

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

Trần Tuấn Tú

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 21 tháng 03 năm 2011, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 14 tháng 09 năm 2011)

TÓM TẮT: Xói mòn đất là một vấn đề môi trường nghiêm trọng ảnh hưởng đến phần lớn diện tích hệ sinh thái nông nghiệp của miền Đông Nam Bộ. Xói mòn đất không chỉ ảnh hưởng đến chất lượng đất, về năng suất nông nghiệp, mà còn làm giảm chất lượng của nước trong hồ chứa.

Nghiên cứu này được tiến hành trên lưu vực Sông Bé trong vùng Đông Nam Bộ để dự đoán tiềm năng mất đất hàng năm dựa trên công thức mất đất sửa chữa (RUSLE). Các hệ số của công thức RUSLE được tính cho lưu vực Sông Bé là: sử dụng dữ liệu khảo sát, dữ liệu đo mưa. Hệ số R- được tính theo số liệu trung bình lượng mưa hàng năm. Hệ số K- được tính toán từ bản đồ đất tỉ lệ 1/100000. Hệ số LS- được tính toán từ một mô hình số độ cao (DEM) phân giải 90m. Hệ số C xác định từ ảnh vệ tinh landsat, P không tham gia trong tính toán và gán là 1.

Từ khóa: Xói mòn đất, lưu vực Sông Bé.

1. GIỚI THIỆU

Xói mòn đất là một quá trình tự nhiên bị ảnh hưởng lớn bởi chế độ sử dụng đất và chế độ khí hậu. Xói mòn đất trở nên nghiêm trọng khi lượng đất xói mòn gia tăng và giảm năng suất canh tác đã được nghiên cứu chi tiết bởi Wischmeier và Meyer (1973) và liên tục nghiên cứu bởi nhiều tác giả Keller (1996), Renschler và Harbor (2002). Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu và quá trình sử dụng đất không hợp lý sẽ làm gia tăng quá trình xói mòn này.

Việt nam là quốc gia nông nghiệp cần có chiến lược qui hoạch bảo vệ đất để đối phó với đổi khí hậu toàn cầu. Do đó, cần những hiểu biết sâu sắc về quá trình mất đất cũng như những công cụ hiện đại dự đoán quá trình

này. Đã có nhiều công trình phát triển các mô hình phát triển để nghiên cứu quá trình xói mòn, trong đó công thức kinh nghiệm **Universal soil loss equation (USLE)** do Wischmeier và Smith (1973) và có điều chỉnh RUSLE của Renard et al. (1991, 1997) đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới [6] và ở Việt nam.

Ứng dụng công thức RUSLE đã liên tục được nghiên cứu và cải tiến theo hướng: 1) tăng độ chính xác khi tính toán các hệ số ảnh hưởng tới quá trình xói mòn; 2) khả năng thực hiện mô hình tính RUSLE trong qui mô nhỏ tới qui mô lưu vực sông bằng GIS.

Bài viết này minh họa khả năng ứng dụng công thức thực nghiệm RUSLE tính toán xói mòn trên lưu vực Sông Bé, trong đó sử dụng

Lưu vực có khí hậu nhiệt đới gió mùa, nhiệt độ từ 22°C tới 24°C (Phước Long) và lượng mưa 2200-2600 mm. Hệ thống thủy điện-thủy lợi được thiết kế hoàn chỉnh gồm thủy điện Thác Mơ, Cần Đồn, Sock Phu Miêng và Phước Hòa.

Nghiên cứu xói mòn đất trên địa bàn tỉnh Bình Phước của Hà Quang Hải (2001) [1] cho thấy quá trình xói mòn diễn ra mạnh mẽ như diện tích thuộc lưu vực (Bù Đăng, Phước Long) xói mòn trên 200 tấn/ha/năm, bên cạnh đó một số tai biến như trượt lở đất, lũ quét, nứt đất ngày càng gia tăng trên lưu vực này.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương trình mất đất phổ dụng

Công thức thực nghiệm tính xói mòn do Wischmeier đề xuất có dạng: $A = R K L S C P$ (1).

