

TÍCH HỢP PHƯƠNG TRÌNH MẤT ĐẤT PHỔ DỤNG CẢI TIẾN (RUSLE) VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS) ĐỂ ƯỚC LƯỢNG XÓI MÒN ĐẤT TIỀM NĂNG TẠI LƯU VỰC SÔNG BÉ, VIỆT NAM

LÊ BÁ LONG^{1,*}, TRẦN NHỰT THANH², TRẦN THANH NHẢ¹, TRẦN ĐẶNG QUANG KHANG¹, NGUYỄN THÀNH ĐỘ¹

¹Viện khoa học công nghệ và quản lý môi trường – Trường Đại học Công Nghiệp Tp.Hồ Chí Minh

²Công ty cổ phần xây dựng và công nghệ môi trường Hợp Nhất

lebalong@iuh.edu.vn

Tóm tắt. Xói mòn đất do nước là một nguyên nhân hàng đầu gây ra suy thoái đất ở Việt Nam. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tích hợp Phương trình mất đất phổ biến cải tiến (RUSLE) và Hệ thống thông tin địa lý (GIS) để ước tính lượng mất đất tiềm năng hàng năm do xói mòn. Nghiên cứu được thực hiện tại lưu vực Sông Bé, nằm ở vùng Đông nam bộ của Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy xói mòn đất tiềm năng trong lưu vực Sông Bé phân bố không đều, khu vực phía nam của lưu vực có lượng đất bị mất thấp hơn khu vực từ trung tâm đến phía bắc của lưu vực. Tổng lượng mất đất của lưu vực Sông Bé là 157.198,5 tấn mỗi năm. Lượng đất mất ít hơn 1.000 tấn / ha / năm chiếm diện tích lớn nhất là 47.475 ha (chiếm 55,81% diện tích lưu vực) tập trung ở khu vực phía nam và phía tây của lưu vực, loại đất chính ở khu vực này là đất Phù sa chua (FLd) và đất Nâu đỏ trên đá bazan (FRr). Có 17.366 ha (20,41% diện tích lưu vực) thiệt hại về đất là từ 1.000 đến 2.000 tấn / ha / năm. Phân bố gần như trên lưu vực, đất Xám Ferralic (ACf) là loại đất chính ở đây. Lượng đất mất từ 2.000 đến 5.000 tấn đất / ha / năm vào khoảng 17.483 ha (chiếm 20,55% diện tích lưu vực) nằm rải rác từ khu vực trung tâm đến phía bắc của lưu vực. Các loại đất chính trong nhóm này là Đất Xám Ferralic (ACf), đất Đá bọt điển hình (AN) và đất Nâu vàng (LX). Lượng đất thiệt hại hơn 5.000 tấn / ha / năm chiếm diện tích khá nhỏ (2.739 ha), phân bố ở phía bắc lưu vực, nơi có hệ số xói mòn lượng mưa (R) và hệ số xói mòn đất (K) rất cao.

Từ khóa. GIS, RUSLE, mất đất hàng năm, lưu vực Sông Bé, xói mòn nước.

INTEGRATE THE REVISED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION(RUSLE) AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) TO ESTIMATE POTENTIAL SOIL EROSION AT SONG BE BASIN, VIETNAM

Abstract. Water erosion is a leading cause of soil degradation in Vietnam. In this study, we integrate the Revised Universal Soil Loss Equation(RUSLE) and Geographic Information System (GIS) to estimate the annual potential soil losses due to erosion. This Study was conducted at Song Be basin, that located at SouthEast region in Vietnam. Potential soil erosion in the Song Be basin is unevenly distributed, the southern area of the basin has amount of soil losses is lower than the area from the center to the north of the basin. The total annual soil losses of the Song Be basin is 157,198.5 tons per year. The amount of soil losses less than 1,000 tons / ha / year occupies the largest area of 47,475 ha (55.81% of the basin area) concentrate in the southern and western areas of the basin, the main types of soil in this area is Dystric Fluvisols (FLd) and Rhodic Ferrasols (FRr). There are 17,366 ha (20.41% of the basin area) soil losses are from 1,000 to 2,000 tons / ha / year. Distributed almost over the basin, Ferralit Acrisols (ACf) is the main types of soil here. The amount of soil losses from 2,000 to 5,000 tons of soil / ha / year is about 17,483 ha (20.55% of basin area) scattered from the central area to the north of the basin. The major soil types in this group are Ferralit Acrisols (ACf), Andosols (AN) and Lixisols (LX). The amount of soil losses more than 5,000 tons / ha / year occupies quite small area(2,739 ha), distributed in the northern of basin, where has rainfall erosivity factor(R) and soil erodibility factor(K) are very high.

Keywords: GIS, RUSLE, Soil losses, Song Be Basin, Water erosion.

1 GIỚI THIỆU

Suy thoái đất do xói mòn là một vấn đề nghiêm trọng và sẽ vẫn còn như vậy trong suốt thế kỷ 21, đặc biệt là ở các nước đang phát triển của vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới[1]. Xói mòn đất làm mất đất, phá hủy lớp thảm thực vật, làm giảm độ phì nhiêu của đất, gây ra bạc màu, ảnh hưởng đến trực tiếp đến sự sống và phát triển của thảm thực vật,... Sự gia tăng của xói mòn đất gây ảnh hưởng bất lợi đến kinh tế và môi trường[2]. Có nhiều yếu tố gây ra xói mòn đất, trong đó 2 nhân tố chính là do gió và do nước[3]. Ở Việt Nam, với địa hình đồi núi dốc lớn và lượng mưa hàng năm lớn, Xói mòn do mưa có thể coi là nguyên nhân dẫn đến sự suy thoái đất[4]. Để giảm thiểu hiện tượng xói mòn đất điều cần làm là tìm hiểu thực trạng xói mòn, nguyên nhân và các yếu tố tác động gây ảnh hưởng đến xói mòn đất. Từ đó thiết lập các phương pháp để nhằm hạn chế các yếu tố chi phối xói mòn đất[5].

