

MÔ HÌNH HÓA DÒNG CHÁY TRONG NHỮNG LƯU VỰC CÓ HOẠT ĐỘNG NÔNG - LÂM NGHIỆP

M.Sc. VŨ VĂN TUẤN
Vụ Khoa học Kỹ thuật

I. MỞ ĐẦU

Trong điều kiện phát triển kinh tế - xã hội như hiện nay, khó có thể tìm được những lưu vực sông nào - dù kích thước ra sao - mà không có những hoạt động sản xuất diễn ra trên đó. Trong các hình thức hoạt động này thì sản xuất nông - lâm nghiệp là những dạng phổ biến nhất. Bởi vậy, vấn đề mô hình hóa dòng chảy trong những lưu vực sông có hoạt động nông - lâm nghiệp đang là một trong những bài toán chủ yếu để nghiên cứu ảnh hưởng do tác động của con người tới chế độ thủy văn trên lưu vực sông.

Trong sơ đồ tổng quát giải bài toán quy hoạch lãnh thổ theo chỉ tiêu kinh tế - môi trường mà chúng tôi đã đề cập tới trước đây [1], một khó khăn lớn đặt ra là tìm kiếm một mô hình hoạt động môi trường thích hợp để kết hợp với một mô hình hoạt động kinh tế tương ứng. Những mô hình nhận thức như SSARR, TANK, SMART...khó áp dụng được trong sơ đồ này vì chúng đều là những mô hình với thông số tập trung và mối tương quan giữa các thông số với các quá trình sử dụng đất trong lưu vực không được thể hiện rõ ràng trong mô hình.

Để đáp ứng được yêu cầu của một mô hình hoạt động môi trường, các mô hình thủy văn với thông số phân phôi tỏa có ưu thế hơn, đặc biệt nếu gắn được sự tương quan với các quá trình sử dụng đất trong lưu vực. Mô hình SHE tỏ ra đủ mạnh để áp dụng trong lĩnh vực này song mức độ phức tạp của nó chưa cho phép sử dụng rộng rãi. Mô hình VN [2] đơn giản hơn nhiều, song điều kiện để kiểm nghiệm nó mới chỉ có thể thực hiện được khi có đủ những tài liệu thực nghiệm cần thiết.

Trong bài này, chúng tôi giới thiệu một mô hình có khả năng ứng dụng như một mô hình hoạt động môi trường ở dạng đơn giản, khi đối tượng của bài toán quy hoạch lưu vực chủ yếu là những hoạt động nông - lâm nghiệp. Đó là mô hình USDAHL.

II. GIỚI THIỆU MÔ HÌNH

1. Xuất xứ của mô hình

Mô hình được bắt đầu triển khai nghiên cứu từ cuối những năm 60 theo những gợi ý của Holtan H.N. và chương trình tính đầu tiên của nó được công bố là USDAHL-70[4]. Sau đó, những phiên bản (version) khác hoàn thiện hơn lần lượt xuất hiện.

2. Nội dung chủ yếu của mô hình

Mô hình phân chia bì mặt lưu vực ra thành một số vùng và chúng được tính toán qua phương trình cân bằng nước giữa mưa, bốc-thoát hơi, thấm, diền trũng và dòng chảy mặt. Những tổn thất do thấm trong quá trình dòng chảy chuyển từ vùng này qua vùng khác cũng được tính đến. Mỗi vùng của lưu vực lại được phân chia ra những lớp đất có đặc trưng khác nhau về kết cấu đất, về chế độ chảy .. Những đặc trưng này được biểu thị qua những tham số cụ thể cho từng vùng và từng lớp. Xét về toàn bộ lưu vực thì USDAHL là một mô hình phân phôi, song do số vùng và số lớp mà các tác giả đề xuất không lớn (nhỏ hơn hoặc bằng 4) và khi xét cho một lớp trong một vùng cụ thể thì USDAHL lại trở thành một mô hình tập trung. Bởi vậy, bài toán được giải quyết đơn giản hơn nhiều so với cách phân chia theo ô như mô hình VN đã làm.

