

ỨNG DỤNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS) XÂY DỰNG BẢN ĐỒ HỆ SỐ LS TRONG NGHIÊN CỨU XÓI MÒN ĐẤT HUYỆN TAM NÔNG (TỈNH PHÚ THỌ)

Application of Geographic Information System for mapping LS factor in soil erosion research in Tam Nong District, Phu Tho Province

Trần Quốc Vinh^{1*}, Hoàng Tuấn Minh²

¹Khoa Tài nguyên và Môi trường, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

²Trung tâm Điều tra đánh giá tài nguyên đất, Tổng cục Quản lý đất đai

*Địa chỉ email tác giả liên hệ: tqvinh@hua.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện ở huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ năm 2009. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS để mô hình hóa, tính toán xói mòn đất theo phương trình mất đất phổ dụng (USLE) của Wischmeier và Smith là phương pháp hiện đại, nó có khả năng giải quyết những vấn đề ở tầm vĩ mô trong thời gian ngắn. Xác định hệ số độ dốc (S) và chiều dài sườn dốc (L) là nhân tố quan trọng trong việc mô hình hóa xói mòn đất bằng phương trình USLE. Kết quả xác định LS cho thấy, phần lớn diện tích của huyện Tam Nông (86,15%) có hệ số LS từ 0 - 0,2. Phần diện tích có hệ số LS lớn hơn 1,5 chỉ chiếm 0,52%. Như vậy có thể thấy rằng, yếu tố độ dốc và chiều dài sườn dốc có ảnh hưởng không lớn đến lượng đất mất do xói mòn của huyện.

Từ khóa: Hệ số LS, hệ thống thông tin địa lý, mô hình số độ cao, phương trình mất đất phổ dụng, xói mòn đất.

SUMMARY

The research has been conducted in Tam Nong district, Phu Tho province in 2009. Application of remote sensing and GIS technology were used as modern method for modeling, estimating soil erosion loss with Universal Soil Loss Equation (USLE) proposed by Wischmeier and Smith. This method helps to solve problems on the macro level in the short time. Determination of both slope (S) and slope length factors (L) is important in modeling soil erosion with USLE equation. The results showed that 86.15% area of Tam Nong district has LS factor vary from 0 to 0.2, while only 0.52% of the area has LS factor higher than 1.5. Therefore, the slope gradient and slope length only slightly affected to soil erosion loss in the study area.

Key words: Digital elevation model, geographic Information system, LS factor, soil erosion, universal soil loss equation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xói mòn đất từ lâu được coi là nguyên nhân gây thoái hoá tài nguyên đất nghiêm trọng ở vùng đồi núi (Nguyễn Tử Siêm, Thái Phiên; 1999). Vấn đề xói mòn đất đã được đề cập đến trong các công trình nghiên cứu của nhiều tác giả trong và ngoài nước (Nguyễn

Trọng Hà, 1996; Nguyễn Quang Mỹ, 2005; Hudson, 1981; Zakharov, 1981...).

Để giảm thiểu xói mòn đất ở khu vực miền núi, hai vấn đề cần được nghiên cứu song song là: thực trạng quá trình xói mòn đất, nguyên nhân, các yếu tố ảnh hưởng đến nó và những giải pháp ngăn chặn xói mòn đất (Nguyễn Quang Mỹ, 2005). Có nhiều

phương pháp khác nhau, cách tiếp cận khác nhau để nghiên cứu vấn đề xói mòn đất, trong đó phương pháp sử dụng công nghệ viễn thám và GIS để mô hình hóa, tính toán xói mòn đất theo phương trình mất đất phổ dụng của Wischmeier và Smith là phương pháp hiện đại có khả năng giải quyết những vấn đề ở tầm vĩ mô trong thời gian ngắn.

