

# Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán thông số phân bố đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến bồi lắng hồ chứa nước Đại Lải

TS. PHẠM THỊ HƯƠNG LAN

Bộ môn Chính trị sông và Bờ biển - Trường ĐHTL

**Tóm tắt:** Một trong những nguyên nhân gây nên bồi lắng hồ chứa là do tác động của con người đến thảm phủ trên bề mặt lưu vực. Vì vậy, việc đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến bồi lắng hồ chứa là cần thiết để từ đó đề xuất được các biện pháp giảm thiểu bồi lắng lòng hồ. Báo cáo này giới thiệu một công cụ mạnh hiện nay, đó là nghiên cứu ứng dụng mô hình toán thông số phân bố SWAT để đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến bồi lắng hồ chứa nước, ứng dụng tính toán cho lưu vực hồ chứa nước Đại Lải.

## 1. Mở đầu

Lâu nay chúng ta chỉ quan tâm đến việc tính toán bồi lắng hồ chứa mà chưa có nhiều nghiên cứu cụ thể về việc đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố khác như việc sử dụng đất đến bồi lắng, do đó các biện pháp giảm thiểu bồi lắng mới chỉ đưa ra ở mức độ chung chung, chưa cụ thể. Các nghiên cứu trước đây cũng chỉ nghiên cứu đánh giá hiện trạng xói mòn bề mặt lưu vực, chưa tính toán tổng lượng bùn cát vận chuyển đến hồ chứa. Do đó, việc nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến bồi lắng hồ chứa là cần thiết.

Hồ chứa nước Đại Lải nằm ven chân núi Tam Đảo thuộc địa phận huyện Mê Linh tỉnh Vĩnh Phúc (trước kia là tỉnh Vĩnh Phú) được xây dựng trong những năm 1960 - 1970 với nhiệm vụ chính là cấp nước tưới cho 2700 - 3000 ha đất canh tác của huyện Tam Đảo, Mê Linh (Vĩnh Phúc) và Sóc Sơn (Hà Nội). Lưu vực hồ Đại Lải nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa có các hình thái diễn biến thời tiết diễn biến phức tạp, mưa với cường độ lớn nên dẫn đến hiện tượng xói mòn bề mặt lưu vực tương đối lớn. Mặt khác các hoạt động khai thác lưu vực vì mục đích kinh tế càng làm gia tăng hiện tượng xói mòn bề mặt lưu vực. Lượng bùn cát bị xói mòn làm gia tăng lượng dòng chảy bùn cát đến hồ, do đó làm tăng lượng bùn cát bồi lắng trong hồ. Với lý do đó, bài báo đi sâu giới thiệu việc ứng dụng mô hình toán thông số phân bố SWAT dự tính lượng dòng chảy bùn cát đến hồ chứa, từ đó phân tích các nguyên nhân ảnh hưởng đến việc gia tăng

lượng dòng chảy bùn cát đến hồ, đề ra các biện pháp làm giảm thiểu lượng bùn cát đến hồ.

## 2. Ứng dụng mô hình toán thông số phân bố SWAT tính toán lượng dòng chảy bùn cát đến hồ chứa nước Đại Lải

### *Giới thiệu chung về mô hình SWAT*

Mô hình “Công cụ đánh giá đất và nước” SWAT (Soil and Water Assessment Tools) là một mô hình vật lý được xây dựng từ những năm 90’s do tiến sỹ Dr. Jeff Arnold thuộc trung tâm nghiên cứu đất nông nghiệp USDA- Agricultural Research Service (ARS) xây dựng nên. Mô hình này được xây dựng để mô phỏng ảnh hưởng của việc quản lý sử dụng đất đến nguồn nước, bùn cát và hàm lượng chất hữu cơ trong đất trên hệ thống lưu vực sông trong một khoảng thời gian nào đó. Tiền thân của mô hình SWAT là mô hình SWRRB ((Simulator for Water Resources in Rural Basins) (Williams et al., 1985; Arnold et al., 1990)) và mô hình ROTO ((Routing Outputs to Outlet) (Arnold et al., 1995)). Mô hình chia lưu vực ra làm các vùng hay các lưu vực nhỏ. Phương pháp sử dụng các lưu vực nhỏ trong mô hình khi mô phỏng dòng chảy là rất tiện lợi khi mà các lưu vực này có đủ số liệu về sử dụng đất cũng như đặc tính của đất...

