

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN**

PHẠM HỒNG THÁI

KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP
CỬ NHÂN KHOA HỌC NGÀNH THỦY VĂN LỤC ĐỊA

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH
PHÂN TỬ HỮU HẠN SÓNG ĐỘNG HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP SCS
MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH MƯA- DÒNG CHẢY
LƯU VỰC SÔNG THU BỒN- TRẠM NÔNG SƠN**

HÀ NỘI 2004

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP
CỬ NHÂN KHOA HỌC NGÀNH THỦY VĂN LỤC ĐỊA

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH
PHÂN TỬ HỮU HẠN SÓNG ĐỘNG HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP SCS
MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH MƯA - DÒNG CHẢY
LƯU VỰC SÔNG THU BỒN - TRẠM NÔNG SƠN

Người hướng dẫn: Nguyễn Thanh Sơn
Người thực hiện: Phạm Hồng Thái

HÀ NỘI 2004

Lời cảm ơn

Khoá luận này được thực hiện và hoàn thành tại Bộ môn Thủy Văn - Khoa KT-TV-HDH, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia HN

Nhân dịp này em xin cảm ơn các thầy, các cô đã hết lòng dạy dỗ, giúp em tiếp cận bước đầu với công tác nghiên cứu khoa học trong những năm học tập ở trường, đặc biệt là Thầy giáo Nguyễn Thanh Sơn, đã hướng dẫn em hoàn thành khoá luận này.

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	4
Chương 1. Tổng quan các mô hình mô phỏng mưa- dòng chảy	5
1.1. Mô hình tất định	5
1.2. Các mô hình mưa – dòng chảy	6
1.3. Mô hình phân tử hữu hạn sóng động học một chiều	11
1.4. Phương pháp SCS	20
Chương 2. Điều kiện địa lý tự nhiên lưu vực sông Thu Bồn	24
2.1. Vị trí địa lý	24
2.2. Địa hình	24
2.3. Địa chất, thổ nhưỡng	24
2.4. Lớp phủ thực vật	28
2.5. Khí hậu	29
2.6. Mạng lưới sông suối và tình hình nghiên cứu	30
Chương 3. Ứng dụng mô hình phân tử hữu hạn sóng động học một chiều và phương pháp SCS mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn	33
3.1. Tình hình số liệu	33
3.2. Xử lý số liệu	34
3.3. Chương trình tính	44
3.4. Kết quả tính	46
Kết luận	51
Tài liệu tham khảo	52
Phụ lục	53

MỞ ĐẦU

TRÊN LÃNH THỔ NƯỚC TA HIỆN TƯỢNG LŨ LỤT XẢY RA VỚI QUY MÔ VÀ CƯỜNG ĐỘ ÁC LIỆT ĐẶC BIỆT Ở KHU VỰC MIỀN TRUNG NƠI ĐỊA HÌNH DỐC, SÔNG NGẮN. VIỆC TÌM HIỂU, DỰ BÁO VÀ HẠN CHẾ CÁC TÁC HẠI DO LŨ GÂY RA LÀ MỘT VẤN ĐỀ THỜI SỰ VÀ ĐƯỢC NHIỀU CẤP QUAN TÂM. NGÀY NAY MỘT TRONG NHỮNG HƯỚNG MỚI TRONG NGHIÊN CỨU THỦY VĂN Ở NƯỚC TA LÀ SỬ DỤNG MÔ HÌNH TOÁN PHỤC VỤ CÔNG TÁC TÍNH TOÁN VÀ DỰ BÁO LŨ. THEO HƯỚNG ĐÓ KHOÁ LUẬN NÀY DỰA TRÊN PHƯƠNG PHÁP SCS VÀ PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ PHÒNG MƯA- DÒNG CHẢY LƯU VỰC. NẾU NHƯ CÁC MÔ HÌNH TOÁN MƯA - DÒNG CHẢY TỪ TRƯỚC TỚI NAY VẪN THƯỜNG DÙNG LÀ CÁC MÔ HÌNH THÔNG SỐ TẬP TRUNG, KHÔNG THỂ HIỆN ĐƯỢC HẾT SỰ ĐA DẠNG CỦA MẶT ĐỆM TRÊN LƯU VỰC. PHƯƠNG PHÁP NÀY ĐÃ KHẮC PHỤC ĐƯỢC ĐIỀU ĐÓ THÔNG QUA CÔNG NGHỆ GIS KHAI THÁC ĐƯỢC CÁC THÔNG TIN VỀ MẶT ĐỆM ĐA DẠNG VỚI SỐ LIỆU KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ CÁC BẢN ĐỒ SỐ.

KHOÁ LUẬN NÀY CHỌN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN LÀM ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU ĐỂ THỰC HIỆN NHIỆM VỤ: XÁC ĐỊNH BỘ THÔNG SỐ ỔN ĐỊNH CỦA MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN VÀ SCS ĐỂ MÔ PHÒNG LŨ LÀM CƠ SỞ CHO VIỆC THIẾT LẬP CÁC PHƯƠNG ÁN, CẢNH BÁO LŨ PHỤC VỤ PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI LŨ LỤT.

DO TRÌNH ĐỘ CÓ HẠN, KHẢ NĂNG PHÂN TÍCH TỔNG HỢP VÀ THỜI GIAN NGHIÊN CỨU CÒN HẠN CHẾ NÊN KHOÁ LUẬN KHÔNG THỂ TRÁNH KHỎI CÒN NHIỀU SAI SÓT EM MONG ĐƯỢC SỰ GÓP Ý CỦA CÁC THẦY CÔ GIÁO ĐỂ KHOÁ LUẬN ĐƯỢC HOÀN THIỆN HƠN.

Chương 1

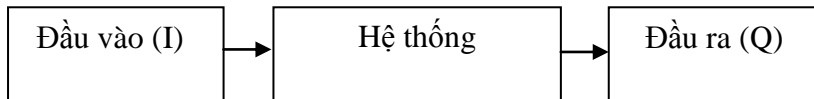
TỔNG QUAN CÁC MÔ HÌNH MÔ PHỎNG MƯA DÒNG CHẢY

1.1. MÔ HÌNH TẮT ĐỊNH [1, 10]

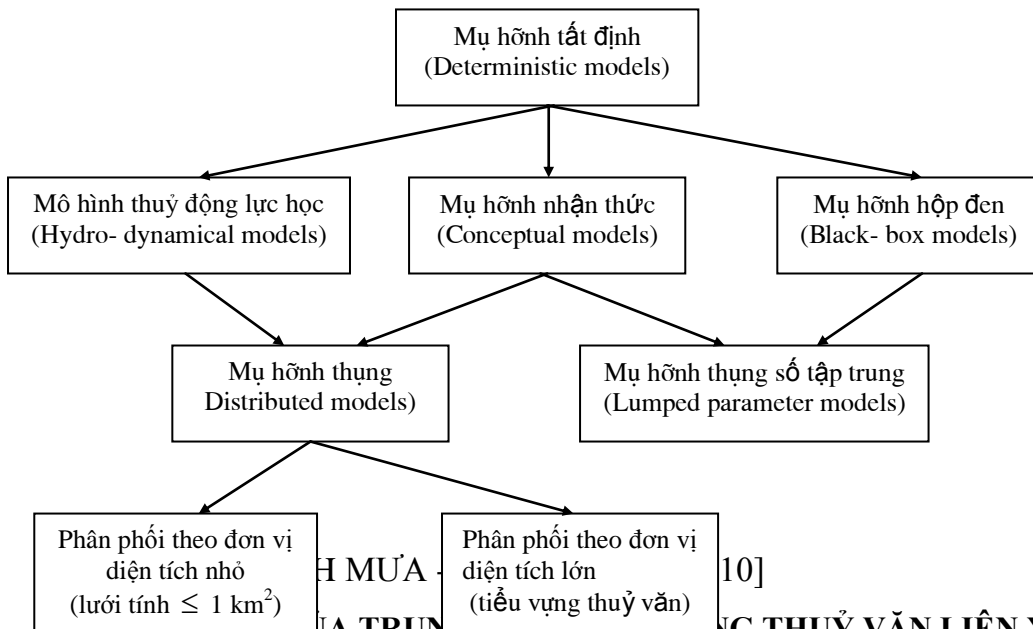
Mô hình tắt định là mô hình mô phỏng quá trình biến đổi của các hiện tượng thủy văn trên lưu vực mà ta đã biết trước. Nó khác với mô hình ngẫu nhiên là mô hình mô phỏng quá trình dao động của bản thân quá trình thủy văn mà không chú ý đến các nhân tố đầu vào tác động của hệ thống.

Xét trên quan điểm hệ thống, các mô hình thủy văn tắt định có các thành phần chính sau:

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



Dựa trên cơ sở cấu trúc vật lý các mô hình thủy văn tắt định được phân loại thành các mô hình thủy động lực học, mô hình nhận thức và mô hình hộp đen. Dựa vào sự xấp xỉ không gian, các mô hình thủy văn tắt định còn được phân loại thành các mô hình thông số phân phối dải và các mô hình thông số tập trung.



Hình 1.1: Sơ đồ phân loại các mô hình thủy văn tắt định

CHẢY CỦA LƯU VỰC VÀ SAU ĐÓ ỨNG DỤNG CÁCH TIỆM CẬN HỆ THỐNG ĐỂ DIỄN TOÁN DÒNG CHẢY TỚI MẶT CẮT CỦA RA CỦA LƯU VỰC.

LƯỢNG MƯA HIỆU QUẢ SINH DÒNG CHẢY MẶT P ĐƯỢC TÍNH TU 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 THẨM TRUNG BÌNH.

MÔ HÌNH NÀY CÓ TÍNH ĐẾN LƯỢNG BỐC HƠI MÀ SỐ LIỆU ĐO ĐẶC LƯỢNG BỐC HƠI TRÊN CÁC LƯU VỰC CÒN THIẾU RẤT NHIỀU, CHỦ YẾU LÀ ĐƯỢC ƯỚC TÍNH TỪ CÁC PHƯƠNG TRÌNH XÁC ĐỊNH TRỰC TIẾP LƯỢNG BỐC HƠI. NGOÀI RA CƯỜNG ĐỘ THẨM 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.

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:

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

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 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

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 gồm:

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.

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

Cơ cấu truyền ẩm bề 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 bề A; TB_0, TB, TC_0, TC - các thông số truyền ẩm, theo M. Sugawar 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 bề A. Lượng nước đi vào bề A là mưa (P). Dòng chảy qua các cửa bên (YA_1, YA_2) và của 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 bề 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 bề $YA_2 + YA_1 + YB_2 + YC_1 + YD_1$ chỉ là lớp cấp nước tại một điểm. Đây là một hạn chế của mô hình TANK.

1.2.4. Mô hình NAM

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 bề 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 bề chứa riêng biệt có tương tác lẫn nhau:

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

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

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

+ Bề chứa nước tầng ngầm trên và bề chứa nước tầng ngầm dưới là hai bề 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:

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

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.

