



Original Article

Assessing the Impact of Erosion and Farming Practices on the Spatial Distribution of Topsoil Characteristics in a Sloping Vineyard Using an Open-source QGIS Software

Pham Thi Ha Nhung*, Nguyen Quoc Viet

VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

Received 16 September 2023

Revised 15 November 2023; Accepted 06 December 2023

Abstract: Erosion is one of the major threats that negatively affect agricultural soils. Several studies indicated that sloping vineyards are prone to soil erosion due to the soil management method. This study was conducted in a sloping vineyard planted in 2019 (with a slope of 10^0 and a slope length of 38 m) in Thu Cuc commune, Tan Son district, Phu Tho province, Vietnam. The main objective of the study is to evaluate soil characteristics (pH, particle-size distribution, organic matter, cation exchange capacity (CEC), N, P, and K macronutrients) related to terrain morphology, soil erosion, and farming practices. The open-source QGIS software was used to evaluate the spatial distribution of the soil characteristics. We found that the organic matter content, CEC, and clay content in the soils taken at the footslope zones were higher than those at the top of the hill as a result of soil erosion. In contrast, higher contents of K and silt were observed at the top of the hill compared to the footslope, indicating an unapparent impact of soil erosion on these two factors in the studied vineyard. Phosphorus was evenly distributed throughout the plot and influenced by the soil characteristics. Indeed, a strong correlation between total P content and soil pH, organic matter, and silt content was revealed in our study. On the other hand, cultivation practices exerted a significant impact on the prevailing accumulation of soil organic matter, CEC, total N, and clay particle size at the lower part of the vine rows following the horizontal flow. The vine rows were planted along the contour lines rather than the dominant slope of the vineyard can explain this tendency. In addition, no cover crops sown between the vine rows probably resulted in intense soil erosion at the steepest part of the terrain. Overall, the terrain morphology and farming practices played an essential role in the spatial distribution of soil characteristics. Therefore, integrating geographic information systems into building a digital database and predicting the spatial distribution of soil parameters is necessary to perform soil quality monitoring and serve sustainable land management.

Keywords: QGIS, slope land, spatial distribution, soil erosion, viticulture.

* Corresponding author.

E-mail address: phamthihanhung@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5016>

Đánh giá tác động của xói mòn đất và canh tác tới phân bố không gian của một số tính chất đất mặt tại vườn nho được trồng trên đất dốc với phần mềm mã nguồn mở QGIS

Phạm Thị Hà Nhung*, Nguyễn Quốc Việt

*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 16 tháng 9 năm 2023

Chỉnh sửa ngày 15 tháng 11 năm 2023; Chấp nhận đăng ngày 06 tháng 12 năm 2023

Tóm tắt: Xói mòn được xem là một trong những mối đe dọa chính cho đất nông nghiệp. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng, các vườn nho được trồng trên đất dốc thường dễ bị xói mòn và quá trình này phụ thuộc vào phương thức quản lý đất đai. Nghiên cứu này được thực hiện tại vườn nho mới trồng từ năm 2019 trên đất đồi (độ dốc 10°, độ dài dốc là 38 m) tại xã Thu Cúc, huyện Tân Sơn, tỉnh Phú Thọ, Việt Nam, nhằm đánh giá một số tính chất đất (pH, thành phần cấp hạt, chất hữu cơ, dung tích trao đổi cation (CEC) và hàm lượng N, P, K tổng số) trong mối liên quan với địa hình, xói mòn đất và phương thức canh tác. Phần mềm mã nguồn mở QGIS được lựa chọn để đánh giá phân bố không gian của các tính chất đất nghiên cứu. Theo đó, hàm lượng chất hữu cơ, CEC và hàm lượng sét của đất ở chân dốc cao hơn so với đỉnh dốc do tác động của xói mòn đất. Ngược lại, hàm lượng K và limon lại cao hơn ở khu vực đỉnh đồi, cho thấy tác động không rõ ràng của xói mòn đất tới hai yếu tố này tại vườn nho nghiên cứu. Phốt pho phân bố đều trên toàn khu vực nghiên cứu và chịu sự chi phối bởi một số tính chất đất. Thật vậy, tương quan mạnh giữa hàm lượng P với pH đất, chất hữu cơ, và hàm lượng limon được chỉ ra trong nghiên cứu này. Mặt khác, phương thức canh tác có tác động đáng kể tới quá trình tích lũy theo dòng chảy ngang về phía thoải hơn của các hàng nho đối với chất hữu cơ, CEC, hàm lượng N tổng số và sét. Bởi lẽ, các hàng nho được trồng theo đường đồng mức chứ không theo hướng dốc chủ đạo của đồi. Ngoài ra, việc không có lớp che phủ thực vật giữa các hàng nho khiến cho quá trình xói mòn diễn ra mạnh ở nơi có độ dốc cao. Như vậy, hình thái địa hình và phương thức canh tác có vai trò quan trọng trong phân bố không gian của các tính chất đất. Do đó, tích hợp hệ thông tin địa lý trong xây dựng cơ sở dữ liệu số và dự đoán phân bố không gian của các tính chất đất là rất cần thiết cho giám sát chất lượng đất và phục vụ quản lý đất đai bền vững.

