

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS THÀNH LẬP BẢN ĐỒ PHÂN CẤP XÓI MÒN ĐẤT TẠI HUYỆN VĂN BẢN, TỈNH LÀO CAI

Kiều Quốc Lập

Trường Đại học Khoa học – ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS thành lập bản đồ phân cấp xói mòn đất do mưa tại huyện Văn Bản, tỉnh Lào Cai dựa trên công thức của phương trình mất đất phổ dụng USLE. Mục tiêu của nghiên cứu là xác định không gian các mức độ xói mòn đất do các yếu tố tác nhân ngoại cảnh. Bản đồ phân cấp xói mòn đất của huyện Văn Bản được xây dựng trên cơ sở của 5 bản đồ hệ số, bao gồm bản đồ hệ số che phủ đất; bản đồ hệ số xói mòn do mưa; bản đồ hệ số kháng xói mòn của đất; bản đồ hệ số xói mòn của địa hình và bản đồ hệ số do biện pháp canh tác. Kết quả nghiên cứu đã xác định được các mức xói mòn: xói mòn rất mạnh, mạnh, trung bình, nhẹ và không xói mòn. Trong đó, diện tích đất xói mòn chiếm 52,24% diện tích đất tự nhiên của huyện Văn Bản. Kết quả nghiên cứu giúp chính quyền địa phương và người sử dụng đất có kế hoạch áp dụng các biện pháp chống xói mòn đất một cách hiệu quả.

Từ khóa: Xói mòn đất; phân cấp; USLE; GIS; Văn Bản

Ngày nhận bài: 19/8/2019; **Ngày hoàn thiện:** 12/9/2019; **Ngày đăng:** 20/9/2019

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGY INTO HIERARCHICAL MAPPING OF SOIL EROSION IN VAN BAN DISTRICT, LAO CAI PROVINCE

Kieu Quoc Lap

University of Sciences - TNU

ABSTRACT

This study applied GIS technology in establishing a hierarchical map of soil erosion due to rain in Van Ban district, Lao Cai province based on the formula of the universal land loss equation of USLE, including 5 system maps: map of land cover coefficient; map of rain erosion coefficient; soil erosion resistance map; map of erosion coefficient of terrain and coefficient map due to cultivation measures. The research objective is to identify spatial levels of soil erosion at the study area. Research results have identified erosion levels: erosion is very strong, strong, medium, light and does not erode. In which the area of eroded land accounts for over 52.24% of natural land area. The results would help local authorities and land users plan to apply measures to effectively prevent soil erosion.

Keywords: Erosion; hierarchy; USLE; GIS; Van Ban

Received: 19/8/2019; **Revised:** 12/9/2019; **Published:** 20/9/2019

1. Giới thiệu

Xói mòn là hiện tượng các phần tử mảnh, cục và có khi cả lớp bề mặt đất bị bào mòn, cuốn trôi do sức gió và sức nước [1]. Xói mòn đất do mưa được coi là nguyên nhân chính gây thoái hóa tài nguyên đất tại các vùng đồi núi. Xói mòn đất là một hiện tượng tự nhiên, nhưng do các hoạt động của con người đã làm cho hiện tượng này diễn ra ngày càng nghiêm trọng. Mỗi năm, ở vùng đồi núi nước ta bị mất đi một khối lượng đất khổng lồ do hiện tượng xói mòn. Theo số liệu thống kê hiện trạng sử dụng đất năm 2018 cho thấy, Việt Nam có khoảng 26 triệu hecta đất dốc, nguy cơ xói mòn và rửa trôi rất lớn, khoảng 12 tấn/ha/năm (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2018). Các công trình nghiên cứu về xói mòn đất đều đưa ra 5 yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn đất bao gồm: lượng mưa, địa hình, loại đất, lớp phủ và biện pháp canh tác [2,3,4]. Phương pháp thực nghiệm đo đạc để xác định lượng đất bị xói mòn có độ chính xác cao, nhưng đòi hỏi nhiều thời gian, tốn kém và chỉ phản ánh trong từng khu vực cụ thể.

