

ÁP DỤNG MÔ HÌNH THUYẾT ĐỘNG HỌC CÁC PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ TẢ QUÁ TRÌNH DÒNG CHẢY LƯU VỰC

Nguyễn Thanh Sơn

*Khoa Khí tượng-Thủy văn và Hải dương học
Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội*

Lương Tuấn Anh

Viện Khí tượng Thủy văn

Tóm tắt. Việc sử dụng các mô hình thủy văn trong thực tế thường gặp nhiều khó khăn trong việc mô phỏng các thông số lưu vực do thiếu tài liệu quan trắc chi tiết. Bài báo này giới thiệu một phương pháp mô hình hoá dòng chảy với việc phân tích dữ liệu đầu vào của mô hình qua kỹ thuật GIS và không giới hạn số lượng các phần tử là các thành phần lưu vực tương đối đồng nhất. Ứng dụng mô hình trong thực tế có khả năng đánh giá tác động của việc biến đổi các điều kiện địa lý tự nhiên đến sự hình thành và phát triển dòng chảy, rất hữu ích cho các nhà quản lý trong lĩnh vực quy hoạch lưu vực.

1. Giới thiệu chung

Các hiện tượng thủy văn vô cùng phức tạp và khó có thể nhận biết chúng một cách đầy đủ. Sử dụng khái niệm *hệ thống* giúp ta miêu tả các hiện tượng thủy văn đơn giản hơn. Hệ thống là một tập hợp các thành phần có quan hệ với nhau tạo thành một tổng thể. Tuần hoàn thủy văn được coi như một hệ thống với các thành phần là mưa, bốc hơi, dòng chảy và các pha khác nhau của chu trình phát sinh và phát triển dòng chảy. Các thành phần này tập hợp thành các chu trình con. Để phân tích hệ thống toàn cục, ta tiến hành phân tích riêng rẽ các chu trình con đơn giản và tổng hợp kết quả dựa trên mối quan hệ giữa chúng. Trong hầu hết các bài toán thực hành, thường chỉ xét một số quá trình trong tuần hoàn thủy văn tại một thời gian trong một phạm vi nhỏ bé nào đó trên trái đất. Khi nghiên cứu những bài toán như vậy, có thể sử dụng định nghĩa hẹp hơn về hệ thống phát triển từ khái niệm "thể tích kiểm tra". Với khái niệm này, hệ thống thủy văn được định nghĩa như một cấu trúc hay một thể tích không gian bao quanh bởi một mặt biên; cấu trúc này tiếp nhận nước và các yếu tố đầu vào khác qua mặt biên, thao tác phân tích các yếu tố đó ở bên trong và biến đổi chúng thành các yếu tố đầu ra.

Do tính phức tạp của hiện tượng thủy văn, không thể mô tả một số quá trình thủy văn bằng những định luật vật lý chính xác. Bằng cách sử dụng khái niệm hệ thống, người ta tập trung vào việc xây dựng một mô hình liên hệ các yếu tố đầu vào và sản phẩm đầu ra thay vì mô tả một cách chính xác các chi tiết của hệ thống. Mô hình hoá hệ thống thủy văn là sử dụng các công cụ toán, logic để thiết lập các mối liên hệ định lượng giữa các nhóm yếu tố này, tức là giữa các yếu tố hình thành dòng chảy và các đặc trưng dòng chảy. Bài viết này tập trung nghiên cứu một dạng mô hình

mưa dòng chảy theo phương pháp diễn toán sóng động học dùng cho việc đánh giá tác động của việc sử dụng đất đối với dòng chảy trên lưu vực trên quan điểm hệ thống.

2. Mô hình phần tử hữu hạn sóng động học đánh giá tác động của việc sử dụng đất trên lưu vực đến dòng chảy

Mô hình thủy động lực học dựa trên cơ sở xấp xỉ chi tiết không gian lưu vực và tích phân số trị các phương trình đạo hàm riêng mô tả các quá trình vật lý diễn ra trên lưu vực nhằm diễn toán quá trình hình thành dòng chảy sông qua hai giai đoạn: dòng chảy trên sườn dốc và trong lòng dẫn. Mô hình cho phép đánh giá được tác động của lưu vực quy mô nhỏ đến dòng chảy, mở ra một giai đoạn mới trong việc mô hình hoá quá trình thủy văn.

Dựa trên mô hình thủy động lực học của Ross B.B và nnk, Đại học Quốc gia Blacksburg, Mỹ dùng để dự báo ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến quá trình lũ với mưa vượt thềm là đầu vào của mô hình. Phương pháp phần tử hữu hạn số kết hợp với phương pháp số dư của Galerkin được sử dụng để giải hệ phương trình sóng động học của dòng chảy một chiều.

