

LTS : Nhân dịp kỷ niệm 10 năm thành lập Viện Địa lý thuộc Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia, chúng tôi xin dành số 4 năm 2003 để công bố một số kết quả nghiên cứu của Viện.

ÁP DỤNG HỆ THỐNG MÔ HÌNH THUYẾT VẤN MÔ PHÒNG QUÁ TRÌNH MƯA - DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG BA

NGUYỄN VĂN CƯ, LÊ VĂN CÔNG

I. ĐẶT VẤN ĐỀ VỀ MÔ HÌNH THUYẾT VẤN

Hiện nay đã có rất nhiều mô hình khác nhau tính toán mưa - dòng chảy trên lưu vực nhằm phục vụ cho dự báo lũ, thiết kế và khai thác nguồn nước... như mô hình Tank, mô hình HEC-1, mô hình HMS [1, 2]... Song, qua nghiên cứu thực tế và tính toán mưa - dòng chảy cho nhiều lưu vực khác nhau cho thấy mô hình thủy văn (HMS) có nhiều ưu điểm vượt trội so với các mô hình khác là sử dụng dễ dàng, tiện lợi, cho phép người sử dụng có thể lựa chọn phương pháp thích hợp tùy thuộc vào tình hình số liệu đầu vào, nhất là mô hình có thể tự động tối ưu hoá các thông số mô hình làm giảm đáng kể thời gian xác định các thông số mô hình.

Mô hình thủy văn hệ thống bao gồm 3 modul tính toán [2, 4] :

a) *Mô hình lưu vực* : dùng để tạo ra một sơ đồ tính toán mô tả hình dáng của lưu vực, các lưu vực bộ phận, các phân lưu, các hồ chứa, đập và các điểm nút tính toán (điểm nhập và phân lưu, cửa ra cuối cùng của lưu vực). Sơ đồ này được tạo ra nhờ các biểu tượng đã có sẵn trên thanh công cụ của chương trình và thêm một số hỗ trợ nhỏ của một trong các phần mềm của GIS (AutoCat, MapInfow, ArcInfor...).

b) *Mô hình khí tượng* : dùng để nhập số liệu đầu vào cho mô hình. Số liệu cần cho tính toán là mưa và bốc hơi theo thời đoạn phút hoặc giờ.

c) *Mô hình điều khiển* : dùng để mô tả thời đoạn tính toán và quy cách của số liệu đầu vào cho mô hình.

Mô hình HMS đã sử dụng 24 mô hình nhỏ để mô tả 4 quá trình dòng chảy. Mỗi mô hình nhỏ được xem như một phương pháp tính toán và phụ thuộc vào số liệu đầu vào. Như vậy, độ chính xác của kết quả tính toán đòi hỏi người sử dụng phải hiểu rất rõ bản chất của các phương pháp tính, tùy theo những điều kiện đầu vào cụ thể để sử dụng phương pháp nào cho phù hợp. Sau đây là một số phương pháp được dùng để tính toán trong mô hình [2, 4].

1. Các phương pháp tính mưa

Trong mô hình toán thủy văn HMS có 6 phương pháp tính mưa khác nhau, người sử dụng có thể chọn một trong các phương pháp sau để tính mưa tùy thuộc vào số liệu đầu vào :

- Phương pháp biểu đồ mưa,
- Phương pháp trọng số mưa theo trạm,
- Phương pháp trọng số trạm theo khoảng cách nghịch đảo,
- Phương pháp ô lưới,
- Phương pháp tần suất mưa,
- Phương pháp chuẩn mưa.

2. Các phương pháp tính tổn thất

Lượng mưa rơi xuống đất sau khi đã khấu trừ tổn thất sẽ sinh dòng chảy. Có 7 phương pháp tính tổn thất trong mô hình HMS. Tùy theo điều kiện

của từng lưu vực cụ thể để lựa chọn phương pháp tính tổn thất phù hợp nhất.

- Phương pháp tính tổn thất độ thiếu hụt ẩm và ổn định,
- Phương pháp tính tổn thất theo hàm thấm Green và Ampt,
- Phương pháp tính tổn thất chỉ số SCS theo ô lưới,
- Tính toán độ ẩm đất theo ô lưới,
- Thấm ban đầu và thấm ổn định,
- Tính tổn thất theo chỉ số CN của SCS.

3. Các đường đơn vị tổng hợp

Đường đơn vị tổng hợp là phương pháp chuyển đổi dùng để tính toán dòng chảy trực tiếp từ lượng mưa hiệu quả. Dòng chảy trực tiếp của mỗi lưu vực được mô phỏng bằng một trong 6 phương pháp khác nhau bao gồm :

- Phương pháp đường đơn vị Clark,
- Phương pháp sóng động học,
- Phương pháp ModClark,
- Phương pháp đường đơn vị Snyder,
- Phương pháp đường đơn vị SCS,
- Phương pháp đường đơn vị xác định bởi người sử dụng.

4. Các phương pháp diễn toán đoạn sông

Các phương pháp diễn toán đoạn sông được dùng để biểu thị các đặc trưng dòng chảy trong các đoạn sông trong quá trình tính toán. Mô hình HMS cung cấp 6 phương pháp diễn toán đoạn sông như sau :

- Phương pháp sóng động học,
- Phương pháp trễ,
- Phương pháp Puls cải tiến,
- Phương pháp Muskingum,
- Phương pháp Muskingum - Cunge 8 điểm,
- Phương pháp Muskingum - Cunge chuẩn.

II. ÁP DỤNG MÔ HÌNH HMS TÍNH LŨ HỆ THỐNG SÔNG BA

1. Sơ đồ mạng sông

Sông Ba có dạng lưu vực dài và hẹp với chiều dài gấp 6 lần chiều rộng, diện tích lưu vực khoảng 13.500 km². Chiều dài dòng chính khoảng 380 km, phần lớn chảy trong vùng cao nguyên Tây Trường Sơn (340 km) và khoảng 40 km trước khi đổ ra biển thuộc phần Đông Trường Sơn. Mạng lưới

sông Ba phát triển hình lông chim với dạng địa hình bậc thang, lớp vỏ phong hoá kém giữ nước nên thường gây úng ngập cho vùng đồng bằng ven biển. Sông Ba có tới hơn 100 phụ lưu có chiều dài hơn 10 km, nhưng chỉ có 4 phụ lưu chính tác động đến dòng chảy sông Ba là : phụ lưu Đak Pô Cô nằm phía bờ trái và 3 phụ lưu khác nằm phía bờ phải là : phụ lưu Ba A Dun, phụ lưu Krong Năng và phụ lưu sông Hinh.

