

# KẾT HỢP GIS VÀ MÔ HÌNH HIỆU CHỈNH MẤT ĐẤT PHỔ QUÁT (RUSLE) NGHIÊN CỨU XÓI MÒN ĐẤT TỈNH ĐẮK NÔNG

PHẠM THỊ THANH HÒA, NGUYỄN MINH HẢI

*Trường Đại học Mỏ-Địa chất*

NGUYỄN THANH HÒA - *Trường Đại học Công nghệ GTVT*

**T**rong những năm gần đây, cùng với sự gia tăng dân số, nguồn tài nguyên đất đã và đang được sử dụng không hợp lý. Hàng năm, do hiện tượng xói mòn đất nên một lượng đất rất lớn ở bề mặt theo nước trôi ra sông, ra biển, nhất là ở vùng đồi núi. Sự xói mòn này đã làm mất đi chất dinh dưỡng trong đất, làm cho một số vùng trở thành hoang hóa, cằn cỗi, khả năng phục hồi rất khó khăn.

Đắk Nông nằm ở phía Nam Tây Nguyên, khí hậu nóng và mưa nhiều. Phần lớn diện tích toàn tỉnh là địa hình vùng đồi uốn lượn sóng, vùng đất bazan của tỉnh có tầng bauxite phân bố diện rộng, không giữ nước, lượng nước ngầm rất nghèo do ảnh hưởng của tầng đá mỏng, độ thấm kém, nước chủ yếu chảy trên mặt đất, đã làm tăng mức độ xói mòn đất. Trong nhiều năm, việc khai thác rừng ở Đắk Nông diễn ra rất mạnh. Việc phá rừng làm nương rẫy trên đỉnh đồi của người dân làm tăng sự rửa trôi, xói mòn đất ở sườn đồi. Do vậy, việc bảo vệ đất khỏi xói mòn đã trở thành một vấn đề cần thiết và mang tính cấp bách đối với các nhà quản lý, các nhà lập kế hoạch, đồng thời đây là một lĩnh vực nghiên cứu, một bài toán thu hút sự quan tâm của rất nhiều nhà khoa học, đặc biệt là công tác nghiên cứu định lượng xói mòn đất thông qua các mô hình tính toán, dự báo lượng đất mất đi do xói mòn.

## 1. Phương pháp nghiên cứu

Hiện nay, phương pháp sử dụng công nghệ GIS và mô hình hiệu chỉnh mất đất phổ quát RUSLE để mô hình hóa, tính toán và dự báo xói mòn được xem là phương pháp hiện đại có khả năng giải quyết những vấn đề cả ở tầm vĩ mô lẫn vi mô trong thời gian ngắn và cho kết quả đáng giá rất tin cậy.

Mô hình RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation - mô hình hiệu chỉnh mất đất phổ quát)

cập nhật thông tin của dữ liệu đầu vào và kết hợp với một số quá trình của xói mòn đất. Công thức chung của RUSLE được biểu diễn theo Renard và cộng sự (1997) [8] như sau:

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

Trong đó: A - Lượng đất mất trung bình hàng năm, tấn/ha; R - Hệ số xói mòn do dòng chảy và lượng mưa, MJ mm ha<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup>; K - Hệ số xói mòn của đất (tấn/ha trên đơn vị của R); LS - Hệ số ảnh hưởng của địa hình; C - Hệ số ảnh hưởng của độ che phủ đất và biện pháp canh tác; P - hệ số ảnh hưởng của áp dụng các biện pháp bảo tồn đất.