1.2.5. Mô hình USDAHL

MÔ HÌNH NÀY ĐƯỢC CÔNG BỐ VÀO NĂM 70, LÀ MÔ HÌNH THÔNG SỐ DÀI THEO CÁC TIÊU VÙNG THỦY VĂN. MÔ HÌNH CHIA BỀ MẶT LƯU VỰC THÀNH CÁC TIÊU 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 TRỪNG, 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:

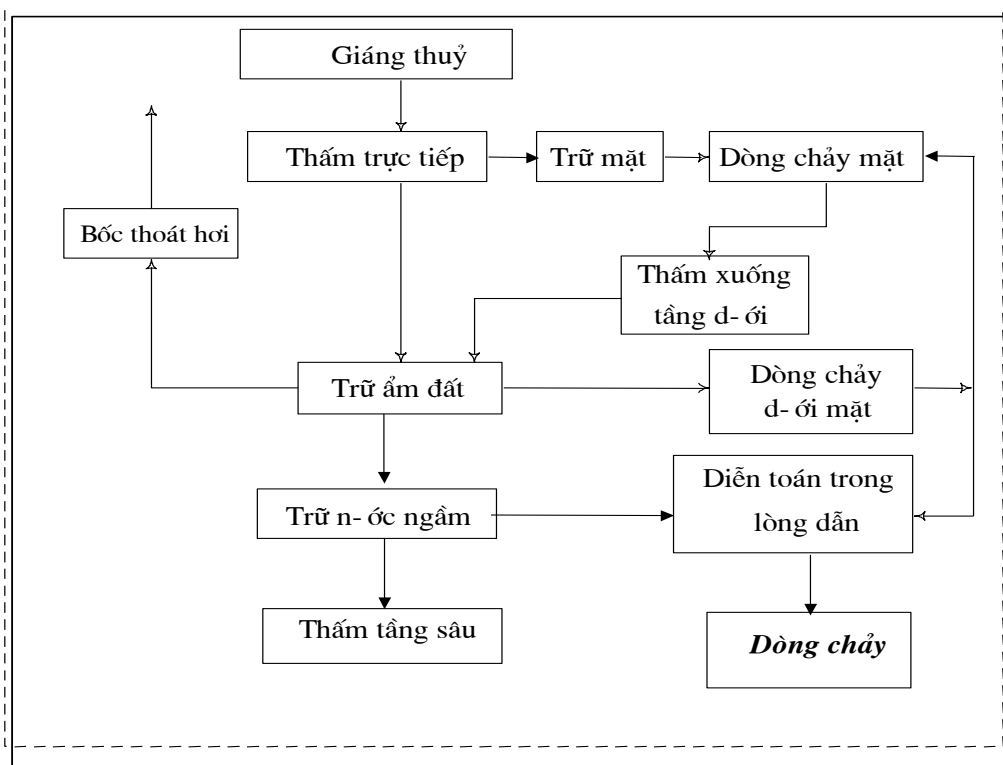
$$f_t = A \cdot GI \cdot S_{at}^{1.4} + f_c \quad (1.14)$$

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 - Cường độ thấm ổn định; S_{at} - Độ thiếu hụt ẩm của đất là hàm số theo thời gian:

$$S_{at} = S_{at-1} - f_{t-1} + f_c$$

Quá trình trữ, chảy tràn được thực hiện dựa trên cơ sở phương trình cân bằng nước. Quá trình dòng chảy dưới mặt đất được xem xét dựa trên cơ sở phương trình cân bằng độ ẩm đất. Dòng chảy trong lòng dẫn được diễn toán theo mô hình tuyến tính. Sơ đồ cấu trúc của mô hình USDAHL được thể hiện ở hình 1.3. Mô hình này có khả năng đánh giá tác động của các yếu tố lưu vực quy mô trung bình đến sự hình thành dòng chảy.

Mô hình USDAHL đã xét đến tất cả các thành phần trong phương trình cân bằng nước, và mỗi thành phần này đã được xử lý xem xét dựa trên những phương trình. Song việc xử lý lượng thấm, bốc thoát hơi, điền trũng gặp rất nhiều khó khăn ngoài ra với những lưu vực lớn thì khả năng đánh giá tác động của các yếu tố lưu vực đến sự hình thành dòng chảy là kém.



Hình 1.2. Sơ đồ cấu trúc của mô hình USDAHL

1.3. MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU

1.3.1. 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 độc lập với dải khác và có hướng vuông góc với hướng dòng chảy lòng dẫn trong phần tử lòng dẫn. Việc chia dải cho phép áp dụng mô hình dòng chảy một chiều cho từng dải sườn dốc. 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.

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.

1.3.2. Phương pháp phần tử hữu hạn [8, 12, 13]

Việc áp dụng lý thuyết phần tử hữu hạn để tính toán dòng chảy được *Zienkiewicz* và *Cheung* (1965) khởi xướng. Các tác giả này 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.

1.3.3. Xây dựng mô hình

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 phần tử sao cho bảo toàn được tính chất đồng nhất thủy văn. 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 thực tế thường bị hạn chế bởi 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 nó. 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 cho cả dòng chảy trên mặt và dòng chảy trong kênh.

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad (1.15)$$

Phương trình động lượng

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) = gA(S - S_f) - gA \frac{\partial y}{\partial x} \quad (1.16)$$

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 để áp dụng 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:

$$S = S_f \quad (1.17)$$

Phương trình (1.17) 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:

$$Q = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2} A \quad (1.18)$$

trong đó: R - Bán kính thủy lực; h - 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:

$$A(x,t) \approx A^*(x,t) = \sum_{i=1}^n N_i(x)A_i(t) = [N]\{A\} \quad (1.19)$$

$$Q(x,t) \approx Q^*(x,t) = \sum_{i=1}^n N_i(x)Q_i(t) = [N]\{Q\} \quad (1.20)$$

trong đó: $A_i(t)$ - Diện tích mặt cắt, là hàm số chỉ phụ thuộc vào thời gian; $Q_i(t)$ - Lưu lượng dòng chảy sườn dốc hoặc trong sông, 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:

$$A^0(x,t) = N_i(x)A_i(t) + N_{i+1}(x)A_{i+1}(t) \quad (1.21)$$

$$Q^0(x,t) = N_i(x)Q_i(t) + N_{i+1}(x)Q_{i+1}(t) \quad (1.22)$$

trong đó:

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

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 trình bày 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:

$$\int_D N_i R \, dD = 0 \quad (1.23)$$

D - Khối chứa các phần tử; R - Số dư sẽ được gán trọng số trong hàm nội suy N_i

Do phương trình (1.23) 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 (1.23) và lấy tích phân theo từng phần tử của không gian:

$$\sum_{i=1}^{NE} \int_{D_e} \left\{ N_i \left[\frac{\partial Q}{\partial x} + \dot{A} - q \right] \right\} dD_e = 0 \quad (1.24)$$

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 (1.24) trở thành:

$$\int_{D_e} \left[N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \{Q\} + N_i N_j \{\dot{A}\} - N_i q \right] dD_e = 0 \quad (1.25)$$

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

$$\int_{x_1}^{x_2} \left[N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \{Q\} + N_i N_j \{\dot{A}\} - N_i q \right] dx = 0 \quad (1.26)$$

Lấy tích phân của từng số hạng trong (1.26):

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

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

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

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

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

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

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

$$[F_A] \{ \dot{A} \} + [F_Q] \{Q\} - q \{F_q\} = 0 \quad (1.27)$$

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 (1.27) trở thành:

$$\frac{1}{\Delta t} [F_A] \{A\}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [F_A] \{A\}_t + [F_Q] \{Q\} - q \{F_q\} = 0 \quad (1.28)$$

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

$$\frac{1}{\Delta t} [F_A] \{A\}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [F_A] \{A\}_t + [F_Q] \{Q\} - q \{F_q\} = 0 \quad (1.29)$$

$$[F_A] = \begin{bmatrix} \frac{1_1}{3} & \frac{1_1}{6} & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ \frac{1_1}{6} & \frac{1_1}{3} + \frac{1_2}{3} & \frac{1_2}{6} & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1_2}{6} & \frac{1_2}{3} + \frac{1_3}{3} & \frac{1_3}{6} & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1_3}{6} & \frac{1_3}{3} + \frac{1_4}{3} & \frac{1_4}{6} & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1_4}{6} & \frac{1_4}{3} + \frac{1_5}{3} & \frac{1_5}{6} & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1_5}{6} & \frac{1_5}{3} + \frac{1_6}{3} & \frac{1_6}{6} & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 & \frac{1_{n-2}}{6} & \frac{1_{n-2}}{3} + \frac{1_{n-1}}{3} & \frac{1_{n-1}}{6} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & \frac{1_{n-1}}{6} & \frac{1_{n-1}}{3} + \frac{1_n}{3} & \frac{1_n}{6} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 & \frac{1_n}{6} & \frac{1_n}{3} \end{bmatrix}$$

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

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

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 phân tử.

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

Hệ phương trình phân tử hữu hạn (1.28) 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 phân 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 phân tử hữu hạn trở thành:

$$\frac{1}{\Delta t} [F_A] \{A\}_{t+Dt} = \{f_q\} \tag{1.30}$$

Sau khi giải 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 phân tử hữu hạn để tìm các giá trị A , Q ở bước thời gian tiếp theo. Các giá trị $\{A\}_{t+Dt}$, $\{Q\}_{t+Dt}$ 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 phân 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 phân tử hữu hạn.

1.3.4. 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 lòng dẫn có thể tìm được theo cách tương tự.

1.3.5. Kiểm tra mô hình

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. PHƯƠNG PHÁP SCS [8, 13]

Trong các mô hình thì lượng mưa hiệu quả hoặc lượng tổn thất dòng chảy được ước tính thông qua phương trình khuếch tán ẩm, phương trình Boussinerq, các phương trình thấm thực nghiệm của Green- Ampt, Holton, Phillip, phương trình cân bằng nước và phương pháp hệ số dòng chảy.

Công thức Holton- Popov cho rằng tốc độ thấm có thể đạt giá trị max nào đó rồi giảm dần đến ổn định.

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

(1.31)

trong đó: $f(t)$ - Tốc độ thấm tại thời điểm t ; f_c - Tốc độ thấm ổn định; f_0 - Tốc độ thấm ban đầu (max); k - Hệ số thấm.

Phương pháp mô hình thấm của Green- Ampt tính toán quá trình thấm theo hai giai đoạn: bão hoà và sau bão hoà

+ Giai đoạn bão hoà ($f < f_s$) thì :

$$f_s = \frac{S \cdot IMD}{\frac{i}{k_s} - 1} \quad \text{với } i > k_s \text{ và } f = i \quad (1.32)$$

+ Giai đoạn sau bão hoà ($f \geq f_s$) thì:

$$f \approx f_p = k_s \left(1 + \frac{S \cdot IMD}{F}\right) \quad (1.33)$$

trong đó: f - Cường độ thấm vào đất; f_p - Cường độ thấm khả năng; i - Cường độ mưa; F - Lượng thấm lũy tích; F_s - Lượng thấm lũy tích tính đến trạng thái bão hoà; S - thể hút trên mặt ẩm; IMD - Độ thiếu hụt ban đầu; k_s - Hệ số thấm thủy lực bão hoà.

Hàm hai thành phần lũy thừa theo thời gian của G.A.Alechxayep, A. N.

Bephani, Phillip

Công thức

$$k_t = k_0 + \frac{A}{t^n} \quad (1.34)$$

trong đó: k_t - Công suất thấm theo thời gian t từ bắt đầu

k_0 - Công suất thấm ổn định ($t \rightarrow \infty$)

A - Thông số thấm

n - Hệ số giảm thấm

$$A = A_0 e^{-mhw} \quad (1.35)$$

I_w - Chỉ số ẩm lưu vực

m - Tựa hằng số

A_0 - Thông số vật lý - nước của đất (trong điều kiện môi trường lưu vực) ở trạng thái bão hoà hiện tại

Cơ quan bảo vệ thổ nhưỡng Hoa Kỳ (1972), đã phát triển một phương pháp để tính tổn thất dòng chảy từ mưa rào (gọi là phương pháp SCS). Ta biết rằng, 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. Vì vậy ta có:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

(1.36) Từ nguyên lí liên tục, ta có:

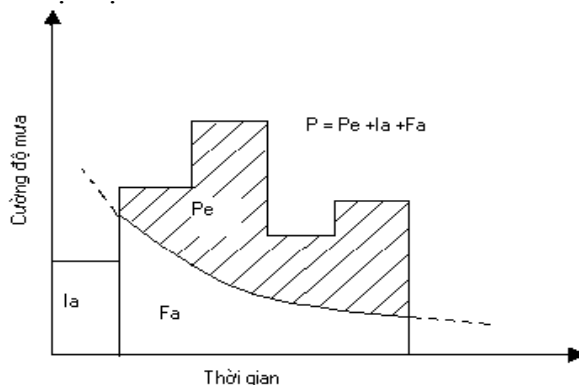
$$P = P_e + I_a + F_a$$

(1.37) Kết hợp (1.36) và (1.37) để giải P_e

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

(1.38)

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 1.3: 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:

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

(1.39)

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 THẮM 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 HAI PHƯƠNG TRÌNH (1.40) VÀ (1.41):

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

(1.40)

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

(1.41)

Chương 2

ĐIỀU KIỆN ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN LƯU VỰC SÔNG THU BÒN

2.1. VỊ TRÍ ĐỊA LÝ [3, 6]

Lưu vực sông Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam- Đà Nẵng với tổng diện tích là 3155 km² (tính đến trạm Nông Sơn) nằm trong vị trí 107⁰50'10" đến 108⁰28'29" độ kinh Đông và 14⁰54'31" đến 15⁰45'11" độ vĩ Bắc, phía tây giáp với dãy Trường Sơn, phía nam giáp tỉnh Kom Tum, phía đông giáp biển (Hình 2.1).