Lượng hóa xói mòn và mất đất là một công tác quan trọng để có giải pháp quản lý bảo vệ tài nguyên đất và nước. Phương trình mất đất phổ dụng USLE (Universal Soil Loss Equation) lần đầu tiên được Wischmeier and Smith giới thiệu vào những năm 1960,1962[6,7], phương trình được hoàn thiện và được bộ nông nghiệp Hoa Kỳ xuất bản trong sổ tay nông nghiệp vào năm 1965 và 1978[8,9]. Đến năm 1992 thì Renard và cộng sự[10] đã cho ra đời phiên bản tin học hóa của USLE thành RUSLE(Revised Universal Soil Loss Equation) cùng với sự thay đổi về cách tính cách hệ số S, L và P; RUSLE cũng đã được bộ nông nghiệp Hoa Kỳ đưa vào sổ tay nông nghiệp vào năm 1997[11]. Theo tác giả Phạm Gia Tùng và cộng sự (2018)[12] thì không có sự khác biệt giữa USLE và RUSLE, khi sử dụng 2 mô hình này để tính toán xói mòn ở Việt Nam. Tuy nhiên, RUSLE là phiên bản nâng cao của USLE với khả năng tính toán chính xác hơn, áp dụng được cho nhiều loại đất khác nhau, khả năng dự báo tốt hơn ngay cả khi thiếu 1 ít dữ liệu thực nghiệm[13,14]. Bên cạnh đó việc kết hợp với GIS(Geographic Information System sẽ giúp việc lượng hóa xói mòn đất trở nên chính xác và giảm thiểu được chi phí và áp dụng được trên quy mô rộng lớn[15,16]. Có nhiều nhà nghiên cứu đã áp dụng mô hình RUSLE và GIS tính toán mất đất ở nhiều lưu vực khác nhau[14,17–20]. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã sử dụng phương trình RUSLE tích hợp cùng phần mềm ArcGIS để tính toán lượng đất xói mòn tiềm năng của lưu vực Sông Bé từ đó tạo tiền đề cho các nghiên cứu về sau.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vùng nghiên cứu

Lưu vực Sông Bé là một trong bốn phụ lưu lớn của lưu vực sông Đồng Nai, có diện tích khoảng 7.650 km². Sông Bé chảy qua địa phận các tỉnh Dak Nông, Bình Phước, Bình Dương, Đồng Nai của Việt Nam và Campuchia. Vị trí địa lý của lưu vực nằm trong tọa độ từ 11°04'43" – 12°20'51" độ vĩ Bắc và 106°34'35" – 107°31'01" độ kinh Đông[18]. Về ranh giới, phía Bắc giáp với các sông nhánh của lưu vực sông Mekong thuộc Campuchia, phía Đông và Nam giáp lưu vực sông Đồng Nai, phía Tây giáp lưu vực sông Sài Gòn.

Lượng mưa trung bình năm thuộc vào loại lớn nhất trên toàn lưu vực sông đồng Nai, từ 2.200 - 2.600 mm, song lại phân bố không đều cả theo không gian và thời gian. Mùa mưa kéo dài 6 tháng, từ tháng 5 đến tháng 10, với lượng mưa chiếm từ 85-90% tổng lượng mưa năm. Địa hình gồm nhiều đồi thoải, có đỉnh tròn, bằng, độ dốc trung bình khoảng 3° đến 8°, cao độ phổ biến từ 150 m đến 280 m[21].

2.2 Phương pháp tính lượng mất đất tiềm năng

Sử dụng phương trình RUSLE của Renard (1997)[11] để tính toán lượng đất mất trung bình hằng năm do xói mòn. Phương trình RUSLE sử dụng công thức (1) để tính lượng đất mất trung bình do xói mòn theo từng năm như sau

$$A = R * K * LS * C * P \quad (1)$$

Trong đó:

A là lượng đất mất trung bình hằng năm trên một đơn vị diện tích (tấn/ha/năm)

R là hệ xói mòn do mưa (MJmm/ha/năm)

K là hệ số xói mòn của đất (tấn/ha)

LS là hệ số địa hình (không có thứ nguyên)

C là hệ số lớp phủ bề mặt (không có thứ nguyên)

P là hệ số canh tác (không có thứ nguyên)

Hệ số xói mòn do mưa (R)

Hệ số R là hệ số xói mòn do mưa, nó đặc trưng cho sự tác động của mưa đến xói mòn đất. Tùy thuộc vào vùng nghiên cứu thì cách tính hệ số xói mòn đất do mưa sẽ có sự thay đổi khác nhau. Trong luận văn Tiến sỹ của mình, tác giả Nguyễn Trọng Hà (1996)[22] đã tiến hành thu thập dữ liệu mưa ở 253 trạm khí tượng trên toàn quốc trong vòng 54 năm và đã đề xuất công thức tính R như công thức (2)

$$R = 0.548257 * P - 59.9 \quad (2)$$

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

Hệ số xói mòn của đất (K)

K là hệ số xói mòn trung bình của đất, là sức cản của đất đối với cả sự tách rời và vận chuyển. Khả năng sinh sản nói chung là ít hơn đối với cả trầm tích kết cấu thô (sỏi) và trầm tích kết cấu rất mịn (đất sét). Cát và cát mịn rất không ổn định và nằm trong nhóm đất dễ bị xói mòn. Khi chất hữu cơ cao, sức cản của trầm tích tăng lên và độ thấm lớn hơn cho phép thấm sâu hơn và do đó làm giảm khả năng ăn mòn của đất[23].

