

NGHIÊN CỨU HIỆU CHỈNH HỆ SỐ CÂY TRỒNG (C) TRONG DỰ BÁO XÓI MÒN ĐẤT SỬ DỤNG CHO VÙNG NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

Trần Minh Chính

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Nguyễn Trọng Hà

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Kết quả tính toán hệ số C_h tính toán từ các ô quan trắc với 39 lần thí nghiệm với hệ số C tra từ bảng của Hội Khoa học Đất quốc tế (HKHĐ) cho thấy có sự chênh lệch lớn, hệ số C tra từ bảng cao hơn hệ số C_h tính toán từ các ô quan trắc xói mòn từ 1,32 đến 20,0 lần, trung bình 6,07 lần. Hệ số cây trồng sau khi hiệu chỉnh bằng cách sử dụng hệ số C tra từ bảng của Hội Khoa học Đất Quốc tế nhân với trọng số phân bố lượng mưa và độ che phủ theo tháng, cần hiệu chỉnh theo hệ số các biện pháp kỹ thuật tác động vào đất, đối với các cây trồng chính các hệ số này giao động từ 0,20 đến 0,8. Kết quả sử dụng phương trình mất đất phổ dụng để kiểm định cho thấy, sử dụng hệ số hiệu chỉnh C_h cho kết quả dự báo tốt hơn so với sử dụng hệ số C tra bảng của HKHĐ. Điều này được thể hiện qua giá trị hệ số tương quan R với đo thực tế, sử dụng hệ số C và C_h là 0,69 và 0,8 và của RMSE sử dụng hệ số C và C_h là 82,09 và 11,01.

Từ khóa: Xói mòn đất, Hệ số cây trồng, USLE, Thoái hóa đất, Miền núi phía Bắc.

Summary: The results of calculating the C_h coefficient calculated from the monitoring plots with 39 experiments with the coefficient C looked up from the table of the International Society of Soil Science (ISSS) show that there is a large difference, the C coefficient from the table is higher than the C_h calculated from the erosion monitoring plots ranged from 1.32 to 20.0 times, on average 6.07 times. The crop coefficient, after being calibrated by using the C coefficient looked up from the table of the International Soil Science Association multiplied by the monthly rainfall distribution weight and coverage, should be adjusted according to the coefficient of technical measures. Calculation results show that, for the main crops, these coefficients ranged from 0.20 to 0.8. The results of using the universal land loss equation (USLE) to test show that the C coefficient correction method has better predictive results than using the C coefficient of ISSS. This is expressed in the value of the correlation coefficient R , the prediction results with the usual and corrected C coefficients of 0.69 and 0.8 and the RMSE's mean squared error using coefficients C from ISSS is 82.09, also use the adjusted C coefficient is 11.01.

Keywords: Soil erosion, Crop factor, USLE, soil degradation, Mountainous North of Vietnam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

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 [23]. Vấn đề xói mòn đất tại vùng nghiên cứu đã được đề cập đến trong các công trình nghiên cứu của nhiều tác

giả trong các thập niên vừa qua [8, 17, 23, 27]. Các nghiên cứu cho thấy, 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 [23]. Bên cạnh đó, do thiếu đất canh tác

Ngày nhận bài: 18/9/2020

Ngày thông qua phản biện: 12/10/2020

Ngày duyệt đăng: 16/10/2020

nên ở vùng đồi núi của Việt Nam, người dân vẫn canh tác nông nghiệp ở đất có độ dốc lớn, thậm chí trên 25⁰. Với độ dốc lớn như vậy và các hoạt động sản xuất nông nghiệp thì việc xói mòn đất xảy ra rất mạnh, đất nhanh bị thoái hoá và thời gian canh tác sử dụng đất 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 [5].

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) [29] và phiên bản hiệu chỉnh của nó (RUSLE) [21] 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 liệu phù hợp cho từng vùng và các thực nghiệm để hiệu chỉnh các thông số của mô hình [1].

Đã có nhiều nghiên cứu để tính toán hệ số C phù hợp cho các vùng nhất định, để hiệu chỉnh cần sử dụng các ô quan trắc xói mòn đất thí nghiệm dưới lượng mưa tự nhiên với các cây trồng, mùa vụ và kỹ thuật canh tác áp dụng riêng cho từng vùng. Hệ số C xác định hiệu quả một cách tương đối của hệ thống cây trồng về mặt hạn chế mất đất theo sự kết hợp của che phủ, bố trí cây trồng và các giải pháp quản lý, các giai đoạn tăng trưởng và phát triển của tán che tại thời điểm mưa xói mòn. Do đó, bảng giá trị C được phát triển ở Hoa Kỳ để ước tính hệ số C không thể áp dụng cho các điều kiện nông nghiệp và khí hậu ở vùng nhiệt đới (Mulengara và Payton 1999 [16]), giá trị C hiệu chỉnh được tính bằng sự kết hợp giữa độ che phủ của tán cây theo thời kỳ phát triển của cây, lượng mưa và các biện pháp tác động vào đất trong quá trình canh tác (Wischmeier và Smith (1981) [30], Morgan (1995) [15], Stone và Hilborn (2000) [24], Brychta (2018) [9]). Nghiên cứu của Panagos (2015) [20] sử dụng mô hình LANDUM để hiệu

chỉnh hệ số C cho đất canh tác khu vực Châu Âu, theo đó việc hiệu chỉnh hệ số C dựa vào hệ số C của cây trồng (các loại cây trồng) và hệ số C của kỹ thuật làm đất như làm đất tối thiểu, tăng độ che phủ của cây trồng và che tủ bằng thân cây còn lại sau thu hoạch. Franco (2015) [12], hiệu chỉnh hệ số C cho các loại cây trồng ở nước Ý dựa vào thời vụ (giai đoạn mới trồng đến cây trở bông, thời gian từ gieo trồng đến thu hoạch), số lượng các kỹ thuật canh tác áp dụng cho cây trồng như tác động làm lật bề mặt đất (cày, cuốc), làm tơi đất (máy xới đất) hoặc hỗn hợp cả hai và các nguy cơ gây ra cho môi trường của các công cụ tác động vào đất, kết quả xác định được hệ số C cho từng loại cây khá tương đồng với kết quả của Morgan (1995) [15] và Panagos (2015) [20].

Một cách tiếp cận khác là ước tính hệ số C dựa trên việc sử dụng dữ liệu viễn thám thông qua chỉ số thực vật (NDVI) (Borrelli và nnk, 2018 [2]; Durigon và nnk, 2014 [7]; Panagos và nnk, 2015 [19]; Schmidt và nnk, 2018 [22]; Vrieling, 2006 [28]; Zhang và nnk, 2011 [31]). Các giá trị yếu tố C ước tính từ dữ liệu viễn thám chưa được so sánh với giá trị yếu tố C thu được từ dữ liệu thực nghiệm và do đó, cũng có thể tạo ra sự không chắc chắn liên quan đến dự đoán xói mòn đất (Oliveira và nnk, 2015 [18]). Bên cạnh đó, hệ số C xác định từ viễn thám chỉ vào thời điểm nhất định sẽ không phù hợp cho các hệ thống cây trồng có sự thay đổi độ che phủ thường xuyên đối với canh tác cây trồng hàng năm ở vùng đồi núi phía Bắc ở Việt Nam.

