

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN ĐỂ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA RỪNG TỚI MỘT SỐ ĐẶC TRUNG THỦY VĂN TRONG LƯU VỰC NHỎ

PGS.TS. Vũ Văn Tuấn
Viện Khí tượng Thủy văn
TS. Phạm Thị Hương Lan
Đại học Thủy lợi

Mô hình toán là một công cụ mạnh trong nghiên cứu thủy văn. Việc ứng dụng mô hình toán để giải quyết những vấn đề trong nghiên cứu thủy văn rừng đã được tiến hành ở một số nước phát triển thuộc vùng ôn đới. Tuy nhiên, việc giải quyết những bài toán thủy văn rừng ở vùng nhiệt đới ẩm (với lớp thảm rừng đa dạng và chế độ mưa phức tạp) vẫn còn ít được quan tâm nghiên cứu. Bài báo này đề cập tới kết quả nghiên cứu bước đầu trong việc ứng dụng mô hình thông số phân bố để đánh giá định lượng ảnh hưởng của lớp phủ rừng tới một số đặc trưng thủy văn cơ bản trong một lưu vực nhỏ ở khu vực Tây Bắc Việt Nam.

Rừng là một thành phần quan trọng của cảnh quan địa lý, nó có những tác động mạnh mẽ đến chu trình thủy văn và trực tiếp đến các thành phần trong cân bằng nước. Để đánh giá một cách toàn diện về vai trò điều tiết nước của rừng, cần có những số liệu đầy đủ về diện tích rừng, thành phần rừng và cấu trúc của mỗi loại rừng cũng như các số liệu tương ứng về các yếu tố khí tượng thủy văn.

Ảnh hưởng của rừng đến các đặc trưng thủy văn trong lưu vực sông là một trong những vấn đề mà khoa học thủy văn - và cả khoa học về rừng - rất quan tâm. Bởi vậy đã hình thành nên bộ môn khoa học thủy văn rừng. Nhiều kết quả nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm của bộ môn khoa học này đã được công bố [1, 2, 5], song việc ứng dụng những kết quả nghiên cứu ở khu vực này để áp dụng cho khu vực khác còn gặp nhiều sai số do các quan hệ thủy văn rừng luôn mang tính địa phương rõ rệt [1].

Để góp phần đưa ra những nhận định về các quan hệ thủy văn - rừng trong vùng nhiệt đới ẩm, bài báo này sẽ trình bày những kết quả nghiên cứu nhờ việc sử dụng công cụ mô hình toán để định lượng về ảnh hưởng của lớp phủ rừng tới một số đặc trưng thủy văn trong lưu vực Mù Cang Chải - một lưu vực nhỏ trong lưu vực sông Đà.

1. Vài nét về mô hình SWAT

Mô hình SWAT (Soil and Water Assessment Tools) là một mô hình thông số phân bố được xây dựng từ những năm 90 của thế kỷ trước do TS. Jeff Arnold tiến hành tại Cơ quan Nghiên cứu Nông nghiệp thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA-Agricultural Research Service). Mô hình này được xây dựng

để mô phỏng ảnh hưởng của việc quản lý sử dụng đất đến nguồn nước, bùn cát và các chất dinh dưỡng trong đất của lưu vực sông tương ứng với một khoảng thời gian nào đó.

Yêu cầu số liệu đưa vào của mô hình được biểu diễn dưới hai dạng số liệu không gian và số liệu thuộc tính. Trong đó, số liệu không gian dưới dạng bản đồ bao gồm các loại bản đồ địa hình lưu vực (dạng DEM), bản đồ sử dụng đất, bản đồ phân bố của các loại đất, bản đồ mạng lưới sông suối, hồ chứa trên lưu vực.... Dạng số liệu thuộc tính bao gồm số liệu về khí tượng (nhiệt độ không khí trung bình, cao nhất, thấp nhất, độ ẩm tương đối, độ ẩm tuyệt đối, bức xạ, tốc độ gió, lượng mưa...), số liệu về thủy văn (lưu lượng dòng chảy, lưu lượng bùn cát, các đặc trưng về hồ chứa...), số liệu về đất (loại đất, đặc tính loại đất theo lớp của các phẫu diện đất...), số liệu về các loại cây trồng trên lưu vực, mức độ tăng trưởng của cây trồng..., số liệu về phương thức sử dụng các loại phân bón trên lưu vực trong quá trình canh tác....

