

PHÂN LOẠI KHẢ NĂNG SỬ DỤNG CHO CÁC LOẠI HÌNH SỬ DỤNG ĐẤT CHÍNH TRÊN CƠ SỞ NGHIÊN CỨU XÓI MÒN TIỀM NĂNG LƯU VỰC SÔNG ÂM

ThS. Lê Kim Dung
Trường Đại Học Hồng Đức

Sông Âm là phụ lưu cấp 1 lớn nhất của hệ thống sông Chu, chảy hoàn toàn trên lãnh thổ tỉnh Thanh Hoá. Lưu vực sông có điều kiện tự nhiên khá đa dạng và phức tạp: độ dốc lớn, lượng mưa khá cao và tập trung theo mùa, lớp phủ thực vật thấp, là những nguyên nhân tự nhiên quan trọng nhất gây sức ép tới tài nguyên thiên nhiên và môi trường, đặc biệt là tài nguyên đất đang bị thoái hoá khá mạnh do bị xói mòn bởi những trận mưa, lũ lụt lớn diễn ra. Trong bài báo này, tác giả trình bày phương pháp phân cấp đầu nguồn dựa trên mô hình nghiên cứu xói mòn tiềm năng USLE của đồng tác giả Wischmeier và Schmith, hoàn thiện vào năm 1978. Sự kết hợp hai hướng phân tích theo lưu vực với phân tích đất đai (hiện trạng, quy hoạch sử dụng đất) phục vụ đề xuất khả năng đất đai cho các loại hình sử dụng đất chính, đồng thời đưa ra giải pháp sử dụng hợp lý tài nguyên đất nông - lâm nghiệp trên lưu vực sông Âm.

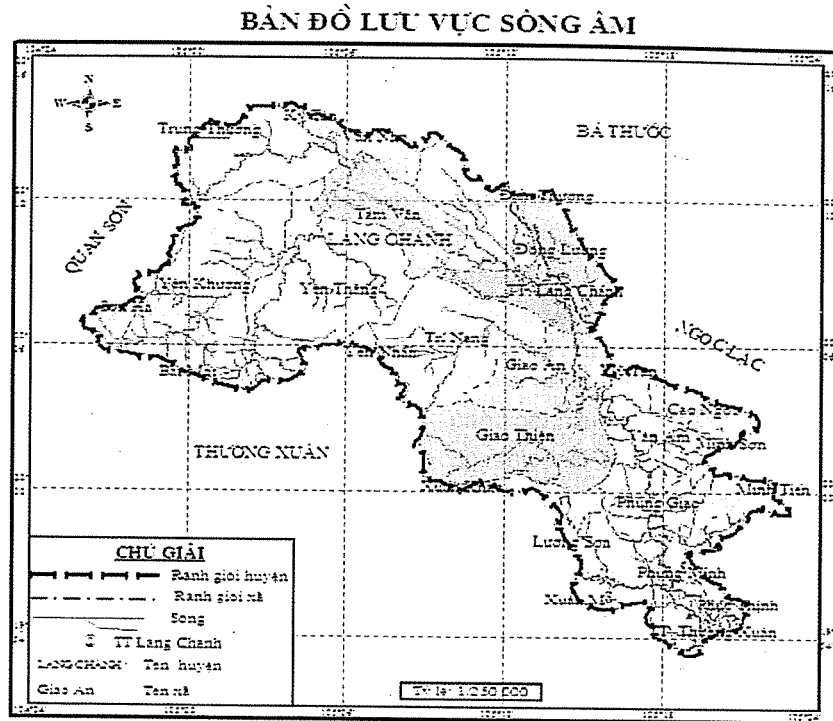
1. Đặt vấn đề

Xói mòn là quá trình tạo lập và duy trì thể cân bằng trong tự nhiên, là một trong các vấn đề môi trường chính ở vùng đồi núi Việt Nam cũng như trên thế giới. Nghiên cứu xói mòn đất có ý nghĩa đặc biệt đối với quản lý tổng hợp lưu vực. Việc bảo vệ đất khỏi xói mòn trở thành một bài toán thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học, đặc biệt công tác nghiên cứu định lượng các mô hình đất thông qua các mô hình tính toán, dự báo lượng đất mất đi do xói mòn. Khi xác định được lượng đất bị mất trên mỗi phụ lưu cho biết tiềm năng hay khả năng đất đai. Do đó, phân cấp xói mòn tiềm năng là cơ sở khoa học cho việc phân loại khả năng sử dụng đất đai, góp phần đề xuất các loại hình sử dụng đất chính trên lưu vực sông.