Dựa trên công thức tính hệ số K của Wischmeier and Smith (1978)[9], các nhà khoa học Việt Nam như Nguyễn Tử Siêm và Thái Phiên(1999)[24], Nguyễn Mạnh Hà (2013)[25] đã nghiên cứu và tính toán được giá trị K một số loại đất ở các vùng núi, đất dốc của Việt Nam. Và trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã sử dụng giá trị của hệ số K đã được Nguyễn Tử Siêm và Thái Phiên đề xuất như bảng 1.

Bảng 1: Hệ số K của một số loại đất trong lưu vực Sông Bé

Tên đất	Ký hiệu	Hệ số K
Đất nâu đỏ	Fr	0,215
Đất nâu vàng	Fx	0,205
Đất nâu thẫm trên Bazan	Lc	0,105
Đất phù sa chua	Jd	0,01
Đất đá bọt điển hình	T	0,12
Đất Glay chua	Gd	0,05
Đất xám Feralit	Af	0,225

Hệ số địa hình (LS)

Hệ số LS là đại lượng biểu thị cho sự ảnh hưởng của nhân tố độ dốc (S) và độ dài sườn dốc (L) tới hoạt động xói mòn đất. S là độ dốc của sườn, lượng mất đất lớn khi độ dốc cao; L là khoảng cách từ đường phân thủy ở đỉnh dốc đến nơi vận tốc dòng chảy chậm lại và vật chất bị trầm lắng.

LS trong nghiên cứu này được xác định theo công thức:

Với độ nghiêng của dốc < 21%, chúng tôi đã sử dụng phương trình của Wischmeier and Smith (1978)[9] để tính toán hệ số địa hình như công thức (5)

$$LS(\text{factor1}) = \left(\frac{L}{72.6}\right) * (65.41 * \sin(S) + 4.56 * \sin(S) + 0.065) \quad (5)$$

Trong đó:

L là độ dài của dốc (m);

S là độ nghiêng của dốc (radians)

Với độ nghiêng dốc ≥ 21%, Gaudasasmita (1987)[26] đã đề xuất công thức tính hệ số địa hình như công thức (6)

$$LS(\text{factor2}) = \text{power}(L/22.1, 0.5) * (6.432 * \sin(\text{power}(S, 0.79)) * \cos(S)) \quad (6)$$

Với độ nghiêng dốc ≥ 21%, Toxopeus và cộng sự (1997)[26] đã đưa ra mối tương quan giữa chiều dài sườn dốc và độ nghiêng dốc như công thức (6)

$$L = 0.4 * S + 40 \quad (7)$$

Sử dụng công cụ Raster calculator trong phần mềm ArcGIS thì hệ số địa hình LS được lựa chọn theo các kết quả tính toán từ các công thức trên như sau:

$$LS\text{factor} = \text{Con}(\text{Slope} < 21, LS(\text{factor1}), LS(\text{factor2})) \quad (8)$$

Do chỉ nhóm tác giả chỉ tính toán lượng mất đất tiềm năng nên hai hệ số C (hệ số mức độ che phủ) và P (hệ số canh tác) được gán bằng 1.

2.3 Phương pháp phân cấp xói mòn đất

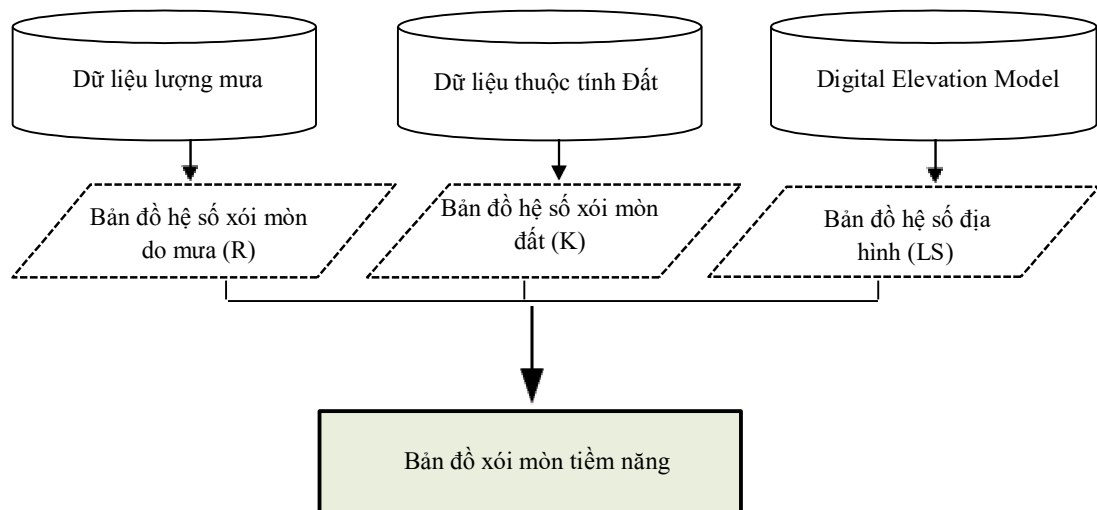
Phương pháp này được thực hiện theo TCVN 5299 : 2009 do Ban Kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, Bộ Khoa học và Công Nghệ công bố để đánh giá mức độ xói mòn đất hằng năm[27]. Các cấp phân hạng được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2: Bảng phân cấp xói mòn tự nhiên

TT	Cấp xói mòn tự nhiên	Lượng đất mất(tấn/ha/năm)
1	Cấp I	< 1000
2	Cấp II	1000 – 2000
3	Cấp III	2000 – 3000
4	Cấp IV	3000 – 4000
5	Cấp V	4000 – 5000
6	Cấp VI	5000 – 6000
7	Cấp VII	> 6000

2.4 Phương pháp bản đồ (Geographic Information System – GIS)

Nhóm tác giả đã sử dụng bộ công cụ Raster Calculator của phần mềm ArcGIS 10.6 để tính các công thức từ (4) đến (9). Sau khi tính toán xong, các dữ liệu được kiểm tra để xác định độ chính xác của dữ liệu và tiến hành phân tích và đánh giá. Sau khi có kết quả tính toán nhóm tác giả đã tiến hành số hóa và thành lập các bản đồ hệ số xói mòn do mưa (R), Bản đồ hệ số Bản đồ hệ số xói mòn của đất (K) và bản đồ hệ số địa hình (LS).