2.2. ĐỊA HÌNH [3,7]

Địa hình lưu vực khá phức tạp gồm các kiểu địa hình núi, thung lũng và đồng bằng. Các dãy núi bóc mòn kiến tạo cấu dạng địa lũy uốn nếp khối tảng trên các đá biến chất và đá trầm tích lục nguyên có độ cao dưới 700 m ở hạ lưu cao dần đến trên 2000 m ở trung tâm các khối kiến tạo. Xen giữa các dãy núi là các thung lũng xâm thực hẹp dạng chữ V với hai bên sườn khá dốc, các bãi bồi ở lòng thung lũng là sản phẩm tích tụ hỗn hợp aluni- proluvi. Đồng bằng cao tích tụ xâm thực trên thềm sông biển cổ cao từ 10- 15 m phía biển đến 40- 50 m ở chân núi và chúng bị chia cắt mạnh bởi các dòng chảy thường xuyên. Đặc điểm địa hình lưu vực: dốc, ngắn, tập trung nước lớn: điều kiện này dễ dàng xảy ra lũ lụt đặc biệt là lũ quét. (Hình 2.1)

2.3. ĐỊA CHẤT, THỔ NHƯỠNG [7]

Thành phần đá nền của lưu vực khá đa dạng. Ở phần đầu nguồn là các thành tạo macma: granit biotit, granit haimica, cát kết, andezit, đá phiến sét. Ở phần phía Nam lưu vực còn bắt gặp phylit, quazit, cuội kết, đá hoa, đá phiến mica, porphyolit, đá phiến lục của hệ tầng A vương. Phân thập của lưu vực phổ biến các thành tạo sông (aQ, apQ) cuội, sỏi, mảnh vụn, cát, bột, sét. Sắt ra gần biển chủ yếu là cát có nguồn gốc gió biển và một phần nhỏ thành tạo cuội cát, bột có nguồn gốc sông- biển. Dọc theo sông là các thành tạo: cuội, cát, bột, sét có nguồn gốc sông tuổi Đệ tứ không phân chia (aQ). Phần thượng nguồn là đất mùn vàng đỏ trên núi, dọc hai bờ sông là đất đỏ vàng trên phiến sét và đất sỏi mòn trơ sỏi đá. Đất núi dốc phần lớn trên 20^0 , tầng đất mỏng có nhiều đá lộ. Các đồng bằng được cấu tạo bởi phù sa cổ, phù sa mới ngoài ra còn có các cồn cát và bãi cát chạy dọc theo bờ biển ở các đồng bằng ven biển. (Hình 2.2)

Hình 2.1 : Bản đồ địa hình lưu vực sông Thu Bồn –Nông Sơn

Hình 2.2: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2000 lưu vực sông Thu Bồn

Hình 2.3 : Bản đồ rừng năm 2000 lưu vực sông Thu Bồn

2.4. LỚP PHỦ THỰC VẬT [4, 7]

Rừng tự nhiên trên lưu vực còn ít, chủ yếu là loại rừng trung bình và rừng nghèo, phần lớn phân bố ở núi cao. Vùng núi cao có nhiều lâm thổ sản quý. Vùng đồi núi còn rất ít rừng, đại bộ phận là đồi núi trọc và đất trồng cây công nghiệp, cây bụi, ngoài ra ở vùng hạ lưu có đất trồng nương rẫy xen dân cư. Với độ che phủ của các loại rừng được trình bày trong bảng 2.1.

Bảng 2.1: Lớp phủ thực vật theo mức độ che tán và tỷ lệ % so với lưu vực [7]

STT	Loại hình lớp phủ	Tỷ lệ % so với diện tích lưu vực	Mức độ tán che (%)
1	Rừng rậm thường xanh cây lá rộng nhiệt đới gió mùa ít bị tác động	0,7	> 90
2	Rừng rậm thường xanh cây lá rộng nhiệt đới gió mùa đã bị tác động	12,34	70 ÷ 90
3	Rừng rậm thường xanh hỗn giao cây lá rộng, lá kim nhiệt đới gió mùa	1,53	60 ÷ 70
4	Rừng rậm thường xanh nhiệt đới gió mùa tre, nứa hoặc rừng nửa rụng lá	4,56	50 ÷ 60
5	Trảng cây bụi trên đất phong hoá từ đá vôi	1,59	20 ÷ 30
6	Trảng cây bụi rụng lá trảng cỏ cao có cây bụi hoặc cây trồng lâu năm	9,68	10 ÷ 20
7	Trảng cây thấp	1,95	5 ÷ 10
8	Cây trồng nông nghiệp ngắn ngày	14,58	< 5

Bảng 2.2. Hiện trạng rừng năm 2000 lưu vực sông Thu Bồn [4]

Stt	Loại	Diện tích (km ²)	Diện tích (%)
1	Rừng tự nhiên nghèo	612	19,4
2	Rừng tự nhiên giàu và trung bình	694,5	22,11
3	Trảng cây bụi	1321	41,87
4	Đất lúa, màu	128,2	4,06
5	Đất chuyên lúa	183,9	5,83
6	Cây cỏ xen nương rẫy	68,29	2,16
7	Cây bụi có gỗ rải rác	101,6	3,22
8	Đất chuyên rau, màu và cây CNNN	21,55	0,68
9	Đồng cỏ	20,98	0,66

Trên lưu vực sông Thu Bồn có rất nhiều loại cây nhưng diện tích đất trống và cây bụi còn rất nhiều, chiếm tỷ lệ khá lớn diện tích toàn lưu vực, (Hình 2.3).

2.5. KHÍ HẬU [7, 14]

* *Hoàn lưu khí quyển*: Cũng như các vùng khác ở ven biển Trung Bộ, trong mùa đông, trên lưu vực chịu ảnh hưởng của luồng không khí tín phong và không khí cực đới. Không khí tín phong không chế thời tiết mùa đông nước ta nói chung và lưu vực nói riêng, xen giữa các đợt không khí cực đới, đây là luồng không khí ẩm và ấm. Luồng không khí cực đới - gió mùa đông bắc, khi di chuyển đến khu vực này tuy đã biến tính mạnh mẽ - bị nóng lên nhanh chóng, nhưng vẫn lạnh và khô. Luồng không khí này ảnh hưởng đến toàn bộ khu vực trong thời gian từ tháng XI đến tháng III năm sau, phần nhiều là vào các tháng XII, I, II. Khi chịu ảnh hưởng của gió mùa đông bắc, nhiệt độ không khí có thể giảm xuống dưới 18 - 20⁰.

Trong mùa hè, lưu vực chịu ảnh hưởng của luồng không khí nhiệt đới Ấn Độ Dương, không khí xích đạo và tín phong mùa hè - luồng không khí nhiệt đới từ Thái Bình Dương thổi tới. Luồng không khí xích đạo có đặc tính nóng, ẩm. Luồng không khí nhiệt đới từ Thái Bình Dương dịu mát và ẩm hơn. Luồng không khí nhiệt đới từ Ấn Độ Dương thổi tới nước ta vào đầu mùa hè, có đặc tính nóng và ẩm, gây ra mưa vào đầu mùa hè - mưa tiểu mãn. Đặc biệt khi luồng không khí này vượt qua dãy Trường Sơn, do hiệu ứng “phơn” trở nên nóng và khô - gió mùa Tây Nam. Song, bản thân các luồng không khí trên chỉ có thể gây ra mưa khi có những nhiễu động thời tiết như bão, áp thấp nhiệt đới, dải hội tụ nhiệt đới và frông lạnh...

* *Số giờ nắng*: Số giờ nắng trung bình năm biến đổi trong phạm vi từ dưới 2000 giờ ở vùng núi cao đến 2600 giờ ở vùng đồng bằng ven biển với xu thế tăng dần từ Bắc vào Nam và từ miền núi đến đồng bằng. Nhìn chung, các tháng mùa mưa có số giờ nắng ít hơn so với các tháng mùa khô. Tháng XII có số giờ nắng ít nhất, và tháng VII có số giờ nắng lớn nhất

* *Gió* : Hàng năm có hai mùa gió chính: gió mùa đông bắc và gió mùa tây nam. Tùy theo điều kiện địa hình mà gió thịnh hành trong các mùa có sự khác nhau giữa các nơi. Tuy vậy trong mùa đông, hướng gió chính là hướng bắc, tây bắc và đông bắc; còn trong mùa hạ, chủ yếu là gió tây nam và đông nam.

**Độ ẩm không khí*: Độ ẩm tương đối trung bình năm ($> 80\%$), độ ẩm không khí cao trong mùa mưa $85 \div 90 \%$, thấp trong mùa khô $70 \div 75\%$.

**Mưa*: Nằm trong địa hình cao nhất của dãy Trường Sơn nên lưu vực sông Thu Bồn rất thuận lợi đón gió: nguồn ẩm gây mưa khá đa dạng. Hoàn lưu Tây Nam cùng với sự hoạt động của dải hội tụ nhiệt đới tại vĩ độ cao gây mưa lớn ở phía Tây và Tây Nam lưu vực trong thời kỳ từ tháng V- VII. Hoàn lưu Đông Bắc cùng với các nhiễu động thời tiết đem lượng mưa lớn cho toàn lưu vực vào tháng VIII- XII. Trên lưu vực xuất hiện hai tâm mưa lớn: Tâm mưa Bạch Mã ở phía Bắc và tâm mưa Trà My- Ba Tơ ở phía Tây Nam lưu vực với lượng mưa năm vượt trên 3000 mm. Vùng thung lũng sông nằm ở miền sụt võng với đồng bằng ven biển thấp, khuất gió nên lượng mưa trong vùng này giảm hẳn $X < 2000$ mm. Như vậy cả về lượng lẫn độ dài mùa mưa có xu hướng giảm dần từ phía Tây sang phía Đông lưu vực từ miền núi xuống miền đồng bằng.

2.6. MẠNG LƯỚI SÔNG SUỐI VÀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU [6, 7]

Sông Thu Bồn là một hệ thống sông lớn ở Nam Trung Bộ, lưu vực sông nằm trong vùng sụt võng trung sinh đại dốc theo hướng Tây Nam- Đông Bắc. Độ cao bình quân lưu vực là 552 m. Mật độ sông suối trung bình đạt 0.47 km/km^2 tương ứng với tổng chiều dài toàn bộ sông suối là 4865 km. Dòng chính sông

Thu Bồn dài 205 km bắt nguồn từ đỉnh Ngọc Lĩnh ở độ cao 1600 m và chảy ra biển Hội An. Toàn bộ hệ thống có 19 phụ lưu cấp I và cấp III. Độ dốc bình quân lưu vực đạt khá cao 25.5%. Lưu vực sông có chiều dài lưu vực lớn gấp hai lần chiều rộng, lưu vực có dạng hình nan quạt, hệ số uốn khúc của lưu vực khá lớn đạt 1.85. Phần thượng lưu và trung lưu chảy trong vùng núi chủ yếu là granit xuống vùng trũng chủ yếu là sa thạch, cuội kết có xen lẫn điệp thạch và đá vôi. Dòng chảy theo hướng Bắc Nam. Phần hạ lưu sông chảy theo hướng Tây- Đông và đổ ra biển. Càng về hạ du lòng sông càng mở rộng, độ dốc đáy sông giảm dần, độ uốn khúc tăng lên, ở hạ lưu xuất hiện nhiều bãi bồi ở giữa lòng sông, có xảy ra hiện tượng bồi lấp và xói lở. Mùa lũ trên lưu vực sông Thu Bồn kéo dài trong 3 tháng X÷ XII chiếm tới 60÷ 70 % lượng dòng chảy cả năm. Mô đun dòng chảy mùa lũ đạt tới 200 l/s.km² đây là trị số mô đun dòng chảy mùa lũ lớn nhất so với tất cả các lưu vực sông trên lãnh thổ Việt Nam. Với điều kiện địa hình dốc, mạng lưới sông suối phát triển hình tỏa tia, mức độ tập trung mưa lớn cả về lượng lẫn về cường độ trên phạm vi rộng nên lũ trên các sông suối của lưu vực sông Thu Bồn mang đậm tính chất lũ núi với các đặc trưng: cường suất lũ lớn, thời gian lũ ngắn, đỉnh lũ nhọn, biên độ lũ lớn. Hàng năm trên sông Thu Bồn xuất hiện 4÷ 5 trận lũ, năm nhiều nhất có 7÷ 8 trận lũ, lũ lớn nhất trong năm thường xuất hiện trong tháng X và XI. Hình thể thời tiết chủ yếu gây mưa sinh lũ trên lưu vực là bão (chiếm khoảng 55% tần suất xuất hiện), không khí lạnh (chiếm khoảng 22%) và bão kết hợp không khí lạnh (chiếm khoảng 23%) đây cũng chính là nguyên nhân gây lũ đặc biệt lớn.

