

MỞ ĐẦU

Việc tăng hạn dự báo là một vấn đề luôn có tính thời sự, nhằm tăng khả năng phòng lũ, giảm thiểu tối đa những hậu quả do lũ gây ra đối với nền kinh tế quốc dân. Điều này lại càng bức thiết đối với các lưu vực sông ngòi Miền Trung, đặc biệt là ở lưu vực sông Trà Khúc - nơi có sông ngắn, dốc - lũ xảy ra nhanh, thời gian dự kiến của các dự báo lũ thường hạn chế.

Để giải quyết vấn đề này ở lưu vực sông Trà Khúc, đề xuất ý kiến sử dụng mưa dự báo hạn dài từ mô hình khí tượng để dự báo lũ. Đây là một hướng đi mới đang được các nhà thủy văn tập trung nghiên cứu và phát triển. Việc sử dụng mưa dự báo làm đầu vào cho các mô hình dự báo lũ sẽ làm tăng thời gian dự báo lũ vốn rất hạn chế ở các lưu vực sông Trà Khúc. Việc làm này góp phần nâng cao công tác phòng và chống lũ, giảm thiểu được thiệt hại về người và của.

Khoá luận này sử dụng mô hình sóng động học một chiều phương pháp phân tử hữu hạn và phương pháp SCS đánh giá khả năng dự báo lũ bằng mưa dự báo thời hạn 3 ngày (từ mô hình RAMS) cho lưu vực sông Trà Khúc - Sơn Giang. Từ đó mở ra khả năng sử dụng công nghệ dự báo lũ thời hạn 3 ngày cho lưu vực sông Trà Khúc nói riêng và khu vực Miền Trung nói chung.

Do thời gian có hạn và điều kiện về mặt số liệu còn hạn chế nên những kết quả đạt được trong khoá luận mới chỉ mang tính chất tham khảo và chưa thể áp dụng trong thực tế.

Chương 1 TỔNG QUAN

1.1. GIỚI THIỆU MỘT SỐ MÔ HÌNH MƯA - DÒNG CHẢY

Hiện nay, các mô hình toán thủy văn về mưa - dòng chảy được phát triển theo hướng hình thành các mô hình có đa chức năng, sử dụng các công nghệ xử lý số liệu không gian kỹ thuật cao, có khả năng ứng dụng trong dự báo thủy văn, đánh giá tác động của các hoạt động phát triển kinh tế xã hội trên lưu vực đến quá trình dòng chảy. Dưới đây sẽ giới thiệu một số mô hình mưa - dòng chảy đã được ứng dụng có hiệu quả trên thế giới và ở Việt Nam.

1.1.1. Mô hình SSARR [1,9,11]

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:

$$\left[\frac{I_1 + I_2}{2} \right] \Delta t - \left[\frac{O_1 + O_2}{2} \right] \Delta t = S_2 + S_1 \quad (1.1)$$

Phương trình lượng trữ của hồ chứa là :

$$\frac{dS}{dt} = T_s \frac{dQ}{dt} \quad (1.2)$$

Mô hình SARR cho phép diễn toán trên toàn bộ lưu vực nhưng bên cạnh đó mô hình SSARR còn hạn chế là 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).

1.1.2. Mô hình của Trung tâm khí tượng thủy 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:

$$P = h - E - i \quad (1.3)$$

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.

1.1.3. 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:

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

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:

$$S_{at} = S_{at-1} - f_{t-1} + f_c \quad (1.5)$$

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. 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.

1.1.4. Mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn

Mô hình sóng động học một chiều [1, 7, 18]

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

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad (1.6)$$

$$Q = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2} A \quad (1.7)$$

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 (1.6) và (1.7) 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. Hiện nay, mô hình sóng động học phát triển theo nhiều hướng khác nhau với việc lựa chọn các hàm nội suy không gian và sơ đồ giải hệ phương trình vi phân theo thời gian một cách hợp lý nhằm thu được độ ổn định và chính xác cao. 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 phân tử hữu hạn.

Phương pháp phân tử hữu hạn [12]

Giả thiết: Để xấp xỉ lưu vực sông bằng các phân tử hữu hạn, lòng dẫn được chia thành các phân tử lòng dẫn và sườn dốc được chia thành các dải tương ứng với mỗi phân 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 phân tử lòng dẫn. Trong mỗi dải lại chia ra thành các phân tử sườn dốc sao cho độ dốc sườn dốc trong mỗi phân tử tương đối đồng nhất. Việc mô phỏng lưu vực bằng các phân 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.

Việc áp dụng lý thuyết phân 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 phân 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.

Việc xây dựng mô hình sóng động học 1 chiều phương pháp phần tử hữu hạn đã được trình bày trong công trình nghiên cứu [12], theo đó được tiến hành cụ thể theo các bước sau đây:

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 phương trình đại số cho toàn bộ khối liên tục được rời rạc hoá.
5. Giải cho vector của các biến của trường tại nút.
6. Tính toán các kết quả từng phần tử từ biên độ các biến của trường tại nút.

Nhận xét về mô hình

Mô hình sóng động học một chiều phương pháp phần tử hữu hạn có khả năng mô phỏng dòng chảy trên sườn dốc của lưu vực sông và trong lòng dẫn một cách có cơ sở vật lý. Với giả thiết là có thể chia lưu vực ra thành các phần tử rất chi tiết, khi đó có thể tính toán mô phỏng dòng chảy sinh ra từ mưa ứng với từng phần 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 (*phương pháp này sẽ được tổng quan ở phần tiếp theo*). Việc kết hợp mô hình phần tử hữu hạn sóng động học với phương pháp tính tổn thất do thấm SCS sẽ cho kết quả mô phỏng chính xác nhất. Với những ưu điểm trên,

trong khoá luận này quyết định lựa chọn mô hình sóng động học 1 chiều phương pháp phần tử hữu hạn để mô phỏng dòng chảy quá trình lũ trên lưu vực sông Trà Khúc - Sơn Giang.

1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH THẨM

1.2.1 Phương trình Horton [18]

- Đây là một trong những phương trình sớm nhất về thẩm do Horton thiết lập (1933, 1939). Horton nhận xét rằng quá trình thẩm bắt đầu từ một tốc độ thẩm nào đó, sau giảm dần theo quan hệ số mũ cho đến khi đạt tới một giá trị không đổi f_c

$$f(t) = f_0 + (f_0 - f_c).e^{-kt} \quad (1.8)$$

trong đó: f - cường độ thẩm (in./giờ), f_0 - cường độ thẩm ban đầu (in./giờ); f_c - cường độ thẩm cuối cùng (in./giờ), k = hằng số kinh nghiệm hay còn gọi là hằng số phân rã (giờ⁻¹).

- Ta tìm được phương trình thẩm tích lũy bằng cách tích phân phương trình (1.1)

$$F(t) = f_c t + (f_0 - f_c)/k(1 - e^{-kt}) \quad (1.9)$$

- Eagleson (1970) và Raudkivi (1979) đã nêu lên rằng phương trình Horton có thể được suy diễn từ phương trình Richard, phương trình:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D \frac{\partial \theta}{\partial z} + K \right) \quad (1.10)$$

Bằng cách chấp nhận K và D là các hằng số độc lập với hàm lượng ẩm của đất. Với điều kiện đó, phương trình (1.10) thu gọn thành :

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \quad (1.11)$$

Đó là phương trình khuếch tán dạng chuẩn và có thể được giải để cho ta hàm lượng ẩm θ như là một hàm của thời gian và chiều sâu trong đất. Phương trình Horton được suy ra từ việc giải phương trình cho tốc độ khuếch tán ẩm $D \frac{\partial \theta}{\partial z^2}$ tại mặt đất.

1.2.2. Phương trình Phillip [18]

- Phillip (1957, 1969) đã giải phương trình Richard dưới các điều kiện chặt chẽ hơn bằng cách thừa nhận D và K có thể biến đổi theo hàm lượng ẩm θ . Phillip đã sử dụng phép biến đổi Boltzmann $B(\theta) = zt^{1/2}$ để chuyển đổi (1.3) thành một phương trình vi phân đạo hàm thường theo B và giải phương trình để thu được một chuỗi vô hạn của lượng thẩm tích lũy $F(t)$, chuỗi này được biểu thị gần đúng bởi phương trình:

$$F(t) = St^{1/2} + Kt \quad (1.12)$$

Trong đó S là một thông số phụ thuộc vào thể mao dẫn của đất và độ dẫn thủy lực K.

- Vi phân phương trình trên :

$$f(t) = \frac{1}{2} St^{-1/2} + K \quad (1.13)$$

- Khi $t \rightarrow \infty$, $f(t)$ dần đến K. Hai số hạng của phương trình Phillip thứ tự biểu thị cho tác dụng của cột nước mao dẫn và cột nước trọng lực. Đối với một cột đất nằm ngang, chỉ còn lại lực mao dẫn là lực duy nhất hút nước vào cột đang xét và phương trình Phillip thu gọn thành

$$F(t) = St^{1/2} \quad (1.14)$$

1.2.3. Phương pháp Green-Ampt [18]

- Green và Ampt (1911) đã xây dựng một mô hình gần đúng có sử dụng định luật Darcy. Định luật Darcy được biểu diễn thông qua phương trình:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial z} \left[K(\theta) \frac{\partial \psi(\theta)}{\partial z} \right] - \frac{\partial K(\theta)}{\partial z} \quad (1.15)$$

- Phương trình ban đầu được dùng cho thấm từ bề mặt tích nước vào trong đất có độ sâu đồng nhất cùng với dung lượng nước ban đầu như nhau. Nước được giả thiết đi vào đất như dòng di chuyển chậm dần tới front ẩm được xác định rõ, nó phân chia thành vùng đất ẩm và vùng hoàn toàn không ẩm

Ứng dụng trực tiếp định luật của Darcy thu được phương trình Green- Ampt như sau:

$$f(t) = \frac{K(h_0 + \psi + L)}{L} \quad (1.16)$$

Trong đó K là dẫn suất thủy lực của vùng chuyển tiếp, h_0 là độ sâu của vũng nước trên bề mặt, ψ là sức hút mao dẫn, và L là khoảng cách từ bề mặt đến front ẩm.

Biểu diễn thấm tích lũy bằng $F = (\eta - \theta_i)L = \Delta\theta L$ và giả sử độ sâu của vũng nước trên bề mặt là nhỏ, vì thế $h_0 \approx 0$ và kết hợp với: $L = F/\Delta\theta$, phương trình (1.16) được viết lại như sau:

$$f(t) = K + K\Delta\theta\psi / F \quad (1.17)$$

- Trong đó sự thiếu hụt nước trong đất ban đầu (hoặc độ xốp có thể lấp đầy) $\Delta\theta$ là sự khác nhau giữa dung lượng nước ban đầu và dung lượng nước cuối cùng, $\Delta\theta = \eta - \theta_i$

- Thay thế $f(t) = dF/dt$ trong phương trình (1.17) và tích phân, với điều kiện $F=0$ tại $t=0$ ta thu được:

$$F(t) = Kt + \psi\Delta\theta \ln(1 + F(t)/\psi\Delta\theta) \quad (1.18)$$

- Dạng này của phương trình Green - Ampt gắn thể tích thấm với thời gian từ khi bắt đầu thấm do đó sẽ thuận tiện hơn khi sử dụng. Chú ý rằng khi giải phương trình (1.16) giả thiết bề mặt tích nước sao cho tốc độ thấm bằng khả năng thấm tại mọi thời điểm.

