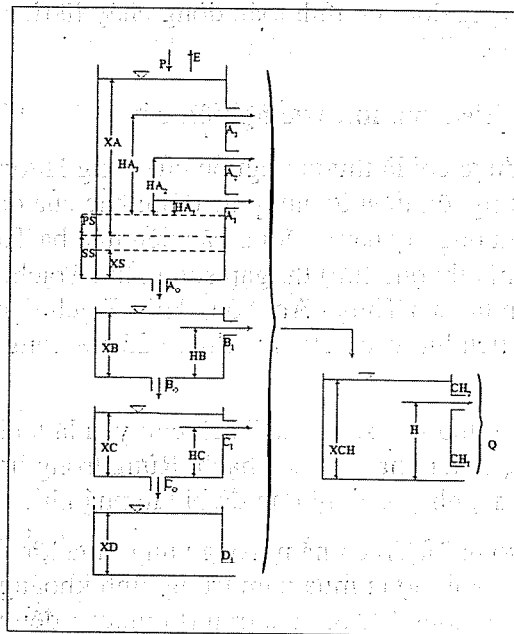
Trong lưu vực chỉ có số liệu quan trắc mưa và dòng chảy tại Trạm Thượng Nhật từ năm 1981 đến nay. Ngoài ra, tại Trạm khí tượng Nam Đông, nằm chệch về phía đông Trạm thủy văn Thượng Nhật, có số liệu quan trắc mưa tự ghi.

2. Mô hình TANK đơn và kết quả hiệu chỉnh và kiểm tra thông số của mô hình

Như đã biết, mô hình TANK do M. Sugawara xây dựng năm 1956 và được phát triển và hoàn thiện tại Trung tâm Nghiên cứu quốc gia Phòng chống Thiên tai tại Tokyo, Nhật Bản. Mô hình này thuộc loại mô hình thông số tập trung, đã và đang được ứng dụng để tính toán dòng chảy từ mưa ở nhiều nước trên thế giới và ở nước ta [1- 5].

Trong mô hình TANK, lưu vực được mô phỏng như một chuỗi các bể chứa được sắp xếp theo hai phương thẳng đứng và nằm ngang. Giả thiết cơ bản của mô hình là dòng chảy và quá trình truyền ẩm là các hàm số của lượng nước trữ trong các tầng đất. Mô hình có 2 dạng cấu trúc đơn và kép. Mô hình TANK đơn không xét đến sự biến đổi của độ ẩm đất theo không gian, cho nên nó thường được sử dụng cho các lưu vực sông ở vùng ẩm ướt. Mô hình TANK kép có sự biến đổi của độ ẩm đất theo không gian. Lưu vực được chia ra thành các vành đai có độ ẩm khác nhau. Mỗi vành đai được mô phỏng bằng mô hình TANK đơn.

Cấu trúc mô hình TANK đơn thường gồm 4 bể chứa nước được sắp xếp theo chiều thẳng đứng với ký hiệu của các bể từ trên xuống dưới tương ứng là: A, B, C và D. Mỗi bể chứa có một hay vài cửa ra ở thành bên một cửa đáy (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ hệ thống mô hình TANK

Lượng mưa rơi xuống đất, đi vào bể trên cùng (bể A). Một phần lượng mưa tiêu hao vào bốc hơi, một phần thấm xuống bể dưới qua cửa đáy và phần còn lại chảy ra qua các cửa thành bên. Tổng lượng dòng chảy qua các cửa thành bên được diễn toán qua một bể điều tiết (có xét đến thời gian trễ) để được dòng chảy tổng cộng tại cửa ra của lưu vực. Quan hệ giữa lưu lượng dòng chảy (Y) chảy qua các thành bên với lượng ẩm trong các bể chứa được coi là tuyến tính:

$$Y_{Y_0} = \beta_{\alpha} (X-H) \quad (1)$$

trong đó: X: lượng trữ trong bể,
H: độ cao cửa ra thành bên,
Y_o: tương ứng là dòng chảy qua cửa ra thành bên và đáy.

Mô hình TANK có các thông số dưới đây:

- Các hệ số dòng chảy (hệ số cửa ra thành bên): A₁, A₂, A₃ (trường hợp cửa ra thành bên), B₁, C₁ và D₁,
- Các hệ số thấm (hệ số cửa ra ở đáy bể: A_o, B_o, C_o),
- Độ cao ngưỡng cửa của các cửa ra thành bên: HA₁, HA₂, HA₃, HB, HC.
- Các thông số ẩm của mô hình, bao gồm:
 - + Độ ẩm bão hoà của phần trên và phần dưới của bể A: S₁, S₂,
 - + Độ ẩm thực tế của các bể: XA, XB, XC, XD và độ ẩm thực tế của phần dưới XS,
 - + Các hệ số truyền ẩm: K₁, K₂,
- Thời gian trữ TLAG;
- Hệ số tỷ trọng trạm mưa W.