Có nhiều hướng tiếp cận và phương pháp khác nhau được vận dụng trong nghiên cứu xói mòn đất. Xu hướng phổ biến hiện nay là nghiên cứu xói mòn theo hướng mô hình hóa nhằm diễn tả động lực của quá trình xói mòn và nghiên cứu xói mòn kết hợp với các khoa học khác, chủ yếu để tìm hiểu quá trình cũng như tác động của xói mòn lên môi trường, từ đó đề xuất được các biện pháp chống xói mòn khả thi. Nhiều mô hình tính toán lượng đất tổn thất do xói mòn được phát triển dựa trên phương trình USLE để áp dụng cho nhiều khu vực trên thế giới như: mô hình MUSLE (William, 1975, Wischmeier, 1978), mô hình ANSWERS (Beasley, 1980), mô hình SLEMSA (Elwell, 1981), mô hình SOLOSS (Rosewell, 1993), mô hình RUSLE (Renard, 1997) [5]. Các mô hình này có ưu điểm là tính toán và định lượng được các yếu tố liên quan đến xói mòn đất. Tuy nhiên, hạn chế của các mô hình này là khó khăn trong chồng xếp

không gian và tính toán lượng đất xói mòn theo từng đơn vị đất. Ứng dụng Hệ thống thông tin địa lý (GIS) cho phép khắc phục hạn chế về mô phỏng không gian. Công nghệ GIS cho phép thành lập các lớp bản đồ thành phần, chồng lớp các yếu tố xói mòn và thành lập bản đồ phân cấp xói mòn đất.

Văn Bàn là một huyện miền núi nằm phía Đông Nam tỉnh Lào Cai, có địa hình nhiều đồi núi bị chia cắt mạnh. với hệ thống sông, suối dày đặc. Diện tích đất dốc so với tổng diện tích đất tự nhiên tương đối lớn, kết hợp khí hậu nhiệt đới gió mùa, lượng mưa trung bình năm lớn nên hoạt động xói mòn đất tại huyện Văn Bàn diễn ra khá phức tạp. Đó đó, việc nghiên cứu, sử dụng công nghệ GIS để phân tích không gian và thành lập bản đồ phân cấp xói mòn đất là cơ sở để chọn phương pháp kiểm soát và hạn chế xói mòn hiệu quả, đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế và giảm thiểu tác động đến môi trường.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu đã thu thập, kế thừa và sử dụng dữ liệu bản đồ thổ nhưỡng, dữ liệu bản đồ rà soát ba loại rừng năm 2017 từ nguồn dữ liệu kiểm kê và lưu trữ của Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Văn Bàn, năm 2018. Các bản đồ được chuẩn hóa hệ tọa độ VN 2000 múi chiếu 60, tỷ lệ 1:100.000. Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat về lớp phủ thảm thực vật được thu thập trực tuyến từ nguồn Landviewer (địa chỉ truy cập: <https://eos.com/landviewer/>) Số liệu lượng mưa được thu thập từ các trạm khí tượng thủy văn giai đoạn 2010-2017 trên địa bàn huyện Văn Bàn và khu vực phụ cận.

Ngoài ra, nghiên cứu kế thừa số liệu phân tích 30 mẫu diện đất trên địa bàn huyện Văn Bàn, của 12 loại đất với các đặc điểm về thành phần cơ giới, độ dày tầng đất, đặc tính lý, hóa của đất; các báo cáo liên quan đến hiện trạng sử dụng đất của khu vực nghiên cứu được thu thập phục vụ việc tính toán các hệ số xói mòn do mưa, hệ số che phủ đất [6].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, nhiều phương pháp khác nhau đã được sử dụng phối hợp, như: phương pháp thu thập dữ liệu thống kê, phương pháp khảo sát thực địa, phương pháp sử dụng mô hình, phương pháp ứng dụng công nghệ GIS.

Trong quá trình thành lập bản đồ phân cấp xói mòn đất cho huyện Văn Bàn, nghiên cứu đã sử dụng phương trình mất đất phổ dụng để tính toán lượng đất mất do xói mòn: $A=R.K.L.S.C.P$ (Wischmeier, Smith, 1978) [3]. Trong đó, A là lượng đất xói mòn (tấn/ha/năm); R là hệ số xói mòn do mưa; K là hệ số kháng xói của đất; LS là hệ số xói mòn của địa hình; C là hệ số ảnh hưởng của lớp phủ đến xói mòn đất; P là hệ số ảnh hưởng của các biện pháp canh tác đến xói mòn đất. Lượng đất xói mòn được tính toán trên cơ sở các bản đồ hệ số xói mòn trong phần mềm ArcGIS 10.4. Trong nghiên cứu, các hệ số R, K, LS, C, P được tính toán như sau:

- Hệ số xói mòn do mưa (R): $R = 0,548257.P - 59,5$. P là lượng mưa trung bình hàng năm (mm/năm). Lượng mưa trung bình hàng năm tại huyện Văn Bàn được tính theo phương pháp nội suy không gian có trọng số bằng công cụ Kriging.