1.2.4. Phương pháp SCS và các hướng phát triển

Phương pháp SCS [18]

- 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 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 1.3). 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:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (1.19)$$

- Từ nguyên lí liên tục, ta có:

$$P = P_e + I_a + F_a \quad (1.20)$$

- Kết hợp (1.16) và (1.17) để giải P_e

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

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

$$I_a = 0,2S \quad (1.22)$$

Trên cơ sở này, ta có :

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (1.23)$$

- 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 :

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

- 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.

Các hướng phát triển SCS

Phương pháp SCS hiện nay được sử dụng phổ biến và rộng rãi trên thế giới vì những ưu điểm của nó. Phương pháp SCS gắn liền với tình hình sử dụng đất, điều kiện địa chất, khả năng thấm của đất trong lưu vực. Hiện nay công nghệ GIS rất phát triển, các tài liệu về rừng, thổ nhưỡng... đã được số hoá trên bản đồ và ta có thể sử dụng bản đồ như là số liệu đầu vào của các mô hình. Dưới đây ta sẽ xem xét một vài ứng dụng cụ thể của phương pháp SCS ở một số lưu vực trên thế giới.

Ashish Pandey [16] cùng các cộng sự đã nghiên cứu và phát triển phương pháp SCS kết hợp với công nghệ GIS để đánh giá dòng chảy mặt áp dụng trên lưu vực Karso (Ấn Độ). Từ đó giúp cho việc quản lý và bảo vệ nguồn tài nguyên nước trên lưu vực.

Việc hiệu chỉnh các công thức trong SCS cho phù hợp với điều kiện trên lưu vực đã cho kết quả:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (1.24)$$

$$Q = \frac{(P - 0.3S)^2}{(P + 0.7S)} \quad (1.25)$$

$$\text{với } I_a = 0.3S \quad (1.26)$$

trong đó Q = độ sâu dòng chảy mặt, tính bằng mm. Và CN được tính theo công thức:

$$CN = \frac{\sum CN_i \cdot xA_i}{A} \quad (1.27)$$

với CN_i = hiệu số đường cong SCS từ với $i = 1 \rightarrow N$, A_i = diện tích ứng CN_i , A = tổng diện tích lưu vực.

Kết hợp với việc sử dụng bản đồ sử dụng đất, bản đồ diện tích đất bao phủ và bản đồ các loại đất đã được phân cắt bằng phần mềm ARC/Info để lựa chọn các giá trị CN ứng với các điều kiện AMC II, AMC I và AMC III. Thay CN vào phương trình tìm Q , cho kết quả khá phù hợp với thực tế.

Phương pháp SCS được sử dụng để hiệu chỉnh các thông số và tính toán số liệu đầu vào cho các mô hình thủy văn. Lashman Nandagiri [19] triển khai và áp dụng phương pháp SCS vào mô hình KREC tại lưu vực sông Gurgur - huyện Dakshina Kannada - bang Karnataka - Ấn Độ. Mô hình này lấy số liệu đầu vào là mưa và lượng bốc hơi trực tiếp từ bề mặt lưu vực để dự báo dòng chảy bề mặt. Kết quả tốt và cho độ chính xác cao.

Trong thực tế, để thuận tiện cho việc tính toán dòng chảy, người ta thường sử dụng phương trình dòng chảy:

$$\frac{Q}{P_e} = \frac{F}{S} \text{ hay } Q = \frac{P_e}{P_e + S} \quad (1.28)$$

Việc chứng minh lý luận của phương pháp SCS trong việc đánh giá dòng chảy, theo tài liệu của Bofu Yu [17] xuất phát từ giả thiết rằng: sự biến đổi theo thời gian của tốc độ mưa và của khả năng thấm theo không gian có phân bố xác suất theo hàm số mũ. Và sự biến đổi theo không gian của mưa và của thấm theo thời gian là có thể bỏ qua. Yu cho rằng toàn bộ nền tảng của phương pháp SCS là dựa trên lý thuyết xác suất.

Bofu Yu đã áp dụng lý thuyết xác suất với một số dạng phân bố xác suất và dựa theo giả thiết trên để dẫn tới phương trình tính tổng lượng mưa vượt quá giới hạn trong mỗi trận mưa:

$$\bar{RT} = \frac{(\bar{pT})^2}{\bar{pT} + \bar{IT}} \quad (1.29)$$

trong đó \bar{R} = tốc độ mưa vượt quá giới hạn bình quân trên toàn lưu vực, \bar{p} = tốc độ mưa bình quân trên toàn lưu vực, \bar{I} là khả năng thấm bình quân trên toàn lưu vực, T = thời gian xảy ra mưa.

Ở đây tổng lượng mưa vượt quá giới hạn \bar{RT} cũng giống như dòng chảy mưa Q ; \bar{pT} giống như P_e , nếu \bar{p} quan hệ với tốc độ mưa trung bình sau khi dòng chảy bắt đầu; và \bar{IT} có thể được hiểu như lượng cầm giữ tiềm năng S , hay tương đương với CN. Như vậy phương trình (1.29) có dạng hàm giống với (1.28) trong phương pháp SCS. Từ đó dẫn tới phương trình:

$$\frac{Q}{P_c} = \frac{F}{S} = \frac{\bar{p}}{\bar{p} + \bar{I}} \quad (1.30)$$

Việc áp dụng phương pháp SCS đối với những lưu vực nhỏ thường cho kết quả chính xác hơn là đối với những lưu vực lớn. Bởi vì ở những lưu vực nhỏ khả năng thấm biến đổi chủ yếu theo không gian và tốc độ mưa thì biến đổi theo thời gian, rất hợp với giả thiết ban đầu của phương pháp SCS.

Hiện nay, phương pháp SCS đã và đang được ứng dụng tại Việt Nam trên một số lưu vực, bước đầu thu được kết quả khả quan. Nguyễn Thanh Sơn, Lương Tuấn Anh [12] và Nguyễn Thanh Sơn, Ngô Chí Tuấn [13] đã ứng dụng thành công SCS trong tính toán số liệu đầu vào cho mô hình sóng động học một chiều trên lưu vực sông Trà Khúc và lưu vực sông Vệ để mô phỏng lũ làm cơ sở cho việc xây dựng công nghệ dự báo lũ và khai thác hợp lý tài nguyên nước và đất trên bề mặt lưu vực. Kết quả mô phỏng lũ trên lưu vực sông Trà Khúc và sông Vệ cho kết quả khá tốt, cho độ tin cậy cao.

Nhận xét: Với những ưu điểm sẵn có, thêm vào đó là khả năng kết hợp linh hoạt với công nghệ GIS, bản đồ số...do đó phương pháp SCS có thể tính mưa hiệu quả khá chính xác. Vì vậy, trong khoá luận này, quyết định lựa chọn sử dụng phương pháp SCS với $I_a=0.2S$ để tính mưa hiệu quả làm đầu vào cho mô hình sóng động học một chiều phương pháp phân tử hữu hạn.

1.3. MÔ HÌNH RAMS DỰ BÁO MƯA [15]

Hiện nay tại Việt Nam đã và đang ứng dụng nhiều mô hình khí tượng để dự báo mưa, có thể dẫn ra như : mô hình HRM, mô hình MM5, mô hình RAMS, mô hình ETA ...Trong khoá luận này không đi sâu nghiên cứu, tìm hiểu về các mô hình dự báo

mưa, dưới đây là đôi nét tổng quan về những đặc trưng kỹ thuật và ưu điểm của mô hình RAMS ứng dụng trong dự báo mưa.

Mô hình RAMS (*The Regional Atmospheric Modeling System*) được Đại học tổng hợp Colorado kết hợp với phân viện ASTER - thuộc Mission Research Corporation phát triển gồm 3 khối chính: khối mô hình khí quyển mô phỏng các bài toán khí tượng cụ thể, khối xử lý các quá trình ban đầu hoá sử dụng các trường phân tích và số liệu quan trắc và một khối xử lý các kết quả mô phỏng và hiển thị đồ hoạ kết quả của mô hình. Một số ưu điểm và đặc trưng kỹ thuật chính của RAMS có thể tóm tắt như sau:

- Mô hình có thể chạy trên các hệ thống khác nhau như UNIX, LINUX, Windows NT với mã nguồn được viết chủ yếu bằng ngôn ngữ Fortran 90 sử dụng tính năng cấp phát bộ nhớ động. Một số thao tác vào, ra được viết bằng ngôn ngữ C.

- Khả năng áp dụng của mô hình là rất rộng: từ các mô phỏng trong các buồng khí động lực đến bài toán khí tượng vùng hạn chế như các vùng hồ, khu du lịch cho đến cả các bài toán toàn cầu. Điều này phụ thuộc mục đích của người sử dụng và máy tính.

- Cho phép nhiều lưới lồng nhau do đó mô tả được ảnh hưởng của các quá trình qui mô nhỏ. Kỹ thuật lưới lồng là một kỹ thuật mới không chỉ đối với các bài toán Khí tượng mà với cả các bài toán cơ học chất lỏng nói chung. Tuy nhiên càng áp dụng nhiều lưới lồng thì càng cần máy tính mạnh, với các nước phát triển thường sử dụng siêu máy tính.

- Điều kiện biên của mô hình được cập nhật theo thời gian với bước thời gian cập nhật tùy ý lấy từ kết quả phân tích toàn cầu cho phép mô tả ảnh hưởng của quá trình quy mô lớn đến miền dự báo hạn chế.

- Bước tích phân có nhiều phương án lựa chọn khác nhau do vậy có thể chọn được một bước thời gian đáp ứng yêu cầu về độ ổn định tính toán của mô hình và yêu cầu thời gian tích phân của bài toán.

- Số liệu của các trạm cao không cũng như các trạm thời tiết mặt đất trong miền tích phân có thể được sử dụng trong quá trình ban đầu hoá. Đây là một đặc điểm rất ưu việt của mô hình nhằm nâng cao độ chính xác của kết quả dự báo, đặc biệt là khi miền tính có mặt trải dưới phức tạp, độ cao địa hình thay đổi nhanh và tại thời điểm ban đầu khí quyển tồn tại các nhiễu động mạnh....

- Phân hiển thị đồ họa có thể sử dụng các phần mềm khác nhau được phát triển trong thời gian gần đây như NCAR, GRADS, DRIB, VIS5D...

Hệ phương trình của mô hình RAMS

Phương trình chuyển động

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - w \frac{\partial u}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial x} + fv + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (1.31)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -u \frac{\partial v}{\partial x} - v \frac{\partial v}{\partial y} - w \frac{\partial v}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial x} - fu + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial z} \right) \quad (1.32)$$

Phương trình nhiệt động lực

$$\frac{\partial \theta_{il}}{\partial t} = -u \frac{\partial \theta_{il}}{\partial x} - v \frac{\partial \theta_{il}}{\partial y} - w \frac{\partial \theta_{il}}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial z} \right) \quad (1.34)$$

Phương trình bảo toàn các trạng thái pha của nước

$$\frac{\partial r_n}{\partial t} = -u \frac{\partial r_n}{\partial x} - v \frac{\partial r_n}{\partial y} - w \frac{\partial r_n}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial z} \right) \quad (1.35)$$

Phương trình bảo toàn khối lượng

$$\frac{\partial \pi'}{\partial t} = -u \frac{R\pi_0}{c_v \rho_0 \theta_0} \left(\frac{\partial \rho_0 \theta_0 u}{\partial x} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 v}{\partial y} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 w}{\partial z} \right) \quad (1.36)$$

Phương trình thủy tĩnh

$$\frac{\partial \pi}{\partial z} = -\frac{g}{\theta_v} + g(r_r - r_v) \quad (1.37)$$

$$\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0 \quad (1.38)$$

Phương trình không thủy tĩnh

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \theta_0 \frac{\partial \pi'}{\partial z} = -u \frac{\partial u}{\partial x} - w \frac{\partial u}{\partial z} - fv = F_u \quad (1.39)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -u \frac{\partial \theta}{\partial x} - w \frac{\partial \theta}{\partial z} = F_\theta \quad (1.40)$$

$$\frac{\partial \pi'}{\partial t} = -u \frac{c^2}{\rho_0 \theta_0^2} \left(\frac{\partial \rho_0 \theta_0 u}{\partial x} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 w}{\partial z} \right) \quad (1.41)$$

Các biến trong các phương trình trên được viết theo qui ước khí tượng chuẩn quốc tế ví dụ như u, v, w là các thành phần tốc độ gió, r là mật độ, p là hàm Exner, q là nhiệt độ thế vị....