Xác định hệ số độ dốc (S) và chiều dài sườn dốc (L) là hai nhân tố quan trọng không thể thiếu trong việc mô hình hóa xói mòn đất bằng phương trình mất đất phổ dụng (USLE). Xác định các hệ số L, S cho huyện Tam Nông có thể coi như các hệ số đại diện cho vùng trung du, nơi chuyển tiếp giữa đồng bằng và miền núi.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được tiến hành trên các loại đất ở 20 xã thuộc huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ với các phương pháp nghiên cứu được ứng dụng là:

1. Phương pháp điều tra, thu thập dữ liệu về điều kiện tự nhiên, bản đồ địa hình và các báo cáo số liệu liên quan đến phân cấp độ dốc và phân cấp địa hình của huyện Tam Nông.

2. Phương pháp số hoá, biên tập dữ liệu bản đồ địa hình bằng phần mềm Micro Station 8.0.

3. Phương pháp mô hình hóa: Sử dụng phương trình tính hệ số LS theo công thức của Helena Mitsova và cs. (1996):

$$LS(r) = (m+1) [A(r)/a_0]^m [\sin b(r)/b_0]^n \quad (1)$$

Trong đó: A(r) là phần diện tích làm tăng thêm độ dốc trên một đơn vị chiều rộng của đường bình độ; b là độ dốc (độ); m, n là các thông số và $a_0 = 22,1 \text{ m} = 72,6 \text{ ft}$ là chiều dài sườn; $b_0 = 0,09 = 9\% = 5,16^\circ$ là độ dốc bãi thử nghiệm trong phương trình USLE; giá trị $n=1,3$; $m=0,6$ là được lấy từ thực nghiệm.

Công thức (1) tính LS được tác giả thay đổi cho phù hợp tính toán trong GIS (2):

$$LS = (\text{FlowAccumulation} * \text{cellsize} / 22,13)^{0,6} * (\sin(\text{Slope}) * 0,01745) / 0,09^{1,3} * 1,6 \quad (2)$$

Trong đó:

- Dòng chảy tích lũy (flow accumulation) được tích dựa vào hướng của dòng chảy (flow direction). Xác định hướng của dòng từ cell nào chảy tới.

- Kích thước của pixel (cellsize), trong nghiên cứu sử dụng Cellsize = 20*20 m

- Độ dốc (slope) tính bằng độ.

4. Phương pháp xử lý dữ liệu bằng GIS

+ Phương pháp nội suy: Xây dựng mô hình số độ cao (DEM) từ bản đồ địa hình huyện Tam Nông bằng modul 3D-Analyst của phần mềm ArcGIS 9.3.

+ Phương pháp xây dựng bản đồ độ dốc bằng modul 3D - Analyst của phần mềm ArcGIS 9.3.

+ Phương pháp tính toán các hệ số L và hệ số S bằng modul Spatial - Analyst của phần mềm ArcGIS 9.3.

+ Phương pháp thống kê: Tổng hợp, thống kê số liệu từ kết quả điều tra và nghiên cứu bằng phần mềm Excel.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Khái quát vùng nghiên cứu

Huyện Tam Nông nằm ở phía Đông Nam của tỉnh Phú Thọ, có tọa độ địa lý từ $21^\circ 13'$ đến $21^\circ 24'$ độ vĩ Bắc, $105^\circ 09'$ đến $105^\circ 21'$ độ kinh Đông. Trung tâm của huyện là thị trấn Hưng Hóa cách thành phố Việt Trì 30 km đường bộ theo quốc lộ 32A, 32C, quốc lộ 2 (Hình 1).