Để hiệu chỉnh hệ số C phù hợp cho hoạt động sản xuất nông nghiệp khu vực miền núi phía Bắc với điều kiện lượng mưa lớn, phân bố không đều, địa hình dốc, cơ cấu mùa vụ thay đổi sẽ hiệu chỉnh dựa trên trọng số phân bố lượng mưa, độ che phủ theo từng giai đoạn phát triển của cây và các kỹ thuật tác động vào đất (cày, cuốc, làm cỏ,...). Hệ số C hiệu chỉnh (C_h) sẽ được hiệu chỉnh dựa vào kết quả nghiên cứu quan trắc tại 01 ô quan trắc thiết lập và 04 ô quan trắc xói mòn ở khu vực khác nhau với 39

lần thí nghiệm sẽ sử dụng các mô hình để hiệu chỉnh và kiểm định lại áp dụng hệ số C hiệu chỉnh mới so với hệ số C tra bảng thông thường để đánh giá kết quả hiệu chỉnh và đề xuất áp dụng.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

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 Dung và nnk, 2008 [6]
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 và nnk, 2009 [11]
4	Hòa Sơn, Lương Sơn, Hòa Bình	HS-LS-HB	Ô kích thước 20 x 5 m	Đậu đen, ngô, lạc, sắn; Sử dụng đậu hồng đào làm băng cây	Nguyễn Trọng Hà, 1996 [8]
5	Thụy An, Ba Vì, Hà Nội	TA-BV	Ô kích thước 20 x 5 m	Lạc, đậu tương, khoai lang, sắn; Sử dụng đậu hồng đào làm băng cây	Nguyễn Trọng Hà, 1996 [8]

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) [25].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp sử dụng hiệu chỉnh hệ số C

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 4 ô quan trắc của các nghiên cứu đã có (Bảng 1).

Nghiên cứu này sử dụng phương trình mất đất phổ dụng USLE [10] để tính toán lượng đất mất do xói mòn theo công thức sau:

$$C_h = \frac{A}{RKLSP} \quad (1)$$

Trong đó: A là lượng đất xói mòn (tấn/ha/năm); R là hệ số xói mòn do mưa; K là hệ số mất cảm của đất đối với xói mòn; LS là hệ số xói mòn của

địa hình; P là hệ số ảnh hưởng của các biện pháp canh tác đến xói mòn đất.

Lượng đất xói mòn (A) và các thông số chiều dài sườn dốc, độ dốc, độ che phủ từng giai đoạn phát triển của cây được đo và kế thừa tại các ô quan trắc xói mòn, lượng mưa được kế thừa tại các ô quan trắc xói mòn và số liệu tại các trạm lân cận.

Nghiên cứu hiệu chỉnh hệ số C phù hợp với điều kiện canh tác miền núi phía Bắc nước ta bằng cách kết hợp các phương pháp của Wischmeier và Smith (1981) [30], Morgan (2005) [14], và Stone và Hilborn (2000) [24]. Theo đó, việc hiệu chỉnh hệ số C sẽ kết hợp giữa 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,...).

- *Yếu tố độ che phủ và lượng mưa*: Từ độ che phủ của tán cây, hệ số C đầu tiên được xác định cho từng thời kỳ trong năm theo mối quan hệ tuyến

tính tỷ lệ nghịch giữa yếu tố C và độ che phủ mặt đất (1% độ che phủ mặt đất). Tổng của tích hệ số C và hệ số điều chỉnh (% R) cho từng thời kỳ cho phép tính toán hệ số C được điều chỉnh theo phân bố của lớp phủ mặt đất và lượng mưa trong năm (Morgan, 1995) [15]. Công thức hiệu chỉnh hệ số C do phân bố độ che phủ và lượng mưa được viết tổng quát như sau:

$$C_{cr} = \sum_{i=1}^n C_i * W_{ri} \quad (2); \quad W_{ri} = \frac{p_i}{p} \quad (3)$$

Trong đó: Ccr: 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); Ci: là hệ số C tra theo bảng Hệ số C của Hội Khoa học Đất Quốc tế (bảng 2), tương ứng với độ che phủ của giai đoạn canh tác i; Wri: là trọng số do lượng mưa ở giai đoạn canh tác i; pi: là lượng mưa theo tháng tại giai đoạn canh tác i; và p là tổng lượng mưa của năm.

Bảng 2: Hệ số cây trồng C (Hội Khoa học đất Quốc tế)

Độ che phủ (%)	Bãi chăn thả, cây lâu năm thấp & có lớp phủ	Cây và cây bụi có chiều cao khác nhau (không phủ kín đất)				Rừng nhiệt đới có lớp phủ > 50mm	Cây hàng năm
		4m	2m	1m	0,5m		
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0
10	0,55	0,97	0,95	0,93	0,92		0,55
20	0,30	0,95	0,90	0,83	0,83	0,009	0,30
30	0,17	0,92	0,85	0,79	0,75		0,17
40	0,09	0,89	0,80	0,72	0,66		0,09
50	0,05	0,87	0,75	0,65	0,58	0,003	0,06
60	0,027	0,84	0,70	0,58	0,50		0,056
70	0,015	0,81	0,65	0,51	0,41	0,001	0,053
80	0,008	0,78	0,60	0,44	0,33		0,050
90	0,005	0,76	0,55	0,37	0,24		0,047
100	0,002	0,73	0,50	0,30	0,16	0,0001	0,043

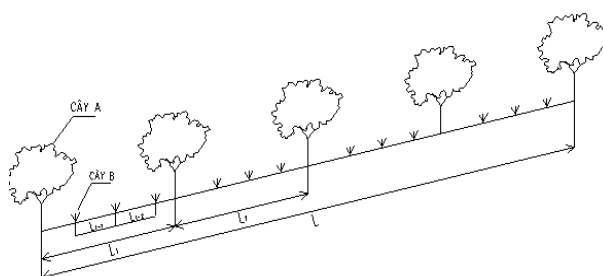
Trong trường hợp trồng xen; hệ số C được tính cho mỗi cây như trên, sau đó tính hệ số Ci cho loại hình trồng xen như sau:

$$\bar{c}_i = \frac{\sum c_i l_i}{\sum l_i} \quad (4)$$

Trong đó:

Ci: hệ số cây trồng C của cây trồng thứ i

Li: Chiều dài tính theo sườn dốc của cây trồng thứ i



Hình 1: Khoảng cách bố trí trồng xen để xác định độ che phủ đối với loại hình trồng xen

- *Yếu tố kỹ thuật canh tác:* Trên cơ sở hệ số C_h được tính toán từ kết quả đo đạc tại các ô quan trắc xói mòn theo công thức (1), tiến hành xác định hệ số D theo công thức xác định như sau:

$$D = \frac{C_h}{C_{cr}} \quad (5)$$

Trong đó: C_h và C_{cr} được tính toán từ các ô quan trắc xói mòn theo công thức (1) và công thức (2).