Trong đó: A=Lượng đất xói mòn trung bình trong một đơn vị diện tích (tấn/ha/năm); R: hệ số xói mòn do mưa ($10^7 Jha^{-1}$); K: hệ số tính xói mòn của đất (liên quan đến cấu trúc, thành

phần); L=Hệ số chiều dài sườn dốc (so với chiều dài sườn tiêu chuẩn 22.6m); S: hệ số độ dốc (liên quan đến độ dốc 9%); C: hệ số lớp phủ thực vật (C=1 khi đất trơ trọi); P=Hệ số sử dụng đất (liên quan với phương pháp làm đất).

Trong nghiên cứu này, mô hình tính RUSLE thực hiện trong GIS (ArcView3.3), đây là công cụ hiệu quả để tạo ra dữ liệu đầu vào cho mô hình, trong tính toán và trình bày các kết quả.

Hệ số mưa(R) được tính từ số liệu mưa trung bình năm các trạm quan trắc, K được tính từ số liệu bản đồ đất tỉ lệ tỷ lệ 1/100.000 (Phạm Quang Khánh), LS tính theo lý thuyết vận chuyển trầm tích và tính từ mô hình số độ cao (DEM).

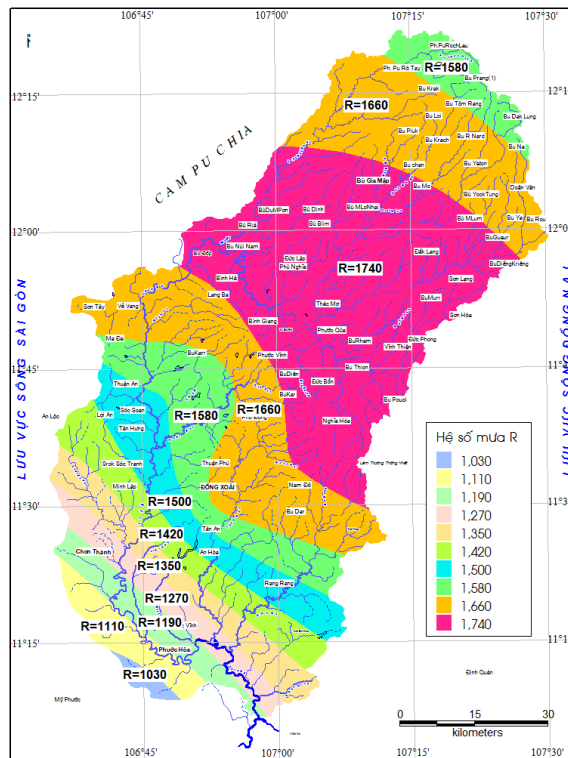
4. KẾT QUẢ VÀ NHẬN XÉT

Hệ số mưa (R)

Hệ số mưa (R) trên lưu vực Sông Bé được tính dựa trên lượng mưa trung bình hàng năm [2] và theo các công thức thực nghiệm của Roose, Morgan, Foster.(Bảng 1)

Bảng 1. Lượng mưa và hệ số R

| Lượng mưa (mm) | R |
|----------------|---------|
| 1750 | 1034,45 |
| 1850 | 1112,5 |
| 1950 | 1190,55 |
| 2050 | 1268,6 |
| 2150 | 1346,65 |
| 2250 | 1424,7 |
| 2350 | 1502,75 |
| 2450 | 1580,8 |
| 2550 | 1658,85 |
| 2650 | 1736,9 |



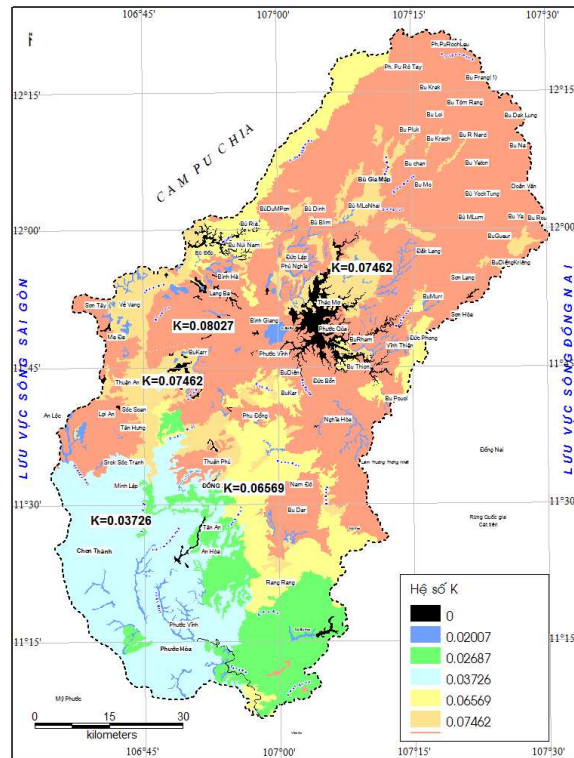
Hình 2. Vị trí vùng nghiên cứu

Hệ số đất (K)