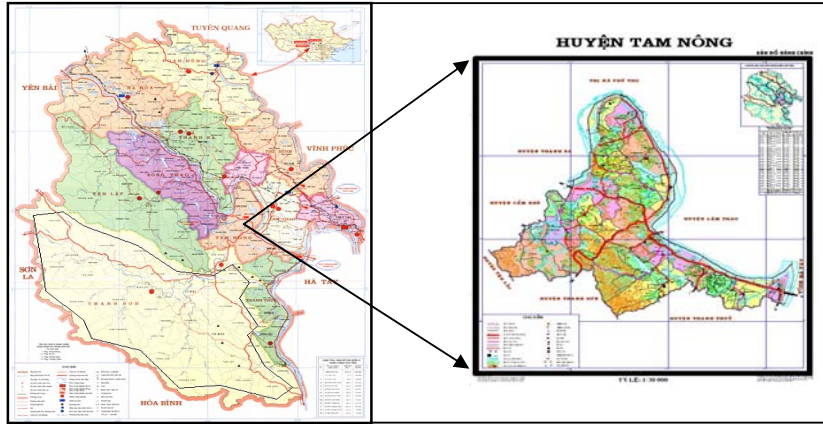
Địa giới hành chính của huyện:

- Phía Bắc giáp thị xã Phú Thọ với ranh giới tự nhiên là sông Hồng.

- Phía Nam giáp huyện Thanh Thủy và Thanh Sơn.

- Phía Đông giáp huyện Lâm Thao với ranh giới là sông Hồng.

- Phía Đông Nam giáp tỉnh Hà Tây với ranh giới tự nhiên là sông Đà.



Hình 1. Vị trí địa lý huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ

- Phía Tây giáp huyện Thanh Ba với ranh giới tự nhiên là sông Hồng, giáp huyện Cẩm Khê và huyện Yên Lập.

Huyện Tam Nông có 19 xã và 1 thị trấn với tổng diện tích tự nhiên là 15.596,92 ha.

Địa hình của huyện Tam Nông tương đối phức tạp, thể hiện những nét đặc trưng của một vùng bán sơn địa, có núi, đồi, đất ruộng, sông, ngòi, hồ, đầm... Dạng địa hình thể hiện chính của huyện Tam Nông là dốc, bậc thang, lòng chảo, hướng nghiêng dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Nhìn chung địa hình, địa mạo của huyện chia làm 2 dạng chính:

+ Địa hình đồng bằng phù sa: Đây là dải đất tương đối bằng phẳng được bồi đắp bởi sông Hồng, sông Đà, sông Bứa tập trung ở ven sông thuộc các xã Hương Nha, Vực Trường, Hiền Quan, Thanh Uyên, Tam Cường, Hương Nộn, Hưng Hoá, Đậu Dương, Thượng Nông, Hồng Đà, Quang Húc, Hùng Đô và Tứ Mỹ. Độ dốc thường dưới 3° , một phần là dải đất phù sa có địa hình lượn sóng, độ dốc từ $3 - 5^{\circ}$.

+ Địa hình đồi núi tập trung ở các xã: Dị Nậu, Thọ Văn, Phương Thịnh, Văn Lương, Xuân Quang, Cổ Tiết và Tế Lễ. Địa hình, địa mạo ở đây chủ yếu là đồi núi, độ dốc lớn từ $15 - 25^{\circ}$ và trên 25° .

3.2. Quá trình xây dựng bản đồ hệ số LS

3.2.1. Chuẩn hóa dữ liệu bản đồ

Để tính hệ số LS, trước tiên cần xây dựng

mô hình số độ cao (DEM), đây là dữ liệu nguồn phục vụ tính toán. Dữ liệu thu thập để xây dựng DEM trong khuôn khổ của nghiên cứu này có từ 3 nguồn là: mô hình DEM độ phân giải 90 m, hệ tọa độ Lat/Long-WGS84 theo chuẩn của SRTM cung cấp miễn phí trên internet; mô hình DEM độ phân giải 30 m, hệ tọa độ là Lat/Long-WGS84 theo chuẩn của ASTER và bản đồ địa hình số của huyện Tam Nông tỷ lệ 1/25.000, hệ tọa độ VN2000.