Hình 2.4 Bản đồ mạng lưới sông lưu vực Thu Bồn- trạm Nông Sơn

Bảng 2.3 - Danh sách trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Thu Bồn

Tên trạm	Sông	Yếu tố quan trắc				
		Mưa	H	Q	Các yếu tố khác	
	Thành Mỹ	Thu Bồn		X	X	X
	Ái Nghĩa	Thu Bồn		x		X
	Nông Sơn	Thu Bồn	X	X	X	
	Câu Lâu	Thu Bồn		x		
	Giao Thủy	Thu Bồn		X		X
	Vĩnh Điện	Thu Bồn		X		
	Hội An	Thu Bồn	X	X		
	Sơn Tân	Thu Bồn		X		
	Hiệp Đức	Thu Bồn	X			
	Quế Sơn	Thu Bồn	X			
	Khâm Đức	Thu Bồn	X			
	Trà Mi	Thu Bồn	X			
	An Hoà	Thu Bồn	X			
	Đà Nẵng	Thu Bồn	X			
	Cẩm Lệ	Thu Bồn		X		
	Hội Khánh	Thu Bồn		X		X

Chương 3

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU VÀ PHƯƠNG PHÁP SCS MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH MƯA- DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG THU BỒN - TRẠM NÔNG SƠN

3.1. TÌNH HÌNH SỐ LIỆU

TÀI LIỆU THU THẬP LÀ MƯA NGÀY VÀ MƯA GIỜ VỚI THỜI ĐOẠN LÀ 6 GIỜ, GỒM CÓ 6 TRẬN MƯA GÂY Lũ TIÊU BIỂU CỦA CÁC NĂM 1999- 2000, 2000- 2001, 2001- 2002 VỚI THỜI GIAN CỦA CÁC TRẬN NHƯ SAU:

STT	TÊN TRẬN Lũ	THỜI GIAN
1	1	1H/17/10 – 7H/19/10/1999
2	3	7H/3/12 – 7H/7/12/1999
3	4	7H/27/10 – 19H/30/10/2000
4	7	7H/19/10 – 19H/30/10/2001
5	9	1H/25/10 – 19H/27/10/2002
6	10	19H/6/11 – 1H/10/11/2002

Thời gian mưa của các trận lũ đơn trung bình khoảng 2 đến 5 ngày đo tại các trạm đo mưa Hiệp Đức, Giao Thủy và Nông Sơn. Tài liệu này do Trung tâm Tư liệu KTTV, Bộ Tài nguyên và Môi trường cung cấp.

SỐ LIỆU DÒNG CHẢY LÀ GIÁ TRỊ DÒNG CHẢY TẠI CỬA RA (TRẠM NÔNG SƠN) THEO NGÀY VÀ GIỜ TƯƠNG ỨNG VỚI THỜI GIAN TỪNG TRẬN MƯA ĐƯỢC CUNG CẤP BỞI TRUNG TÂM TƯ LIỆU KTTV.

SỐ LIỆU MẶT ĐỆM BAO GỒM BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH, BẢN ĐỒ RỪNG, BẢN ĐỒ SỬ DỤNG ĐẤT, BẢN ĐỒ ĐỘ DỐC VÀ BẢN ĐỒ MẠNG LƯỚI THUỶ VĂN NĂM 2000

- *Bản đồ địa hình*: là bản đồ các đường đồng mức tỷ lệ 1: 100 000, 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: 100 000 dùng để mô tả hiện trạng các loại cây trồng và rừng tự nhiên trên lưu vực.

- *Bản đồ hiện trạng sử dụng đất.* 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 các phần tử trong phương pháp SCS.

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

- *Bản đồ độ dốc* dùng để phân chia phần tử và tính độ dốc trung bình phần tử.

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.

3.2. 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 ĐƯỢC CUNG CẤP LÀ GIÁ TRỊ MƯA THEO TỪNG NGÀY VÀ MƯA THỜI ĐOẠN 6 GIỜ CỦA BA 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 VÀ THỜI ĐOẠN 6 GIỜ TƯƠNG ỨNG, SAU KHI TÍNH TÍCH LŨY THÌ TA ĐƯỢC BẢNG SỐ LIỆU LŨY TÍCH MƯA THEO CÁC TRẬN MƯA NHƯ TRONG BẢNG 3.1.

- **Tài liệu về dòng chảy:** Dòng chảy tại Nông Sơn ứng với từng trận lũ được dùng để so sánh với giá trị dòng chảy mô phỏng sau khi chạy mô hình.

- **Tài liệu mặt đệm:** Lưu vực sông Thu Bồn 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.

Bảng 3.1. Số liệu lũy tích mưa của 6 trận mưa

Trận 1 từ 1h/17/10 – 7h/19/10/1999											
Tgian(h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
ΣX	0	10.5	70.5	106.7	108.4	114.4	116.2	116.4	116.9	117.2	126.5
Trận 2 từ 7h/3/12 – 7h/7/12/1999											

Tgian(h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	
ΣX	0	52.97	176.57	342.57	423.6	555.6	594.2	596.47	633.57	690.93	727.47	
			66	72	78	84	90	96	102			
			741.07	757	767.93	776.97	780.43	785.9	788.93			
Trận 3 từ 7h/27/10 – 19h/30/10/2000												
Tgian(h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	
ΣX	0	4.7	29.7	29.7	29.7	90	177.8	268.8	268.8	274.8	275.8	
			66	72	78	84	90					
			275.8	295.8	295.8	297.3	297.3					
Trận 4 từ 7h/20/10 – 19h/32/10/2001												
Tgian (h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
ΣX	0	43.97	170.7	171.97	199.27	203.8	217.57	270.4	366.4	403.3	412.3	412.3
				72	78	84	90					
				412.3	413.7	413.9	437.2					
Trận 5 từ 1h/25/10 – 19h/27/10/2002												
Tgian (h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
ΣX	0	24.77	49.53	62.93	196.83	206.2	219.03	219.8	220.3	220.3	220.53	220.53
		72										
		220.8										
Trận 6 từ 19h/6/11 – 1h/10/11/2002												
TGIAN (H)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
ΣX	0	14.5	14.5	54	54	111.3	111.3	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5
				72	78	84						
				112.5	114.5	114.5						

Phân đoạn sông: Từ bản đồ mạng lưới sông đã phân chia lưu vực sông Thu Bồn thành 25 đơn vị thủy văn (25 lưu vực nhỏ) tương ứng với 25 đoạn sông, các lưu vực nhỏ này được ký hiệu từ I đến XXV, chúng còn thể hiện được sự đồng nhất về độ dốc và khả năng tập trung nước, (Hình 3.2).

Bảng 3.2: Số dài của các đoạn sông lưu vực Thu Bồn – Nông Sơn

Lưu vực	Số dài	Lưu vực	Số dài	Lưu vực	Số dài	Lưu vực	Số dài
I	1	VIII	1	XV	1	XXII	2
II	2	IX	1	XVI	3	XXIII	1

III	1	X	2	XVII	3	XXIV	3
IV	1	XI	1	XVIII	4	XXV	1
V	1	XII	1	XIX	1		
VI	2	XIII	1	XX	3		
VII	2	XIV	2	XXI	1		

Phân dải dòng chảy: Sau khi đã phân lưu vực thành các đoạn sông ta tiến hành chia đoạn sông thành các dải, sao cho trong mỗi dải 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. Như vậy trên lưu vực nghiên cứu thì đoạn sông 18 có số dải nhiều nhất là 4 dải, các đoạn sông 1, 2, 3, 4, 5, 9 ... chỉ có 1 dải. *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 Thu Bồn đến trạm Nông Sơn ta được một lưới bao gồm 99 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. Qua đó ta nhận thấy trên lưu vực nghiên cứu thì đoạn sông 18 có số phần tử nhiều nhất (12 phần tử) còn các đoạn sông 1 dải hầu như chỉ có 2 phần tử. Sau khi phân chia lưu vực thành các phần tử thì tiến hành tách từng phần tử của lưu vực ra được 99 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 3.4.

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 [12] ĐỂ LẤY VÀ TÍNH CN TRUNG BÌNH CỦA TỪNG PHẦN TỬ THEO CÔNG THỨC TRUNG BÌNH TRỌNG SỐ NHƯ BẢNG 3.4. *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 RỜI TRA GIÁ TRỊ N [12] VÀ TÍNH N TRUNG BÌNH CỦA TỪNG PHẦN TỬ THEO CÔNG THỨC TRUNG BÌNH CÓ TRỌNG SỐ NHƯ BẢNG 3.4.

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 3.4.

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.

Hình 3.1. Bản đồ độ dốc lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn

Hình 3.2. Sơ đồ phân đoạn sông trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn

Hình 3.3. Sơ đồ lưới các phân tử trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn

Bảng 3.3: Các phân tử của lưu vực sông Thu Bồn – Nông Sơn

STT	Sông I	SÔNG II	SÔNG III	SÔNG IV	SÔNG V	SÔNG VI	SÔNG VII	SÔNG VIII	SÔNG IX	Sông X
1	IL11	IIL11	IIIL11	IVL11	VL11	VIL11	VIII11	VIIIL11	IXL11	XL11
2	IR11	IIL21	IIR11	IVR11	VR11	VIL21	VIII12	VIIIR11	IXR11	XL21
3		IIR11				VIR11	VIII21			XR11
4		IIR21				VIR21	VIII22			XR21
5							VIIR11			
6							VIIR21			
Tổng	2	4	2	2	2	4	6	2	2	4

STT	SÔNG XI	SÔNG XII	SÔNG XIII	SÔNG XIV	SÔNG XV	SÔNG XVI	SÔNG XVII	SÔNG XVIII	SÔNG XIX	Sông XX
1	XIL11	XIIL11	XIIIL11	XIVL11	XVL11	XVIL11	XVIII11	XVIIIIL11	XIXL11	XXL11
2	XIR11	XIIR11	XIIIR11	XIVL21	XVR11	XVIL21	XVIII21	XVIIIIL12	XIXR11	XXL21
3				XIVR11		XVIL31	XVIII31	XVIIIIL13		XXL31
4				XIVR21		XVIR11	XVIII11	XVIIIIL14		XXR11
5						XVIR21	XVIII21	XVIIIIL15		XXR12
6						XVIR31	XVIII22	XVIIIIL21		XXR13
7							XVIII31	XVIIIIL31		XXR14
8							XVIII32	XVIIIIL41		XXR21
9								XVIIIIR11		XXR22
10								XVIIIIR21		XXR31
11								XVIIIIR31		XXR32
12								XVIIIIR41		
Tổng	2	2	2	4	2	6	8	12	2	11

STT	SÔNG XXI	SÔNG XXII	SÔNG XXIII	SÔNG XXIV	SÔNG XXV
1	XXIL11	XXIIL11	XXIIIL11	XXIVL11	XXVL11
2	XXIR11	XXIIL21	XXIIIR11	XXIVL21	XXVR11
3		XXIIR11		XXIVL31	
4		XXIIR12		XIVR11	
5		XXIIR21		XIVR12	
6				XIVR21	
7				XIVR31	
TỔNG	2	5	2	7	2