Kết quả tính toán của mô hình cho ra các số liệu về lượng và chất của dòng chảy nước, về vận chuyển cát bùn trên lưu vực, về quá trình chuyển tải các chất dinh dưỡng và qua đó cho phép ta đánh giá được hiệu quả của công tác quản lý lưu vực. Chi tiết về mô hình SWAT có thể tham khảo trong các tài liệu [3], [4], [6], [7].

2. Giới thiệu về lưu vực Trạm Mù Cang Chải và kết quả xác định bộ thông số của mô hình

Trạm thủy văn Mù Cang Chải có tọa độ 21°51' vĩ độ bắc, 104°04' kinh độ đông, với tổng diện tích lưu vực tính đến trạm thủy văn khống chế là 230 km². Chuỗi số liệu lưu lượng bình quân ngày từ năm 1981-1995 tại Trạm Mù Cang Chải được dùng trong tính toán. Các trạm đo mưa và khí tượng được dùng trong tính toán dòng chảy của Trạm Mù Cang Chải được thống kê trong bảng 1.

Bảng 1. Các trạm đo mưa và khí tượng dùng trong tính toán

| TT | Trạm | Tọa độ | | Chuỗi số liệu đo |
|----|--------------|--------|---------|------------------|
| | | Vĩ độ | Kinh độ | |
| 1 | Lai Châu | 22,03 | 103,9 | 1956-1995 |
| 2 | Quỳnh Nhai | 21,50 | 103,34 | 1961-1995 |
| 3 | Mường Tè | 22,22 | 102,50 | 1958-1995 |
| 4 | Mù Cang Chải | 21,51 | 104,50 | 1981-1995 |
| 5 | Than Uyên | 22,01 | 103,55 | 1958-1995 |
| 6 | Sìn Hồ | 22,21 | 103,15 | 1958-1995 |
| 7 | Phù Yên | 21,16 | 104,39 | 1956-1995 |

Do bài toán đặt ra là xác định ảnh hưởng của lớp phủ rừng tới một số đặc trưng thủy văn chủ yếu nên các quá trình tính toán bùn cát, chuyển tải các chất dinh dưỡng và các chất bảo vệ thực vật, các thông số chất lượng nước không

được xem xét. Các thông số của mô hình được xác định theo phương pháp dò tìm thông số của Rosenbrok. Các thông số được chia làm ba nhóm sau:

- Nhóm thông số tính toán dòng chảy mặt, bao gồm các thông số: thông số CN ứng với điều kiện ẩm II (CN_2), khả năng trữ nước của đất SOL_AWC (AWC_{ly}), độ dẫn thuỷ lực trong trường hợp bão hoà SOL_K (K_{sat}), hệ số nhám Manning cho dòng chảy mặt OV_N (n), cho kênh dẫn CH_N (1) (n_1), hệ số dẫn thuỷ lực của lòng dẫn CH_K (1) (K_{ch}), hệ số trễ của dòng chảy mặt SURLAG (surlag), hệ số bốc thoát hơi của đất ESCO (esco).

- Nhóm thông số tính toán dòng chảy ngầm, bao gồm các thông số: ngưỡng sinh dòng chảy ngầm GWQMN ($a_{q,sh}$), hệ số triết giảm dòng chảy ngầm ALPHA_BF (a_{gw}), thời gian trữ nước của tầng ngầm GW_DELAY (d_{gw}).

- Nhóm thông số diễn toán dòng chảy trong lòng dẫn, bao gồm các thông số: hệ số nhám của lòng dẫn chính CH_N (2) (n_2), hệ số dẫn thuỷ lực của lòng dẫn chính CH_K (2) (K_{ch2}).