Sơ đồ cấu trúc của mô hình được biểu diễn ở hình 1.

3. Các quan hệ tính toán trong mô hình

Có thể phân chia quá trình hình thành dòng chảy ra ba pha:

a) *Pha mặt đất*: bao gồm những quá trình phụ sau đây:

- *Quá trình thấm*: biểu diễn qua phương trình thấm Holtan

$$f = GI.A.Sa^{1,4} + f_c$$

trong đó:

f - cường độ thấm

GI - chỉ số tăng trưởng của thực vật, là hàm số của nhiệt độ không khí và loại cây

A - khả năng thấm cho phép, là chỉ số biểu thị mức độ rỗng của lớp đất và là hàm số của mật độ rễ cây trung bình

Sa - lượng trữ cho phép trong tầng đất mặt

f_c - cường độ thấm ổn định

- *Quá trình trữ bề mặt*: dựa vào phương trình cân bằng nước để xác định.

- *Quá trình chảy tràn*: dựa vào phương trình liên tục:

$$P_e - Q_o = \Delta D \text{ và } q_o = a.D^b$$

trong đó:

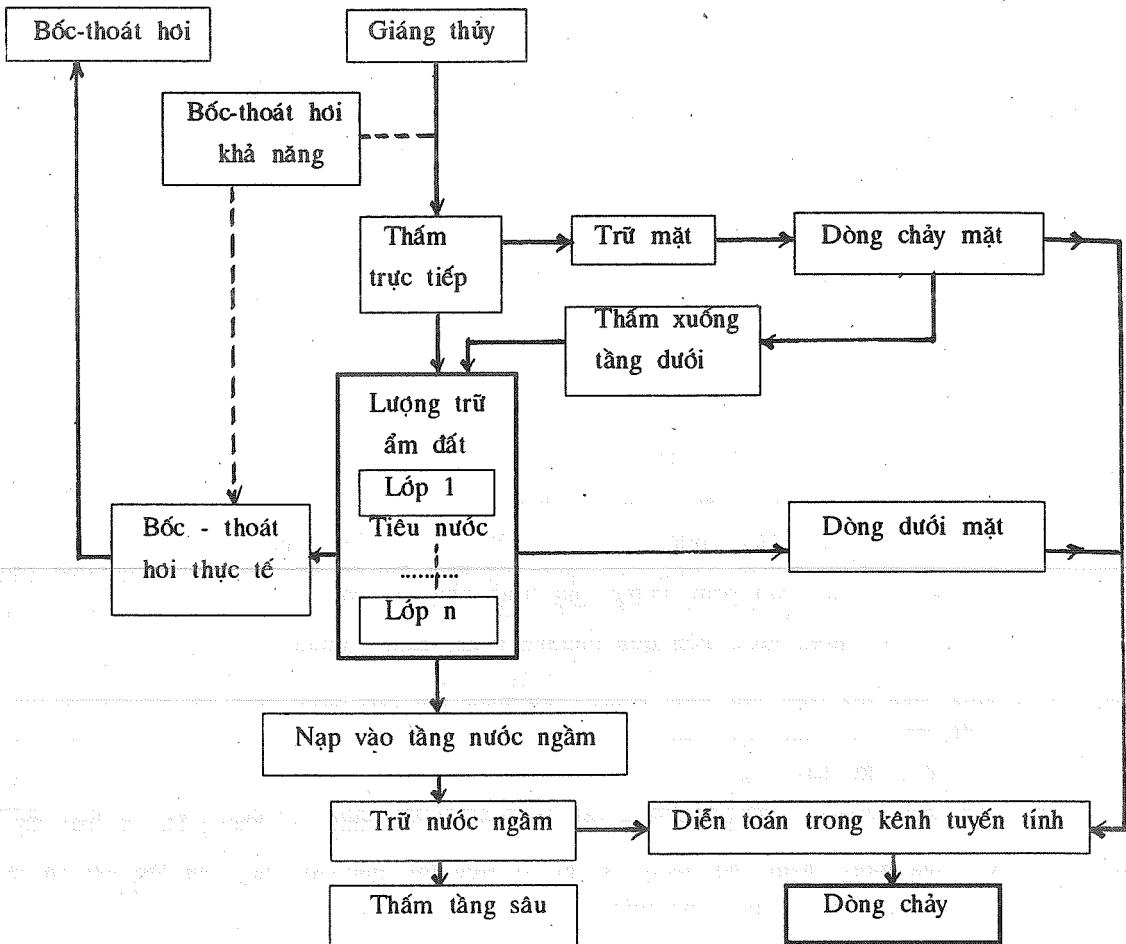
P_e - tổng lượng mưa trong vùng sau khi loại trừ thấm và diền trũng