Sông Âm nằm ở phía tả ngạn sông Chu, bắt nguồn từ Bản Mường, biên giới Việt Lào (200 05' 30" B và 1050 57'40" Đ), đổ vào sông Chu tại Bản Suối (190 55' 20" N và 1050 22'10" Đ), cách Ngã ba Giàng 55,0 km. Sông Âm có diện tích lưu vực là

761 km², chiều dài sông là 83 km. Về mặt hành chính, lãnh thổ nghiên cứu bao gồm toàn bộ diện tích của huyện Lang Chánh (10 xã và 1 thị trấn), 2 xã thuộc huyện Thường Xuân và 5 xã thuộc huyện Ngọc Lặc. Do lưu vực sông Âm phân bố trên lãnh thổ có đặc điểm tự nhiên phân hoá đa dạng và phức tạp (30.84 % diện tích tự nhiên của lưu vực có độ dốc trên 25°), các tai biến thiên nhiên như mưa lớn, trượt lở đất thường xuyên diễn ra. Do đó, một trong những mối đe dọa nghiêm trọng về tài nguyên và môi trường trên lưu vực sông Âm là tài nguyên đất đang bị thoái hoá mạnh do xói mòn ngày một gia tăng, nó đã tác động không nhỏ đến sản xuất nông - lâm nghiệp.

Vì vậy, để giảm thiểu lượng đất mất do xói mòn nói riêng, sử dụng hợp lý tài nguyên đất nói chung trên lưu vực sông Âm, phân loại khả năng đất đai cho các loại hình sử dụng đất chính trên cơ sở phân cấp đầu nguồn dựa trên phân cấp xói mòn tiềm năng và phân tích hiện trạng sử dụng đất là hướng nghiên cứu đúng đắn và hết sức cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn sâu sắc.



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Âm

2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

a. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu phương pháp mô hình hoá quá trình xói mòn tiềm năng và tính toán các thông tin định lượng trên lưu vực sông Âm bằng công cụ phân tích không gian của GIS, cụ thể hơn là:

- + Lựa chọn mô hình đánh giá xói mòn
- + Xác định các chỉ số xói mòn đất tiềm năng lưu vực sông Âm (R, K, LS)
- + Xây dựng bản đồ phân cấp xói mòn tiềm năng lưu vực sông Âm làm cơ sở phân loại tiềm năng đất đai.

- Phân loại khả năng đất đai cho các loại hình sử dụng đất chính lưu vực sông Âm, đề xuất các giải pháp sử dụng hợp lý tài nguyên đất.

b. Phương pháp nghiên cứu

- Kết hợp hai hướng nghiên cứu phân tích lưu vực (phân cấp phòng hộ trên cơ sở phân cấp xói mòn tiềm năng) với phân tích hiện trạng sử dụng đất nhằm đề xuất các loại hình sử dụng đất chính trên lưu vực sông.

- Áp dụng công thức tính xói mòn tiềm năng của đồng tác giả Wischmeier và Schmith, hoàn thiện vào năm 1978.

- Sử dụng phương pháp viễn thám và GIS để tính toán các chỉ số xói mòn.

- Phân cấp tiềm năng xói mòn trên cơ sở sử dụng phương pháp chia tổ và lũy tích, được không chế bởi diện tích quy hoạch các loại hình sử dụng đất (trong đó đặc biệt chú ý đến quy hoạch 3 loại rừng và đất nông lâm kết hợp trên đất dốc).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

a. Một số khái niệm liên quan đến vấn đề nghiên cứu

* Phân cấp phòng hộ đầu nguồn:

Phân cấp phòng hộ đầu nguồn (PHĐN) là một phương pháp chia một đơn vị cảnh quan thành các cấp đầu nguồn khác nhau dựa trên cơ sở đặc trưng địa hình được chọn của cảnh quan này (Watershed classification - WSC). Phân cấp PHĐN tập trung nghiên cứu quá trình thay đổi nguồn nước và suy thoái đất cũng như các biện pháp ngăn chặn chúng

thông qua việc sử dụng chúng hợp lý [11] [14]. Phân cấp đầu nguồn cho phép xác định vị trí những vùng rủi ro có liên quan đến sự thay đổi dòng chảy và tình hình sử dụng đất. Việc nghiên cứu phân cấp phòng hộ đầu nguồn thực chất là nghiên cứu phân tích lưu vực các hệ thống sông (bao gồm cả phần thượng lưu và hạ lưu).