Theo tiêu chuẩn của Bộ Tài nguyên và Môi trường, tất cả dữ liệu bản đồ xây dựng đều thực hiện trên nền hệ tọa độ VN2000, kinh tuyến trục được xác định riêng cho từng tỉnh. Mặt khác, dữ liệu DEM ở hai khuôn dạng trên đều khó đáp ứng yêu cầu của nghiên cứu do độ phân giải thấp và ở hệ tọa độ không thống nhất theo chuẩn VN2000, nên chỉ sử dụng để tham khảo. Nghiên cứu đã lựa chọn sử dụng tư liệu bản đồ số địa hình, hệ tọa độ VN2000 theo định dạng chuẩn của Bộ Tài nguyên và Môi trường (phần mềm MicroStation).

Dữ liệu sau khi sửa lỗi, làm trơn đường, gắn kết những đường bị lỗi chia cắt rời rạc được chuyển sang sang phần mềm ArcGIS 9.3 để gán thuộc tính độ cao cho từng đường bình độ trên bản đồ địa hình với khoảng cao đều là 20 m. Kết quả thu được là bản đồ số địa hình có thuộc tính độ cao của huyện Tam Nông tỷ lệ 1/25 000.

3.2.2. Xây dựng mô hình số độ cao huyện Tam Nông

Dữ liệu bản đồ địa hình có chứa thông tin thuộc tính về độ cao được chuyển sang dạng bề mặt lưới tam giác không đều (TIN) sau đó thực hiện phép chuyển đổi (convert) từ dạng TIN sang mô hình số độ cao DEM. Quá trình thực hiện được tiến hành trên modul 3D Analyst của phần mềm ArcGIS 9.3.

Bề mặt địa hình được nội suy để thành lập mô hình số độ cao có thể chứa thực sự trơn để chạy mô hình, vì trong quá trình nội suy các giá trị thấp quá hoặc cao quá sẽ tạo ra các hố hoặc đỉnh và sẽ gây biến dạng về dòng chảy bề mặt khi mô hình hóa. Do đó công việc trước tiên là cần đưa những giá trị thấp hoặc cao bất thường của bề mặt về gần giá trị thấp nhất hoặc cao nhất ngay gần nó. Công việc này được thực hiện qua modul Hydrology của ArcGIS 9.3.

Mô hình số độ cao huyện Tam Nông được thành lập với độ cao tuyệt đối cực đại Max = 315 m, độ cao tuyệt đối thấp Min = 0. Thống kê diện tích theo độ cao được thể hiện ở bảng 1. Mô hình số độ cao huyện Tam Nông được thể hiện ở hình 2.

3.2.3. Xây dựng bản đồ độ dốc huyện Tam Nông

Tiếp tục sử dụng chức năng 3D - Analyst để xây dựng bản đồ độ dốc của huyện Tam Nông. Từ bản đồ độ dốc sử dụng chức năng

Spatial - Anasyst phân lớp bản đồ theo các cấp độ dốc.

Kết quả phân cấp độ dốc được thể hiện dưới dạng độ để phục vụ tính hệ số LS bằng công thức của Helena Mitasova và cs. (1996). Kết quả thống kê diện tích theo các cấp độ dốc được thể hiện ở bảng 2. Bản đồ độ dốc huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ được thể hiện ở hình 3.

3.2.4. Xây dựng bản đồ hệ số LS

Hệ số L và S là hai hệ số riêng biệt, L là hệ số chiều dài sườn và S là hệ số độ dốc. Hai hệ số này đều đặc trưng cho ảnh hưởng của hình thái địa hình đến xói mòn đất và việc tính toán L, S trên GIS có nhiều điểm tương đồng, vì thế chúng thường được gộp chung và gọi là hệ số LS. Tuy công thức tính LS khá đơn giản nhưng việc áp dụng công thức này trong hệ thống GIS là tương đối phức tạp. Hệ số LS đặc trưng cho ảnh hưởng của yếu tố địa hình đến xói mòn đất, vì thế có thể được tính toán thông qua thông tin từ bản đồ địa hình. Quy trình thành lập bản đồ hệ số LS được thể hiện ở hình 4.