- *Hệ số xói mòn do mưa (R):*

Hệ số R được tính toán từ số liệu mưa trung bình theo công thức của Nguyễn Trọng Hà,

1996 [8] như sau:

$$R = 0.548257 \cdot P - 59.5 \quad (6)$$

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 (Bảng 3). 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.

Bảng 3: Giá trị hệ số K dựa vào thành phần cơ giới và hàm lượng hữu cơ đất (Stewart et al. 1975 [13]) (*)

Thành phần cơ giới	Hệ số K theo chất hữu cơ (OM%)		
	<0,5	2	4
Phân loại thành phần cơ giới			
Cát (Sand)	0,05	0,03	0,02
Cát mịn (Fine sand)	0,16	0,14	0,10
Cát rất mịn (Very finesand)	0,42	0,36	0,28
Cát pha (Loamy sand)	0,12	0,10	0,08
Cát pha mịn (Loamy finesand)	0,24	0,20	0,16
Cát pha rất mịn (Loamy veryfine sand)	0,44	0,38	0,30
Á sét nhẹ (Sandy loam)	0,27	0,24	0,19
Á sét nhẹ mịn (Fine sandyloam)	0,35	0,30	0,24
Á sét nhẹ rất mịn (Very fine sandy loam)	0,47	0,41	0,33
Á sét trung bình (Loam)	0,38	0,34	0,29
Á sét pha bùn mịn (Silt loam)	0,48	0,42	0,33
Bùn mịn (Silt)	0,60	0,52	0,42
Á sét có bùn pha cát (Sandy clayloam)	0,27	0,25	0,21
Á sét có bùn (Clay loam)	0,28	0,25	0,21
Á sét có bùn mịn (Silty clayloam)	0,37	0,32	0,26
Sét pha cát (Sandy clay)	0,14	0,13	0,12
Sét pha bùn mịn (Silty clay)	0,25	0,23	0,19
Sét (Clay)		0,13-0,2	

(*) **Ghi chú:** Các giá trị được hiển thị là trung bình ước tính của phạm vi rộng của các giá trị đất cụ thể. 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 trên, các giá trị trên phải được nhân với 1,292 [13]).

- 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 [10] được xác định như sau:

Hệ số chiều dài sườn dốc được xác định theo công thức sau: $L = (l/22,1)m$ (7)

Trong đó: L: Hệ số chiều dài sườn dốc (m); l: chiều dài sườn dốc; 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 $m = 0,5$ [21].

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

$$LS = \left(\frac{l}{22,13} \right)^{0,5} (0,065 + 0,045S + 0,0065S^2) \quad (8)$$

Trong đó: S: Độ dốc (%);

- 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 của các tác giả David (1988) xác định hệ số P theo các biện pháp kỹ thuật quản lý đất.

Bảng 4: Xác định hệ số P theo biện pháp quản lý đất (David, 1988 [4])

Quản lý đất	Hệ số P			
Kỹ thuật thông thường	1,00			
Làm đất theo vùng	0,25			
Che tủ	0,26			
Làm đất tối thiểu	0,52			
Độ dốc (%)	Bậc thang		Đường đồng mức	Băng cây đồng mức
	Băng	Bờ rộng		
1-2	0,10	0,12	0,60	0,30
3-8	0,10	0,10	0,50	0,15
9-12	0,10	0,12	0,60	0,30
13-16	0,10	0,14	0,70	0,35
17-20	0,12	0,16	0,80	0,40
21-25	0,12	0,18	0,90	0,45
>25	0,14	0,20	0,95	0,50

- 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 của các tác giả David (1988) xác định hệ số P theo các biện pháp kỹ thuật quản lý đất.

Bảng 5: Xác định hệ số P theo biện pháp quản lý đất (David, 1988 [4])

Quản lý đất	Hệ số P			
Kỹ thuật thông thường	1,00			
Làm đất theo vùng	0,25			
Che tủ	0,26			
Làm đất tối thiểu	0,52			
Độ dốc (%)	Bậc thang		Đường đồng mức	Băng cây đồng mức
	Băng	Bờ rộng		
1-2	0,10	0,12	0,60	0,30

3-8	0,10	0,10	0,50	0,15
9-12	0,10	0,12	0,60	0,30
13-16	0,10	0,14	0,70	0,35
17-20	0,12	0,16	0,80	0,40
21-25	0,12	0,18	0,90	0,45
>25	0,14	0,20	0,95	0,50

2.2.2. Phương pháp đánh giá mức độ chính xác của mô hình

Trên cơ sở các hệ số xói mòn lựa chọn, tiến hành áp dụng tính toán cho mô hình dự báo USLE sử dụng hệ số C tra theo bảng của Hội Khoa học đất quốc tế và hệ số C hiệu chỉnh, kết quả tính toán áp dụng tại các ô quan trắc và được so sánh với lượng đất mất đo thực tế. 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:

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

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

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

Trong đó: Fi và Oi 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 [3].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả hiệu chỉnh hệ số cây trồng C

3.1.1. Xác định các thông số của mô hình

Dựa vào các thông số đo và kế thừa tại các ô quan trắc xói mòn, xác định các hệ số R, K, LS, P và lượng đất bị xói mòn đo được tại 05 ô quan trắc. Từ kết quả này sẽ xác định hệ số C_h theo công thức (1), kết quả xác định được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6: Kết quả xác định hệ số C_h dựa vào các thông số đo và tính toán tại các ô quan trắc xói mòn

STT	Tên điểm	Cơ cấu cây trồng	Năm	Hệ số R	Hệ số K	Hệ số LS	Hệ số P	A (tấn/ha/năm)	Hệ số C_h	Hệ số C tra bảng	
										Giá trị	Tỷ lệ C/ C_h
1	CN-MS-SL (CT T3)	Xen canh ngô - đậu nhe	2017	603,4 4	0,4 4	5,72	0,14	14,56	0,06 9	0,24	3,48
2	CN-MS-SL (CT T3)	Xen canh ngô - đậu nhe	2016	725,8 8	0,4 4	5,72	0,14	18,34	0,07 2	0,24	3,33
3	CN-MS-SL (CT T3)	Xen canh ngô - đậu nhe	2015	676,8 6	0,4 4	5,72	0,14	15,45	0,06 5	0,24	3,69

