

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT ÁP DỤNG PHƯƠNG TRÌNH MẤT ĐẤT PHỔ DỤNG (USLE) TRONG DỰ BÁO XÓI MÒN DO HOẠT ĐỘNG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP VÙNG NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

Trần Minh Chính¹, Nguyễn Văn Kiên¹, Nguyễn Trọng Hà²

Tóm tắt: Xói mòn đất từ lâu được coi là nguyên nhân gây thoái hóa tài nguyên đất nghiêm trọng ở vùng đồi núi phía Bắc của Việt Nam. Nghiên cứu này đã đề xuất phương trình dự báo xói mòn đất của hoạt động sản xuất nông nghiệp miền núi phía Bắc nước ta trên cơ sở hiệu chỉnh hệ số xói mòn do cây trồng của phương trình mất đất phổ dụng. Mô hình dự báo hiệu chỉnh hệ số xói mòn do thực vật (C) khắc phục được hạn chế do phân bố độ che phủ do cơ cấu mùa vụ và phân bố lượng mưa không đều trong năm. Điều này, thể hiện qua giá trị hệ số tương quan R của phương pháp thông thường và đề xuất là 0,69 và 0,8 và Sai số bình phương trung bình quân phương RMSE tương ứng là 82,09 và 11,01.

Từ khóa: USLE, Xói mòn đất, Đất dốc, Miền núi phía Bắc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xói mòn đất được coi là nguyên nhân gây thoái hóa tài nguyên đất nghiêm trọng ở vùng đồi núi phía Bắc của Việt Nam. Với diện tích đất đồi núi chiếm đến 95% diện tích tự nhiên, lượng mưa lớn, phân bố không đều, quá trình thoái hóa do xói mòn đất chiếm 80% diện tích tự nhiên (Nguyễn Tử Siêm, nnk 1999). Bên cạnh đó, do thiếu đất canh tác nên ở vùng đồi núi phía Bắc của Việt Nam, người dân vẫn canh tác nông nghiệp ở đất có độ dốc lớn, thậm chí trên 25°. Do đó, đất bị thoái hóa nhanh và thời gian canh tác bị rút ngắn, thường chỉ sau 2-3 vụ trồng cây lương thực ngắn ngày và vài vụ trồng sắn là đất bị bỏ hoang hoá, không còn khả năng hồi phục (L.Q. Doanh, et al 2005).

Để đánh giá xói mòn đất, phương trình mất đất được sử dụng phổ biến từ năm 1965, ngoài phương trình mất đất phổ dụng (USLE và bản điều chỉnh RUSLE). Do tính chất “phổ dụng” nên mô hình USLE được sử dụng rộng rãi nhiều nơi trên thế giới. Tuy nhiên, phương trình mất đất phổ dụng (USLE) ban đầu được phát triển ở quy mô các ô đất nông nghiệp ở Hoa Kỳ, do đó, để áp

dụng họ mô hình USLE và các bản hiệu chỉnh cho các vùng khác nhau, cần các dữ phù hợp cho từng vùng và các thực nghiệm để hiệu chỉnh các thông số của mô hình (Benavidez R., et al 2018).

Ở Việt Nam, phương trình mất đất phổ dụng (USLE) đã được nghiên cứu và ứng dụng nhiều trong đánh giá xói mòn, thoái hóa đất và đề xuất các giải pháp giảm thiểu xói mòn đất. Đã có các công trình nghiên cứu sử dụng hệ số xói mòn do mưa, hệ số mẫn cảm của đất, hệ số xói mòn do cây trồng (Nguyễn Trọng Hà, 1996; Vezina Karine, et al. 2006). Hệ số C đã được hiệu chỉnh dựa vào độ che phủ của tán cây vào từng giai đoạn phát triển của cây, cơ cấu cây trồng (trồng xen), lượng mưa và kỹ thuật canh tác tác động vào đất (cày, bừa, cuốc, làm cỏ,...), kết quả hiệu chỉnh được so sánh với hệ số C thông thường và so mới mô hình khác như mô hình Morgan (MMF) cho thấy hệ số hiệu chỉnh cho kết quả dự báo tốt hơn (Trần Minh Chính, nnk 2020).