Các đặc trưng trên đã làm cho RAMS có khả năng dự báo với độ chính xác rất hứa hẹn đồng thời vẫn đảm bảo khả năng ứng dụng rất mềm dẻo của mô hình.

Ở Việt Nam, mô hình RAMS đã được GS. TS. Trần Tân Tiến và các cộng sự nghiên cứu [15], phát triển áp dụng để dự báo các trường khí tượng trên Biển Đông và các vùng phụ cận. Việc dự báo mưa điểm bước đầu đã có một số kết quả tích cực với thời hạn dự báo 3 ngày. Lợi thế của việc sử dụng mưa dự báo bằng mô hình RAMS không chỉ ở việc tăng thời hạn dự báo mà còn tạo ra trường phân bố mưa dày đặc tùy ý rất thích hợp với việc sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn mà mưa thực tế tại các đài trạm không thể đáp ứng được. Với những lợi thế trên, trong khoá luận này, lựa chọn lấy mưa dự báo từ mô hình RAMS với thời hạn 3 ngày mô phỏng và xây dựng phương án dự báo lũ trên lưu vực sông Trà Khúc - Sơn Giang.

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, 10].

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 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 Đurcmia (PR_{1đm}): gơnai, đá phiến kết tinh, đá hoa migmatit, phân bố ở khu vực Mang Xim; Hệ tầng A vương (\in -0_{1av}): phylit, đá phiến lục, quartzit phân bố ở khu vực Sơn Trinh; Phức hệ Sông Re (γ _{1sr}): plagiongranit, 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 bazantoleit 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. THẨM 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.

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 ngắn ngày xen dân cư	506,3	15,63	< 5

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 2.2 . 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 ngắn 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

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 [10]

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 đối 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.

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

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.

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 52.7⁰/₀₀, 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 0.86km/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 Ro, Đắc Sơ Rông, Đắc D Rinh và phụ lưu 4), 6 phụ lưu cấp III (phụ lưu 1-Đắc D Rinh, Đắc Ro 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, [5,10] (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 $M_{thángmax} = 235 \text{ l/s.km}^2$. 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 $50 \div 70 \text{ cm/h}$ 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.km^2 và moduyn đỉnh lũ lớn nhất đạt 7500 l/s.km^2 (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 $5 \div 7$ trận lũ và tập trung vào tháng X và XI. Với mức độ khô 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). [14]

Bảng 2.3 . Danh sách trạm khí tượng thủy văn đo mưa trên lưu 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

Son Giang	Thuỷ văn	Trà Khúc	2440	108°34'	15°02'	1976	x	x	x	phù sa
Son Hà	Đo mưa	Trà Khúc		108°34'	15°05'	1976	x			
Trà Khúc	Thuỷ 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 thuỷ 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 thuỷ 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 thuỷ văn: Trên lưu vực đã có 1 trạm thuỷ văn cơ bản đo lưu lượng nước là Sơn Giang, và 2 trạm thuỷ 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 thuỷ văn còn thiếu nhất là trạm thuỷ văn và trạm đo mưa vùng các sông nhánh trên đầu nguồn và núi cao.

Chương 3

ÁP DỤNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ PHÒNG VÀ DỰ BÁO LŨ TỪ TRƯỜNG MƯA DỰ BÁO 3 NGÀY CỦA MÔ HÌNH RAMS TRÊN LƯU VỰC SÔNG TRÀ KHÚC - SƠN GIANG

3.1. MÔ TẢ VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU

3.1.1. Đánh giá tình hình tài liệu

Mưa thực: là tài liệu mưa thời đoạn là 6 giờ, gồm có 14 trận mưa gây lũ lớn tiêu biểu của các năm 2000 - 2004 được đo tại các trạm mưa Sơn Giang và Bato.

Mưa dự báo: tài liệu được cung cấp bởi nhóm RAMS - VNU, Khoa KT-TV-HD, Trường ĐHKHTN.

Số liệu dòng chảy: là giá trị dòng chảy trích lũ tại trạm Sơn Giang.

Các tài liệu này do Trung tâm Tư liệu Quốc gia - Bộ Tài nguyên Môi trường cung cấp.

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

3.1.2. Xử lý số liệu xây dựng bộ thông số của mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn

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 thực:** Mưa ban đầu được cung cấp là giá trị mưa theo thời đoạn 6 giờ của hai trạm Sơn Giang và Kon P lông, trong khoá luận này mưa bình quân trên toàn lưu vực được tính theo phương pháp trung bình số học. Và theo yêu cầu của mô hình, số liệu đầu vào là mưa tích lũy theo giờ, nên từ số liệu mưa đã được tính trung bình số học tiến hành tính lượng mưa tích lũy theo thời đoạn 6 giờ cho từng trận lũ tương ứng, sau khi tính tích lũy thì ta số liệu lũy tích mưa theo các trận mưa.

- **Tài liệu về dòng chảy:** Dòng chảy 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 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, (Hình 3.1).

- **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, chúng còn thể hiện được sự đồng nhất về độ dốc và khả năng tập trung nước, (Hình 3.2).

- **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.

- **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, (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 trọng số diện tích 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 (Phụ lục 1.1)

- **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 (Phụ lục 1.2)

- **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 [14] để lấy và tính CN trung bình của từng phần tử theo công thức trung bình trọng số diện tích (Phụ lục 1.3)

- **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 [18] và tính n trung bình của từng phần tử theo công thức trung bình trọng số diện tích (Phụ lục 1.3)

- **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 (Phụ lục 1.4).

- **Độ rộng lòng dẫn, độ dốc mái kênh và hệ số nhám lòng dẫn** của dải là những thông số mô hình được tối ưu trong quá trình mô phỏng cho từng dải trong lưu vực nhỏ, thể hiện ở File số liệu trong (Phụ lục 1.5).

- **Tài liệu mưa dự báo:** được cung cấp là mưa tại tâm của từng lưu vực con theo phân đoạn sông đã nêu ở trên bao gồm 9 giá trị mưa đại diện cho 9 đoạn sông. Tiến hành tính toán mưa dự báo trung bình toàn lưu vực theo phương pháp trọng số diện tích, sau đó tính mưa dự báo lũy tích theo thời đoạn 6h.

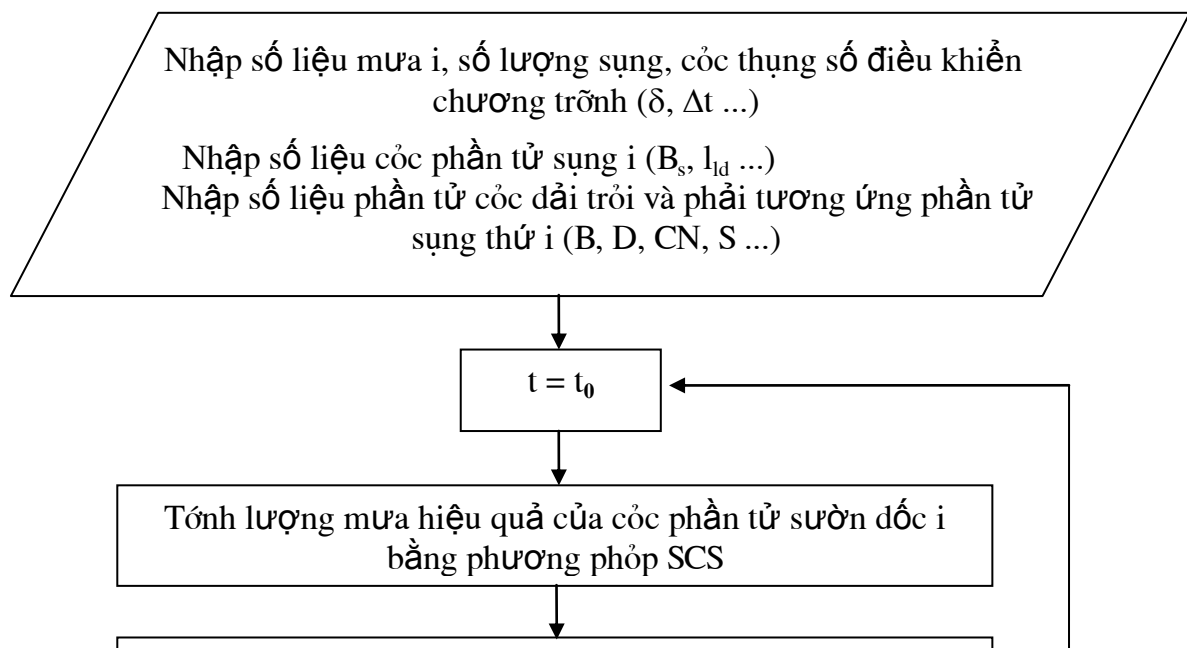
Hình 3.1. Bản đồ độ dốc lưu vực Trà Khúc - Sơn Giang

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

3.2. CHƯƠNG TRÌNH TÍNH

3.2.1. Sơ đồ khối



Dòng chảy đầu ra

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 ở trên.