STT	Tên điểm	Cơ cấu cây trồng	Năm	Hệ số R	Hệ số K	Hệ số LS	Hệ số P	A (tấn/ha/năm)	Hệ số C _h	Hệ số C tra bảng	
										Giá trị	Tỷ lệ C/C _h
4	CN-MS-SL (CT T2)	Đơn canh 1 vụ ngô, tiểu bậc thang	2017	603,4 4	0,4 4	10,10	0,14	21,56	0,05 7	0,24	4,21
5	CN-MS-SL (CT T2)	Đơn canh 1 vụ ngô, tiểu bậc thang	2016	725,8 8	0,4 4	10,10	0,14	27,54	0,061	0,24	3,93
6	CN-MS-SL (CT T2)	Đơn canh 1 vụ ngô, tiểu bậc thang	2015	676,8 6	0,4 4	10,10	0,14	20,45	0,04 9	0,24	4,90
7	CN-MS-SL (CT T1)	Đơn canh 1 vụ ngô, đốt và cày	2017	603,4 4	0,17	8,20	1,00	57,45	0,06 9	0,24	3,48
8	CN-MS-SL (CT T1)	Đơn canh 1 vụ ngô, đốt và cày	2016	725,8 8	0,17	8,20	1,00	64,45	0,06 4	0,24	3,75
9	CN-MS-SL (CT T1)	Đơn canh 1 vụ ngô, đốt và cày	2015	676,8 6	0,17	8,20	1,00	50,75	0,05 4	0,24	4,44
10	BT, TM, ĐB, HB (Ô 1)	Đơn canh lúa nương, chặt, đốt, cày	2000	602,16	0,17	12,22	0,50	8,00	0,013	0,24	18,46
11	BT, TM, ĐB, HB (Ô 2)	Đơn canh lúa nương, chặt, đốt, cày theo đường đồng mức	2000	602,16	0,17	12,96	0,50	8,00	0,012	0,24	20,00
12	BT, TM, ĐB, HB (Ô 3)	Đơn canh lúa nương, chặt, đốt, cày theo đường đồng mức	2000	602,16	0,17	8,84	0,50	13,00	0,02 9	0,24	8,28
13	BT, TM, ĐB, HB (Ô 4)	Đơn canh lúa nương, chặt, đốt, cày theo đường đồng mức	2000	602,16	0,17	12,22	0,50	16,00	0,02 6	0,24	9,23
14	BT, TM, ĐB, HB (Ô 5)	Đơn canh lúa nương, chặt, đốt, cày theo đường đồng mức	2000	602,16	0,17	9,80	0,50	25,60	0,05 2	0,24	4,62
15	TX VY-VP (Ô 6)	Đơn canh sắn, trồng theo đường đồng mức	2000	445,4 4	0,4 4	0,80	0,50	25,60	0,32 7	0,78	2,39
16	TX VY-VP (Ô 6)	Đơn canh sắn, trồng theo đường đồng mức	2002	611,57	0,4 4	0,80	0,50	43,90	0,40 9	0,78	1,91
17	TX VY-VP (Ô 8)	Đơn canh sắn, trồng theo đường đồng mức	2000	445,4 4	0,4 4	1,87	0,50	59,50	0,32 5	0,43	1,32
18	TX VY-VP (Ô 8)	Đơn canh sắn, trồng theo đường đồng mức	2001	544,6 8	0,4 4	1,87	0,50	17,60	0,07 9	0,43	5,44
19	TX VY-VP (Ô 10)	Đơn canh sắn, trồng theo đường đồng mức	2002	611,57	0,4 4	1,87	0,50	46,00	0,183	0,43	2,35
20	HS-XM (CT T1)	Luân canh ngô, đậu đen theo KT của người dân	1993	622,0 9	0,15	8,46	0,95	35,91	0,04 8	0,24	5,00
21	HS-XM (CT T1)	Xen canh ngô - lạc theo KT của người dân	1994	803,2 9	0,15	8,46	0,95	20,77	0,021	0,24	11,43

STT	Tên điểm	Cơ cấu cây trồng	Năm	Hệ số R	Hệ số K	Hệ số LS	Hệ số P	A (tấn/ha/năm)	Hệ số C _h	Hệ số C tra bảng	
										Giá trị	Tỷ lệ C/C _h
22	HS-XM (CT T1)	Luân canh và xen canh ngô, sắn, lạc theo KT của người dân	1995	472,6 9	0,15	8,46	0,95	16,13	0,02 8	0,09	3,21
23	HS-XM (CT T2)	Luân canh ngô, đậu đen theo KT trồng theo bậc thang, bờ cắt dốc	1993	622,0 9	0,15	8,46	0,14	5,03	0,04 6	0,24	5,22
24	HS-XM (CT T2)	Xen canh ngô - lạc theo bậc thang, bờ cắt dốc	1994	803,2 9	0,15	8,46	0,14	14,84	0,104	0,24	2,31
25	HS-XM (CT T2)	Luân canh và xen canh ngô, sắn, lạc theo bậc thang, bờ cắt dốc	1995	472,6 9	0,15	8,46	0,50	12,43	0,041	0,09	2,20
26	HS-XM (CT T4)	Luân canh ngô, đậu đen theo KT trồng có băng chắn, theo đường đồng mức	1993	622,0 9	0,15	8,46	0,50	4,68	0,012	0,09	7,50
27	HS-XM (CT T4)	Xen canh ngô - lạc có băng chắn, theo đường đồng mức	1994	803,2 9	0,15	8,46	0,50	14,21	0,02 8	0,12	4,29
28	HS-XM (CT T4)	Luân canh và xen canh ngô, sắn, lạc có băng chắn, theo đường đồng mức	1995	472,6 9	0,15	8,46	0,50	10,26	0,03 4	0,09	2,65
29	HS-XM (CT T5)	Luân canh ngô, đậu đen theo KT trồng có băng chắn, theo đường đồng mức	1993	422,0 9	0,15	8,46	0,50	2,81	0,011	0,09	8,18
30	HS-XM (CT T5)	Xen canh ngô - lạc có băng chắn, theo đường đồng mức	1994	803,2 9	0,15	8,46	0,50	14,21	0,02 8	0,12	4,29
31	HS-XM (CT T5)	Luân canh và xen canh ngô, sắn, lạc có băng chắn, theo đường đồng mức	1995	472,6 9	0,15	8,46	0,50	16,69	0,05 6	0,09	1,61
32	TA-BV – (CT T2)	Luân canh và xen canh Lạc - khoai lang - đậu tương, theo KT người	1992	396,2 2	0,31	0,63	0,95	0,83	0,011	0,09	8,18