Từ khóa: Đất dốc, nghề trồng nho, phân bố không gian, QGIS, xói mòn đất.

1. Mở đầu

Nông nghiệp có vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an ninh lương thực và phát triển kinh tế ở nhiều quốc gia trên thế giới. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều khu vực canh tác theo hướng truyền

thống có sử dụng phân bón hoá học, thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ khiến cho đất trồng trở nên suy thoái. Ở những vùng canh tác trên đất dốc và nền đất nghèo dinh dưỡng, vấn đề này càng trở nên trầm trọng hơn. Bởi lẽ, quá trình xói mòn có thể gây ra mất đất, mất chất dinh dưỡng, và rửa trôi

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: phamthihanhung@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5016>

các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng cần thiết cho cây trồng. Đặc biệt, tại các vùng trồng nho trên đất dốc, thoái hoá đất do ô nhiễm kim loại nặng và mất dưỡng chất bởi quá trình xói mòn do nước thường rất phổ biến [1], từ đó làm suy giảm chất lượng đất sản xuất nông nghiệp. Ngoài ra, loại hình canh tác, liều lượng sử dụng phân bón, thuốc trừ sâu bệnh, trừ nấm tại các vườn nho cũng đóng vai trò quan trọng trong cải tạo và ảnh hưởng trực tiếp tới đặc tính của đất đai. Trong trồng nho, việc làm đất theo hàng nho, được xem là một trong nguyên nhân chính làm suy thoái các đặc tính hoá lý của đất và có thể có tác động mạnh mẽ đến hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng của đất [2]. Theo đó, làm đất và làm cỏ dại bằng thuốc diệt cỏ thường được sử dụng trong các vườn nho khiến đất mất đi lớp che phủ và tiếp xúc trực tiếp với nước mưa hay dòng chảy mặt. Từ đó tác động tới phân bố của các nguyên tố, đặc biệt là các nguyên tố nằm trong lớp đất mặt. Trong đó, hàm lượng chất hữu cơ của đất và các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng N, P-P₂O₅, K-K₂O có vai trò thiết yếu cho sinh trưởng và phát triển của cây nho [3]. Do đó, việc đánh giá nhanh chóng, kịp thời ảnh hưởng của xói mòn và canh tác tới các tính chất đất trồng là rất cần thiết nhằm cung cấp những thông tin hữu ích cho nông dân trong quá trình sản xuất.