Q_o - tổng lượng dòng chảy ra khỏi vùng

Δ - chênh lệch đầu và cuối thời đoạn

D - độ sâu trung bình của dòng chảy

q_o - dòng chảy tràn



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc của mô hình USDAHL

a - hệ số phụ thuộc vào độ nhám, chiều dài sườn dốc, độ dốc của vùng có dòng chảy tràn và độ nhớt của nước

b - số mũ (1,67 cho dòng chảy rối; 3 cho dòng chảy tầng)

- *Quá trình bốc - thoát hơi:* trên cơ sở cho rằng mức độ tăng trưởng của thực vật có ảnh hưởng quyết định nhất tới quá trình bốc - thoát hơi, mô hình đã sử dụng quan hệ:

$$Ep = Gl.k.Em. [(S - SA)/S]^k$$

trong đó:

Ep - khả năng bốc - thoát hơi

k - tỷ số giữa bốc - thoát hơi khả năng và bốc hơi thực

Em - trị số bốc hơi đặc

S - tổng độ rỗng

SA - độ rỗng cho phép

x - số mũ, thường lấy bằng 0,10

b) *Pha dưới mặt đất*

Chủ yếu là quá trình trữ ẩm trong đất. Coi độ ẩm đất ở giá trị chứa ẩm cao nhất S_f là một giá trị ngưỡng. Vậy phương trình cân bằng nước dưới ngưỡng ($S < S_f$) sẽ là:

$$(Ssm)_t = (Ssm)_{t-1} + \bar{f} \cdot \Delta t - E_t$$

và phương trình cân bằng nước trên ngưỡng ($S \geq S_f$) sẽ là:

$$(Ssm)_t = (Ssm)_{t-1} + [\bar{f} - p] \cdot \Delta t - \bar{q}_i \cdot \Delta t - E_t$$

trong đó: $(Ssm)_t$; $(Ssm)_{t-1}$ - độ ẩm đất thực tế tại thời điểm t và $(t-1)$

\bar{f} - cường độ thẩm mực

p - cường độ thẩm xuống tầng trữ nước ngầm

\bar{q}_i - cường độ dòng chảy dưới mặt

E_t - tổn thất do bốc - thoát hơi

c) *Pha trong sông*

Toàn bộ lưu vực được xử lý như một đơn vị duy nhất nên không chia thành những đoạn sông riêng rẽ. Sử dụng mô hình hai bể chứa có hệ số lượng trữ khác nhau (một bể chứa cho dòng chảy dưới mặt và một bể chứa cho dòng chảy trong sông) nên dẫn đến phương trình sau:

$$u(0;t) = [\exp(-t/K_i) - \exp(-t/K_c)] / (K_i - K_c)$$

trong đó: $u(0;t)$ - hàm phản ứng xung của đường đơn vị tức thời (IUH)

t - thời gian

K_i - hệ số lượng trữ của dòng chảy dưới mặt

K_c - hệ số lượng trữ của dòng chảy trong sông

Khi $K_i = K_c$, như trong [3] đã chứng minh, lúc này hàm phản ứng xung $u(0;t)$ sẽ tuân theo mô hình NASH:

$$u(0;t) = h(t) = [(1/K(n-1)!][(t/K)n-1].\exp(-t/K)$$

với $n = 2$, ta có: $u(0;t) = (t/K^2). \exp(-t/K)$

4. Yêu cầu của số liệu vào đối với mô hình

Số liệu vào để thực hiện mô hình (input) bao gồm hai loại: input tham số và input số liệu.

