

MỤC LỤC

	Trang
Mở đầu	4
Chương 1. Tổng quan mô hình toán thủy văn	5
1.1. Khái niệm mô hình toán thủy văn và phân loại.....	5
1.2. Giới thiệu một số mô hình toán thủy văn.....	7
1.3. Một số mô hình ứng dụng trong qui hoạch lưu vực sông.....	11
1.4. Mô hình phân tử hữu hạn sóng động học đánh giá tác động của việc sử dụng đất trên lưu vực đến dòng chảy.....	13
Chương 2. Điều kiện địa lý tự nhiên lưu vực sông Trà Khúc - trạm Sơn Giang..	25
2.1. Vị trí địa lý.....	25
2.2. Địa hình.....	25
2.3. Địa chất thổ nhưỡng.....	29
2.4. Thảm thực vật.....	29
2.5. Khí hậu.....	30
2.6. Mạng lưới sông suối và tình hình nghiên cứu thủy văn.....	31
Chương 3. Ứng dụng mô hình phân tử hữu hạn sóng động học đánh giá tác động của việc sử dụng đất đến dòng chảy lưu vực sông Trà Khúc - trạm Sơn Giang	35
3.1. Mô tả và xử lý số liệu.....	35
3.2. Chương trình tính.....	50
3.3. Kết quả tính toán.....	52
Kết luận	63
Tài liệu tham khảo	65
Phụ lục	66

MỞ ĐẦU

Lũ là một pha của chế độ nước trong năm thường gây tác hại rất lớn về người và của do đó việc tìm hiểu, khống chế được lũ luôn là một vấn đề thời sự và được quan tâm từ trước tới nay. Dự báo về lũ là một trong những biện pháp phòng chống hữu hiệu nhất, do sự hạn chế về nguồn tư liệu thông tin về khí tượng và mặt đệm nên từ trước tới nay các dự báo về lũ thường chỉ chính xác khi mưa đã xuất hiện và thành dòng chảy ở trạm thượng nguồn để áp dụng dự báo theo phương pháp mực nước tương ứng nếu có thể. Có nghĩa là sử dụng lượng thông tin chỉ ở trong lòng dẫn. Để khắc phục nhược điểm đó và để tạo thời gian dự kiến dài hơn thường dùng mô hình toán.

Các mô hình toán mưa - dòng chảy từ trước tới nay vẫn thường dùng là các mô hình thông số tập trung, mà nhược điểm của nó là không tính được hết sự thay đổi rất đa dạng của mặt đệm trên lưu vực.

Nhằm khắc phục điều này, trong điều kiện công nghệ GIS phát triển, khoá luận sử dụng một phương pháp mô phỏng dựa trên phương pháp SCS và phương pháp các phần tử hữu hạn để sử dụng các thông tin đa dạng về mặt đệm với số liệu khí tượng thuỷ văn và các bản đồ số.

Khoá luận này chọn lưu vực sông Trà Khúc - trạm Sơn Giang làm đối tượng nghiên cứu để thực hiện hai nhiệm vụ chính:

- Xác định bộ thông số ổn định để mô phỏng lũ làm cơ sở cho việc thiết lập các phương án, cảnh báo lũ phục vụ cho việc phòng chống thiên tai lũ lụt.

- Đánh giá được mức độ ảnh hưởng của việc sử dụng đất tới việc hình thành dòng chảy làm cơ sở cho các kiến nghị cho việc qui hoạch lưu vực hợp lý.

Do hạn chế về kiến thức phân tích tổng hợp, về thời gian nghiên cứu nên những kết quả ở đây chắc còn có nhiều khiếm khuyết rất mong sự góp ý tận tình của các thầy, cô và các bạn đồng nghiệp để vấn đề này sẽ được giải quyết ngày càng tốt hơn.

Chương 1

TỔNG QUAN MÔ HÌNH TOÁN THỦY VĂN

1.1. KHÁI NIỆM MÔ HÌNH TOÁN THỦY VĂN VÀ PHÂN LOẠI

1.1.1. Khái niệm mô hình toán thủy văn

Mô hình hệ thống thủy văn có thể là mô hình vật lý hay toán học.

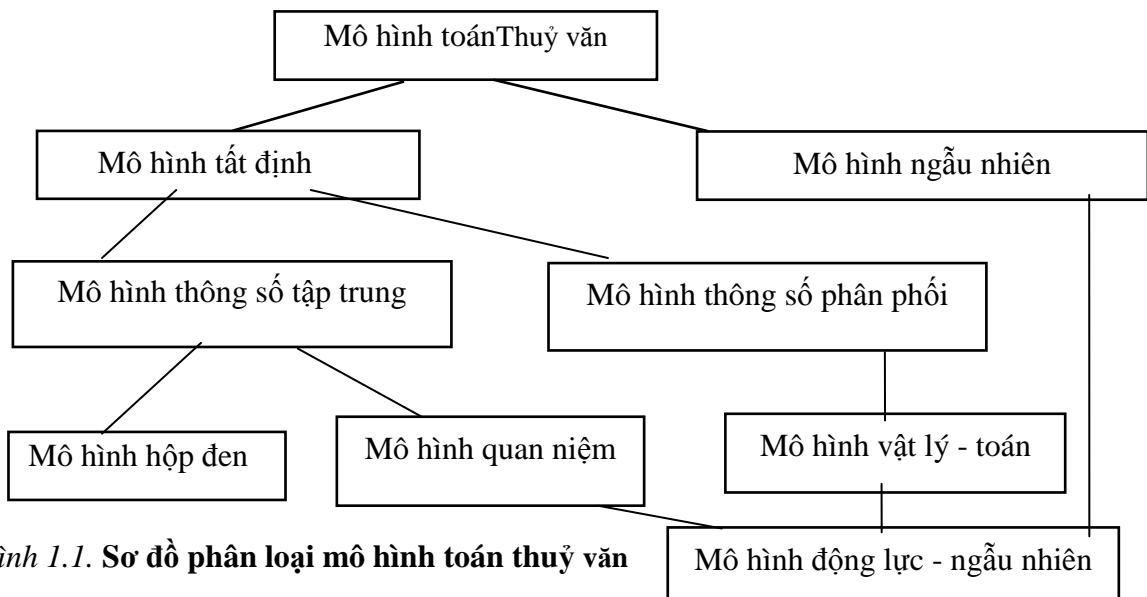
Mô hình vật lý là mô hình biểu thị hệ thống thật dưới dạng thu nhỏ, như mô hình thủy lực của đập tràn.

Mô hình toán học miêu tả hệ thống dưới dạng toán học, là tập hợp các phương trình toán, các mệnh đề logic thể hiện các quan hệ giữa các biến và các thông số của mô hình để mô phỏng hệ thống tự nhiên, hay nói cách khác mô hình toán học là một hệ thống biến đổi đầu vào (hình dạng, điều kiện biên, lực v.v...) thành đầu ra (tốc độ chảy, mực nước, áp suất v.v...).[1, 8]

1.1.2. Phân loại mô hình toán thủy văn

Có nhiều cách phân loại mô hình tùy theo quan điểm và ý tưởng của người phân loại. Một trong các cách phân loại là dựa trên cơ sở xem xét sự phân bố của các biến vào và ra hệ thống trong trường không gian, thời gian.

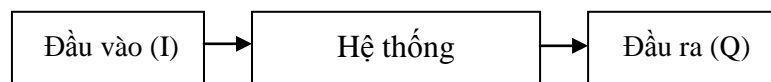
Đối với một mô hình, người ta xem xét 3 quyết định cơ bản sau: Các biến trong mô hình có là ngẫu nhiên không? Chúng biến đổi theo không gian như thế nào? Chúng biến đổi theo thời gian ra sao? Tùy thuộc sự lựa chọn các quyết định trên, các mô hình toán thủy văn có thể phân loại theo “cây phân loại” như hình 1.1.



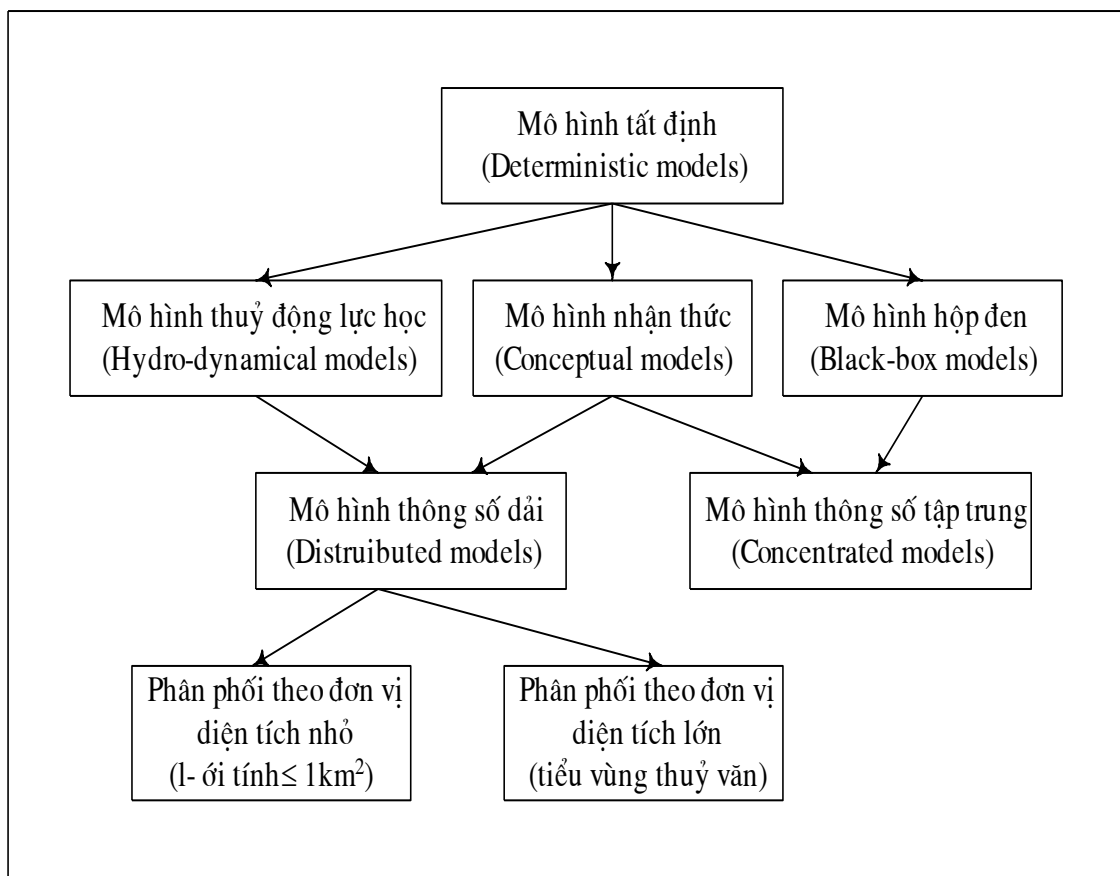
Trong sơ đồ phân loại hình 1.1, các mô hình toán thủy văn được phân loại thành: mô hình tất định và mô hình ngẫu nhiên. Mô hình ngẫu nhiên mô phỏng quá trình dao động của bản thân quá trình thủy văn mà không chú ý đến các nhân tố đầu vào tác động của hệ thống. [8]

Mô hình tất định là mô hình mô phỏng quá trình biến đổi của các hiện tượng thủy văn trên lưu vực mà ta đã biết trước. Xét trên quan điểm hệ thống, các mô hình thủy văn tất định có các thành phần chính sau:

- Đầu vào của hệ thống
- Hệ thống
- Đầu ra của hệ thống



Một trong những phân loại các mô hình thủy văn tất định khác được trình bày ở trong hình 1.2. [1]



Hình 1.2. Sơ đồ phân loại các mô hình thủy văn tất định

*. Các mô hình tiêu biểu như TANK, SSARR...

1.2. GIỚI THIỆU MỘT SỐ MÔ HÌNH TOÁN THUỶ VĂN (MÔ HÌNH MƯA - DÒNG CHẢY)

1.2.1. Mô hình của Trung tâm khí tượng thuỷ văn Liên Xô (HMC) [1]

Mô hình này mô phỏng quá trình tổn thất dòng chảy của lưu vực và sau đó ứng dụng cách tiệm cận hệ thống để diễn toán dòng chảy tới mặt cắt cửa ra của lưu vực.

Lượng mưa hiệu quả sinh dòng chảy mặt P được tính từ phương trình:

$$P = h - E - I \quad (1.1)$$

trong đó: h - Cường độ mưa trong thời đoạn tính toán (6h, 24h, ...); E - Lượng bốc thoát hơi nước; I - Cường độ thấm trung bình.

Mô hình này có tính đến lượng bốc hơi mà lượng bốc hơi trên các lưu vực còn thiếu rất nhiều, chủ yếu là được ước tính từ các phương trình do hạn chế về điều kiện đo đạc để xác định trực tiếp lượng bốc hơi. Ngoài ra cường độ thấm trung bình thì thường được lấy trung bình cho toàn lưu vực với thời gian không xác định nên mô hình này còn nhiều hạn chế.

1.2.2. Mô hình SSARR [1,8,10]

Mô hình SSARR do Rockwood D. xây dựng từ năm 1957, gồm 3 thành phần cơ bản:

- Mô hình lưu vực
- Mô hình điều hoà hồ chứa
- Mô hình hệ thống sông

Trong mô hình lưu vực, phương trình cơ bản của SSARR sử dụng để diễn toán dòng chảy trên lưu vực là luật liên tục trong phương pháp trữ nước áp dụng cho hồ thiên nhiên trên cơ sở phương trình cân bằng nước:

$$\left[\frac{I_1 + I_2}{2} \right] \Delta t - \left[\frac{O_1 + O_2}{2} \right] \Delta t = S_2 + S_1 \quad (1.2)$$

Phương trình lượng trữ của hồ chứa là :

$$\frac{dS}{dt} = T_s \frac{dQ}{dt} \quad (1.3)$$

Mô hình SARR cho phép diễn toán trên toàn bộ lưu vực nhưng bên cạnh đó mô hình SSARR còn hạn chế là chỉ áp dụng được với những lưu vực không lớn, và với những lưu vực có điều kiện ẩm không đồng nhất thì khi tính toán sẽ cho kết quả mô phỏng không chính xác. Mô hình này không thể sử dụng một cách trực tiếp để điều tra (kiểm tra những tác động thủy văn của việc thay đổi đặc điểm lưu vực sông ví dụ như các kiểu thảm thực vật, việc bảo vệ đất và các hoạt động quản lý đất tương tự khác).

1.2.3. Mô hình TANK [8, 10]

Mô hình TANK được phát triển tại Trung tâm Nghiên cứu Quốc gia về phòng chống thiên tai tại Tokyo, Nhật Bản. Theo mô hình này, lưu vực được mô phỏng bằng chuỗi các bể chứa (TANKS) theo tầng cái này trên cái kia phù hợp với phẫu diện đất. Nước mưa và do tuyết tan được quy về bể chứa trên cùng. Mỗi bể chứa có một cửa ra ở đáy và một hoặc hai cửa ra ở cuối thành bể, phía trên đáy. Lượng nước chảy ra khỏi bể chứa qua cửa đáy vào bể chứa tầng sau trừ bể chứa tầng cuối, ở bể này lượng chảy xuống được xác định là tổn thất của hệ thống. Lượng nước qua cửa bên của bể chứa trở thành lượng nhập lưu cho hệ thống lòng dẫn. Số lượng các bể chứa, kích thước cũng như vị trí cửa ra là các thông số của mô hình.

Hệ thức cơ bản của mô hình

Mưa bình quân lưu vực (P)

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1.4)$$

trong đó: n - số điểm đo mưa; X_i - lượng mưa tại điểm thứ i; W_i - trọng số của điểm mưa thứ i. Theo M.Sugawara W_i sẽ được chọn là một trong bốn số sau: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0.

Bốc hơi lưu vực (E)

$$E = \begin{cases} 0,8EVT & \text{Khi } XA - PS - E \geq 0 \\ 0,75(0,8EVT - h_f) + h_f & \text{Khi } XA - PS - E < 0 \\ 0,6EVT & \text{va } XA - PS - H_f > 0 \\ & XA < PS \end{cases} \quad (1.5)$$

Cơ cấu truyền ẩm bể chứa trên cùng được chia làm hai phần: trên và dưới, giữa chúng xảy ra sự trao đổi ẩm. Tốc độ truyền ẩm từ dưới lên T_1 và trên xuống T_2 được tính theo công thức:

$$T_1 = TB_0 + \left(1 - \frac{XA}{PS}\right)TB \quad (1.6)$$

$$T_2 = TC_0 + \left(1 - \frac{XS}{SS}\right)TC \quad (1.7)$$

trong đó: XS, SS - lượng ẩm thực và lượng ẩm bão hoà phần dưới bể A; TB_0, TB, TC_0, TC - các thông số truyền ẩm, theo MSugawar chúng nhận những giá trị:

$$TB = TB_0 = 3 \text{ mm/ngày đêm}$$

$$TC = 1 \text{ mm/ngày đêm}$$

$$TC_0 = 0,5 \text{ mm/ngày đêm}$$

Dòng chảy từ bể A. Lượng nước đi vào bể A là mưa (P). Dòng chảy qua các cửa bên (YA_1, YA_2) và cửa đáy (YA_0) được xác định theo các công thức sau:

$$H_f XA + P - PS \quad (1.8)$$

$$YA_0 = H_f A_0 \quad (1.9)$$

$$YA_1 = \begin{cases} (H_f - HA_1); & \text{khi } H_f > HA_1 \\ 0 & \text{khi } H_f \leq HA_1 \end{cases} \quad (1.10)$$

Trong mô hình, tác dụng điều tiết của sườn dốc đã tự động được xét thông qua các bể chứa xếp theo chiều thẳng đứng. Nhưng hiệu quả của tác động này không đủ mạnh và có thể coi tổng dòng chảy qua các cửa bên của bể $YA_2 + YA_1 + YB_2 + YC_1 + YD_1$ chỉ là lớp cấp nước tại một điểm. Đây là một hạn chế của mô hình TANK.

1.2.4. Mô hình NAM [1]

Mô hình NAM được xây dựng tại khoa Thủy văn Viện kỹ thuật Thủy động lực và Thủy lực thuộc Đại học kỹ thuật Đan Mạch năm 1982. Mô hình dựa trên nguyên tắc các bể chứa theo chiều thẳng đứng và các hồ chứa tuyến tính. Trong mô hình NAM, mỗi lưu vực được xem là một đơn vị xử lý. Do đó, các thông số và các biến là đại diện cho các giá trị được trung bình hoá trên toàn lưu vực. Mô hình tính quá trình mưa - dòng chảy theo cách tính liên tục hàm lượng ẩm trong năm bể chứa riêng biệt có tương tác lẫn nhau:

+ Bể chứa tuyết được kiểm soát bằng các điều kiện nhiệt độ không khí.

+ Bể chứa mặt bao gồm lượng ẩm bị chặn do lớp phủ thực vật, lượng điện trở và lượng ẩm trong tầng sát mặt. U_{\max} là giới hạn trên của lượng nước trong bể này.

+ Bể chứa tầng dưới là vùng dễ cây mà từ đó cây cối có thể rút nước cho bốc thoát hơi. L_{\max} là giới hạn trên của lượng nước trong bể này.

+ Bể chứa nước tầng ngầm trên và bể chứa nước tầng ngầm dưới là hai bể chứa sâu nhất.