* Xói mòn đất:

"Xói mòn đất là một quá trình phá hủy lớp thổ nhưỡng (bao gồm cả phá hủy thành phần cơ, lý, hóa, chất dinh dưỡng v.v... của đất) dưới tác động của các nhân tố tự nhiên và nhân sinh, làm giảm độ phì nhiêu của đất, gây ra bạc màu, thoái hóa đất, trơ sỏi đá v.v..., ảnh hưởng trực tiếp đến sự sống và phát triển của thảm thực vật rừng, thảm cây trồng khác". [6]

* Khả năng đất đai: Theo Dent D., Young A. [13]: Khả năng (Capability) đất đai là tiềm năng (Potential) của đất đai cho các loại hình sử dụng hay hoạt động quản lý cụ thể. Nó không nhất thiết phải là loại hình sử dụng tốt nhất hay có lợi ích lớn nhất. Việc phân loại khả năng đất đai chủ yếu dựa vào các yếu tố tự nhiên thể hiện các hạn chế. Các hạn chế (limitations) là những đặc điểm đất đai gây trở ngại cho sử dụng đất. Các hạn chế bao gồm các hạn chế lâu

dài (permanent limitations), hạn chế tạm thời (temporary limitations)

* Phân loại khả năng sử dụng đất đai: là phân loại, xây dựng các chỉ tiêu cơ bản về đất đai cho loại hình sử dụng, làm cơ sở cho việc quy hoạch và sử dụng đất đai lưu vực nhằm đảm bảo bền vững về kinh tế, xã hội và môi trường. Theo Nguyễn Ngọc Nhị, các đặc điểm chính của đất đai được chú trọng phân tích khi phân loại khả năng sử dụng đất gồm có: Độ dốc địa hình ảnh hưởng lớn đến sử dụng đất đai và các biện pháp làm đất để không làm tăng nguy cơ xói mòn; độ dày tầng đất tối thiểu là độ dày tầng đất được giới hạn khi gặp các vật cản cho sự hoạt động của rễ như kết von, đá ong; nhóm đất theo đá mẹ biểu thị sự khác nhau về thành phần cơ giới và thành phần hóa học của đất như độ chua, độ phì của đất.

b. Mô hình đánh giá xói mòn tiềm năng ở Việt Nam và trên thế giới

- Ở Việt Nam hầu hết các đề tài nghiên cứu xói mòn đều sử dụng mô hình nghiên cứu về xói mòn đất của đồng tác giả Wischmeier và Schmith vào năm 1958 và hoàn thiện vào năm 1978. Phương trình mất đất phổ dụng có dạng:

$$A = R.K.L.S.C.P \text{ (tấn/ha/năm)} \quad (1)$$

Trong đó:

A	lượng đất mất trung bình hàng năm chuyển tới chân sườn ($\text{kg/m}^2.\text{năm}$)
R	hệ số xói mòn do mưa (thang đo độ xói mòn được lập trên cơ sở EI30) ($\text{KJ.mm/m}^2.\text{h.năm}$),
K	hệ số kháng xói của đất (được xác định bằng lượng đất mất đi cho một đơn vị xói mòn của mưa trong điều kiện chuẩn, nghĩa là chiều dài sườn là 22,4m, độ dốc 9%, trồng luống theo chiều từ trên xuống sườn dốc) (kg.h/KJ.mm),
L	Hệ số chiều dài sườn dốc, tỷ lệ đất mất đi của thửa đất so với lượng đất mất đi của thửa đất chuẩn (không thứ nguyên),
S	Hệ số độ dốc (tỷ lệ đất mất đi của thửa đất so với lượng mất đất của thửa đất chuẩn) (không thứ nguyên),
C	Hệ số cây trồng hoặc lớp phủ (không thứ nguyên) tỷ lệ lượng đất mất của thửa đất so với lượng đất mất đi của thửa đất chuẩn (bỏ hoá cách năm),
P	Hệ số canh tác bảo vệ đất (không thứ nguyên) tỷ lệ lượng đất mất đi của thửa đất so với lượng đất mất đi của thửa đất chuẩn (trồng luống theo chiều từ trên xuống sườn dốc),