Nghiên cứu tích hợp hệ thống thông tin địa lý (GIS - Geographic Information Systems) và viễn thám (RS - Remote Sensing) trong quản lý đất đai, xây dựng cơ sở dữ liệu tài nguyên đất,... đã được quan tâm nghiên cứu cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin [4]. Đây được xem là công cụ mang lại hiệu quả trong quản lý, giám sát và hỗ trợ ra quyết định đối với công tác bảo vệ tài nguyên môi trường. Với chức năng mô hình hoá, nội suy, ước lượng và xây dựng bản đồ chuyên đề dạng số từ các kết quả phân tích trong phòng thí nghiệm, ứng dụng GIS và RS sẽ mang lại ưu điểm trong việc tích hợp hệ thống cơ sở dữ liệu gắn kết với bản đồ mà phương pháp truyền thống khó có thể thực hiện được. Nhiều phần mềm bản quyền được phát triển trên nhiều nền tảng, ví dụ như ArcGIS, MapInfo, Arcview, IDRISI, ENVI, ERDAS,... Đây đều là những phần mềm trả phí được sử dụng rộng rãi tại nhiều

nước phát triển. Bên cạnh đó, gần đây các phần mềm mã nguồn mở (miễn phí cho người dùng) đã có những bước tiến mạnh mẽ và từng bước trở thành những công cụ thiết thực hỗ trợ tốt cho người sử dụng và có thể đáp ứng được nhu cầu trong những nghiên cứu chuyên sâu. Quantum GIS (QGIS) là một trong những phần mềm GIS mã nguồn mở phổ biến hiện nay, với đầy đủ các chức năng của một phần mềm GIS chuyên nghiệp. Tuy nhiên, việc ứng dụng công nghệ mã nguồn mở GIS nói chung và phần mềm QGIS nói riêng trong công tác quản lý và nghiên cứu vẫn còn khá mới và chưa được áp dụng rộng rãi.

Xã Thu Cúc ở huyện miền núi Tân Sơn phía Tây Nam của tỉnh Phú Thọ là một trong những địa phương đang tập trung phát triển cây nông nghiệp mới thay thế cho diện tích đất canh tác các cây công nghiệp như chè, cây ăn quả đã già cỗi trên địa bàn. Trong đó, trồng nho trên đất đồi đang là lựa chọn mà nhiều hộ gia đình thực hiện từ năm 2019 với mong muốn chuyển đổi cây trồng và thu được hiệu quả kinh tế cao. Tuy nhiên, việc canh tác nho trên đất đồi đã khai thác nhiều năm và kiệt quệ về dinh dưỡng khiến cho chi phí đầu tư cho phân bón hoá học, phân hữu cơ, thuốc bảo vệ thực vật, làm đất và hệ thống tưới tiêu tăng cao. Ngoài ra, việc canh tác trên đất dốc còn tăng nguy cơ mất đất, mất dinh dưỡng cho cây trồng. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu đánh giá môi trường đất trồng nho nào được thực hiện cho khu vực tại xã Thu Cúc. Chính vì vậy, nghiên cứu này tập trung vào đánh giá một số tính chất đất như pH, thành phần cơ giới, dung tích trao đổi cation, hàm lượng chất hữu cơ và các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng (N, P, K) dưới ảnh hưởng của phương pháp canh tác và xói mòn đất với sự trợ giúp của phần mềm mã nguồn mở QGIS. Theo đó, các chức năng xây dựng dữ liệu và phân tích nội suy các đặc tính đất bằng phần mềm QGIS được khai thác và sử dụng.

2. Khu vực và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại một vườn nho được đầu tư sản xuất từ năm 2019 tại xã Thu