- 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. Trong nghiên cứu này, sử dụng bản đồ thổ nhưỡng kết hợp phương pháp toán đồ để xác định hệ số K cho từng loại đất.

- Hệ số xói mòn của địa hình (LS) được xây dựng dựa trên bản đồ độ dốc. $LS = (FlowAccumulation \times cellsize/22,13) \times 0,6 - x$ ($Sin(Slope) \times 0,01745$)/0,09) $1,3 \times 1,6$ (Mitasova, 1996). Trong đó: FlowAccumulation là dòng chảy tích lũy được tính dựa vào hướng của dòng chảy; cellsize là kích thước của các pixel, trong nghiên cứu này Cellsize = 30*30m; Slope là độ dốc của địa hình.

- Bản đồ độ dốc được thành lập từ mô hình số độ cao DEM, độ phân giải 30m, được xây dựng theo phương pháp nội suy bề mặt Spline từ bản đồ địa hình. Theo đó, hệ số ảnh hưởng của các biện pháp canh tác (P) được xác định bằng cách tra bảng do Hội Khoa học đất Quốc tế xây dựng năm 1995 và so sánh với điều kiện thực tế của huyện Văn Bàn. Bản đồ hệ số che phủ đất (C) được xây dựng thông qua việc tính chỉ số lớp phủ thực vật NDVI.

3. Kết quả và bàn luận

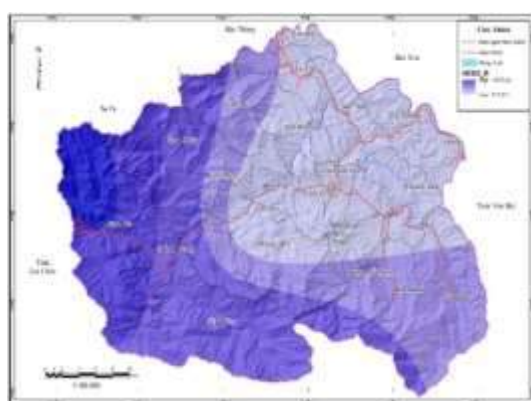
3.1. Kết quả ứng dụng GIS xây dựng các bản đồ hệ số xói mòn đất huyện Văn Bàn

3.1.1. Bản đồ hệ số R

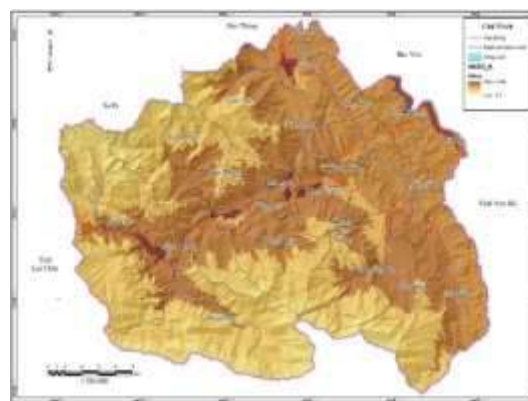
Số liệu lượng mưa trung bình hàng năm của 6 trạm đo mưa (Dương Quỳ, Minh Lương, Ngòi Nhù, Văn Bàn, Mù Căng Chải, Than Uyên, Sa Pa) trong giai đoạn 2010-2017 được thu thập và nhập vào cơ sở dữ liệu GIS. Từ số liệu này, tiến hành nội suy đường đẳng trị lượng mưa bằng phương pháp nội suy không gian Kriging và phân tích không gian bằng phần mềm ArcGIS 10.4, tính toán nội suy và áp dụng công thức để thành lập bản đồ hệ số R (Hình 1.a). Bản đồ hệ số R cho thấy lượng mưa trung bình năm tại huyện Văn Bàn phân cấp khá rõ theo chiều giảm dần từ Tây sang Đông. Hệ số R cao nhất phân bố ở khu vực chân dãy núi Hoàng Liên Sơn giáp ranh tỉnh Lai Châu. Hệ số R thấp nhất thuộc khu vực Đông Bắc giáp huyện Bảo Yên.