Mùa lũ trên dòng chính sông Ba kéo dài từ tháng IX đến tháng XII và chịu tác động của khí hậu cả sườn Đông và Tây Trường Sơn. Lượng dòng chảy lũ chiếm 72 ÷ 73 % lượng dòng chảy năm và moduyn dòng chảy lũ đạt 49 ÷ 53 l/s.km². Ba tháng X-XII có lượng dòng chảy lớn nhất chiếm 62÷64 % lượng dòng chảy năm với moduyn dòng chảy trung bình 56 ÷ 62 l/s.km². Tháng XI có lượng dòng chảy lớn nhất với moduyn dòng chảy trung bình 70 ÷ 77 l/s.km² chiếm 26 ÷ 27 % lượng dòng chảy năm.

Hàng năm trên lưu vực sông Ba thường xuất hiện từ 3 đến 5 cơn lũ và thường là cơn lũ một đỉnh, đường quá trình tron có nhánh lên dốc, nhánh xuống thoải hơn rõ rệt. Thời gian lũ kéo dài 3 ÷ 5 ngày, trong đó thời gian lũ lên trung bình đạt 25 giờ, dao động trong khoảng 15 ÷ 70 giờ. Với lượng mưa trung bình có thể coi là nhỏ nhất so với các lưu vực sông lớn trên lãnh thổ nước ta, tuy nhiên chịu tác động mạnh của các yếu tố nhiễu động thời tiết nên lũ trên lưu vực sông Ba mang tính chất lũ miền núi với biên độ dao động lớn, tại trạm Củng Sơn (có diện tích lưu vực 12.800 km², chiếm 92,1% diện tích toàn lưu vực) biên độ lũ trung bình đạt 7,12 m và lớn nhất đạt tới 12,72 m, cường suất lũ lớn nhất đạt tới 1,52 m/h.

Với phần lớn lưu vực thuộc lãnh thổ phía Tây Trường Sơn nhưng chế độ dòng chảy lũ trên lưu vực sông Ba mang tính chất của các sông thuộc chế độ khí hậu Đông Trường Sơn và mang tính chất lũ của các lưu vực nhỏ có độ dốc địa hình lớn. Nguyên nhân của hiện tượng này là sự phân bố lượng mưa theo không gian của lưu vực do tác động của yếu tố địa hình. Chế độ khí hậu gió mùa ổn định trên lãnh thổ Tây Nguyên thuộc lưu vực sông Ba đã bị các nhiễu động thời tiết xoá nhoà, lượng mưa phân phối trong năm rất tập trung, tháng có lượng mưa lớn nhất thường rơi vào tháng X, XI trong khi khu vực Tây Nguyên lượng mưa tháng lớn nhất là tháng VIII, IX. Lượng mưa trận lớn nhất trên lưu vực sông Ba chiếm tỷ trọng lớn so với lượng mưa năm, thậm chí lượng mưa ngày lớn nhất chiếm tới 25 ÷ 40 % lượng mưa

trung bình nhiều năm và tỷ trọng này tăng từ phía tây sang phía đông lưu vực. Chính sự phân bố không đồng đều lượng mưa theo không gian trên toàn lưu vực giữa phân phía Đông và Tây Trường Sơn nên lũ lớn trên sông Ba chủ yếu do mưa ở phía Đông Trường Sơn quyết định. Chẳng hạn, lũ lớn ở Củng Sơn xuất hiện khi mưa lớn tại khu vực Sơn Hoà và sông Hinh, lũ tại phân thượng nguồn An Khê và lũ trên phụ lưu lớn nhất sông Ba - Ba A Dụn không quyết định lũ tại Củng Sơn và ngập lụt vùng đồng bằng Phú Yên. Như vậy lũ sông Ba mang tính chất của lũ lưu vực nhỏ (lũ từng bộ phận lưu vực) và gây ngập lụt trong thời gian ngắn ở các vùng đồng bằng thung lũng thậm chí cả khu vực thượng lưu (như các cánh đồng An Khê, Cheo Reo...).

Sơ đồ tính toán mưa - dòng chảy lưu vực sông Ba được trình bày trên hình 1.

2. Số liệu tính toán

Qua số liệu thống kê các trạm mưa trên lưu vực cho thấy, số liệu mưa trên lưu vực sông Ba khá ít và

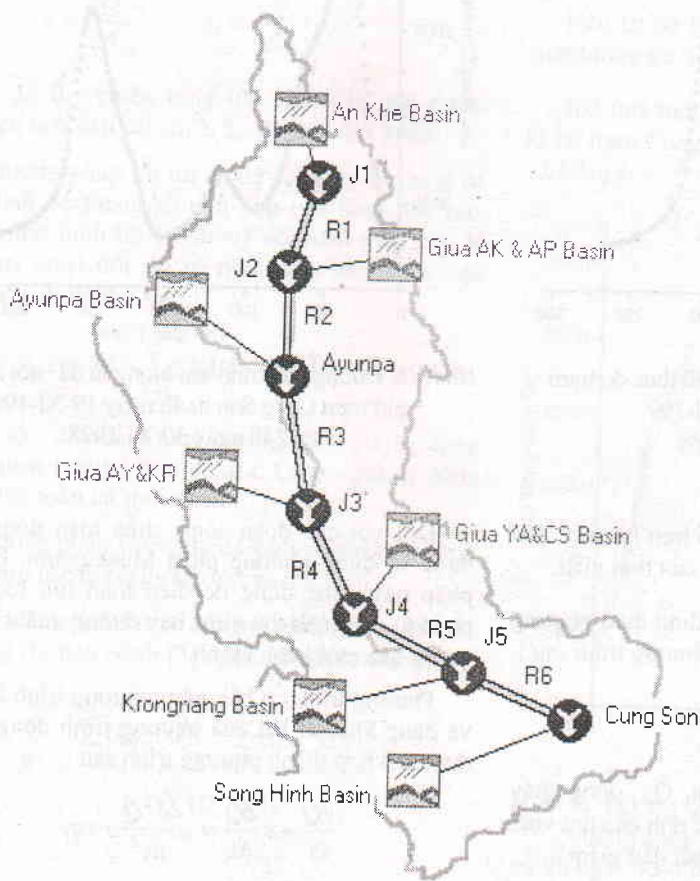
không đồng bộ, nhất là giữa số liệu mưa và số liệu đo dòng chảy. Trên lưu vực sông Ba chỉ có 2 trạm đo dòng chảy lũ là trạm An Khê (ở phía Tây Trường Sơn) và trạm Củng Sơn (ở phía Đông Trường Sơn); Có 4 trạm mưa giờ là trạm An Khê, trạm Ayunpa, trạm Củng Sơn và trạm Tuy Hoà.