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)
```

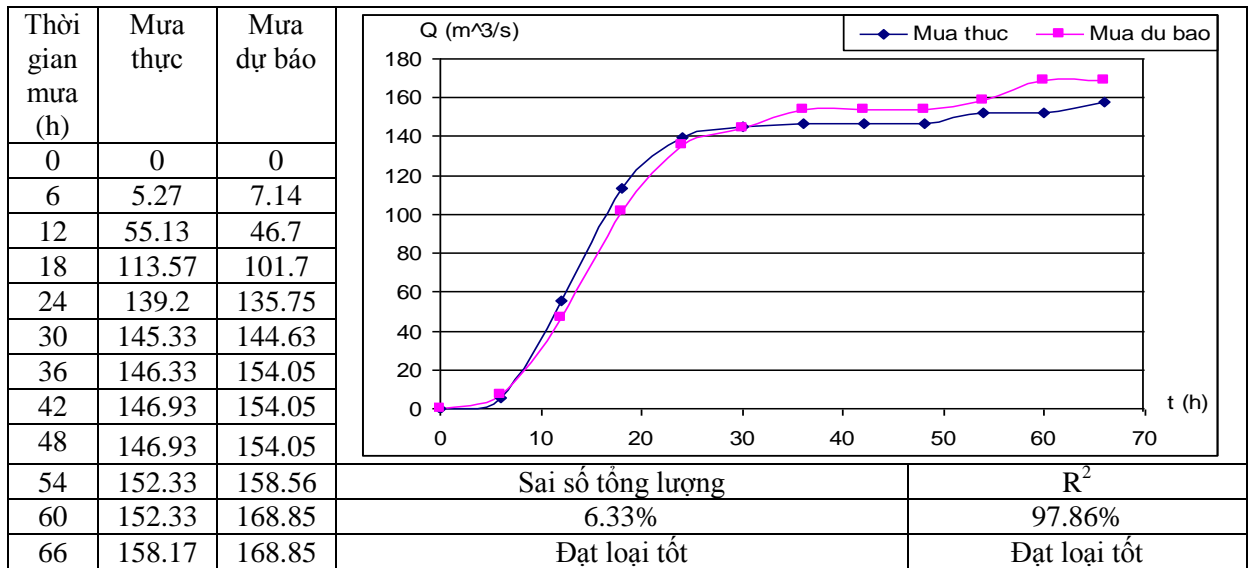
6	SONG I	So dai thuoc song I
0		So song do vao song I
30 35 40 50 60 65		! Chieu rong cua song ung voi tung dai
1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5		! m : do doc mai kenh
6700 5400 6700 5500 5900 5900		! chieu dai doan long dan cua cac dai
0.1194 0.037 0.0264 0.0264 0.0169 0.0076		! do doc doan long dan cua cac 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

Cứ thế tiếp tục cho đến hết dài 6 của sông I và tiếp tục nhập sông II tương tự

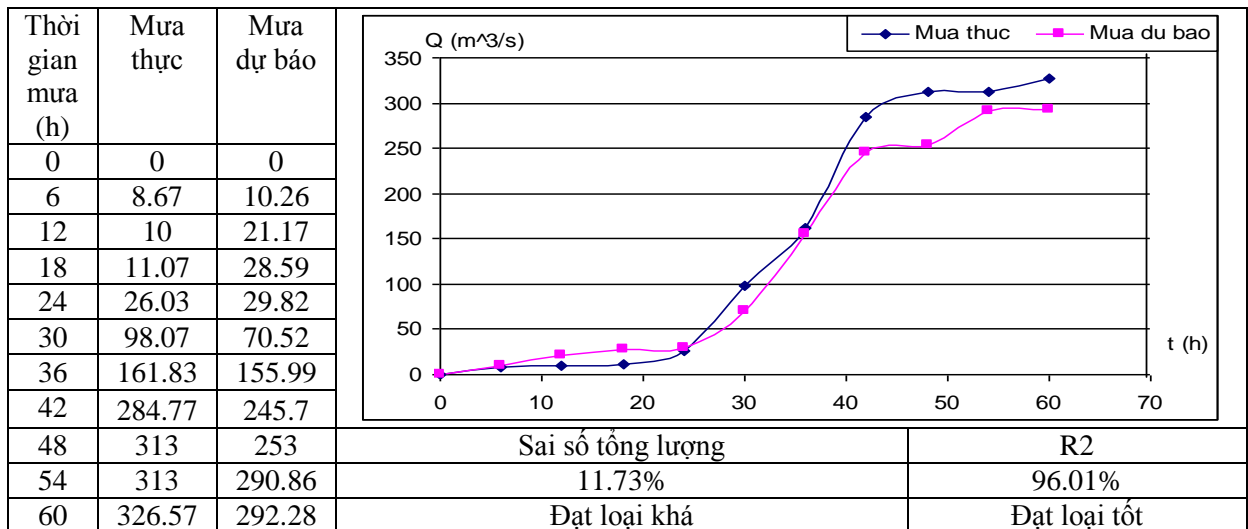
3.3. ĐÁNH GIÁ TÀI LIỆU MƯA DỰ BÁO THỜI HẠN 3 NGÀY TỪ MÔ HÌNH RAMS VỚI TÀI LIỆU MƯA THỰC

Trong khoá luận sử dụng mưa dự báo lấy từ mô hình RAMS theo thời đoạn 6h của 3 trận lũ: trận lũ 1 từ 2/X/2003 đến 5/X/2003, trận lũ 2 từ 14/X/2003 đến 16/X/2003 và trận lũ 3 từ 2/X/2004 đến 5/X/2004 do nhóm RAMS - VNU của GS. TS Trần Tân Tiến cung cấp.

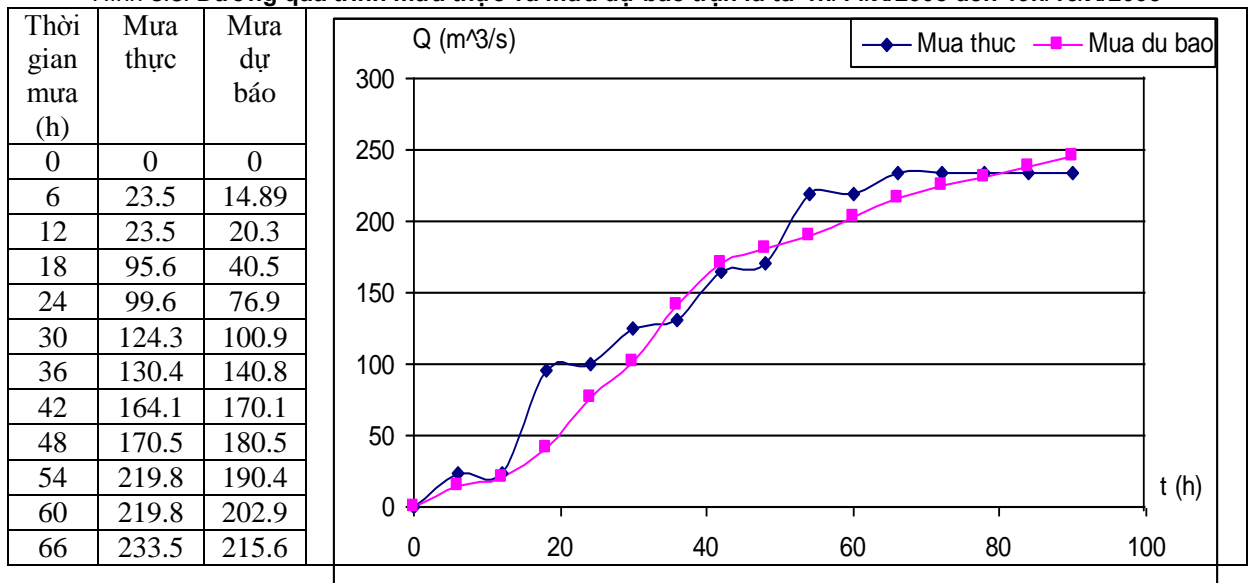
Dưới đây là bảng số liệu mưa thực và mưa dự báo đã được lũy tích theo thời đoạn 6h và đường quá trình mưa lũy tích theo thời gian của 3 trận lũ trên đã được lũy tích theo thời đoạn 6h:



Hình 3.4: Đường quá trình mưa thực và mưa dự báo trận lũ từ 1h/2/X/2003 đến 19h/5/10/2003



Hình 3.5: Đường quá trình mưa thực và mưa dự báo trận lũ từ 1h/14/X/2003 đến 19h/16/X/2003



72	233.5	225.4		
78	234.1	230.8	Sai số tổng lượng	R^2
84	234.1	238.7	4.41%	94.26%
90	234.1	244.9	Đạt loại tốt	Đạt loại tốt

Hình 3.6: Đường quá trình mưa thực và mưa dự báo trận lũ từ 1h/14/X/2003 đến 19/16/X/2003

Từ đường quá trình mưa và dựa vào các bảng số liệu trên rút ra được một số nhận xét:

- Về tổng lượng mưa: với sai số giữa mưa thực đo và mưa dự báo nằm trong khoảng 4.41% - 11.73%, sai số tổng lượng mưa trung bình là 7.59%. Kết quả như vậy là khá tốt.

- Về đường quá trình theo chỉ tiêu R^2 : thấy rằng với cả ba trận mưa đều đạt R^2 lớn hơn 90%, đó là một kết quả rất khả quan.

- Tuy nhiên, từ số liệu mưa ta thấy: cường độ mưa thực có những thời điểm biến đổi rất đột ngột, trong khi đó mưa dự báo biến đổi khá đều theo các thời đoạn, dẫn tới sự không phù hợp về đường quá trình giữa mưa dự báo thời hạn 3 ngày và mưa thực tế.

Bảng 3.1 : Bảng tổng kết sai số tổng lượng, R^2 giữa mưa thực và mưa dự báo

Trận lũ	Sai số tổng lượng	R^2
2-5/X/2003	6.33%	97.86%
14-16/X/2003	11.73%	96.01%
2-5/X/2004	4.41%	94.26%
Trung bình	7.59%	94.04%

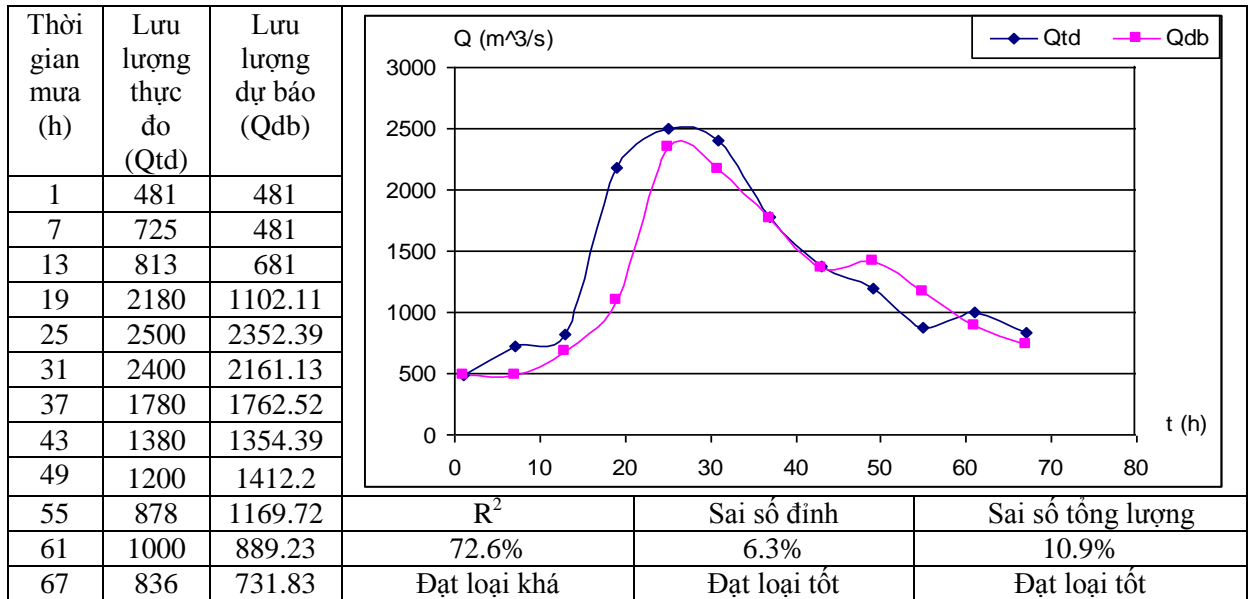
Qua bảng trên thấy rằng, việc dùng mưa dự báo để làm đầu vào cho mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn là có thể chấp nhận.

3.4. ÁP DỤNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ PHÒNG VÀ DỰ BÁO LŨ CHO LƯU VỰC SÔNG TRÀ KHÚC - SƠN GIANG

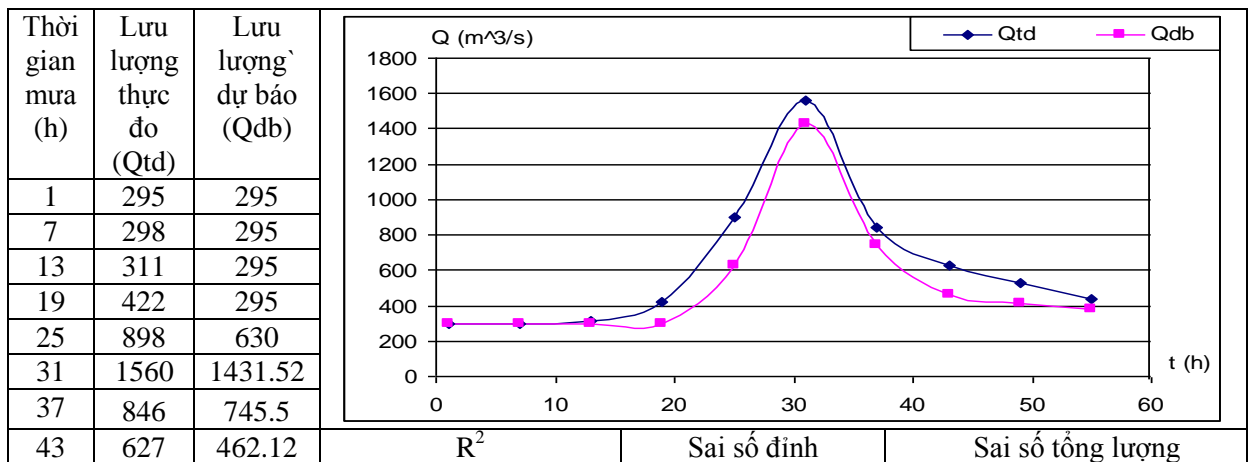
3.4.1. Quá trình mô phỏng lũ

Trong khoá luận [8], Ngô Chí Tuấn đã tiến hành xây dựng bộ thông số mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn theo các bước đã nêu ra ở mục 3.1.2, với việc mô phỏng 9 trận lũ trong các năm 1998 và 1999. Bộ thông số được thể hiện trong file số liệu đầu vào (Phụ lục 1.5). Trong khoá luận này, tiến hành dùng 10 trận lũ từ năm 2000 - 2002 để kiểm tra tính ổn định và độ phù hợp của bộ thông số trên đối với lưu vực sông Trà Khúc – Sơn Giang.