Đất trên lưu vực Sông Bé được hình thành chủ yếu trên ba loại mẫu chất gồm: đá bazan, đá phiến sét và phù sa cổ (Bảng 2).

Bảng 2. Đặc điểm các loại đất trong lưu vực và hệ số xói mòn K

| Stt | Tên đất | Bột+cát mịn (%) | Cát (0,1-2 mm) (%) | Hữu cơ (%) | Cấu trúc | Khả năng thấm | Hệ số K |
|-----|---------|-----------------|--------------------|------------|----------|---------------|---------|
| 1 | Fk | 55 | 35 | 4 | 3 | 2 | 0,0895 |
| 2 | Fu | 60 | 35 | 4 | 2 | 3 | 0,1077 |
| 3 | Fs | 50 | 45 | 3 | 2 | 3 | 0,0904 |
| 4 | Fp | 30 | 55 | 2 | 3 | 4 | 0,0548 |
| 5 | D | 10 | 75 | 1,5 | 4 | 1 | 0,0103 |
| 6 | Nước | | | | | | 0 |

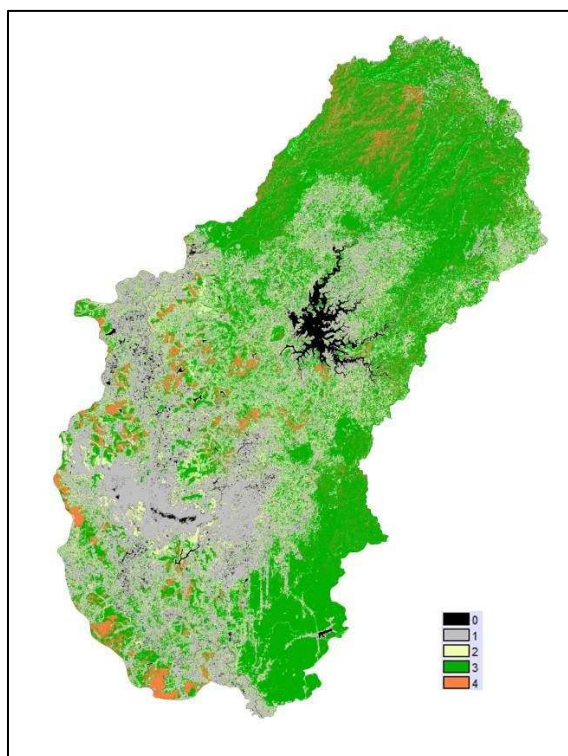


Hình 3. Hệ số xói mòn K

Hệ số lớp phủ (C)

Hệ số lớp phủ (C) trên lưu vực Sông Bé được tính để thấy tác động của lớp phủ thực vật tới quá trình xói mòn. C được tính và chuyển đổi từ

chỉ số NDVI theo kinh nghiệm và số liệu quan trắc thực địa [1]. Chỉ số NDVI tính qua hai kênh ảnh vệ tinh landsat (2004). (Hình 4).



Hình 4. Chỉ số thực vật NDVI Sông Bé

Thực vật càng dày, độ che phủ cao thì có hệ số C thấp, ngược lại thực vật thưa với độ che phủ thấp thì hệ số C lớn. Diện tích không có lớp phủ hệ số C=1.