Chúng tôi đã áp dụng mô hình tính diễn toán mưa - dòng chảy lũ trên lưu vực sông Ba năm 1998 và 1999 - năm xảy ra lũ lịch sử của hầu hết các tỉnh miền Trung.

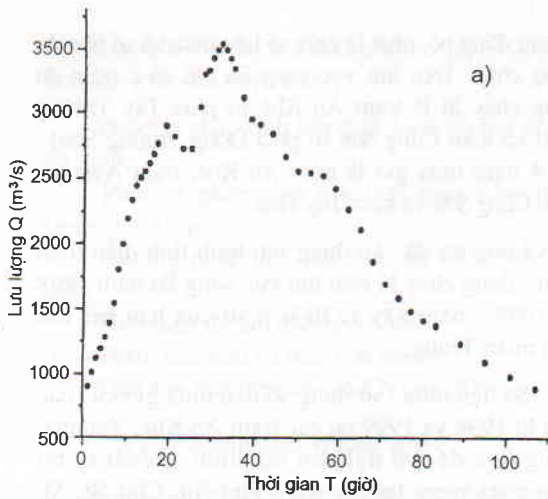
- Số liệu mưa : sử dụng số liệu mưa giờ của các trạm lũ 1998 và 1999 tại các trạm An Khê, Yaunpa, Củng Sơn để thử nghiệm mô hình. Ngoài ra bổ sung mưa ngày tại các trạm Plei Ku, Chư Sê, M' Drac, Sông Hinh, Ea Knop, Sơn Thành, Krong Nang, Miền Tây để tính trọng số các trạm mưa.

- Số liệu thời đoạn giờ các trận lũ các năm 1998 và 1999 tại trạm Củng Sơn được nội suy bằng phần mềm Origin 6.0 (hình 2a + 2b) và được dùng để kiểm định mô hình.

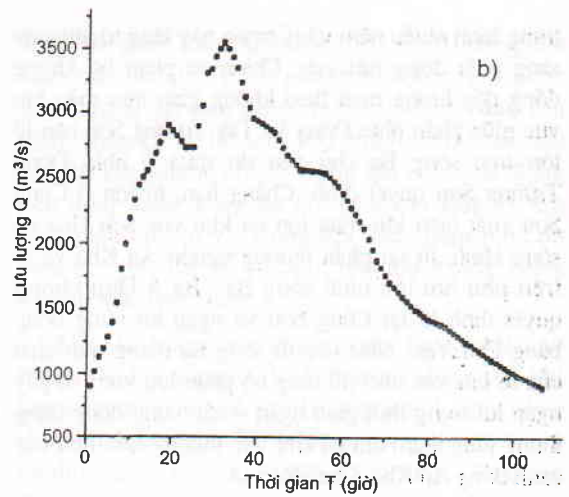
Dòng chảy trực tiếp được tính toán từ mưa hiệu quả theo phương pháp đường đơn vị Clark. Dựa trên khái niệm cơ bản, nước được trữ một thời đoạn ngắn trong lưu vực - trong đất, trên mặt và trong kênh đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển lượng mưa hiệu quả thành dòng chảy. Phương pháp Clark yêu cầu ba thông số để tính một đường quá trình : thời gian tập trung nước của lưu vực, hệ số lượng trữ và một quan hệ đường cong thời gian - diện tích xác định diện tích



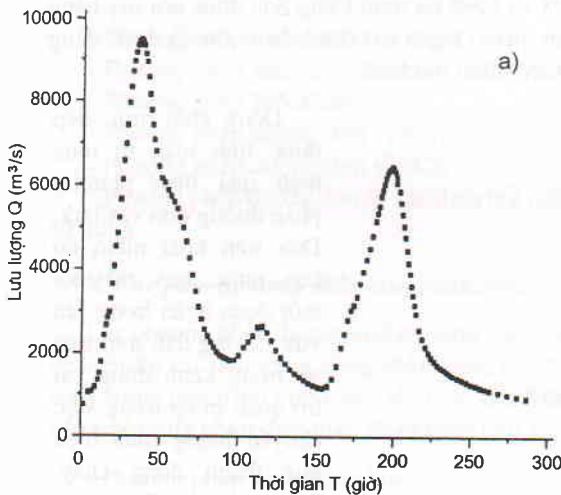
← Hình 1. Sơ đồ mạng lưới tính toán mưa - dòng chảy lưu vực sông Ba



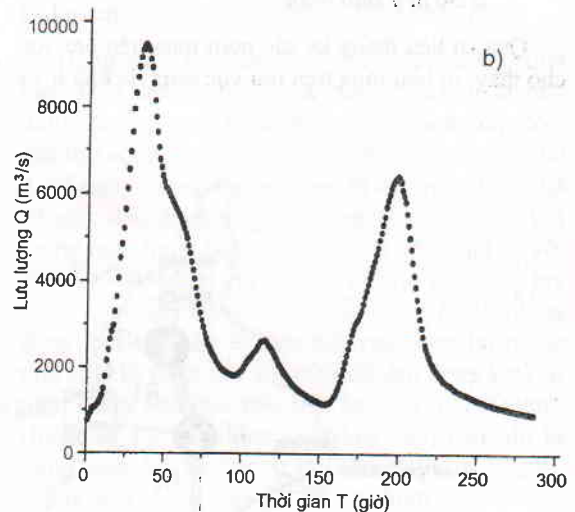
Hình 2a. Đường quá trình lưu lượng lũ thực đo trạm Củng Sơn từ 9h ngày 13-XI-1998 đến 18h ngày 17-XI-1998



Hình 2b. Đường quá trình lưu lượng lũ đã nội suy theo giờ trạm Củng Sơn từ 9h ngày 13-XI-1998 đến 18h ngày 17-XI-1998



Hình 3a. Đường quá trình lưu lượng lũ thực đo trạm Củng Sơn từ 4h ngày 19-XI-1999 đến 24h ngày 30/XI-1998



Hình 3b. Đường quá trình lưu lượng lũ đã nội suy theo giờ trạm Củng Sơn từ 4h ngày 19-XI-1999 đến 24h ngày 30-XI-1998

tính toán của dòng chảy phân bố trên lưu vực đến cửa ra của lưu vực và là một hàm của thời gian.