Như vậy, để nghiên cứu xói mòn tiềm năng cần loại bỏ 2 chỉ số là hệ số thảm thực vật (C) và hệ số các biện pháp bảo vệ đất (P), đây là hai chỉ số không ổn định, nhiều biến động. Do đó, công thức tính xói mòn tiềm năng chỉ còn lại 4 hệ số tương đối ổn định, mang tính cơ lý, cụ thể có dạng sau:

$$A = R.K.L.S \text{ (tấn/ha/năm)} \quad (2)$$

c. Thành lập bản đồ xói mòn tiềm năng lưu vực sông Âm

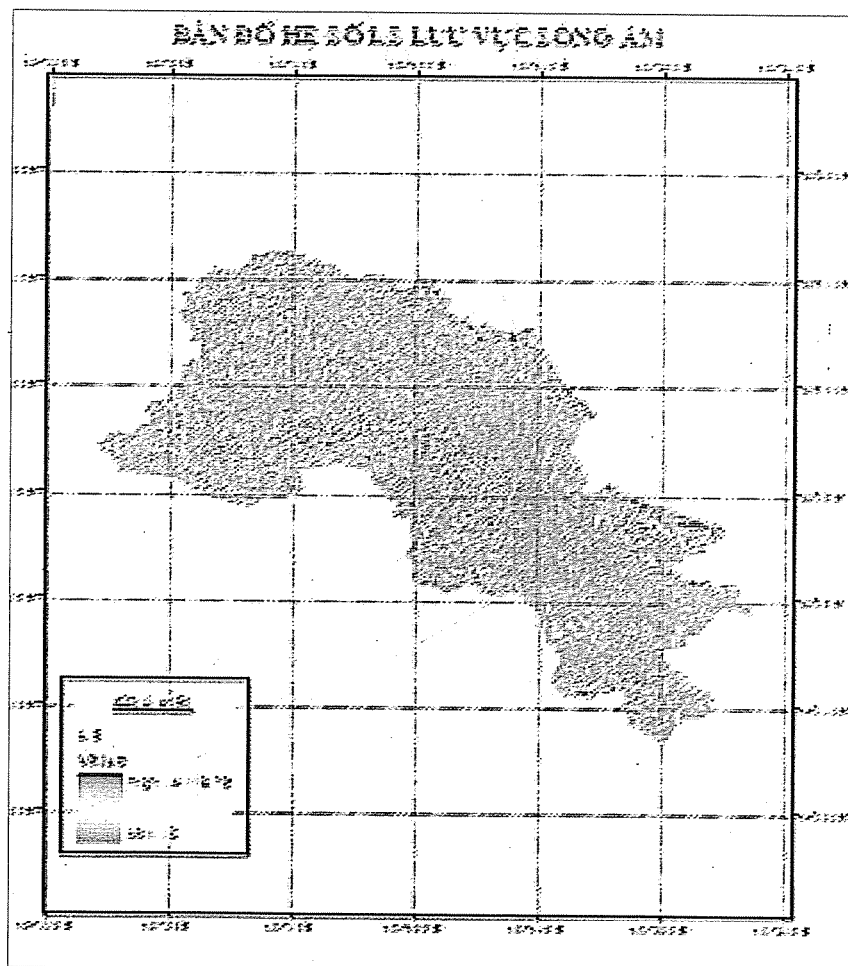
Phần dưới đây trình bày phương pháp và các bước xác định các hệ số có trong mô hình cho lưu vực sông Âm

*** Bản đồ hệ số LS**

Hệ số L và S thực ra 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 và việc tính toán chúng trên GIS có nhiều điểm tương đồng, vì thế chúng thường được gộp chung và gọi là hệ số LS.

Hệ số LS đặc trưng cho tác động của địa hình tới yếu tố xói mòn, vì thế có thể được tính toán thông qua thông tin từ bản đồ địa hình. Từ bản đồ địa hình được số hoá, sau đó được nội suy ra mô hình số độ cao (DEM, TIN), chức năng này được Arcgis hỗ trợ cũng như nhiều phần mềm khác từ mô hình số độ cao sau đó thực hiện việc chiết tách yếu tố độ dốc (S) và yếu tố chiều dài sườn (L). Sau đó tính toán và xây dựng bản đồ yếu tố LS thông qua các công tính trong môi trường Arcgis. Hiện giờ việc tính toán yếu tố LS đơn giản hơn nhiều so với trước, có phần mềm hỗ trợ tới mức nhập dữ liệu DEM cho ra luôn bản đồ LS.