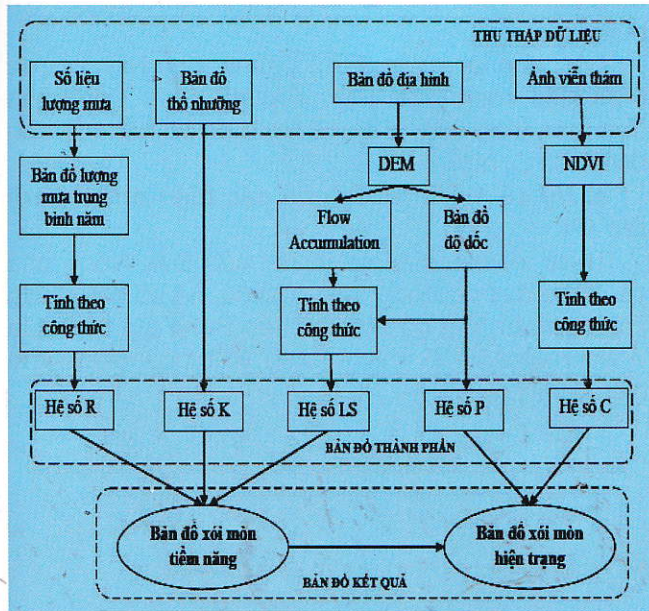
Mô hình RUSLE được phát triển trên cơ sở mô hình USLE, do đó, nó được kỳ vọng đạt được độ chính xác tương đương hoặc cao hơn và có khả năng dùng để mô phỏng xói mòn trên phạm vi lớn với các hệ số xói mòn được xác định bằng dữ liệu viễn thám. Để thành lập bản đồ xói mòn đất cho khu vực nghiên cứu theo mô hình RUSLE và GIS, cần xây dựng bản đồ hệ số R, hệ số LS, hệ số K, hệ số C, hệ số P. Sau đó tích của các bản đồ hệ số sẽ ra được các kết quả là bản đồ xói mòn tiềm năng và bản đồ xói mòn khu vực. Việc tính toán này được thực hiện bằng phần mềm ArcGIS 10.3. Tiến trình được thể hiện trong hình H.1.

## 2. Kết quả nghiên cứu

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Đắk Nông nằm ở cửa ngõ phía Tây Nam của Tây Nguyên, nằm trong vùng tọa độ từ 11°45' đến 12°50' vĩ độ Bắc và từ 107°12' đến 108°07' kinh độ Đông. Đắk Nông nằm trọn trên cao nguyên M'Nông, với độ cao trung bình từ 600 mét đến 700 mét so với mặt nước biển, cao nhất là ở Tà Đùng với độ cao lên đến 1.982 mét. Nhìn chung địa hình Đắk Nông chạy dài và thấp dần từ đông sang tây. Địa hình đa dạng, phong phú và bị chia cắt mạnh, có sự xen kẽ giữa các núi cao, với các cao

nguyên rộng lớn, dốc thoải, lượn sóng, khá bằng phẳng xen kẽ các dải đồng bằng thấp trũng.



H.1. Sơ đồ tính toán xói mòn đất theo mô hình RUSLE

**2.2. Tính toán các hệ số xói mòn**

**a. Hệ số xói mòn do mưa (R)**

R thể hiện tiềm năng gây xói mòn của mưa, cường độ mưa càng lớn và thời gian mưa càng lâu, tiềm năng xói mòn càng cao. Giá trị R thay đổi từ năm này qua năm khác, do đó giá trị trung bình nhiều năm của R thường được sử dụng. Việc xác lập công thức để tính toán cho hệ số R phụ thuộc vào từng khu vực nhất định vì mỗi vùng đều có sự khác nhau về lượng mưa, sự phân bố, tính chất mưa... Hệ số xói mòn do mưa (R) được xây dựng theo công thức của Nguyễn Trọng Hà (1996):

$$R = (0,548257 \times P - 59,5). \quad (3)$$

Trong đó: R - Hệ số xói mòn mưa trung bình năm,  $J/m^2$ ; P - Lượng mưa trung bình hàng năm, mm/năm.

Số liệu lượng mưa trung bình tại 12 trạm đo trong khu vực và vùng lân cận, trong khoảng thời gian từ 1980 đến 2009 dưới dạng Bảng Excel, được nhập vào CSDL GIS dưới dạng điểm. Từ số liệu này, tính toán được giá trị mưa trung bình năm tỉnh Đắk Nông bằng việc nội suy trên cơ sở phương pháp Kriging (H.2.a). Sau đó, ta áp dụng công thức (3), sử dụng công cụ Raster Calculator trong ArcGIS 10.3, tính toán được hệ số R của khu vực.