Dòng chảy cơ bản được xác định theo phương pháp triết giảm (Recession) theo phương trình sau :

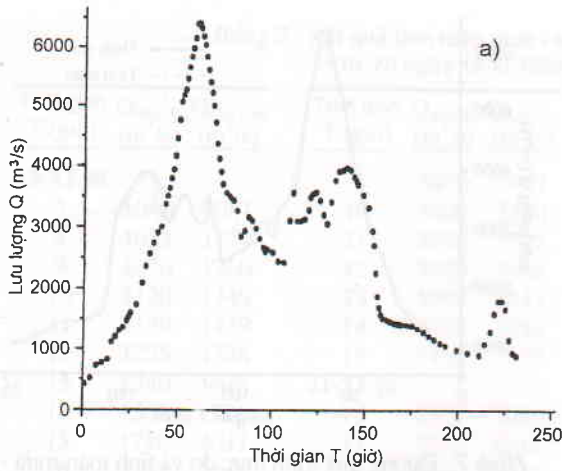
$$Q = Q_0(RTIOR)^{n\Delta t}$$

trong đó : Q - lưu lượng triết giảm, Q_0 - dòng chảy ban đầu trong kênh, $RTIOR$ - đặc tính của lưu vực, $n\Delta t$ - thời gian tính bằng giờ khi bắt đầu giảm.

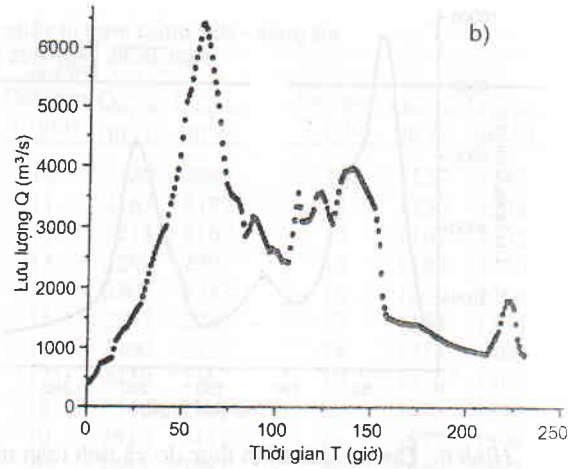
Đối với các đoạn sông, diễn toán dòng chảy được sử dụng phương pháp Muskingum. Phương pháp này được dùng để diễn toán lưu lượng bộ phận từ các kênh thu nước hay đường quá trình lưu lượng qua một kênh chính.

Phương trình cơ bản gồm phương trình liên tục và dạng khuếch tán của phương trình động lượng được kết hợp thành phương trình sau :

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + c \frac{\partial Q}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + cq_1$$



Hình 4a. Đường quá trình lưu lượng lũ thực đo trạm Củng Sơn từ 1h ngày 1-XII-1999 đến 15h ngày 10-XII-1999



Hình 4b. Đường quá trình lưu lượng lũ đã nội suy theo giờ trạm Củng Sơn từ 1h ngày 1-XII-1999 đến 15h ngày 10-XII-1999

trong đó : Q - lưu lượng nước (m^3/s), t - thời gian (giây), x - khoảng cách dọc theo chiều dài sông, q_1 - lượng nhập khu giữa trên đơn vị chiều dài kênh, c - gia tốc sóng theo phương x được tính như sau :

$$c = \left. \frac{dQ}{dA} \right|_x ; \quad \mu = \frac{Q}{2BS_0}$$

trong đó B - chiều rộng lớn nhất của mặt nước, A - diện tích mặt cắt (m^2), S_0 - độ dốc đáy kênh

Phương pháp tối ưu thông số được sử dụng để xác định bộ thông số phù hợp của từng lưu vực. Trong mô hình tối ưu thông số, hàm mục tiêu là tổng trị tuyệt đối sai số nhỏ nhất, hàm mục tiêu được xác định như sau :

$$Z = \sum_{t=1}^N |Q_o(t) - Q_s(t)|$$

trong đó : Z - hàm mục tiêu, $Q_o(t)$ - giá trị dòng chảy quan trắc tại thời điểm t , $Q_s(t)$ - giá trị dòng chảy tính toán tại thời điểm t .

Phương pháp Univariate Gradient được sử dụng để dò tìm tối ưu bộ thông số của mô hình.

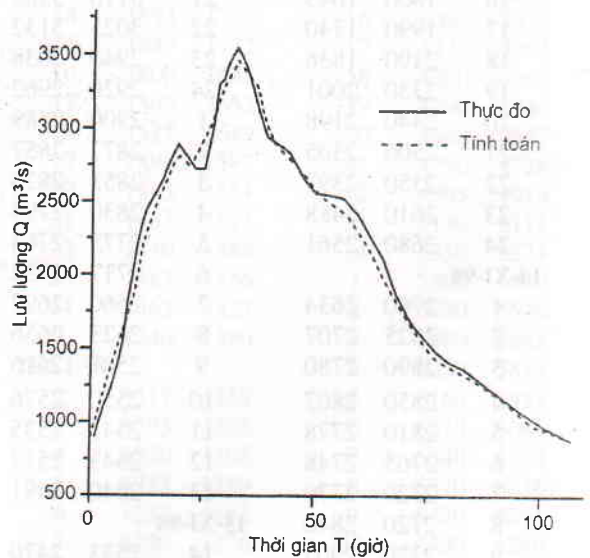
Để kiểm định sai số của mô hình chúng tôi đã sử dụng chỉ tiêu Nash [3] được xác định như sau:

$$R^2 = \frac{\sum_1^N (Q_i - \bar{Q})^2 - \sum_1^N (Q_i - Q_{ci})^2}{\sum_1^N (Q_i - \bar{Q})^2}$$

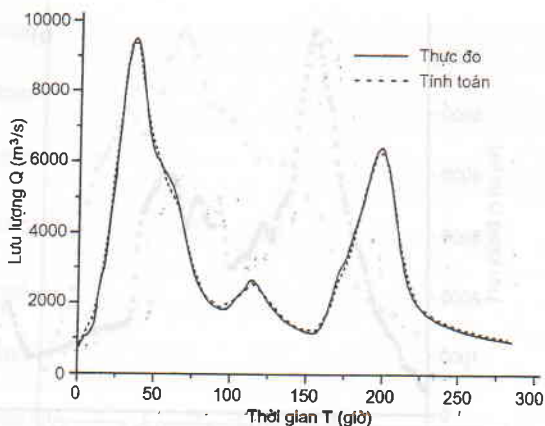
trong đó : Q_i - lưu lượng thực đo tại thời điểm i , \bar{Q} - giá trị trung bình của lưu lượng thực đo, Q_{ci} - lưu lượng tính toán tại thời điểm i , N - tổng số số liệu tính toán.