Dưới đây là kết quả mô phỏng 10 trận lũ từ năm 2000 - 2002:

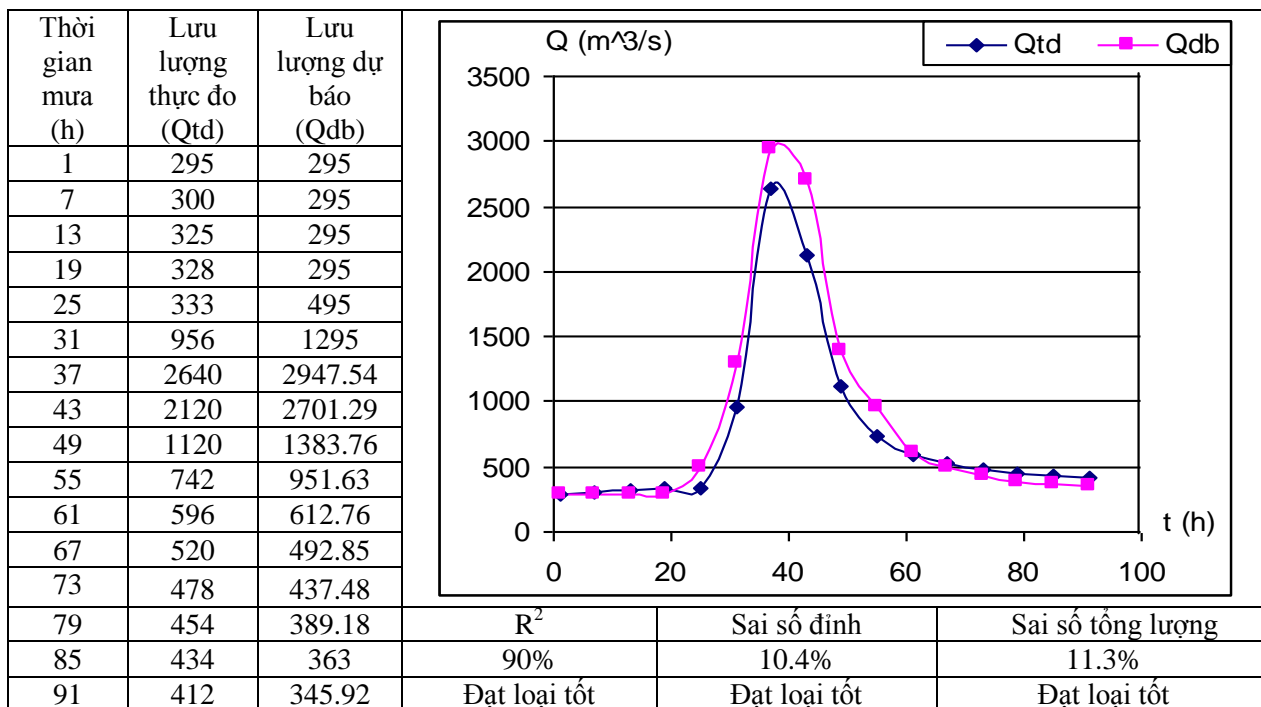


Hình 3.7: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 7h/9/X/2000 đến 3h/12/X/2000

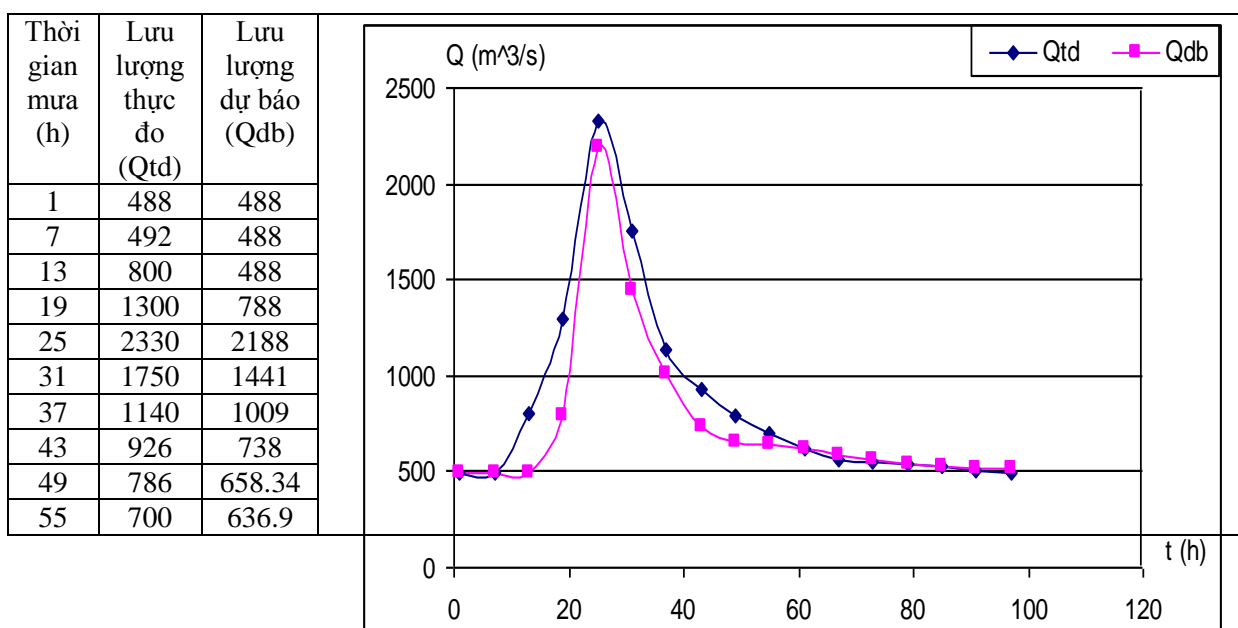


49	527	411.31	88.69%	9.0%	18.64%
55	434	380.82	Đạt loại tốt	Đạt loại tốt	Đạt loại khá

Hình 3.8: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 7h/17/X/2000 đến 13h/19/X/2000

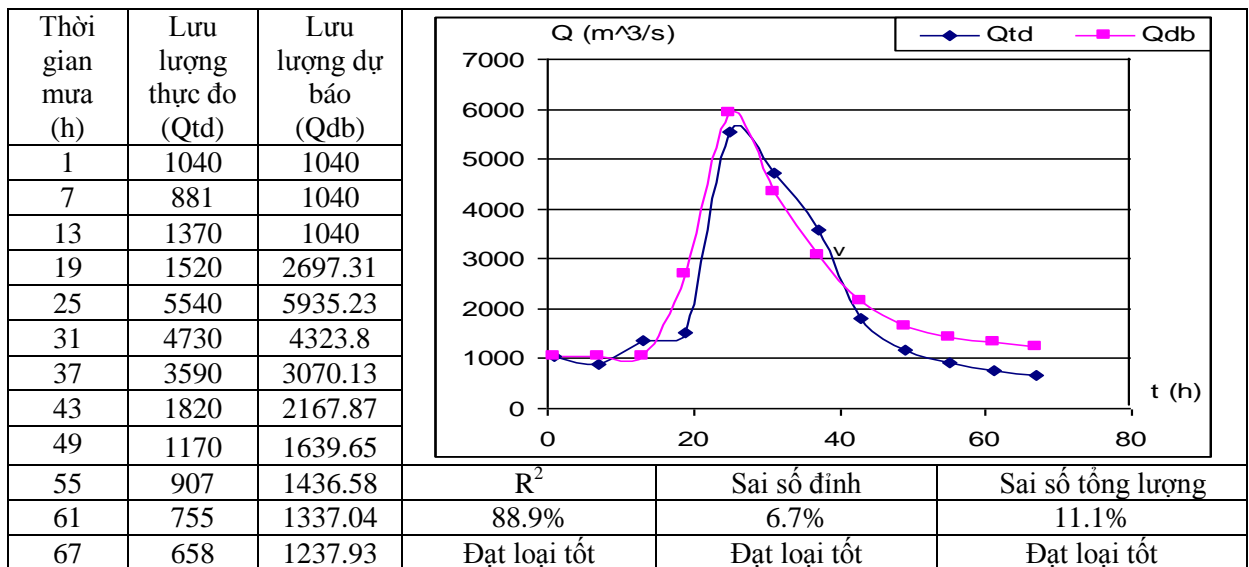


Hình 3.9: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 7h/27/X/2000 đến 1h/31/X/2000

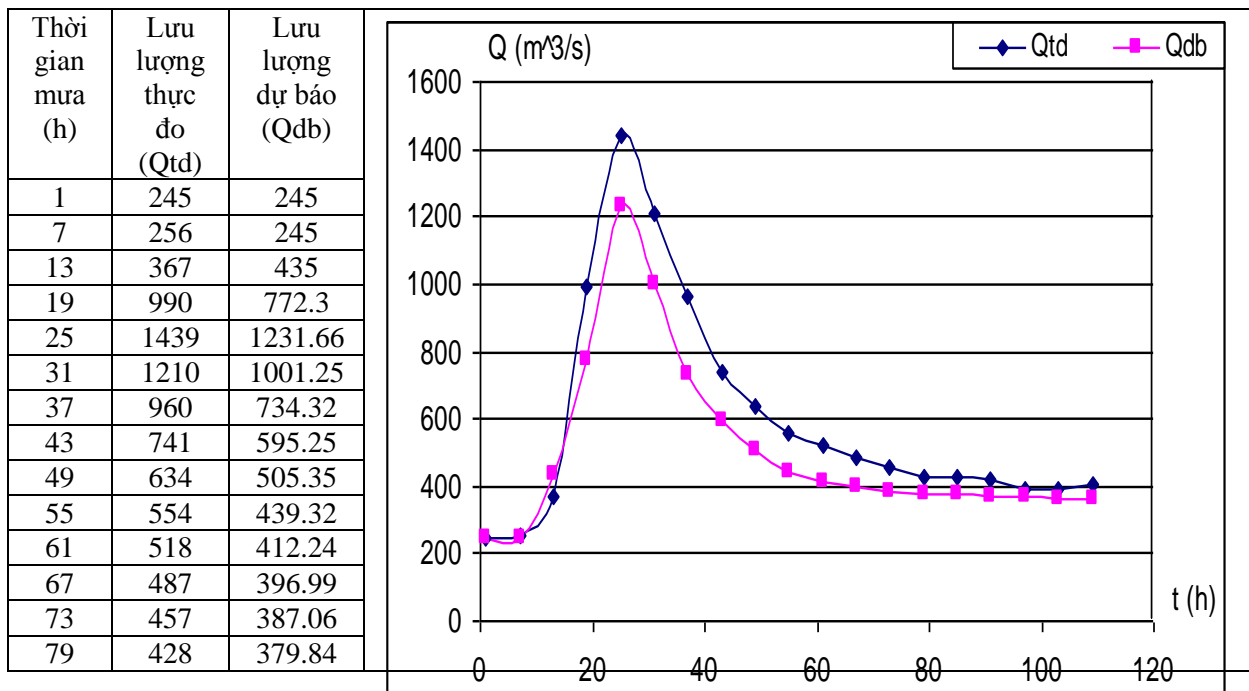


61	623	618.56			
67	565	586.4			
73	550	560.08			
79	542	541.79			
85	527	528.67	R^2	Sai số đỉnh	Sai số tổng lượng
91	506	519.31	87.07%	6.5%	13.46%
97	492	516.74	Đạt loại tốt	Đạt loại tốt	Đạt loại khá

Hình 3.10: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 13h/20/XII/2000 đến 13h/24/XII/2000

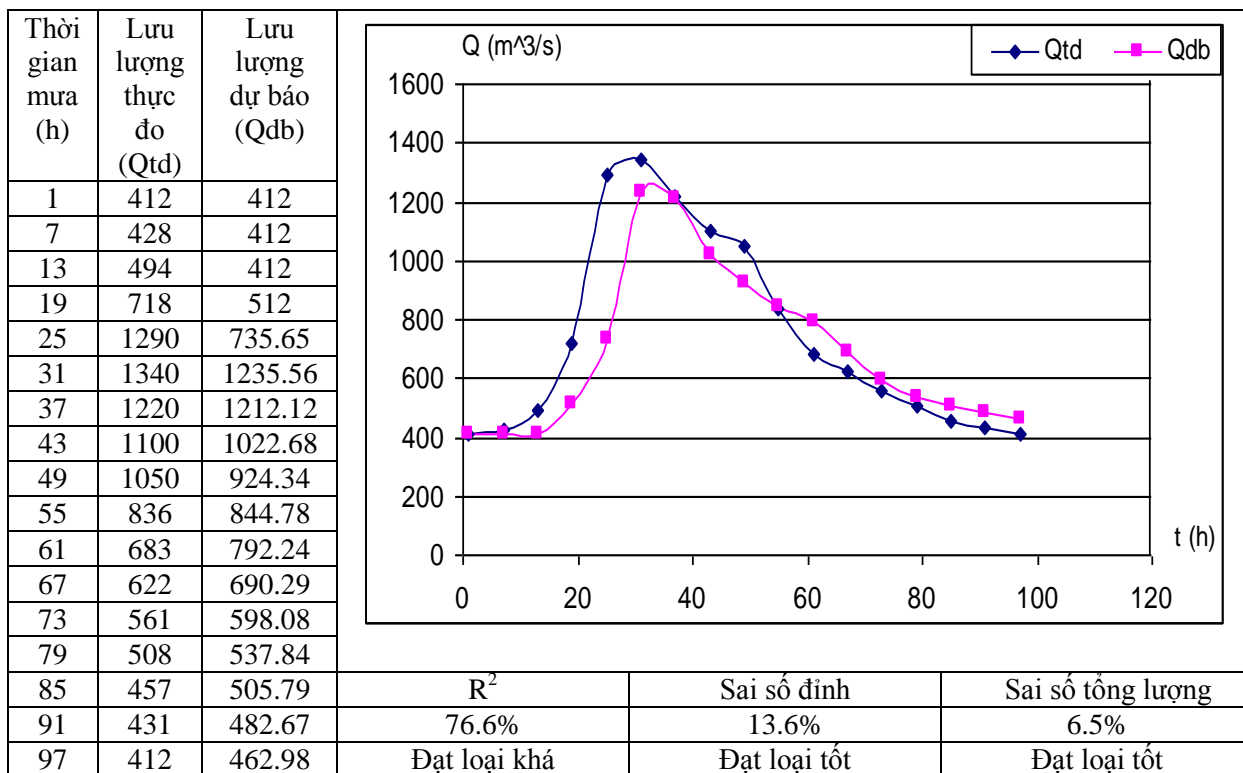


Hình 3.11: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 19h/20/X/2001 đến 13h/23/X/2001

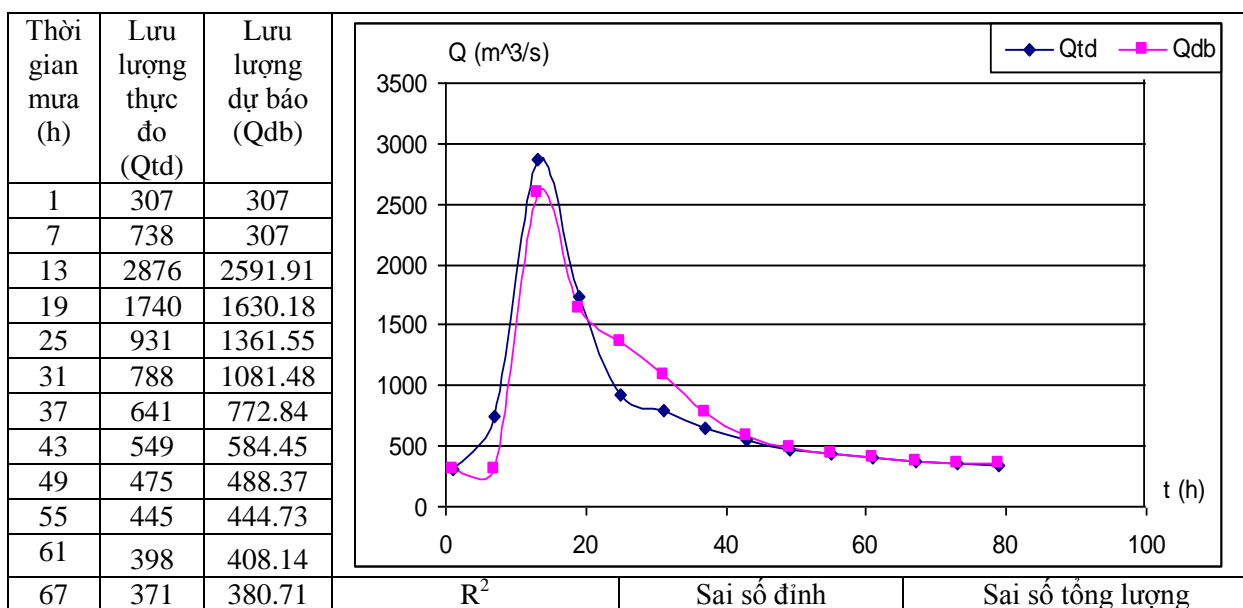


85	425	375.4			
91	418	372.22			
97	394	365.69	R^2	Sai số đỉnh	Sai số tổng lượng
103	391	361.45	85.8%	16.8%	17.7%
109	403	361.25	Đạt loại tốt	Đạt loại khá	Đạt loại khá

Hình 3.12: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 13h/11/XI/2001 đến 1h/16/XI/2001

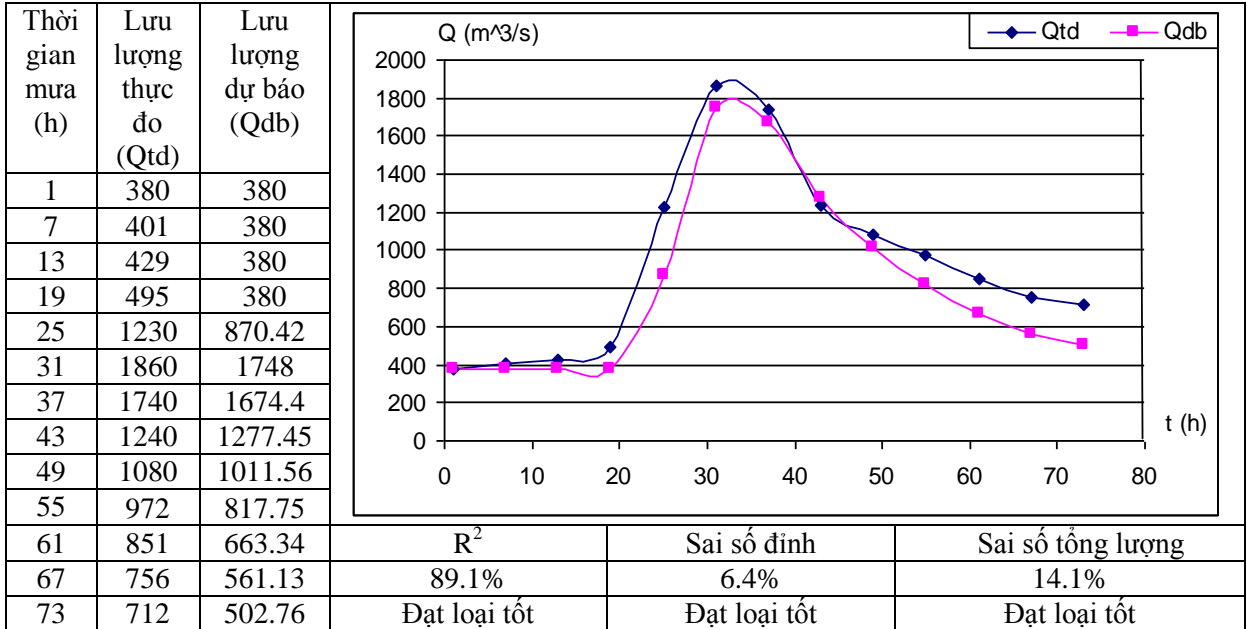


Hình 3.13: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 1h/14/XII/2001 đến 1h/18/XII/2001

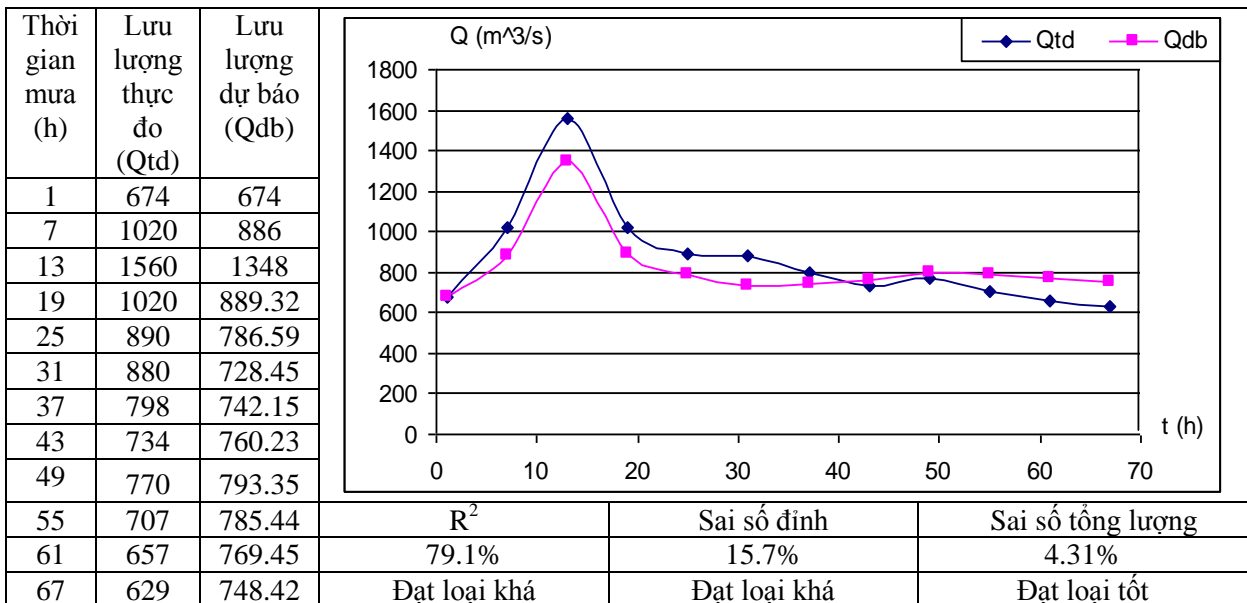


73	354	363.52	91.3%	11%	1.1%
79	337	352.79	Đạt loại tốt	Đạt loại tốt	Đạt loại tốt

Hình 3.14: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 7h/25/XI/2002 đến 13h/28/XI/2002



Hình 3.15: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 19h/6/XI/2002 đến 19h/9/XI/2002



Hình 3.16: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 1h/10/XI/2002 đến 19h/12/XI/2002

Sau khi tiến hành tính toán từ kết quả mô phỏng lũ thu được bảng tổng kết sai số đỉnh, tổng lượng, và chỉ tiêu đường quá trình R^2 như sau:

Bảng 3.2: Kết quả mô phỏng lũ

STT	Trận lũ	R^2	Sai số đỉnh	Sai số tổng lượng
1	7h/9/X/2000 đến 3h/12/X/2000	72.6%	6.3%	10.9%
2	7h/17/X/2000 đến 13h/19/X/2000	88.69%	9.0%	18.64%
3	7h/27/X/2000 đến 1h/31/X/2000	90%	10.4%	11.3%
4	13h/20/XII/2000 đến 13h/24/XII/2000	87.07%	6.5%	13.46%
5	19h/20/X/2001 đến 13h/23/X/2001	88.9%	6.7%	11.1%
6	13h/11/XI/2001 đến h/16/XI/2001	85.8%	16.8%	17.7%
7	1h/14/XII/2001 đến 1h/18/XII/2001	76.6%	13.6%	6.5%
8	7h/25/X/2002 đến 13h/28/X/2002	91.3%	11%	1.1%
9	19h/6/XI/2002 đến 19h/9/XI/2002	89.1%	6.4%	14.1%
10	1h/10/XI/2002 đến 19h/12/X/2002	79.1%	15.7%	4.31%
Trung bình		85.1%	10.2%	10.9%
Đánh giá		Tốt	Tốt	Tốt

Đánh giá kết quả:

- *Đánh giá theo chỉ tiêu R^2* : Theo tiêu chuẩn đánh giá của tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) thông qua độ hữu hiệu - chỉ tiêu R^2 . Độ hữu hiệu này được xác định như sau:

$$R^2 = \frac{F_0^2 - F^2}{F_0^2} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