Bảng 3.4 Các đặc trưng của các phần tử trong các dải

Phần tử	Diện tích (km ²)	Chiều dài (km)	Chiều rộng (km)	CN	ĐỘ NHÁM	ĐỘ ĐỐC PHẦN TỬ (RAD)	ĐỘ ĐỐC
ĐOẠN SÔNG 1							
IL11	47.48	3.9	12.17	77	0.352	0.4116	0.1257
IR11	19.65	1.7	11.56	77	0.348	0.4301	
ĐOẠN SÔNG 2							
IIL11	34.52	6.1	5.66	71.13487	0.331	0.3491	0.099
IIL21	43.74	9	4.86	75.63143	0.340	0.3958	
IIR11	21.88	3.3	6.63	66.15003	0.334	0.3491	0.0329
IIR21	23	3.6	6.39	71.3087	0.311	0.3390	

ĐOẠN SÔNG 3							
IIIL11	17.5	2.5	7	72.54492	0.300	0.3233	0.0108
IIIR11	18.13	2.5	7.252	74.74952	0.306	0.2454	
ĐOẠN SÔNG 4							
IVL11	19.62	2.1	9.34	70.67929	0.331	0.4812	0.1433
IVR11	58.19	7.1	8.19	75.64322	0.352	0.4859	
ĐOẠN SÔNG 5							
VL11	2.821	1.6	1.76	65.14286	0.300	0.3491	0.065
VR11	1.074	1.1	0.976	65.37996	0.300	0.3491	
ĐOẠN SÔNG 6							
VIL11	13.9	3	4.63	66.82878	0.392	0.3465	0.1093
VIL21	29.63	5.4	5.487	67.31601	0.338	0.2270	0.0327
VIR11	18.02	3.1	5.81	68.70504	0.319	0.3402	
VIR21	33.99	6.6	5.15	67.17031	0.310	0.3069	
ĐOẠN SÔNG 7							
VIIIL11	36.32	5.7	6.37	71.25645	0.307	0.3570	0.0082
VIIIL12	40.99	6.8	6.03	68.01481	0.316	0.3573	0.0007
VIIIL21	14.21	2.7	5.26	75.96143	0.327	0.3491	
VIIIL22	23.26	4	5.82	70.10668	0.367	0.3491	
VIIIR11	17.62	3.3	5.34	68.01457	0.344	0.3491	
VIIIR21	9.518	1.5	6.35	67.11344	0.300	0.3491	
ĐOẠN SÔNG 8							
VIIIL11	31.46	2.6	12.10	67.93261	0.373	0.3491	0.0481
VIIIR11	44.57	2.6	17.14	68.20013	0.350	0.3491	
ĐOẠN SÔNG 9							
IXL11	3.212	2.1	1.53	67.81307	0.300	0.3491	0.0021
IXR11	4.399	2.6	1.69	66.02932	0.300	0.3491	
ĐOẠN SÔNG 10							
XL11	52.19	8.6	6.07	74.66154	0.357	0.3491	0.0724
XL21	32.23	3.8	8.48	69.46617	0.315	0.3491	0.0173
XR11	50.67	5.3	9.56	75.74285	0.365	0.3491	
XR21	24.86	3.2	7.77	74.65538	0.322	0.3491	

Bảng 3.4 Các đặc trưng của các phần tử trong các dải (tiếp)

Đoạn sông 11							
XIL11	10.7	2.9	3.69	71.01548	0.300	0.3491	0.0011
XIR11	4.891	1.7	2.88	66.48651	0.300	0.3491	
Đoạn sông 12							
XIIL11	32.85	2.6	12.63	68.07693	0.350	0.3513	0.0389
XIIR11	36.87	3.7	9.96	68.18229	0.307	0.3779	
Đoạn sông 13							
XIIIL11	4	2.8	1.43	72.35025	0.300	0.4654	0.0016

XIIIR11	11.99	4.8	2.50	74.62348	0.300	0.4868	
Đoạn sông 14							
XIVL11	27.79	4.5	6.18	71.94422	0.308	0.3491	0.0667
XIVL21	25.09	5.3	4.73	77	0.347	0.3492	
XIVR11	51.33	10.3	4.98	72.1165	0.303	0.3825	0.0021
XIVR21	45.59	6.1	7.47	74.14241	0.310	0.3499	
Đoạn sông 15							
XVL11	15.55	2.7	5.76	77.06746	0.310	0.3617	0.0007
XVR11	4.643	1.6	2.90	75.19825	0.300	0.3602	
Đoạn sông 16							
XVIL11	28.69	3.4	8.44	68.74723	0.317	0.5237	0.0325
XVIL21	53.8	7.6	7.08	69.40335	0.345	0.5129	0.0074
XVIL31	47.64	7.7	6.19	72.88034	0.317	0.4695	0.0066
XVIR11	35.61	4.8	7.42	70.53666	0.300	0.5041	
XVIR21	18.82	5.1	3.69	72.98606	0.307	0.4778	
XVIR31	22.5	5.5	4.09	70.65231	0.300	0.4920	
Đoạn sông 17							
XVIIIL11	40.39	1.8	22.44	76.13878	0.323	0.4507	0.0005
XVIIIL21	37.6	5.6	6.71	73.45022	0.327	0.4945	0.0005
XVIIIL31	36.3	5.6	6.48	71.53591	0.322	0.3292	0.004
XVIIIR11	50.86	7.4	6.87	69.85483	0.309	0.4912	
XVIIIR21	51.35	7.5	6.85	72.9853	0.300	0.4064	
XVIIIR22	38.94	5.1	7.64	65.08989	0.319	0.5117	
XVIIIR31	25.59	5.4	4.74	72.92659	0.316	0.3444	
XVIIIR32	40.24	6	6.71	72.11572	0.337	0.2423	
Đoạn sông 18							
XVIIIL11	44.17	2.2	20.08	71.39027	0.300	0.4297	0.0116
XVIIIL12	60.26	2.9	20.78	73.09516	0.300	0.4033	0.0011
XVIIIL13	70.83	3.1	22.85	72.71213	0.306	0.3623	0.0012
XVIIIL14	46.72	2.2	21.24	73.13567	0.311	0.3493	0.0013
XVIIIL15	51.7	3.3	15.67	73.84886	0.312	0.3647	
XVIIIL21	47.91	5.5	8.71	75.03279	0.312	0.4735	
XVIIIL31	27.33	4.9	5.58	69.45768	0.346	0.3327	
XVIIIL41	12.31	2.7	4.56	68.23838	0.340	0.3407	
XVIIIR11	75.46	5.8	13.01	74.256	0.312	0.3703	
XVIIIR21	76.39	9.5	8.04	75.0178	0.313	0.3747	
XVIIIR31	69.99	7	10.00	70.48125	0.316	0.3574	
XVIIIR41	37.94	5.2	7.30	74.6871	0.303	0.4600	

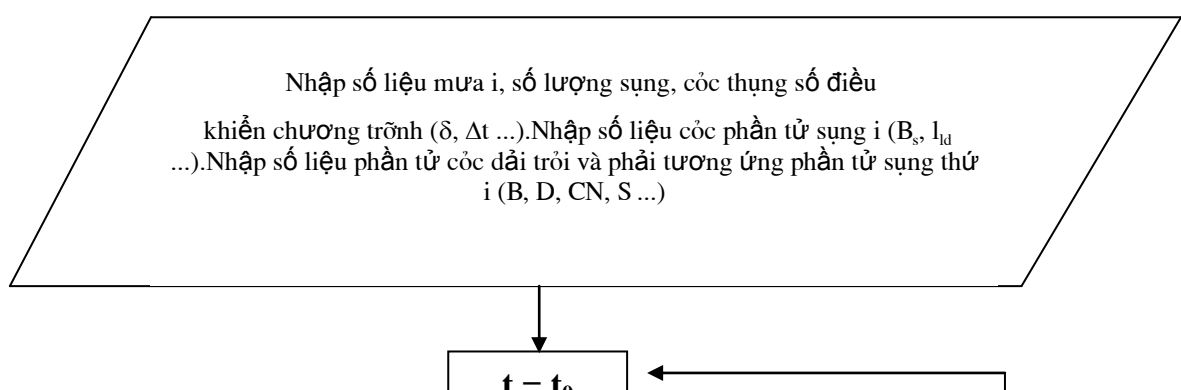
Bảng 3.4 Các đặc trưng của các phân tử trong các dải (tiếp)

Đoạn sông 19							
XIXL11	19.27	4.5	4.28	71.90675	0.307	0.4171	0.0006
XIXR11	67.49	7.4	9.12	73.98471	0.302	0.2749	
Đoạn sông 20							
XXL11	33.36	4.1	8.14	75.04254	0.315	0.3491	0.0317
XXL21	51.23	7.4	6.92	76.78507	0.301	0.3491	0.0023

XXL31	21.07	4.4	4.79	72.19797	0.300	0.3491	0.0024
XXR11	33.17	4.7	7.06	70.23826	0.318	0.4610	
XXR12	26.21	3.2	8.19	72.13255	0.307	0.3759	
XXR13	48.46	4.8	10.10	71.06033	0.311	0.3754	
XXR14	46.77	5.3	8.82	72.64346	0.308	0.3690	
XXR21	33.06	4.6	7.19	72.12583	0.315	0.4469	
XXR22	46.38	6.7	6.92	75.48738	0.304	0.3757	
XXR31	47.1	8.8	5.35	73.33155	0.331	0.5160	
XXR32	45.74	7.9	5.79	74.08767	0.326	0.4735	
Đoạn sông 21							
XXIL11	35.44	5.5	6.44	73.33137	0.307	0.3493	0.0004
XXIR11	48.26	5.5	8.77	74.33618	0.302	0.3686	
Đoạn sông 22							
XXIIL11	16.63	4.1	4.06	75.03992	0.331	0.5237	0.0461
XXIIL21	32.9	4.1	8.02	75.2369	0.319	0.3796	0.0029
XXIIR11	31.98	5.4	5.92	72.77827	0.338	0.5207	
XXIIR12	18.18	3.5	5.19	69.91303	0.357	0.4804	
XXIIR21	25.11	3	8.37	70.21408	0.345	0.3499	
Đoạn sông 23							
XXIIIL11	7.102	2.1	3.38	76.27665	0.347	0.5231	0.001
XXIIIR11	8.524	2.9	2.94	74.16697	0.350	0.5237	
Đoạn sông 24							
XXIVL11	24.59	3.8	6.47	72.69744	0.311	0.5237	0.0216
XXIVL21	18.07	5.2	3.48	74.21667	0.300	0.5237	0.0177
XXIVL31	11.87	3.9	3.04	73.9587	0.318	0.5237	0.0066
XXIVR11	21.08	3.5	6.02	68.9184	0.317	0.5237	
XXIVR12	51	6.5	7.85	70.19596	0.315	0.5072	
XXIVR21	12.13	3.1	3.91	75.30185	0.302	0.4708	
XXIVR31	4.614	1.6	2.88	75.96802	0.349	0.5237	
Đoạn sông 25							
XXVL11	14.28	3.5	4.08	74.6436	0.333	0.5232	0.0008
XXVR11	44.26	7.7	5.75	73.90581	0.333	0.4451	

3.3. CHƯƠNG TRÌNH TÍNH

1. Sơ đồ khối



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

Chương trình viết cho một đoạn sông có dạng như sau:

25 0.0001 20 16 90 100 1

(Số đoạn sông, sai số tính, thời gian hồi tu, số cấp tính, thời gian du bao, vòng lap, phương an tính)

0 6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 78 84 90

(Thời gian tích lũy mưa)

0 4.7 29.7 29.7 29.7 90 177.8 268.8 268.8 274.8 275.8 275.8 295.8 295.8 297.3 297.3

(Mua tích lũy 6h)

1 song1 (song 1 trong ban do) so dai

0 song do vao

140 do rong cua song ung voi tung dai

2 do doc mai kenh

16700 chieu dai doan long dan cua dai

0.1257 do doc doan long dan cua dai

1 so phan tu trai

1 so phan tu phai

0.06 do nham song

12174.36 chieu rong left cua cac phan tu thuoc dai 1

11558.82 chieu rong right cua cac phan tu thuoc dai 1

3900 chieu dai left cua cac phan tu thuoc dai 1

1700 chieu dai right cua cac phan tu thuoc dai 1

0.352 he so nham left cua cac phan tu thuoc dai 1

0.348 he so nham right cua cac phan tu thuoc dai 1

72 he so CN left cua dai 1

72 he so CN right cua dai 1

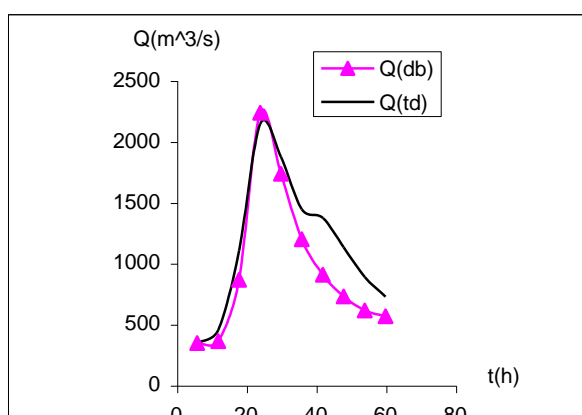
0.4116 do doc left cua cac phan tu thuoc dai 1

0.4301 do doc right cua cac phan tu thuoc dai 1

(cứ thể tiếp tục cho các đoạn sông tiếp theo ...)