Nếu trị số $R^2 \geq 0,75$ là kết quả tính toán đạt chất lượng tốt, có thể dùng để dự báo.

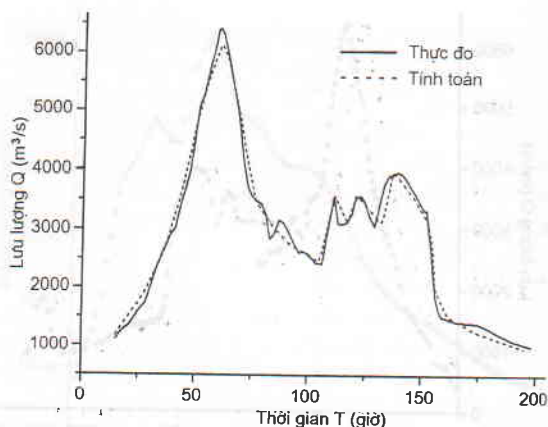
Kết quả mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy lũ tại trạm Củng Sơn được trình bày trên hình 5- 7 và bảng 1-3.



Hình 5. Đường quá trình thực đo và tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 9h ngày 13-XI-1998 đến 18h ngày 17-XI-1998



Hình 6. Đường quá trình thực đo và tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 7h ngày 19-XI-1998 đến 22h ngày 30-XI-1998



Hình 7. Đường quá trình thực đo và tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 15h ngày 1-XII-1999 đến 4h ngày 8-XII-1999

Bảng 1. Kết quả tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 9h ngày 13/XI/1998 đến 18h ngày 17/XI/1998

| Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) |
|-------------------|--|--|-------------------|--|--|-------------------|--|--|-------------------|--|--|
| 13-XI-98 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 899 | 900 | 13 | 3330 | 3222 | 18 | 2453 | 2353 | 24 | 1253 | 1225 |
| 10 | 1010 | 1017 | 14 | 3430 | 3307 | 19 | 2420 | 2306 | 17-XI-98 | | |
| 11 | 1120 | 1134 | 15 | 3490 | 3361 | 20 | 2367 | 2259 | 1 | 1230 | 1203 |
| 12 | 1190 | 1247 | 16 | 3540 | 3416 | 21 | 2313 | 2212 | 2 | 1207 | 1182 |
| 13 | 1280 | 1348 | 17 | 3490 | 3433 | 22 | 2260 | 2156 | 3 | 1183 | 1160 |
| 14 | 1390 | 1448 | 18 | 3420 | 3396 | 23 | 2207 | 2094 | 4 | 1160 | 1134 |
| 15 | 1540 | 1547 | 19 | 3340 | 3358 | 24 | 2153 | 2032 | 5 | 1137 | 1107 |
| 16 | 1800 | 1643 | 20 | 3225 | 3320 | 1 | 2100 | 1970 | 6 | 1113 | 1080 |
| 17 | 1990 | 1740 | 21 | 3110 | 3282 | 2 | 2020 | 1914 | 7 | 1090 | 1053 |
| 18 | 2190 | 1836 | 22 | 3025 | 3132 | 3 | 1940 | 1860 | 8 | 1070 | 1026 |
| 19 | 2330 | 2001 | 23 | 2940 | 3038 | 4 | 1860 | 1806 | 9 | 1051 | 999 |
| 20 | 2440 | 2198 | 24 | 2920 | 2962 | 5 | 1803 | 1758 | 10 | 1031 | 978 |
| 21 | 2500 | 2305 | 1 | 2900 | 2889 | 6 | 1747 | 1710 | 11 | 1011 | 967 |
| 22 | 2550 | 2397 | 2 | 2877 | 2857 | 7 | 1690 | 1662 | 12 | 992 | 956 |
| 23 | 2610 | 2488 | 3 | 2853 | 2826 | 8 | 1653 | 1617 | 13 | 972 | 945 |
| 24 | 2680 | 2561 | 4 | 2830 | 2795 | 9 | 1617 | 1575 | 14 | 957 | 934 |
| 14-XI-98 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2760 | 2634 | 5 | 2773 | 2763 | 10 | 1580 | 1533 | 15 | 941 | 923 |
| 2 | 2825 | 2707 | 6 | 2717 | 2732 | 11 | 1547 | 1491 | 16 | 926 | 911 |
| 3 | 2890 | 2780 | 7 | 2660 | 2697 | 12 | 1513 | 1449 | 17 | 910 | 900 |
| 4 | 2850 | 2807 | 8 | 2623 | 2656 | 13 | 1480 | 1424 | 18 | 895 | 889 |
| 5 | 2810 | 2778 | 9 | 2587 | 2616 | 14 | 1457 | 1408 | | | |
| 6 | 2765 | 2748 | 10 | 2550 | 2576 | 15 | 1433 | 1391 | | | |
| 7 | 2720 | 2779 | 11 | 2547 | 2535 | 16 | 1410 | 1374 | | | |
| 8 | 2720 | 2840 | 12 | 2543 | 2512 | 17 | 1397 | 1358 | | | |
| 9 | 2720 | 2905 | 13 | 2540 | 2491 | 18 | 1383 | 1341 | | | |
| 10 | 2880 | 2972 | 15-XI-98 | | | 19 | 1370 | 1324 | | | |
| 11 | 3040 | 3039 | 14 | 2533 | 2470 | 20 | 1347 | 1308 | | | |
| 12 | 3300 | 3130 | 15 | 2527 | 2449 | 21 | 1323 | 1289 | | | |
| | | | 16 | 2520 | 2428 | 22 | 1300 | 1268 | | | |
| | | | 17 | 2487 | 2400 | 23 | 1277 | 1246 | | | |