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. Yếu tố L và yếu tố S thường được xem xét cùng nhau. Hệ số xói mòn của địa hình (LS) được xây dựng dựa trên bản đồ độ dốc. Phương pháp tính toán dựa trên công thức như sau:

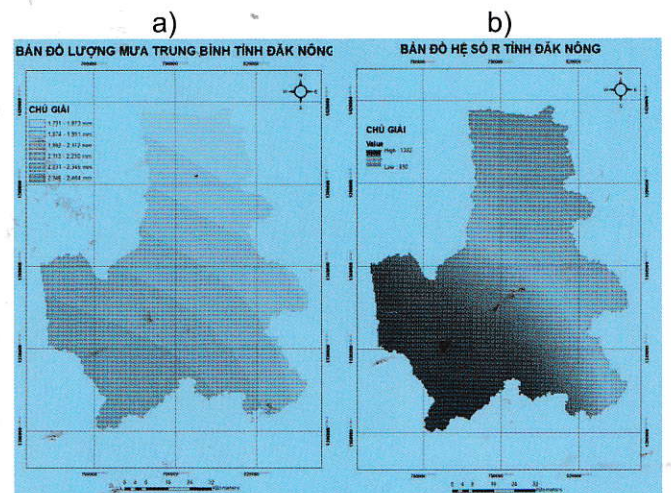
$$LS = (FA \times C / 22,13)^{0,5} \times (0,053 + 0,045 \times S + 0,0065 \times S^2) \quad (4)$$

Trong đó: FA (Flow Accumulation) - Dòng chảy tích lũy được tích dựa vào hướng của dòng chảy (Flow Direction); C (Cellsize) - Kích thước của Pixel, 30 m; S (Slope) - Độ dốc tính bằng độ.

Để tạo bản đồ hệ số LS, cần xây dựng mô hình số độ cao và bản đồ độ dốc:

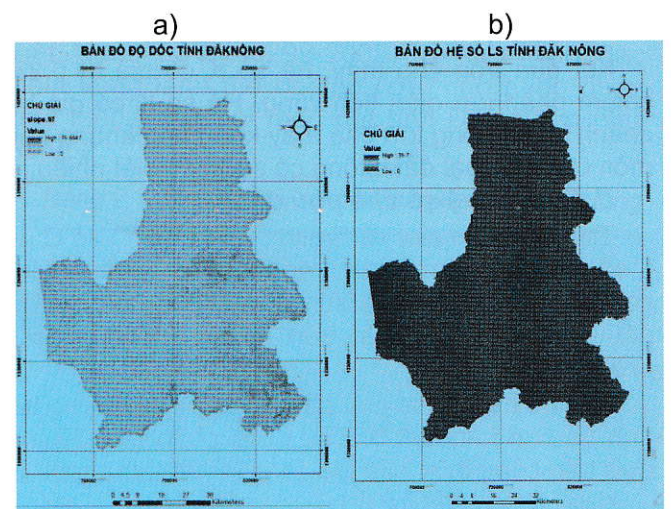
➢ Mô hình số độ cao DEM (Digital Elevation Model) là mô hình biểu diễn bằng số bề mặt địa hình, được nội suy từ bản đồ địa hình bằng module Spatial Analyst;

➢ Độ dốc là sự thay đổi theo góc nghiêng của địa hình tại điểm quan sát so với bề mặt nằm ngang. Bản đồ độ dốc được thành lập từ mô hình số độ cao DEM.