Hình 1: Sơ đồ xây dựng Bản đồ xói mòn đất tiềm năng

Nhóm đã sử dụng phần mềm ArcGIS 10.6 để chồng các lớp bản đồ R, K, LS như hình 1 và kết hợp cùng bảng phân hạng mức độ xói mòn theo TCVN 5299:2009 [27] đã cho ra bản đồ xói mòn tiềm năng của lưu vực Sông Bé.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

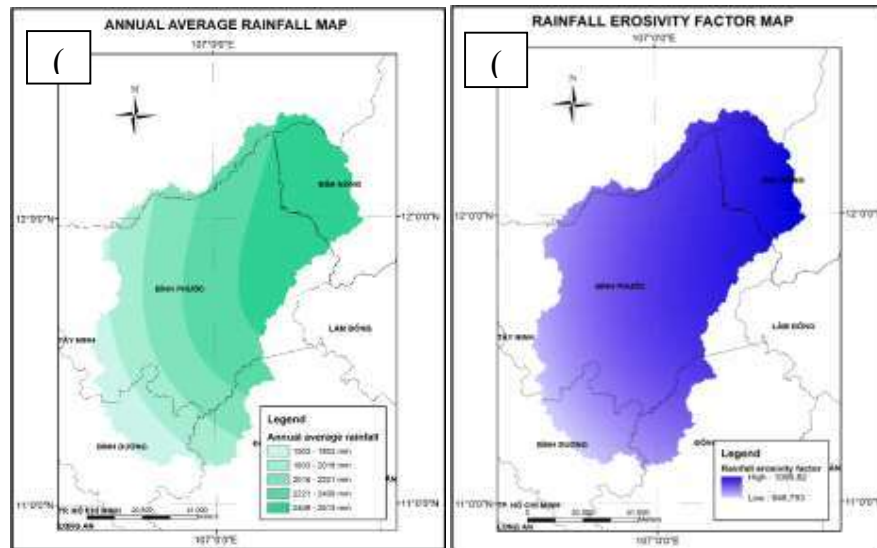
3.1 Bản đồ hệ số xói mòn đất do mưa (R)

Lượng mưa trung bình năm được tính theo công thức (2) dựa trên dữ liệu mưa ở 28 trạm đo mưa trên toàn bộ lưu vực từ năm 2006 đến năm 2016

Thông qua bản đồ lượng mưa hàng năm, chúng ta thấy rằng lượng mưa trung bình năm của lưu vực sông Bé dao động từ 1503 mm – 2613 mm. Mưa thường tập trung nhiều ở phía Bắc và Đông Bắc của lưu vực gồm tỉnh Đắk Nông và Bình Phước, tỉnh có lượng mưa trung bình năm thấp gồm Bình Dương, Đồng Nai và 1 phần của Bình Phước.

Hệ số R cao nhất trong lưu vực nằm tại khu vực phía Bắc và Đông Bắc thuộc địa phận tỉnh Đắk Nông và 1 phần tỉnh Bình Phước. 1 phần tỉnh Bình Phước, tỉnh Bình Dương và Đồng Nai có hệ số R ở mức trung bình và thấp.

TÍCH HỢP PHƯƠNG TRÌNH MẤT ĐẤT PHỒ DÙNG CẢI TIẾN (RUSLE)
VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS) ĐỂ ƯỚC LƯỢNG XÓI MÒN
ĐẤT TIỀM NĂNG TẠI LƯU VỰC SÔNG BÉ, VIỆT NAM



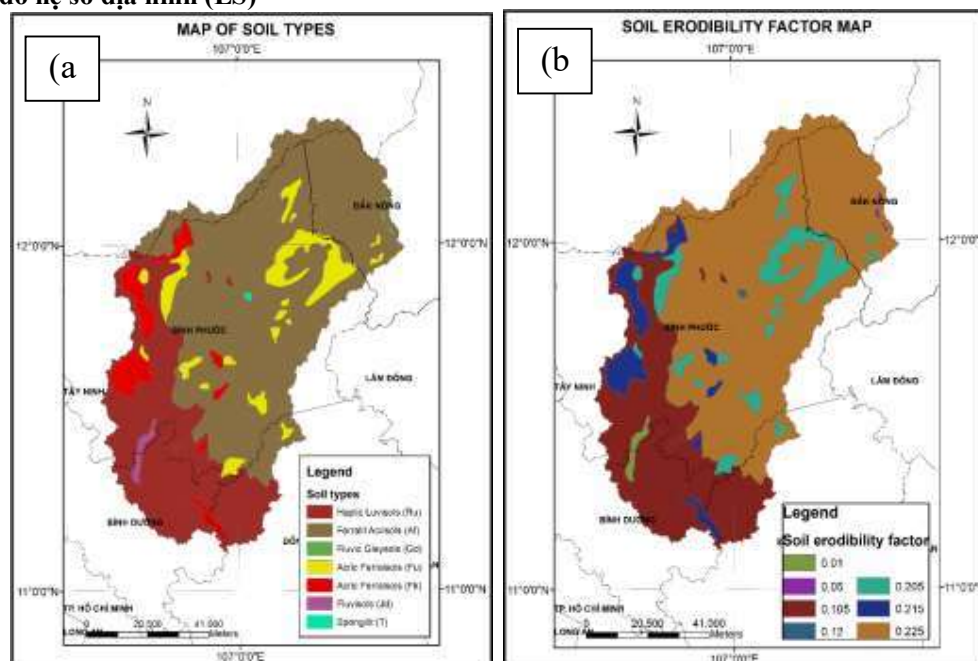
Hình 2: (a) Bản đồ lượng mưa trung bình năm – (b) Bản đồ hệ số xói mòn đất do mưa R

3.2 Bản đồ hệ số xói mòn của đất (K)

Qua bản đồ các loại đất (Hình 3a) của lưu vực Sông Bé cho thấy loại đất chiếm diện tích nhiều nhất là Đất xám Feralit và Đất nâu thẫm trên Bazan, loại đất chiếm diện tích trung bình là Đất nâu đỏ và Đất nâu vàng, còn lại là Đất phù sa chua, Đất đá bọt điển hình và Đất Glay chua chiếm diện tích rất ít.