Xét về toàn lưu vực thì mô hình SWAT là một mô hình phân bố. Mô hình này chia dòng chảy thành 3 pha: pha mặt đất, pha dưới mặt đất (sát mặt, ngầm) và pha trong sông. Việc mô tả các quá trình thủy văn được chia làm hai phần chính: Phần thứ nhất là pha lưu vực với chu trình thủy văn

kiểm soát khối lượng nước, bùn cát, chất hữu cơ và được chuyển tải tới các kênh chính của mỗi lưu vực. Phần thứ hai là diễn toán dòng chảy, bùn cát, hàm lượng các chất hữu cơ tới hệ thống kênh và tới mặt cắt cửa ra của lưu vực.

- Pha mặt đất diễn tả các thành phần dòng chảy mặt, phần xói mòn.

- Pha sát mặt diễn tả các thành phần dòng chảy sát mặt, dòng chảy ngầm.

- Pha trong sông diễn tả diễn toán lượng dòng chảy tới mặt cắt cửa ra của lưu vực.

### ***Ứng dụng mô hình toán thông số phân bố SWAT tính toán lượng dòng chảy bùn cát đến hồ chứa nước Đại Lải***

Số liệu đầu vào của mô hình SWAT bao gồm số liệu không gian (các bản đồ) và các số liệu thuộc tính.

+ Các số liệu không gian

Các bản đồ được dùng để tính toán bao gồm:

- Bản đồ địa hình lưu vực hồ Đại Lải được thể hiện dưới dạng mô hình số độ cao (DEM).

- Bản đồ mạng lưới sông suối lưu vực hồ Đại Lải được mô phỏng trực tiếp từ nền bản đồ mô hình số độ cao DEM.

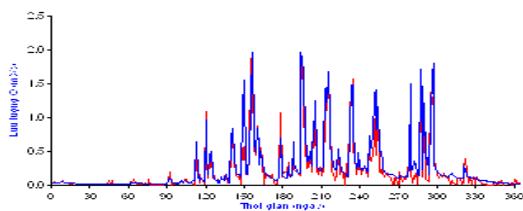
- Bản đồ đất lưu vực hồ Đại Lải: Trên lưu vực chủ yếu là đất Feralit.

- Bản đồ thảm phủ thực vật ứng với hiện trạng rừng và sử dụng đất của năm 1983 và năm 1993 trong lưu vực hồ Đại Lải.

*So sánh tương quan giữa dòng chảy tính toán và thực đo tại lưu vực sông Thanh Lộc trong trường hợp thử nghiệm mô hình SWAT*



— Lưu lượng tính toán ứng với trường hợp chạy thử nghiệm mô hình  
— Lưu lượng thực đo ứng với trường hợp chạy thử nghiệm mô hình



Các số liệu không gian được xử lý bằng mô hình số hoá độ cao (DEM). Bản đồ địa hình được đưa vào mô hình dưới dạng Grid là DEM còn bản đồ sử dụng đất và loại đất được đưa vào mô hình dưới dạng Grid hoặc Shape.

+ Các số liệu thuộc tính bao gồm:

- Vị trí địa lý các trạm thuỷ văn trong và ngoài lưu vực hồ Đại Lải được dùng để tính toán trong mô hình SWAT.

- Số liệu khí tượng cần thiết để chạy mô hình SWAT, bao gồm nhiệt độ không khí trung bình (tối cao, tối thấp), tốc độ gió, bức xạ mặt trời, độ ẩm tương đối, tuyết đối của không khí.

Số liệu khí tượng trung bình ngày của trạm Tam Đảo được dùng trong tính toán cho lưu vực hồ Đại Lải.

- Số liệu mưa trung bình ngày, lưu lượng bình quân ngày.

Do mô hình chạy cho số liệu ngày, số liệu mưa ngày của các trạm đo trên lưu vực không đầy đủ, thời gian quan trắc không liên tục và không tương đồng với dòng chảy bình quân ngày. Vì vậy chuỗi số liệu mưa bình quân ngày tại trạm Ngọc Thanh và trạm Đại Lải sẽ được dùng trong tính toán cho mô hình SWAT.

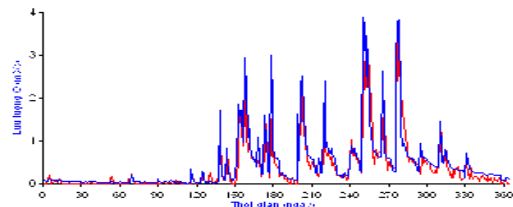
Số liệu dòng chảy bình quân ngày tại trạm Ngọc Thanh sẽ dùng so sánh kết quả tính toán kiểm nghiệm của mô hình.