Dòng chảy tràn và dòng chảy sát mặt được diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính thứ nhất, sau đó các thành phần dòng chảy được cộng lại và diễn toán qua hồ chứa tuyến tính thứ hai. Cuối cùng thu được dòng chảy tổng cộng tại cửa ra. Phương trình cơ bản của mô hình:

Dòng chảy sát mặt QIF:

$$QIF = \begin{cases} \frac{L}{L_{\max}} - CLIF & \text{Với } \frac{L}{L_{\max}} > CLIF \\ CQIF \frac{L_{\max}}{1 - CLIF} U & \\ 0 & \text{Khi } \frac{L}{L_{\max}} \leq CLIF \end{cases} \quad (1.11)$$

trong đó: CQIF - hệ số dòng chảy sát mặt; CLIF - các ngưỡng dòng chảy; U, L_{\max} - thông số khả năng chứa.

Dòng chảy tràn QOF:

$$QOF = \begin{cases} CQOF \frac{\frac{L}{L_{max}} - CLOF}{1 - CLOF} P_N & \text{Với } \frac{L}{L_{max}} > CLOF \\ 0 & \text{Khi } \frac{L}{L_{max}} \leq CLOF \end{cases} \quad (1.12)$$

trong đó: CQOF - hệ số dòng chảy tràn; CLOF - các ngưỡng dòng chảy

Trong tính toán giả thiết rằng dòng chảy ra khỏi hồ tuân theo quy luật đường nước rút:

$$Q_{out} = Q_{out}^0 e^{-\frac{t}{CK}} + Q_{in} \left(1 - e^{-\frac{t}{CK}} \right) \quad (1.13)$$

trong đó: Q_{out}^0 là dòng chảy ra tính ở thời điểm trước; Q_{in} là dòng chảy vào tại thời điểm đang tính; CK là hằng số thời gian của hồ chứa.

Mô hình NAM đã tính được dòng chảy sát mặt và dòng chảy tràn, song bên cạnh đó các thông số và các biến được tính trung bình hoá cho toàn lưu vực. Nên việc cụ thể hoá và tính toán cho những đơn vị nhỏ hơn trên lưu vực bị hạn chế.

1.3. MỘT SỐ MÔ HÌNH ỨNG DỤNG TRONG QUI HOẠCH LƯU VỰC SÔNG.

1.3.1. Mô hình USDAHL [1,7]

Mô hình này được công bố vào năm 70, là mô hình thông số dải theo các tiểu vùng thủy văn. Mô hình chia bề mặt lưu vực thành các tiểu vùng thủy văn với các đặc trưng như loại đất, sử dụng đất... ở mỗi vùng, các quá trình như mưa, bốc thoát hơi, thấm, điền trũng, dòng chảy được tính toán xử lý trong mối liên kết giữa vùng này với vùng khác. Quá trình hình thành dòng chảy được mô phỏng như sau:

Dòng chảy mặt bao gồm quá trình thấm, quá trình trữ và chảy tràn. Quá trình thấm được mô phỏng bằng phương trình Holtan:

$$f_t = A \cdot GI \cdot S_{at}^{1.4} + f_c \quad (1.14)$$

trong đó: f_t - cường độ thấm; A - hệ số phụ thuộc vào độ rỗng của đất, mật độ rễ cây; GI- chỉ số phát triển thực vật, phụ thuộc vào nhiệt độ không khí và loại cây; f_c

+ Lưu vực được chia thành các lưu vực bộ phận. Mỗi một bộ phận lưu vực có lượng mưa tương đối đồng nhất và được diễn toán riêng.

+ Lượng mưa được xác định theo trung bình tỷ lệ các điểm mưa như công thức

$$\bar{X} = \frac{\sum \alpha_i \cdot X_i}{\sum \alpha_i} \quad (1.15)$$

trong đó: X là lượng mưa tại các trạm đo mưa; n là số trạm mưa; α là hệ số tỷ lệ hay trọng số xác định từ phần diện tích không chế của từng trạm mưa.

+ Lượng tổn thất xác định bằng công thức tính thấm của Phillip hoặc mô hình thấm Green_Amp.

+ Lượng mưa hiệu quả xác định bằng cách khấu trừ tổn thất ở trên hoặc theo phương pháp SCS.

+ Hàm tập trung được xác định theo đường đơn vị tổng hợp SCS, Snyder hay Clark để được lượng dòng chảy của từng lưu vực con.

+ Các dòng chảy của các lưu vực con được tập hợp lại và diễn toán tiếp tục xuống hạ lưu theo mô hình Muskingum hay sóng động học. Trên đoạn sông diễn toán sẽ được bổ sung lượng dòng chảy khu giữa như một lưu vực con.

+ Diễn toán liên tục như vậy được dòng chảy ở mặt cắt không chế.

Mô hình HEC-1 có khả năng mô phỏng đường quá trình trên lưu vực nhưng việc tối ưu hoá của mô hình chỉ xét được trên từng đoạn nhỏ một mà không tối ưu đồng thời bộ thông số trên toàn hệ thống.

1.3.3. Mô hình sóng động học một chiều [1, 7, 13]

Mô hình sóng động học áp dụng cho dòng chảy sườn dốc và lòng dẫn có dạng sau:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad (1.16)$$

$$Q = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2} A \quad (1.17)$$

trong đó: Q - Lưu lượng dòng chảy sườn dốc hoặc trong sông; q - Lượng mưa sinh dòng chảy đối với dòng chảy sườn dốc và lượng nhập khu giữa đối với lòng dẫn; A - Mặt cắt của dòng chảy trên sườn dốc hay lòng dẫn; S - Độ dốc sườn dốc hoặc độ dốc lòng sông.

Việc khảo sát phương trình (1.16) và (1.17) đã được tiến hành trong nhiều công trình nghiên cứu và rút ra kết luận là thích hợp nhất đối với dòng chảy sườn dốc và thích hợp với lòng dẫn có độ dốc tương đối lớn. một trong các cách tiệm cận mô phỏng dòng chảy sườn dốc bằng mô hình sóng động học một chiều có nhiều triển vọng nhất là mô hình phần tử hữu hạn.

1.4. MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN SÓNG ĐỘNG HỌC ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA VIỆC SỬ DỤNG ĐẤT TRÊN LƯU VỰC ĐẾN DÒNG CHẢY

1.4.1. Giả thiết

Để xấp xỉ lưu vực sông bằng các phần tử hữu hạn, lòng dẫn được chia thành các phần tử lòng dẫn và sườn dốc được chia thành các dải tương ứng với mỗi phần tử lòng dẫn sao cho: trong mỗi dải dòng chảy xảy ra độ lệch với dải khác và có hướng vuông góc với hướng dòng chảy lòng dẫn trong phần tử lòng dẫn. Trong mỗi dải lại chia ra thành các phần tử sườn dốc sao cho độ dốc sườn dốc trong mỗi phần tử tương đối đồng nhất. Việc mô phỏng lưu vực bằng các phần tử hữu hạn như vậy cho phép chuyển bài toán 2 chiều (2D) trên sườn dốc thành bài toán 1 chiều (1D) trên sườn dốc và trong sông. Vì vậy, cho phép áp dụng mô hình sóng động học một chiều cho từng dải sườn dốc.

Mô hình phần tử hữu hạn sóng động học đánh giá tác động của việc sử dụng đất trên lưu vực đến dòng chảy được xây dựng dựa trên hai phương pháp: phương pháp phần tử hữu hạn và phương pháp SCS.

1.4.2. Phương pháp SCS về tổn thất dòng chảy [13]

Cơ quan bảo vệ thổ những Hoa Kỳ (1972) đã phát triển một phương pháp để tính tổn thất dòng chảy từ mưa rào (gọi là phương pháp SCS). Ta đã thấy, trong một trận mưa rào, độ sâu mưa hiệu dụng hay độ sâu dòng chảy trực tiếp P_e không bao giờ vượt quá độ sâu mưa P . Tương tự như vậy, sau khi quá trình dòng chảy bắt đầu, độ sâu nước bị cầm giữ có thực trong lưu vực, F_a bao giờ cũng nhỏ hơn hoặc bằng một độ sâu nước cầm giữ có thực trong lưu vực, mặt khác F_a bao giờ cũng nhỏ hơn hoặc bằng một độ sâu nước cầm giữ tiềm năng tối đa nào đó S (hình 1.4). Đồng

thời còn có một lượng I_a bị tổn thất ban đầu nên không sinh dòng chảy, đó là lượng tổn thất ban đầu trước thời điểm sinh nước đọng trên bề mặt lưu vực. Do đó, ta có lượng dòng chảy tiềm năng là $P - I_a$. Trong phương pháp SCS, người ta giả thiết rằng tỉ số giữa hai đại lượng có thực P_e và F_a thì bằng với tỉ số giữa hai đại lượng tiềm năng $P - I_a$ và S . Vậy ta có:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (1.18)$$

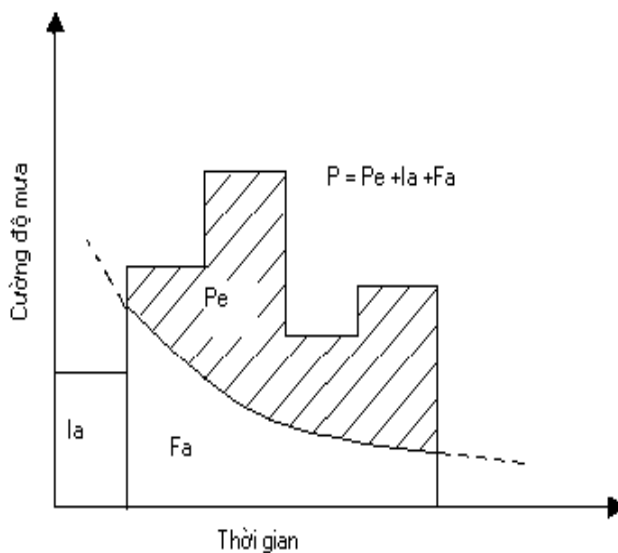
Từ nguyên lí liên tục, ta có:

$$P = P_e + I_a + F_a \quad (1.19)$$

Kết hợp (1.18) và (1.19) để giải P_e

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (1.20)$$

Đó là phương trình cơ bản của phương pháp SCS để tính độ sâu mưa hiệu dụng hay dòng chảy trực tiếp từ một trận mưa rào.



Hình 1.4: Các biến số có tổn thất dòng chảy trong phương pháp SCS:

I_a - độ sâu tổn thất ban đầu, P_e - độ sâu mưa hiệu dụng, F_a - độ sâu thấm liên tục, P - tổng độ sâu mưa.

Qua nghiên cứu các kết quả thực nghiệm trên nhiều lưu vực nhỏ, người ta đã xây dựng được quan hệ kinh nghiệm :

$$I_a = 0,2S$$

Trên cơ sở này, ta có :

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (1.21)$$

Lập đồ thị quan hệ giữa P và P_e bằng các số liệu của nhiều lưu vực, người ta đã tìm ra được họ các đường cong. Để tiêu chuẩn hoá các đường cong này, người ta sử dụng số hiệu của đường cong, CN làm thông số. Đó là một số không thứ nguyên, lấy giá trị trong khoảng $0 \leq CN \leq 100$. Đối với các mặt không thấm hoặc mặt nước, $CN = 100$; đối với các mặt tự nhiên, $CN < 100$. Số hiệu của đường cong và S liên hệ với nhau qua phương trình :

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{ (inch)} \quad \text{hay} \quad S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \text{ (mm)} \quad (1.22)$$

Các số hiệu của đường cong, CN đã được cơ quan bảo vệ thổ nhưỡng Hoa Kỳ lập thành bảng tính sẵn dựa trên phân loại đất và tình hình sử dụng đất.

1.4.3. Phương pháp phần tử hữu hạn. [11]

Việc áp dụng lý thuyết phần tử hữu hạn để tính toán dòng chảy được Zienkiewicz và Cheung (1965) khởi xướng. Các tác giả đã sử dụng phương pháp này để phân tích vấn đề dòng chảy thấm. Nhiều nhà nghiên cứu khác cũng đã áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn để giải quyết các vấn đề của dòng chảy Oden và Somogyi (1969), Tong (1971).

Judah (1973) đã tiến hành việc phân tích dòng chảy mặt bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Tác giả đã sử dụng phương pháp số dư của Galerkin trong việc xây dựng mô hình diễn toán lũ và đã thu được kết quả thoả mãn khi mô hình được áp dụng cho lưu vực sông tự nhiên. Tác giả cho rằng mô hình phần tử hữu hạn dạng này gặp ít khó khăn khi lưu vực có hình học phức tạp, sử dụng đất đa dạng và phân bố mưa thay đổi. Phương pháp phần tử hữu hạn kết hợp với phương pháp Galerkin còn được Al-Mashidani và Taylor (1974) áp dụng để giải hệ phương trình dòng chảy mặt ở dạng vô hướng. So với các phương pháp số khác, phương pháp phần tử

hữu hạn được coi là ổn định hơn, hội tụ nhanh hơn và đòi hỏi ít thời gian chạy hơn. Cooley và Moin (1976) cũng áp dụng phương pháp Galerkin khi giải bằng phương pháp phần tử hữu hạn cho dòng chảy trong kênh hở và thu được kết quả tốt. ảnh hưởng của các kỹ thuật tổng hợp thời gian khác nhau cũng được đánh giá.

Phương pháp phần tử hữu hạn đặc biệt được ứng dụng vào việc đánh giá ảnh hưởng của những thay đổi trong sử dụng đất đến dòng chảy lũ vì lưu vực có thể được chia thành một số hữu hạn các lưu vực con hay các phần tử. Những đặc tính thủy văn của một hoặc tất cả các phần tử có thể được thay đổi để tính toán các tác động đến phản ứng thủy văn của toàn bộ hệ thống lưu vực.

1.4.4. Xây dựng mô hình [11]

Desai và Abel (1972) đã kể ra những bước cơ bản trong phương pháp phần tử hữu hạn như sau:

1. Rời rạc hoá khối liên tục.
2. Lựa chọn các mô hình biến số của trường.
3. Tìm các phương trình phần tử hữu hạn.
4. Tập hợp các phương trình đại số cho toàn bộ khối liên tục đã được rời rạc hoá.
5. Giải cho vector của các biến của trường tại nút.
6. Tính toán các kết quả của từng phần tử từ biên độ của các biến của trường tại nút.

Những bước này sẽ được sử dụng trong việc phát triển mô hình dòng chảy mặt và dòng chảy trong sông sau đây.

Rời rạc hoá khối liên tục

Khối liên tục, tức là hệ thống vật lý đang nghiên cứu được chia thành một hệ thống tương đương gồm những phần tử hữu hạn. Việc rời rạc hoá thực sự là một quá trình cân nhắc vì số lượng, kích thước và cách sắp xếp của các phần tử hữu hạn đều có liên quan đến chúng. Dù vậy cần xác định một phần tử theo một cách sao cho bảo toàn được tính chất đồng nhất thủy văn trong mỗi phần tử. Tính chất đồng nhất thủy lực cũng là một mục tiêu cần xem xét khi tạo ra lưới phần tử hữu hạn. Có thể sử dụng một số lượng lớn các phần tử, nhưng số lượng các phần tử thường hạn chế do những hạn chế về thời gian và kinh tế.

Lựa chọn mô hình biến số của trường

Bước này bao gồm việc lựa chọn các mẫu giả định về các biến của trường trong từng phần tử và gán các nút cho từng phần tử. Các hàm số mô phỏng xấp xỉ sự phân bố của các biến của trường trong từng phần tử hữu hạn là các phương trình thủy động học liên tục và động lượng. Hệ phương trình này đã được chứng tỏ có thể áp dụng được cho cả dòng chảy trên mặt và dòng chảy trong kênh.

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad (1.23)$$

Phương trình động lượng

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) = gA(S - S_f) - gA \frac{\partial y}{\partial x} \quad (1.24)$$

trong đó: Q - Lưu lượng trên bãi dòng chảy trên mặt hoặc trong kênh; q - dòng chảy bổ sung ngang trên một đơn vị chiều dài của bãi dòng chảy (mưa vượt thấm đối với bãi dòng chảy trên mặt và và đầu ra của dòng chảy trên mặt đối với kênh dẫn); A - Diện tích dòng chảy trong bãi dòng chảy trên mặt hoặc trong kênh dẫn; x - khoảng cách theo hướng dòng chảy; t thời gian; g gia tốc trọng trường; S độ dốc đáy của bãi dòng chảy; S_f độ dốc ma sát; y độ sâu dòng chảy.

Việc xấp xỉ sóng động học được áp dụng đối với phương trình động lượng. Đó là sự lựa chọn tốt nhất vì các điều kiện biên và điều kiện ban đầu chỉ cần áp dụng đối với phương trình liên tục. Tính đúng đắn của quá trình này đã được nói đến trong nhiều tài liệu (*Lighthill và Witham, 1955; Woolhiser và Liggett, 1967*).

Việc xấp xỉ động học đòi hỏi sự cân bằng giữa các lực trọng trường và quán tính trong phương trình động lượng và dòng chảy là hàm số chỉ phụ thuộc vào độ sâu. Do đó phương trình động lượng có thể rút gọn về dạng:

$$S = S_f \quad (1.25)$$

Phương trình (1.15) có thể biểu diễn dưới dạng phương trình dòng chảy đều như phương trình Chezy hoặc Manning. Phương trình Manning được chọn cho việc giải này:

$$Q = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2} A \quad (1.26)$$

trong đó: R - bán kính thủy lực (diện tích/chu vi ướt); n - hệ số nhám Manning.

Sau khi xấp xỉ sóng động học sẽ còn lại hai biến của trường cần xác định là A và Q . Cả hai đều là những đại lượng có hướng, do vậy có thể áp dụng sơ đồ một chiều. Khi được biểu diễn trong dạng ẩn tại các điểm nút, A và Q có thể được coi là phân bố trong từng phần tử theo x như sau:

$$A(x,t) \approx A^*(x,t) = \sum_{i=1}^n N_i(x) A_i(t) = [N]\{A\} \quad (1.27)$$

$$Q(x,t) \approx Q^*(x,t) = \sum_{i=1}^n N_i(x) Q_i(t) = [N]\{Q\} \quad (1.28)$$

trong đó: $A_i(t)$ - diện tích, là hàm số chỉ phụ thuộc vào thời gian; $Q_i(t)$ - lưu lượng, hàm số chỉ phụ thuộc vào thời gian; $N_i(x)$ - hàm số nội suy; n - số lượng nút trong một phần tử.

Đối với một phần tử đường một chiều, $n = 2$ và:

$$A^*(x,t) = N_i(x) A_i(t) + N_{i+1}(x) A_{i+1}(t) \quad (1.29)$$

$$Q^*(x,t) = N_i(x) Q_i(t) + N_{i+1}(x) Q_{i+1}(t) \quad (1.30)$$

trong đó: $N_i(x) = \frac{x_{i+1} - x}{\Delta x_i}$ và $N_{i+1}(x) = \frac{x - x_i}{\Delta x_i}$ với $x \in (x_i, x_{i+1})$

Các hàm nội suy thường được coi là các hàm tọa độ vì chúng xác định mối quan hệ giữa các tọa độ tổng thể và địa phương hay tự nhiên. Các hàm nội suy đối với các phần tử đường đã được bàn luận tương đối kỹ trong nhiều bài viết về phần tử hữu hạn (*Desai và Abel, 1972; Huebner, 1975*).

Tìm hệ phương trình phần tử hữu hạn

Việc tìm các phương trình phần tử hữu hạn bao gồm việc xây dựng hệ phương trình đại số từ tập hợp các phương trình vi phân cơ bản. Có 4 quy trình thường được sử dụng nhất là phương pháp trực tiếp, phương pháp cân bằng năng lượng, phương pháp biến thiên và phương pháp số dư có trọng số.