Bảng 2. Kết quả tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 7h ngày 19-XI-1998 đến 22h ngày 30-XI-1998

| Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{lính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{lính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{lính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{lính toán} (m ³ /s) |
|----------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|
| 19-XI-98 | | | 9 | 5870 | 5862 | 10 | 2120 | 2093 | 12 | 1157 | 1245 |
| 7 | 1040 | 1081 | 10 | 5800 | 5730 | 11 | 2167 | 2127 | 13 | 1150 | 1238 |
| 8 | 1055 | 1170 | 11 | 5730 | 5597 | 12 | 2213 | 2167 | 14 | 1167 | 1232 |
| 9 | 1070 | 1260 | 12 | 5660 | 5465 | 13 | 2260 | 2207 | 15 | 1183 | 1226 |
| 10 | 1120 | 1349 | 13 | 5590 | 5341 | 14 | 2307 | 2247 | 16 | 1200 | 1268 |
| 11 | 1170 | 1439 | 14 | 5510 | 5259 | 15 | 2353 | 2287 | 17 | 1257 | 1334 |
| 12 | 1255 | 1528 | 15 | 5430 | 5177 | 16 | 2400 | 2327 | 18 | 1313 | 1400 |
| 13 | 1340 | 1618 | 21-XI-98 | | | 17 | 2470 | 2367 | 19 | 1370 | 1466 |
| 14 | 1500 | 1780 | 16 | 5325 | 5096 | 18 | 2540 | 2407 | 20 | 1473 | 1532 |
| 15 | 1780 | 2011 | 17 | 5220 | 5014 | 19 | 2610 | 2447 | 21 | 1577 | 1598 |
| 16 | 2147 | 2243 | 18 | 5100 | 4932 | 20 | 2617 | 2487 | 22 | 1680 | 1663 |
| 17 | 2410 | 2475 | 19 | 4980 | 4850 | 21 | 2623 | 2527 | 23 | 1830 | 1729 |
| 18 | 2650 | 2706 | 20 | 4815 | 4769 | 22 | 2630 | 2534 | 24 | 1980 | 1795 |
| 19 | 2830 | 2938 | 21 | 4650 | 4634 | 23 | 2580 | 2494 | 1 | 2130 | 1882 |
| 20 | 2970 | 3233 | 22 | 4450 | 4456 | 24 | 2530 | 2454 | 2 | 2290 | 2024 |
| 21 | 3290 | 3540 | 23 | 4250 | 4277 | 1 | 2480 | 2415 | 3 | 2450 | 2165 |
| 22 | 3630 | 3847 | 24 | 4050 | 4099 | 2 | 2417 | 2375 | 4 | 2615 | 2307 |
| 23 | 4060 | 4158 | 1 | 3850 | 3920 | 3 | 2353 | 2335 | 5 | 2780 | 2449 |
| 24 | 4530 | 4636 | 2 | 3655 | 3756 | 4 | 2290 | 2296 | 6 | 2900 | 2590 |
| 1 | 4850 | 5114 | 3 | 3460 | 3595 | 5 | 2213 | 2256 | 7 | 3020 | 2707 |
| 2 | 5210 | 5570 | 4 | 3280 | 3433 | 6 | 2137 | 2216 | 8 | 3080 | 2806 |
| 3 | 5650 | 5935 | 5 | 3100 | 3272 | 7 | 2060 | 2164 | 9 | 3140 | 2906 |
| 4 | 6120 | 6299 | 6 | 2950 | 3110 | 8 | 2003 | 2110 | 10 | 3240 | 3005 |
| 5 | 6560 | 6664 | 7 | 2800 | 2957 | 9 | 1947 | 2056 | 11 | 3340 | 3104 |
| 6 | 6960 | 7069 | 8 | 2680 | 2848 | 10 | 1890 | 2002 | 12 | 3495 | 3204 |
| 7 | 7410 | 7538 | 9 | 2560 | 2738 | 11 | 1840 | 1948 | 13 | 3650 | 3303 |
| 8 | 7940 | 7999 | 10 | 2480 | 2628 | 12 | 1790 | 1894 | 14 | 3795 | 3473 |
| 9 | 8320 | 8451 | 11 | 2400 | 2518 | 13 | 1740 | 1840 | 15 | 3940 | 3647 |
| 10 | 8690 | 8786 | 12 | 2330 | 2409 | 14 | 1693 | 1786 | 16 | 4085 | 3820 |
| 11 | 8940 | 9031 | 13 | 2260 | 2299 | 15 | 1647 | 1732 | 17 | 4230 | 3994 |
| 12 | 9160 | 9275 | 14 | 2195 | 2228 | 16 | 1600 | 1685 | 18 | 4360 | 4168 |
| 13 | 9340 | 9341 | 15 | 2130 | 2193 | 17 | 1563 | 1652 | 19 | 4490 | 4346 |
| 14 | 9440 | 9340 | 16 | 2075 | 2158 | 18 | 1527 | 1619 | 20 | 4640 | 4537 |
| 15 | 9480 | 9340 | 17 | 2020 | 2123 | 19 | 1490 | 1587 | 21 | 4790 | 4728 |
| 16 | 9440 | 9339 | 18 | 1980 | 2087 | 20 | 1463 | 1554 | 22 | 4965 | 4919 |
| 17 | 9340 | 9278 | 19 | 1940 | 2052 | 21 | 1437 | 1521 | 23 | 5140 | 5111 |
| 18 | 9130 | 8962 | 20 | 1920 | 2017 | 22 | 1410 | 1488 | 24 | 5330 | 5274 |
| 19 | 8930 | 8646 | 21 | 1900 | 1981 | 23 | 1387 | 1456 | 1 | 5500 | 5410 |
| 20 | 8550 | 8338 | 22 | 1880 | 1946 | 24 | 1363 | 1423 | 2 | 5730 | 5546 |
| 21 | 8140 | 8067 | 23 | 1860 | 1911 | 1 | 1340 | 1390 | 3 | 5880 | 5682 |
| 22 | 7760 | 7795 | 24 | 1840 | 1884 | 25-XI-98 | | | 4 | 6020 | 5817 |
| 23 | 7410 | 7539 | 1 | 1820 | 1905 | 2 | 1317 | 1358 | 5 | 6160 | 5953 |
| 24 | 7060 | 7309 | 2 | 1823 | 1926 | 3 | 1293 | 1325 | 6 | 6270 | 6089 |
| 1 | 6790 | 7079 | 3 | 1827 | 1947 | 4 | 1270 | 1295 | 7 | 6340 | 6224 |
| 2 | 6605 | 6849 | 4 | 1830 | 1968 | 5 | 1253 | 1289 | 8 | 6370 | 6236 |
| 3 | 6420 | 6670 | 5 | 1863 | 1989 | 6 | 1237 | 1282 | 9 | 6420 | 6241 |
| 4 | 6285 | 6535 | 6 | 1897 | 2010 | 7 | 1220 | 1276 | 10 | 6390 | 6246 |
| 5 | 6150 | 6400 | 7 | 1930 | 2031 | 8 | 1203 | 1270 | 11 | 6300 | 6252 |
| 6 | 6100 | 6265 | 8 | 1993 | 2051 | 9 | 1187 | 1263 | 27-XI-98 | | |
| 7 | 6050 | 6130 | 23-XI-98 | | | 10 | 1170 | 1257 | 12 | 6115 | 6211 |
| 8 | 5960 | 5995 | 9 | 2057 | 2072 | 11 | 1163 | 1251 | 13 | 5983 | 6033 |