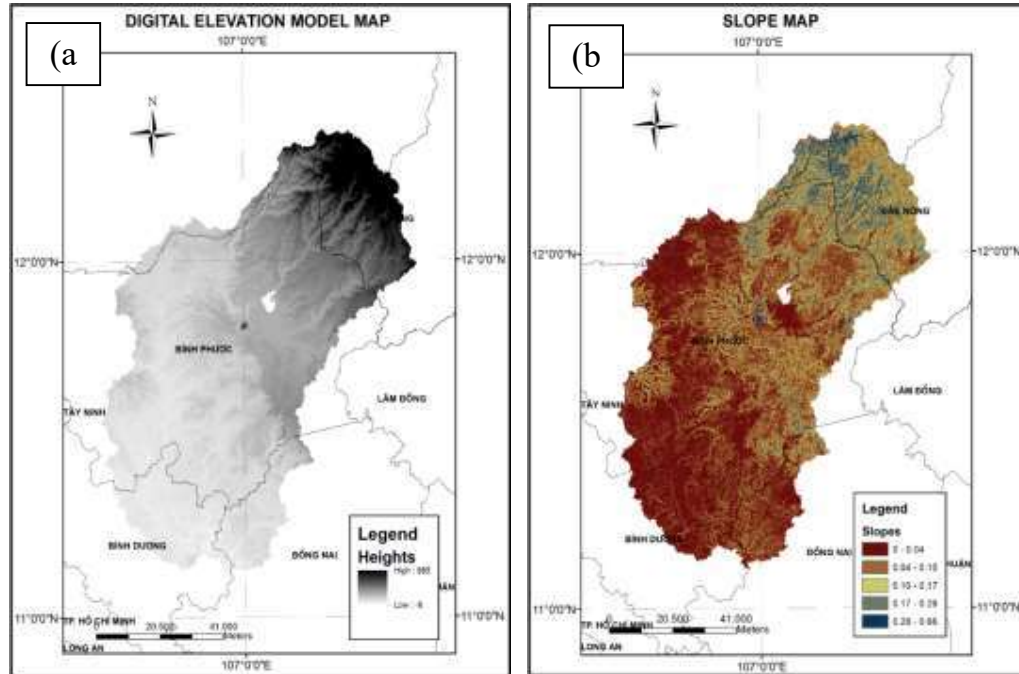
Từ bản đồ cho thấy kết quả hệ số K (Hình 3b) có giá trị 0,225 và 0,105 chiếm diện tích nhiều nhất thuộc về Đất xám Feralit và Đất nâu thẫm trên Bazan; hệ số K có giá trị 0,205 và 0,215 chiếm diện tích trung bình thuộc về Đất nâu vàng và Đất nâu đỏ; còn lại các giá trị 0,01, 0,05 và 0,12 chiếm diện tích ít, bao gồm: Đất phù sa chua, Đất Glay chua và Đất đá bọt điển hình. Nhìn chung hệ số K ở trên toàn lưu vực sự khác biệt khá lớn giữa các loại đất và khả năng kháng xói mòn của các loại đất ở lưu vực sông Bé ở mức trung bình.

3.3 Bản đồ hệ số địa hình (LS)

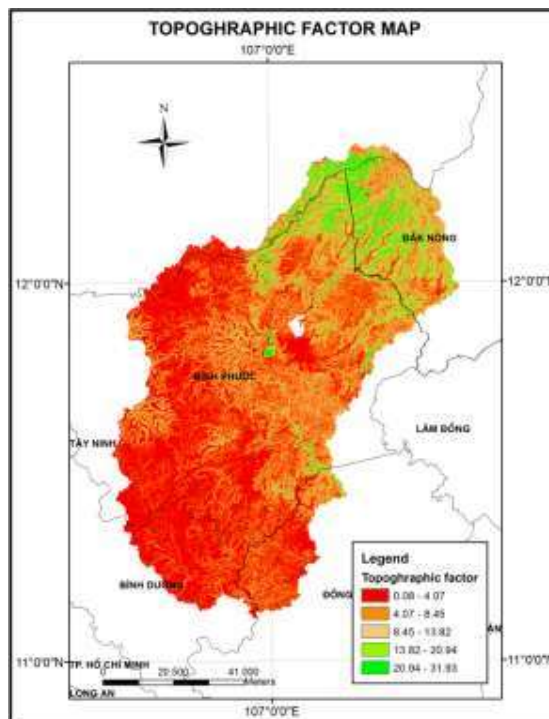


Hình 3: (a) Bản đồ mô hình DEM – (b) Bản đồ độ dốc

Bản đồ mô hình DEM (Hình 4a) cho thấy lưu vực Sông Bé có độ cao từ -8 m đến 985 m so với mặt nước biển trong đó khu vực có độ cao cao nhất thuộc về phía Đông Bắc của lưu vực, thấp nhất ở khu vực



phía Nam và Tây Nam. Ngoài ra, có khu vực có độ cao dưới 0 m có nghĩa là thấp hơn mực nước biển
Hình 4: (a) Bản đồ mô hình DEM – (b) Bản đồ độ dốc