### ***+ Kết quả tính toán thử nghiệm và kiểm định mô hình SWAT***

*So sánh tương quan giữa dòng chảy tính toán và thực đo tại lưu vực sông Thanh Lộc trong trường hợp thử nghiệm mô hình SWAT*



— Lưu lượng tính toán ứng với trường hợp kiểm nghiệm mô hình  
— Lưu lượng thực đo ứng với trường hợp kiểm nghiệm mô hình



Sau khi đã hiệu chỉnh các thông số của mô hình thu được kết quả là giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán trên lưu vực sông Thanh Lộc (dùng để chạy thử nghiệm mô hình) cho hệ số tương quan theo chỉ tiêu Nash là  $R^2 = 0.79$ . Mô hình cho kết quả tương đối tốt. Phương trình tương quan giữa lưu lượng tính toán và lưu lượng thực đo của lưu vực sông Thanh Lộc là  $Y = 0.80X + 0.01$ . Kết quả chạy kiểm nghiệm mô hình cho hệ số tương quan giữa lưu lượng tính toán và lưu lượng thực đo theo chỉ tiêu Nash là  $R^2 = 0.85$  và phương trình tương quan là  $Y = 0.74X + 0.03$ . Đây là kết quả chấp nhận được, quan hệ này khá chặt chẽ cho thấy bộ thông số đã xác định được trong phân chạy thử nghiệm mô hình là đáng tin cậy.

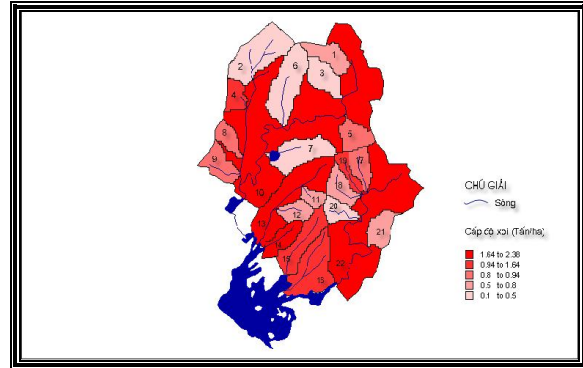
### 3. Đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến bồi lắng hồ chứa

Thống kê từ bản đồ hiện trạng rừng của lưu vực hồ Đại Lải trong hai năm 1983 và 1993 ta thấy so với năm 1983 thì diện tích rừng của năm 1993 có sự thay đổi mạnh về diện tích cũng như về loại rừng. Tỷ lệ đất trống đã giảm đáng kể, thay vào đó là các loại rừng tự nhiên và nhân tạo, thảm phủ thực vật được cải thiện, điều đó có tác dụng tích cực tới tài nguyên thiên nhiên cũng như giảm khả năng xói mòn bề mặt lưu vực. Tuy nhiên tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp xen lẫn khu dân cư vẫn chiếm tỷ lệ lớn, đây là khu vực có khả năng xói mòn bề mặt cao vì thảm phủ chịu tác động tiêu cực của con người một cách liên tục do canh tác, xây dựng,...

Lưu vực hồ Đại Lải là một lưu vực có diện tích nhỏ, trên lưu vực đất xám Feralit là chủ yếu. Đây là loại đất có độ chua lớn, tỷ lệ mùn cao vì vậy độ xói mòn của đất là tương đối lớn.

Lượng xói mòn trên bề mặt lưu vực cụ thể trên từng lưu vực con được tính toán dựa vào mô hình SWAT, kết quả tính toán như hình vẽ sau:

Bản đồ hiện trạng xói mòn lưu vực hồ chứa nước Đại Lải ứng với hiện trạng rừng năm 1993