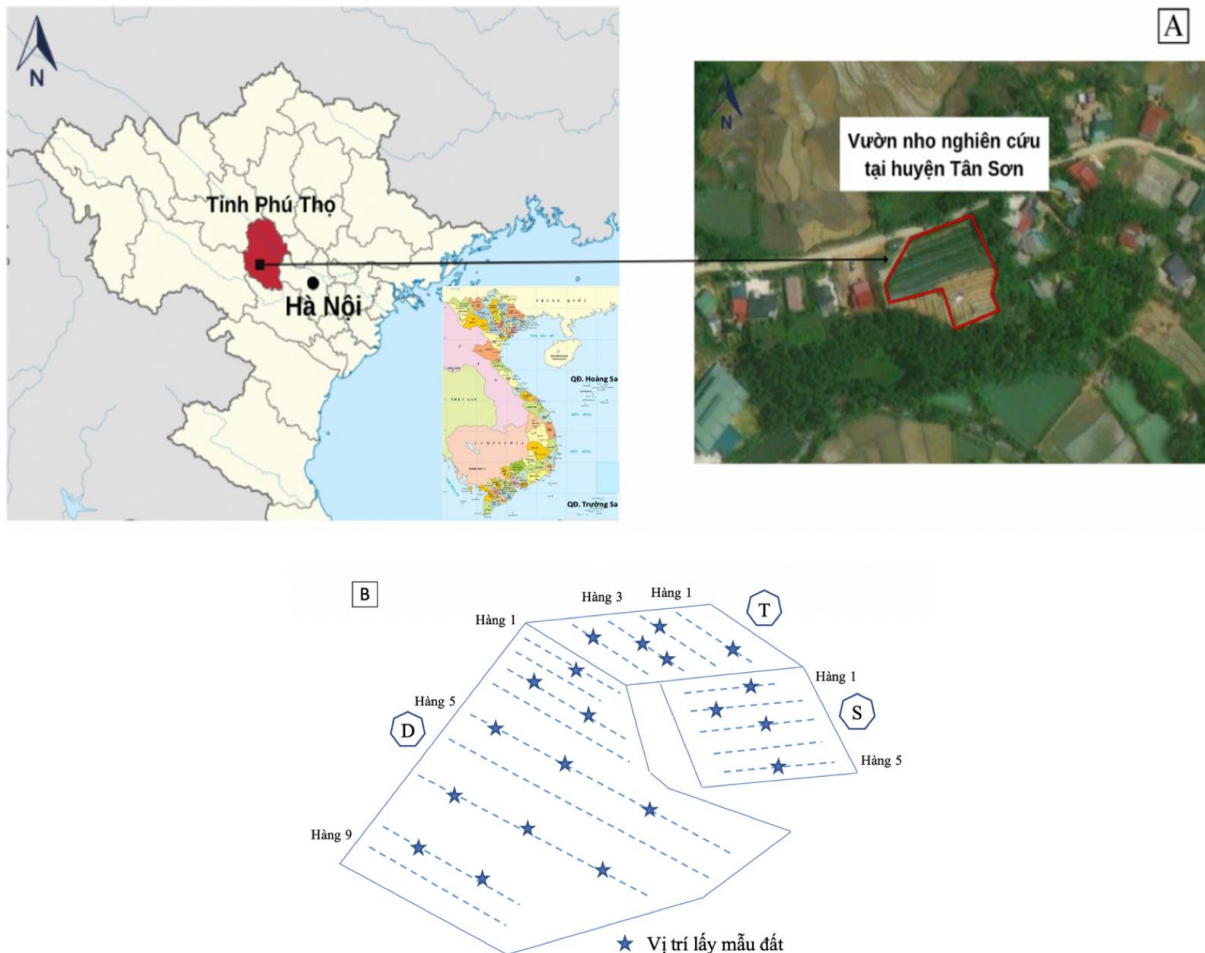
Cúc, huyện Tân Sơn, tỉnh Phú Thọ. Vườn nho nghiên cứu có diện tích 0,2 ha ở khu vực đất dốc khoảng 10^0 và có độ dài dốc là 38 m. Vườn nho được xây dựng trên nền đất đồi trồng chè lâu năm với chất đất xấu, nhiều sỏi, đá dăm, và bị chua hoá. Quá trình làm đất, san mặt bằng cũng khiến cho lớp đất màu tầng mặt bị mất, kéo theo khả năng giữ dinh dưỡng và giữ nước của đất kém. Ngoài ra, đất tại vườn nho nghiên cứu đã có dấu hiệu xói mòn nhẹ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Lấy mẫu đất