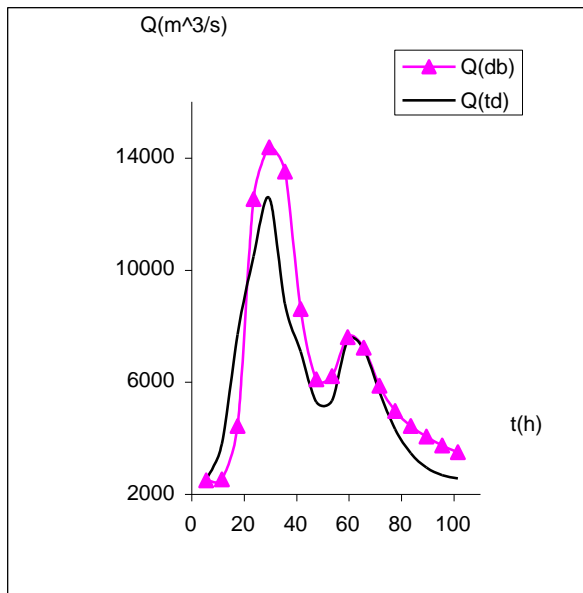
3.4. KẾT QUẢ TÍNH

- Kết quả mô phỏng các con lũ phụ thuộc từ hình 3.5 đến hình 3.8



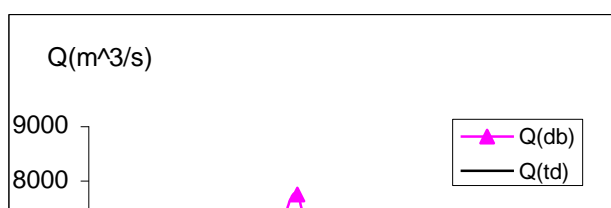
HÌNH 3.5 : KẾT QUẢ MÔ PHỎNG LỬ TỪ 1H/17/10 –

Tg(h)	Qtt(m ³ /s)	Qtd(m ³ /s)
6	342	342
12	357.88	451
18	861.93	1100
24	2233.03	2140
30	1731.1	1870
36	1194.71	1440
42	905.16	1370
48	725.11	1130
54	610.66	885
60	563.35	722
SAI SỐ QMAX	4.34%	
SAI SỐ TỔNG LƯỢNG	16.8%	
R ²	79.33%	



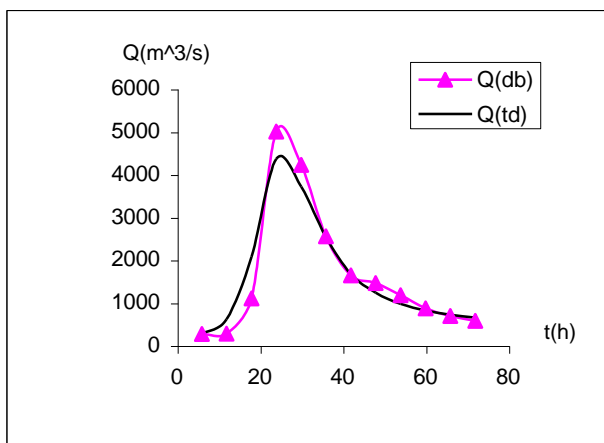
HÌNH 3.6 : KẾT QUẢ MÔ PHỎNG LỬ TỪ 7H/3/12-7H/7/12/1999

Tg(h)	Qtt(m ³ /s)	Qtd(m ³ /s)
6	2460	2460
12	2490.66	3760
18	4392.46	7660
24	12500.47	10450
30	14347.14	12530
36	13477.72	8760
42	8572.24	7050
48	6058.15	5250
54	6178.32	5300
60	7566.58	7450
66	7191.93	7130
72	5835.28	5620
78	4928.59	4280
84	4392.28	3430
90	4016.97	2910
96	3704.41	2640
102	3460.53	2530
SAI SỐ TỔNG LƯỢNG	12.46%	
SAI SỐ QMAX1	14.5%	
SAI SỐ QMAX2	1.56%	
R ²	63.46%	



Tg(h)	Qtt(m ³ /s)	Qtd(m ³ /s)
6	582	582
12	582	628
18	582	991
24	582.01	873
30	595.67	858
36	1279.33	2710
42	5944.43	5730
48	7723.15	6340
54	4368.65	5010
60	2591.19	2880
66	1744.87	1740
72	1415.52	1250
78	1312.67	1150
84	1281.99	934
90	1234.24	840
SSĐÌNH	21.8%	
SAI SỐ TỔNG LƯỢNG	2.14%	
R ²	90.45%	

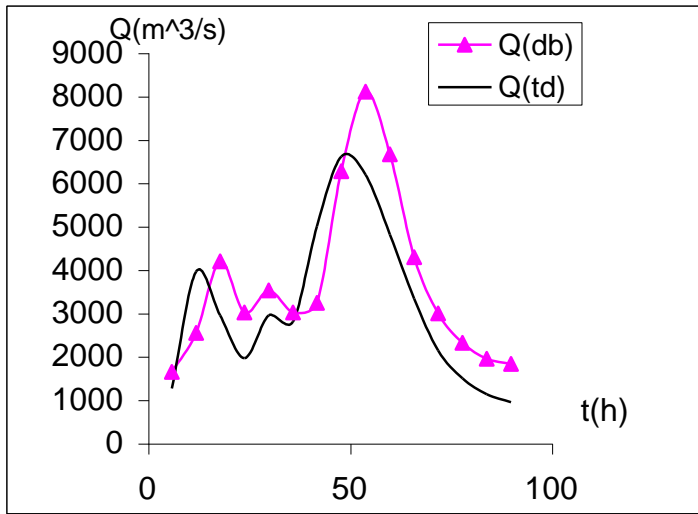
CO



Hỡnh 3.8.: Kết quả mụ

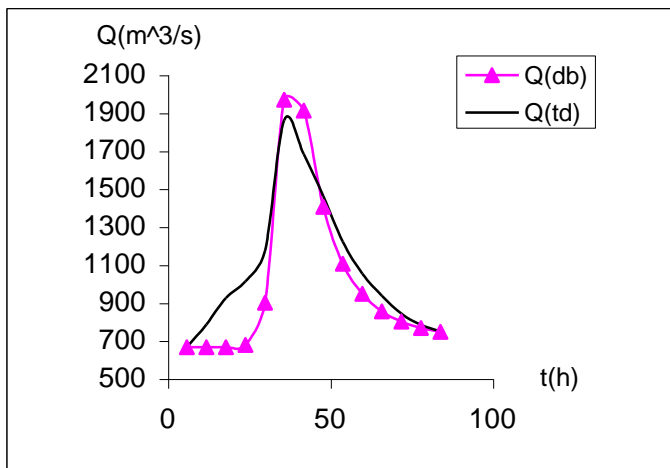
Tg(h)	Qtt(m ³ /s)	Qtd(m ³ /s)
6	261	261
12	266.42	604
18	1097.02	2070
24	4997.04	4360
30	4216.82	3710
36	2543.8	2530
42	1636.45	1660
48	1456.39	1230
54	1165.1	964
60	862.92	809
66	682.55	710
72	567.48	641
SAI SỐ QMAX	14.6%	
SAI SỐ TỔNG LƯỢNG	1.04%	
R ²	86.5%	

- KẾT QUẢ MÔ PHÒNG CÁC TRẬN LŨ ĐỘC LẬP TỪ HÌNH 3.9 ĐẾN HÌNH 3.10



Hỡnh 3.9.: Kết quả mự phỏng lũ đợc

Tg(h)	Qtt(m ³ /s)	Qtd(m ³ /s)
6	1250.0	1250
12	2534.9	3950
18	4183.5	2940
24	3007.1	1950
30	3510.5	2940
36	3007.1	2790
42	3227.7	4990
48	6258.6	6600
54	8093.8	6180
60	6653.4	4800
66	4276.4	3320
72	2984.5	2130
78	2304.4	1490
84	1938.8	1120
90	1816.3	937
R ²	58.4%	
SAI SỐ QMAX	22.6%	
SAI SỐ TỔNG LƯỢNG	0.16%	



Hỡnh 3.10 : Kết quả mự phỏng lũ đợc lập

Tg(h)	Qtt(m ³ /s)	Qtd(m ³ /s)
6	663	663
12	663	783
18	663.76	922
24	675.36	1010
30	896.77	1170
36	1967.75	1860
42	1909.76	1680
48	1402.32	1460
54	1103.5	1220
60	944.8	1050
66	851.91	934
72	798.11	841
78	764.93	782
84	744.17	746
SAI SỐ QMAX	5.79%	
SAI SỐ TỔNG LƯỢNG	7.08%	
R ²	78.45%	

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 R^2 . ĐỘ HỮU HIỆU NÀY ĐƯỢC XÁC ĐỊNH NHƯ SAU:

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

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

VỚI: Q_{ID} LÀ LƯU LƯỢNG THỰC ĐO; Q_{IT} LÀ LƯU LƯỢNG TÍNH TOÁN, \bar{Q}_d 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:

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

BẢNG 3.5. BẢNG SAI SỐ TỔNG LƯỢNG, ĐỈNH LỬ VÀ ĐỘ HỮU HIỆU R^2

Sai so \ Lu	1	2	3	4	5	6	SS TB
W (%)	16.8	12.46	2.14	1.04	0.16	7.08	6.61
Qmax1 (%)	4.34	14.5	21.8	14.6	22.6	5.79	13.93
Qmax2 (%)		1.56					
R^2 (%)	79.33	63.46	90.45	86.5	58.4	78.45	76.09

Từ kết quả mô phỏng bốn trận lũ cho ta kết quả như sau:

- Về đỉnh: sai số dao động từ 4.34- 21.8%, trung bình là 13.81% thuộc loại khá.
- Về lượng: sai số dao động từ 1.04- 16.8%, trung bình là 8.11% thuộc loại tốt.
- Chỉ tiêu R^2 dao động từ 58.4- 90.45, trung bình là 79.9 thuộc loại khá.

THEO TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ SAI SỐ CỦA TỔ CHỨC KHÍ TƯỢNG THẾ GIỚI THÌ VỚI 4 TRẬN LỬ CHẠY MÔ PHỎNG CHO KẾT QUẢ LÀ MÔ TẢ 2 TRẬN LỬ THUỘC LOẠI TỐT VỚI $R^2 > 85\%$ ĐẠT 50%, 1 TRẬN LỬ ĐẠT LOẠI KHÁ CHIẾM 25% VÀ 1 TRẬN LỬ ĐẠT TƯƠNG

ÚNG VỚI 25 %. VỚI KẾT QUẢ NHƯ VẬY BỘ THÔNG SỐ ĐÃ ĐƯỢC XÂY DỰNG LÀ ỔN ĐỊNH. VỚI BỘ THÔNG SỐ NÀY CHÚNG TÔI SỬ DỤNG ĐỂ KIỂM TRA 2 CON LŨ VỚI TƯ CÁCH LÀ CHUỖI SỐ LIỆU ĐỘC LẬP. KẾT QUẢ CHẠY CHO HAI TRẬN LŨ ĐỘC LẬP ĐƯỢC THỂ HIỆN TRÊN HÌNH 3.9 VÀ HÌNH 3.10.

Với trận lũ từ **7H/19/10 – 19H/30/10/2002** (hình 3.13) Sai số đỉnh là 22.6%, và sai số tổng lượng của đường quá trình là 0.16%. Độ hữu hiệu tính theo chỉ tiêu R^2 là 58.4%. ($R^2 > 40\%$ kết quả này là đạt).