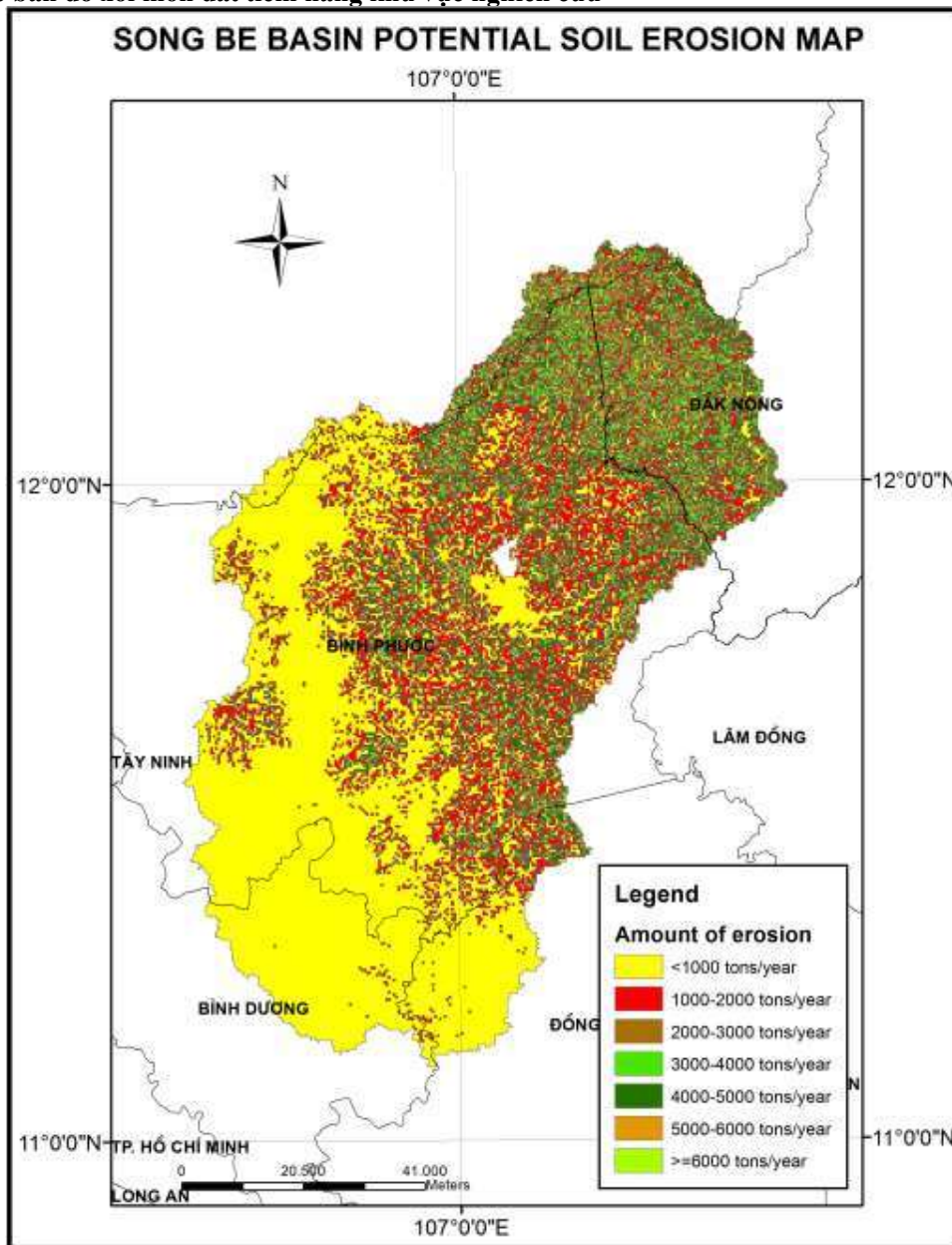


Hình 5: Bản đồ hệ số địa hình (LS)

Bản đồ độ dốc cho ta thấy độ dốc của lưu vực Sông Bé dao động từ 0 đến 0,66 radians tương đương từ 0 đến 37,81%; độ dốc từ 0 đến dưới 21% tương đương từ 0 đến dưới 0,36 radians và độ dốc từ 21 đến 37,81% tương đương từ 0,36 đến 0,66 radians. Độ dốc từ 0 đến dưới 0,17 radians tương đương từ 0 đến dưới 9,74% chiếm diện tích nhiều nhất (khoảng 70% diện tích của lưu vực); phần còn lại là độ dốc từ 0,17 đến 0,66 radians tương đương từ 9,74 đến 37,81% (khoảng 30% diện tích của lưu vực). (Hình 4b)

Thông qua bản đồ hệ số LS của lưu vực Sông Bé ta có thể thấy hệ số LS từ 0,08 đến dưới 13,82 chiếm gần như toàn bộ lưu vực, khu vực có giá trị LS từ 0,08 đến dưới 4,07 chiếm diện tích tương đối lớn. Như vậy có thể thấy rằng yếu tố độ dốc và chiều dài sườn dốc có thể ảnh hưởng rất lớn đến lượng đất bị xói mòn tại lưu vực sông Bé.

3.4 Lập bản đồ xói mòn đất tiềm năng khu vực nghiên cứu



Hình 6: Bản đồ xói mòn đất tiềm năng lưu vực sông Bé

Như trình bày ở phần phương pháp thì bản đồ xói mòn đất tiềm năng tại lưu vực sông Bé được thành lập bằng cách chồng xếp các bản đồ hệ số R, K và LS. Sau khi tính toán và sử dụng phần mềm Arcgis 10.6 tích hợp các bản đồ các hệ số bằng công cụ Raster Calculator và kết quả cho ra một bản đồ xói mòn đất tiềm năng lưu vực Sông Bé.