Các input tham số có thể được phân thành 6 nhóm:

a) Nhóm tham số lưu vực: gồm diện tích, số vùng trên lưu vực, số cây trồng chính và cường độ nạp lại của nước ngầm tầng sâu.

b) Nhóm tham số vùng: gồm % diện tích của mỗi vùng so với diện tích toàn lưu vực, độ dài đường chảy chính, độ dốc, cường độ thẩm ổn định, độ sâu lớp đất mặt, độ sâu tầng thông khí, % độ sâu của lớp đất mặt hiện đang giữ nước khi bắt đầu thời kỳ tính toán.

c) Nhóm tham số đất: được xác định cho từng vùng và cho từng lớp, bao gồm: % độ sâu của lớp đất mà nước được tiêu bồi trọng lực (G), được tiêu bồi thực vật do thoát hơi (AWC), điểm khô héo (WP).

d) Nhóm tham số diễn toán: gồm hai loại:

- Diễn toán trong kênh: gồm thời đoạn diễn toán (Δt), hệ số diễn toán (MC), lượng dòng chảy ban đầu (ISF), lượng tuyết (nếu có).

- Diễn toán dưới mặt: gồm các giá trị lưu lượng (q_i) và hệ số diễn toán (m_i) cho từng chế độ chảy. Chúng được xác định từ đường cong nước rút quen thuộc:

$$q_i = q_0 \exp(-t/m_i)$$

d) Nhóm tham số hướng chảy: xác định % lượng dòng chảy từ vùng thứ i tới vùng thứ (i+1) và lượng chảy trong phần còn lại.

e) Nhóm tham số sử dụng đất: đây là nhóm tham số quan trọng và là chỗ mạnh của mô hình USDAHL khi sử dụng nó như một mô hình hoạt động môi trường. Nó biểu thị những hoạt động sản xuất nông - lâm nghiệp trên bề mặt lưu vực và có thể sử dụng nó như những input số liệu. Sau khi xác định những loại cây chủ yếu trên lưu vực (như cây có hạt: lúa, ngô, ... đất bờ hoang, vùng cỏ tạm thời, vùng cỏ thường xuyên, cây bụi: sim, mua, ..., cây gỗ lớn trong rừng ..), phải cung cấp những tham số sau đây cho mỗi loại cây: % diện tích của mỗi loại cây trong mỗi vùng, các hoạt động thời vụ của chúng (thời kỳ làm đất, thời kỳ gieo hạt, thời kỳ thu hoạch ..), độ sâu trung bình của lớp rễ hoạt động, các nhiệt độ thích nghi (giới hạn trên và dưới) ...

Các input số liệu gồm ba nhóm:

a) Nhóm số liệu nhiệt độ: yêu cầu số liệu nhiệt độ không khí trung bình ngày cho từng tuần (với một năm cần 52 giá trị)

b) Nhóm số liệu bốc hơi: cũng tương tự như nhiệt độ, cần giá trị bốc hơi trung bình ngày cho từng tuần (52 giá trị/năm)

c) Nhóm số liệu mưa: tùy theo mức độ chi tiết của số liệu mưa mà có thể vào mô hình dưới những dạng khác nhau: số liệu mưa tự ghi (đứt đoạn và không đều), số liệu mưa trận, số liệu mưa giờ hoặc mưa ngày. Chỉ có yêu cầu là thời đoạn đo không nên vượt quá 24 giờ và thời kỳ không mưa kéo dài không được vượt quá hai tháng.