Bảng 3. Phân loại hệ số C từ chỉ số NDVI

| STT | Loại đối tượng | NDVI | Hệ số C | Diện tích (ha) |
|-----|--|-----------|---------|-------------------------|
| 0 | Nước, ao, hồ | <0 | 0 | Diện tích ngoài lưu vực |
| 1 | Đất trống | 0-0,25 | 0,8 | 1698723,9 |
| 2 | Đất nông nghiệp cây ngắn ngày (mì, đậu phộng, ngô...) và cây công nghiệp mới trồng (1-2 năm) | 0,25-0,45 | 0,5 | 1487182,68 |
| 3 | Rừng non tái sinh, rừng trồng (cao su, trà, bạch đàn...) | 0,45-0,65 | 0,05 | 3326417,28 |
| 4 | Rừng (rừng tự nhiên, khu bảo tồn, cao su dày) | >0,6 | 0,01 | 534617,82 |

Hệ số địa hình (LS)

Trong công thức tính RUSLE, ảnh hưởng của địa hình được đại diện bằng hai hệ số L và S. Đây là hệ số có ảnh hưởng nhạy cảm nhất trong mô hình tính xói mòn. Trong tính toán được kết hợp với nhau gọi là hệ số hình thái LS. Nhược điểm tính xói mòn bằng công thức RUSLE trong qui mô lưu vực sông là:

- Thường xem xét L, S là hai chỉ số tách rời nhau và do đó không xét được hình thái địa hình địa phương ảnh hưởng tại vị trí tính xói mòn, bỏ qua sự tương tác của dòng chảy mặt và hình thái địa hình.

- Không xác định được sản lượng bồi tụ. Trong công thức (1) lượng đất xói mòn không phân biệt với lượng đất bồi tụ. Sản lượng bồi tụ là lượng đất xói mòn di chuyển tới những vị trí khác trong lưu vực cách xa vị trí đất bị xói mòn. Trong lưu vực, lượng đất xói mòn gồm xói mòn từ sườn dốc, kênh dẫn, phá hủy khối. Sản lượng bồi tụ tại một vị trí bằng lượng xói mòn mới mang tới trừ đi lượng đã tích tụ sẵn trước, theo Renard et al. (1997) RUSLE không xác định được sản lượng bồi tụ này.

Để khắc phục những yếu điểm trên, những cải tiến phương pháp tính xói mòn dựa trên tiến bộ mới ứng dụng GIS và phân tích mô hình độ cao (DEM).

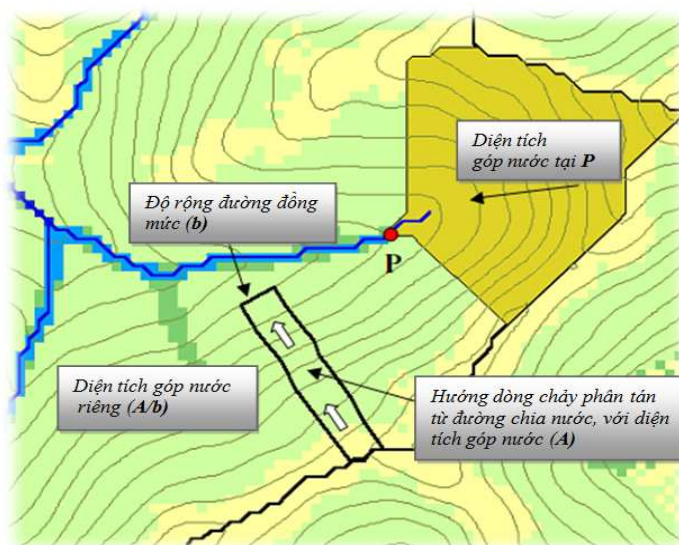
Theo G. Mendicino (1999) [5] trạng thái dốc sườn là sự tương tác, ảnh hưởng lẫn nhau của

góc dốc và chiều dài sườn và ảnh hưởng lớn tới mức độ xói mòn. Mức độ xói mòn trên những khu vực có hình thái đặc biệt có thể lượng xói mòn vượt quá nhiều so với mô hình, do vậy nghiên cứu sự ảnh hưởng của chiều dài sườn và độ dốc nhất thiết phải xem xét cùng nhau. Cải tiến này được Warren và cộng sự (1989) ứng dụng GIS ước lượng xói mòn và tính LS xem xét tới ảnh hưởng đặc điểm lồi/lõm, và nâng cấp công thức kinh nghiệm tính hệ số LS (Foster và Wischmeier 1974, Renard et al. 1991).