Căn cứ vào bản đồ xói mòn đất tiềm năng và quy định phân cấp xói mòn tiềm năng theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 5299 – 2009)[27], tiến hành phân loại xói mòn đất tiềm năng ở lưu vực Sông Bé chúng tôi có được kết quả như bảng 3

Bảng 3: Phân cấp xói mòn đất tiềm năng lưu vực Sông Bé

ST T	Cấp xói mòn đất tự nhiên	Lượng đất mất (tấn/ha/năm)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	Cấp I	< 1000	47,475	55,81
2	Cấp II	1000 – 2000	17,366	20,41
3	Cấp III	2000 – 3000	2,958	3,47
4	Cấp IV	3000 – 4000	4,981	5,85
5	Cấp V	4000 – 5000	9,544	11,21
6	Cấp VI	5000 – 6000	1,072	1,3
7	Cấp VII	> 6000	1,667	1,95
	Tổng		85,063	100

Như vậy, nhìn chung xói mòn đất tiềm năng ở lưu vực sông Bé không có sự phân bố đồng đều, khu vực phía Nam có lượng đất xói mòn ít hơn nhiều so với khu vực từ trung tâm lên đến phía Bắc lưu vực. Tổng lượng đất mất hàng năm của lưu vực sông Bé là 157,198,5 tấn/năm. Và lượng đất bị xói mòn tăng khi địa hình và lượng mưa tăng lên.

Xói mòn cấp I (<1000 tấn/ha/năm): Chiếm diện tích lớn nhất với 47,475 ha (chiếm 55,81% so với toàn lưu vực), tập trung chủ yếu ở khu vực phía Nam và Tây lưu vực. Khu vực này xói mòn ít do có độ dốc và lượng mưa thấp, các loại đất chủ yếu thuộc nhóm đất nâu thẫm trên Bazan, đất phù sa chua và đất nâu đỏ.

Xói mòn cấp II (1000 – 2000 tấn/ha/năm): Chiếm diện tích 17,366 ha (chiếm 20,41% so với toàn lưu vực). Phân bố rải rác hầu như trên toàn lưu vực, tập trung chủ yếu ở vùng đất xám Feralit.

Xói mòn cấp III (2000 – 3000 tấn/ha/năm): Chiếm diện tích 2,958 ha (chiếm 3,47% so với toàn lưu vực), phân bố chủ yếu ở vùng phía Bắc lưu vực xen kẽ với các cấp xói mòn khác. Vùng này có độ dốc và lượng mưa tương đối lớn với độ dốc từ 0,1 đến 0,28 radians tương đương từ 3,18% đến 8,91% và lượng mưa từ 1013 mm – 1095 mm.

Xói mòn cấp IV (3000 – 4000 tấn/ha/năm): Chiếm diện tích 4,981 ha (chiếm 5,85% so với toàn lưu vực), phân bố rải rác từ trung tâm đến phía Bắc của lưu vực. Các loại đất chính gồm đất xám Feralit, đất đá bọt điển hình và đất nâu vàng (K từ 0,05 đến 0,225).

Xói mòn cấp V (4000 – 5000 tấn/ha/năm): Chiếm diện tích 9,544 ha (chiếm 11,21% so với toàn lưu vực), phân bố rải rác toàn lưu vực (trừ khu vực phía Nam lưu vực), trải dài theo hướng từ trung tâm lên phía Bắc lưu vực, nơi mà hệ số xói mòn do địa hình và mưa tăng dần.

Xói mòn cấp VI (5000 – 6000 tấn/ha/năm): Chiếm diện tích tương đối nhỏ 1,072 ha (chiếm 1,3% so với toàn lưu vực), phân bố rất ít và chủ yếu ở vùng phía Bắc lưu vực nơi mà có hệ số xói mòn do địa hình và hệ số xói mòn do mưa rất cao.

Xói mòn cấp VII (> 6000 tấn/ha/năm): Chiếm diện tích 1,667 ha (chiếm 1,95% so với toàn diện tích LV), cũng phân bố rất ít, rải rác và chủ yếu ở phía Bắc lưu vực giống như xói mòn cấp VI.

4 KẾT LUẬN

Qua kết quả chúng tôi thấy rằng tại lưu vực Sông Bé càng lên cao thì lượng mưa trung bình càng nhiều dẫn đến mức độ xói mòn tiềm năng càng lớn và nó phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố độ dốc và yếu tố chiều dài sườn dốc. Bên cạnh đó mức độ xói mòn đất tiềm năng trong lưu vực Sông Bé phân bố không đồng đều, khu vực phía nam của lưu vực có

lượng đất bị mất thấp hơn khu vực từ trung tâm đến phía bắc của lưu vực.