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 nó để phân tích dòng chảy thấm. Nhiều nhà nghiên cứu khác cũng đã áp dụng phương pháp này để giải quyết các vấn đề khác của dòng chảy Oden và Somogyi (1969), Tong (1971). Judah (1973) đã tiến hành phân tích dòng chảy mặt bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Tác giả sử dụng phương pháp số dư của Galerkin để xây dựng mô hình diễn toán lũ và thu được kết quả thoả mãn khi áp dụng mô hình cho lưu vực sông tự nhiên và đi tới kết luận: mô hình dạng này ít gặp khó khăn với lưu vực có hình dạng và sử dụng đất phức tạp, 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. Phương pháp này còn 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.

3. Xây dựng mô hình

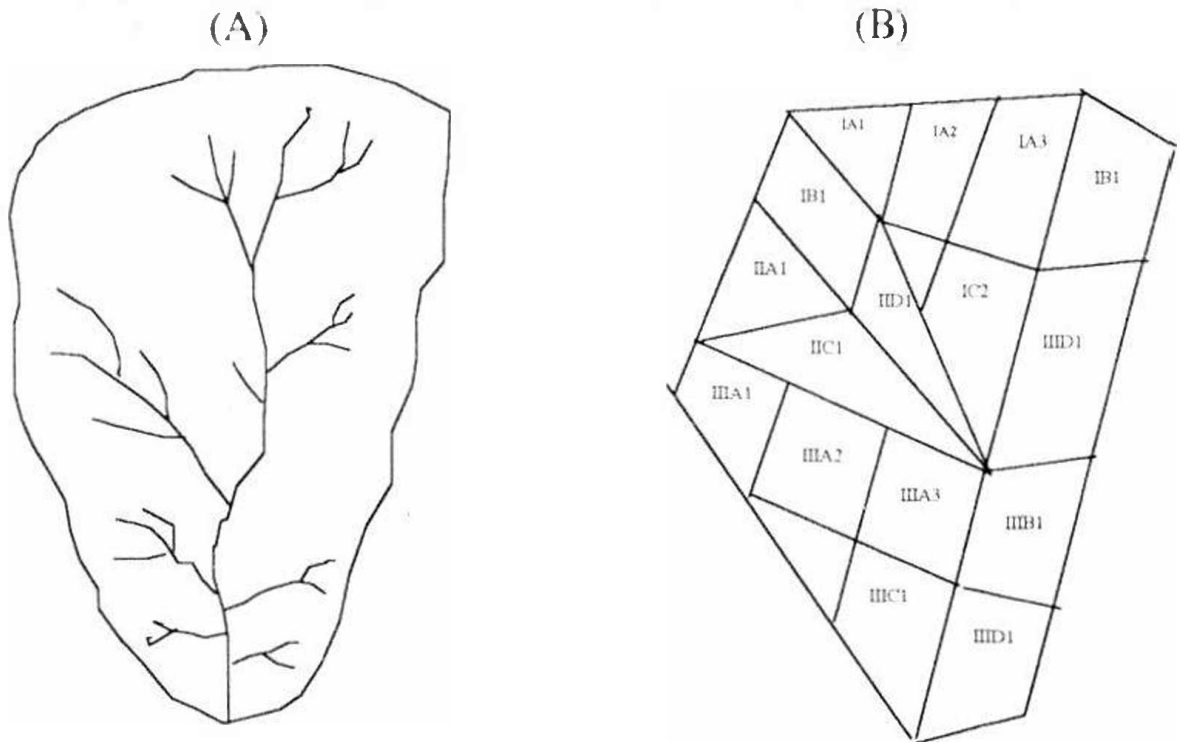
Desai và Abel (1972) đã kể ra những bước cơ bản trong phương pháp phần tử hữu hạn như sau:

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 phương trình đại số cho toàn bộ khối liên tục được rời rạc hoá.

5. Giải cho vector của các biên của trường tại nút.
6. Tính toán các kết quả từng phần tử từ biên độ các biên của trường tại nút.

Rời rạc hoá khối liên tục

Khối liên tục, tức là hệ thống vật lý đang nghiên cứu được chia thành một hệ tương đương gồm những phần tử hữu hạn có tính chất thủy văn đồng nhất trong mỗi phần tử. Tính chất thủy lực đồng nhất cũng cần xem xét khi tạo ra lưới phần tử hữu hạn.