STT	Tên điểm	Cơ cấu cây trồng	Năm	Hệ số R	Hệ số K	Hệ số LS	Hệ số P	A (tấn/ha/năm)	Hệ số C_h	Hệ số C tra bảng	
										Giá trị	Tỷ lệ C/ C_h
		dân									
33	TA-BV – (CT T2)	Xen canh Lạc - Sắn theo KT người dân	1993	854,4 4	0,31	0,63	0,95	2,08	0,013	0,12	9,23
34	TA-BV – (CT T2)	Xen canh Lạc - sắn theo KT người dân	1994	902,14	0,31	0,63	0,95	3,35	0,02 0	0,12	6,00
35	TA-BV – (CT T3)	Luân canh và xen canh Lạc - khoai lang - đậu tương, theo KT dùng băng chắn, trồng theo đường đồng mức	1992	596,2 2	0,31	0,63	0,50	0,99	0,017	0,09	5,29
36	TA-BV – (CT T3)	Xen canh Lạc - Sắn theo KT dùng băng chắn, trồng theo đường đồng mức	1993	854,4 4	0,31	0,63	0,50	0,63	0,00 8	0,12	15,00
37	TA-BV – (CT T3)	Xen canh Lạc - sắn theo KT dùng băng chắn, trồng theo đường đồng mức	1994	902,14	0,31	0,63	0,50	2,54	0,02 9	0,12	4,14
38	TA-BV – (CT T4)	Xen canh Lạc - Sắn theo KT dùng băng chắn, trồng theo đường đồng mức	1993	854,4 4	0,31	0,63	0,50	0,65	0,00 8	0,12	15,00
39	TA-BV – (CT T4)	Xen canh Lạc - Sắn theo KT dùng băng chắn, trồng theo đường đồng mức	1994	1450,4	0,31	0,63	0,50	2,52	0,018	0,12	6,67

Ghi chú: CT: Công thức; KT: Kỹ thuật.

So sánh giá trị hệ số C_h tính toán từ các ô quan trắc với 39 lần thí nghiệm với 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_h 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. Đề xuất hiệu chỉnh hệ số cây trồng C

Dựa vào kết quả tính toán giá trị C_h ở bảng 6, tiến hành xác định hệ số C_{cr} theo công thức (2), (3), nếu các ô có trồng xen sử dụng thêm công

thức (4). Sau khi xác định được hệ số C_{cr} sẽ xác định hệ số D theo công thức (5). Kết quả tổng hợp từ 39 công thức theo loại hình cây trồng và biện pháp kỹ thuật, các hệ số C_{cr} , C_h và hệ số hiệu chỉnh D được tổng hợp ở bảng 7.

Bảng 7: Xác định hệ số hiệu chỉnh các biện pháp kỹ thuật (D) để hiệu chỉnh hệ số C

STT	Loại hình	Biện pháp kỹ thuật	Số mẫu (N)	Hệ số C_{cr}	Hệ số C_h	Hệ số D	
						Trung bình	Độ lệch chuẩn
1	Đơn canh 1 loại cây trồng/năm		16				
-	Lúa nương	- Chặt, đốt (đối với lần đầu), bừa - Chọc lỗ/rạch hàng theo đường đồng mức geo bằng tay - Làm cỏ dại (cào)	5	0,118	0,058	0,498	0,013
-	Sắn	- Làm đất bằng cuốc, xẻng, dầm cày - Làm cỏ bằng cuốc - Thu hoạch nhổ rễ sử dụng cuốc, xẻng	5	0,513	0,208	0,407	0,093
-	Ngô	- Làm đất bằng cuốc, cào - Gieo hạt bằng tay - Làm cỏ dại bằng cuốc	6	0,293	0,059	0,203	0,013
2	Luân canh		4				
-	Ngô - đậu	- 2 lần làm đất bằng cuốc, cào - 2 lần gieo hạt bằng tay - 2 lần làm cỏ dại bằng cuốc	4	0,140	0,042	0,298	0,004
3	Luân canh kết hợp xen canh		2				
-	Lạc luân canh với Khoai lang xen	- 2 lần làm luống, 1 lần làm đất nhẹ (cuốc, cào)	2	0,213	0,106	0,499	0,009

STT	Loại hình	Biện pháp kỹ thuật	Số mẫu (N)	Hệ số C_{cr}	Hệ số C_h	Hệ số D	
						Trung bình	Độ lệch chuẩn
	đậu tương	- 2 lần làm cỏ bằng cuốc, cào - 2 lần thu hoạch nhổ rễ, sử dụng cuốc					
4	Xen canh		17				
-	Sắn - ngô - lạc	- 1 lần làm đất chính, 2 lần xới nhẹ kèm làm cỏ. - 1 lần dâm cành, 2 lần gieo hạt - 1 lần thu hoạch nhổ rễ (sắn và lạc) sử dụng cuốc, xẻng.	4	0,088	0,053	0,606	0,007
-	Sắn - lạc	- 1 lần làm đất, dâm cành, gieo hạt. - 1 lần làm cỏ. - 1 lần thu hoạch nhổ rễ (củ) bằng cuốc, xẻng	6	0,080	0,137	0,600	0,014
-	Ngô - lạc	- 1 lần làm đất, gieo hạt - 1 lần làm cỏ. - 1 lần thu hoạch nhổ rễ (củ) bằng cuốc	4	0,220	0,055	0,247	0,010
-	Ngô - đậu	- 1 lần làm đất, gieo hạt - 1 lần làm cỏ	3	0,321	0,068	0,214	0,018

Kết quả tính toán hệ số hiệu chỉnh do kỹ thuật canh tác D cho các loại cây trồng và cơ cấu cây trồng trong năm tại bảng 7 cho thấy, đối với loại hình đơn canh, kết quả đo xác định cho 16 lần quan trắc cho 3 loại cây trồng là lúa nương, sắn và ngô cho thấy, hệ số hiệu chỉnh D của 3 loại cây lần lượt là 0,498, 0,407 và 0,203.

- Đối với loại hình luân canh: Ở loại hình này mỗi vụ sẽ bố trí một loại cây trồng, do đó sẽ có các tác động vào đất giống như mỗi vụ của loại hình đơn canh. Với loại hình luân canh kết quả của 4 lần quan trắc luân canh ngô và đậu cho

thấy giá trị hệ số hiệu chỉnh do biện pháp canh tác D là 0,298.

- Đối với loại hình xen canh kết hợp luân canh: Có 2 lần quan trắc cho các loại hình trồng lạc, luân canh với 1 vụ trồng khoai lang xen đậu tương. Với loại hình này trồng được 3 loại cây trồng/năm và giảm được 1 lần làm đất để gieo hạt, 1 lần làm cỏ so với đơn canh. Hệ số hiệu chỉnh kỹ thuật canh tác cho loại hình hai cây thu hoạch củ (khoai, lạc) và một cây hàng năm (đậu tương) là 0,499.

- Đối với loại hình xen canh: Có tổng cộng 17 quan trắc, kết quả cho thấy, hệ số hiệu chỉnh D

của các loại cây trồng: Sắn sau 1 tháng trồng xen ngô và sau 3 tháng trồng xen thêm lạc; Sắn - lạc; Ngô - lạc; ngô - đậu lần lượt là 0,7; 0,606; 0,60, 0,247 và 0,214.