$$F^2 = \sum_{i=1}^N (Q_{id} - Q_{it})^2, \quad F_0^2 = \sum_{i=1}^N (Q_{id} - \bar{Q}_d)^2 \quad (3.2)$$

trong đó: Q_{id} là lưu lượng thực đo; Q_{it} là lưu lượng tính toán, Q_{dtb} 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:

$$R^2 = \begin{cases} 40 \div 65\% & \text{dat} \\ 65\% \div 85\% & \text{kha} \\ > 85\% & \text{tot} \end{cases} \quad (3.3)$$

Theo tiêu chuẩn đánh giá sai số của tổ chức Khí tượng thế giới thì với 10 trận lũ chạy mô phỏng cho kết quả là mô tả 7 trận lũ thuộc loại tốt với và 3 trận lũ đạt loại

khá với R^2 dao động trong khoảng $72.6\% < R^2 < 91.3\%$. Tính toán cho 10 trận lũ theo bảng 3.2 thu được $R^2_{\text{trung bình}} = 85.1\%$ đạt loại tốt

- *Đánh giá sai số đỉnh*: qua bảng 3.2 nhìn chung sai số đỉnh của các trận lũ là khá nhỏ dao động trong khoảng từ 6.3% đến 16.8%, với sai số đỉnh trung bình của 10 trận lũ là 10.2% , đây là một kết quả khá tốt.

- *Đánh giá sai số tổng lượng*: cũng theo bảng 3.2 thấy rằng sai số tổng lượng trung bình của 10 trận lũ đạt 10.9% là khá tốt. Tuy nhiên trận lũ 2 với sai số tổng lượng đạt 18.64% là hơi thiên lớn và trận lũ 8 với sai số 1.1% là rất tốt. Sai số tổng lượng nằm trong khoảng 1.1% - 18.64% là một kết quả tương đối khả quan.

Qua các kết quả mô phỏng lũ và với những đánh giá về sai số ở trên rút ra một số nhận xét sau:

Với bộ thông số trên, mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn đã miêu tả khá tốt dạng đường quá trình lũ trên lưu vực chứng tỏ bộ thông số được xác lập là ổn định, phù hợp với lưu vực sông Trà Khúc – Sơn Giang. Với các trận lũ mô hình cho kết quả mô phỏng tương đối tốt về đỉnh (cả về thời điểm xuất hiện và lượng).

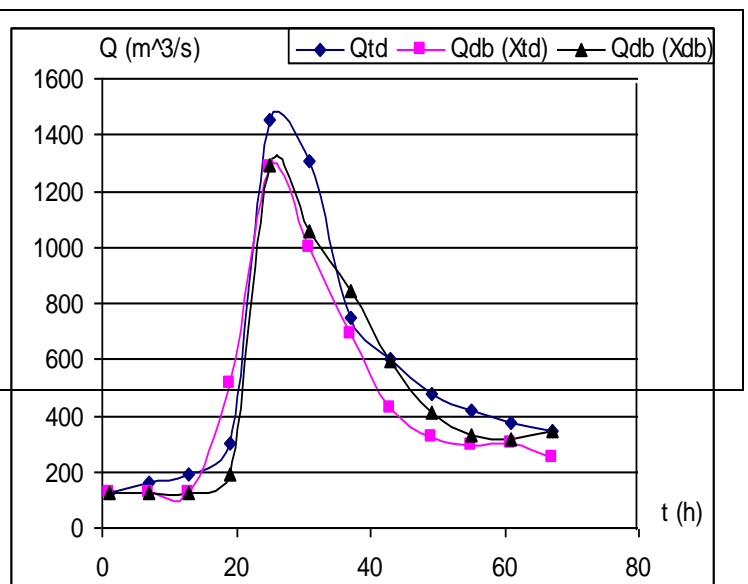
Kết luận: trong khoá luận này sẽ áp dụng mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn với bộ thông số trên để mô phỏng lũ trên lưu vực sông Trà Khúc từ trường mưa dự báo 3 ngày của mô hình RAMS.

3.4.2. Triển khai áp dụng mô hình để dự báo lũ với mưa dự báo 3 ngày của mô hình RAMS

Trong khóa luận sử dụng tài liệu mưa thực và mưa dự báo của 3 trận lũ: 2 trận năm 2003 và 1 trận năm 2004.

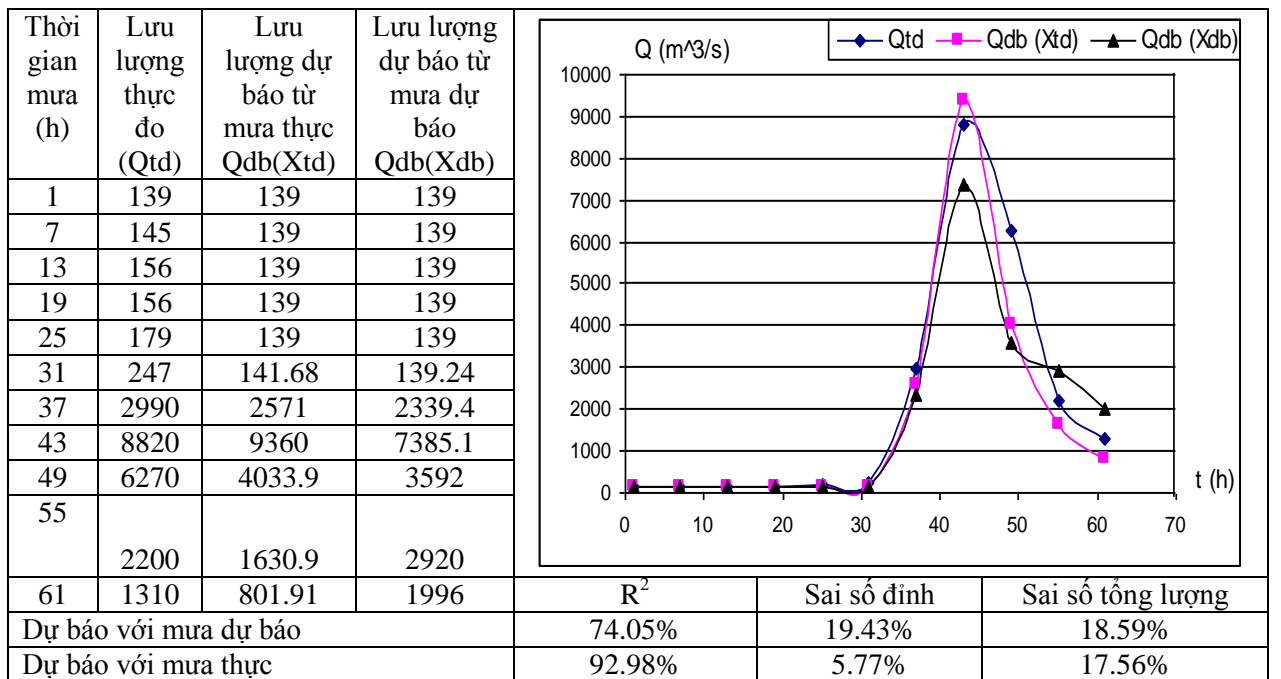
Sử dụng tài liệu mưa thực và mưa dự báo của 3 trận lũ trên làm đầu vào cho mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn, cho kết quả mô phỏng lũ như sau:

Thời gian mưa (h)	Lưu lượng thực đo (Qtd)	Lưu lượng dự báo từ mưa thực Qdb(Xtd)	Lưu lượng dự báo từ mưa dự báo Qdb(Xdb)
1	128	128	128.00
7	165	128	128.00
13	189	128.01	128.00
19	301	511.3	191.51
25	1450	1287.9	1288.57
31	1310	997.13	1057.20

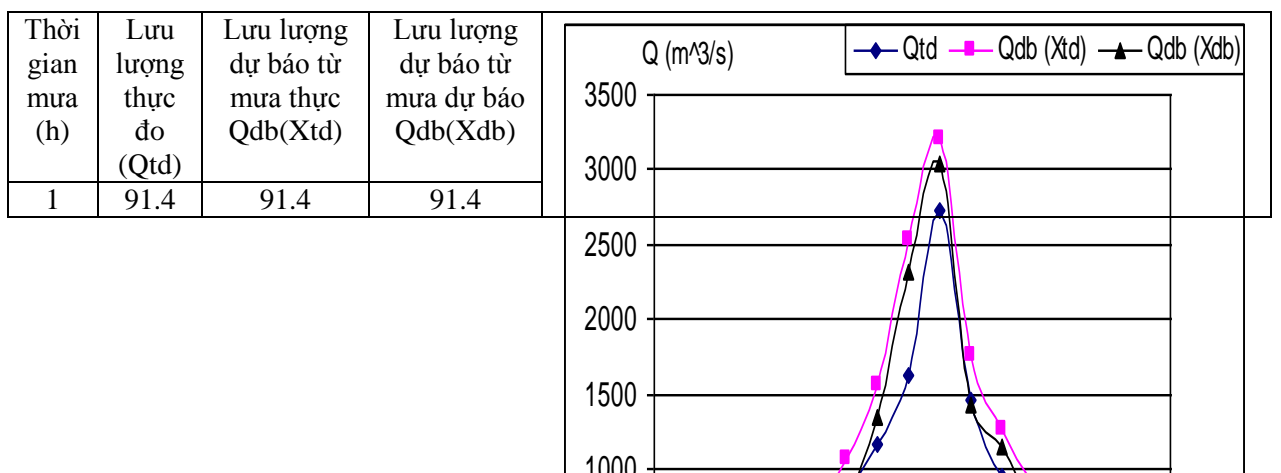


37	747	689.86	844.29			
43	599	427.61	595.80			
49	480	323.08	407.61			
55	422	292.79	331.85			
61	377	300.21	312.95			
67	344	253.21	345.96			
				R^2	Sai số đỉnh	Sai số tổng lượng
Dự báo với mưa dự báo				93.58%	12.5%	13.1%
Dự báo với mưa thực				87.48%	12.59%	19.11%

Hình 3.17: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 1h/2/X/2003 đến 19h/5/X/2003



Hình 3.18: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 1h/14/XI/2003 đến 19h/16/XI/2003



7	93	91.4	91.4			
13	107	91.4	91.4			
19	195	91.4	94.38			
25	408	452.68	482.79			
31	710	762.5	652.15			
37	852	1068.4	785.65			
43	1170	1564.57	1350.54			