Những cải tiến về phương pháp tính xói mòn dựa trên lý thuyết “vận chuyển trầm tích” được nghiên cứu bởi Moore và Burch (1986), Mitasova et al. (1995, 1996), Desmet và Govers (1996), trong đó hệ số LS đã được thay thế bằng diện tích góp nước trên sườn A (Hình 2). Tính hệ số LS được dựa trên phân tích những ô lưới DEM. LS tại điểm $r=(x,y)$ trên sườn dốc là:

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

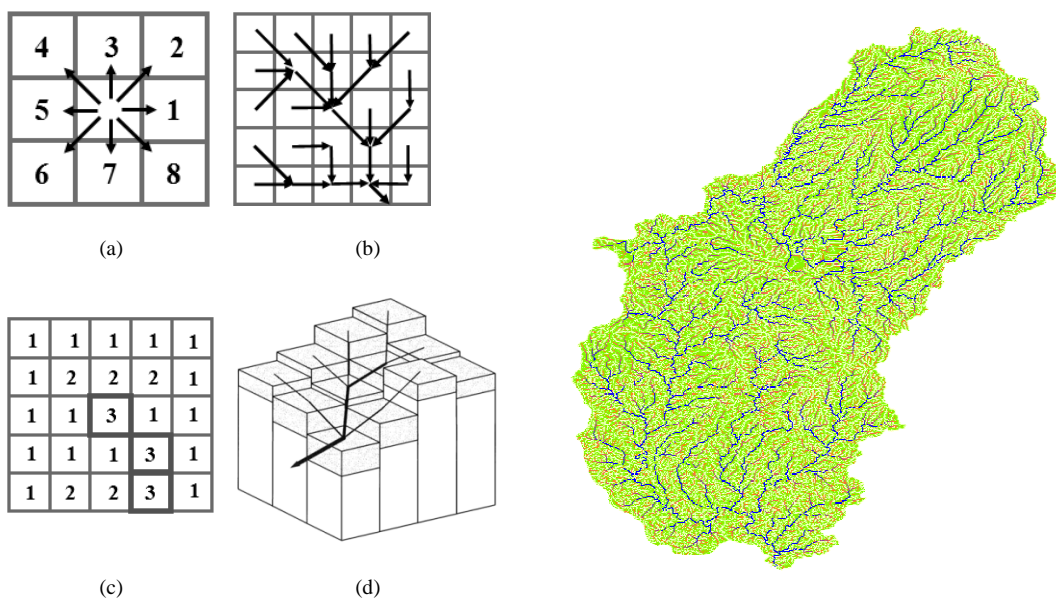
Trong đó A (thứ nguyên [m]) là diện tích góp nước trên một đơn vị chiều rộng đồng mức, b (thứ nguyên [độ]) là độ dốc địa hình, m và n là những thông số kinh nghiệm, và $a_0=22.1m=72.6ft$ là chiều dài mẫu (chuẩn) và $b_0=0.09=9\%$ là độ dốc chuẩn trong nghiên cứu mẫu USLE. Tính hệ số LS theo diện tích góp nước phản ánh tốt tác động tập trung dòng chảy ảnh hưởng tới xói mòn đất. [8]



Hình 5. Xác định trên địa hình của vùng góp nước, tập trung tại một điểm hoặc phân tán (diện tích góp nước riêng) trên một đồi dốc

Diện tích góp nước được tính qua thuật toán chiết tách mạng dòng chảy theo mô hình D8 [8]. Trong D8, hướng dòng chảy từ một ô lưới được xác định theo hướng dốc nhất địa hình từ 8 ô lưới xung quanh (Hình 6a). Trong giới hạn

của D8, mỗi dòng chảy được chiết tách từ mô hình chỉ theo một trong 8 hướng cách nhau 45° (Hình 6b). Thứ bậc dòng chảy được xác định theo luật Strahler (Hình 6 c, d).