Qua hệ thống cây trồng với cơ cấu khác nhau và các kỹ thuật canh tác áp dụng có thể thấy, hệ thống trồng xen có hệ số ảnh hưởng xói mòn do độ che phủ đất thấp nhất, các cây trồng khi canh tác có hệ số ảnh hưởng do kỹ thuật canh tác đến xói mòn đất cao là lúa nương (0,498); Sắn (0,40); Ngô khoảng 0,2, khi luân canh với đậu tương khoảng 0,3; Lạc và khoai lang có xen đậu tương khoảng 0,5. So sánh các giá trị này với kết quả

nghiên cứu của Karine Vezina và nnk, 2009 [26] khi nghiên cứu các hệ thống canh tác nhờ mưa với các loại cây trồng là đậu nành, sắn, ngô được trồng trên các vùng đồi núi tại xã Đồng Phúc, Huyện Ba Bể, Bắc Kạn cho thấy các kết quả có sự tương đồng với các giá trị với sắn là 0,4; đậu nành 0,4; và ngô là 0,2. Một vụ lúa nước theo hình thức bậc thang là 0,6 và 2 vụ lúa hoặc 1 vụ lúa, 1 vụ màu (ngô) là 0,8. Từ các tính toán ở các ô thí nghiệm quan trắc xói mòn đất, tổng hợp các loại cây trồng và các biện pháp kỹ thuật tác động vào đất và hệ số hiệu chỉnh D do biện pháp kỹ thuật đối với hệ số C được đề xuất ở bảng 8.

Bảng 8: 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	Biện pháp (các hoạt động và công cụ)	Hệ số D
1	Lúa nương cạn	- Chặt, đốt (đối với lần đầu), bừa - Chọc lỗ/rách hàng theo đường đồng mức gieo bằng tay - Làm cỏ dại (cào)	0,50
1	2 vụ lúa nước ruộng bậc thang ^(*)	2 lần cày và bừa (cày, bừa và trâu) 2 lần gieo (bằng tay) 2 lần làm cỏ (cào)	0,80
2	1 vụ lúa nước, 1 vụ màu ruộng bậc thang ^(*)	2 cày và bừa (cày, bừa và trâu) 2 lần gieo (bằng tay) 2 lần làm cỏ (cuốc)	0,80
3	1 vụ lúa nước ruộng bậc thang ^(*)	2 cày và 2 bừa (cày, bừa và trâu) 1 lần gieo (bằng tay) 1 lần làm cỏ dại (cào)	0,60
4	1 vụ khoai hoặc sắn hoặc lạc	1 lần (dâm cành, gieo hạt) (xẻng hoặc cuốc) 1 lần làm cỏ (cuốc) 1 lần nhổ rễ (lấy củ) (xẻng, cuốc)	0,40
5	1 vụ ngô hoặc đậu đỗ hoặc vừng hoặc các loại cây trồng hàng năm còn lại	1 lần làm đất (cuốc, cào) 1 lần gieo (tay, chọc lỗ) 1 lần làm cỏ dại (cuốc)	0,20
6	Luân canh 1 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây	- 2 lần làm đất, gieo hạt - 2 lần làm cỏ	0,30

STT	Hệ thống canh tác	Biện pháp (các hoạt động và công cụ)	Hệ số D
	trồng hàng năm còn lại	- 1 lần thu hoạch nhổ rễ (củ) bằng cuốc	
7	Luân canh 2 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) có trồng xen với 1 cây trồng hàng năm.	- 2 lần làm luống, 1 lần làm đất nhẹ (cuốc, cào) - 2 lần làm cỏ bằng cuốc, cào - 2 lần thu hoạch nhổ rễ, sử dụng cuốc	0,5
8	Xen canh 2 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây trồng hàng năm còn lại	- 2 lần làm đất, 2 lần xới nhẹ kèm làm cỏ - 1-2 lần dâm cành, 2 lần gieo hạt - 2 lần thu hoạch nhổ rễ (sắn, lạc hoặc khoai) sử dụng cuốc, xẻng.	0,60
9	Xen canh sắn - lạc (khoai)	- 1 lần làm đất, dâm cành, gieo hạt - 1 lần làm cỏ - 1-2 lần gần nhau thu hoạch nhổ rễ (củ) bằng cuốc, xẻng	0,60
10	Xen canh 1 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây trồng hàng năm còn lại	- 1 lần làm đất, gieo hạt - 1 lần làm cỏ - 1 lần thu hoạch nhổ rễ (củ) bằng cuốc	0,25
11	Xen canh 2 loại cây hàng năm/vụ (cây không lấy củ)	- 1 lần làm đất, gieo hạt - 1 lần làm cỏ	0,21

(*): Kế thừa từ số liệu của Karine Vezina và nnk, 2006 [26].

3.2. Kiểm định hệ số C hiệu chỉnh bằng mô hình USLE

Kết quả tính toán độ che phủ năm của các ô quan trắc và tra hệ số C theo Hội Khoa học

Đất Quốc tế, hệ số C_h hiệu chỉnh theo nghiên cứu này và lượng đất mất theo phương pháp tính thông thường (tra hệ số C theo Hội Khoa học Đất Quốc tế), theo phương pháp hiệu chỉnh, thực đo được trình bày ở bảng 9.

Bảng 9: 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	Tên điểm	Năm	Độ che phủ năm	Hệ số C				Hệ số P	Lượng đất mất (tấn/ha/năm)		
				Tra bảng	Hiệu chỉnh				Tính thông thườn g	Phương pháp hiệu chỉnh	Thực đo
					Ccr	D	C _h				
1	CN-MS-SL (CT T3)	2017	29,58	0,24	0,34	0,21	0,07	0,14	49,90	15,33	14,56

STT	Tên điểm	Năm	Độ che phủ năm	Hệ số C				Hệ số P	Lượng đất mất (tấn/ha/năm)		
				Tra bảng	Hiệu chỉnh				Tính thông thườn g	Phương pháp hiệu chỉnh	Thực đo
					C _{cr}	D	C _h				
2	CN-MS-SL (CT T3)	2016	29,83	0,24	0,34	0,21	0,07	0,14	60,02	18,39	18,34
3	CN-MS-SL (CT T3)	2015	29,63	0,24	0,28	0,21	0,06	0,14	55,97	13,87	15,45
4	CN-MS-SL (CT T2)	2017	25,42	0,24	0,30	0,20	0,06	0,14	88,12	22,42	21,56
5	CN-MS-SL (CT T2)	2016	25,83	0,24	0,31	0,20	0,06	0,14	106,00	27,57	27,54
6	CN-MS-SL (CT T2)	2015	24,58	0,24	0,23	0,20	0,05	0,14	98,84	19,60	20,45
7	CN-MS-SL (CT T1)	2017	23,75	0,24	0,34	0,20	0,07	1,00	195,37	56,92	57,45
8	CN-MS-SL (CT T1)	2016	25,42	0,24	0,34	0,20	0,07	1,00	235,02	67,64	64,45
9	CN-MS-SL (CT T1)	2015	23,75	0,24	0,24	0,20	0,05	1,00	219,15	44,94	50,75
10	BT-TM-ĐB-HB (Ồ 1)	2000	24,58	0,24	0,12	0,50	0,06	0,50	148,32	37,18	8,00
11	BT-TM-ĐB-HB (Ồ 2)	2000	26,25	0,24	0,12	0,50	0,06	0,50	157,33	38,45	8,00
12	BT-TM-ĐB-HB (Ồ 3)	2000	25,42	0,24	0,11	0,50	0,06	0,50	107,29	25,43	13,00
13	BT-TM-ĐB-HB (Ồ 4)	2000	25,42	0,24	0,12	0,50	0,06	0,50	148,32	36,82	16,00
14	BT-TM-ĐB-HB (Ồ 5)	2000	25,83	0,24	0,12	0,50	0,06	0,50	118,90	28,97	25,60
15	TX VY-VP (Ồ 6)	2000	7,21	0,78	0,81	0,40	0,32	0,50	60,62	25,38	25,60