5. Số liệu tính toán ra của mô hình

Số liệu tính toán ra của mô hình (output) bao gồm những nội dung sau:

- Giá trị tháng và năm của mưa, bốc - thoát hơi, bốc hơi, dòng chảy tổng cộng, dòng chảy ngầm cho toàn lưu vực và cho từng vùng.

- Giá trị ngày của mưa, dòng chảy cho toàn lưu vực và giá trị dòng chảy mặt, dòng chảy ngầm, độ ẩm đất của mỗi lớp, bốc - thoát hơi và bốc hơi cho từng vùng.

- Giá trị của đường quá trình dòng chảy tổng cộng ứng với một ngày nào đó được tính theo yêu cầu đã xác định trước, bao gồm cho mỗi bước thời gian Δt xác định (có thể là 15

phút, nửa giờ ..) với các đặc trưng sau đây: tổng lượng mưa lũy tích, tổng lượng dòng chảy lũy tích (trong sông, dưới mặt và tổng cộng), lưu lượng chảy (trong sông, dưới mặt và tổng cộng)

- Giá trị của đường quá trình dòng chảy tràn ứng với ngày cần xác định từ ban đầu, bao gồm cho mỗi bước thời gian Δt trong những thời đoạn có mưa với những đặc trưng sau đây cho từng vùng của lưu vực: lưu lượng dòng chảy tràn, độ sâu của dòng chảy tràn, tổng lượng thấm.

- Các đặc trưng để phục vụ tính toán nhiễm bẩn nước do các hoạt động sản xuất nông nghiệp cho từng lớp của mỗi vùng, bao gồm: bốc - thoát hơi, bốc hơi, dòng chảy ra khỏi lớp, dòng chảy ngầm nạp lại từ lớp cuối cùng, độ ẩm đất. Đối với từng vùng, bao gồm: dòng chảy từ vùng đó đi, dòng chảy từ vùng khác đến, lưu lượng đỉnh dòng chảy.

III. KẾT LUẬN

Mô hình USDAHL có khả năng sử dụng tốt trong điều kiện có được những tài liệu thỏa mãn yêu cầu cho các input của mô hình và có thể sử dụng như một mô hình hoạt động môi trường dùng trong bài toán quy hoạch lãnh thổ theo chỉ tiêu kinh tế - môi trường.

Tuy nhiên, như nhận xét của chính tác giả nêu lên sau khi đưa ra một số phiên bản (version) mới - "mô hình đã bao gồm một tổ hợp những đặc trưng và điều kiện nhiều đến nỗi việc đưa ra một nhận xét ngắn gọn về độ nhạy của các tham số trong mô hình là chưa thể thực hiện được" [5].

Để cho khách quan, chúng tôi sẽ trình bày những kết quả thử nghiệm mô hình USDAHL cho một lưu vực nhỏ của Việt Nam trong một số báo cáo để qua đó các độc giả sẽ tự rút ra những nhận xét cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Văn Tuấn - Quy hoạch lãnh thổ theo chỉ tiêu kinh tế - môi trường. *Tập bài giảng chuyên đề sau đại học "Mô hình toán thủy văn và phân tích hệ thống", Khoa Sau Đại học, Đại học Thủy lợi, Hà Nội, 1991*
2. Vũ Văn Tuấn - Sử dụng mô hình phân bố VN để nghiên cứu tác động của các hoạt động do con người tới môi trường. *Tập san KTTV số 12/91*
3. Vu Van Tuan - The SMARf model: an application (M.Sc.Thesis). *University College Galway, Ireland, 1986*
4. Holtan H.N. and Lopez N.C. USDAHL-70 Model of Watershed Hydrology. *USDA Tech. Bull. No1435, Washington D.C. Agricultural Research Service, 1971*
5. Holtan H.N. and Lopez N.C. USDAHL-73 Revised Model of Watershed Hydrology. *Plant Physiology Institute Report №1, Beltsville, Maryland, USDA Agricultural Research Service, 1973*.