Phương pháp số dư có trọng số của Galerkin được lựa chọn cho việc thiết lập các phương trình vì phương pháp này đã được chứng tỏ là một phương pháp tốt đối với các bài toán về dòng chảy mặt (Judah, 1973; Taylor và nnk, 1974).

Phương pháp Galerkin cho rằng tích phân:

$$\int_D N_i R \, dD = 0 \quad (1.31)$$

trong đó: D - khối chứa các phần tử; R - số dư sẽ được gán trọng số trong hàm nội suy N_i .

Do phương trình (1.31) được viết cho toàn bộ không gian nghiệm nên nó có thể được áp dụng cho từng phần tử như dưới đây, ở đó hàm thử nghiệm sẽ được thay thế vào phương trình (1.31) và lấy tích phân theo từng phần tử của không gian:

$$\sum_{i=1}^{NE} \int_{D_e} \left\{ N_i \left[\frac{\partial Q}{\partial x} + \dot{A} - q \right] \right\} dD_e = 0 \quad (1.32)$$

trong đó: NE - số phần tử trong phạm vi tính toán, \dot{A} - đạo hàm của diện tích theo thời gian, D_e - phạm vi của một phần tử.

Xét riêng một phần tử, phương trình (1.32) trở thành:

$$\int_{D_e} \left[N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \{Q\} + N_i N_j \{\dot{A}\} - N_i q \right] dD_e = 0 \quad (1.33)$$

Đối với 1 phần tử là đoạn thẳng, phương trình này có thể viết như sau

$$\int_{x_1}^{x_2} \left[N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \{Q\} + N_i N_j \{\dot{A}\}_i - N_i q \right] dx = 0 \quad (1.34)$$

Lấy tích phân của từng số hạng trong (1.34):

$$\int_{x_1}^{x_2} \left(N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \right) dx \{Q\} = \int_{x_1}^{x_2} \begin{bmatrix} N_1 \frac{\partial N_1}{\partial x} & N_1 \frac{\partial N_2}{\partial x} \\ N_2 \frac{\partial N_1}{\partial x} & N_2 \frac{\partial N_2}{\partial x} \end{bmatrix} dx \{Q\}$$

$$\int_{x_1}^{x_2} N_1 \frac{\partial N_1}{\partial x} dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} \right) dx = - \int_{x_1}^{x_2} \frac{x - x_1}{(x_2 - x_1)^2} dx = - \frac{1}{2}$$

Tương tự, lấy tích phân của tất cả các số hạng khác, cuối cùng nhận được:

$$\int_{x_1}^{x_2} \left(N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \right) dx \{Q\} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \{Q\} = [F_Q] \{Q\}$$

$$\int_{x_1}^{x_2} (N_i N_j) dx \{ \dot{A} \} = \Delta x \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \{ \dot{A} \} = [F_A] \{ A \}$$

$$\int_{x_1}^{x_2} N_i dx q = \Delta x q \begin{Bmatrix} \frac{1}{2} \\ 2 \\ \frac{1}{2} \end{Bmatrix} = q \{ F_q \}$$

Kết hợp cả ba số hạng trên ta được phương trình đối với một phần tử hữu hạn tuyến tính:

$$[F_A] \{ \dot{A} \} + [F_Q] \{ Q \} - q \{ F_q \} = 0 \quad (1.35)$$

Nếu đạo hàm của diện tích theo thời gian được lấy xấp xỉ ở dạng:

$$\dot{A}(t) = [A(t+\Delta t) - A(t)]/\Delta t$$

Phương trình (1.35) trở thành:

$$\frac{1}{\Delta t} [F_A] \{ A \}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [F_A] \{ A \}_t + [F_Q] \{ Q \} - q \{ F_q \} = 0 \quad (1.36)$$

Tổng hợp hệ phương trình đại số cho toàn bộ miền tính toán:

Hệ phương trình thiết lập cho lưới phần tử hữu hạn gồm n phần tử được thiết lập sao cho có thể bao hàm được toàn bộ số phần tử. Ở đây, do các dải được diễn toán một cách độc lập nên phương trình tổng hợp cần phải viết cho từng dải và từng kênh dẫn. Quá trình tổng hợp hệ phương trình cho n phần tử tuyến tính với (n+1) nút được thực hiện như sau:

Viết phương trình (1.36) cho n phần tử tuyến tính ta có phương trình dạng:

$$\frac{1}{\Delta t} [F_A] \{ A \}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [F_A] \{ A \}_t + [F_Q] \{ Q \} - q \{ F_q \} = 0 \quad (1.37)$$

trong đó:

$$[F_A] = \begin{bmatrix} \frac{l_1}{3} & \frac{l_1}{6} & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ \frac{l_1}{6} & \frac{l_1}{3} + \frac{l_2}{3} & \frac{l_2}{6} & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ 0 & \frac{l_2}{6} & \frac{l_2}{3} + \frac{l_3}{3} & \frac{l_3}{6} & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{l_3}{6} & \frac{l_3}{3} + \frac{l_4}{3} & \frac{l_4}{6} & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{l_4}{6} & \frac{l_4}{3} + \frac{l_5}{3} & \frac{l_5}{6} & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{l_5}{6} & \frac{l_5}{3} + \frac{l_6}{3} & \frac{l_6}{6} & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 & \frac{l_{n-2}}{6} & \frac{l_{n-2}}{3} + \frac{l_{n-1}}{3} & \frac{l_{n-1}}{6} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & \frac{l_{n-1}}{6} & \frac{l_{n-1}}{3} + \frac{l_n}{3} & \frac{l_n}{6} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 & \frac{l_n}{6} & \frac{l_n}{3} \end{bmatrix}$$

$$F_Q = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

$$\{f_q\} = \left\{ \begin{array}{c} \frac{l_1 q_1}{2} \\ \frac{l_1 q_1}{2} + \frac{l_2 q_2}{2} \\ \frac{l_2 q_2}{2} + \frac{l_3 q_3}{2} \\ \frac{l_3 q_3}{2} + \frac{l_4 q_4}{2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \frac{l_{n-1} q_{n-1}}{2} + \frac{l_n q_n}{2} \\ \frac{l_n q_n}{2} \end{array} \right\}$$

Trong đó các chỉ số của A và Q là số thứ tự của nút, các chỉ số của l và q là các chỉ số của phần tử.

Giải hệ phương trình cho véc tơ các biến của trường tại các nút

Hệ phương trình phần tử hữu hạn (1.36) với các ẩn số là các biến tại các nút có thể được giải bằng phương pháp khử Gauss.

Hệ phương trình đại số tuyến tính có thể được giải trực tiếp bằng phép khử Gauss. Hệ phương trình phi tuyến cần phải giải thông qua các bước lặp. Các điều kiện ban đầu có thể làm hệ phương trình trở nên đơn giản hơn. Ví dụ đối với một dải chứa n phần tử tuyến tính và n+1 nút, trên các bãi dòng chảy sườn dốc của kênh tại thời điểm t=0, có một vài số hạng sẽ bằng 0. Phương trình phần tử hữu hạn trở thành:

$$\frac{1}{\Delta t} [F_A] \{A\}_{t+Dt} = \{f_q\} \quad (1.38)$$

Sau khi giải đồng thời hệ phương trình này tìm các ẩn {A}, phương trình Manning được sử dụng để tìm các ẩn {Q}.

Điều kiện biên tiếp theo có thể làm đơn giản hoá việc giải hệ phương trình là lưu lượng bằng 0 ở mọi thời điểm tại các biên trên hoặc tại các nút của các dải và kênh dẫn. Có một ngoại lệ là trường hợp tương tự như đối với 3 bãi dòng chảy

sườn dốc và 3 kênh dẫn khi lưu lượng ở mọi thời điểm t tại nút trên cùng của kênh thứ 3 là tổng của các lưu lượng tại các nút dưới của 2 kênh khác.

Các giá trị A và Q tìm được tại một bước thời gian sẽ được đưa vào phương trình phần tử hữu hạn để tìm các giá trị A , Q ở bước thời gian tiếp theo. Các giá trị $\{A\}_{t+\Delta t}$, $\{Q\}_{t+\Delta t}$ tại một bước thời gian tính toán sẽ trở thành các giá trị $\{A\}_t$ và $\{Q\}_t$ trong bước thời gian tính toán tiếp theo. Quá trình này được thực hiện cho đến khi tìm được kết quả cần thiết.

Tính toán các phần tử tạo thành từ biên độ của các biến của trường tại nút

Việc giải hệ các phương trình thường được sử dụng để tính toán các ẩn số bổ sung hay là các biến của trường thứ hai. Trong trường hợp này, phương trình Manning cho giá trị Q tại các nút sau khi các giá trị A đã được tính toán từ phương trình phần tử hữu hạn.

1.4.5. Chương trình diễn toán lũ

Trong chương trình đưa vào các đặc trưng thủy văn như độ dốc, hệ số Manning, mưa vượt thấm trong từng phần tử. Các công trình chậm lũ hoặc hồ chứa cũng có thể được mô hình hoá.

Đầu vào của quá trình diễn toán lũ là lượng mưa vượt thấm được tính theo phương pháp SCS.

Hệ số Manning của từng phần tử cũng được xác định theo cách lấy trung bình có trọng số. Độ dốc của từng phần tử có thể xác định theo bản đồ địa hình của khu vực. Độ dốc của các phần tử lòng dẫn có thể tìm được theo cách tương tự.

1.4.6. Kiểm tra mô hình [14]

Số liệu đo đạc dòng chảy từ các bãi dòng chảy sườn dốc của Crawford và Linsley (1966) đã được sử dụng để kiểm tra tính đúng đắn của chương trình diễn toán lũ đối với dòng chảy sườn dốc. Phương pháp xấp xỉ bằng phần tử hữu hạn cho kết quả có thể thoả mãn mặc dù việc lấy hệ số Manning biến đổi theo độ sâu có thể còn cho kết quả tốt hơn nữa.

Mô hình này còn có thể áp dụng cho cả lưu vực lớn trong tự nhiên (Ross, 1975). Các phép kiểm tra sự hội tụ, tính ổn định và ảnh hưởng của việc phân bố các lưới ô khác nhau đến dòng chảy lũ cũng được xét đến (Ross, 1975).

1.4.7. Nhận xét về mô hình

Với giả thiết của mô hình phân tử hữu hạn sóng động học có thể chia lưu vực ra thành các phân tử rất chi tiết, khi đó có thể tính toán mô phỏng dòng chảy sinh ra từ mưa ứng với từng phân tử của lưu vực, thông qua việc áp dụng mô hình sóng động học một chiều. Mưa hiệu quả trên lưu vực được tính thông qua phương pháp SCS, phương pháp này có tính đến cả tổn thất ban đầu cường độ thấm liên tục và độ ẩm trước lũ nên việc tính mưa hiệu quả theo phương pháp này là tương đối chính xác. Việc kết hợp mô hình phân tử hữu hạn sóng động học với phương pháp tính tổn thất do thấm SCS sẽ cho kết quả mô phỏng chính xác nhất. Hiện nay với công nghệ GIS việc chia lưu vực thành các phân tử và xác định thông số lưu vực đã có thuận lợi, song công nghệ này mới bước đầu được đưa vào ứng dụng trong thủy văn ở nước ta và các bản đồ sử dụng là các bản đồ chuyên ngành, chưa sử dụng tiêu chí SCS do vậy việc nhận thông số từ các phân tử còn gặp khó khăn. Tuy nhiên với ưu điểm của nó, nên khoá luận này lựa chọn mô hình phân tử hữu hạn sóng động học trên để mô phỏng dòng chảy và đánh giá tác động của việc sử dụng đất đến dòng chảy cho lưu vực sông Trà Khúc.

Chương 2

ĐIỀU KIỆN ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN

LƯU VỰC SÔNG TRÀ KHÚC - TRẠM SƠN GIANG

2.1. VỊ TRÍ ĐỊA LÝ

Lưu vực sông Trà Khúc hầu hết nằm trong địa phận tỉnh Quảng Ngãi với tổng diện tích là 2440 km² (tính đến trạm Sơn Giang). Sông có hướng chung là Tây Nam - Đông Bắc, nằm trong vị trí

108⁰08'45" đến 108⁰39'7" kinh độ Đông và

14⁰33' đến 15⁰17'34" vĩ độ Bắc.

Phía Bắc lưu vực sông Trà Khúc là lưu vực sông Trà Bồng thuộc địa phận tỉnh Quảng Nam, phía Tây giáp địa phận tỉnh Kon Tum có dãy núi Ngọc Cơ Rinh cao 2050 m, phía Nam giáp lưu vực sông Côn thuộc địa phận tỉnh Bình Định, và phía Đông giáp biển, (Hình 2.1). [2, 9]

2.2. ĐỊA HÌNH

Địa hình lưu vực chủ yếu là loại địa hình miền núi thuộc sườn đông của dãy Trường Sơn Nam và vùng đồng bằng do sông Trà Khúc tạo nên. Địa hình lưu vực sông Trà Khúc nghiêng từ Tây, Tây nam sang Đông và Đông Bắc.

Đường phân nước của lưu vực có độ cao từ 150 m - 1760 m, chạy dọc theo các núi: núi thượng Quảng Ngãi và thượng Kon Tum với hai đỉnh cao là Núi Chúa cao 1362 m ở phía Bắc và Ngọc Cơ Rinh cao 2025 m ở phía Tây - Tây Nam. Gần đường phân nước lưu vực có đỉnh núi Đá Vách cao 1098 m. ở phía Nam lưu vực là các núi có sườn thoải, đỉnh núi nhỏ hơn 1500 m. Phần địa hình miền núi có độ cao từ 1100 - 1800 m (vùng Sơn Hà); 800 - 1100 m (vùng Minh Long). Vùng chuyển tiếp miền núi đồng bằng có các đỉnh núi cao 200 - 300 m và đồi, vùng thung lũng và đồng bằng có độ cao dưới 10 m; ngoài ra còn có các cồn cát ven biển cao trên 10 m.

Địa hình miền núi chiếm gần 3/4 diện tích lưu vực, và rất dốc (khoảng 2/3 diện tích có độ dốc trên 25⁰) nên các dòng sông có độ dốc lớn với khả năng chia cắt, xâm thực rất lớn, (Hình 2.1).[2]

Hình 2.1. Bản đồ địa hình lưu vực sông Trà Khúc - Sơn Giang [2]

Hình 2.2. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2000 lưu vực sông Trà Khúc [4]

Hình 2.3. Bản đồ rừng năm 2000 lưu vực sông Trà Khúc [3]

2.3. ĐỊA CHẤT, THỔ NHƯỠNG

Đặc điểm thạch học của lưu vực gồm các thành tạo sau: Hệ tầng Sông Tranh (PR_{1st}): đá gơnai, đá phiến amphibol, biolit, amphibolit, migmatit, ở khu vực KonPlông; Hệ tầng Đucmia (PR_{1đm}): gơnai, đá phiến kết tinh, đá hoa migmatit, phân bố ở khu vực Mang Xim; Hệ tầng A vương (ϵ -0_{1av}): phylit, đá phiến lục, quartzit phân bố ở khu vực Sơn Trinh; Phức hệ Sông Re (γ _{1sr}): plagiogranit, granodiorit, granitmigmatit phân bố ở khu vực núi Đá Vách; Phức hệ Núi Chúa ((γ _{1nc}): granit, granodiorit, migmatit ở Đông Bắc núi Đá Vách, thành tạo bề mặt san bằng N₂ - Q₁: cuội, sỏi, cát, bột, sét ở khu vực Nghĩa Hành, Sơn Hà: thành tạo bazantleit có tuổi N₂ - Q₁ ở mũi Ba Làng An và Phú Nhiêu, ở phần thấp của lưu vực được cấu thành bởi các vật liệu: cuội, sỏi, cát, sét có nguồn gốc sông, sông - biển (aQ^{II-III}; amQ^{IV}) và cát có nguồn gốc gió biển. [6]

Phần trung du và thượng nguồn chủ yếu là đất đỏ vàng trên đá biến chất, đá sét tầng dày khoảng 30 cm. Các thung lũng và đồng bằng được cấu tạo bởi phù sa cổ, phù sa mới ngoài ra còn có loại đất xám và các chất bồi tích của sông, tầng dày 0,7 - 1,2 m. ở vùng đồng bằng có các loại đất như: cát, đất phù sa, đất xám và đất đỏ vàng. Đất xám và đất xám bạc màu nằm ở vùng cao, đất đỏ vàng phân bố rộng rãi ở miền núi, thành phần cơ giới nhẹ, thích hợp để trồng các loại cây công nghiệp, [4] (Hình 2.2).

2.4. THÂM THỰC VẬT

Lớp phủ thực vật đóng vai trò quan trọng đối với khả năng hình thành lũ lụt - đó là khả năng điều tiết nước. Rừng tự nhiên trên lưu vực bị tàn phá nghiêm trọng, do tình trạng chặt phá rừng, và tập quán sống du canh du cư phá rừng làm nương rẫy dẫn đến suy giảm diện tích rừng tự nhiên làm tăng độ xói mòn đất.

Bảng 2.1. Các đặc trưng lớp phủ thực vật trên lưu vực sông Trà Khúc [6]

Stt	Loại rừng	Diện tích (km ²)	Phần trăm diện tích (%)	Mức độ tán che
1	Rừng rậm thường xanh cây lá rộng nhiệt đới gió mùa ít bị tác động	86,9	2,74	> 90
2	Rừng rậm thường xanh cây lá rộng nhiệt đới gió mùa đã bị tác động	1045	32,25	70 ÷ 90
3	Rừng rụng lá cây lá rộng nhiệt đới gió mùa hoặc rừng lá kim	51,2	1,58	40 ÷ 50
4	Rừng thưa rụng lá hoặc trảng cây bụi có cây gỗ rải rác	1548,6	47,8	30 ÷ 40

5	Cây trồng nông nghiệp ngăn ngày xen dân cư	506,3	15,63	< 5
---	--	-------	-------	-----

Bảng 2.2 - Hiện trạng rừng năm 2000 lưu vực sông Trà Khúc [3]

Stt	Loại rừng	Diện tích (km ²)	Phần trăm diện tích (%)
1	Nương rẫy xen dân cư	122,8	5
2	Rừng tự nhiên dày	10,92	0,4
3	Đất trồng có cây gỗ rải rác	252,5	10,3
4	Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh, thưa	825	33,8
5	Đất trồng có cây bụi tre nứa rải rác, trồng có	956	39,2
6	Cây nông nghiệp ngăn vụ xen dân cư	136,5	5,6
7	Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh, trung bình	119,1	4,9
8	Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh, kín	17,25	0,7

Nói chung thực vật trên lưu vực sông Trà Khúc rất phong phú, trong đó có rất nhiều loại cây sinh sống. Đến năm 2000, diện tích rừng có tăng lên. Trong đó chủ yếu là rừng mới được trồng các loại cây tre nứa, cây lá kim, cây đặc sản. Nhưng diện tích đất trồng và cây bụi vẫn còn rất lớn, chiếm tỷ lệ khá lớn diện tích toàn lưu vực, [3] (Hình 2.3).

2.5. KHÍ HẬU [9]

Lưu vực sông Trà Khúc nằm trong vùng Trung Trung Bộ nên có đặc điểm chung của khí hậu Trung Trung Bộ thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, mùa hè nóng và mưa nhiều với nền nhiệt độ cao ít biến động.

Đây cũng là loại hình đặc biệt của khí hậu nhiệt đới gió mùa. Tuy nhiên do đặc điểm riêng của địa hình lưu vực sông Trà Khúc, nên ở đây thể hiện những nét riêng của đặc điểm khí hậu nhiệt đới gió mùa miền duyên hải sườn Đông dãy núi Trường Sơn Nam khu vực Trung Bộ: có mưa nhiều vào từ tháng IX đến tháng XII kết hợp với địa hình dốc gây ra lũ lụt nghiêm trọng và ít mưa từ tháng I đến tháng VIII gây hạn hán.