Hình 2. Bản đồ hệ số LS lưu vực sông Âm

Bảng 1. Kết quả tính toán hệ số LS

TT	LS	Diện tích (ha)	%DTTN
1	0-5	36485.73	50.23
2	5-10	11273.94	15.52
3	10-20	11135.34	15.33
4	20-30	5067.18	6.97
5	30-40	2863.35	3.94
6	40-100	4935.15	6.79
7	100-500	865.26	1.19
8	>500	10.62	0.01
		72636.57	100

*** Bản đồ hệ số R**

- Xác định hệ số xói mòn do mưa trên lưu vực sông Âm (R)

Phương trình tính R mà bài viết sử dụng dựa theo lượng mưa trung bình năm của Nguyễn Trọng Hà công bố trong luận án PTS.1996 [4]. phương trình có dạng sau:

$$R = 0,548257 \cdot P - 59,9 \quad (3)$$

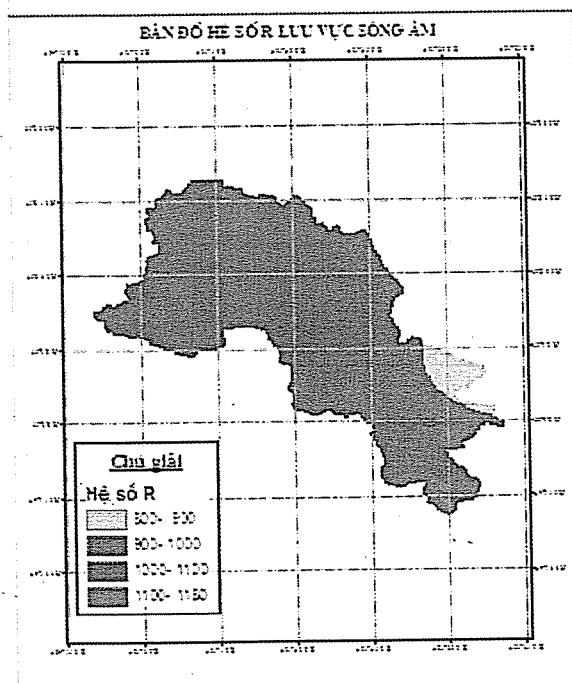
Trong đó: P là lượng mưa trung bình năm (mm)

R là hệ số xói mòn do mưa

- Kết quả nghiên cứu đã sử dụng số liệu lượng mưa trung bình năm của 7 trạm, điểm đo mưa trên lưu vực sông Âm và vùng có liên quan.

*** Bản đồ hệ số K**

Bài báo sử dụng kết quả tính chỉ số xói mòn đất K của một số loại đất vùng đồi núi Việt Nam được công bố trong luận án PTS của Nguyễn Trọng Hà [4]. (Tác giả đã sử dụng phương pháp thực nghiệm).



Hình 3. Bản đồ hệ số K lưu vực sông Âm

Bảng 2. Các loại đất và hệ số xói mòn của các loại đất trên lưu vực sông Âm

STT	Ký hiệu (VN)	Tên đất VN	Ký hiệu	Tên theo FAO- UNESCO	Hệ số K
I 1	P P	Đất phù sa Đất phù sa không được bồi hàng năm (Đất phù sa trung tính ít chua)	Fle	Eutric luvisols	0,14
I 6	GL D (GLc)	Đất gầy Đất dốc tụ (đất thung lũng) (Đất gầy chua)	GLd	Dystric Glaysols	0,15
III 7	X Fa (Xf)	Đất xám Đất vàng đỏ trên đá macma axit1 (Đất xám Feralit)	ACf	Ferralit Acrisols	0.21
8	Fq (Xf)	Đất vàng nhạt trên đá cát (Đất xám Feralit)	ACf	Ferralit Acrisols	0.25
9	Fp (Xf)	Đất nâu vàng trên phù sa cổ (Đất xám Feralit)	ACf	Ferralit Acrisols	0.20
10	Fs=(Fj) (Xf)	Đất đỏ vàng trên đá sét và biến chất (Đất xám Feralit)	ACf	Ferralit Acrisols	0.22
11	Fk (Fd)	Đất nâu đỏ trên đá macma bazơ và trung tính	FRr	Rhodic Ferrosols	0.23
IV 12	Ha (Fh)	Đất mùn đỏ vàng trên đá macma xít (Đất mùn vàng đỏ trên núi)	FRu	Humic Ferrasols	0.18