Vấn đề chính của việc tính toán hệ số LS bằng GIS là việc phân tách các sườn từ DEM để tính hướng dòng chảy và dòng chảy tích lũy. Hướng tiếp cận theo công thức của Helena Mitasova là sử dụng phương pháp tính toán trên cơ sở tác động của các vùng lân cận.

Bảng 1. Thống kê diện tích theo độ cao

Độ cao (m)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
0 - 25	6836,93	43,84
25 - 100	8102,19	51,95
100 - 200	506,61	3,25
200 - 315	151,19	0,96
Tổng	15.596,92	100,00

Bảng 2. Thống kê diện tích theo cấp độ dốc huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ

Độ cao (m)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
0 - 8	13.501,52	86,56
8 - 15	1.470,08	9,43
15 - 25	497,98	3,19
> 25	127,33	0,82
Tổng	15.596,92	100

Có nhiều thuật toán khác nhau để giải quyết vấn đề này. Phương pháp sử dụng thông thường nhất là các phép so sánh giá trị độ cao của các pixel với các pixel lân cận nhằm tìm ra hướng dòng chảy. Đầu tiên, cần xác định nước từ pixel trung tâm chảy xuống theo hướng nào. Với mỗi pixel của DEM đều trở thành các pixel trung tâm. Hướng dòng chảy là hướng từ pixel trung tâm đến pixel lân cận có giá trị độ cao thấp nhất. Để tính chiều dài sườn dốc, từng sườn được phân tách trên cơ sở các dòng chảy theo các hướng khác nhau và các sườn được phân tách theo tập hợp các pixel có cùng hướng. Chiều dài sườn được cộng dồn từ pixel đỉnh sườn đến

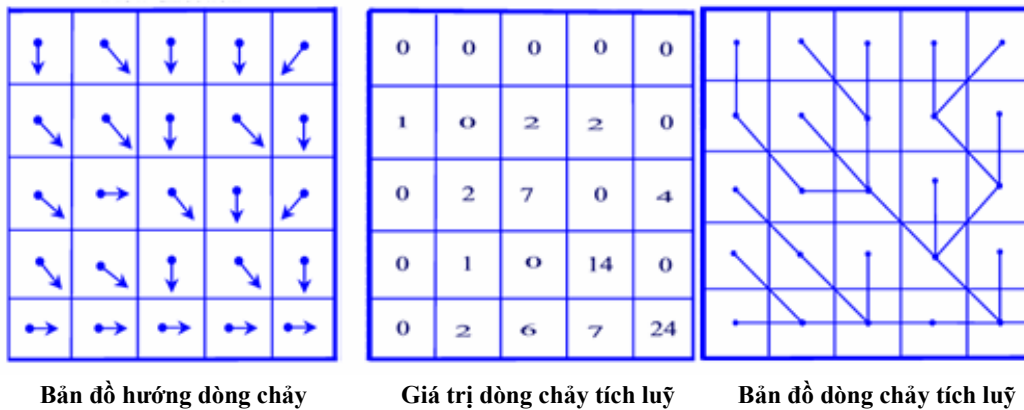
pixel chân sườn theo hướng đã xác định. Ví dụ: Pixel thứ nhất có giá trị độ cao là 80 sẽ chảy xuống pixel lân cận có giá trị độ cao thấp nhất là 53, vì vậy nó sẽ nhận giá trị hướng dòng chảy bằng 6. Hướng dòng chảy là hướng từ trên xuống (Hình 5).

Giá trị dòng chảy tích lũy của pixel này = 0 vì không có pixel nào chảy vào nó, nối các pixel có giá trị thấp đến pixel có giá trị cao kết quả ta xây dựng được bản đồ dòng chảy tích lũy (Hình 6).