Trên cơ sở lý luận và thực tiễn các nghiên cứu đã áp dụng, nghiên cứu này đề xuất áp dụng phương trình mất đất phổ dụng (USLE) để dự báo xói mòn đất cho hoạt động sản xuất nông nghiệp trên đất dốc khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam.

¹ Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

² Trường Đại học Thủy lợi

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Nghiên cứu này lựa chọn điểm thiết lập ô quan trắc xói mòn đất tại Cò Nòi, Mai Sơn, Sơn La để

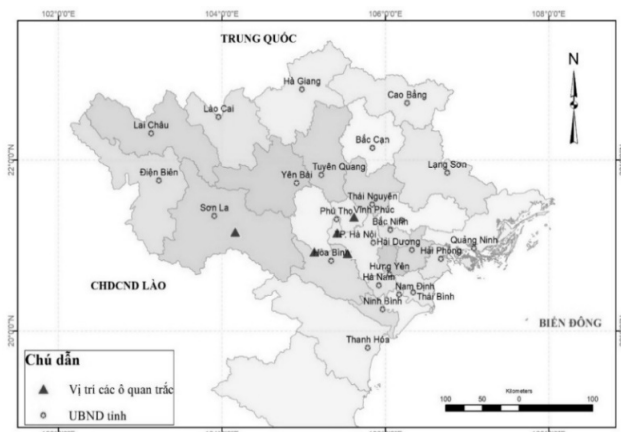
thí nghiệm khả năng xói mòn, các cây trồng sử dụng ở đây là ngô và đậu nho nhe. Ngoài ra, kế thừa dữ liệu từ 5 ô quan trắc của các nghiên cứu đã có (Bảng 1).

Bảng 1. Thông tin các ô quan trắc dùng để kiểm định mô hình

STT	Tên điểm	Ký hiệu	Kích thước ô thí nghiệm	Cây trồng	Nguồn tham khảo
1	Cò Nòi, Mai Sơn, Sơn La	CN-MS-SL	Ô kích thước 20 x 5 m	Ngô, đậu nho nhe	
2	Bản Tát, Tân Minh, Đà Bắc, Hoà Bình	BT-TM-ĐB-HB	Ô kích thước 20 x 5 m	Lúa nương, sắn	Nguyễn Văn Dũng và nnk, 2008
3	Thị xã Vĩnh Yên, Vĩnh Phúc	TX VY-VP	Ô kích thước 20 x 5 m	Sắn; Sử dụng bìm bịp trong thời gian bỏ hóa	Kiyoshi Kurosawa et al., 2009
4	Hòa Sơn, Lương Sơn, Hòa Bình	HS-LS-HB	Ô kích thước 20 x 5 m	Đậu đen, ngô, lạc, sắn; băng cây đậu hồng đào	Nguyễn Trọng Hà, 1996
5	Thụy An, Ba Vì, Hà Hà Nội	TA-BV	Ô kích thước 20 x 5 m	Lạc, đậu tương, khoai lang, sắn; băng cây đậu hồng đào	Nguyễn Trọng Hà, 1996

Ngoài ra còn sử dụng số liệu mưa tại các trạm khí tượng về lân cận các điểm nghiên cứu bao gồm, trạm Cò Nòi (Năm 2015, 2016, 2017), trạm Hòa Bình (Năm 2000), trạm Vĩnh Yên (2000, 2001, 2002) (Trung tâm Ứng phó Biến đổi khí hậu, 2016).

Vị trí của 5 điểm thiết lập ô quan trắc xói mòn đất được trình bày ở Hình 1.



Hình 1. Vị trí các điểm thiết lập ô quan trắc xói mòn đất

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp sử dụng báo xói mòn đất

Nghiên cứu này sử dụng phương trình mất đất sử dụng USLE (Kim H. S., et al 2006) để dự báo lượng đất mất do xói mòn theo công thức sau: $A = R * K * L * S * C * P$ (1)

Trong đó: A là lượng đất xói mòn (tấn/ha/năm); Các hệ số của phương trình USLE được đề xuất tính toán phù hợp với điều kiện địa hình, phương thức canh tác và phân bố lượng mưa của vùng núi phía Bắc như sau:

- Hệ số xói mòn do lượng mưa (R):

Hệ số R được tính toán từ số liệu mưa trung bình theo công thức của Nguyễn Trọng Hà, 1996 như sau: $R = 0,548257 * P - 59,5$ (2)

Trong đó: R: Hệ số xói mòn do mưa (J/m^2); P: lượng mưa trung bình năm (mm/năm).