3.1.2. Bản đồ hệ số K

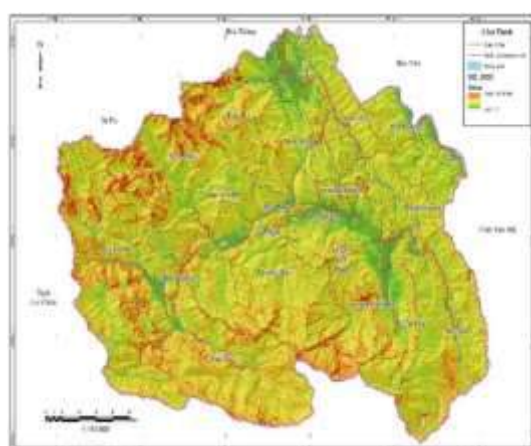
Từ bản đồ thổ nhưỡng huyện Văn Bàn, tính toán và gán hệ số K cho từng loại đất, sử dụng phần mềm ArcGIS, raster hóa thu được bản đồ hệ số K (Hình 1.b). Kết quả cho thấy, tại huyện Văn Bàn hệ số K có giá trị dao động từ 0,1 đến 0,44, trong đó giá trị từ 0,23 – 0,28 chiếm phần lớn diện tích vùng (58,33%). Hệ số kháng xói mòn đất huyện Văn Bàn có sự phân hóa theo không gian. Khu vực trung tâm và phía Đông Bắc của huyện có hệ số cao. Khu vực Tây Bắc và Tây Nam thuộc các xã Nậm Chày, Nậm Xé, Nậm Xây có hệ số chống xói mòn khá thấp.



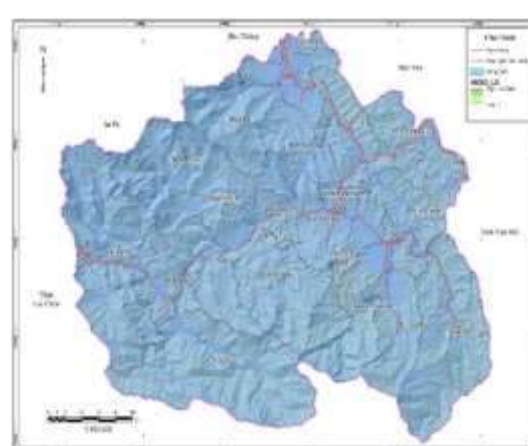
a) Bản đồ hệ số R



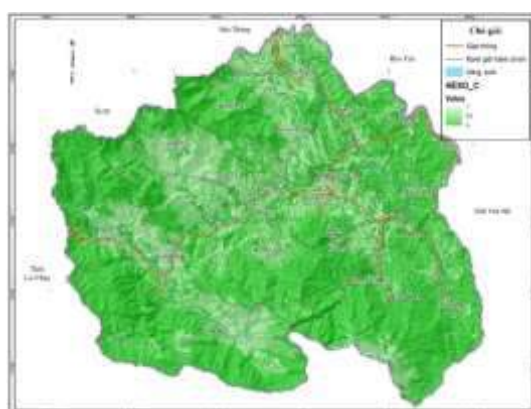
b) Bản đồ hệ số K



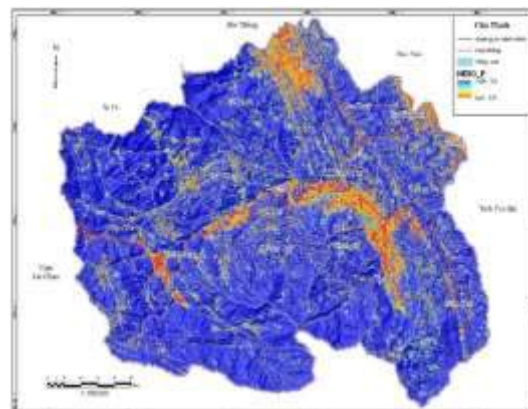
c) Bản đồ độ dốc



d) Bản đồ hệ số LS



e) Bản đồ hệ số C



f) Bản đồ hệ số P

Hình 1. Các bản đồ hệ số xói mòn đất huyện Văn Bàn, tỉnh Lào Cai

3.1.3. Bản đồ hệ số LS

Hệ số LS thể hiện ảnh hưởng của địa hình đến xói mòn đất. Hệ số LS được xác định bằng phép phân tích không gian từ mô hình độ cao số DEM. Áp dụng công thức tính toán hệ số