Tổng lượng mất đất của lưu vực Sông Bé là 157.198,5 tấn mỗi năm, Quá trình xói mòn diễn ra hầu như trên toàn lưu vực, xói mòn ở cấp I (< 1000 tấn/ha/năm) chiếm diện tích 55,81% chiếm hơn phân nửa diện tích toàn khu vực, xói mòn ở cấp II (1000 – 2000 tấn/ha/năm) chiếm 20,41% trên tổng diện tích lưu vực, còn lại xói mòn từ cấp III (2000 – 3000 tấn/ha/năm) đến cấp VII (> 6000 tấn/ha/năm) chiếm từ 1,3% đến 11,21%.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. Lal, Soil degradation by erosion, *L. Degrad. Dev.* 12 (2001) 519–539. doi:10.1002/ldr.472.
- [2] R. Lal, Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality, *CRC. Crit. Rev. Plant Sci.* 17 (1998) 319–464. doi:10.1080/07352689891304249.
- [3] D. Pimentel, Soil Erosion: A Food and Environmental Threat, *Environ. Dev. Sustain.* 8 (2006) 119–137. doi:https://doi.org/10.1007/s10668-005-1262-8.
- [4] K. Vezina, F. Bonn, V.C. Pham, Agricultural land-use patterns and soil erosion vulnerability of watershed units in Vietnam's northern highlands, *Landsc. Ecol.* 21 (2006) 1311–1325. doi:10.1007/s10980-006-0023-x.
- [5] T.M.H. Nguyễn, Xây dựng bản đồ nguy cơ xói mòn đất và đề xuất mô hình sản xuất nông nghiệp hợp lý cho huyện Quản Bạ, tỉnh Hà Giang, University of Science - Vietnam National University, Hanoi, 2015.
- [6] W.H. Wischmeier, D.D. Smith, A universal soil-loss equation to guide conservation farm planning, in: *Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci.*, Elsevier, Madison, Wisconsin, U.S.A, 1960: pp. 418–425.
- [7] W.H. Wischmeier, D.D. Smith, Soil loss estimation as a tool in soil and water management planning, *Int. Assoc. Sci. Hydrol. Publ.* 59 (1962) 148–159.
- [8] W.H. Wischmeier, D.D. Smith, Predicting Rainfall-Erosion Losses From Cropland East of the Rocky Mountains, *USDA - Agriculture Handbook*, Washington DC., No.282, 1965.
- [9] W.H. Wischmeier, D.D. Smith, Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning, *United States Department of Agriculture*, Washington DC., No.537, 1978.
- [10] K.G. Renard, G.R. Foster, G.A. Weesles, Jeffrey P. Porter, RUSLE Revised universal soil loss equation, *J. Soil Water Conserv.* (1992).
- [11] K.G. Renard, G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool, D.C. Yoder, Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), in: *Agric. Handb.*, No. 703 1997.
- [12] T.G. Pham, J. Degener, M. Kappas, Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam, *Int. Soil Water Conserv. Res.* (2018). doi:10.1016/j.iswcr.2018.01.001.
- [13] G.R. Foster, T.E. Toy, K.G. Renard, Comparison of the USLE, RUSLE1. 06c, and RUSLE2 for application to highly disturbed lands, in: *First Interag. Conf. Res. Watersheds*, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington DC., 2003: pp. 154–160.
- [14] T.N. Nguyễn, V.T. Lê, Applicability of RUSLE2 to study soil erosion and deposition at the watershed scale, in: *13th Conf. Sci. Technol.*, Vietnam, 2013.
- [15] A.U. Ozcan, G. Erpul, M. Basaran, H.E. Erdogan, Use of USLE/GIS technology integrated with geostatistics to assess soil erosion risk in different land uses of Indagi Mountain Pass - Canrki, Turkey,

- Environ. Geol. 53 (2008) 1733–1741. doi:<http://doi.org/10.1007/s00254-007-0779-6>.
- [16] H. Phạm, L.P. Võ, V.T. Lê, Thành lập bản đồ xói mòn đất tại lưu vực sông Đa Dâng, tỉnh Lâm Đồng, Tạp Chí Phát Triển Khoa Học và Công Nghệ. 20 (2017) 47–56.
- [17] T.T. Trần, T.N. Nguyễn, Ứng dụng gis và viễn thám đánh giá xói mòn đất lưu vực hồ Dầu Tiếng, in: Hội Nghị Khoa Học và Công Nghệ Lần Thứ 11, Hồ Chí Minh, 2009: pp. 1660–1664.
- [18] T.T. Trần, Dự báo xói mòn đất qui mô lưu vực sông-ứng dụng công thức tính mất đất tổng quát (rusle) trên lưu vực Sông Bé, Tạp Chí Phát Triển Khoa Học và Công Nghệ. 14 (2011) 86–96.
- [19] T.N. Nguyễn, Ứng dụng tiến trình phân cấp thứ bậc xác định các yếu tố chủ đạo ảnh hưởng đến quá trình xói mòn đất lưu vực Sông Bé, Tạp Chí Phát Triển Khoa Học và Công Nghệ. 14 (2011) 41–50.
- [20] H. Phạm, L.P. Võ, V.T. Lê, Thành lập bản đồ xói mòn đất tại lưu vực sông Đa Dâng, tỉnh Lâm Đồng, Tạp Chí Phát Triển Khoa Học và Công Nghệ. 20 (2017) 47–56.
- [21] T.N. Nguyễn, Đánh giá biến động thích nghi đất nông nghiệp dưới tác động của hệ thống hồ đập thủy điện, thủy lợi lưu vực Sông Bé, Đại học Khoa học tự nhiên TP.HCM, 2008.
- [22] T.H. Nguyễn, Xác định các yếu tố gây xói mòn và khả năng dự báo xói mòn trên đất dốc, Đại học Thủy Lợi, Hà Nội, 1996.
- [23] V.U. Josh, Soil Loss Estimation based on RUSLE along the Central Hunter Valley Region, NSW, Australia, J. Geol. Soc. India. 91 (2018) 554–562. doi:<https://doi.org/10.1007/s12594-018-0904-z>.
- [24] T.S. Nguyễn, P. Thái, Đất đồi núi Việt Nam thoái hóa và phục hồi, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội, 1991.
- [25] M.H. Nguyễn, V.D. Nguyễn, H.N. Hoàng, Ứng dụng phương trình mất đất phổ dụng (USLE) và hệ thống tin địa lý (GIS) đánh giá xói mòn tiềm năng đất tây nguyên và đề xuất giải pháp giảm thiểu xói mòn, CÁC KHOA HỌC VỀ TRÁI ĐẤT. 35 (2013) 403–410.
- [26] A.G. Toxopeus, Cibodas: the erosion issue, in: C.J. van Westen, A. Saldaña López, S.P. Uria cornejo, G. Chavez Ardanza (Eds.), ILWIS 2.1 Wind. Appl. Guid. Integr. L. Water Inf. Syst., ITC, Enschede, 1997: pp. 307–321.
- [27] Vietnam Ministry of Science and Technology, TCVN 5299:2009: Soil quality – Method for determination of soil erosion by rain, (2009).

Ngày nhận bài: 12/09/2019

Ngày chấp nhận đăng: 17/02/2020