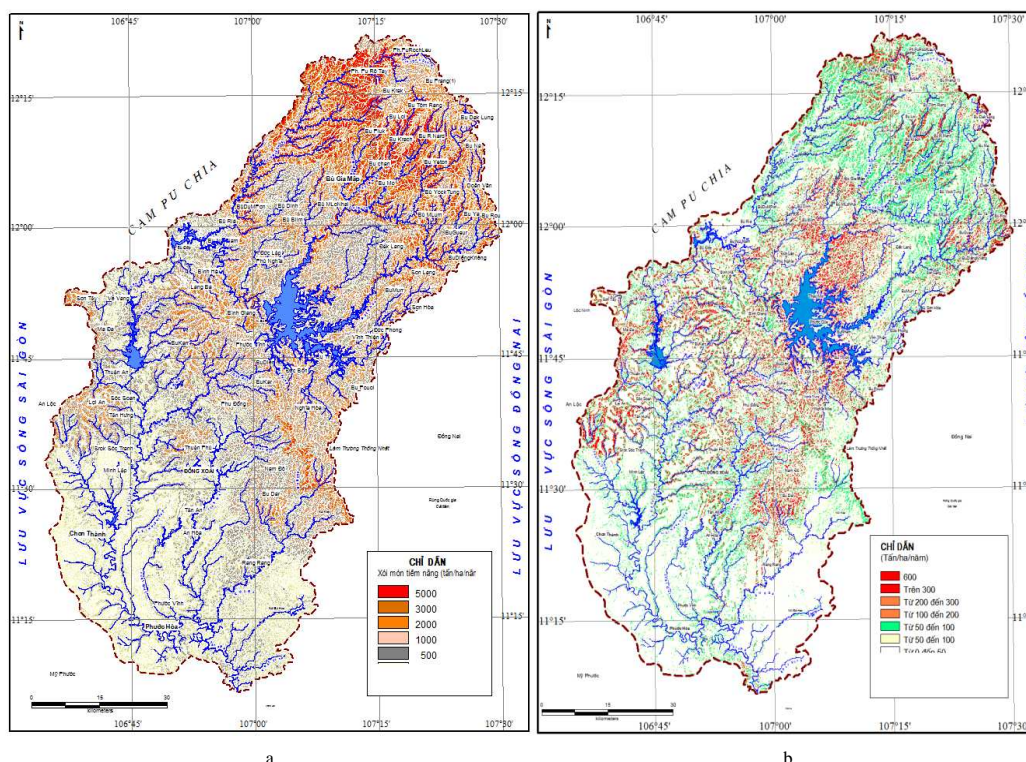
Hình 6. Mô hình D8 chiết tách mạng dòng chảy và tính diện tích tích lũy từ DEM

Kết quả xói mòn lưu vực Sông Bé

Kết quả tính xói mòn lưu vực Sông Bé gồm:

“**Bản đồ xói mòn tiềm năng**” (hình 7a) thể hiện cường độ xói mòn phân bố trong lưu vực Sông Bé phụ thuộc vào 3 chỉ số mưa (R), đất (K) và đặc biệt ảnh hưởng của hình thái địa hình qua chỉ số LS. Cho thấy: 1) trung tâm vòm

Bu Prang và sườn thung lũng Dak Huyt xói mòn 3000-5000 tấn/ha/năm. 2) Dọc theo sườn thung lũng cắt vào các vòm bazan Phước Long, Lộc Ninh, Bình Long xói mòn 2000-3000 tấn/ha/năm. 3) Phần lớn diện tích phân bố đất bazan xói mòn 1000-2000 tấn/ha/năm. 4) Trên đồng bằng aluvi cổ xói mòn 500-1000 tấn/ha/năm.



Hình 7. Bản đồ xói mòn lưu vực Sông Bé

“**Bản đồ xói mòn đất lưu vực Sông Bé**” (hình 7b) trong đó có tính tới ảnh hưởng của lớp phủ thực vật (hệ số C). Cho thấy một bức tranh thay đổi 1) phần lớn diện tích phân bố đất bazan, cường độ xói mòn trên 300 tấn/ha/năm; 2) phần Đông Bắc lưu vực cường độ xói mòn 100-200 tấn/ha/năm. Dọc các thung lũng cấp 5 như Dak Huyt, Dak RLap, Dak Glun cường độ

xói mòn lớn hơn 300 tấn/ha/năm; 3) diện tích đồng bằng aluvi, cường độ xói mòn 50-100 tấn/ha/năm. Dọc theo các thung lũng sông cường độ xói mòn 100-200 tấn/ha/năm.

5. KẾT LUẬN

Theo kết quả tính, xói mòn tiềm năng lưu vực là rất lớn, diện tích có cường độ xói mòn tiềm năng cao 3000-5000 tấn/ha/năm tập trung

trên trung tâm vòm Bu Prang tương ứng nơi có độ dốc và phân cắt sâu cao. Trên các vòm bazan có mức xói mòn tiềm năng 2000-3000 tấn/ha/năm.