- Chế độ ánh sáng, mưa và độ ẩm phong phú. Tổng lượng bức xạ trong năm từ 140-150 kcal/năm. Số giờ nắng khoảng 2000 giờ/năm.

- Do ảnh hưởng của dãy núi Trường Sơn đã tạo ra hiệu ứng fon đối với gió mùa Tây Nam nóng và ẩm, bị tác động của dãy Trường Sơn đã tạo ra mưa sườn đón gió. Khi đi qua phía đông Trường Sơn, không khí trở nên khô nóng và gây ra thời

tiết nắng nóng kéo dài trong suốt các tháng mùa khô tại các tỉnh ven biển Miền Trung trong đó có lưu vực sông Trà Khúc - tỉnh Quảng Ngãi.

- Dãy núi Trường Sơn có vai trò chính trong việc làm "lệch pha" mùa mưa của Quảng Ngãi nói riêng và vùng duyên hải nói chung so với mùa mưa chung của cả nước.

- Vào cuối mùa hạ đầu mùa đông, gió mùa đông bắc đổi lập với hướng núi, cùng với các nhiễu động nhiệt đới như bão, xoáy thấp, hội tụ nhiệt đới và đới gió đông tạo nên mùa mưa và mùa lũ ở Quảng Ngãi và các tỉnh duyên hải Trung Bộ.

+ Cuối mùa hạ (từ tháng IX đến tháng XII), do hoạt động của nhiễu động nhiệt đới ở Nam Biển Đông. Khi gió mùa đông bắc chuyển xuống phía nam trong thời kỳ này sẽ gây ra mưa to đến rất to kéo dài trong nhiều ngày, làm xuất hiện các trận lũ lớn.

+ Giữa và cuối mùa đông (từ tháng I đến tháng III), các nhiễu động nhiệt đới lùi xa về xích đạo hoặc chưa di chuyển lên phía bắc, nên gió mùa đông bắc trong thời kỳ này chỉ gây ra mưa và mưa rào nhẹ không gây ra lũ lụt. Đây chính là mùa khô ở Quảng Ngãi.

+ Vào tháng IV, gió mùa đông bắc suy yếu dần, gió mùa tây nam và gió mùa đông nam bắt đầu hoạt động trở lại. Bị ảnh hưởng của dãy núi Trường Sơn tạo ra hiệu ứng fon lán cho Quảng Ngãi chịu thời kỳ khô nóng và hạn hán. Nếu gió mùa đông nam và các nhiễu động nhiệt đới hoạt động sớm, sẽ tạo ra một lượng mưa đáng kể trong các tháng IV đến tháng VIII.

Như vậy mùa mưa trên lưu vực sông Trà Khúc bắt đầu từ tháng IX kéo dài đến tháng XII, mùa khô từ tháng I đến tháng VIII hàng năm. Lượng mưa năm tập trung chủ yếu vào mùa mưa chính (IX-XII). Từ tháng IX đến tháng XII, lượng mưa ở vùng núi chiếm 65-70% tổng lượng mưa năm, vùng đồng bằng ven biển chiếm 75-80% lượng mưa năm. Trong đó hai tháng X và XI, lượng mưa rất lớn chiếm khoảng 45-61% lượng mưa năm.

2.6. MẠNG LƯỚI SÔNG SUỐI VÀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU THỦY VĂN

Sông Trà Khúc bắt nguồn từ vùng núi phía đông cao nguyên KonPlong có độ cao 1000m. Từ nguồn tới ngã ba nơi sông nhánh Đắc Rinh nhập lưu có tên là sông Re có độ dốc lòng sông đoạn thượng lưu rất lớn khoảng 50.6⁰/₀₀, mật độ lưới sông trên đoạn này khoảng 0.39 km/km² thuộc loại trung bình. Từ nguồn đến vĩ độ 14°40'

sông chảy theo hướng tây nam - đông bắc, tới ngã ba (sông Re và Đắc Sê Lô) sông chuyển hướng nam - bắc, tiếp tục chảy tới Thạch Nham dòng sông bị uốn khúc theo hướng chung là tây nam - đông bắc, từ Thạch Nham ra biển Sa Kỳ sông chảy theo hướng tây đông.

Hình 2.4. Bản đồ mạng lưới sông và phân bố trạm KTTV lưu vực sông Trà Khúc[5]

Sông Trà Khúc có diện tích lưu vực là 3240 km², chiều dài sông 135km, khoảng 2/3 chiều dài sông chảy qua vùng núi, và đồi cao.

Độ dốc bình quân lưu vực tương đối lớn, khoảng 23.9%. Trong đó lưu vực có độ dốc rất lớn như Đắc D Rinh 34.1% và phụ lưu số 1-Nước Ong là 31%

Độ dốc bình quân lòng sông khoảng 52.7 ‰, thuộc loại sông có độ dốc rất lớn. Các sông có độ dốc lớn như Đắc Re 50.6‰, Xã Diêu 126.7‰, và phụ lưu 1-Đắc Si Rô 176.3‰.

Mật độ lưới sông thuộc loại trung bình, khoảng 0.39 km/km². Trong đó sông Giang có mật độ lưới sông tương đối dày khoảng 0.86 km/km².

Sông Trà Khúc có 9 phụ lưu cấp I (Đắc Leng (đắc Re), Nước Lạc, Đắc Sê Lo, Tam Dinh, Xã Diêu, Tam Rao, Giang, Phước Giang và phụ lưu số 9), 5 phụ lưu cấp II (Đắc Tem, Đắc Si Rô, Đắc Sơ Rông, Đắc D Rinh và phụ lưu 4), 6 phụ lưu cấp III (phụ lưu 1-Đắc D Rinh, Đắc Rô Man, Đắc Ba, Nước Bá Mao, Nước Ong) và hai phụ lưu cấp IV (phụ lưu 1-Nước Ong và Nước Nia). Các phụ lưu lớn như Đắc Sê Lô (phụ lưu cấp I), Đắc D Rinh (phụ lưu cấp II), Nước Ong (phụ lưu cấp III). Từ Sơn Hà lên thượng lưu, sông Trà Khúc có dạng hình quạt, [5,9] (Hình 2.4).

Mùa lũ trên sông Trà Khúc xuất hiện từ tháng X - XII chiếm 66,5% lượng dòng chảy năm với $M_{lũ} = 1871 \text{ l/s.km}^2$. Tháng XI là tháng có dòng chảy sông ngòi lớn nhất chiếm 27,8% lượng dòng chảy năm với $M_{\text{thángmax}} = 235 \text{ l/s.km}^2$. Đây là tháng có tần suất xuất hiện bão và áp thấp nhiệt đới cao nhất ở vĩ độ này.

Lũ trên lưu vực sông Trà Khúc thường rất ác liệt, mang đậm tính chất lũ núi với các đặc tính: cường suất lũ lớn, đỉnh lũ cao và thời gian lũ (cả lũ lên và lũ xuống) ngắn.

Mực nước trên các triền sông tăng nhanh trong thời gian xuất hiện lũ, cường suất lũ ở thượng nguồn đạt 50 ÷ 70 cm/h còn ở hạ du đạt 30 cm/h, thậm chí có những trận lũ lớn đạt tới 100 cm/h. Moduyn đỉnh lũ trung bình trên lưu vực sông Trà Khúc đạt 2410 l/s.km² và moduyn đỉnh lũ lớn nhất đạt 7500 l/s.km² (ngày 3/XII/1986) - thuộc vào các lưu vực có moduyn đỉnh lũ lớn nhất Việt Nam. Do tác động của các nhiễu động thời tiết đi kèm với sự dịch chuyển của dải hội tụ nhiệt đới kết hợp với hoạt động của hoàn lưu Đông Bắc mạnh nên thường có mưa lớn trên diện rộng kéo dài nhiều ngày. Cùng với khả năng điều tiết trên lưu vực không lớn

và khả năng thoát nước của hạ du kém, vì vậy trên lưu vực sông Trà Khúc thường xuất hiện kếp với nhiều đỉnh, thời gian mực nước ở mức cao kéo dài gây ngập lụt nghiêm trọng cho thung lũng sông và vùng đồng bằng Quảng Ngãi.

Trung bình trong một năm thường xuất hiện 5 ÷ 7 trận lũ và tập trung nhất vào tháng X và XI. Với mức độ tương đối ổn định của nguồn ẩm gây mưa nên lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất tại trạm biến đổi không lớn biến đổi qua các năm với hệ số $C_v = 0,42$. Mặc dù với 19 năm quan trắc nhưng đã xuất hiện đỉnh lũ rất lớn ứng với tần suất xuất hiện $P = 0,7\%$ (3/XII/1986). [12]

Bảng 2.3 - Danh sách trạm khí tượng thủy văn đo mưa trên lưu vực sông Trà Khúc

Tên trạm	Loại trạm	Sông	Diện tích (km ²)	Vị trí		Năm bắt đầu	Hạng mục đo			
				Kinh độ	Vĩ độ		Mưa	H	Q	Các yếu tố khác
Quảng Ngãi	Khí tượng	Trà Khúc		108°47'	15°08'	1907	x			khí tượng
Sơn Giang	Thủy văn	Trà Khúc	2440	108°34'	15°02'	1976	x	x	x	phù sa
Sơn Hà	Đo mưa	Trà Khúc		108°34'	15°05'	1976	x			
Trà Khúc	Thủy văn	Trà Khúc		108°47'	15°08'	1976	x	x		
Giá Vực	Đo mưa	Trà Khúc		108°30'	14°42'	1978	x			
Cổ Luỹ	Đo mưa	Trà Khúc		108°53'	15°10'	1978	x			

Mạng lưới quan trắc thu thập số liệu khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Trà Khúc đã được tiến hành từ rất sớm. Từ những năm 1907, 1930 đã quan trắc lượng mưa tại thị xã Quảng Ngãi. Các hạng mục khí tượng khác được dần dần quan trắc từ các năm về sau. Sau năm 1975, việc tổ chức mạng lưới trạm va quan trắc các yếu tố khí tượng thủy văn mới thực sự được tiến hành đầy đủ hơn.

Lưới trạm khí tượng: Hiện nay trên lưu vực sông có một trạm khí tượng cơ bản là trạm khí tượng Quảng Ngãi.

Lưới trạm thủy văn: Trên lưu vực đã có 1 trạm thủy văn cơ bản đo lưu lượng nước là Sơn Giang, và 2 trạm thủy văn đo mực nước là Sơn Giang và Trà Khúc.

Lưới trạm quan trắc mưa: Trên lưu vực có 5 trạm đo mưa là: Giá Vực, Sơn Giang, Trà Khúc, Sơn Hà, Cổ Luỹ.

Nhìn chung về lưới trạm khí tượng thủy văn còn thiếu nhất là trạm thủy văn và trạm đo mưa vùng các sông nhánh trên đầu nguồn và núi cao.

Chương 3

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN SÓNG ĐỘNG HỌC ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA VIỆC SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG TRÀ KHÚC - TRẠM SƠN GIANG

3.1. MÔ TẢ VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU

3.1.1. Đánh giá tình hình tài liệu

Mưa: Tài liệu thu thập là mưa ngày và mưa giờ với thời đoạn là 6 giờ, gồm có 9 trận mưa gây lũ lớn tiêu biểu của các năm 1998, 1999 với thời gian của các trận như sau:

Trận 1 từ ngày 4/XI/1998 đến ngày 12/XI/1998.

Trận 2 từ ngày 17/XI/1998 đến ngày 25/XI/1998.

Trận 3 từ ngày 25/XI/1998 đến ngày 30/XI/1998.

Trận 4 từ ngày 9/XII/1998 đến ngày 13/XII/1998

Trận 5 từ ngày 22/X/1999 đến ngày 27/X/1999.

Trận 6 từ ngày 1/XI/1999 đến ngày 8/XI/1999.

Trận 7 từ ngày 12/XII/1999 đến ngày 18/XII/1999.

Trận 8 từ 1 giờ ngày 13/XI/1998 đến 1 giờ ngày 19/XI/1998.

Trận 9 từ 1 giờ ngày 19/XI/1998 đến 19 giờ ngày 25/XI/1998.

Thời gian của các trận mưa đơn và kép trung bình khoảng 5 đến 10 ngày đo tại trạm mưa Sơn Giang và Giá Vực. Tài liệu này do Viện KTTV cung cấp.

Số liệu dòng chảy: Số liệu thu thập được là giá trị dòng chảy tại cửa ra (trạm Sơn Giang) theo ngày và giờ tương ứng với thời gian từng trận mưa được cung cấp bởi trung tâm Viện KTTV.

Số liệu mặt đệm: Bao gồm bản đồ địa hình, bản đồ rừng, bản đồ sử dụng đất, và bản đồ mạng lưới thủy văn năm 2000.[2,3,4,5]

- Bản đồ địa hình: Là bản đồ các đường đồng mức tỷ lệ 1: 25 000 (Hình 2.1) được sử dụng để xét độ dốc và hướng dòng chảy phục vụ việc phân chia các đoạn sông, và phần tử. Ngoài ra bản đồ địa hình còn được dùng trong việc tính độ dốc lòng dẫn.

- Bản đồ rừng tỷ lệ 1: 25 000 mô tả hiện trạng các loại cây trồng và rừng tự nhiên trên lưu vực thể hiện như trong hình 2.3.

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất thể hiện trong hình 2.2. Trong bản đồ này mô tả tình hình sử dụng đất tại từng khu vực trên lưu vực, sử dụng để lấy hệ số CN theo phương pháp SCS.

- Bản đồ mạng lưới thủy văn được thể hiện trong hình 2.4 dùng để phân chia lưu vực thành các đơn vị thủy văn (lưu vực nhỏ) tương ứng với mỗi đoạn sông, các dải.

Các loại bản đồ trên đều đã được số hoá và có thể truy xuất dễ dàng qua các phần mềm GIS thông dụng. Trong khoá luận này chúng tôi sử dụng phần mềm MAPINFO.

3.1.2. Xử lý số liệu

Mô hình và nội dung của bài toán yêu cầu số liệu đầu vào với file số liệu cần các thông số và được xử lý như sau:

- **Tài liệu mưa:** Mưa ban đầu (Phụ lục 1.1) được cung cấp là giá trị mưa theo từng ngày và mưa thời đoạn 6 giờ của hai trạm, do vậy mưa trung bình trên toàn lưu vực được tính theo phương pháp trung bình có trọng số. Và theo yêu cầu số liệu đầu vào là mưa tích lũy theo giờ, nên từ số liệu mưa đã được tính trung bình trọng số từng ngày, thời đoạn 12 giờ và 6 giờ, tính lượng mưa tích lũy theo 24 giờ, 12 giờ, 6 giờ cho từng trận lũ tương ứng, sau khi tính tích lũy thì ta số liệu lũy tích mưa theo các trận mưa như trong bảng 3.1.

- **Tài liệu về dòng chảy:** Dòng chảy (Phụ lục 1.2) ứng với từng trận lũ được dùng để so sánh với giá trị dòng chảy mô phỏng sau khi chạy mô hình.

Bảng 3.1. Số liệu lũy tích mưa của 9 trận mưa

Trận 1 từ ngày 4/XI/1998 đến ngày 12/XI/1998										
Thời gian (h)	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216
ΣX	0	12.9	71.7	165.5	180.4	180.7	192.1	192.1	193.5	201.7
Trận 2 từ ngày 17/XI/1998 đến ngày 25/XI/1998										
Thời gian (h)	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216
ΣX	0	1.1	12.1	227.6	494.6	537.0	860.4	899.8	900.4	918.3
Trận 3 từ ngày 25/XI/1998 đến ngày 30/XI/1998										
Thời gian (h)	0	24	48	72	96	120	144	168		
ΣX	0	17.9	198	198	201.5	202.2	202.2	202.2		

Tài liệu mặt đệm: Lưu vực sông Trà Khúc được chia thành một lưới tính gồm các đoạn sông, dải lưu vực và các phần tử trên nguyên tắc phân tích tính đồng nhất về độ dốc sườn và hướng dòng chảy qua bản đồ địa hình và bản đồ mạng lưới thủy văn trên lưu vực. Bản đồ độ dốc được tích hợp từ bản đồ địa hình qua sử dụng phần mềm ILWIS với các vùng màu với các cấp độ dốc khác nhau. Căn cứ vào thực tiễn sử dụng đất bản đồ độ dốc lưu vực sông Trà Khúc chia thành 6 cấp: 0-3 độ; 3-8 độ; 8-15 độ, 15-30 độ và trên 30 độ, (Hình 3.1).

Bảng 3.1. Số liệu lũy tích mưa của 9 trận mưa (tiếp)

Trận 4 từ ngày 9/XII/1998 đến ngày 13/XII/1998										
Thời gian (h)	0	24	48	72	96	120				
ΣX	0	25.4	192.2	391.8	392	401.1				
Trận 5 từ ngày 22/X/1999 đến ngày 27/X/1999										
Thời gian (h)	0	24	48	72	96	120	144			
ΣX	0	7.1	130.9	252.9	282.8	308.2	324.7			
Trận 6 từ ngày 1/XI/1999 đến ngày 8/XI/1999										
Thời gian (h)	0	24	48	72	96	120	144	168	192	
ΣX	0	121.6	256.7	456.2	643.7	888.7	940.2	940.5	943.7	
Trận 7 từ ngày 12/XII/1999 đến ngày 18/XII/1999										
Thời gian (h)	0	24	48	72	96	120	144			
ΣX	0	36.1	87.1	118.5	123	215.8	220.3			
Trận 8 từ 1 giờ ngày 13/XI/1998 đến 1 giờ ngày 19/XI/1998										
Thời gian (h)	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108
ΣX	0	58.6	226.8	369.9	433.4	504.0	513.4	513.4	513.6	513.6
Thời gian (h)	120	132	144							
ΣX	513.6	514.2	524.3							
Trận 9 từ 1 giờ ngày 19/XI/1998 đến 19 giờ ngày 25/XI/1998										
Thời gian (h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
ΣX	0	26.6	48.6	133.2	208.8	275.4	360	430.6	474.9	494.7
Thời gian (h)	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114
ΣX	505.4	508.7	518.9	576.6	723.8	834.2	862.64	873.3	879.4	879.6
Thời gian (h)	120	126	132	138	144	150	156	162	168	
ΣX	879.9	880.5	880.8	881.8	886.8	938.8	967.8	978.2	983.6	

Phân đoạn sông: Từ bản đồ mạng lưới sông đã phân chia lưu vực sông Trà

Khúc thành 9 đơn vị thủy văn (9 lưu vực nhỏ) tương ứng với 9 đoạn sông, các lưu vực nhỏ này được ký hiệu từ I đến IX, chúng còn thể hiện được sự đồng nhất về độ dốc và khả năng tập trung nước, (Hình 3.2).