chiều dài và hệ số độ dốc, tạo thành lớp hệ số địa hình cho huyện Văn Bàn. Mô hình DEM được xây dựng từ bản đồ địa hình huyện Văn Bàn tỉ lệ 1:100.000 qua đó xác định được độ dốc địa hình, hướng sườn và hướng dòng

chảy. Sử dụng công thức toán Mitasova tạo lớp hệ số địa hình LS lưu trữ trong cơ sở dữ liệu GIS. Kết quả thu được bản đồ độ dốc (Hình 1.c) và bản đồ hệ số LS (hình 1.d). Hệ số LS tại huyện Văn Bàn dao động từ 0 - 46,7. Khu vực có hệ số LS cao xuất hiện ở các độ dốc trên 40^0 và tập trung ở các xã Nậm Chày, Dền Thàng, Nậm Xé, Minh Lương, Nậm Xây. Các khu vực có hệ số chiều dài sườn dốc và độ dốc thấp tại các xã Võ Lao, Văn Sơn, Khánh Yên Hạ, thị trấn Khánh Yên.

3.1.4. Bản đồ hệ số C

Từ ảnh vệ tinh Landsat, xây dựng bản đồ hiện trạng lớp phủ thực vật, đánh giá và gán trị số C cho từng dạng thảm thực vật tương đồng thu được bằng hệ số C khu vực huyện Văn Bàn. Trong đó, khu vực rừng tự nhiên có hệ số C từ 0,001 đến 0,171. Khu vực rừng hỗn giao hệ số C là 0,01. Khu vực rừng trồng có hệ số C giao động từ 0,4 đến 0,76 tùy thuộc vào trữ lượng và diện tích che phủ. Khu vực đất trống, đồi trọc có hệ số C bằng 1. Quá trình xử lý raster hóa trên phần mềm ArcGIS thu được bản đồ hệ số C (Hình 1.e).

3.1.5. Bản đồ hệ số P

Thực tế điều kiện canh tác trên đất đồi gò của huyện Văn Bàn chủ yếu theo đường đồng mức, vì vậy giá trị P được xây dựng trên mô hình DEM, trích xuất bản đồ độ dốc, gán giá trị P theo độ dốc và raster hóa không gian GIS. Kết quả xây dựng bản đồ hệ số P tại huyện Văn Bàn cho thấy sự phân hóa theo độ dốc và phương pháp canh tác. Khu vực có độ dốc dưới 8^0 thì hệ số P dao động từ 0,4 - 0,6, phương thức canh tác chủ yếu là nương rẫy và ruộng bậc thang. Khu vực có độ dốc từ 8^0 - 25^0 thì hệ số P từ 0,6 - 0,9, phương thức canh tác theo đai băng là chủ yếu (Hình 1.f).

3.2. Kết quả ứng dụng công nghệ GIS xây dựng bản đồ phân cấp xói mòn đất huyện Văn Bàn, tỉnh Lào Cai

Bản đồ phân cấp xói mòn đất huyện Văn Bàn được thành lập trên cơ sở chồng xếp, phân tích các lớp dữ liệu bản đồ đơn tính. Sử dụng công cụ phân tích không gian Spatial Analysis trong ArcGIS, chồng xếp 5 lớp thông tin bản đồ các hệ số R, hệ số K, hệ số LS, hệ số C và hệ số P. Bản đồ phân cấp mức độ xói mòn đất huyện Văn Bàn được xây dựng trên từng giá trị pixel (Hình 2). Việc đánh giá mức độ xói mòn của khoanh đất được dựa vào lượng đất mất/ha/năm. Căn cứ vào quy định phân cấp hiện trạng xói mòn theo tiêu chuẩn Việt Nam (chất lượng đất Việt Nam, TCVN 5299 – 2009), khu vực huyện Văn Bàn chia thành 5 cấp xói mòn: không bị xói mòn (thấp hơn 1 tấn/ha/năm), xói mòn nhẹ (1-5 tấn/ha/năm), xói mòn trung bình (5-10 tấn/ha/năm), xói mòn mạnh (10-50 tấn/ha/năm), xói mòn rất mạnh (trên 50 tấn/ha/năm).