Hệ số C có ảnh hưởng lớn tới cường độ xói mòn, cụ thể là ở khu vực phát triển cây công nghiệp như điều, cà phê có cường độ xói mòn mạnh nhất (trên 200 tấn/ha/năm). Những nơi có độ dốc và độ phân cắt cao như ở vòm Bu Prang với mức xói mòn tiềm năng 3000-5000 tấn/ha/năm nhưng với lớp phủ thực vật dày nên có cường độ xói mòn thấp hơn (trong khoảng 100-200 tấn/ha/năm). Kết quả cho thấy mức độ xói mòn phân bố xói mòn trong không gian lưu vực (mức tiềm năng và mức có tính lớp phủ) thấy tầm quan trọng **bảo vệ lớp phủ thực vật** trên vùng thượng lưu Sông Bé (vòm BuRrang) hiện nay đang bị tàn phá, **phát triển lớp phủ**

trên các vòm Bazan (Lộc Ninh, Phước Long) trước nguy cơ ảnh hưởng biến đổi khí hậu.

Phương pháp tính RUSLE tích hợp trong GIS là mô hình hiện đại để tính chỉ số LS phản ánh tốt thực tế ảnh hưởng của dòng chảy, đơn giản và nhanh chóng. GIS và viễn thám được sử dụng kết hợp trong tính tai biến xói mòn cung cấp thông tin định lượng bằng cường độ xói mòn tại từng vị trí trên lưu vực. Điều quan trọng là xác định được những diện tích có nguy cơ tai biến xói mòn cao, từ đó cần thiết xác lập những hoạt động nhằm giảm thiểu tai biến này.

Về lâu dài, trong tương lai nên nghiên cứu phát triển một mô hình dự báo mất đất được thiết kế để tính toán mất đất lưu vực trong điều kiện nhiệt đới, vùng cao. Điều này rất cần thiết để nghiên cứu các động thái cảnh quan.

SOIL EROSION PREDICTION AT THE BASIN SCALE USING THE REVISED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (RUSLE) IN A SONGBE'S BASIN

Tran Tuan Tu

University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT: Soil water erosion is a serious environmental problem affecting large areas of the agricultural ecosystem in Nambo Eastern. Soil erosion not only affects soil quality, in terms of agricultural productivity, but also reduces the availability of water in reservoirs.

This study was conducted in the Song Be watershed in Nambo Eastern, to predict potential annual soil loss using the revised universal soil loss equation (RUSLE). The RUSLE factors were calculated for the Song Be watershed: using survey data and rain gauge measurement data. The R-factor was calculated from annual precipitation data. The K-factor was calculated from soil map scale

1/100000. The LS topographic factor was calculated from a 90 m digital elevation model. The C-factor was calculated from Landsat image. P-factor in absence of detailed data, were set to 1.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hà Quang Hải và nnk. Báo cáo nghiên cứu xói mòn, đề xuất các giải pháp phục hồi sinh thái vùng đất trống, đồi trọc tỉnh Bình Phước, Sở KH-CN& MT Tỉnh Bình Phước.(2001).
- [2]. Phân viện khí tượng thủy văn & môi trường phía nam, Phân tích diễn biến chế độ dòng chảy ở hạ lưu Sông Bé sau khi có công trình thủy điện Thác Mơ, báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp bộ năm 2003-2005. (2005).
- [3]. Trần Tuấn Tú, “Địa mạo định lượng lưu vực Sông Bé”, *Luận án tiến sĩ địa chất*, ĐH Bách khoa Tp. HCM.(2009).
- [4]. Holger Schäuble, HydroTools 1.0 for ArcView 3.x, Institute of Applied Geosciences, Schnittspahnstrasse 9, 64287 Darmstadt, (2003).
- [5]. Mendicino, G. Sensitivity Analysis on GIS Procedures for the Estimate of Soil Erosion Risk, Vol. 20, pp. 231–253, 1999. In: Natural Hazards. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. (1999).
- [6]. Morgan R.P.C. Soil Erosion & Conservation, Longman, (1996).
- [7]. Onori F., Bonis P. D., Grauso S., Soil erosion prediction at the basin scale using the revised universal soil loss equation (RUSLE) in a catchment of Sicily (southern Italy), Environ Geol 50: 1129–1140, (2006).
- [8]. Tarboton D. G. Rainfall-runoff processes, Utah State University. (2003).