- Hệ số mất cảm của đất đối với xói mòn (K):

Các giá trị hệ số K được xác định thành phần cơ giới và lượng chất hữu cơ trong đất theo bảng của Stewart, et al 1975. Khi một phân loại thành phần cơ giới gần đường biên của hai loại khác, sử

dụng giá trị trung bình của hai giá trị hệ số K. Để có được các giá trị an toàn trong các đơn vị số liệu được sử dụng ở bảng của Stewart, et al 1975 phải được nhân với 1,292.

Trong đó, đối với vùng núi phía Bắc Việt Nam, nghiên cứu này lựa chọn hàm lượng chất hữu cơ ở mức trung bình là 2%. Thành phần cơ giới được xác định theo các cấp hạt chính là cát, sét và limon sau đó dựa vào tam giác phân loại thành phần cơ giới để xác định thành phần cơ giới và hệ số K tương ứng.

- Hệ số xói mòn của địa hình (LS):

Hệ số xói mòn do địa hình được xác định theo phương trình mất đất phổ dụng USLE (Kim H. S. et al, 2006) được xác định như sau:

Hệ số chiều dài sườn dốc được xác định theo

$$\text{công thức sau: } L = \left(\frac{l}{22,13} \right)^m \quad (3)$$

Trong đó: L: Hệ số chiều dài sườn dốc; l: chiều dài sườn dốc (m); m: là hằng số xác định bằng tỷ số giữa rãnh xói mòn, đối với vùng nghiên cứu với địa hình có độ dốc chủ yếu > 5% do vậy nghiên cứu này lựa chọn giá trị $m = 0,5$ (Renard K. G., et al 1997).

Hệ số LS được xác định theo các công thức sau:

$$LS = \left(\frac{l}{22,13} \right)^{0,5} (0,065 + 0,045S + 0,0065S^2) \quad (4)$$

Trong đó: S: Độ dốc (%).

- Hệ số xói mòn do cây trồng (C):

Nghiên cứu này sẽ sử dụng hệ số C hiệu chỉnh dựa vào độ che phủ của tán cây vào từng giai đoạn phát triển của cây, cơ cấu cây trồng (trồng xen), lượng mưa và kỹ thuật canh tác tác động vào đất (cày, bừa, cuốc, làm cỏ,...) (Trần Minh Chính, nnk 2020). Theo đó, hệ số xói mòn do cây trồng

được xác định như sau: $C = C_{cr} * D$ (5). Hệ số xói mòn do cây trồng được hiệu chỉnh do phân bố độ che phủ và lượng mưa (C_{cr}) được xác định như

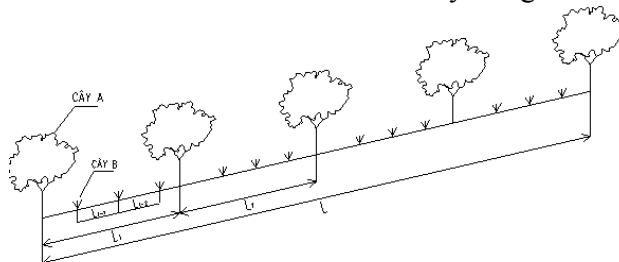
$$\text{sau: } C_{cr} = \sum_{i=1}^n C_i * W_{ri} \quad (6); \quad W_{ri} = \frac{p_i}{p} \quad (7).$$

Trong đó: C_{cr} : là hệ số C hiệu chỉnh do phân bố độ che phủ và lượng mưa; n: là giai đoạn canh tác (làm đất, gieo hạt, tăng trưởng và phát triển tán, thu hoạch và bỏ hoang); C_i : là hệ số C tra theo bảng Hệ số C của Hội Khoa học Đất Quốc tế (ISSS, 1996), tương ứng với độ che phủ của giai đoạn canh tác i; W_{ri} : là trọng số do lượng mưa ở giai đoạn canh tác i; p_i : là lượng mưa theo tháng tại giai đoạn canh tác i; và p là tổng lượng mưa của năm.