Các hệ số của mô hình được hiệu chỉnh theo phương pháp thử sai kết hợp với thuật toán tối ưu hoá thông số Sosenbrok đơn hình (simplex), Genetic.

Chất lượng hiệu chỉnh thông số được đánh giá bằng chỉ tiêu NASH:

$$\eta = 1 - \frac{\sum_1^N (Q_D - Q_t)^2}{\sum_1^N (Q_D - \bar{Q}_D)^2} \quad (2)$$

trong đó: Q_D: lưu lượng thực đo, m³/s,

\bar{Q}_D : lưu lượng thực đo trung bình trong các thời đoạn tính toán, m³/s,

Q_t: lưu lượng tính toán, m³/s.

Đã sử dụng số liệu dòng chảy các trận lũ lớn nhất của các năm 1984, 1985 và 1992 để hiệu chỉnh thông số, và các năm 1996, 1998 để kiểm tra thông số của mô hình.

Do sông ngắn và dốc, thời gian chảy tập trung ngắn, thời gian lũ lên và xuống không dài nên đã chọn thời đoạn tính toán là 1 giờ. Để đáp ứng yêu cầu này, chỉ có thể chọn số liệu mưa quan trắc bằng máy tự ghi tại Trạm khí tượng Nam Đông để tính toán. Căn cứ vào số liệu mưa tại Trạm Nam Đông và số liệu dòng chảy tại Trạm Thượng Nhật đã tiến hành hiệu chỉnh và kiểm tra thông số của mô hình.

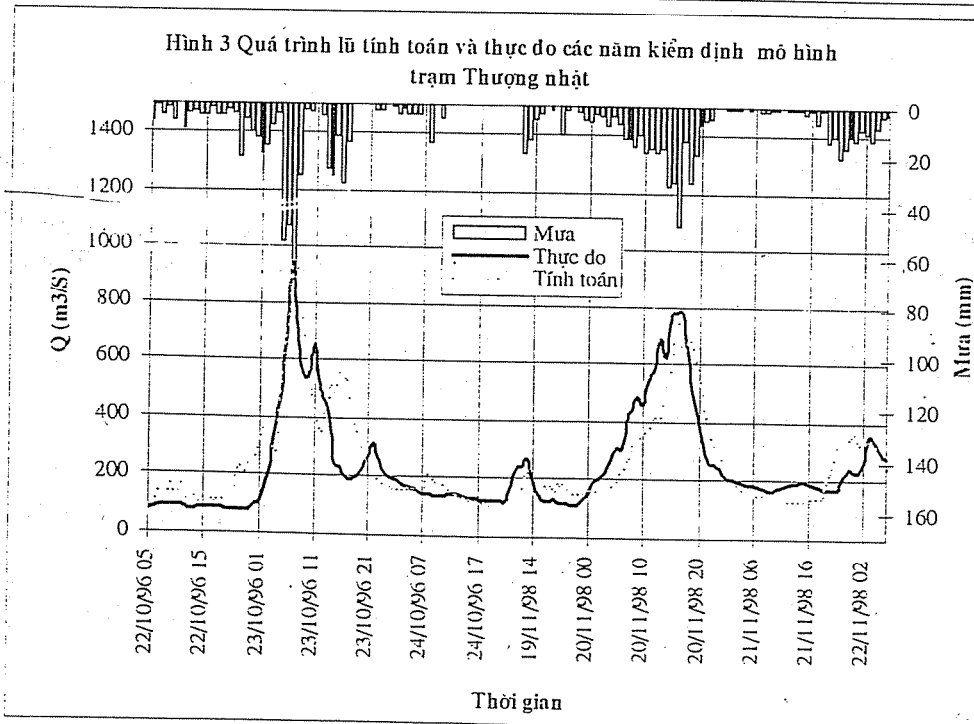
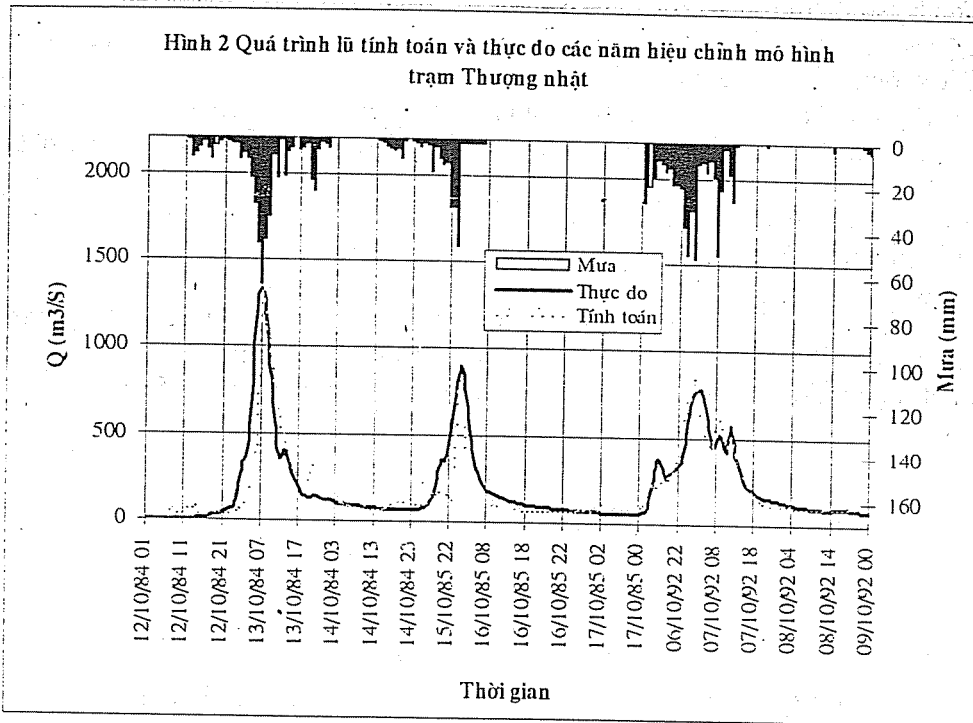
Trong bảng 1 đưa ra kết quả hiệu chỉnh thông số.