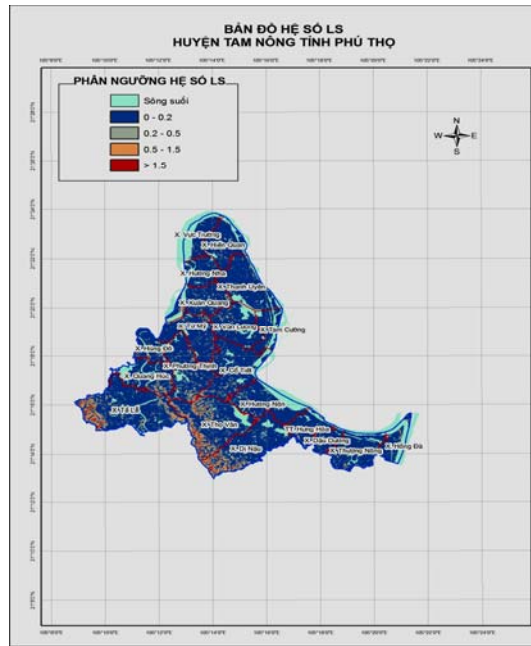
Áp dụng công thức tính toán (2) của Helena Mitasova và cs. (1996) bằng phần mềm ArcGIS 9.3, kết quả xây dựng được bản đồ hệ số LS (Hình 7).



Hình 5. Xây dựng bản đồ hướng dòng chảy (Flow direction) trong GIS



Hình 6. Xây dựng bản đồ dòng chảy tích lũy (Flow accumulation) trong GIS



Hình 7. Bản đồ hệ số LS huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ

Bảng 3. Thống kê diện tích theo LS

Hệ số LS	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
0 – 0,2	13.585,84	86,15
0,2 – 0,5	1.400,29	8,98
0,5 – 1,5	522,93	3,35
> 1,5	80,87	0,52
Tổng	15.596,92	100

4. KẾT LUẬN

- Nghiên cứu sử dụng công thức của Helena Mitasova và cộng sự (1996) để xây dựng bản đồ hệ số LS phục vụ tính toán xói mòn đất theo phương trình mất đất phổ dụng USLE. Trên cơ sở bản đồ mô hình số độ cao (DEM), xác định hướng dòng chảy và dòng chảy tích lũy với sự hỗ trợ công cụ GIS đã thành lập bản đồ hệ số LS của huyện Tam Nông.

- Kết quả xác định LS cho thấy, phần lớn diện tích của huyện Tam Nông (86,15%)

có hệ số LS từ 0 - 0,2. Phần diện tích có hệ số LS > 1,5 chỉ chiếm 0,52%. Như vậy có thể thấy rằng, yếu tố độ dốc và chiều dài sườn dốc có ảnh hưởng không lớn đến lượng đất mất do xói mòn của huyện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Trọng Hà (1996). Xác định các yếu tố gây xói mòn và khả năng dự báo xói mòn trên đất dốc. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.

- Nguyễn Quang Mỹ (2005). Xói mòn đất hiện đại và các biện pháp phòng chống. NXB. Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Nguyễn Tử Siêm - Thái phiên (1999). Đồi núi Việt Nam - Thoái hoá và phục hồi, NXB. Nông nghiệp, Hà Nội.
- Mitasova H, Louis R, and Iverson LR (1996). Modeling topographic potential for erosion and deposition using GIS, *International Journal of Geographical Information Systems*. 10(5): 629 - 641.
- Hudson N (1981). Bảo vệ đất và chống xói mòn (Đào Trọng Năng và Nguyễn Kim Dung dịch). NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- Wischmeier W.H. and Smith D.D (1978). Predicting rainfall erosion losses, USDA Agr.Res.Serv. Handbook 537.
- Zakharov P.X (1981). Xói mòn đất và các biện pháp phòng chống (Ngô Quốc Trân dịch). NXB. Nông nghiệp, Hà Nội.