Trong trường hợp trồng xen; hệ số C được tính cho mỗi cây như trên, sau đó tính hệ số C_i cho loại

hình trồng xen như sau: $\bar{C}_i = \frac{\sum C_i L_i}{\sum L_i}$ (8). Trong đó:

C_i : hệ số cây trồng C của cây trồng thứ i; L_i : Chiều dài tính theo sườn dốc của cây trồng thứ i.



Hình 2. Khoảng cách bố trí trồng xen để xác định độ che phủ đối với loại hình trồng xen.

Còn D là hệ số hiệu chỉnh do kỹ thuật canh tác bao gồm các hoạt động tác động vào đất với các công cụ khác nhau được tổng hợp ở bảng 2 (Trần Minh Chính, nnk 2020).

Bảng 2. Hệ số D cho các hệ thống cây trồng khác nhau áp dụng cho vùng núi phía Bắc Việt Nam

STT	Hệ thống canh tác	Hệ số D
1	Lúa nương cạn	0,50
1	2 vụ lúa nước ruộng bậc thang ^(*)	0,80
2	1 vụ lúa nước, 1 vụ màu ruộng bậc thang ^(*)	0,80
3	1 vụ lúa nước ruộng bậc thang ^(*)	0,60
4	1 vụ khoai hoặc sắn hoặc lạc	0,40

STT	Hệ thống canh tác	Hệ số D
5	1 vụ ngô hoặc đậu đỗ hoặc vùng hoặc các loại cây trồng hàng năm còn lại	0,20
6	Luân canh 1 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây trồng hàng năm còn lại	0,30
7	Luân canh 2 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) có trồng xen với 1 cây trồng hàng năm.	0,5
8	Xen canh 2 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây trồng hàng năm còn lại	0,60
9	Xen canh sắn - lạc (khoai)	0,60
10	Xen canh 1 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây trồng hàng năm còn lại	0,25
11	Xen canh 2 loại cây hàng năm/vụ (cây không lấy củ)	0,21

(*): Kế thừa từ số liệu của Karine Vezina và nnk, 2006.

- Hệ số ảnh hưởng của các biện pháp canh tác đến xói mòn đất (P):

Hệ số P là chỉ số phản ánh ảnh hưởng của các biện pháp canh tác được áp dụng sẽ làm giảm khối lượng đất bị xói mòn. Sử dụng hệ số P theo bảng của các tác giả David, 1988.

2.2.2. Phương pháp kiểm định tính chính xác của mô hình đề xuất áp dụng

Để kiểm định kết quả dự vảo theo mô hình USLE đề xuất áp dụng và áp dụng thông thường, nghiên cứu này sử dụng các chỉ số đánh giá sai số giữa mô hình dự báo và kết quả đo thực tế là hệ số tương quan (R) và Sai số bình phương trung bình quân phương (RMSE - Root Mean Square Error). Hệ số tương quan R được xác định theo công thức sau:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})(O_i - \bar{O})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2}} \quad (9)$$

Sai số bình phương trung bình quân phương RMSE được tính theo công thức sau:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2} \quad (10)$$

Trong đó: F_i và O_i tương ứng là giá trị mô hình và giá trị quan trắc của một biến nào đó (lượng đất mất); $i=1,2,\dots,N$; N là dung lượng mẫu.

Hệ số tương quan (R) cho phép đánh giá mối quan hệ tuyến tính giữa tập giá trị dự báo và tập giá trị quan trắc. Giá trị của nó biến thiên trong khoảng -1 đến 1, giá trị hoàn hảo bằng 1. Sai số bình phương trung bình (RMSE) là một trong những đại lượng cơ bản và thường được sử dụng

phổ biến cho việc đánh giá kết quả của mô hình dự báo số trị. Đặc biệt RMSE rất nhạy với những giá trị sai số lớn (Chai T., et al 2014).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đề xuất áp dụng mô hình USLE cho vùng núi phía Bắc