Hình 1. Sơ đồ rời rạc hoá khối liên tục (lưu vực A) thành các phần tử (B)

Một lưu vực giả thuyết được sử dụng để minh họa cho quá trình này. Lưu vực bao gồm một dòng chính và một nhánh lớn. Cả hai nhánh này đều được đưa vào sơ đồ dòng chảy. Ba lưu vực con hay bãi dòng chảy trên mặt được xác định. Ngoài ra, ba kênh có thể được xác định. Dù vậy, bất kỳ số lượng bãi dòng chảy bề mặt hay kênh có thể xác định nếu như có số liệu mặt cắt ngang của kênh.

Việc tạo lưới các phần tử được lựa chọn thành kênh, các dải và các bãi tùy theo tính chất hướng dòng chảy. Lần lượt xét bãi dòng chảy mặt thứ nhất, thuật toán giải là quá trình phân tích phần tử hữu hạn cho từng dải với mưa vượt thấm là đầu vào để tìm ra dòng chảy mặt chảy vào kênh dẫn. Sau đó phân tích phần tử hữu hạn cho kênh dẫn thực hiện tương tự như với một dải dòng chảy mặt riêng lẻ để tìm ra lưu lượng trong kênh dẫn tại các nút phần tử kênh. Quá trình này được lặp lại cho các bãi dòng chảy còn lại để tìm được quá trình lưu lượng tại nút hạ lưu của toàn bộ lưu vực.

Việc đánh số đúng các phần tử bãi dòng chảy sẽ chỉ ra được chính xác từng phần tử, dải và bãi dòng chảy. Theo hình 1 B, các số La Mã biểu thị các bãi dòng chảy, các chữ in hoa biểu thị các dải và các chữ số thường biểu thị các phần tử trong dải.

Lựa chọn mô hình biến số của trường.

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

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \tag{1}$$

Phương trình động lượng

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

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 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 là sự lựa chọn tốt nhất vì các điều kiện biên và điều kiện ban đầu chỉ cần áp dụng đối với phương trình liên tục. Tính đúng đắn của quá trình này đã được nói đến trong nhiều tài liệu (Lighthill và Witham, 1955; Woolhiser và Liggett, 1967). Việc xấp xỉ sóng động học đòi hỏi sự cân bằng giữa các lực trọng trường và ma sát trong phương trình động lượng và dòng chảy là hàm số chỉ phụ thuộc vào độ sâu có thể rút gọn về dạng:

$$S = S_f \tag{3}$$

Phương trình (3) 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:

$$Q = \frac{1,49}{n} R^{2/3} S^{1/2} A, \tag{4}$$

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

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:

$$A(x,t) \approx A^*(x,t) = \sum_{i=1}^n N_i(x) A_i(t) = [N] \{A\} \quad (5)$$

$$Q(x,t) \approx Q^*(x,t) = \sum_{i=1}^n N_i(x) Q_i(t) = [N] \{Q\} \quad (6)$$

trong đó: $A_i(t)$: diện tích, là hàm số chỉ phụ thuộc vào thời gian $Q_i(t)$: lưu lượng, hàm số chỉ phụ thuộc vào thời gian $N_i(x)$: hàm số nội suy n : số lượng nút trong một phần tử. Đối với một phần tử đường, một chiều, $n = 2$ và:

$$A^*(x,t) = N_i(x) A_i(t) + N_{i-1}(x) A_{i-1}(t) \quad (7)$$

$$Q^*(x,t) = N_i(x) Q_i(t) + N_{i-1}(x) Q_{i-1}(t) \quad (8)$$

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 bàn luận tương đối kỹ trong nhiều bài viết về phần tử hữu hạn (Desai và Abel, 1972; Huebner, 1975).

Tìm hệ phương trình phần tử hữu hạn

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

$$\int_D N_i R \, dD = 0, \quad (9)$$

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

Do phương trình (9) 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 (9) và lấy tích phân theo từng phần tử của không gian:

$$\sum_{i=1}^{NE} \int_{D_e} \left\{ N_i \left[\frac{\partial Q}{\partial x} + \dot{A} - q \right] \right\} dD_e = 0 \quad (10)$$

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

Xét riêng một phần tử, phương trình (10) trở thành:

$$\int_{D_e} \left[N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \{Q\} + N_i N_j \{\dot{A}\} - N_i q \right] dD_e = 0 \quad (11)$$

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

$$\int_{x_1}^{x_2} \left[N_i \frac{\partial N_j}{\partial x} \{Q\} + N_i N_j \{\dot{A}\} - N_i q \right] dx = 0 \quad (12)$$

Lấy tích phân của từng số hạng trong (12):

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

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

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

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

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

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

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

$$[F_A] \{ \dot{A} \} + [F_Q] \{ Q \} - q \{ F_q \} = 0 \quad (13)$$

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 (13) trở thành:

$$\frac{1}{\Delta t} [F_A] \{ A \}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [F_A] \{ A \}_t + [F_Q] \{ Q \} - q \{ F_q \} = 0 \quad (14)$$

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.