49	1626	2532.4	2315.74			
55	2732	3201.5	3041.78			
61	1470	1759.8	1431.83			
67	949	1258.7	1149.11			
73	710	901.5	749.87			
79	542	725.6	469.91			
85	440	527.4	335.26			
91	392	352.4	252.75	R ²	Sai số đỉnh	Sai số tổng lượng
Dự báo với mưa dự báo				79.66%	14.67%	19.3%
Dự báo với mưa thực				90.54%	10.18%	6.71%

Hình 3.19: Kết quả mô phỏng trận lũ từ 1h/2/XI/2004 đến 19h/5/XI/2004

Tính toán sai số về đường quá trình R², đỉnh, tổng lượng ta thu được bảng tổng kết sau:

Bảng 3.4: Kết quả mô phỏng lũ

S T T	Trận lũ	Dùng mưa thực			Dùng mưa dự báo		
		R ²	Đỉnh	Tổng lượng	R ²	Đỉnh	Tổng lượng
1	2-5/X/2003	87.48%	12.59%	19.11%	93.58%	12.5%	13.1%
2	14-16/X/2003	92.98%	5.77%	17.56%	74.05%	19.43%	18.59%
3	2-5/X/2004	90.54%	10.18%	6.71%	79.66%	14.67%	19.3%
Trung bình		90.33%	9.51%	14.5%	82.43%	15.53%	17%
Đánh giá		Tốt	Tốt	Tốt	Khá	Khá	Khá

Qua bảng sai số trên, để tiện cho việc so sánh ta sử dụng giá trị trung bình sai số đỉnh, sai số tổng lượng và độ hữu hiệu R² của 3 trận lũ trong trường hợp mô phỏng lũ dùng mưa thực và dùng mưa dự báo. Từ đó có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- Dự báo lũ dùng mưa thực: qua các giá trị trung bình của sai số đỉnh: 9.51%, sai số tổng lượng: 14.5% và R²_{trung bình} là 90.33%, thấy rằng đều đạt kết quả tốt.

- Dự báo lũ dùng mưa dự báo:

+ Về đường quá trình theo chỉ tiêu R² thu được 2 trận loại khá và một trận tốt với R²_{trung bình} = 82.43%. Đây là một kết quả bước đầu khá tốt và có triển vọng cao.

+ Về sai số đỉnh và tổng lượng: với sai số đỉnh và tổng lượng trung bình lần lượt là: 15.53% và 17%, đều đạt loại khá.

Kết luận: Như vậy qua việc mô phỏng 3 trận lũ từ trường mưa dự báo của mô hình RAMS bước đầu đã thu được những kết quả có triển vọng cao. Với những đánh giá trên, thấy rằng việc sử dụng mưa dự báo 3 ngày từ mô hình RAMS dùng để dự báo lũ cho lưu vực sông Trà Khúc – Sơn Giang đã cho kết quả rất khả quan. Tuy nhiên, do thời gian có hạn và điều kiện hạn chế về mặt số liệu nên trong khoá luận mới chỉ kiểm nghiệm được mô hình với hai trận lũ năm 2003 và một trận lũ năm 2004 trên lưu vực sông Trà Khúc – Sơn Giang bằng tài liệu mưa thực và mưa dự báo.

Việc dự báo lũ từ mưa dự báo 3 ngày của mô hình RAMS đã tăng thời hạn dự báo lên rất nhiều. Vấn đề tăng hạn dự báo là rất cần thiết đối với các lưu vực sông ngòi Miền Trung và đặc biệt là lưu vực sông Trà Khúc nơi có sông ngắn, dốc – lũ xảy ra nhanh, thời gian dự kiến của các dự báo lũ thường hạn chế. Với thời gian chảy truyền từ thượng nguồn lưu vực cho đến trạm Sơn Giang là 6h và cho đến trạm cửa ra của lưu vực là 12h, thì việc dự báo và cảnh báo lũ không thể vượt qua được các giá trị thời gian này. Do đó với những kết quả đạt được trong khoá luận, có thể kết luận rằng việc dùng mưa dự báo từ mô hình RAMS làm đầu vào cho mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn để tăng thời hạn dự báo và cảnh báo lũ là một giải pháp hợp lý và có ý nghĩa kinh tế xã hội lớn.

KẾT LUẬN

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

1. Tổng quan được một số mô hình mưa – dòng chảy, nắm được bản chất mô hình sóng động học một chiều phương pháp phần tử hữu hạn.