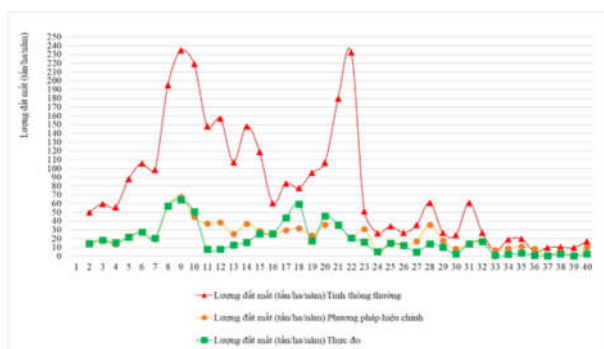
STT	Tên điểm	Năm	Độ che phủ năm	Hệ số C				Hệ số P	Lượng đất mất (tấn/ha/năm)		
				Tra bảng	Hiệu chỉnh				Tính thông thườn g	Phương pháp hiệu chỉnh	Thực đo
					C _{cr}	D	C _h				
16	TX VY-VP (Ồ 6)	2002	7,21	0,78	0,69	0,4 0	0,28	0,50	83,23	29,76	43,90
17	TX VY-VP (Ồ 8)	2000	11,08	0,43	0,44	0,4 0	0,17	0,50	77,83	31,87	59,50
18	TX VY-VP (Ồ 8)	2001	11,08	0,43	0,27	0,4 0	0,11	0,50	95,17	23,95	17,60
19	TX VY-VP (Ồ 10)	2002	11,08	0,43	0,36	0,4 0	0,14	0,50	106,86	36,30	46,00
20	HS-XM (CT T1)	1993	26,67	0,24	0,16	0,3 0	0,05	0,95	179,96	35,79	35,91
21	HS-XM (CT T1)	1994	25,00	0,24	0,09	0,2 5	0,02	0,95	232,38	20,99	20,77
22	HS-XM (CT T1)	1995	41,08	0,09	0,09	0,6 0	0,05	0,95	51,28	30,91	16,13
23	HS-XM (CT T2)	1993	26,67	0,24	0,15	0,3 0	0,05	0,14	26,52	5,01	5,03
24	HS-XM (CT T2)	1994	25,00	0,24	0,40	0,2 5	0,10	0,14	34,25	14,26	14,84
25	HS-XM (CT T2)	1995	40,67	0,09	0,07	0,6 0	0,04	0,50	26,99	12,26	12,43
26	HS-XM (CT T4)	1993	42,33	0,09	0,14	0,3 0	0,04	0,50	35,52	17,15	4,68
27	HS-XM (CT T4)	1994	48,13	0,12	0,28	0,2 5	0,07	0,50	61,15	35,87	14,21
28	HS-XM (CT T4)	1995	39,42	0,09	0,10	0,6 0	0,06	0,50	26,99	17,98	10,26

STT	Tên điểm	Năm	Độ che phủ năm	Hệ số C				Hệ số P	Lượng đất mất (tấn/ha/năm)		
				Tra bảng	Hiệu chỉnh				Tính thông thườn g	Phương pháp hiệu chỉnh	Thực đo
					C _{cr}	D	C _h				
29	HS-XM (CT T5)	1993	40,67	0,09	0,11	0,3 0	0,03	0,50	24,10	8,52	2,81
30	HS-XM (CT T5)	1994	45,63	0,12	0,11	0,2 5	0,03	0,50	61,15	14,10	14,21
31	HS-XM (CT T5)	1995	41,08	0,09	0,09	0,6 0	0,05	0,50	26,99	16,48	16,69
32	TA-BV - (CT T2)	1992	39,58	0,09	0,18	0,5 0	0,09	0,95	6,62	6,73	0,83
33	TA-BV - (CT T2)	1993	47,08	0,12	0,10	0,6 0	0,06	0,95	19,02	9,11	2,08
34	TA-BV - (CT T2)	1994	47,08	0,12	0,11	0,6 0	0,07	0,95	20,08	11,20	3,35
35	TA-BV - (CT T3)	1992	39,58	0,09	0,24	0,6 0	0,15	0,50	5,24	8,45	0,99
36	TA-BV - (CT T3)	1993	47,08	0,12	0,03	0,6 0	0,02	0,50	10,01	1,28	0,63
37	TA-BV - (CT T3)	1994	47,08	0,12	0,10	0,6 0	0,06	0,50	10,57	5,38	2,54
38	TA-BV - (CT T4)	1993	47,08	0,12	0,03	0,6 0	0,02	0,50	10,01	1,29	0,65
39	TA-BV - (CT T4)	1994	47,08	0,12	0,12	0,6 0	0,07	0,50	16,99	10,19	2,52
R									0,69	0,80	
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 hệ số C hiệu chỉnh 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.



Hình 2: 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.

Kết quả biểu diễn lượng đất mất tại đồ thị hình 2 cho thấy, so với phương trình USLE với hệ số C thông thường, thì giá trị hiệu chỉnh 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 tấn/ha/năm), 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.

4. KẾT LUẬN

1. Kết quả tính toán hệ số C_h tính toán từ các ô quan trắc với 39 lần thí nghiệm với 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_h 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.

2. Hệ số cây trồng sau khi hiệu chỉnh bằng cách sử dụng hệ số C tra từ bảng của Hội Khoa học Đất Quốc tế nhân với trọng số phân bố lượng mưa và độ che phủ theo tháng, cần hiệu chỉnh theo hệ số các biện pháp kỹ thuật tác động vào đất, đối với các cây trồng chính các hệ số này giao động từ 0,20 đến 0,8. Trong đó thấp nhất là trồng đơn canh hoặc xen canh các cây trồng không lấy củ (ngô, đậu tương, đậu đen,...), hệ số là khoảng 0,2; cao đối với loại hình 2 vụ lúa, 1 lúa-màu ruộng bậc thang (hệ số là 0,8) và trồng 2 loại cây lấy củ (sắn, khoai, lạc) trở lên trong một vụ (hệ số là 0,6).