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

Hệ phương trình phần tử hữu hạn (14) với các ẩn số là các biến tại các nút có thể được giải bằng phương pháp khử Gauss. Hệ phương trình phi tuyến cần phải giải thông qua các bước lặp. Các điều kiện ban đầu có thể làm hệ phương trình trở nên đơn giản hơn. Ví dụ đối với một dải chứa n phần tử tuyến tính và $n+1$ nút, trên các bãi dòng chảy sườn dốc của kênh tại thời điểm $t=0$, có một vài số hạng sẽ bằng 0. Phương trình phần tử hữu hạn trở thành:

$$\frac{1}{\Delta t} [F_A] \{ A \}_{t+\Delta t} = \{ f_q \} \quad (15)$$

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

Điều kiện biên tiếp theo có thể làm đơn giản hoá việc giải hệ phương trình là lưu lượng bằng 0 ở mọi thời điểm tại các biên trên hoặc tại các nút của các dải và kênh dẫn. Có một ngoại lệ là trường hợp tương tự như đối với 3 bãi dòng chảy sườn dốc và 3 kênh dẫn khi lưu lượng ở mọi thời điểm t tại nút trên cùng của kênh thứ 3 là tổng của các lưu lượng tại các nút dưới của 2 kênh khác.

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

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

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

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. Quá trình mưa vượt thấm được dựa trên các công trình của Li (1975) và Li & nnk (1977). Có thể đưa ra khái niệm về các vùng riêng biệt. Các vùng này về mặt tiềm năng sẽ phản ứng theo cách khác nhau đối với một đầu vào mưa cho trước. Những vùng như vậy được gọi là các đơn vị phản ứng thủy văn (HRU- *hydrological response units*) và được phân loại bởi cấu trúc đất, độ sâu của tầng đất nhóm đất và lớp phủ thực vật. Phương trình thấm của Holtan được sử dụng để tính mưa vượt thấm trong từng đơn vị phản ứng thủy văn.

Để nhận biết và xác định các đơn vị phản ứng thủy văn cần có sự xem xét tổng hợp toàn diện các điều kiện thổ nhưỡng và lớp phủ của lưu vực. Mỗi một tổ hợp của các phân loại trên được coi là một đơn vị phản ứng duy nhất, tạo thành một chuỗi lớn các HRU. Nói chung một phần tử thường có hơn 1 HRU và do vậy cần phải tính trung bình trọng số của mưa vượt thấm của các HRU để xác định một giá trị mưa vượt thấm cho toàn bộ phần tử. Để lấy trung bình có trọng số lưới phần tử hữu hạn được đặt chồng lên lưới HRU. Sau đó, phần trăm của từng phần tử chứa một HRU nào đó có thể được xác định.

Hệ số Manning của từng phần tử cũng được xác định theo cách lấy trung bình có trọng số như trên. Do các đặc trưng về sử dụng đất đã được sử dụng khi xác định các HRU nên mỗi loại đất có thể được gán 1 giá trị hệ số Manning η và lấy trung bình trọng số để xác định hệ số Manning η cho toàn bộ phần tử.

Độ dốc của từng phần tử có thể xác định theo bản đồ địa hình của khu vực. Độ dốc của các phần tử lòng dẫn có thể tìm được theo cách tương tự.

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).

6. Áp dụng mô hình

Mô hình được sử dụng để giải quyết bài toán quy hoạch lưu vực sông Trà Khúc để tính toán ảnh hưởng của sự thay đổi đất và sử dụng đất theo không gian đến dòng chảy.