H.2. Bản đồ lượng mưa trung bình (a) và bản đồ hệ số R (b) của tỉnh Đắk Nông

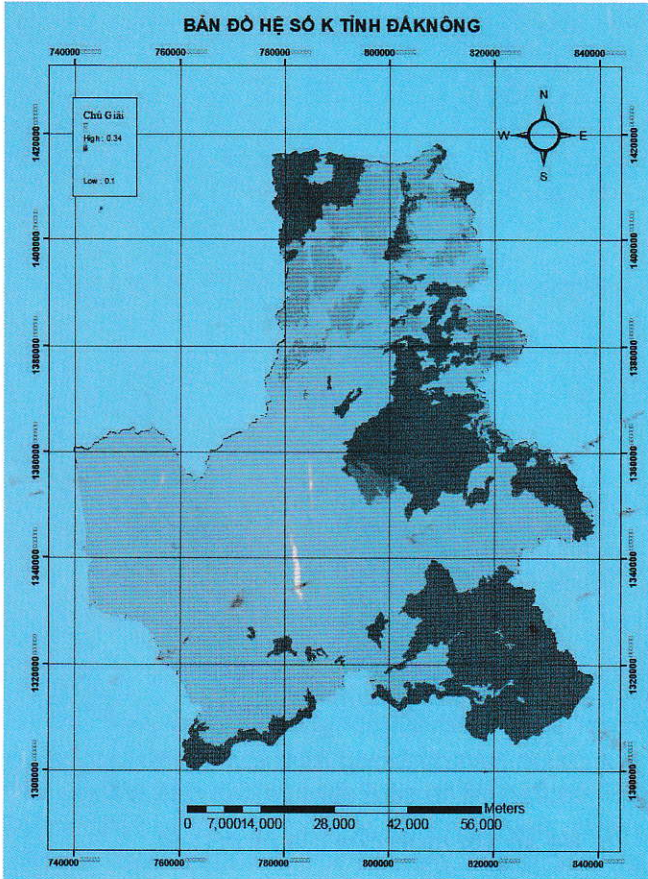
**b. Hệ số xói mòn của địa hình (LS)**



H.3. Bản đồ độ dốc (a) và bản đồ hệ số LS (b) của tỉnh Đắk Nông

**c. Hệ số kháng xói đất (K)**

Hệ số kháng xói đất (K) được xây dựng từ bản đồ thổ nhưỡng, thể hiện khả năng chống xói mòn của đất theo không gian. Hệ số K trong nghiên cứu này được tham khảo của “ Dự án điều tra đánh giá thoái hóa đất vùng Tây Nguyên phục vụ quản lý sử dụng đất bền vững” trong đó, mỗi một loại đất có một hệ số K tương ứng.



H.4. Bản đồ hệ số kháng xói đất K tỉnh Đắk Nông

Kết quả trên cho thấy, hệ số K có giá trị 0.23 chiếm phần lớn diện tích vùng. Hệ số K có giá trị chênh lệch không lớn cho thấy khả năng kháng xói mòn của các loại đất không có sự khác biệt nhiều.

**d. Bản đồ hệ số che phủ đất (C)**

Theo Wischmeier và Smith (1978) thì hệ số C là tỉ số giữa lượng mất đất trên một đơn vị diện tích có lớp phủ thực vật và sự quản lý của con người đối với lượng đất mất trên một diện tích trồng tương ứng.

Bản đồ hệ số che phủ đất (C) được xây dựng từ ảnh vệ tinh Landsat 5 ETM+, độ phân giải 30 m, dựa trên công thức của De Jong (1994) như sau:

$$C=(0,431-0,805 \times \text{NDVI}). \quad (5)$$

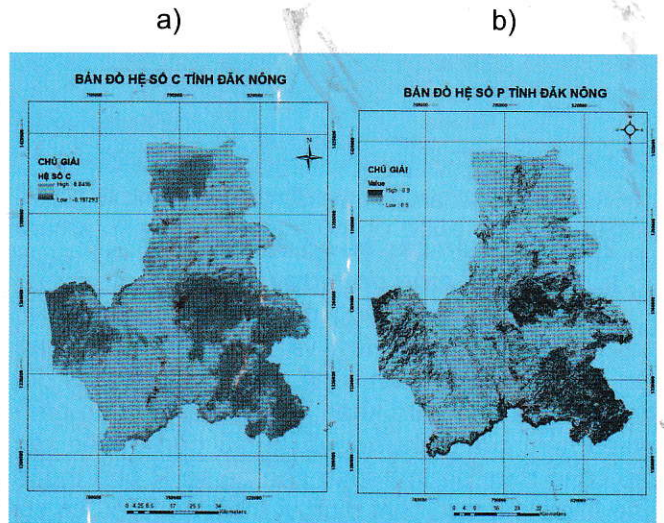
Tại đây: NDVI - Chỉ số thực vật, được tính theo công thức:  $\text{NDVI}=(\text{NIR}-\text{RED})/(\text{NIR}+\text{RED})$ ; NIR -

Cường độ phản xạ của các đối tượng trên mặt đất đối với bước sóng cận hồng ngoại; RED I- Cường độ phản xạ của các đối tượng trên mặt đất đối với bước sóng đỏ.

Các thao tác ghép ảnh, cắt ảnh, tính NDVI được thực hiện trong phần mềm ArcGIS 10.3. Tiến hành tính toán theo công thức (5), thu được kết quả bản đồ hệ số C, hình 5a.

**e. Hệ số ảnh hưởng của các biện pháp canh tác (P)**

Thực tế điều kiện canh tác của Đắk Nông chủ yếu theo đường đồng mức. Do đó, hệ số này được xây dựng từ bản đồ độ dốc theo Bảng giá trị P của Wischmeier và Smith (1978). Kết quả được thể hiện ở hình H.5.b.