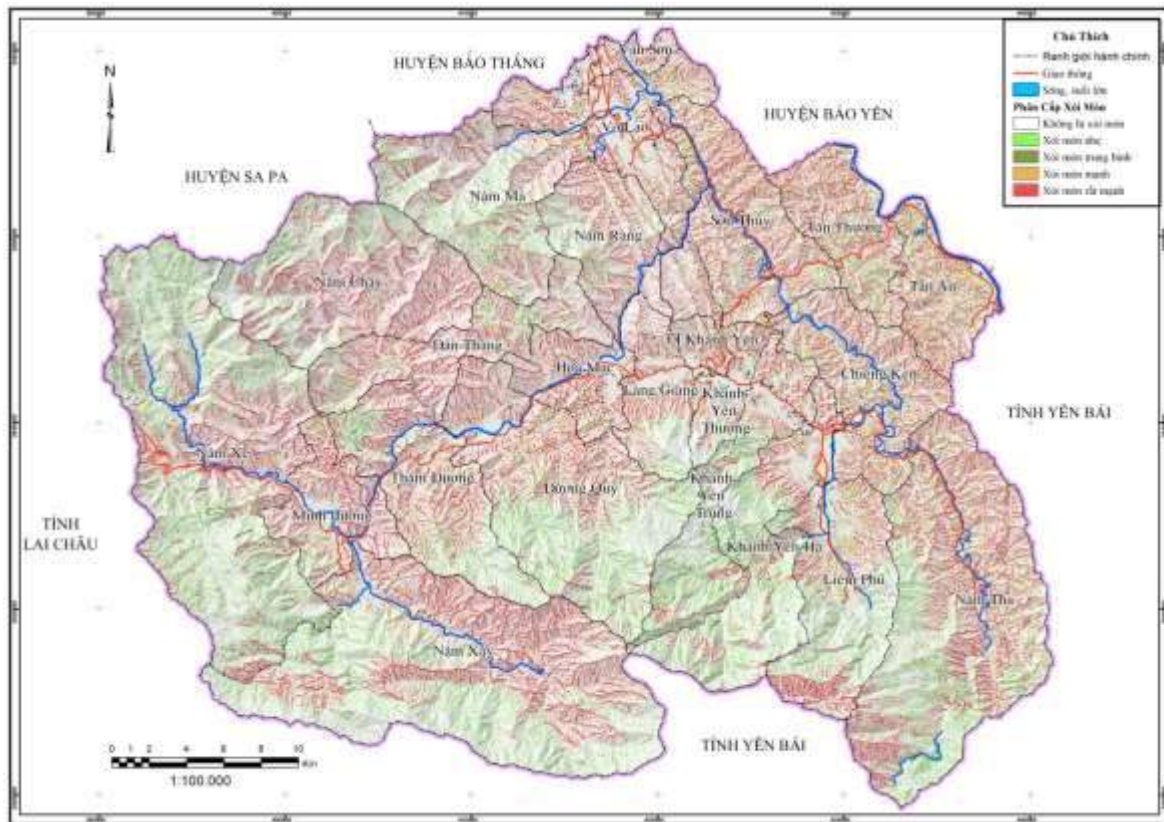
Từ kết quả chồng xếp các bản đồ chuyên đề, xác định được diện tích đất bị xói mòn trên địa bàn huyện Văn Bàn là 74.214,62 ha, chiếm 52,24% diện tích tự nhiên (Bảng 1).

Đất bị xói mòn ở mức rất mạnh là 16.300,0 ha, chiếm 11,55% tổng diện tích tự nhiên, phân bố nhiều ở các xã: Dương Quỳ, Thẩm Dương, Nậm Chày, Dền Thàng, Minh Lương, Nậm Xây. Đất bị xói mòn rất mạnh tập trung ở đất đồi núi trồng cây hàng năm (lúa nương, sắn, ngô), đất đồi núi chưa sử dụng (cỏ dại, cây bụi), đất rừng bị khai thác lấy gỗ và chuyển đổi mục đích sử dụng đất sang trồng lúa nương, sắn, ngô, cây công nghiệp hoặc chuyển đổi sang mục đích xây dựng, khai thác khoáng sản và rừng nghèo mới tái sinh.