Bảng 2 (tiếp theo)

| Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) |
|----------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|
| 14 | 5850 | 5855 | 11 | 1900 | 1962 | 7 | 1350 | 1429 | 4 | 1075 | 1145 |
| 15 | 5580 | 5676 | 12 | 1855 | 1901 | 8 | 1333 | 1412 | 5 | 1067 | 1133 |
| 16 | 5310 | 5498 | 13 | 1810 | 1871 | 9 | 1317 | 1395 | 6 | 1058 | 1122 |
| 17 | 5020 | 5320 | 14 | 1760 | 1842 | 10 | 1300 | 1379 | 7 | 1050 | 1111 |
| 18 | 4760 | 5077 | 15 | 1710 | 1812 | 11 | 1283 | 1362 | 8 | 1042 | 1103 |
| 19 | 4450 | 4787 | 16 | 1680 | 1782 | 12 | 1267 | 1345 | 9 | 1033 | 1096 |
| 20 | 4150 | 4496 | 17 | 1650 | 1752 | 13 | 1250 | 1328 | 10 | 1025 | 1089 |
| 21 | 3890 | 4206 | 18 | 1630 | 1723 | 14 | 1237 | 1311 | 11 | 1017 | 1082 |
| 22 | 3600 | 3915 | 19 | 1610 | 1693 | 15 | 1223 | 1294 | 12 | 1008 | 1074 |
| 23 | 3370 | 3705 | 20 | 1580 | 1663 | 16 | 1210 | 1283 | 13 | 1000 | 1067 |
| 24 | 3150 | 3516 | 21 | 1550 | 1634 | 17 | 1197 | 1271 | 14 | 993 | 1060 |
| 1 | 2940 | 3327 | 22 | 1520 | 1604 | 18 | 1183 | 1260 | 15 | 985 | 1053 |
| 2 | 2745 | 3137 | 23 | 1490 | 1574 | 19 | 1170 | 1248 | 16 | 978 | 1046 |
| 3 | 2550 | 2948 | 24 | 1470 | 1548 | 20 | 1160 | 1237 | 17 | 971 | 1038 |
| 4 | 2445 | 2759 | 1 | 1450 | 1531 | 21 | 1150 | 1225 | 18 | 963 | 1031 |
| 5 | 2340 | 2589 | 2 | 1433 | 1514 | 22 | 1140 | 1214 | 19 | 956 | 1024 |
| 6 | 2245 | 2485 | 3 | 1417 | 1497 | 23 | 1127 | 1202 | 20 | 949 | 1017 |
| 7 | 2150 | 2380 | 4 | 1400 | 1480 | 24 | 1113 | 1191 | 21 | 942 | 1009 |
| 8 | 2080 | 2276 | 29-XI-98 | | | 1 | 1100 | 1179 | 30-XI-98 | | |
| 9 | 2010 | 2171 | 5 | 1383 | 1463 | 2 | 1092 | 1168 | 22 | 936 | 1002 |
| 10 | 1955 | 2067 | 6 | 1367 | 1446 | 3 | 1083 | 1156 | | | |

Bảng 3. Kết quả tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 15h ngày 1/XII/1999 đến 4h ngày 10/XII/1999

| Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) |
|----------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|
| 1-XII-99 | | | 15 | 2910 | 3021 | 15 | 6040 | 5892 | 16 | 3135 | 2885 |
| 15 | 1110 | 1179 | 16 | 2960 | 3155 | 16 | 5830 | 5717 | 17 | 3110 | 2845 |
| 16 | 1155 | 1236 | 17 | 3010 | 3288 | 17 | 5610 | 5540 | 18 | 3045 | 2805 |
| 17 | 1200 | 1293 | 18 | 3190 | 3421 | 18 | 5400 | 5363 | 19 | 2980 | 2765 |
| 18 | 1250 | 1351 | 19 | 3370 | 3554 | 19 | 5220 | 5186 | 20 | 2895 | 2738 |
| 19 | 1300 | 1408 | 20 | 3500 | 3721 | 20 | 5000 | 5009 | 4/XII/99 | | |
| 20 | 1325 | 1466 | 21 | 3630 | 3904 | 21 | 4720 | 4822 | 21 | 2810 | 2715 |
| 21 | 1350 | 1523 | 22 | 3790 | 4088 | 22 | 4370 | 4616 | 22 | 2740 | 2692 |
| 22 | 1410 | 1580 | 23 | 3940 | 4271 | 23 | 4120 | 4409 | 23 | 2670 | 2669 |
| 23 | 1470 | 1638 | 24 | 4170 | 4455 | 24 | 3900 | 4203 | 24 | 2600 | 2646 |
| 24 | 1530 | 1695 | 1 | 4460 | 4639 | 1 | 3700 | 4017 | 1 | 2640 | 2623 |
| 1 | 1590 | 1753 | 2 | 4760 | 4820 | 2 | 3625 | 3846 | 2 | 2623 | 2600 |
| 2 | 1637 | 1810 | 3/XII/99 | | | 3 | 3550 | 3674 | 3 | 2607 | 2577 |
| 3 | 1683 | 1868 | 3 | 5070 | 4973 | 4 | 3515 | 3503 | 4 | 2590 | 2554 |
| 4 | 1730 | 1940 | 4 | 5180 | 5126 | 5 | 3480 | 3425 | 5 | 2540 | 2531 |
| 5 | 1850 | 2025 | 5 | 5270 | 5280 | 6 | 3455 | 3371 | 6 | 2490 | 2508 |
| 6 | 1970 | 2109 | 6 | 5460 | 5433 | 7 | 3430 | 3316 | 7 | 2440 | 2485 |
| 7 | 2090 | 2193 | 7 | 5650 | 5569 | 8 | 3345 | 3261 | 8 | 2433 | 2462 |
| 8 | 2225 | 2278 | 8 | 5830 | 5680 | 9 | 3260 | 3206 | 9 | 2427 | 2573 |
| 9 | 2360 | 2362 | 9 | 5980 | 5792 | 10 | 3050 | 3151 | 10 | 2420 | 2743 |
| 10 | 2460 | 2447 | 10 | 6150 | 5903 | 11 | 2840 | 3096 | 11 | 2650 | 2914 |
| 11 | 2560 | 2531 | 11 | 6390 | 6015 | 12 | 2890 | 3046 | 12 | 2880 | 3084 |
| 12 | 2650 | 2622 | 12 | 6400 | 6126 | 13 | 2940 | 3006 | 13 | 3110 | 3254 |
| 13 | 2740 | 2755 | 13 | 6320 | 6076 | 14 | 3050 | 2965 | 14 | 3335 | 3425 |
| 14 | 2825 | 2888 | 14 | 6180 | 5984 | 15 | 3160 | 2925 | 15 | 3560 | 3569 |