Hình 3.1. Bản đồ độ dốc lưu vực Trà Khúc - Sơn Giang

Hình 3.2. Sơ đồ phân đoạn sông trên lưu vực Trà Khúc - tr. Sơn Giang

Hình 3.3: Sơ đồ lưới các phân tử lưu vực sông Trà Khúc - tr. Sơn Giang

Bảng 3.2: Số dài của các đoạn sông lưu vực Trà Khúc - Sơn Giang

Lưu vực	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Số dài	3	8	6	6	6	3	3	3	1

Bảng 3.3: Các phân tử của lưu vực sông Trà Khúc - Sơn Giang

STT	Sông I	Sông II	Sông III	Sông IV	Sông V	Sông VI	Sông VII	Sông VIII	Sông IX
1	IL11	IIL11	IIIL11	IVL11	VL11	VIL11	VIIIL11	VIIIL11	IXL11
2	IL21	IIL12	IIIL12	IVL21	VL12	VIL12	VIIIL21	VIIIL21	IXR11
3	IL22	IIL13	IIIL13	IVL22	VL21	VIL21	VIIIL31	VIIIL31	
4	IL31	IIL14	IIIL14	IVL31	VL22	VIL22	VIIIR11	VIIIR11	
5	IR11	IIL21	IIIL21	IVL41	VL31	VIL31	VIIIR21	VIIIR21	
6	IR21	IIL22	IIIL22	IVL42	VL32	VIR11	VIIIR22	VIIIR31	
7	IR31	IIL23	IIIL23	IVL43	VL41	VIR21	VIIIR23		
8	IR32	IIL31	IIIL24	IVL44	VL42	VIR22	VIIIR31		
9		IIL32	IIIL31	IVL51	VL51	VIR31	VIIIR32		
10		IIL33	IIIL32	IVL52	VL52		VIIIR33		
11		IIL41	IIIL33	IVL61	VL61		VIIIR34		
12		IIL42	IIIL34	IVR11	VL62				
13		IIL51	IIIL41	IVR12	VR11				
14		IIL52	IIIL42	IVR21	VR12				
15		IIL61	IIIL51	IVR22	VR21				
16		IIL62	IIIL61	IVR31	VR22				
17		IIL71	IIIL62	IVR32	VR31				
18		IIL72	IIIL63	IVR33	VR32				
19		IIL81	IIIR11	IVR34	VR41				
20		IIR11	IIIR21	IVR35	VR42				
21		IIR21	IIIR31	IVR36	VR51				
22		IIR31	IIIR32	IVR41	VR52				
23		IIR41	IIIR33	IVR42	VR61				
24		IIR51	IIIR34	IVR43	VR62				
25		IIR61	IIIR35	IVR44					
26		IIR71	IIIR41	IVR45					
27		IIR81	IIIR42	IVR51					
28			IIIR43	IVR52					
29			IIIR44	IVR61					
30			IIIR45	IVR62					
31			IIIR51	IVR63					
32			IIIR61						
Tổng	8	27	32	31	24	9	11	6	2

Phân dài dòng chảy: Sau khi đã phân lưu vực thành các đoạn sông ta tiến hành chia đoạn sông thành các dài, sao cho trong mỗi dài dòng chảy xảy ra độc lập

với dải khác và có hướng vuông góc với hướng dòng chảy lòng dẫn trong phần tử lòng dẫn. Số thứ tự của các dải được tăng dần từ thượng lưu về hạ lưu của đoạn sông, sau khi đã phân dải thì ta được số dải ứng với các đoạn sông như bảng 3.2.

Phân chia các phần tử: Từ các dải của các đoạn sông như bảng trên ta tiến hành chia các dải ra thành các phần tử sườn dốc sao cho độ dốc sườn dốc trong mỗi phần tử tương đối đồng nhất. Theo giả thiết đó thì sau khi chia lưu vực sông Trà Khúc đến Sơn Giang ta được một lưới bao gồm 150 phần tử, số phần tử của các đoạn sông được ký hiệu theo thứ tự sau:

Các phần tử ở phía trái của lòng dẫn của dải được đặt tên là IL11... IXL11, Tương tự như vậy các phần tử của dải ở phía phải của lòng dẫn của dải được đánh số là: IR11... IXR11, trong đó ký hiệu số La Mã từ I đến IX - là chỉ số của đoạn sông, chữ cái L, R - là chỉ phần tử thuộc phía trái và phía phải của lòng dẫn, số tự nhiên thứ nhất là chỉ thứ tự của dải, số tự nhiên thứ hai là chỉ thứ tự của phần tử trong dải. Tên của các phần tử được thống kê trong bảng 3.3 và được thể hiện như hình 3.3.

Sau khi phân chia lưu vực thành các phần tử thì tiến hành tách từng phần tử của lưu vực ra được 150 phần tử như trên. Để tính toán các thông số trước hết tiến hành áp từng phần tử này vào các bản đồ độ dốc, bản đồ mạng lưới sông suối, bản đồ sử dụng đất và bản đồ rừng, rồi dùng nó để cắt riêng từng loại bản đồ ứng với các phần tử. Sau khi có bản đồ tương ứng với mỗi loại bản đồ, sử dụng phần mềm Mapinfo và Excel để tính các thông số từng loại bản đồ ứng với mỗi phần tử.

Tính độ dốc trung bình của phần tử: Từ các phần tử riêng rẽ đã được cắt trên bản đồ độ dốc tiến hành tính độ dốc trung bình của phần tử theo phương pháp trung bình trọng số, bằng cách đo diện tích của từng loại độ dốc mà có trong phần tử đó rồi dùng công thức tính trung bình có trọng số áp dụng cho tất cả các phần tử. Công đoạn tính toán này xử lý bởi MAPINFO và EXCEL ta thu được số liệu độ dốc trung bình của từng phần tử, thể hiện trong bảng 3.4.

Chiều dài, chiều rộng và diện tích của phần tử được xác định từ bản đồ số. Diện tích được đo trực tiếp, chiều dài của từng phần tử đo theo hướng dòng chảy và chiều rộng trung bình là tỷ số giữa diện tích từng phần tử và chiều dài. Công đoạn tính toán này xử lý bởi MAPINFO và EXCEL, thể hiện trong bảng 3.5.

Tìm hệ số CN của từng phần tử: Từ bản đồ sử dụng đất sau khi đã cắt riêng từng phần tử, tiến hành đo diện tích của từng màu ứng với mỗi loại sử dụng đất

trong phần tử, kết hợp với bảng phân loại đất rời tra bảng CN [13] để lấy và tính CN trung bình của từng phần tử theo công thức trung bình trọng số như bảng 3.6.

Hệ số nhám Manning n của từng phần tử được xác định dựa trên bản đồ rừng sau khi đã cắt riêng từng phần tử, tiến hành xác định diện tích của từng loại lớp phủ trong phần tử rồi tra giá trị n [13] và tính n trung bình của từng phần tử theo công thức trung bình có trọng số như bảng 3.6.

Bảng 3.4: Độ dốc trung bình của từng phần tử trên lưu vực

TT	Phần tử	Độ dốc	TT	Phần tử	Độ dốc
Sông I	IL11	0.072	Sông IV	IVL11	0.247
	IL21	0.119		IVL21	0.285
	IL22	0.252		IVL22	0.21
	IL31	0.258		IVL31	0.257
	IR11	0.144		IVL41	0.228
	IR21	0.297		IVL42	0.265
	IR31	0.345		IVL43	0.288
	IR32	0.215		IVL44	0.291
Sông II	IIL11	0.382		IVL51	0.215
	IIL12	0.143		IVL52	0.309
	IIL13	0.258		IVL61	0.351
	IIL14	0.293		IVR11	0.225
	IIL21	0.048		IVR12	0.318
	IIL22	0.348		IVR21	0.292
	IIL23	0.138		IVR22	0.283
	IIL31	0.394		IVR31	0.123
	IIL32	0.335		IVR32	0.137
	IIL33	0.203		IVR33	0.178
	IIL41	0.378		IVR34	0.256
	IIL42	0.276		IVR35	0.308
	IIL51	0.234	IVR36	0.276	
	IIL52	0.192	IVR41	0.198	
	IIL61	0.262	VR42	0.241	
	IIL62	0.223	VR43	0.248	
	IIL71	0.363	IVR44	0.213	
	IIL72	0.188	IVR45	0.154	
	IIL81	0.231	IVR51	0.209	
	IIR11	0.132	IVR52	0.288	
	IIR21	0.314	IVR61	0.152	
	IIR31	0.210	IVR62	0.307	
	IIR41	0.026	IVR63	0.328	
	IIR51	0.145	Sông V	VL11	0.287
IIR61	0.24	VL12		0.255	

	IIR71	0.268		VL21	0.300
	IIR81	0.255		VL22	0.186
Sông III	IIIL11	0.097		VL31	0.286
	IIIL12	0.113		VL32	0.251
	IIIL13	0,386		VL41	0.300
	IIIL14	0,386		VL42	0.186
	IIIL21	0,4		VL51	0.286

Bảng 3.4: Độ dốc trung bình của từng phần tử trên lưu vực (tiếp)

TT	Phần tử	CN	TT	Phần tử	CN
Sông III	IIIL22	0.258	Sông V	VL52	0.281
	IIIL23	0.281		VL61	0.329
	IIIL24	0.263		VL62	0.307
	IIIL31	0.166		VR11	0.260
	IIIL32	0.229		VR12	0.13
	IIIL33	0.327		VR21	0.239
	IIIL34	0.289		VR22	0.212
	IIIL41	0.233		VR31	0.230
	IIIL42	0.260		VR32	0.244
	IIIL51	0.210		VR41	0.336
	IIIL61	0.309		VR42	0.324
	IIIL62	0.307		VR51	0.433
	IIIL63	0.157	VR52	0.346	
	IIIR11	0.232	VR61	0.402	
	IIIR21	0.392	VR62	0.299	
	IIIR31	0.041	Sông VI	VIL11	0.353
	IIIR32	0.219		VIL12	0.223
	IIIR33	0.392		VIL21	0.226
	IIIR34	0.328		VIL22	0.109
	IIIR35	0.382		VIL31	0.135
	IIIR41	0.309		VIR11	0.125
	IIIR42	0.237		VIR21	0.281
	IIIR43	0.255		VIR22	0.054
	IIIR44	0.235	VIR31	0.055	
	IIIR45	0.31	Sông VII	VIII11	0.133
	IIIR51	0.252		VIII21	0.027
	IIIR61	0.07		VIII31	0.026

Sông VIII	VIIIL11	0.147		VIIR11	0.137
	VIIIL21	0.304		VIIR21	0.305
	VIIIL31	0.028		VIIR22	0.192
	VIIIR11	0.226		VIIR23	0.046
	VIIIR21	0.056		VIIR31	0.224
	VIIIR31	0.139		VIIR32	0.220
Sông IX	IXL11	0.149		VIIR33	0.356
	IXR11	0.026		VIIR34	0.192

Chiều dài lòng dẫn, độ dốc lòng dẫn của dải được xác định dựa trên bản đồ mạng lưới sông suối và bản đồ địa hình, thể hiện trong bảng 3.7.

Bảng 3.5. Các đặc trưng diện tích (F), chiều dài (L), chiều rộng (B) các phân tử

TT	Phân tử	F (m ²)	L (m)	B (m)	TT	Phân tử	F(m ²)	L (m)	B (m)
Sông I	IL11	4905000	2431	2017.69	Sông IV	IVL11	14780000	3800	3889.47
	IL21	12273000	4875	2517.54		IVL21	21273000	4900	4341.43
	IL22	12360000	3455	3577.42		IVL22	17278900	2700	6399.59
	IL31	12550000	4191	2994.51		IVL31	10210000	1700	6005.88
	IR11	12131000	4216	2877.37		IVL41	45271000	6300	7185.87
	IR21	4264160	2173	1962.34		IVL42	51440000	6700	7677.61
	IR31	17097000	3619	4724.23		IVL43	16881000	3200	5275.31
	IR32	16032300	3381	599.91		IVL44	21981000	5200	4227.12
Sông II	IIIL11	41103000	5190	7919.65		IVL51	11793390	5100	2312.43
	IIIL12	35650000	4083	8731.33		IVL52	21620000	4100	5273.17
	IIIL13	30283000	4117	7355.60		IVL61	11994200	2900	4135.93
	IIIL14	16770000	3996	4196.70		IVR11	10157000	3200	3174.06
	IIIL21	21705700	5200	4174.17		IVR12	13957000	2100	6646.19
	IIIL22	20309000	4700	4321.06		IVR21	6393000	2700	2367.78
	IIIL23	14310000	3696	3871.75		IVR22	12901000	3200	4031.56
	IIIL31	15905600	5700	2790.46		IVR31	20747000	4200	4939.76
	IIIL32	9704000	3500	2772.57		IVR32	24561000	3100	7922.90
	IIIL33	11666000	3200	3645.63		IVR33	31797000	3200	9936.56
	IIIL41	19070000	4500	4237.78		IVR34	53980000	5100	10584.31
	IIIL42	21260000	5600	3796.43		IVR35	31521000	3100	10168.06
	IIIL51	14725000	3500	4207.14	IVR36	22168000	2900	7644.14	
	IIIL52	23827000	5300	4495.66	IVR41	16016700	2900	5523.00	
	IIIL61	9416000	2800	3362.86	IVR42	20283530	2900	6994.32	
	IIIL62	17067000	4600	3710.22	IVR43	22445000	3000	7481.67	
	IIIL71	8430900	2200	3832.23	IVR44	53851820	6700	8037.59	
	IIIL72	7888000	1700	4640.00	IVR45	20728800	2800	7403.14	
	IIIL81	22725000	3300	6886.36	IVR51	7672000	4100	1871.22	
	IIIR11	15150000	3700	4094.59	IVR52	17015700	3500	4861.63	

	IIR21	20088000	4600	4366.96	Sông V	IVR61	12521000	4000	3130.25
	IIR31	21234000	5300	4006.42		IVR62	19577000	3700	5291.08
	IIR41	4605000	1900	2423.68		IVR63	41132000	7000	5876.00
	IIR51	20475000	3800	5388.16		VL11	28123000	5500	5113.27
	IIR61	16625000	4600	3614.13		VL12	11130000	5200	2140.38
	IIR71	19657000	4900	4011.63		VL21	10463000	3870	2703.62
	IIR81	4381000	1000	4381.00		VL22	15320000	4700	3259.57
	Sông III	IIIL11	18522000	3600		5145.00	VL31	8874200	3790
IIIL12		20901000	2400	8708.75	VL32	9251000	3900	2372.05	

Độ rộng lòng dẫn, độ dốc mái kênh và hệ số nhám lòng dẫn của dải là những thông số mô hình và được tối ưu trong quá trình mô phỏng cho từng dải trong lưu vực nhỏ, thể hiện ở File số liệu trong phụ lục 3.

Bảng 3.5. Các đặc trưng diện tích F, chiều dài L, chiều rộng B của các phần tử (tiếp)

TT	Phần tử	F (m ²)	L (m)	B (m)	TT	Phần tử	F (m ²)	L (m)	B (m)
Sông III	IIIL13	28329000	3600	7869.17	Sông V	VL41	19310300	4500	4291.18
	IIIL14	32592600	4000	8148.15		VL42	25860000	4200	6157.14
	IIIL21	27490000	3600	7636.11		VL51	34541000	5400	6396.48
	IIIL22	27449000	3100	8854.52		VL52	31381000	6900	4547.97
	IIIL23	19391000	2600	7458.08		VL61	10189900	2900	3513.76
	IIIL24	14633000	2500	5853.20		VL62	34711000	8300	4182.05
	IIIL31	13573000	3050	4450.16		VR11	12743400	3500	3640.97
	IIIL32	17934500	2600	6897.88		VR12	18570000	4800	3868.75
	IIIL33	14861000	1900	7821.58		VR21	17540000	3300	5315.15
	IIIL34	21872000	2600	8412.31		VR22	22460000	5400	4159.26
	IIIL41	10554000	5500	1918.91		VR31	17136000	3900	4393.85
	IIIL42	15573200	3500	4449.49		VR32	17500000	5300	3301.89
	IIIL51	14725000	2000	7362.50		VR41	18707000	4200	4454.05
	IIIL61	25991000	5500	4725.64		VR42	28164000	4300	6549.77
	IIIL62	19611000	3600	5447.50	VR51	18406000	4300	4280.47	
	IIIL63	8219000	1500	5479.33	VR52	16630000	3100	5364.52	
	IIIR11	22785000	2800	8137.50	VR61	11958000	3180	3760.38	
	IIIR21	14280000	3000	4760.00	VR62	23208000	4400	5274.55	
	IIIR31	43619000	5700	7652.46	Sông VI	VIL11	21796000	5100	4273.73
	IIIR32	28085000	6000	4680.83		VIL12	20870000	7200	2898.61
	IIIR33	16910000	3100	5454.84		VIL21	15259000	4200	3633.10
	IIIR34	15900500	3600	4416.81		VIL22	21500000	6100	3524.59
	IIIR35	28395000	6200	4579.84		VIL31	5161510	2050	2517.81
	IIIR41	4280000	3330	1285.29		VIR11	3225700	3280	983.45
	IIIR42	8769100	2450	3579.22		VIR21	10228800	4100	2494.83
	IIIR43	11671000	2110	5531.28		VIR22	24270000	3800	6386.84

	IIIR44	41964000	4900	8564.08		VIR31	9578100	5700	1680.37
	IIIR45	12964000	2400	5401.67	Sông VII	VIII11	9396400	3500	2684.69
	IIIR51	19444000	3000	6481.33		VIII21	10127600	4100	2470.15
	IIIR61	9274000	1500	6182.67		VIII31	835600	450	1856.89
Sông VIII	VIII11	14612300	3000	4870.77		VIII11	6290000	4800	1310.42
	VIII21	5542300	2310	2399.26		VIII21	15978300	3600	4438.42
	VIII31	4854000	1500	3236.00		VIII22	12340000	2580	4782.95
	VIIIR11	10289400	2300	4473.65		VIII23	14205900	3500	4058.83
	VIIIR21	4205000	1840	2285.33		VIII31	13921000	2600	5354.23
	VIIIR31	5812000	1650	3522.42		VIII32	15282000	2800	5457.86
Sông IX	IXL11	5725800	3150	1817.71		VIII33	18801900	4700	4000.40
	IXR11	2906210	2530	1148.70		VIII34	12525600	4310	2906.17

Bảng 3.6: Chỉ số CN trung bình và hệ số Manning n của các phần tử

TT	Phần tử	n	CN	TT	Phần tử	CN	n
Sông I	IL11	0,33	56,5	Sông IV	IVL11	51,5	0,374
	IL21	0,36	54,3		IVL21	54,1	0,360
	IL22	0,3	68		IVL22	66,8	0,305
	IL31	0,3	68		IVL31	49,7	0,379
	IR11	0,364	53,2		IVL41	49,3	0,354
	IR21	0,301	67,8		IVL42	50,8	0,375
	IR31	0,325	62,2		IVL43	50,1	0,371
	IR32	0,303	67,3		IVL44	54,3	0,344
Sông II	IIL11	0,373	51,3		IVL51	45	0,4
	IIL12	0,4	45		IVL52	45	0,33
	IIL13	0,4	45		IVL61	60,7	0,303
	IIL14	0,4	45		IVR11	55,4	0,355
	IIL21	0,386	47,8		IVR12	50,9	0,374
	IIL22	0,392	46,8		IVR21	49,9	0,379
	IIL23	0,4	45		IVR22	66,4	0,307
	IIL31	0,388	47,4		IVR31	45	0,4
	IIL32	0,323	65		IVR32	45	0,4
	IIL33	0,342	45,8		IVR33	46,2	0,395
	IIL41	0,4	45		IVR34	51,8	0,37
	IIL42	0,313	63,1		IVR35	54,4	0,359
	IIL51	0,326	62		IVR36	65,1	0,313
	IIL52	0,3	67,7		IVR41	46	0,395
	IIL61	0,3	68		VR42	56	0,352
	IIL62	0,304	67,5		VR43	62,9	0,322
	IIL71	0,322	64,3	IVR44	65,2	0,312	
	IIL72	0,316	66,1	IVR45	67,2	0,3	
	IIL81	0,335	60	IVR51	48,6	0,384	
	IIR11	0,4	45	IVR52	45,2	0,338	
	IIR21	0,391	47	IVR61	50,5	0,376	
	IIR31	0,325	58,5	IVR62	54,9	0,357	
	IIR41	0,3	51,8	IVR63	63,2	0,324	
	IIR51	0,316	47,1	Sông V	VL11	46,5	0,336
IIR61	0,33	52,8	VL12		45	0,3	
IIR71	0,333	60,4	VL21		45	0,336	
IIR81	0,3	68	VL22		45	0,3	
Sông III	IIIL11	0,354	42,2		VL31	46,1	0,325
	IIIL12	0,356	42,3		VL32	43	0,3
	IIIL13	0,386	45,6		VL41	55,4	0,3
	IIIL14	0,386	48,3		VL42	55,1	0,3
	IIIL21	0,4	45		VL51	46,3	0,3