Do tính chất “phổ dụng” nên phương trình mất đất phổ dụng USLE được sử dụng rộng rãi nhiều nơi trên thế giới. Tuy nhiên, để áp dụng họ mô hình USLE và các bản hiệu chỉnh cho các vùng khác nhau, cần có các thực nghiệm để hiệu chỉnh các thông số của mô hình (Benavidez R., et al 2018). Nghiên cứu này sử dụng hệ số đã được hiệu chỉnh trong điều kiện ở nước ta như hệ số xói mòn do mưa (R) do Nguyễn Trọng Hà (1996) hiệu chỉnh. Hệ số xói mòn do cây trồng (C) được hiệu chỉnh dựa vào đặc thù về sự phân bố lượng mưa, độ che phủ của thảm thực vật theo mùa vụ, thời kỳ phát triển của cây trồng và các kỹ thuật canh tác tác động vào đất (Trần Minh Chính, nnk 2020). Ngoài ra, các hệ số khác được kế thừa từ các nghiên cứu khác phù hợp cho điều kiện đất dốc và khí hậu nhiệt đới vùng núi phía Bắc.

3.1.1. Xác định các hệ số của mô hình đề xuất

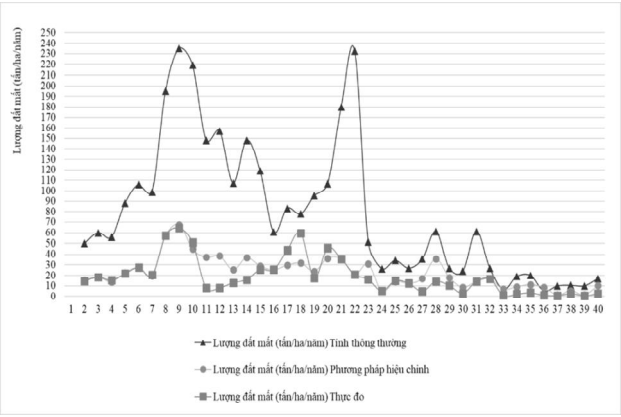
Từ các số liệu đo đạc và tổng hợp về lượng mưa, chiều dài sườn dốc, độ dốc, độ che phủ của 5 ô quan trắc tiến hành tính toán các hệ số R, LS và C theo các công thức (2) đến (8). Kết quả tính toán cho thấy vùng nghiên cứu có hệ số R và LS khá cao do đặc trưng lượng mưa năm lớn và địa hình có độ dốc lớn. Hệ số C sau hiệu chỉnh và hệ số C tra từ bảng của Hội Khoa học Đất quốc tế cho thấy có sự chênh lệch lớn, hệ số C tra từ bảng

cao hơn hệ số C hiệu chỉnh tính toán từ các ô quan trắc xói mòn từ 1,32 đến 20,0 lần, trung bình 6,07 lần. Sự chênh lệch lớn này sẽ dẫn đến sai số so với thực tế trong dự báo, đánh giá xói mòn đất.

3.1.2. Kết quả dự báo lượng đất bị xói mòn

Dựa vào kết quả xác định các hệ số ở trên tiến hành dự báo lượng đất xói mòn theo phương pháp tính thông thường (sử dụng hệ số C tra bảng theo độ che phủ) và phương pháp đề xuất (hiệu chỉnh hệ số xói mòn do cây trồng). Kết quả dự báo lượng đất bị xói mòn được thể hiện ở bảng 3 và hình 3.

Kết quả biểu diễn lượng đất mất tại đồ thị hình 3 cho thấy, so với phương trình USLE thông thường, thì giá trị hiệu chỉnh hệ số C cho kết quả sát với kết quả đo thực tế hơn. Tại các đỉnh kết quả dự báo lớn nhất của phương trình USLE thông thường (canh tác đơn canh cây ngô tại Cò Nồi dự báo là 235,02 tấn/ha/năm, thực tế là 64,45 tấn/ha/năm; trồng xen ngô và lạc tại Hòa Sơn dự báo là 232,38 tấn/ha/năm, thực tế là 20,77), thì mô hình USLE sử dụng hệ số C hiệu chỉnh đã khắc phục được sai số dự báo này. Điều này cho thấy, phương pháp hiệu chỉnh đã khắc phục được hạn chế do chưa tính sự phân bố độ che phủ của cây trồng, bố trí cơ cấu cây trồng (đơn canh, luân canh, xen canh), lượng mưa, kỹ thuật canh tác vào đất trong quá trình canh tác so với phương pháp thông thường.