H.5. Bản đồ hệ số C tỉnh Đắk Nông (a); bản đồ hệ số P tỉnh Đắk Nông (b)

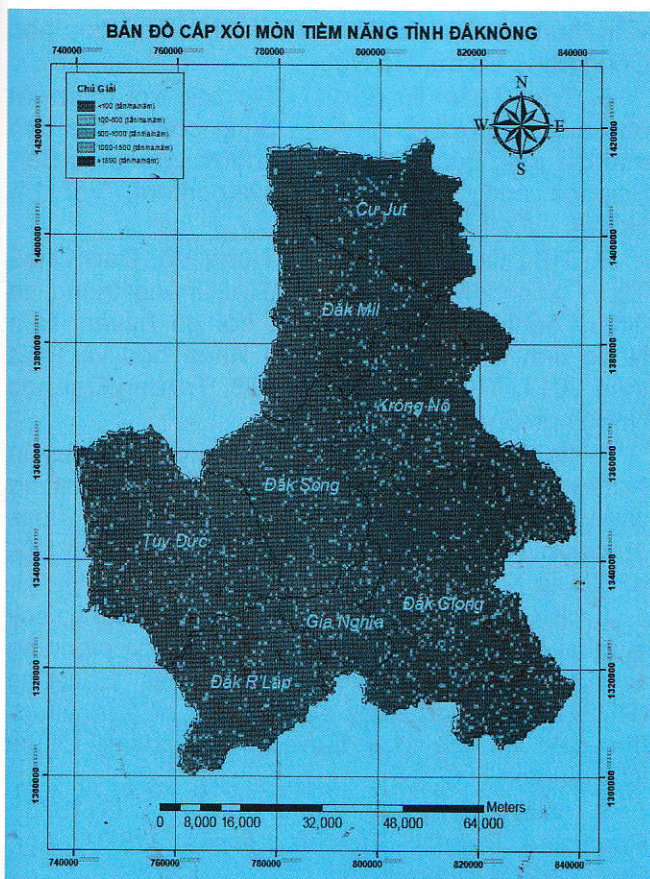
**2.3. Bản đồ xói mòn tiềm năng và xói mòn hiện trạng**

**2.3.1. Bản đồ xói mòn tiềm năng**

Bản đồ xói mòn tiềm năng nhằm thể hiện mức độ xói mòn với giả sử không có lớp phủ thực vật và các biện pháp chống xói mòn. Bản đồ này nhằm thể hiện ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên (lượng mưa, loại đất, địa hình) đến xói mòn đất. Bản đồ xói mòn tiềm năng được tính toán theo công thức:

$$A=(R \times K \times L \times S). \quad (6)$$

Hiện nay có nhiều thang phân cấp xói mòn khác nhau cho từng vùng, nhưng chưa có số liệu cụ thể và phân cấp xói mòn chung cho tất cả mọi vùng. Do đó, nhóm tác giả tham khảo theo Bảng phân cấp của Lai Vinh Cam [7] và Vũ Anh Tuấn [4] khi nghiên cứu xói mòn khu vực Tây Bắc, tiến hành phân loại xói mòn tiềm năng ở tỉnh Đắk Nông (Bảng 1).



H.6. Bản đồ xói mòn tiềm năng tỉnh Đắk Nông

Bảng 1. Phân cấp xói mòn tiềm năng tỉnh Đắk Nông

Cấp xói mòn	Lượng xói mòn tiềm năng (tấn/ha/năm)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ %
I	<100	591567.6672	91.27 %
II	100÷500	38783.3024	5.98 %
III	500÷1000	13519.1008	2.09 %
IV	1000÷1500	2997.4476	0.46 %
V	>1500	1284.6204	0.20 %