VỚI TRẬN LŨ ĐỘC LẬP THỨ 2 TỪ **19H/6/11 – 1H/10/11/2002** (HÌNH 3.13) CHO KẾT QUẢ ĐỈNH LŨ DỰ BÁO THIÊN LỚN SAI SỐ GIỮA DỰ BÁO VÀ THỰC ĐO LÀ 5.79%, ĐỘ HỮU HIỆU TÍNH THEO TIÊU CHUẨN $R^2 = 78.45\%$ ($> 65\%$) THUỘC LOẠI KHÁ. NHƯ VẬY BỘ THÔNG SỐ CHẠY CHO 6 TRẬN LŨ MÔ PHỎNG KHI CHẠY CHO 2 TRẬN LŨ ĐỘC LẬP CHO KẾT QUẢ CHẤP NHẬN ĐƯỢC.

NHẬN XÉT KẾT QUẢ TÍNH CHO 4 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 CHÚNG 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 VÀ LƯỢNG CỦA ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH CỤ THỂ TRÊN HÌNH 3.5, HÌNH 3.6, HÌNH 3.7 VÀ HÌNH 3.8.

+ SAI SỐ TRUNG BÌNH ĐỈNH LŨ CỦA CÁC TRẬN LŨ LÀ 13.93% VÀ SAI SỐ TRUNG BÌNH TỔNG LƯỢNG CÁC TRẬN LŨ ĐƠN LÀ 6.61%, ĐỘ HỮU HIỆU TÍNH THEO CHỈ TIÊU R^2 LÀ 76.09% (THUỘC LOẠI ĐẠT). NHƯ VẬY SAI SỐ VỀ ĐỈNH VÀ VỀ LƯỢNG CỦA CÁC TRẬN LŨ ĐƠN LÀ KHÁ TỐT.

+ Bộ thông số đã mô phỏng qua 4 con lũ, sau khi tiến hành tính toán cho 2 trận lũ độc lập được kết quả như trên hình 3.9 và hình 3.10, nhận thấy rằng mô hình có thể áp dụng được trên lưu vực sông Thu Bồn để mô phỏng và dự báo quá trình dòng chảy cho chuỗi độc lập.

KẾT LUẬN

KHOÁ LUẬN ĐÃ THỰC HIỆN ĐƯỢC MỘT SỐ NỘI DUNG NHƯ SAU:

1. BƯỚC ĐẦU CÓ SỰ NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ CÁC MÔ HÌNH TOÁN, NHẤT LÀ CÁC MÔ HÌNH MƯA – DÒNG CHẢY ĐỂ PHỤC VỤ SỬ DỤNG HỢP LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ ĐẤT. 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 THỬ NGHIỆM ĐÁNH GIÁ VIỆC SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG THU BỒN. 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. TỪ VIỆC PHÂN TÍCH CÁC BẢN ĐỒ ĐỘ ĐỐC, MẠNG LƯỚI SÔNG SUỐI, ĐỊA HÌNH EM ĐÃ TIẾN HÀNH XÂY DỰNG LƯỚI PHẦN TỬ TRÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN, CỤ THỂ LÀ LƯU VỰC SÔNG THU BỒN – TRẠM NÔNG SƠN ĐƯỢC CHIA RA LÀM 99 PHẦN TỬ TƯƠNG ỨNG VỚI 42 DẢI THUỘC 25 ĐOẠN SÔNG (25 ĐƠN VỊ THUỶ VẤN). TỪ LƯỚI PHẦN TỬ ĐÃ XÂY DỰNG, TIẾN HÀNH TÁCH CÁC PHẦN TỬ, ÁP CÁC PHẦN TỬ NÀY VÀO CÁC BẢN ĐỒ ĐỘ ĐỐC, SỬ DỤNG ĐẤT,

RỪNG... ĐỀ CẮT CÁC BẢN ĐỒ ĐỘ ĐỐC, SỬ DỤNG ĐẤT, RỪNG ỨNG VỚI TỪNG PHẦN TỬ. TỪ CÁC BẢN ĐỒ NÀY TÍNH CÁC THÔNG SỐ TỪNG PHẦN TỬ: ĐỘ ĐỐC 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 LẤY TỪ LƯỢNG MƯA TRẠM NÔNG SƠN, GIAO THỦY VÀ HIỆP ĐỨC. TÍNH MƯA TÍCH LŨY THEO THỜI ĐOẠN 6 GIỜ ỨNG VỚI TÀI LIỆU MƯA THU THẬP ĐƯỢC.
4. CÁC THÔNG SỐ KHÁC NHƯ ĐỘ ĐỐC MÁI KÊNH, HỆ SỐ NHÁM LÒNG SÔNG, CHIỀU RỘNG ĐOẠN LÒNG DẪN NHẬN ĐƯỢC BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỐI ƯU HOÁ.
5. THÀNH LẬP ĐƯỢC MỘT BỘ THÔNG SỐ CHO LƯU VỰC SÔNG THU BỒN, MÔ PHỎNG CHO 4 TRẬN LŨ (1999 -2001) PHỤ THUỘC VỚI SAI SỐ VỀ ĐỈNH LŨ ĐƠN NĂM TRONG KHOẢNG 4.34% - 21.8%, SAI SỐ VỀ TỔNG LƯỢNG NĂM TRONG KHOẢNG 1.04%÷24.8%, ĐÁNH GIÁ THEO TIÊU R^2 THÌ VỀ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH CỦA 4 TRẬN LŨ MÔ PHỎNG LÀ ĐẠT LOẠI KHÁ. ĐÃ TIẾN HÀNH KIỂM TRA BỘ THÔNG SỐ TRÊN CHUỖI ĐỘC LẬP (2002) VỚI SAI SỐ VỀ ĐỈNH NĂM TRONG KHOẢNG 5.79%÷22.6%, SAI SỐ VỀ LƯỢNG NĂM TRONG KHOẢNG 0.16%÷14.93%
6. TÍNH ĐƯỢC SAI SỐ TRUNG BÌNH CỦA CÁC TRẬN LŨ ĐƠN: SAI SỐ ĐỈNH LÀ 13.93%, SAI SỐ TỔNG LƯỢNG LÀ 6.61%. ĐỘ HỮU HIỆU TRUNG BÌNH TÍNH THEO CHỈ TIÊU R^2 LÀ 76.09% (THUỘC LOẠI KHÁ)..
7. SAI SỐ MÔ PHỎNG LŨ ĐƠN TỐT HƠN LŨ KÉP CÓ THỂ DO TRONG MÔ HÌNH NÀY SỬ DỤNG HÀM NỘI SUY TUYẾN TÍNH NÊN CHƯA PHẢN ẢNH HẾT BẢN CHẤT VẬT LÝ CỦA QUÁ TRÌNH VẬN CHUYỂN NƯỚC TRÊN LƯU VỰC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. LƯƠNG TUẤN ANH, 1996. *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, HÀ NỘI.

2. *BẢN ĐỒ ĐỘ DỐC TỈNH QUẢNG NAM, ĐÀ NẴNG, 2000.*TỔNG CỤC ĐỊA CHÍNH.
3. *BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỈNH QUẢNG NAM, ĐÀ NẴNG, 2000.* TỔNG CỤC ĐỊA CHÍNH.
4. *BẢN ĐỒ RỪNG TỈNH QUẢNG NAM, ĐÀ NẴNG, 2000.*TỔNG CỤC ĐỊA CHÍNH.
5. *BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT TỈNH QUẢNG NAM, ĐÀ NẴNG, 2000.* TCĐC,
6. *BẢN ĐỒ MẠNG LƯỚI THỦY VĂN VÀ PHÂN BỐ CÁC TRẠM KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN TỈNH QUẢNG NAM, ĐÀ NẴNG, 2000.* TỔNG CỤC ĐỊA CHÍNH.
7. NGUYỄN VĂN CƯ VÀ NNK., 1999. *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.
8. NGUYỄN VĂN CƯỜNG, 2003. *ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN SÓNG ĐỘNG HỌC ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA VIỆC SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN DÒNG CHÁY LƯU VỰC SÔNG VỆ.* KL TỐT NGHIỆP
9. BÙI VĂN ĐỨC, VŨ VĂN TUẤN, LƯƠNG TUẤN ANH, 2000. *CÁC MÔ HÌNH TOÁN VỀ MƯA - DÒNG CHÁY.* GIÁO TRÌNH CHUYÊN ĐỀ BẬC TIẾN SĨ. VIỆN KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN, HÀ NỘI.
10. NGUYỄN HỮU KHẢI, NGUYỄN THANH SƠN, 2003. *MÔ HÌNH TOÁN THỦY VĂN,* NXB ĐHQGHN, HÀ NỘI.
11. NGUYỄN THANH SƠN, 2004. *TÍNH TOÁN THỦY VĂN.* NXB ĐHQGHN, HÀ NỘI.
12. NGUYỄN THANH SƠN, LƯƠNG TUẤN ANH, 2003. *ÁP DỤNG MÔ HÌNH THỦY ĐỘNG HỌC CÁC PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ TẢ QUÁ TRÌNH DÒNG CHÁY LƯU VỰC.* TẠP CHÍ KHOA HỌC ĐHQGHN, KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ, T.XIX, NO1, HÀ NỘI.

13. NGÔ CHÍ TUẤN, 2003.. *ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN SÓNG ĐỘNG HỌC ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG TRÀ KHÚC*. KL TỐT NGHIỆP
14. TRẦN TUẤT, NGUYỄN ĐỨC NHẬT, 1980. *KHÁI QUÁT ĐỊA LÝ THUYẾT VẤN SÔNG NGÒI VIỆT NAM*. TỔNG CỤC KTTV.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1. Mưa thời đoạn 6 giờ tại trạm Nông Sơn, Giao Thủy và Hiệp
Đức từ 1h ngày 17/X đến 7h ngày 19/X năm 1999

NGÀY	GIỜ	MƯA
------	-----	-----

		NÔNG SƠN	GIAO THUY	HIỆP ĐỨC
17	1	24.3	43.6	10.5
	7	37.5	33.0	60.0
	13	9.7	7.2	36.2
	19	2.4	1.7	1.7
18	1	8.8	5.6	6.0
	7	3	1.7	1.8
	13	0		0.2
	19	0	0.4	0.5
19	1	1.5	4.7	0.3
	7	7.7	16.2	9.3

MƯA THỜI ĐOẠN 6 GIỜ TẠI TRẠM NÔNG SƠN, GIAO THUY VÀ HIỆP ĐỨC TỪ 7H NGÀY 3/XII ĐẾN 7H NGÀY 7/XII NĂM 1999.

NGÀY	GIỜ	MƯA		
		NÔNG SƠN	GIAO THUY	HIỆP ĐỨC
3	7	43.5	92.4	23.0
	13	106.0	138.0	126.8
	19	211.7	28.7	207.8
4	1	71.9	6.5	109.2
	7	144.6	11.5	158.1
	13	56.5	2.0	29.6
	19	1.9		3.5
5	1	29.5	9.0	53.5
	7	55.6	5.1	66.1
	13	42.2	1.2	43.5
	19	13.4	3.1	18.3
6	1	14.0	10.6	15.0
	7	10.0	6.2	10.4
	13	7.2	1.3	9.8
	19	2.0	0.3	7.6
7	1	2.7	1.6	10.8
	7	2.1	1.0	4.6

Mưa thời đoạn 6 giờ tại trạm Nông Sơn, Giao Thủy và Hiệp Đức từ 7h ngày 27/X đến 19h ngày 30/X năm 2000

NGÀY	GIỜ	MƯA		
		NÔNG SƠN	GIAO THUY	HIỆP ĐỨC

27	7	3.5	8.7	4.7
	13	27.2	32.2	25.0
	19	1.0	60.4	
28	1	0.5	29.2	
	7	58.9	131.0	60.3
	13	106.2	225.7	87.8
	19	242.5	23.7	91.0
29	1	2.6	1.2	
	7	2.1	0.4	6.0
	13	0.0		1.0
	19	0.0		
30	1	0.0	0.3	20.0
	7	0.5	1.0	0.0
	13	0.0		1.5
	19	1.6		

Mưa thời đoạn 6 giờ tại trạm Nông Sơn, Giao Thủy và Hiệp Đức từ 7h ngày 20/X đến 19h ngày 23/X năm 2001.