Bảng 3 (tiếp theo)

| Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) | Thời gian T (giờ) | Q _{thực đo} (m ³ /s) | Q _{tính toán} (m ³ /s) |
|----------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|
| 16 | 3330 | 3488 | 8 | 3130 | 3257 | 23 | 3820 | 3660 | 15 | 1510 | 1667 |
| 17 | 3100 | 3407 | 9 | 3060 | 3213 | 24 | 3760 | 3611 | 16 | 1500 | 1579 |
| 18 | 3100 | 3327 | 6/XII/99 | | | 1 | 3700 | 3563 | 17 | 1490 | 1516 |
| 19 | 3100 | 3246 | 10 | 3235 | 3169 | 2 | 3640 | 3509 | 18 | 1475 | 1495 |
| 20 | 3115 | 3166 | 11 | 3410 | 3125 | 3 | 3580 | 3446 | 19 | 1460 | 1473 |
| 21 | 3130 | 3186 | 12 | 3585 | 3190 | 4 | 3520 | 3383 | 20 | 1445 | 1452 |
| 22 | 3205 | 3315 | 13 | 3760 | 3380 | 5 | 3453 | 3320 | 21 | 1430 | 1430 |
| 23 | 3280 | 3443 | 14 | 3835 | 3570 | 6 | 3387 | 3257 | 22 | 1425 | 1409 |
| 24 | 3480 | 3572 | 15 | 3910 | 3760 | 7 | 3320 | 3194 | 23 | 1420 | 1387 |
| 1 | 3540 | 3565 | 16 | 3920 | 3950 | 8 | 3330 | 3130 | 24 | 1420 | 1366 |
| 2 | 3555 | 3521 | 17 | 3930 | 3949 | 9 | 2940 | 2912 | 1 | 1410 | 1344 |
| 3 | 3570 | 3477 | 18 | 3950 | 3901 | 10 | 2710 | 2676 | 2 | 1407 | 1323 |
| 4 | 3500 | 3433 | 19 | 3970 | 3852 | 11 | 2250 | 2021 | 3 | 1403 | 1302 |
| 5 | 3430 | 3389 | 20 | 3950 | 3804 | 12 | 1870 | 1933 | 8/XII/99 | | |
| 6 | 3315 | 3345 | 21 | 3930 | 3756 | 13 | 1690 | 1844 | 4 | 1400 | 1280 |
| 7 | 3200 | 3301 | 22 | 3875 | 3708 | 14 | 1570 | 1756 | | | |

Tại trạm thủy văn Củng Sơn, kết quả tính toán 3 trận lũ điển hình gần đây nhất xảy ra vào tháng XI-1998 và tháng XII-1999 khá phù hợp với số liệu thực đo, đều có chỉ số R^2 (Nash) vượt quá 0,75. Trận lũ từ ngày 13-XI ÷ 17-XI-1998 có $R^2 = 0,81$, trận lũ từ ngày 19-XI ÷ 30-XI-1998 có $R^2 = 0,8$, trận lũ từ ngày 1-XII ÷ 8-XII-1990 có $R^2 = 0,78$.

Kết quả tính toán cho thấy, mô hình HMS có thể dùng để dự báo dòng chảy cho lưu vực sông Ba và các lưu vực khác ở khu vực miền Trung, phục vụ việc phân tích, dự báo lũ lụt vùng hạ du nói riêng và phát triển tài nguyên nước trong lưu vực nói chung. Độ chính xác của kết quả tính toán càng cao nếu số trạm mưa trong lưu vực đủ đầy, số liệu mưa đo đạc chính xác và đại biểu cho lưu vực.

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của chương trình khoa học cơ bản trong lĩnh vực khoa học tự nhiên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] NGUYỄN VĂN LAI (1987). Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán thủy văn tính toán dòng chảy sông nhiệt đới ẩm (Việt Nam). Luận án PTS KHKT, Hà Nội, 125tr.

[3] J.E. NASH and J.V. SUTCLIFFE, 1970 : River Flow Forecasting through Conceptual Model. Journal of Hydrology, Vol. 10, 282-290.

[3] Hydrologic Modeling System HEC-HMS, Technical reference manual (2000). US Army Corps of engineers.

[4] Tập bài giảng "Lý thuyết và ứng dụng mô hình HEC-HMS trong tính toán thủy văn". Khoa sau Đại học, trường Đại học Thủy lợi.

SUMMARY

Application of hydrologic model system for simulating drainfall-runoff on the basin of Ba river

Nowadays, different models were used for calculating rainfall-runoff for predicting flood, constructional design and exploiting the water resource on basin such as Tank model, HEC-1 model, and HMS model... However, base on practical research and calculating rainfall-runoff on difference basins show that, HMS model dominates the other ones and HMS model is easy and convenient for use.

In this paper HMS model was applied for simulation of rainfall-runoff for 2 special floods occur in 1998 and an extreme flood occurs in 1999 on the basin of Ba river. The calculative results for Củng Sơn Hydrological Station on Ba river are rather correspond to observational data. According to the Nash efficiency index, the calculative results are good (with $R^2 \geq 0,78$ for all three floods), we can confirm that HMS is well for prediction of flood on basin of Ba river.

Ngày nhận bài : 20-8-2003

Viện Địa lý