*** Bản đồ phân cấp xói mòn tiềm năng**

+ Phân cấp tiềm năng xói mòn trên cơ sở sử dụng phương pháp chia tổ và lũy tích từ dưới lên trên và được khống chế bởi diện tích hiện trạng, quy

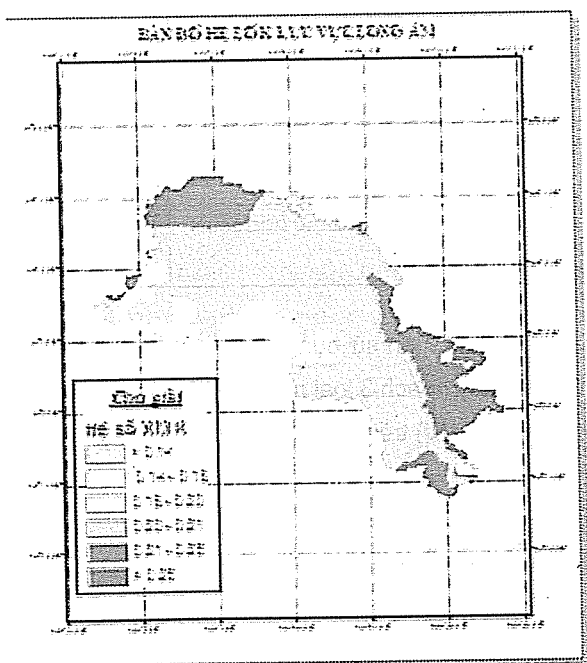
hoạch các loại hình sử dụng đất (trong đó đặc biệt chú ý đến quy hoạch 3 loại rừng và đất nông lâm kết hợp trên đất dốc) trên toàn lưu vực.

Bảng 3. Kết quả phân cấp xói mòn tiềm năng trên lưu vực sông Âm

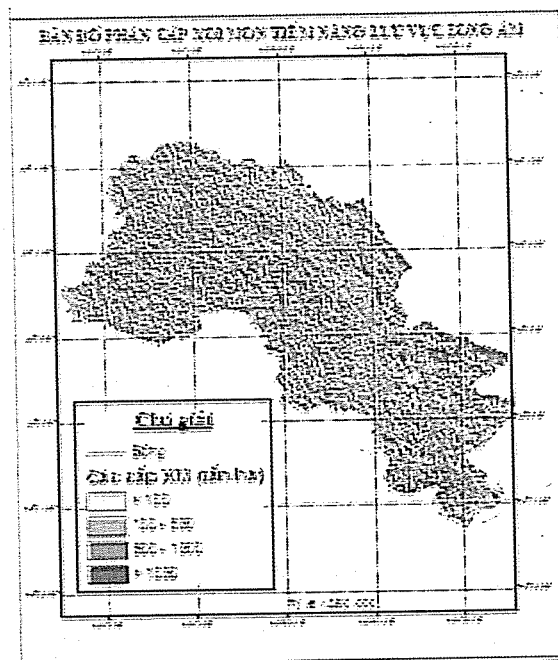
Cấp	Lượng xói mủn tấn/ha/năm	lượng xói mủn TB tấn/ha/năm	Tổng lượng xói mủn tấn/năm	Diện tích (ha)	%DTTN
Yếu	< 100	5.12	107289	20954.88	28,94
Trung bình	100 – 500	211.31	2786731	13187.88	18,21
Mạnh	500 – 1000	511.98	18680840	36487.44	50,39
Rất mạnh	> 1000	1129.61	2004120	1774.17	2,45

Bảng 4. Kết quả thống kê diện tích các cấp xói mòn theo các loại hình sử dụng đất lưu vực sông Âm

Loại hình SDD	Phòng hộ		Lâm nghiệp SX		Nông lâm KH		Nông nghiệp vùng thấp		Phi nông nghiệp	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Cấp XMIN										
1	36.79	0.1	314.19	1.5	381.45	7.6	9534.60	89.0	2967.60	73.0
2	2722.39	7.4	9488.54	45.3	2233.47	44.5	1178.40	11.0	650.40	16.0
3	9454.77	25.7	9027.73	43.1	2233.47	44.5	0.00	0.0	406.50	10.0
4	24575.05	66.8	2115.55	10.1	170.65	3.4	0.00	0.0	40.70	1.0
Tổng	36789.00	100.0	20946.0	100.0	5019.03	100.0	10713.1	100.0	4065.21	100.0