3. Kết quả sử dụng phương trình mất đất phổ dụng để kiểm định cho thấy, phương pháp hiệu chỉnh hệ số C có kết quả dự báo tốt hơn so với sử dụng hệ số C tra bảng thông thường. Điều này, thể hiện qua giá trị hệ số tương quan R, kết quả dự báo 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 sử dụng hệ số C thông thường là 82,09, còn sử dụng hệ số C hiệu chỉnh là 11,01. 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.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Benavidez R., B. Jackson, D. Maxwell, K. Norton (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), p. 6059-6086.
- [2] Borrelli Pasquale, Katrin Meusburger, Cristiano Ballabio, Panos Panagos, Christine Alewell (2018), "Object-oriented soil erosion modelling: A possible paradigm shift from potential to actual risk assessments in agricultural environments", *Land Degradation & Development*. 29(4), p. 1270-1281.
- [3] Chai T., 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, p. 1247–1250.
- [4] David Wilfredo P. (1988), *Soil and Water Conservation Planning: Policy Issues and Recommendations*, Philippine Institute for Development Studies.
- [5] Doanh L.Q., H.D. Tuan, A. Chabanne (2005), Upland Agro - Ecology Research and Development in Vietnam, *Building an Agro-Ecological Network through DMC in Southeast Asia*, Vientiane, Lao, p. 7.
- [6] Nguyễn Văn Dũng, Trần Đức Viên và nnk (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, Nguyễn Thanh Lâm, chủ biên, *Canh tác nương rẫy tổng hợp: Một góc nhìn*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội, p. 258-312.
- [7] Durigon V. L., D. F. Carvalho, M. A. H. Antunes, P. T. S. Oliveira, M. M. Fernandes (2014), "NDVI time series for monitoring RUSLE cover management factor in a tropical watershed", *International Journal of Remote Sensing*. 35(2), p. 441-453.
- [8] Nguyễn Trọng Hà (1996), *Xác định các yếu tố gây xói mòn và khả năng dự báo xói mòn trên đất dốc*, Trường ĐH Thủy lợi, Hà Nội.
- [9] J. Brychta, Janeček M., Walmsley A. (2018), "Crop-management factor calculation using weights of spatio-temporal distribution of rainfall erosivity", *Soil & Water Res.* 13, p. 150-160.
- [10] Kim H. S., P. Y. Julien (2006), "Soil Erosion Modeling Using RUSLE and GIS on the IMHA Watershed", *Water Engineering Research*. 7(1), p. 29-41.
- [11] Kurosawa Kiyoshi, Nguyen Hai Do, Tat Canh Nguyen, 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, p. 8.
- [12] Mari Franco (2015), "The Evaluation of Soil Erosion C Factor ", *International Journal of Applied Science and Technology* 5(6), p. 30-38.
- [13] Mepas.Pnnl.Gov 5.3.2 *Soil Erodibility Factor*, truy cập ngày 12/06-2018, tại trang web https://mepas.pnnl.gov/mepas/formulations/source_term/5_0/5_32/5_32.html

- [14] Morgan R. P. C. (2005), *Soil erosion and conservation*, Third, Blackwell Publishing Ltd.
- [15] Morgan Royston Philip Charles (2009), *Soil erosion and conservation*, John Wiley & Sons.
- [16] Mulengera M. K., R.W. Payton (1999), "Estimating the USLE-soil erodibility factor in developing tropical countries", *Trop Agric (Trinidad)*. 76(1), p. 17–22.
- [17] Nguyễn Quang Mỹ (2005), *Xói mòn đất hiện đại và các biện pháp phòng chống*, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội, Hà Nội.
- [18] Oliveira Paulo Tarso S., Mark A. Nearing, Edson Wendland (2015), "Orders of magnitude increase in soil erosion associated with land use change from native to cultivated vegetation in a Brazilian savannah environment", *Earth Surface Processes and Landforms*. 40(11), p. 1524-1532.
- [19] Panagos P., P. Borrelli, K. Meusburger, E. H. Van Der Zanden, J. Poesen, C. Alewell (2015), "Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European scale", *Environ. Sci. Policy*. 51, p. 23-34.
- [20] Panagos Panos, Pasquale Borrelli, Katrin Meusburger, Christine Alewell, Emanuele Lugato, Luca Montanarella (2015), "Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale", *Land Use Policy*. 48, p. 38-50.
- [21] Renard K. G. , G. R. Foster, G. A. Weesies, D. K. Mccool, D. C. Yoder (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.
- [22] Schmidt Simon, Christine Alewell, Katrin Meusburger (2018), "Mapping spatio-temporal dynamics of the cover and management factor (C-factor) for grasslands in Switzerland", *Remote Sensing of Environment*. 211, p. 89-104.
- [23] Nguyễn Tử Siêm, Thái Phiên (1999), *Đồi núi Việt Nam - Thoái hoá và phục hồi*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 412.
- [24] Stone R.P., D. Hilborn (2000), *Universal Soil Loss Equation (USLE)*, Ontario Ministry of Agriculture and Food, Agriculture and Rural Division; Factsheet.
- [25] Trung Tâm Ứng Phó Biến Đổi Khí Hậu, Dữ liệu khí tượng các trạm Cò Nòi (2015, 2016, 2017); Hòa Bình (2000), Vĩnh Yên (2000, 2001, 2002), Hà Nội.
- [26] Vezina Karine, Ferdinand Bonn, Pham Van Cu (2006), "Agricultural land-use patterns and soil erosion vulnerability of watershed units in Vietnam's northern highlands", *Landscape Ecol*. 21, p. 1311–1325.
- [27] Trần Quốc Vinh, Đặng Hùng Võ, Đào Châu Thu (2011), "Application of Remote Sensing and Geographic Information System in evaluating soil erosion. A Case study in Tam Nong district, Phu Tho province ", *Journal of Science and Development* 9(5), p. 823-833.
- [28] Vrieling Anton (2006), "Satellite remote sensing for water erosion assessment: A review", *CATENA*. 65(1), p. 2-18.
- [29] Wischmeier W.H. , D.D. Smith (1978), *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*, Vol. Agriculture Handbook No. 537, USDA/Science and Education

Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC., 58.

- [30] Wischmeier W.H., D.D. Smith (1981), *Predicting rainfall erosion losses -a guide to conservation planning*, Supplement to Agriculture Handbook No. 537. USDA, Washington DC, USA.
- [31] Zhang Changshun, Gaodi Xie, Chunlan Liu, Chunxia Lu (2011), "Assessment of soil erosion under woodlands using USLE in China", *Frontiers of Earth Science*. 5(2), p. 150-161.