2. Tìm hiểu phương pháp SCS, từ đó lựa chọn phương pháp này để tính mưa hiệu quả làm đầu vào cho mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn.
3. Tìm hiểu mô hình RAMS, quyết định sử dụng mưa dự báo từ mô hình này để mô phỏng lũ bằng mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn.
4. Đã tìm hiểu về các điều kiện tự nhiên lưu vực sông Trà Khúc – Sơn Giang, đặc biệt chú trọng tới địa hình, rừng, khả năng sử dụng đất.
5. Xây dựng, kiểm tra và lựa chọn được bộ thông số của mô hình sóng động học một chiều đối với lưu vực sông Trà Khúc qua việc mô phỏng 10 trận lũ từ năm 2000-2002 và cho kết quả khá tốt (sai số đỉnh từ 6.3% - 16.8%, sai số tổng lượng từ 1.1% - 18.64% và độ hữu hiệu R^2 từ 72.6% - 91.3%)
6. Đã thử nghiệm trường mưa dự báo 3 ngày từ mô hình RAMS qua 3 trận lũ năm 2003 - 2004 cho kết quả khá quan (sai số đỉnh từ 12.5% - 19.43%, sai số tổng lượng từ 13.1%-19.3%, độ hữu hiệu R^2 từ 79.66% - 93.58%).

Từ kết quả thu được cho thấy khả năng sử dụng mưa dự báo thời hạn dài từ các mô hình khí tượng để tăng hạn dự báo lũ trên lưu vực sông Trà Khúc là có tính khả thi và có thể mở rộng nghiên cứu đến các lưu vực khác ở khu vực Miền Trung. Khả năng kết hợp mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn và mô hình RAMS đã một phần được minh chứng, mở ra công nghệ dự báo lũ mới rất có triển vọng trong thời gian tới.

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. Ngô Chí Tuấn, 2003. *ứng dụng mô hình phân tử hữu hạn sóng động học đánh giá tác động của sử dụng đất đến dòng chảy lưu vực sông Trà Khúc*. Khóa luận tốt nghiệp.
9. Nguyễn Hữu Khải, Nguyễn Thanh Sơn. *Mô hình toán thủy văn*, Giáo trình ĐHQGHN, Hà Nội, 2001.
10. Nguyễn Thị Nga *Cân bằng nước tỉnh Quảng Ngãi* Báo cáo tổng kết đề tài cấp ĐHQGHN, 2002.
11. Nguyễn Thanh Sơn. *Tính toán thủy văn*. Giáo trình ĐHQGHN, Hà Nội, 1998.

12. 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.
13. Nguyễn Thanh Sơn, Ngô Chí Tuấn, 2004. *Kết quả mô phỏng lũ bằng mô hình sóng động học một chiều lưu vực sông Vệ*. Tạp chí khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.XIX, No1, Hà Nội.
14. Trần Tuất, Nguyễn Đức Nhật. *Khái quát địa lý thủy văn sông ngòi Việt Nam*. Tổng cục KTTV 1980.
15. Trần Tân Tiến, Nguyễn Minh Trường, Công Thanh, Kiều Quốc Chánh, 2004. *Sử dụng mô hình RAMS mô phỏng đợt mưa lớn ở Miền Trung tháng 9/2002*. Tạp chí khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.XIX, No1, Hà Nội.
16. Alish Pandey, V.M. Chowdary, B.C. Mal and P.P. Dabral. *Estimation of runoff agricultural watershed using SCS Curve Number and Geographic Information System*. Map India Conference 2003 @ Gisdevelopment.net, All rights reserved.
17. Bofu Yu. *Theoretical Justification of SCS method for runoff Estimation*. Journal of Irrigation and rainage engineering/ November/ December 1998.
18. Chow V.T. *Applied Hydrology*. Mc Graw Hill, 1988.
19. Lashman Nandagiri. *Calibrating Hydrological Models in ungaged Basins- Possible use of Areal Evapotran Siration Instead of Stream Flows*. Depastment of Applied Mechanics & Hydraulics National Institue of Techlonogy Karataka, Surathkal Srinivasnaga P.O, Karnataka, India 575025 (I and @ rocketmail.com).

PHỤ LỤC