Hình 3. Đồ thị biểu diễn lượng đất mất đo tại các ô thực tế và kết quả tính toán lượng đất mất theo mô hình USLE thông thường và hiệu chỉnh hệ số C của nghiên cứu này

3.2. Kiểm định mô hình USLE đề xuất so với mô hình thông thường

Dựa vào các hệ số trên với với phương pháp dự báo xói mòn đất hiệu chỉnh và phương pháp thông thường (sử dụng hệ số C tra theo Hội Khoa học Đất Quốc tế, còn hệ số R do đặc thù xác định theo cường độ lượng mưa lớn nhất 30 phút rất khó khăn do các trạm mưa không đo thông số này nên nghiên cứu này sử dụng theo công thức của Nguyễn Trọng Hà, 1996). Kết quả dự báo theo hai phương pháp dự báo và giá thực đo được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả sử dụng phương trình USLE để kiểm định hệ số C hiệu chỉnh và theo hệ số C của hội KHD Quốc tế

STT	Các giá trị	Lượng đất mất (tấn/ha/năm)		
		Tính thông thường	Phương pháp hiệu chỉnh	Thực đo
1	Trung bình	79,44	22,66	18,85
2	Lớn nhất	235,02	67,64	64,45
3	Nhỏ nhất	5,24	1,28	0,63
4	R	0,69	0,80	
5	RMSE	82,09	11,01	

Ghi chú: CT: Công thức; KHD: Khoa học Đất

Kết quả nghiên cứu của 5 điểm quan trắc xói mòn với mùa vụ, năm canh tác khác nhau với tổng cộng 39 lần thí nghiệm (N=39) cho thấy, phương

pháp hiệu chỉnh hệ số C có kết quả dự báo sát với kết quả đo thực tế hơn so với mô hình thông thường. Điều này, thể hiện qua giá trị hệ số tương quan R, phương trình USLE với hệ số C thông

thường và hiệu chỉnh là 0,69 và 0,8 và Sai số bình phương trung bình quân phương RMSE của mô hình thông thường là 82,09 còn của mô hình sử dụng hệ số C hiệu chỉnh theo nghiên cứu này là 11,01. Như vậy, sử dụng mô hình USLE đề xuất với hệ số R tính theo tác giả Nguyễn Trọng Hà và hệ số C hiệu chỉnh theo phương pháp của nghiên cứu này cho kết quả dự báo tốt hơn so với kết quả dự báo sử dụng hệ số C tra theo bảng của Hội Khoa học đất Quốc tế.

4. KẾT LUẬN

1. Phương pháp đề xuất cho hoạt động sản xuất nông nghiệp miền núi phía Bắc nước ta cho kết quả sát với kết quả đo tại các ô thí nghiệm xói mòn đất. Phương trình đề xuất đã khắc phục được hạn chế do chưa tính sự phân bố độ che phủ của cây trồng, bố trí cơ cấu cây trồng (đơn canh, luân

canh, xen canh), lượng mưa, kỹ thuật canh tác vào đất trong quá trình canh tác so với phương pháp thông thường. Điều này, thể hiện qua giá trị hệ số tương quan R, kết quả dự báo với phương pháp thông thường và đề xuất là 0,69 và 0,8 và Sai số bình phương trung bình quân phương RMSE tương ứng là 82,09 và 11,01.