Bảng 3.6: Chỉ số CN trung bình và hệ số Maning n của các phần tử (tiếp)

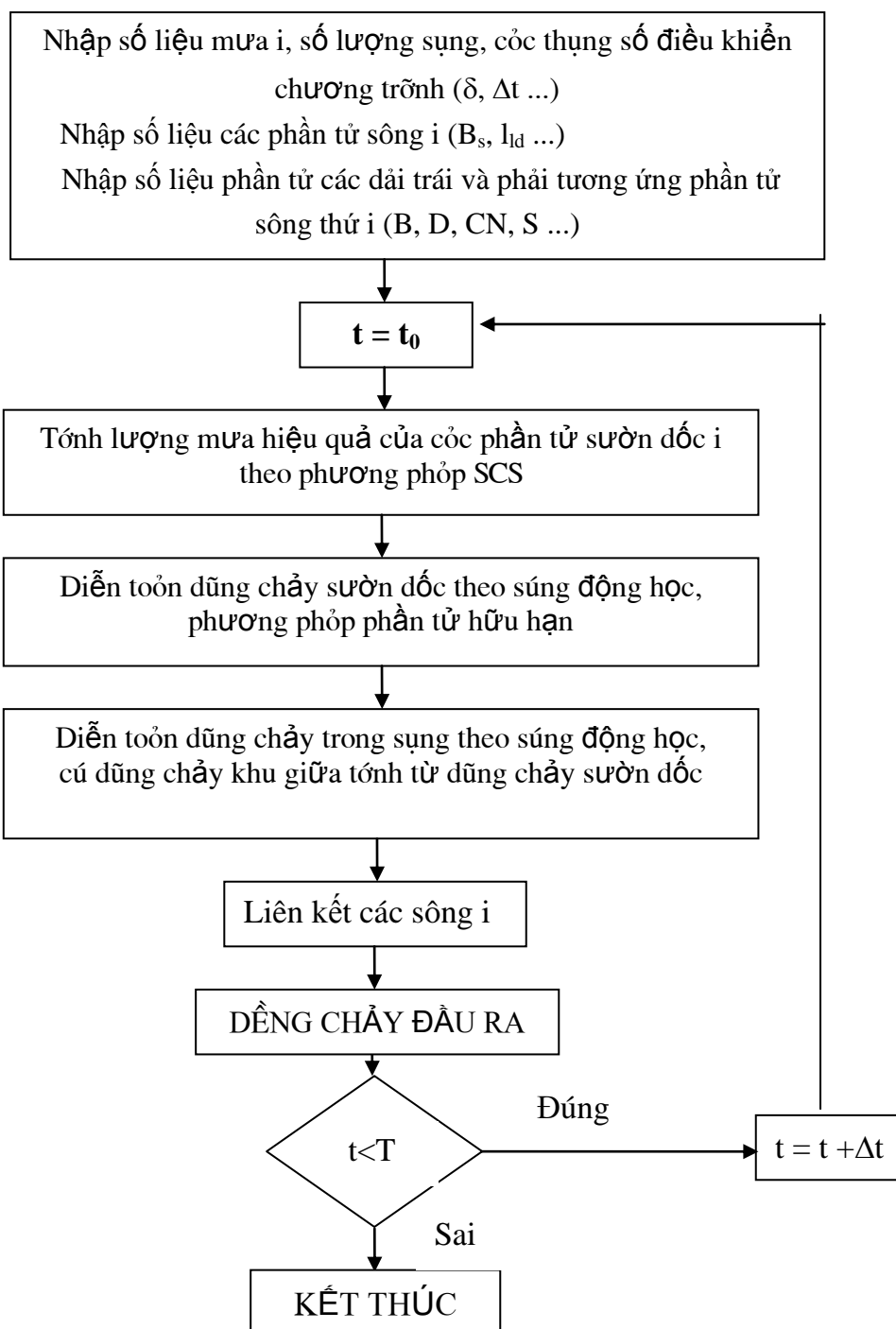
TT	Phần tử	n	CN	TT	Phần tử	CN	n
Sông III	IIIL22	0,398	45,6	Sông V	VL52	65,2	0,3
	IIIL23	0,329	61,4		VL61	45,4	0,3
	IIIL24	0,379	49,9		VL62	63,9	0,3
	IIIL31	0,371	51,7		VR11	40	0,313
	IIIL32	0,361	53,9		VR12	45	0,3
	IIIL33	0,352	56,1		VR21	45	0,335
	IIIL34	0,357	50		VR22	45	0,3
	IIIL41	0,338	59,2		VR31	45	0,310
	IIIL42	0,3	62,4		VR32	44,3	0,3
	IIIL51	0,326	62		VR41	51,4	0,364
	IIIL61	0,308	66,2		VR42	52,1	0,3
	IIIL62	0,357	54,9		VR51	58,6	0,341
	IIIL63	0,313	56		VR52	67,3	0,303
	IIIR11	0,4	45		VR61	48,6	0,384
	IIIR21	0,4	45	VR62	64,9	0,313	
	IIIR31	0,373	48,7	Sông VI	VIL11	48,5	0,3
	IIIR32	0,389	44,4		VIL12	68	0,3
	IIIR33	0,4	45		VIL21	65,1	0,3
	IIIR34	0,397	45,6		VIL22	66,7	0,311
	IIIR35	0,384	46,1		VIL31	67,9	0,301
	IIIR41	0,342	58,3		VIR11	66,8	0,31
	IIIR42	0,307	66,3		VIR21	67,3	0,304
	IIIR43	0,366	52,8		VIR22	65,1	0,324
	IIIR44	0,378	48,1		VIR31	62,5	0,327
	IIIR45	0,322	59,7		Sông VII	VIII11	47,4
	IIIR51	0,302	45,7	VIII21		47,9	0,301
IIIR61	0,324	56	VIII31	47,6		0,303	
Sông VIII	VIIIL11	0,33	63,9	VIIR11		43,5	0,337
	VIIIL21	0,328	62	VIIR21		48,1	0,387
	VIIIL31	0,314	66,3	VIIR22		47,6	0,353
	VIIIR11	0,303	67,6	VIIR23		47,3	0,341
	VIIIR21	0,327	64,7	VIIR31		48,3	0,386
	VIIIR31	0,31	66,8	VIIR32	49,4	0,381	
Sông IX	IXL11	0,305	67,4	VIIR33	45	0,378	
	IXR11	0,301	67,9	VIIR34	45,9	0,332	

Bảng 3.7. Các đặc trưng chiều dài lòng dẫn, độ dốc lòng dẫn của dải

TT	dai	L longdan	dodoclong	TT	dai	L longdan	dodoclong
Sông I	1	2500	0.08	Sông IV	1	6700	0.119
	2	3900	0.077		2	5400	0.037
	3	4000	0.025		3	6700	0.016
Sông II	1	3700	0.135		4	5500	0.036
	2	4100	0.049		5	5900	0.017
	3	3800	0.026		6	5900	0.017
	4	2900	0.015	Sông V	1	4000	0.05
	5	4700	0.009		2	3900	0.051
	6	4200	0.024		3	2500	0.040
	7	5500	0.018		4	7400	0.014
	8	5200	0.018		5	5200	0.005
Sông III	1	9100	0.0549		6	6300	0.005
	2	5200	0.0385	Sông VI	1	2100	0.0023
	3	7300	0.0137		2	7400	0.0023
	4	5100	0.0196		3	3500	0.0023
	5	7100	0.0076	Sông VII	1	6100	0.0182
	6	6100	0.0076		2	2300	0.0182
Sông VIII	1	6100	0.0182		3	4500	0.0182
	2	2300	0.0182	Sông IX	1	2300	0.0023
	2	4500	0.0182				

3.2. CHƯƠNG TRÌNH TÍNH

3.2.1. Sơ đồ khối



Hình 3.4. Sơ đồ khối của chương trình mô phỏng dòng chảy theo phương pháp phần tử hữu hạn sóng động học

3.2.2. Mô tả đoạn file số liệu của chương trình tính

Chương trình được lập trình trên ngôn ngữ Fortran với thuật toán như sơ đồ khối hình 3.4.

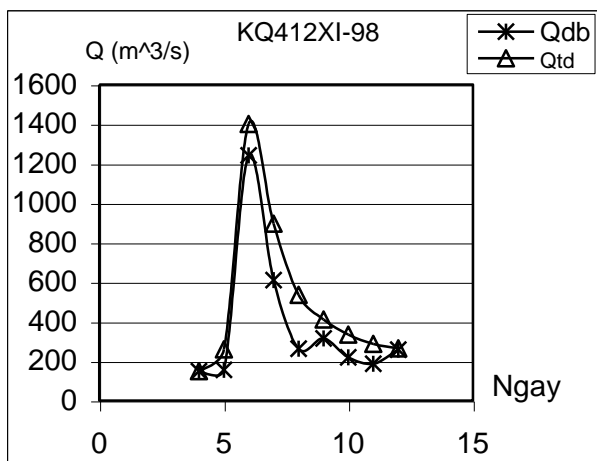
File số liệu viết cho một đoạn sông có dạng như sau:

```
9 0.0001 10. 11 240 100          1
(So doan song, sai so tinh, thoi gian hoi tu, so cap tinh, thoi gian du bao, vong lap, phuong an tinh)
0 24 48 72 96 120 144 168 192 216 240
(Thoi gian tích luy mua)
0 25.5 104.6 465.2 771.4 1105.1 1240.6 1288.9 1307.8 1307.8 1307.9
(Mua tích luy 24h)
6  SONG I                      So dai thuoc song I
0                               So song do vao song I
30 35 40 50 60 65             ! Chieu rong cua song ung voi tung dai
1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5       ! m : do doc mai canh
6700 5400 6700 5500 5900 5900  ! chieu dai doan long dan cua cac dai
0.1194 0.037 0.0264 0.0264 0.0169 0.0076 ! do doc doan long dan cua cac dai
1 2 1 4 2 1                   left: so phan tu trai
2 2 6 5 2 3                   right: so phan tu phai
0.1 0.09 0.08 0.07 0.06 0.06   He so nham song
3889.47                       chieu rong left cua cac phan tu thuoc dai 1
3174.06 6646.19               chieu rong right cua cac phan tu thuoc dai 1
3800                           chieu dai left cua cac phan tu thuoc dai 1
3200 2100                       chieu dai right cua cac phan tu thuoc dai 1
0.374                           he so nham left cua cac phan tu thuoc dai 1
0.355 0.374                     he so nham right cua cac phan tu thuoc dai 1
51.1                             chi so CN left cua dai 1
55.4 50.9                       chi so CN right cua cac phan tu thuoc dai 1
0.247                           do doc left cua cac phan tu thuoc dai 1
0.2252 0.3182                   do doc right cua cac phan tu thuoc dai 1
4341.43 6399.59                 chieu rong left cua cac phan tu thuoc dai 2
2367.78 4031.56                 chieu rong right cua cac phan tu thuoc dai 2
4900 2700                       chieu dai left cua cac phan tu thuoc dai 2
2700 3200                       chieu dai right cua cac phan tu thuoc dai 2
0.360 0.305                     he so nham left cua cac phan tu thuoc dai 2
0.379 0.307                     he so nham right cua cac phan tu thuoc dai 2
54.1 66.8                       chi so CN left cua cac phan tu thuoc dai 2
49.9 56.4                       chi so CN right cua cac phan tu thuoc dai 2
0.2848 0.2098                   do doc left cua cac phan tu thuoc dai 2
0.2920 0.2835                   do doc right cua cac phan tu thuoc dai 2
```

Cứ thể tiếp tục cho đến hết dài 6 của sông I và tiếp tục nhập sông II tương tự (Phụ lục3)

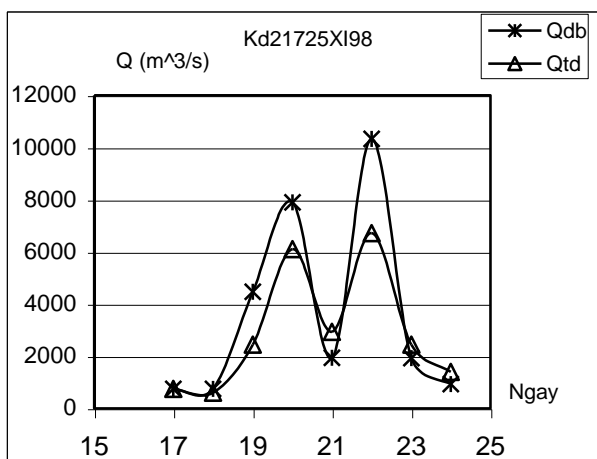
3.3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Từ file số liệu và bộ thông số đã được xác lập qua việc tối ưu hoá theo chương trình cho 7 trận lũ của năm 1998 và 1999 cho ra kết quả mô phỏng dòng chảy (Hình 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11) và chạy chương trình tính cho chuỗi số liệu độc lập (Hình 3.12, 3.13) như sau:



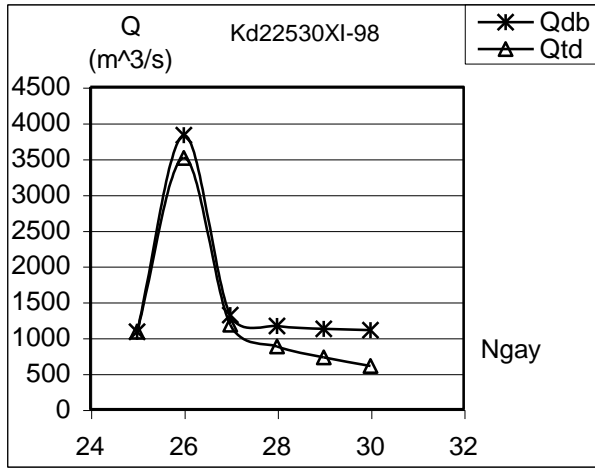
Ngày	Qdb (m³/s)	Qtd (m³/s)
4	150	150
5	155.3	259
6	1241.41	1400
7	609.62	896
8	263.58	536
9	315.18	410
10	219.72	335
11	185.81	288
12	257.59	264
R ²	92%	
Sai số đỉnh	12,8%	
Sai số tổng lượng	33,5%	

Hình 3.5. Kết quả mô phỏng trận lũ từ ngày 4/XI đến 12/XI năm 1998 tại trạm Sơn Giang



Ngày	Qdb (m³/s)	Qtd (m³/s)
17	753	753
18	753	600
19	4465.09	2450
20	7892.75	6100
21	1939.01	2940
22	10335.13	6720
23	1931.57	2450
24	927.57	1400
25	1224.53	1080
R ²	74,1%	
Sai số đỉnh 1	22,7%	
Sai số đỉnh 2	35%	
Sai số tổng	10%	

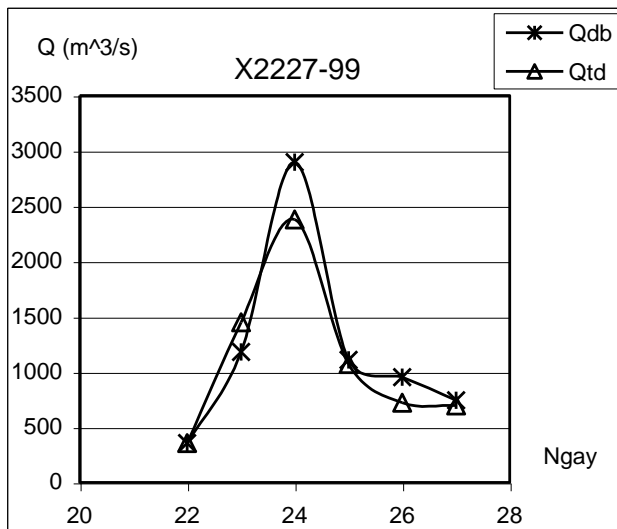
Hình 3.6. Kết quả mô phỏng trận lũ từ ngày 17/XI đến 25/XI năm 1998 tại trạm Sơn Giang



Hình 3.7. Kết quả mô phỏng trận lũ từ ngày 25/XI đến 30/XI năm 1998 tại trạm Sơn Giang

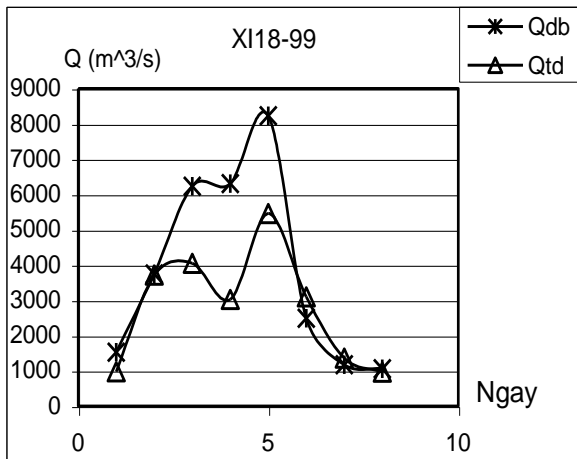
lượng	
-------	--

Ngày	Qdb (m ³ /s)	Q(i) (m ³ /s)
25	1080	1080
26	3799.5	3510
27	1322.1	1180
28	1164.3	874
29	1121.4	722
30	1102.9	603
R ²	94,7%	
Sai số đỉnh	10,7%	
Sai số tổng lượng	16,9%	



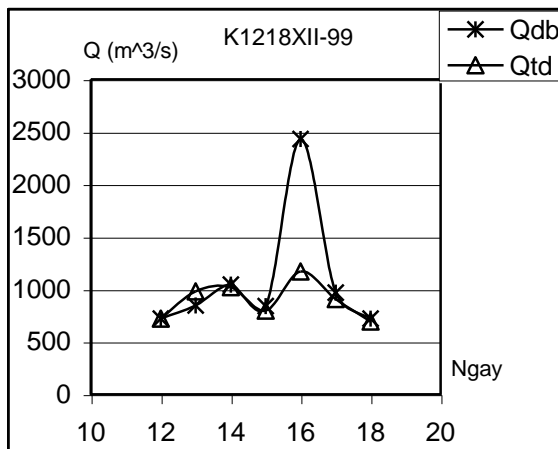
Hình 3.8. Kết quả mô phỏng trận lũ từ ngày 22/X đến 27/X năm 1999 tại trạm Sơn Giang

Ngày	Qdb (m ³ /s)	Qtd (m ³ /s)
22	357	357
23	1152.91	1450
24	2871.72	2380
25	1076.82	1070
26	971.05	722
27	776.64	695
R ²	94,3%	
Sai số đỉnh	17,1%	
Sai số tổng lượng	8%	