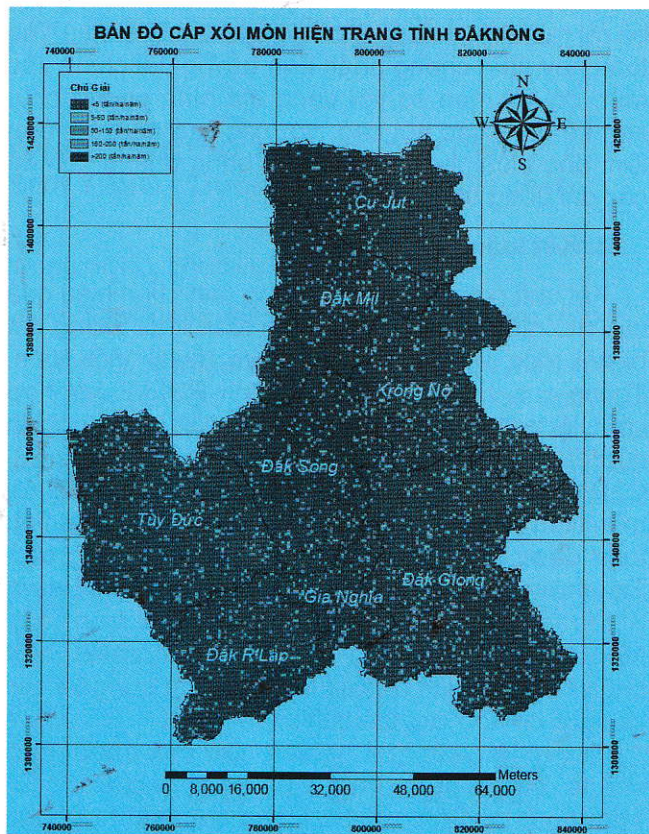
Số liệu trình bày trong Bảng 1 cho thấy, khu vực có mức độ xói mòn trung bình năm dưới 100 tấn/ha/năm chiếm diện tích lớn nhất (chiếm 91,27 % tổng diện tích tự nhiên toàn tỉnh), tiếp đến là các khu vực có mức độ xói mòn trung bình năm từ 100-500 tấn/ha/năm chiếm gần 6 % tổng diện tích tự nhiên, các khu vực có mức độ xói mòn trên 1500 tấn/ha/năm chiếm diện tích nhỏ không đáng kể.

Qua phân tích bản đồ xói mòn tiềm năng, ta có thể thấy xói mòn tiềm năng có quan hệ chặt chẽ đến yếu tố địa hình LS của khu vực. Hầu như xói mòn diễn ra trên toàn tỉnh nhưng các cấp xói mòn tiềm năng phân bố không đồng đều. Tuy nhiên xói mòn tiềm năng chỉ nói lên nguy cơ xói mòn khi chưa có

lớp phủ thực vật. Xói mòn tiềm năng xảy ra mạnh ở những khu vực có độ dốc lớn, vùng núi cao và vùng có lượng mưa trung bình lớn >2000 mm.

2.3.2. Bản đồ xói mòn hiện trạng

Bản đồ xói mòn hiện trạng thể hiện mức độ xói mòn đất khi tích bản đồ hệ số C, hệ số P với bản đồ xói mòn tiềm năng (công thức 1).



H.7. Bản đồ xói mòn hiện trạng tỉnh Đắk Nông

Căn cứ vào quy định phân cấp xói mòn hiện trạng theo tiêu chuẩn Việt Nam (Chất lượng Đất Việt Nam TCVN 5299-2009) và dựa vào đặc điểm vùng lãnh thổ nghiên cứu, cho phép phân chia hiện trạng xói mòn đất tỉnh Đắk Nông như Bảng 2.

Bảng 2. Phân cấp xói mòn hiện trạng tỉnh Đắk Nông

Cấp xói mòn	Lượng xói mòn hiện trạng (tấn/ha/năm)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ %
I	<5	571380.7872	88.36 %
II	5÷50	54841.0560	8.48 %
III	50÷150	8441.7912	1.30 %
IV	150÷200	4832.6196	0.75 %
V	>200	7157.1704	1.11 %

Kết quả tính mô hình RUSLE trên địa bàn tỉnh

Đất Nông cho thấy diện tích xói mòn cấp I (xói mòn nhẹ) chiếm diện tích lớn nhất (88.36 %), phần lớn tập trung chủ yếu vùng bằng phẳng (khi chồng xếp bản đồ độ dốc lên bản đồ xói mòn hiện trạng, thấy rằng diện tích cấp I hoàn toàn nằm trong vùng có độ dốc  $<3^{\circ}$  với diện tích 234152.3 ha, chiếm 36 % và một phần ở các cấp độ dốc khác  $<15^{\circ}$ ). Xói mòn cấp III, IV, V chiếm diện tích nhỏ, nằm phân bố rải rác trong khu vực có độ dốc lớn. Kết quả tính toán này nhìn chung phản ánh tương đối chính xác mức độ xói mòn so với dạng địa hình phong phú, xen kẽ giữa các núi cao, với các cao nguyên rộng lớn, dốc thoải, lượn sóng, khá bằng phẳng xen kẽ các dải đồng bằng thấp trũng.