2. Đối với vùng đồi núi phía Bắc nước ta sử dụng phương trình mất đất phổ dụng USLE để dự báo xói mòn đất cho thấy mức độ phù hợp cao. Mô hình dự báo hiệu chỉnh hệ số xói mòn do thực vật (C) khắc phục được hạn chế do phân bố độ che phủ do cơ cấu mùa vụ và phân bố lượng mưa không đều trong năm. Tuy nhiên, việc sử dụng hệ số xói mòn do cây trồng hiệu chỉnh yêu cầu chi tiết hơn với độ che phủ và lượng mưa trong từng tháng của năm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trần Minh Chính, Nguyễn Trọng Hà, Nguyễn Văn Kiên, (2020), *Nghiên cứu lựa chọn mô hình dự báo xói mòn đất áp dụng cho vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 22, tr. 102-112.
- Trần Minh Chính, Nguyễn Trọng Hà, (2020), *Nghiên cứu hiệu chỉnh hệ số cây trồng (C) trong dự báo xói mòn đất sử dụng cho vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 62, tr. 88-105.
- Nguyễn Văn Dũng, Trần Đức Viên, Nguyễn Thanh Lâm, Trần Mạnh Tường, Aran Patanothai, George Cadisch và A.Terry Rambo (2008), *Phân tích Mức độ bền vững của hệ canh tác nương rẫy tổng hợp tại Bản Tát bằng phương pháp cân bằng dinh dưỡng*, trong Trần Đức Viên, A.Terry Rambo và Nguyễn Thanh Lâm, *Canh tác nương rẫy tổng hợp: Một góc nhìn*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội, tr. 258-312.
- Nguyễn Trọng Hà (1996), *Xác định các yếu tố gây xói mòn và khả năng dự báo xói mòn trên đất dốc*, Luận án tiến sĩ, Trường ĐH Thủy lợi, Hà Nội.
- Nguyễn Tử Siêm, Thái Phiên (1999), *Đồi núi Việt Nam - Thoái hoá và phục hồi*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 412 tr.
- Trung tâm Ứng phó Biến đổi khí hậu (2016), *Dữ liệu khí tượng 8 trạm tại tỉnh Sơn La giai đoạn 2001-2015*, Hà Nội.
- Benavidez R., B. Jackson, Maxwell D. và Norton K., (2018), *A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): with a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 22(11), pp. 6059-6086.
- Chai T. và R.R. Draxler, (2014), *Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)?—Arguments against avoiding RMSE in the literature*, Geosci. Model Dev., 7, pp. 1247–1250.
- David W.P., (1988), *Soil and Water Conservation Planning: Policy Issues and Recommendations*, J. Philipp. Dev., 15, pp. 47-84.

- Doanh L.Q., H.D. Tuan and A. Chabanne (2005), *Upland Agro - Ecology Research and Development in Vietnam*, Building an Agro-Ecological Network through DMC in Southeast Asia, Vientiane, Lao, pp. 7.
- International Society of Soil Science (ISSS) (1996), *Terminology for Soil Erosion and Conservation: Concepts, Definitions, and Multilingual List of Terms for Soil Erosion and Conservation in English, Spanish, French, and German*, ISSS.
- Kim H. S. and P. Y. Julien (2006), *Soil Erosion Modeling Using RUSLE and GIS on the IMHA Watershed*, Water Engineering Research, 7(1), pp. 29-41.
- Kiyoshi Kurosawa, Do Nguyen Hai, Nguyen Tat Canh and Kazuhiko Egashira, (2009), *Magnitude of Annual Soil Loss from a Hilly Cultivated Slope in Northern Vietnam and Evaluation of Factors Controlling Water Erosion*, Applied and Environmental Soil Science. 2009, 8 p.
- Mepas.pnnl.gov 5.3.2 Soil Erodibility Factor, accessed on 12/06-2018, at web https://mepas.pnnl.gov/mepas/formulations/source_term/5_0/5_32/5_32.html
- Renard K. G., G. R. Foster, Weesies G. A., McCool D. K. and Yoder D. C., (1997), *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation*, U.S Government Printing Office, Washington DC.
- Vezina Karine, Ferdinand Bonn and Pham Van Cu (2006), *Agricultural land-use patterns and soil erosion vulnerability of watershed units in Vietnam's northern highlands*, *Landscape Ecol.*, 21, pp. 1311–1325.

Abstract:

STUDY ON APPLYING THE UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE) IN FORECAST OF SOIL EROSION BY AGRICULTURAL PRODUCTION ACTIVITIES IN MOUNTAINOUS NORTH OF VIETNAM

Soil erosion is considered to be the cause of serious land degradation in the mountainous north of Vietnam. This study has proposed the equation of soil erosion prediction of agricultural production activities in the Northern mountainous region based on the adjustment of the erosion coefficient due to crop of The Universal Soil Loss Equation (USLE). The proposed equation has overcome the limitations due to the lack of coverage distribution of crops, arrangement of crop structure (monoculture, rotation, intercropping), rainfall, cultivation techniques in comparing with conventional methods. The values of the correlation coefficient R of the conventional and proposed predictive methods are 0.69 and 0.8, respectively, and Root mean square error (RMSE) is 82.09 and 11.01, respectively.

Keywords: USLE, Soil erosion, Slope land, Mountainous North of Vietnam.

Ngày nhận bài: 23/3/2021

Ngày chấp nhận đăng: 16/5/2021