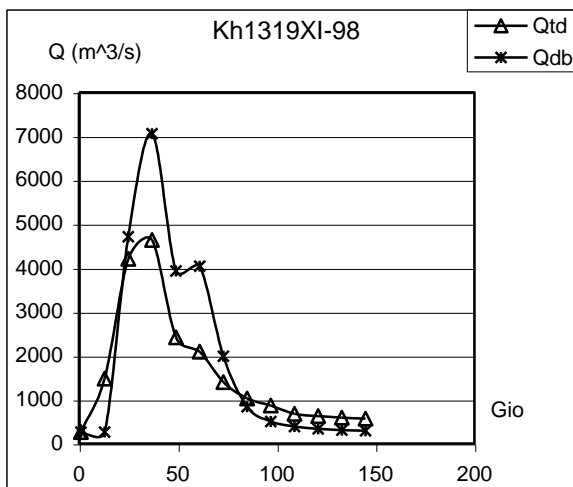
Ngày	Qdb (m ³ /s)	Qtd (m ³ /s)
1	1555.09	967
2	3736.7	3710
3	6216.88	4050
4	6277.82	3020
5	8169.62	5460
6	2526.46	3090
7	1168.16	1360
8	1054.68	965
R ²	63%	
Sai số đỉnh 1	35%	
Sai số đỉnh 2	33,2%	
Sai số tổng lượng	26,4%	

Hình 3.9. Kết quả mô phỏng trận lũ từ ngày 1/XI đến 8/XI năm 1999 tại trạm Sơn Giang



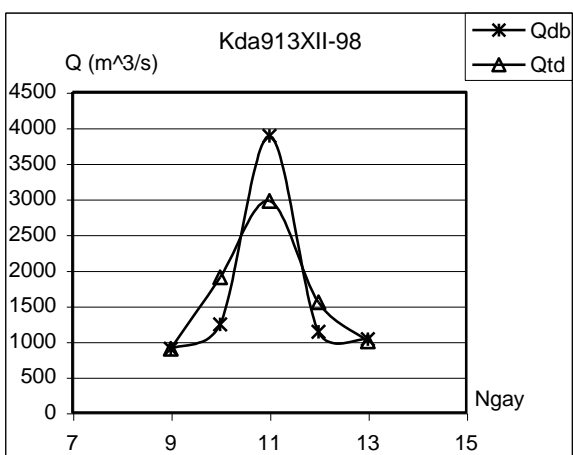
Ngày	Qdb (m ³ /s)	Qtd (m ³ /s)
12	720	720
13	847.23	982
14	1044.63	1020
15	839.4	797
16	2433.25	1170
17	968.63	908
18	720	694
R ²	62%	
Sai số đỉnh 1	2,4%	
Sai số đỉnh 2	51,9%	
Sai số tổng lượng	16,9%	

Hình 3.10. Kết quả mô phỏng trận lũ từ ngày 12/XII đến 18/XII năm 1999 tại trạm Sơn Giang



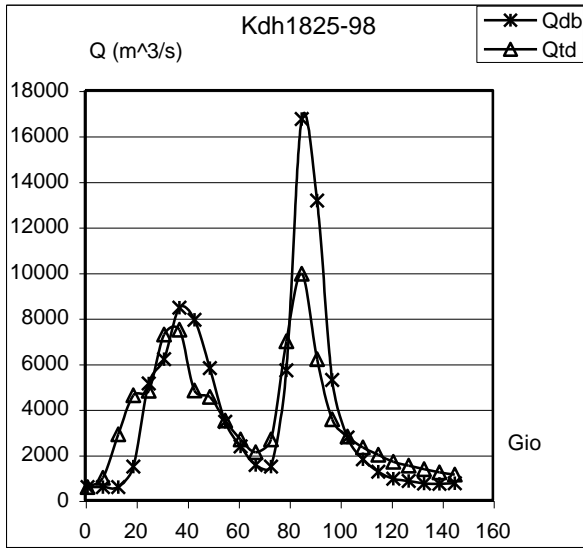
Hình 3.11. Kết quả mô phỏng trận lũ từ 1 giờ ngày 13/XI đến 1 giờ ngày 19/XI năm 1998 tại trạm Sơn Giang

Ngày	Qdb (m ³ /s)	Qtd (m ³ /s)
1	264	264
13	1480	264.05
25	4210	4711.01
37	4640	7061.47
49	2420	3932.72
61	2090	4042.21
73	1400	1992.09
85	1030	842.21
97	866	505.34
109	681	385.53
121	630	335.94
133	589	304.36
145	569	293.24
R ²	70,1%	
Sai số đỉnh	34,3%	
Sai số tổng lượng	16,3%	



Hình 3.12. Kết quả tính cho chuỗi số liệu độc lập từ ngày 9/XII đến ngày 13/XII năm 1998 tại trạm Sơn Giang

Ngày	Qdb (m ³ /s)	Qtd (m ³ /s)
9	896	896
10	1239.07	1900
11	3882.54	2970
12	1133.17	1550
13	1031.31	1000
R ²	86,4%	
Sai số đỉnh	23,5%	
Sai số tổng lượng	1,6%	



Ngày	Qdb (m ³ /s)	Qtd (m ³ /s)
1	569	569
7	569	984
13	569.01	2890
19	1471.78	4600
25	5118.29	4800
31	6186.69	7270
37	8449.09	7490
43	7921.83	4820
49	5792.2	4540
55	3445.75	3500
61	2358	2670
67	1545.86	2110
73	1477.09	2670
79	5698.94	6980
85	16730.15	9940
91	13159.11	6190
97	5277.22	3550
103	2754.68	2800
109	1796.67	2320
115	1249.2	1990
121	937.88	1690
127	845.02	1520
133	736.32	1360
139	719.31	1220
145	741.59	1130
R ²	69%	
Sai số đỉnh 1	11,4%	
Sai số đỉnh 2	40,6%	
Sai số tổng lượng	6,8%	

Hình 3.13. Kết quả tính cho chuỗi số liệu độ lập từ 1 giờ ngày 19/XI đến 19 giờ ngày 25/XI năm 1998 tại trạm Sơn Giang

Đánh giá sai số: Theo tiêu chuẩn đánh giá sai số của tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) thông qua độ hữu hiệu đánh giá qua chỉ tiêu R². Độ hữu hiệu này được xác định như sau:

$$R^2 = \frac{F_0^2 - F^2}{F_0^2} \cdot 100\%$$

$$\text{Trong đó: } F^2 = \sum_{i=1}^N (Q_{id} - Q_{it})^2, \quad F_0^2 = \sum_{i=1}^N (Q_{id} - \bar{Q}_d)^2$$

trong đó: Q_{id} là lưu lượng thực đo; Q_{it} là lưu lượng tính toán, Q_{tdb} là lưu lượng thực đo trung bình trong thời kỳ tính toán; N là tổng số điểm quan hệ lưu lượng thực đo và tính toán.

Tiêu chuẩn đánh giá như sau:

$$R^2 = \begin{cases} 40 \div 65\% & \text{đạt} \\ 65\% \div 85\% & \text{khá} \\ > 85\% & \text{tốt} \end{cases}$$

Theo tiêu chuẩn đánh giá sai số của tổ chức Khí tượng thế giới thì với 7 trận lũ chạy mô phỏng cho kết quả là mô tả 3 trận lũ thuộc loại tốt với $R^2 > 85\%$, 2 trận lũ đạt loại khá và 2 trận lũ đạt. Qua kết quả tính toán và so sánh giữa dự báo với thực đo có thể thấy rằng bộ thông số dùng để mô phỏng cho 7 trận lũ cho kết quả là đạt và áp dụng được vào lưu vực sông Trà Khúc. Để có được bộ thông số tương đối hoàn chỉnh trong khoá luận này đã sử dụng hai trận lũ độc lập để kiểm định thông số. Kết quả chạy cho hai trận lũ độc lập được thể hiện trên hình 9.12 và hình 9.13.

Với trận lũ từ ngày 9/XII đến ngày 13/XII năm 1998 cho kết quả về lượng là khá tốt (với sai số tổng lượng $< 10\%$), về đỉnh thì thiên lớn sai số giữa dự báo và thực đo là 23,5%, sai số theo tiêu chuẩn $R^2 = 86,4\%$ thuộc loại tốt.

Với trận lũ từ 1 giờ ngày 19/XI đến 19 giờ ngày 25/XI năm 1998 đây là trận lũ kép (xuất hiện hai đỉnh) với lưu lượng thuộc vào loại lớn, vì vậy việc mô phỏng hay dự báo cho đường quá trình của trận lũ này rất khó. Từ kết quả trên hình 3.14 nhận thấy rằng mô hình đã mô phỏng khá tốt đỉnh thứ nhất (với sai số đỉnh $< 15\%$), đỉnh thứ hai đã dự báo được thời gian xuất hiện đỉnh nhưng về giá trị thì cho sai số lớn (với sai số $> 25\%$), về lượng thuộc loại đạt với sai số là 6,8%, theo tiêu chuẩn đánh giá sai số $R^2 = 69\%$ thuộc loại khá. Như vậy bộ thông số chạy cho 7 trận lũ mô phỏng khi chạy cho 2 trận lũ độc lập cho kết quả tương đối khả quan.

Nhận xét kết quả tính cho 7 trận lũ mô phỏng và 2 trận lũ độc lập:

+ Mô hình đã miêu tả khá tốt dạng đường quá trình lũ trên lưu vực chứng tỏ bộ thông số được xác lập là ổn định.

+ Với các trận lũ đơn mô hình cho kết quả dự báo tương đối tốt về đỉnh (cả về thời điểm xuất hiện và lượng) của đường quá trình cụ thể trên hình 3.5, hình 3.7 và hình 3.8.

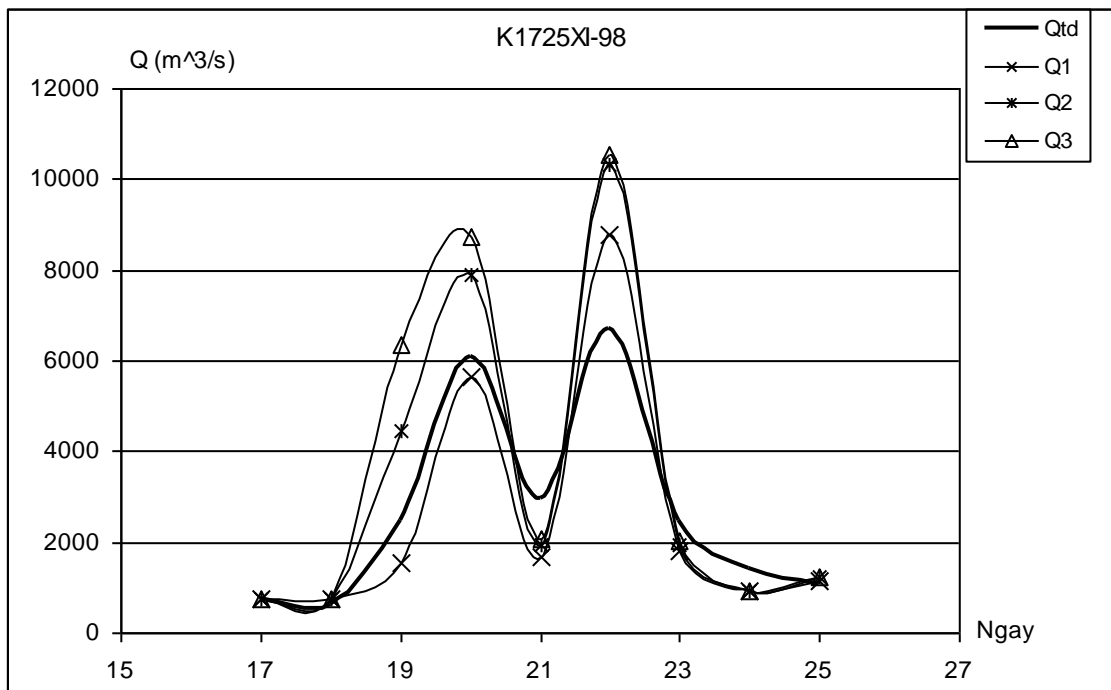
+ Với các trận lũ kép mô hình mô phỏng khá tốt được đỉnh thứ nhất còn đỉnh thứ hai do chưa xử lý tốt tổn thất sau giai đoạn bão hoà do vậy kết quả tính toán với

thực đo còn chưa phù hợp về giá trị. Cụ thể là giá trị tính toán luôn lớn hơn giá trị thực đo.

+ Với bộ thông số mô phỏng qua 7 con lũ, sau khi tiến hành tính toán cho 2 trận lũ độc lập được kết quả như trên hình 3.12 và hình 3.13, nhận thấy rằng mô hình có thể áp dụng được trên lưu vực sông Trà Khúc để mô phỏng và dự báo quá trình dòng chảy cho chuỗi độc lập.

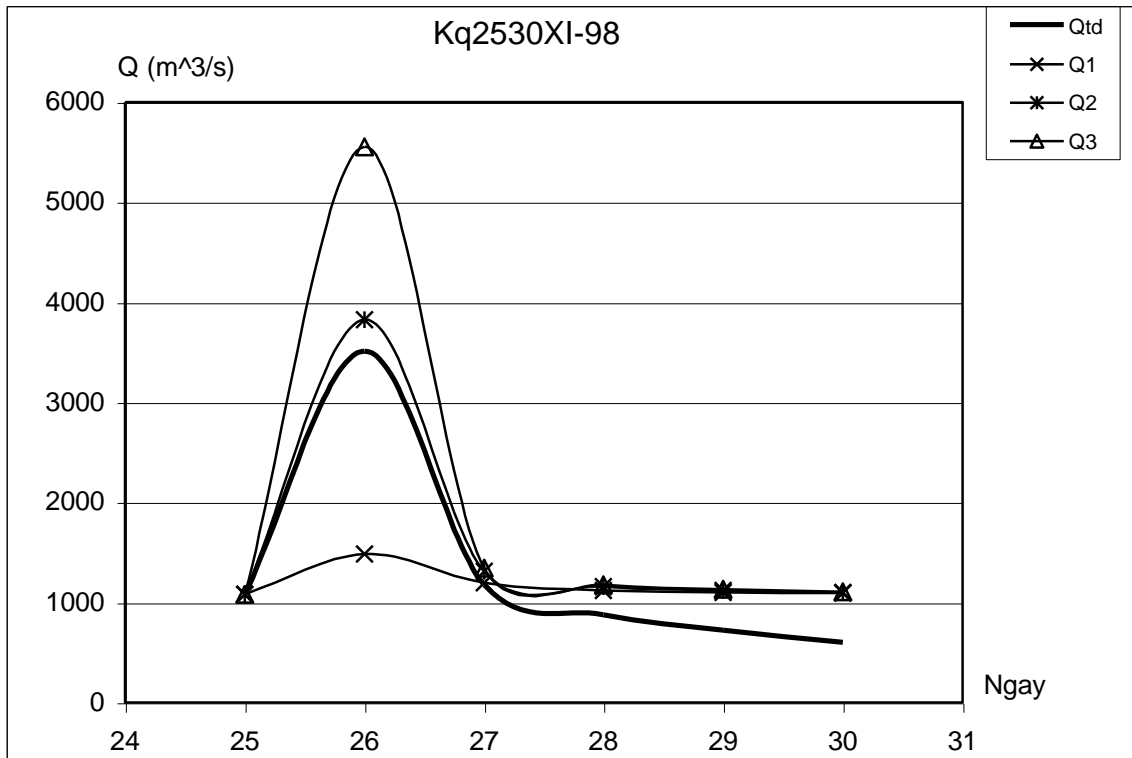
Trong quá trình dự báo lũ và mô phỏng lại đường quá trình thì độ ẩm trước lũ có ảnh hưởng rất lớn cụ thể là vào đầu mùa lũ độ ẩm trên lưu vực rất nhỏ chính vì vậy nó ảnh hưởng tới quá trình sinh dòng chảy trên lưu vực (sinh dòng muộn, lượng nhỏ), vào cuối mùa lũ độ ẩm lớn khi có mưa sẽ sinh dòng chảy nhanh hơn và có thể cho lượng lớn hơn. Chính vì vậy trong khoá luận này đã tiến hành tính toán cho 3 phương án: phương án 1 tính toán với hiện trạng độ ẩm ban đầu thuộc loại khô, phương án 2 tính toán với hiện trạng độ ẩm ban đầu thuộc loại trung bình, phương án 3 tính toán với hiện trạng độ ẩm ban đầu thuộc loại ẩm. Kết quả tính toán với 2 trận lũ theo 3 phương án được thể hiện trên hình 3.14 và hình 3.15.

Ký hiệu: Qtd là lưu lượng thực đo; Q_1 lưu lượng tính cho phương án 1; Q_2 lưu lượng tính cho phương án 2; Q_3 lưu lượng tính cho phương án 3.



Hình 3.14. Kết quả tính theo 3 phương án cho trận lũ từ ngày 17/XI đến 25/XI 1998

Trận lũ từ ngày 17/XI đến 25/XI (hình 3.14) tính theo phương án 1 cho kết quả tốt nhất sau đó đến phương án 2 và cuối cùng phương án 3 cho kết quả kém hơn. Phương án 2 và phương án 3 cho kết quả thiên về đỉnh vì vậy có thể mô phỏng trận lũ này bằng phương án 1.



Hình 3.15. Kết quả tính theo 3 phương án cho trận lũ từ ngày 25/XI đến 30/XI 1998

Trận lũ từ ngày 25/XI đến 30/XI tính theo phương án 1 cho kết quả rất kém bởi trận lũ này là trận lũ kế tiếp của trận lũ ngày 17/XI đến 25/XI do vậy độ ẩm trước lũ cần được xem xét. Phương án 2 cho kết quả tốt nhất, phương án 3 cho kết quả thiên về đỉnh. Do đó trận lũ này có thể sử dụng phương án 2 để mô phỏng.

Nhận xét kết quả tính toán theo 3 phương án cho 2 trận lũ trên: Với những trận lũ đầu mùa hay trước nó một thời gian chưa xuất hiện trận lũ nào nên sử dụng phương án 1 để tính toán. Với những trận lũ trong mùa lũ hay những trận lũ kế tiếp của những cơn lũ trước nên sử dụng phương án 2 hoặc phương án 3 để tính toán.