Lưới phần tử hữu hạn bao gồm 7 đơn vị thủy văn với 150 phần tử. Các phần tử được phân chia trên cơ sở nghiên cứu hướng dòng chảy và bản đồ hướng sườn, bản đồ độ dốc được tích hợp qua bản đồ địa hình bằng công nghệ số hoá và các phần mềm GIS: Mapinfor, AcView... Kích thước của từng phần tử có thể xác định trực tiếp trên hình vẽ đã được số hoá. Các thông số về độ dốc, sử dụng đất của các phần tử dễ dàng xác định qua chồng ghép bản đồ lưới phần tử và các bản đồ chuyên dụng. Hệ số Manning đối với các phần tử bãi chứa lũ được chọn bằng cách lấy trung bình trọng số để có thể thể hiện được ảnh hưởng của sự thay đổi sử dụng đất đối với hệ số nhám Manning. Hệ số nhám được xác định theo từng loại sử dụng đất: bằng 0,4 đối với đồi với thảm phủ là cây lấy gỗ, 0,35 đối với cây trồng thô, 0,30 đối với đồng cỏ, 0,25 đối với vùng dân cư, 0,02 đối với vùng đất không thấm nước.

Một trận mưa kéo dài trong 6 giờ được chọn làm đầu vào để tính toán ra quá trình dòng chảy với giả thiết là độ ẩm lưu vực khi bắt đầu mưa bão hoá 50%. Nghiệm ổn định đạt được với bước thời gian tính toán là 75 giây. Sử dụng mô hình mô phỏng tốt lũ cho lưu vực sông Vệ và sông Trà Khúc.

Việc đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến dòng chảy được đánh giá bằng cách thay đổi các hình thức sử dụng đất trong các phần tử sườn dốc khác nhau như thay vùng trồng cây thành vùng không thấm nước vv..., do đó thay đổi hệ số Manning và thay đổi quá trình dòng chảy.

Mô hình này cũng có thể mô tả được ảnh hưởng của các công trình chậm lũ đến dòng chảy nếu quan hệ lưu lượng, thể tích của công trình này được xác định. Thay đổi vị trí của công trình này trong lưu vực cho phép đánh giá ảnh hưởng của công trình này đến dòng chảy trong sự phụ thuộc vào vị trí công trình.

7. Kết luận

Với việc xấp xỉ chi tiết không gian lưu vực và tích phân các phương trình đạo hàm riêng mô tả các quá trình vật lý diễn ra trên lưu vực, mô hình thủy động lực học có khả năng đánh giá được những thay đổi trong phạm vi những không gian nhỏ trên lưu vực đến quá trình hình thành dòng chảy. Phương pháp phần tử hữu hạn có thể được áp dụng một cách hiệu quả trong bài toán diễn toán dòng chảy mặt và dòng chảy trong kênh dẫn. Tính biến động theo không gian của hình dạng lưu vực, của các đặc tính thủy văn và mưa có thể dễ dàng được xét đến trong mô hình trên.

Với số liệu đầu vào là mưa vượt thấm và các bản đồ số, phương pháp này cho phép giải quyết được hạn chế về tính thừa thớt của số liệu khi áp dụng thực tế mà

các mô hình khác thường gặp. Việc áp dụng mô hình có tính khả thi cao khi đánh giá tác động sự thay đổi của các yếu tố tự nhiên tới dòng chảy. Một sự biến động nào đó trên một phần tử sẽ có tác động đến toàn bộ hệ thống và ảnh hưởng đến dòng chảy trên sông. Có thể dùng phương pháp này để đánh giá các quy hoạch đối với việc đảm bảo bền vững tài nguyên nước. Đã áp dụng với lưu vực sông Trà Khúc và sông Vệ cho kết quả tốt.

Tài liệu tham khảo

1. 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, 2000.
2. Nguyễn Hữu Khải, Nguyễn Thanh Sơn. *Mô hình toán thủy văn*, Giáo trình ĐHQGHN, 2001.
3. Chow V.T. *Applied Hydrology*. Mc Graw Hill, 1988
4. Ross B.B., D.N. Contractor and V.O. Shanhotlt. *Afinite-element model of overland and channel flow for assessing the hydrologic impact of land use change*.

VNU JOURNAL OF SCIENCE, Nat., Sci., & Tech., T XIX, N₀1, 2003

THE APPLICATION OF HYDRO-DYNAMIC MODEL USING FINITE ELEMENTS METHOD TO SIMULATE WATERFLOW PROCESSES ON RIVER BASIN

Nguyen Thanh Son

*Department of Hydro Meteorology and Oceanology
College of Science, VNU*

Luong Tuan Anh

Institute of Hydro Meteorology

The difficulties usually occur when applying directly the hydrological models to simulate the watershed's parameters because of the lack of detailed observed data. A method of modelling the waterflow with analyzing the model's input using GIS techniques and unlimited quantity of elements of relative homogenous watershed's components was presented in this paper. The application of the model has shown the ability of the model to estimate the impact of changing of geographical conditions on the formation and development of waterflow on a basin, that is very useful tool for the catchment management and planning work.