Kết quả tính toán từ mô hình cho thấy mức độ xói mòn lưu vực ứng với hiện trạng rừng năm 1993 so với năm 1983 thì lớn hơn do sự biến đổi thảm phủ trên lưu vực, diện tích đất trống trên lưu vực của năm 1993 tăng nhiều so với năm 1983 (năm 1983 là  $3.8 \text{ km}^2$  tương ứng  $6.27\%$ , còn năm 1993 là  $22.88 \text{ km}^2$  tương ứng  $37.75\%$ ). Theo thống kê hiện trạng rừng năm 1993 so với hiện trạng rừng năm 1983 tuy có tăng lên về loại rừng song diện tích còn nhỏ, diện tích đất trống lớn. Kết quả tính toán cho thấy ứng với hiện trạng rừng năm 1983 thì lượng bùn cát lơ lửng đến hồ là:  $G_0 = 6369$  (tấn/năm), trong khi đó ứng với hiện trạng rừng năm 1993 thì lượng bùn cát lơ lửng đến hồ là  $9235$  (tấn/năm), như vậy, khi diện tích rừng trên lưu vực bị giảm thì lượng bùn cát gia nhập vào hồ sẽ tăng, đặc biệt trong mùa lũ. Trong mùa kiệt, nhìn chung thì khi diện tích rừng giảm thì dòng chảy có xu hướng tăng lên, mức độ xói mòn bề mặt cũng gia tăng và mức tăng này nổi trội trong mùa lũ còn trong mùa cạn thì lại có xu hướng giảm rõ hơn.

Hiện tượng xói mòn lưu vực gây ảnh hưởng rất lớn đến lượng bùn cát đến hồ chứa. Để phòng tránh và giảm mức độ xói mòn lưu vực cũng như giảm lượng bùn cát đến hồ chứa, cụ thể đối với lưu vực hồ chứa nước Đại Lải, có thể áp dụng các biện pháp sau:

- Tăng độ che phủ của rừng bằng các biện pháp như: trồng cây gây rừng ở thượng và hạ

lưu, tăng cường các biện pháp bảo vệ rừng, giảm thiểu hiện tượng chặt phá rừng làm nương rẫy, khai thác rừng có quy hoạch. Đặc biệt là ở những nơi có mức độ xói mòn cao.

- Giảm độ dốc của lưu vực: Thực hiện sản xuất nông nghiệp theo hình thức ruộng bậc thang, trồng rừng theo những lô bậc thang, tạo thành những vành đai xen kẽ.

- Đào các rãnh song song theo các đường đồng mức có tác dụng làm giảm vận tốc dòng chảy, ngưng tụ bùn cát.

- Giảm thiểu sử dụng chất hoá học và thuốc trừ sâu trong sản xuất nhằm giảm mức độ ô nhiễm nước và các chất độc hại trong nước...

#### 4. Kết luận

Qua phân tích các mô hình toán ở trên nhận thấy việc ứng dụng mô hình toán thông số phân bố để tính toán lượng dòng chảy bùn cát đến hồ và đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến bồi lắng hồ chứa là cần thiết. Qua đó nên áp dụng các biện pháp bảo vệ, phòng chống và giảm thiểu mức độ xói mòn cũng như lượng bùn cát đến hồ đã nêu ở trên. Đồng thời nâng cao trình độ dân trí và thực hiện các biện pháp xoá đói giảm nghèo trong vùng, nâng cao nhận thức người dân giúp cho việc bảo vệ đất, bảo vệ rừng và môi trường được tốt hơn nhằm giảm thiểu lượng bùn cát bồi lắng trong hồ, nâng cao tuổi thọ của hồ.

#### Tài liệu tham khảo

5. **Vũ Văn Tuấn.** Đánh giá bước đầu ảnh hưởng của hồ chứa Hoà Bình đến môi trường. Tạp chí "Hoạt động Khoa học Công nghệ và Môi trường". Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường. 9-1998

6. **Phạm Thị Hương Lan.** Sử dụng mô hình toán thông số phân bố trong bài toán quy hoạch quản lý lưu vực. Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường 11/2004

7. **Nguyễn Sỹ Định,** Đồ án tốt nghiệp năm 2005, giáo viên hướng dẫn Phạm Thị Hương Lan.

8. **Hà Văn Khôi,** Mô hình tính toán chuyển tải bùn cát và bồi xói đối với hệ thống sông hoặc kênh, Tạp chí Cơ học, năm 2001.

#### Abstract

#### **APPLIED HYDROLOGY MATHEMATICAL MODEL TO ASSESS IMPACT ON LAND USE TO SEDIMENTATION OF DAILAI RESERVOIRS**

*One reason of sedimentation in reservoirs is the impact of human to land use in watershed. Therefore, the impacting of land use on sedimentation in reservoir is necessary. This paper presents the Application of the SWAT Model on land use Impact Assessment on DaiLai Reservoir.*

---

Người phản biện: PGS. TS. Đỗ Tất Túc