Bảng 1. Diện tích và tỷ lệ các mức độ xói mòn đất tại huyện Văn Bàn

Các mức độ xói mòn	Rất mạnh	Mạnh	Trung bình	Nhẹ	Không xói mòn
Diện tích (ha)	16.300,00	11.800,48	19.197,83	26.916,31	68.130,84
Tỷ lệ (%)	11,55	8,29	13,49	18,91	47,76

(Nguồn: phân tích dữ liệu GIS)



Hình 2. Bản đồ phân cấp xói mòn đất huyện Văn Bàn, tỉnh Lào Cai

Đất bị xói mòn ở mức mạnh là 11.800,48 ha, chiếm 8,29% tổng diện tích tự nhiên, phân bố nhiều ở các xã: Tân An, Tân Thượng, Chiềng Ken, Nậm Tha, Hòa Mạc. Phần lớn diện tích đất bị xói mòn mạnh tập trung ở phần đất rừng bị khai thác lấy gỗ và đất chuyển đổi mục đích sử dụng đất sang trồng hoa màu và cây công nghiệp.

Đất bị xói mòn ở mức trung bình là 19.197,83 ha, chiếm 13,49% diện tích tự nhiên, phân bố ở các xã: Nậm Mả, Khánh Yên Thượng, Khánh Yên Hạ. Khu vực có đất bị xói mòn ở mức trung bình xuất hiện trên đất đồi núi trồng cây hàng năm (sắn, ngô, lúa nương), đất đồi núi chưa sử dụng, đất rừng bị khai thác lấy gỗ và đất rừng nghèo có độ dốc từ 450 – 600.

Đất bị xói mòn ở mức nhẹ có diện tích 26.916,31 ha, chiếm 18,91% diện tích đất tự nhiên. Diện tích đất bị xói mòn nhẹ phân bố ở hầu hết các xã, chủ yếu tập trung vào đất đồi núi trồng cây hàng năm khác (sắn, ngô), đất

trồng cây lâu năm (quế), đất trồng lúa, đất đồi núi chưa sử dụng và đất rừng sản xuất.

Từ kết quả xây dựng bản đồ phân cấp xói mòn đất của huyện Văn Bàn cho thấy các diện tích có lớp phủ bề mặt là rừng, đặc biệt là rừng tự nhiên có giá trị xói mòn thấp nhất. Khu vực có độ dốc lớn, xói mòn tiềm năng cao, nếu không có biện pháp bảo vệ lớp phủ mức độ xói mòn xảy ra rất mãnh liệt.

4. Kết luận

Nghiên cứu ứng dụng GIS dựa vào phương trình mất đất phổ dụng tại huyện Văn Bàn đã xây dựng được 5 bản đồ hệ số xói mòn đất. Từ kết quả chồng xếp các bản đồ hệ số xói mòn đã xác định được diện tích đất bị xói mòn là 74.214,62 ha, chiếm 52,24% diện tích tự nhiên toàn huyện. Nghiên cứu cho thấy việc định lượng xói mòn đất theo phương trình mất đất phổ dụng USLE kết hợp GIS là một giải pháp hiệu quả. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học để xây dựng kế hoạch, quy

hoạch sử dụng hợp lý tài nguyên đất hướng tới mục tiêu sử dụng đất bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Jacky Mania, "Soil erosion modeling in mountainous" *Semi Arid Zone*, vol. 126, no 3, pp.13- 15, 2007.
- [2]. Nguyễn Mạnh Hà, Nguyễn Văn Dũng, Hoàng Huyền Ngọc, "Ứng dụng phương trình mất đất phổ dụng và Hệ thống thông tin địa lý đánh giá xói mòn tiềm năng đất Tây Nguyên và đề xuất giải pháp giảm thiểu xói mòn", *Tạp chí Các khoa học về Trái đất*, T. 35, S.4, tr. 403-410, 2013.
- [3]. Kiều Quốc Lập, "Đánh giá độ nhạy cảm xói mòn của cảnh quan phục vụ định hướng sử dụng

hợp lý tài nguyên môi trường tại xã Bản Lầu, huyện Mường Khương, tỉnh Lào Cai" *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên*, T. 166, S. 6, tr. 83-88, 2017.

[4]. Singh R, Phadke VS, "Assessing soil loss by water erosion in Jamni River Basin, Bundelkhand region, India, adopting universal soil loss equation using GIS", *Curr Sci*, vol. 90, no. 10, pp. 1431-1442, 2006.

[5]. Jabbar, Talib M, "Application of GIS to estimate soil erosion using RUSLE", *Geo-Spatial Information Science*, vol 266, no.1, pp. 34-47, 2013.

[6]. Ủy ban nhân dân huyện Văn Bàn, *Báo cáo hiện trạng sử dụng đất huyện Văn Bàn năm 2018*, Văn Bàn, Lào Cai, 2018.