Mô hình đánh giá tác động của việc biến đổi sử dụng đất đến quá trình dòng chảy, chính là làm thay đổi điều kiện mặt đệm. Bài toán đặt ra là khi trên bề mặt lưu vực thay đổi hiện trạng sử dụng đất của một phần diện tích nào đó, hay thay đổi cơ

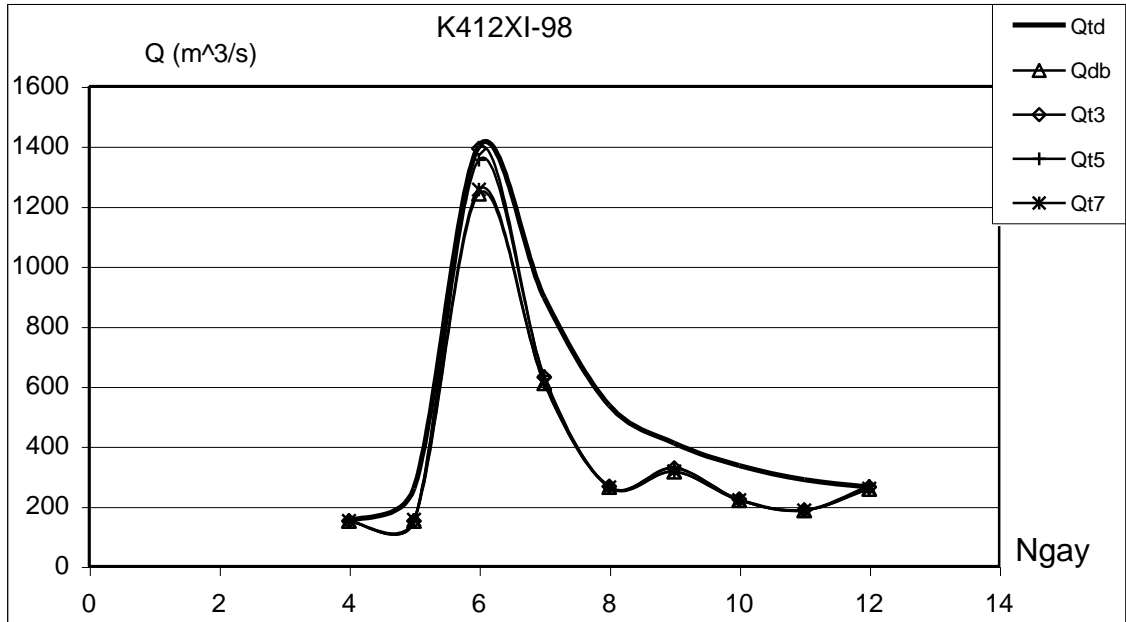
cấu cây trồng trên lưu vực thì ảnh hưởng của việc thay đổi này tác động đến quá trình dòng chảy như thế nào? Để xem xét vấn đề này trong khoá luận đã đặt ra những kịch bản sử dụng đất, cụ thể là thay đổi không đồng thời hiện trạng sử dụng đất ở 3 vị trí trên lưu vực là: lưu vực III (thượng nguồn), lưu vực V (thượng nguồn) và lưu vực VII (hạ lưu). Kịch bản trên các lưu vực như sau:

Lưu vực III: Trên lưu vực rừng tự nhiên nghèo chiếm khoảng 1/2 diện tích lưu vực (Dựa vào bản đồ hiện trạng sử dụng đất (hình 2.2) và bản đồ rừng (hình 2.3)) bên cạnh đó còn có đất trồng lúa và cây cỏ nương rẫy xen dân cư. Thay đổi hiện trạng sử dụng đất trên lưu vực bằng việc giả định trên lưu vực III tất cả phần diện tích chuyển sang đất trồng trọt xen vô dân cư (có nghĩa là đất trồng có quản lý). Như vậy trên lưu vực III phần diện tích rừng tự nhiên nghèo đã được chuyển đổi sang phần diện tích nương rẫy xen vô dân cư. Hệ số CN và hệ số nhám Manning n thu được bằng cách tra bảng CN [13] và tính được kết quả CN trung bình bằng 62, n trung bình bằng 0,3 (phụ lục 4). Với việc thay đổi hiện trạng sử dụng đất như vậy, trong file số liệu gốc hệ số CN và hệ số n ở đoạn sông số III sẽ thay đổi (với CN hiện trạng trung bình khoảng 50, n hiện trạng trong khoảng 0,35). Tính cho 3 trận lũ với sự thay đổi này thu được kết quả ở hình 3.16, 3.17, 3.18 và phụ lục 5.

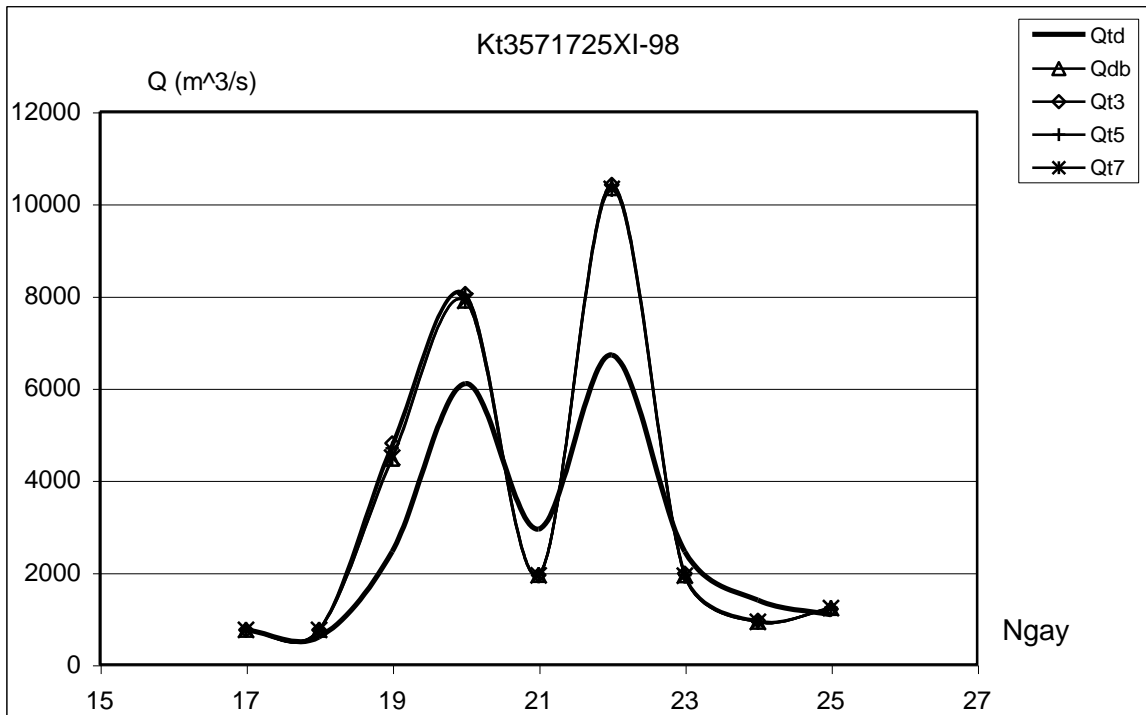
Lưu vực V: Trên lưu vực V rừng tự nhiên, cây cỏ nương rẫy xen dân cư chiếm diện tích rất nhỏ; đất cây bụi gỗ và đất cây bụi chiếm 3/4 diện tích lưu vực (với CN tương ứng với hiện trạng trung bình trong khoảng 50 và hệ số n trung bình trong khoảng 0,32). Thay đổi hiện trạng sử dụng đất trên lưu vực V chính là thay đổi phần diện tích đất cây bụi gỗ và đất cây bụi thành diện tích đất trồng trọt xen vô dân cư vì trên lưu vực rừng tự nhiên chiếm diện tích không đáng kể. Hệ số CN và hệ số nhám Manning n thu được bằng cách tra bảng CN [13] và tính được kết quả CN trung bình bằng 62, n trung bình bằng 0,3 (phụ lục 4). Tính cho các trận lũ tương tự như đã tính toán với lưu vực III, kết quả thu được thể hiện ở hình 3.16, 3.17, 3.18 và phụ lục 5.

Lưu vực VII: Trên lưu vực chủ yếu là đất cây bụi, rừng tự nhiên nghèo và đất lúa màu với CN hiện trạng trung bình khoảng 47 và hệ số n trong khoảng 0,35. Thay đổi hiện trạng sử dụng đất rồi tính toán như ở lưu vực III và lưu vực V thu được CN trung bình bằng 62, n trung bình bằng 0,3 (phụ lục 4). Tính cho các trận lũ tương tự như đã tính toán với lưu vực III và lưu vực V, kết quả thu được thể hiện ở hình 3.16, 3.17, 3.18 và phụ lục 5.

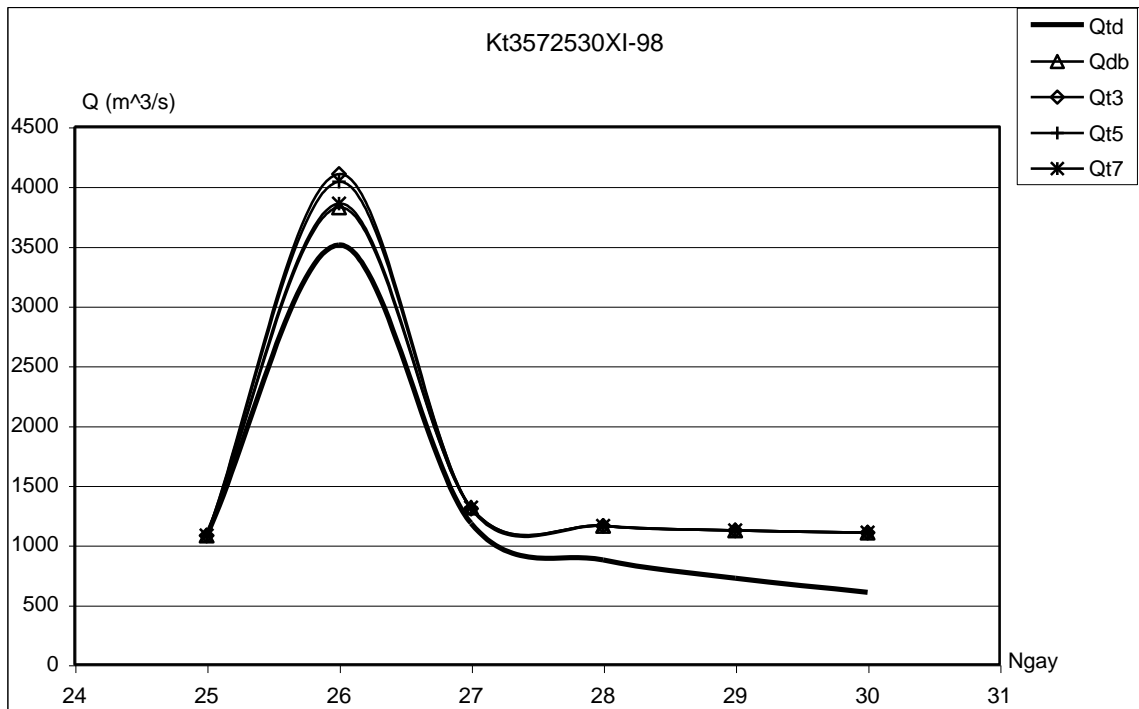
Ký hiệu Q_3 , Q_5 , Q_7 là lưu lượng tính tương ứng với kích bản trên từng lưu vực; Q_{td} là lưu lượng thực đo; Q_{db} là lưu lượng dự báo khi chưa thay đổi hiện trạng sử dụng đất trên lưu vực.



Hình 3.16. Kết quả thay đổi kích bản tính cho trận lũ từ ngày 4/XI đến 12/XI/1998



Hình 3.17. Kết quả thay đổi kịch bản tính cho trận lũ từ ngày 17/XI đến 25/XI/1998



Hình 3.18. Kết quả thay đổi kịch bản tính cho trận lũ từ ngày 17/XI đến 25/XI/1998

Nhận xét : Từ kết quả tính cho 3 trận lũ khi thay đổi hiện trạng sử dụng đất trên các hình 3.16, 3.17 và hình 3.18 nhận thấy xu thế của đỉnh và đường quá trình tăng lên. Như vậy với thay đổi hiện trạng sử dụng đất từ rừng, cây bụi gỗ, đất lúa màu sang hiện trạng sử dụng đất trồng trọt xen vô dân cư (tương ứng với việc tăng hệ số CN và giảm hệ số nhám n), sẽ làm tăng lượng và đỉnh của đường quá trình so với mô phỏng khi chưa thay đổi hiện trạng sử dụng đất.

Kết quả tính cho thấy khi thay đổi hiện trạng sử dụng đất trên lưu vực số III và lưu vực số V cụ thể là ở vị trí thượng nguồn thì đỉnh của đường quá trình sẽ tăng lên. Còn lưu vực số VII cụ thể là ở vị trí cửa ra, thay đổi ít cả về đỉnh và lượng của đường quá trình. Kết quả này cũng phù hợp với lý thuyết bởi vai trò của rừng là phòng lũ, do đó khi chúng ta phá rừng thì sẽ làm tăng dòng chảy cả về đỉnh lẫn lượng nhất là rừng đầu nguồn.

Như vậy có thể áp dụng mô hình vào công việc phòng lũ cho lưu vực bằng cách qui hoạch có hệ thống hiện trạng sử dụng đất, nhất là vùng thượng nguồn. Về

lâu dài, mô hình có thể dùng để đánh giá quy hoạch sử dụng đất trên lưu vực trên nguyên tắc khai thác kinh tế có lợi mà vẫn đảm bảo sự phát triển bền vững.

KẾT LUẬN

Khoá luận đã thực hiện được một số nội dung như sau

1. Bước đầu tổng quan về các mô hình toán, nhất là các mô hình để phục vụ qui hoạch lưu vực. Và với việc phân tích ưu nhược điểm của từng mô hình, khoá luận này lựa chọn mô hình phần tử hữu hạn sóng động học để đánh giá việc sử dụng đất đến dòng chảy lưu vực sông Trà Khúc. Vì phương pháp có ưu điểm là xét chi tiết từng phần tử trên lưu vực và có thể diễn toán dòng chảy từ mưa cho từng phần tử thông qua việc áp dụng mô hình sóng động học một chiều nên có thể đưa đầy đủ hơn các thông tin về mặt đệm (tức là thông tin của hệ thống).
2. Đã nghiên cứu toàn diện mặt đệm lưu vực sông Trà Khúc qua các tài liệu nghiên cứu trước đây và phân tích các bản đồ chuyên ngành. Trên cơ sở đó đã tiến hành lập bản đồ độ dốc (từ bản đồ địa hình bằng phần mềm ILIWS). Từ bản đồ độ dốc và việc phân tích hướng dòng chảy trên lưu vực để xây dựng lưới phần tử, cụ thể là lưu vực sông Trà Khúc - Sơn Giang được chia ra làm 150 phần tử tương ứng với 39 dải thuộc 9 đoạn sông (9 đơn vị thủy văn). Từ lưới phần tử đã xây dựng, tiến hành tách các phần tử, áp các phần tử này vào các bản đồ độ dốc, sử dụng đất, rừng... để tính các thông số từng phần tử: độ dốc trung bình, chiều dài, rộng, diện tích và hệ số CN, n. Bộ số liệu này được thể hiện trong file số liệu (phụ lục 3).
3. Tài liệu mưa trên lưu vực là tài liệu mưa bình quân ngày và mưa thời đoạn 6 giờ được tính theo phương pháp trung bình trọng số trên hai trạm: Giá Vực và Sơn Giang. Tính mưa tích lũy theo thời đoạn 6 giờ, 12 giờ, 24 giờ tương ứng với tài liệu mưa thu thập được.
4. Các thông số khác như độ dốc mái kênh, hệ số nhám lòng sông, chiều rộng đoạn lòng dẫn nhận được thông qua quá trình mô phỏng trận lũ bằng phương pháp tối ưu hoá.
5. Thành lập được một bộ thông số cho lưu vực sông Trà Khúc, mô phỏng cho 7 trận lũ phụ thuộc với sai số về đỉnh của những trận lũ đơn nằm trong khoảng

10%÷17%, với những trận lũ kép sai số đỉnh nằm trong khoảng từ 5%÷50%, sai số về tổng lượng của lũ đơn và lũ kép nằm trong khoảng 2%÷34%, đánh giá theo tiêu chuẩn sai số của tổ chức Khí tượng thế giới thì về lượng và đường quá trình của 7 trận lũ mô phỏng là đạt loại khá. Đã tiến hành kiểm tra bộ thông số trên chuỗi mưa độc lập với sai số về đỉnh nằm trong khoảng 10%÷40% (xét cho cả các trận lũ kép), sai số về lượng dưới 10%, đánh giá theo chỉ tiêu sai số R^2 thì đường quá trình đạt loại khá.

6. Với file số liệu trên để mô phỏng cho một trận lũ khác chỉ cần nhập mưa tích lũy. Sau khi nhập mưa vào chương trình tính thì với cấu hình máy là Pentium IV, cụ thể với file số liệu của lưu vực Trà Khúc cần từ 1÷5 phút để máy cho ra kết quả phụ thuộc vào thời gian của trận lũ cần mô phỏng. Như vậy, nếu dự báo trước được mưa thì dễ dàng dự báo được dòng chảy.
7. Mô hình xây dựng cho 3 phương án tương ứng với thuộc tính của độ ẩm trên lưu vực. Phương án 1 độ ẩm trước lũ thuộc loại khô, phương án 2 độ ẩm trước lũ thuộc loại trung bình, phương án 3 độ ẩm trước lũ thuộc loại ẩm. Tiến hành tính cho 3 phương án và rút ra nhận xét: Với trận lũ đầu mùa hay những trận lũ không phải là những trận lũ kế tiếp nên sử dụng phương án 1 để mô phỏng, với những trận lũ trong mùa lũ và cuối mùa lũ nên sử dụng phương án 2 hoặc phương án 3.
8. Thay đổi kịch bản sử dụng đất bằng các kịch bản giả tưởng để đánh giá vai trò của việc thay đổi sử dụng đất ảnh hưởng đến dòng chảy tại mặt cắt cửa ra trên lưu vực sông Trà Khúc và rút ra nhận xét: nếu thay đổi hiện trạng sử dụng đất ở thượng nguồn sẽ ảnh hưởng rất lớn đến dòng chảy tại mặt cắt cửa ra theo chiều hướng có lợi hoặc có hại, thay đổi hiện trạng sử dụng đất ở lưu vực tại mặt cắt cửa ra sẽ ảnh hưởng ít tới đỉnh nhưng nó làm cho dòng chảy có thể xuất hiện sớm hoặc muộn hơn. Vì vậy có thể sử dụng mô hình để kiểm định việc qui hoạch sử dụng đất trên lưu vực và đề ra các phương án qui hoạch có lợi trên lưu vực mà không ảnh hưởng tới phát triển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lương Tuấn Anh *Một mô hình mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy trên các lưu vực vừa và nhỏ ở Miền Bắc Việt Nam*. Luận án PTS Địa lý - Địa chất, Chuyên ngành Thủy văn lục địa và nguồn nước, Hà Nội, 1996.
2. *Bản đồ địa hình tỉnh Quảng Ngãi*. Tổng cục Địa chính, 2000.
3. *Bản đồ rừng tỉnh Quảng Ngãi*. Tổng cục Địa chính, 2000.
4. *Bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỉnh Quảng Ngãi*. Tổng cục Địa chính, 2000.
5. *Bản đồ mạng lưới thủy văn và phân bố các trạm khí tượng, thủy văn tỉnh Quảng Ngãi*. Tổng cục Địa chính, 2000.
6. Nguyễn Văn Cư và nnk.. *Nghiên cứu hiện trạng, bước đầu xác định nguyên nhân lũ lụt các tỉnh vùng Nam Trung Bộ (từ Đà Nẵng đến Bình Thuận) và đề xuất cơ sở khoa học cho các giải pháp khắc phục*. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Trung tâm KHTN&CNQG, Hà Nội, 1999
7. Bùi Văn Đức, Vũ Văn Tuấn, Lương Tuấn Anh. *Các mô hình toán về mưa - dòng chảy*. Giáo trình chuyên đề bậc tiến sĩ. Viện Khí tượng thủy văn, Hà Nội, 2000.
8. Nguyễn Hữu Khải, Nguyễn Thanh Sơn. *Mô hình toán thủy văn*, Giáo trình ĐHQGHN, Hà Nội, 2001.
9. Nguyễn Thị Nga *Cân bằng nước tỉnh Quảng Ngãi* Báo cáo tổng kết đề tài cấp ĐHQGHN, 2002.
10. Nguyễn Thanh Sơn. *Tính toán thủy văn*. Giáo trình ĐHQGHN, Hà Nội, 1998.
11. Nguyễn Thanh Sơn, Lương Tuấn Anh, *áp dụng mô hình thủy động học các phần tử hữu hạn mô tả quá trình dòng chảy lưu vực*. Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.XIX, No1, Hà Nội, 2003.
12. Trần Tuất, Nguyễn Đức Nhật. *Khái quát địa lý thủy văn sông ngòi Việt Nam*. Tổng cục KTTV 1980.
13. Chow V.T. *Applied Hydrology*. Mc Graw Hill, 1988.
14. Ross B.B., D.N. Contractor and V.O. Shanhotlt. *Afinite - element model of overland and channel flow for assessing the hydrologic incompact of land use change*.

PHỤ LỤC