NGÀY	GIỜ	MƯA		
		NÔNG SƠN	GIAO THUY	HIỆP ĐỨC
20	7	77.2	73.2	101.5
	13	165.4	56.3	84.8
	19	1.1	0.2	2.5
21	1	36.3	12.7	24.5
	7	6.6	3.6	1.5
	13	14.3	0.4	18.0
	19	47.3	51.2	37.5
22	1	92.0	73.4	71.6
	7	54.4	18.8	37.5
	13	10.1	0.3	3.2
	19	0.0		0.5
23	1			
	7	0.3	3.3	
	13	0.0		0.7
	19	38.5	4.7	26.7

Mưa thời đoạn 6 giờ tại trạm Nông Sơn, Giao Thủy và Hiệp Đức từ 1h ngày 25/X đến 19h ngày 27/X năm 2002.

NGÀY	GIỜ	MƯA		
		NÔNG SƠN	GIAO THUY	HIỆP ĐỨC

25	1	32.5	28.3	13.5
	7	5.6	3.7	65.0
	13	38.1	2.1	
	19	106.0	28.2	221.9
26	1	11.3	45.6	
	7	12.2	8.7	14.1
	13	0.0	8.0	
	19	0.0	12.3	1.6
27	1	0.0	2.3	
	7	0.0		0.6
	13	0.0		
	19	0.8		0.0

Mưa thời đoạn 6 giờ tại trạm Nông Sơn, Giao Thủy và Hiệp Đức từ 19h ngày 6/XI đến 1h ngày 10/XI năm 2002

NGÀY	GIỜ	MƯA		
		NÔNG SƠN	GIAO THUY	HIỆP ĐỨC
6	19	5.2	2.7	14.5
7	1	23.6	8.5	
	7	2.1	3.8	39.5
	13	9.3	18.7	
	19	21.1	7.4	57.3
8	1	0.8	0.3	
	7	0.2	0.4	1.2
	13	0		
	19	0	0.7	
9	1	0		
	7	2.4		0.0
	13	0		
	19	0	0.2	2.0
10	1	0	1.2	

PHỤ LỤC 2

LƯU LƯỢNG CỦA 6 TRẬN LŨ THEO GIỜ TẠI TRẠM NÔNG SƠN

T(H)	Q ₁ (M ³ /S)	Q ₂ (M ³ /S)	Q ₃ (M ³ /S)	Q ₄ (M ³ /S)	Q ₅ (M ³ /S)	Q ₆ (M ³ /S)
------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

6	342	2460	582	1250	261	1250
12	451	3760	628	3950	604	3950
18	1100	7660	991	2940	2070	2940
24	2140	10450	873	1950	4360	1950
30	1870	12530	858	2940	3710	2940
36	1440	8760	2710	2790	2530	2790
42	1370	7050	5730	4990	1660	4990
48	1130	5250	6340	6600	1230	6600
54	885	5300	5010	6180	964	6180
60	722	7450	2880	4800	809	4800
66		7130	1740	3320	710	3320
72		5620	1250	2130	641	2130
78		4280	1150	1490	261	1490
84		3430	934	1120	604	1120
90		2910	840	937		937
96		2640				1250
102		2530				

TRONG ĐÓ Q₁ LÀ LƯU LƯỢNG CỦA TRẬN LŨ TỪ 1H NGÀY 17/10/1999 ĐẾN 7H NGÀY 19/10/1999 Q₂ LÀ LƯU LƯỢNG CỦA TRẬN LŨ TỪ 7H NGÀY 3/12/1999 ĐẾN 7H NGÀY 7/12/1999

Q₃ LÀ LƯU LƯỢNG CỦA TRẬN LŨ TỪ 7H NGÀY 27/10/2000 ĐẾN 19H NGÀY 30/10/2000

Q₄ LÀ LƯU LƯỢNG CỦA TRẬN LŨ TỪ 7H NGÀY 20/10/2001 ĐẾN 19H NGÀY 30/10/2001

Q₅ LÀ LƯU LƯỢNG CỦA TRẬN LŨ TỪ 1H NGÀY 25/10/2002 ĐẾN 19H NGÀY 27/10/2002

Q₆ LÀ LƯU LƯỢNG CỦA TRẬN LŨ TỪ 19H NGÀY 6/11/2002 ĐẾN 1H NGÀY 10/11/2002

PHỤ LỤC 3. FLIE SỐ LIỆU

25 0.0001 20 16 90 100 1
0 6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 78 84 90
0 4.7 29.7 29.7 29.7 90 177.8 268.8 268.8 274.8 275.8 275.8 295.8 295.8 297.3 297.3

1 song1

0

140

2

16700

0.1257

1

1

0.06

12174.36

11558.82

3900

1700

0.352

0.348

72

72

0.4116

0.4301

2 song2

0

140 145

2 2

9600 7600

0.099 0.0329

1 1

1 1

0.08 0.07

5659.02

6630.3

6100

3300

0.331

0.334

66.13

61.15

0.3491

0.3491

4860

6388.89

9000

3600

0.34

0.311

70.63

66.31

0.3958

0.339

1 song3

2

1 2

150
2
11100
0.0108
1
1
0.07
7000
7252
2500
2500
0.3
0.306
67.5
69.7
0.3233
0.2454
1 song 4
0
155
2
12000
0.1433
1
1
0.08
9342.86
8195.78
2100
7100
0.331
0.352
65.7
70.6
0.4812
0.4859
1 song 5
2
3 4
155
2
2000
0.065
1
1
0.08
1763.13
976.36
1600
1100
0.3
0.3
60.14
60.38
0.3491
0.3491
2 song 6
0
150 155
2 2

7500 10100
0.1093 0.0327
1 1
1 1
0.09 0.08
4633.33
5812.9
3000
3100
0.392
0.319
61.83
63.71
0.3465
0.3402
5487
5150
5400
6600
0.338
0.31
62.32
62.17
0.227
0.3069
2 song 7
2
5 6
155 160
2 2
6100 7300
0.0082 0.0007
2 2
1 1
0.08 0.07
6371.93 6027.94
5339.394
5700 6800
3300
0.307 0.316
0.344
66.26 63.01
63.01
0.357 0.3573
0.349
5262.963 5815
6345.33
2700 4000
1500
0.327 0.367
0.3
70.96 65.11
62.11
0.3491 0.3491
0.3491
1 song 8
0
155
2
18800

0.0481
1
1
0.08
12100
17142.31
2600
2600
0.373
0.35
62.93
63.2
0.3491
0.3491
1 song 9
2
7 8
160
2
2400
0.0021
1
1
0.09
1529.524
1691.923
2100
2600
0.3
0.3
62.81
61.03
0.3491
0.3491
2 song 10
0
160 165
2 2
11600 9800
0.0724 0.0173
1 1
1 1
0.1 0.09
6068.6
9560.38
8600
5300
0.357
0.365
69.66
70.74
0.3491
0.3491
8481.58
7768.75
3800
3200
0.315
0.322
64.47

69.65
0.3491
0.3491
1 song11
2
9 10
165
2
4600
0.0011
1
1
0.07
3689.65
2877.06
2900
1700
0.3
0.3
66.01
61.49
0.3491
0.3491
1 song12
0
150
2
15300
0.0389
1
1
0.07
12634.62
9964.86
2600
3700
0.35
0.307
63.08
63.18
0.3513
0.3779
1 song13
2
11 12
160
2
3100
0.0016
1
1
0.08
1428.57
2497.92
2800
4800
0.3
0.3
67.35
69.62

0.4654
0.4868
2 song14
0
150 155
2 2
7500 9400
0.0667 0.0021
1 1
1 1
0.08 0.07
6175.5
4983.5
4500
10300
0.308
0.303
66.94
67.12
0.3491
0.3825
4733.96
7473.77
5300
6100
0.347
0.31
72
69.14
0.3492
0.3499
1 song15
2
13 14
165
2
7000
0.0007
1
1
0.07
5759.3
2901.9
2700
1600
0.31
0.3
72.07
70.2
0.3617
0.3602
3 song16
0
150 155 160
2 2 2
12600 5400 8300
0.0325 0.0074 0.0066
1 1 1
1 1 1
0.09 0.08 0.07

8438.2
7418.7
3400
4800
0.317
0.3
63.75
65.54
0.5237
0.5041
7078.95
3690.2
7600
5100
0.345
0.307
64.4
67.9
0.5129
0.4778
6187
4090.9
7700
5500
0.317
0.3
67.88
65.65
0.4695
0.492
3 song17
2
15 16
155 160 165
2 2 2
10500 10400 13400
0.0005 0.0005 0.0004
1 1 1
1 2 2
0.07 0.08 0.09
22438.89
6872.97
1800
7400
0.323
0.309
71.14
64.85
0.4507
0.4912
6714.28
6846.67 7635.3
5600
7500 5100
0.327
0.3 0.319
68.45
67.98 60.09
0.4945
0.4064 0.5117

6482.14
4738.9 6706.7
5600
5400 6000
0.322
0.316 0.337
66.53
67.93 67.11
0.292
0.3444 0.2423
4 song18
0
150 155 160 165
2 2 2 2
26800 8800 8500 7800
0.0116 0.0011 0.0012 0.0013
5 1 1 1
1 1 1 1
0.09 0.08 0.07 0.07
20077.27 20779.31 22848.39 21236.36 15666.67
13010.34
2200 2900 3100 2200 3300
5800
0.3 0.3 0.306 0.311 0.312
0.312
66.39 68.09 67.71 68.13 68.85
69.26
0.4297 0.4033 0.3623 0.3493 0.3647
0.3703
8710.9
8041
5500
9500
0.312
0.313
70.03
70.02
0.4735
0.3747
5577.55
9998.6
4900
7000
0.346
0.316
64.46
65.48
0.3327
0.3574
4559.26
7296.15
2700
5200
0.34
0.303
63.24
69.69
0.3407
0.46
1 song19

2
17 18
165
2
8400
0.0006
1
1
0.08
4282.2
9120.3
4500
7400
0.307
0.302
66.91
68.98
0.4171
0.2749
3 song20
0
145 150 155
2 2 2
12600 8600 6300
0.0317 0.0023 0.0024
1 1 1
4 2 2
0.08 0.07 0.07
8136.6
7057.4 8190.6 10095.8 8824.53
4100
4700 3200 4800 5300
0.315
0.318 0.307 0.311 0.308
70.04
65.24 67.13 66.06 67.64
0.3491
0.461 0.3759 0.3754 0.369
6922.97
7186.96 6922.39
7400
4600 6700
0.301
0.315 0.304
71.78
67.13 70.49
0.3491
0.4469 0.3757
4788.64
5352.27 5789.87
4400
8800 7900
0.3
0.331 0.326
67.2
68.33 66.09
0.3491
0.516 0.4735
1 song21
2

19 20
165
2
12700
0.0004
1
1
0.07
6443.64
8774.5
5500
5500
0.307
0.302
68.33
69.34
0.3493
0.3686
2 song22
0
155 160
2 2
10200 10300
0.0461 0.0029
1 1
2 1
0.08 0.07
4056.1
5922.22 5194.3
4100
5400 3500
0.331
0.338 0.357
70.04
67.78 64.91
0.5237
0.5207 0.4804
8024.4
8370
4100
3000
0.319
0.345
70.24
65.21
0.3796
0.3499
1 song23
2
21 22
170
2
5100
0.001
1
1
0.07
3381.9
2939.3
2100

2900
0.347
0.35
71.28
69.17
0.5231
0.5237
3 song24
0
155 160 165
2 2 2
10200 6200 3800
0.0216 0.0177 0.0066
1 1 1
2 1 1
0.08 0.07 0.07
6471.05
6022.86 7846.15
3800
3500 6500
0.311
0.317 0.315
67.7
63.92 65.2
0.5237
0.5237 0.5072
3475
3912.9
5200
3100
0.3
0.302
69.22
71.3
0.5237
0.4708
3043.6
2883.75
3900
1600
0.318
0.349
68.96
70.97
0.5237
0.5237
1 song25
2
23 24
170
2
6400
0.0008
1
1
0.07
4080
5748.05
3500
7700

0.333
0.333
69.64
68.9
0.5232
0.4451