Hình 4. Bản đồ hệ số K lưu vực sông Âm



Hình 5. Bản đồ phân cấp XMTN lưu vực sông Âm

d. Đề xuất phân loại khả năng sử dụng đất đai cho các loại hình sử dụng đất chính lưu vực sông Âm

Phân loại khả năng sử dụng đất đai cho các loại hình sử dụng đất chính lưu vực sông Âm là sự kết hợp giữa phân cấp phòng hộ đầu nguồn mà cơ sở là phân cấp xói mòn tiềm năng với hiện trạng sử

dụng đất. Dưới là kết quả quy mô xói mòn tiềm năng đất lưu vực sông Âm và các loại hình sử dụng đất chính.

* Các giải pháp sử dụng hợp lý tài nguyên đất

Căn cứ vào mức độ xói mòn tiềm năng, hiện trạng và quy hoạch sử dụng đất trên toàn bộ lưu

vực, để sử dụng đất có hiệu quả và bền vững, cần phải có các giải pháp đồng bộ ở lưu vực sông là:

- Cần có các chính sách, chiến lược, qui định, qui hoạch, kế hoạch bảo vệ và sử dụng bền vững tài nguyên môi trường đất thích hợp với từng loại đất.

- Hiện nay tỷ lệ che phủ rừng trên lưu vực sông Âm là 15% là rừng giàu và trung bình, 30% diện tích TN là rừng thứ sinh và đặc biệt chiếm tới 24,9% là trảng cây bụi thứ sinh và đồng cỏ, do đó cần phải:

- + Bảo vệ rừng, đặc biệt là rừng đầu nguồn. Tăng diện tích rừng giàu và rừng trung bình lên 50% để đảm bảo vai trò phòng hộ đầu nguồn, nơi có mức độ xói mòn tiềm năng mạnh đến rất mạnh, chăm sóc rừng thứ sinh (rừng nghèo, rừng non và rừng tre nứa). Diện tích 2 loại rừng này chủ yếu tập trung ở các xã thuộc phía Tây và Tây Nam của lưu vực như: Giao Thiện, Trí Nang, Yên Khương, Yên Thắng, Lâm Phú, Tam Văn và Giao An.

- + Tăng diện tích rừng trồng, rừng sản xuất thay vào trảng cây bụi thứ sinh và đồng cỏ, cụ thể thuộc địa bàn các xã như: Phía Đông xã Lâm Phú, Đông và Đông Bắc xã Tam Văn, Phần trung tâm của 2 xã Yên Khương và Yên Thắng,...

- + Thực hiện tốt các mô hình sản xuất nông lâm kết hợp trên đất dốc với các biện pháp canh tác hợp lý, chú ý nhiều đến môi trường:

- Sử dụng các biện pháp phòng chống, khắc phục sự cố: trượt lở, xói mòn trên đất dốc, sạt lở bờ sông. Dự báo và phòng chống các tai biến thiên nhiên: lũ quét, lũ bùn đá (Địa bàn xã Ngọc Phụng được cảnh báo có nguy cơ xảy ra lũ cao). Áp dụng các biện pháp kỹ thuật tổng hợp: sinh học, canh tác, thủy lợi,... để đầu tư thâm canh sử dụng đất theo chiều sâu vừa đem lại hiệu quả kinh tế cao vừa ngăn chặn xói mòn và cải thiện độ phì của đất, nâng cao năng suất cây trồng.

- Tổ chức tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức về sử dụng hợp lý, tiết kiệm tài nguyên đất và phổ biến các mô hình tiên tiến về sử dụng bền vững tài nguyên đất trong toàn lưu vực.

3. Kết luận

Để phân loại khả năng sử dụng đất đai cho các loại hình sử dụng đất chính trên lưu vực sông Âm và đưa ra các giải pháp sử dụng bền vững tài nguyên đất trên toàn lưu vực, công trình nghiên cứu đã sử dụng hai hướng tiếp cận sau:

- Phân tích lưu vực trên cơ sở phân cấp xói mòn tiềm năng hay khả năng đất đai. Với hướng nghiên cứu này chúng tôi đã sử dụng mô hình nghiên cứu xói mòn tiềm năng USLE của đồng tác giả Wischmeier và Schmith hoàn thiện vào năm 1978, trong đó hai hệ số xói mòn do đất và do mưa bài báo đã sử dụng công thức tính và kết quả nghiên cứu đã được công bố trong luận án PTS của Nguyễn Trọng Hà (1996).