Đối với lưu vực khống chế tại mặt cắt Trạm Mù Cang Chải, lưu vực được chia thành 15 lưu vực con. Mỗi lưu vực con được chia thành các đơn vị sử dụng đất và loại đất khác nhau. Các đặc trưng của lưu vực con này như độ dốc, chiều dài kênh dẫn, diện tích..., được tính toán trực tiếp qua bản đồ dạng DEM. Kết quả cuối cùng sau khi hiệu chỉnh các thông số của mô hình được thống kê trong bảng 2.

Bảng 2. Các giá trị thông số của mô hình tính cho lưu vực Mù Cang Chải

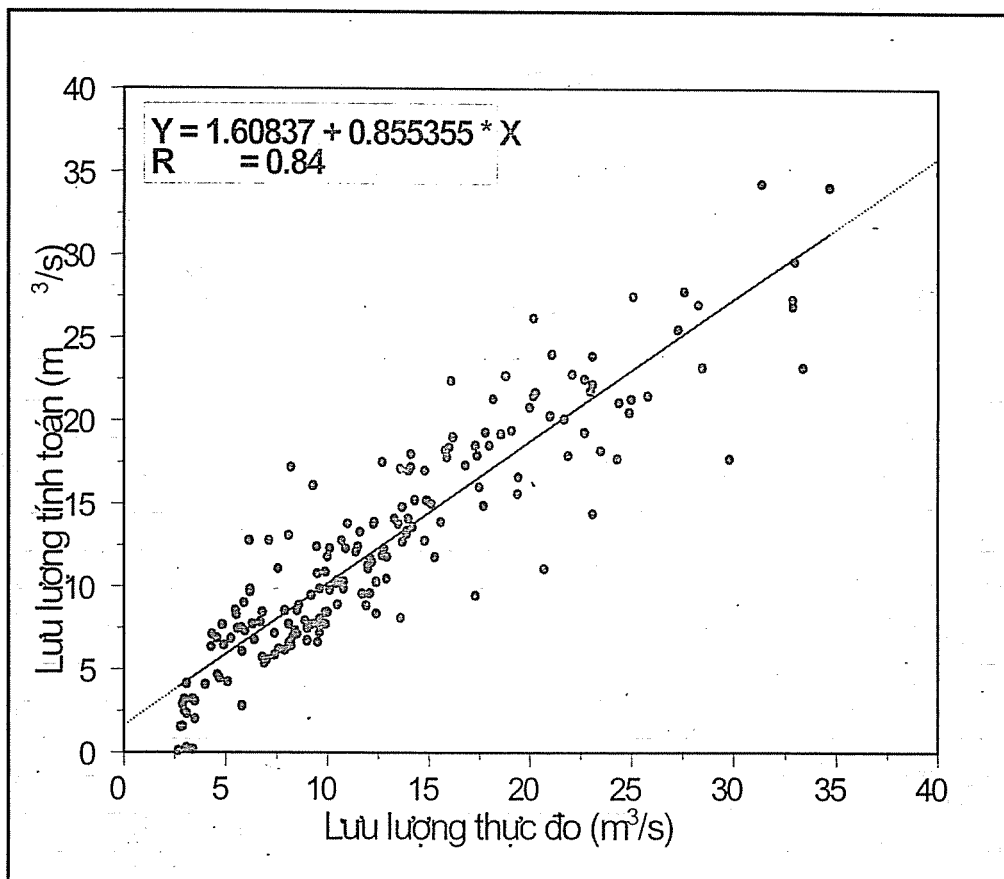
| Thông số | Nhóm thông số (ứng với trạng thái rừng 1983) | | |
|----------|---|--------------------------|----------------------|
| | Quá trình dòng chảy mặt | Quá trình dòng chảy ngầm | Diễn toán trong kênh |
| CN2 | 61 | | |
| SOL_AWC | 0,13 | | |
| SOL_K | 10 | | |
| OV_N | 15,5 | | |
| CH_K (1) | 0,5 | | |
| CH_N (1) | 0,014 | | |
| SURLAG | 0,5 | | |
| ESCO | 0,5 | | |
| GWQMN | | 5 | |
| ALPHA_BF | | 0,5 | |
| GW_DELAY | | 31 | |
| CH_N (2) | | | 0,114 |
| CH_K (2) | | | 0,5 |

Kết quả tính toán tương quan giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán với hệ số tương quan theo chỉ tiêu của Nash - Sutcliff là $R^2 = 0,84$. Kết