Bảng 1. Các thông số chính của mô hình TANK (đơn)
tại Trạm Thượng Nhật sông Tả Trạch

Thông số	A _o	A ₁	A ₂	B _o	B ₁	C _o	C ₁	D ₁	HA ₁	HA ₂	HB	HC	K ₁	K ₂	Ps	sS
Giá trị	0,459	0,025	0,041	0,201	0,082	0,104	0,030	0,01	0,1	8,49	0,01	1,36	2,56	27,33	15	30

Chỉ tiêu NASH bằng 0,80 đối với các năm hiệu chỉnh thông số và 0,82 đối với các năm kiểm tra thông số.

Nhìn chung, đường quá trình lũ tính toán phù hợp với đường quá trình lũ thực đo, không có sự sai lệch hệ thống (hình 2, 3). Sai số lưu lượng đỉnh lũ trung bình bằng 7,8%. Tuy vậy, cá biệt có trận lũ sai số tới trên 15%, có thể là do số liệu mưa chưa hoàn toàn đại biểu. Sai lệch về thời gian xuất hiện đỉnh lũ không quá 1 giờ và sai số lượng lũ dưới 3%.



3. Kết luận và kiến nghị

Từ kết quả nghiên cứu bước đầu nêu trên cho thấy có thể sử dụng mô hình TANK đơn để tính toán dòng chảy lũ từ mưa cho lưu vực Thượng Nhật với độ chính xác cho phép. Từ đó có thể cho rằng, đối với các lưu vực sông ở ven biển miền Trung hoàn toàn có thể dùng mô hình TANK và một số mô hình toán thủy văn khác để từ mưa tính toán dòng chảy nói chung và dòng chảy lũ nói riêng. Đây là một giải pháp rất cần thiết để kéo dài thời gian dự báo cũng như nâng cao chất lượng của kết quả dự báo lũ.

Để đáp ứng yêu cầu tính toán lũ, đặc biệt là đối với các lưu vực sông suối vừa và nhỏ ở miền Trung, cần phải có số liệu mưa thời đoạn ngắn. Cho nên, cần phải xem xét, bố trí lại lưới trạm mưa bằng máy tự ghi cho các lưu vực sông. Mặt khác, cảnh báo, dự báo được chính xác lượng mưa là điều then chốt để nâng cao chất lượng dự báo lũ.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Lan Châu. Ứng dụng một số mô hình thích hợp, tổng hợp để dự báo lũ thượng lưu hệ thống sông Thái Bình. - Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cấp Tổng cục, Hà Nội, 1997.
2. Nguyễn Văn Thắng. Phương pháp tính toán khôi phục chuỗi tài liệu lưu lượng ngày hệ thống sông Hương theo mô hình TANK. - Tuyển tập công trình khoa học thủy lợi.
3. Trần Thanh Xuân và các CTV. Nghiên cứu phương pháp tính toán đặc trưng dòng chảy năm và phân phối dòng chảy trong năm của sông suối nhỏ trong trường hợp thiếu số liệu. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cấp Tổng cục, 1991.
4. Huỳnh Ngọc Phiên. The TANK model in rainfall-runoff modelling. Water SA. Vol. 9. No. 3. Jul, 1983.
5. M. Sugawara, I. Wanatable. TANK Model with snow component. Research Notes No. 65. National Research Center for Disaster Prevention, Japan. 1984.