Các cấp xói mòn tiềm năng không chia một cách ngẫu nhiên mà sử dụng phương pháp chia tổ và lũy tích được khống chế bởi diện tích quy hoạch các loại đất, trong đó đặc biệt chú ý đến diện tích quy hoạch 3 loại rừng trên toàn lưu vực.

Kết quả nghiên cứu cho thấy hơn 50% diện tích tự nhiên của lưu vực (không tính diện tích sông, hồ và núi trơ sỏi đá) có mức độ xói mòn mạnh và rất mạnh, còn lại hơn 1/4 diện tích có mức độ xói mòn yếu, và gần 1/5 có mức độ xói mòn trung bình.

- Kết hợp phân tích lưu vực với hiện trạng sử dụng đất (bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỷ lệ lớn 1/50.000) và những thông tin kinh tế xã hội nhằm phân loại khả năng sử dụng đất đai cho các loại hình sử dụng đất chính lưu vực sông Âm. Đây là một hướng nghiên cứu đúng đắn bởi nó được thể hiện qua sự hợp lý về diện tích các cấp xói mòn theo từng loại hình sử dụng đất (Bảng 4).

- Đề xuất các giải pháp nhằm sử dụng bền hợp lý tài nguyên đất, trong đó đặc biệt chú ý đến đất rừng phòng hộ và rừng sản xuất cả về diện tích và phân bố.

Tài liệu tham khảo

1. Đào Đình Bắc: Phân vùng xói mòn đất miền Trung du. Tóm tắt Báo cáo Khoa học Khoa Địa, 1984.
2. Nguyễn Thị Kim Chương: Vận dụng các phương pháp định lượng trong phân loại lãnh thổ Tây Bắc về mặt tiềm năng xói mòn gia tốc. (Luận án PTS năm 1985).
3. Vũ Phương Hà: Nghiên cứu xây dựng bản đồ chỉ số xói mòn do mưa trong lãnh thổ Việt Nam. 2001
4. Nguyễn Trọng Hà: Xác định các yếu tố gây xói mòn và khả năng dự báo xói mòn trên đất dốc. (Luận án PTS trường ĐH Thủy Lợi, 1996).
5. Nguyễn Quang Mỹ, Hoàng Xuân Cơ: Những kết quả bước đầu nghiên cứu xói mòn và thử nghiệm các phương pháp chống xói mòn đất nông nghiệp Tây Nguyên. Báo cáo tại hội nghị trường. Năm 1982.
6. Thái Phiên: Kết quả nghiên cứu chống xói mòn ở khu vực đồi áp Bắc nông trường Quốc doanh Sao Vàng Thanh Hóa. Tập san Nông trường Quốc doanh, Bộ Nông nghiệp, số 7 năm 1965.
7. Chi Cục Kiểm Lâm - Bản đồ phân cấp 3 loại rừng tỉnh Thanh Hóa, tỷ lệ 1/100.000, XB năm 2007.
8. Sở TN&MT tỉnh Thanh Hóa: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỉnh Thanh Hóa, tỷ lệ 1:100.000, năm 2010.
8. Sở TN&MT tỉnh Thanh Hóa: Bản đồ quy hoạch sử dụng đất tỉnh Thanh Hóa, tỷ lệ 1:100.000, 2010 – 2015.
9. Sở TN&MT tỉnh Thanh Hóa: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỉnh Thanh Hóa, tỷ lệ 1:100.000, năm 2010.
10. Sở TN&MT tỉnh Thanh Hóa: Bản đồ quy hoạch sử dụng đất tỉnh Thanh Hóa, tỷ lệ 1:100.000, 2010 – 2015.
11. FAO (1976), Soils Bulletin 32, A Framework for Land Evaluation, Rome
12. Bộ KHCN và MT (1991), Việt Nam kế hoạch quốc gia về môi trường và phát triển bền vững 1991- 2000
13. Den D , and Young A . (1981), Soil survey and land evaluation, Allen and Unwin. London, 128p
14. Kasem Chun Kao (1990), Watershed management and environmental conservation concsep as the need for brad wat er protection, Bangkok 4/1990.