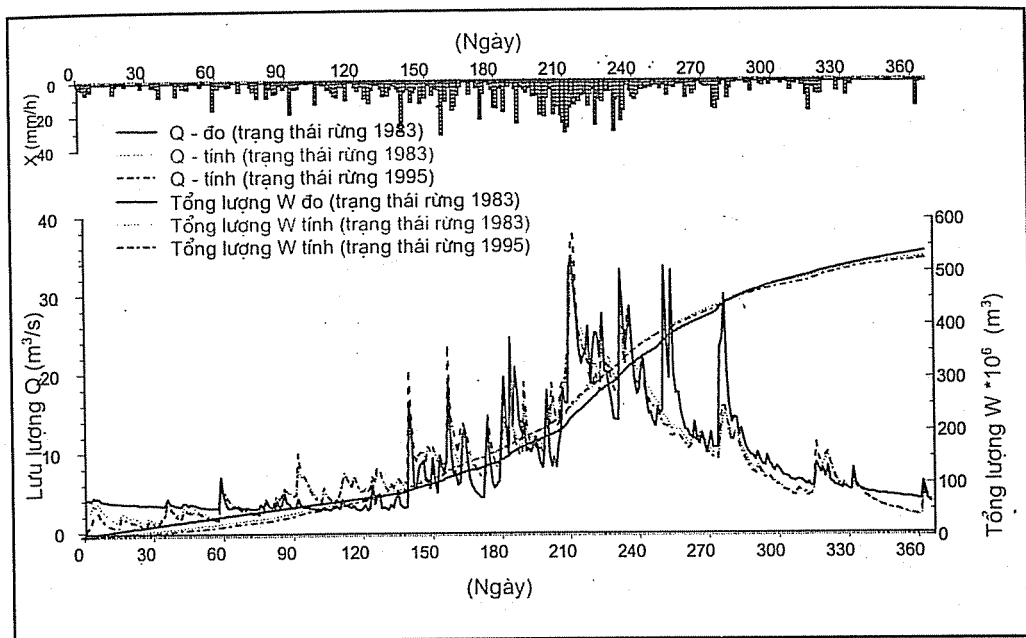
quả này là tương đối tốt nếu xét cho lưu vực Trạm Mù Cang Chải là một lưu vực nhỏ miền núi, địa hình biến đổi mạnh và số các trạm đo mưa không nhiều. Phương trình tương quan giữa lưu lượng tính toán và thực đo đến mặt cắt trạm thủy văn Mù Cang Chải là $Y = 1,61 + 0,86X$ (Hình 1). Đường quá trình lưu lượng tính toán và thực đo cũng như đường lũy tích dòng chảy tương ứng với hai thời kỳ (1981 - 1983 và 1984 - 1995) được trình bày trong hình 2.

3. Kết quả phân tích ảnh hưởng của lớp phủ rừng tới một số đặc trưng thủy văn

Đã sử dụng bộ thông số nói trên để tính toán ảnh hưởng của lớp phủ rừng tới ba đặc trưng dòng chảy chủ yếu: dòng chảy ngày lớn nhất trong năm (Q_{max}), dòng chảy ngày nhỏ nhất trong năm (Q_{min}), mô đun dòng chảy 3 tháng lớn nhất ($M_{3_{max}}$), mô đun dòng chảy 3 tháng nhỏ nhất ($M_{3_{min}}$), tổng lượng dòng chảy 3 tháng lớn nhất ($W_{3_{max}}$), tổng lượng dòng chảy 3 tháng nhỏ nhất ($W_{3_{min}}$), tổng lượng dòng chảy mùa lũ ($W_{lũ}$) và tổng lượng dòng chảy mùa kiệt ($W_{kiệt}$). Các kết quả tính toán được trình bày trong bảng 3.



Hình 1. Tương quan dòng chảy tính toán và thực đo tại lưu vực Trạm Mù Cang Chải



Hình 2. Quá trình lưu lượng tính toán và thực đo của lưu vực Mù Cang Chải, tại Trạm Mù Cang Chải ứng với trạng thái rừng năm 1983 và tương ứng với trạng thái rừng năm 1995 (giảm 20%).