### 3. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã chứng minh tính hiệu quả của mô hình RUSLE trong tính toán khối lượng đất bị xói mòn trong điều kiện thực tế tại Việt Nam. Thông qua việc sử dụng mô hình RUSLE kết hợp với GIS trong nghiên cứu xói mòn đất, nhóm nghiên cứu đã xây dựng được các bản đồ hệ số R, K, LS, C, P của tỉnh Đắk Nông, từ đó thành lập bản đồ xói mòn tiềm năng và xói mòn hiện trạng, đồng thời tính toán được khối lượng xói mòn đất theo từng cấp. Tại những vùng bằng phẳng, vùng có độ dốc dưới  $3^{\circ}$  lượng xói mòn đất không đáng kể (xói mòn yếu). Mức độ xói mòn trung bình và mạnh chiếm một phần nhỏ diện tích bề mặt lãnh thổ, tập trung tại các vùng có độ dốc lớn, thảm thực vật thưa.

Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu của đề tài mới chỉ là bước đầu, tính định lượng chưa cao. Trong các nghiên cứu tiếp theo, cần kết hợp việc sử dụng công nghệ GIS với các biện pháp xác định xói mòn ngoài thực địa để kiểm chứng, nâng cao giá trị thực tiễn của vấn đề nghiên cứu tại địa phương. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Văn Anh, Nguyễn Thị Yên Giang, Bài giảng hệ thống thông tin địa lý.
2. Nguyễn Trọng Hà (1996), Xác định các yếu tố gây xói mòn và khả năng dự báo xói mòn trên đất dốc, Luận án PTS KH-KT, trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.
3. Nguyễn Quang Mỹ, Quách Cao Yêm, Hoàng Xuân Cơ (1984), "Nghiên cứu xói mòn và thử nghiệm một số biện pháp chống xói mòn đất Nông nghiệp Tây Nguyên", Các báo cáo khoa học của chương trình điều tra tổng hợp Tây Nguyên giai đoạn 1976-1980, Hà Nội.
4. Vũ Anh Tuấn (2007), Nghiên cứu biến động hiện trạng sử dụng đất và ảnh hưởng của nó tới xói mòn lưu vực sông Trà Khúc bằng phương pháp

viễn thám và GIS, Luận án Tiến sĩ, Viện Khoa học Công nghệ Vũ trụ, Hà Nội.

5. Trần Tuấn Tú (2011), "Dự báo xói mòn đất quy mô lưu vực sông - ứng dụng công nghệ tính mất đất tổng quát (RUSLE) trên lưu vực sông Bé", Science and Technology Development, Vol 14, No.M4 - 2011.

6. Trần Quốc Vinh, Đặng Hùng Võ, Đào Châu Thu. "Ứng dụng viễn thám và hệ thống thông tin địa lý đánh giá xói mòn đất đồi gò huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ", Tạp chí Khoa học và Phát triển 2011: Tập 9, số 5: 823-833, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

7. Lai Vinh Cam (2000), "Soil erosion study in Northwest region of Viet Nam by intergrating watersheed analysis and universal soil loss equation (USLE)" Tạp chí khoa học DHQG HN, KHTN số XI.

8. K.G. Renard et al, 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). United States Department of Agriculture [for sale by the U.S Government Printing Office Washington, D.C.

9. Wischmeier W.H and Smith D.D.(1978). Predicting Rainfall Erosion Losses, USDA Agr. Res. Serv. Handbook 537.

**Ngày nhận bài:** 04-11-2016

**Ngày gửi phản biện:** 12-12-2016

**Ngày nhận phản biện:** 22-03-2017

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 08-04-2017

**Từ khóa:** xói mòn; mô hình mất đất phổ quát hiệu chỉnh (RUSLE); công nghệ GIS; bản đồ xói mòn; biện pháp chống xói mòn

### SUMMARY

There are now many studies on erosion with different methods, each with its advantages and disadvantages. The application of the RUSLE model using topography, climate, vegetation data, etc. combined with GIS technology is a modern method that can effectively assess the extent of erosion in a degraded land area and Đắk Nông area. The results of the study show that the potential erosion map and current erosion map have been established to determine the extent, location and erosion in Đắk Nông province.