Bảng 3. Kết quả tính toán ứng với các trạng thái rừng khác nhau (so với trạng thái rừng năm 1983).

Đơn vị %

| Đặc trưng thủy văn | Diện tích rừng giảm 25% (năm 1995) | Diện tích rừng ở thượng lưu tăng 20% | Diện tích rừng ở hạ lưu tăng 20% | Diện tích rừng ở bên phải lưu vực tăng 20% |
|--------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--|
| Q_{\max} | + 11,21 | - 15,80 | - 14,44 | - 14,71 |
| Q_{\min} | - 26,15 | + 20,83 | + 20,83 | + 20,83 |
| M_3_{\max} | + 1,33 | - 0,61 | - 0,35 | - 0,60 |
| M_3_{\min} | - 32,84 | + 0,39 | + 0,29 | + 0,29 |
| W_3_{\max} | + 1,53 | - 0,74 | - 0,53 | - 0,78 |
| W_3_{\min} | - 13,27 | + 2,49 | + 2,36 | + 2,36 |
| $W_{\text{lũ}}$ | + 0,51 | - 0,29 | - 0,38 | - 0,40 |
| $W_{\text{kiệt}}$ | - 3,15 | + 0,61 | + 0,61 | + 0,61 |

4. Kết luận

Với một số kết quả tính toán bước đầu trong đánh giá ảnh hưởng của lớp phủ rừng tới một số đặc trưng thủy văn chủ yếu trong một lưu vực nhỏ thuộc

vùng nhiệt đới ẩm (ở đây là lưu vực Trạm Mù Cang Chải) qua việc sử dụng mô hình SWAT, có thể nêu lên một số kết luận sau đây:

- Rừng có tác dụng điều tiết dòng chảy, cụ thể là đã làm giảm lượng dòng chảy lũ và làm tăng lượng dòng chảy kiệt.
- Mức độ điều tiết dòng chảy của rừng thể hiện khá rõ đối với dòng chảy kiệt trong khi mức độ điều tiết này không thể hiện rõ lắm đối với dòng chảy lũ.
- Với lưu vực nhỏ (như lưu vực Trạm Mù Cang Chải, với cỡ diện tích vài trăm ki lô mét vuông), thời đoạn ngày thể hiện mức độ điều tiết tương đối rõ.
- Việc thay đổi diện tích rừng ở khu vực thượng lưu có ảnh hưởng rõ rệt hơn tới dòng chảy so với thay đổi diện tích rừng ở khu vực hạ lưu.

Tuy nhiên, đây chỉ mới là những kết quả nghiên cứu bước đầu nên không thể tránh khỏi những thiếu sót. Bởi vậy, những nghiên cứu này còn cần được tiếp tục hoàn thiện hơn trước khi khái quát chúng thành quy luật chung của vùng.

Tài liệu tham khảo

1. Ian Calder, Vu Van Tuan. Forest Hydrology in the Humid Tropical Region. Draft Report for International Institute for Environment and Development, London, 2003.
2. Richard Lee. Forest Hydrology. Columbia University Press, New York, 1980.
3. Geoffrey Petts (edited). Man's Influence on Freshwater Ecosystems and Water Use. IAHS Publication No 230, Proceedings of the International Symposium held at Boulder, Colorado, USA, 1995.
4. M.Di Luzio, R. Srinivasan, J. Arnold. Arc View Interface for SWAT2000 - User's Guide. Texas, July - 2001.
5. Neitsch S.L. et al. Util Interface for SWAT 2000. Texas, 2001.
6. S.L. Neitsch, J.G. Arnold, J.R. Kiniry, J.R. Williams. Soil and Water Assessment Tools - User's Manual. Version 2000. Texas, 2001
7. S.L. Neitsch, J.G. Arnold, J.R. Kiniry, J.R. Williams. Soil and Water Assessment Tools - Theoretical Documentation. Version 2000. Texas, 2001.
8. Kleeberg, H.B. Einfluss der Landnutzung auf Hochwasserabfluss und Schwebstofftransport. Mitteilungen in der Institut fuer Wasserwesen im Neubiberg. 1990.