Các mẫu đất tầng mặt (0-20 cm) được lấy ở khu vực đỉnh đồi (ký hiệu là T) và hai hướng dốc

của đồi canh tác (ký hiệu dốc ngoài là D và sườn dốc là S). Các mẫu sẽ được lấy theo phương pháp ngẫu nhiên [5] ở giữa các hàng và theo từng hàng cây nho (Hình 1). Ở đỉnh đồi nho và sườn dốc mỗi hàng nho sẽ có 9 đến 10 cây. Đối với dốc ngoài sẽ có các hàng 5 và 6 được trồng 60 cây, hàng 7 được trồng 55 cây, các hàng còn lại có số lượng cây thấp hơn (ít hơn 40 cây). Các mẫu đất được thu thập và ký hiệu như trong Bảng 1. Tại vùng D, nơi trồng ba hàng nho (hàng 1 tới hàng 3) phía tiếp giáp với vùng T, địa hình có độ cong nhẹ và sau đó độ dốc tăng mạnh. Tại vườn nho nghiên cứu, cây nho được bố trí trồng theo hàng với khoảng cách: cây cách cây 1 m và hàng cách hàng 2,5 m.



Hình 1. A - Vị trí vườn nho nghiên cứu; B - Sơ đồ lấy mẫu đất và ký hiệu khu vực lấy mẫu.

2.2.2. Phương pháp phân tích đất

Các chỉ tiêu về tính chất đất được nghiên cứu bao gồm: pH đất, thành phần cấp hạt, chất hữu cơ (CHC), hàm lượng N, P-P₂O₅, K-K₂O tổng số, và dung tích trao đổi cation (CEC). Các chỉ tiêu được phân tích theo các phương pháp phổ biến và tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN).

Trong đó, pH đất được xác định bằng máy đo pH trong huyền phù của đất trong nước với tỷ lệ đất/nước cất là 1:2,5 (TCVN 5979:2001). Thành phần cấp hạt được xác định theo tỷ lệ cát thô (2-0,2 mm), cát mịn (0,2-0,05 mm), limon (0,05-0,002 mm), và sét (<0,002 mm) theo TCVN 8567:2010, với dung dịch phân tán sử dụng là natri pyrophosphat Na₄P₂O₇. Hàm lượng CHC đất được xác định bằng hàm lượng cacbon hữu cơ tổng số trong đất nhân với hệ số 2. Hàm lượng cacbon hữu cơ tổng số được xác định bằng phương pháp Walkley-Black, theo đó, cacbon hữu cơ bị oxy hoá bởi dung dịch K₂Cr₂O₇ với xúc tác nhiệt từ dung dịch H₂SO₄ đậm đặc. Hàm lượng tổng số của các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng N, P, K được phân tích lần lượt theo các tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng như sau: TCVN 6498:1999, TCVN 8940:2011, TCVN 8660:2011. CEC được xác định bằng phương pháp sử dụng dung dịch trao đổi cation là amoni axetat theo hướng dẫn trong TCVN 8569:2010.

2.2.3. Phương pháp xây dựng dữ liệu và bản đồ nội suy bằng QGIS

Phần mềm QGIS 3.14 được sử dụng để xây dựng cơ sở dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính cho các bản đồ chuyên đề (về phân bố không gian của các đặc tính đất đai). Các bước thực hiện chính được thể hiện trong Hình 2. Nội suy nghịch đảo khoảng cách có trọng số (IDW) là phương pháp phổ dụng được áp dụng rộng rãi trong lập bản đồ phân bố không gian từ các giá trị điểm mẫu. Theo đó, giá trị các pixel được tính bằng trung bình các giá trị của các điểm mẫu trong vùng lân cận của mỗi pixel [6]. Điểm càng gần điểm trung tâm (mà ta đang xác định) thì càng chịu ảnh hưởng nhiều hơn. Do đó, nhược điểm có thể xảy ra của phương pháp IDW đó là

giá trị tối đa và tối thiểu trên bề mặt nội suy chỉ có thể xảy ra tại các điểm dữ liệu mẫu. Dẫn tới các điểm nội suy và vòng tròn nhỏ có thể xuất hiện trên bản đồ kết quả nội suy.

Công thức nội suy được thể hiện như sau:

$$Z_j = \frac{\sum_i \frac{Z_i}{d_{ij}^n}}{\sum_i \frac{1}{d_{ij}^n}}$$

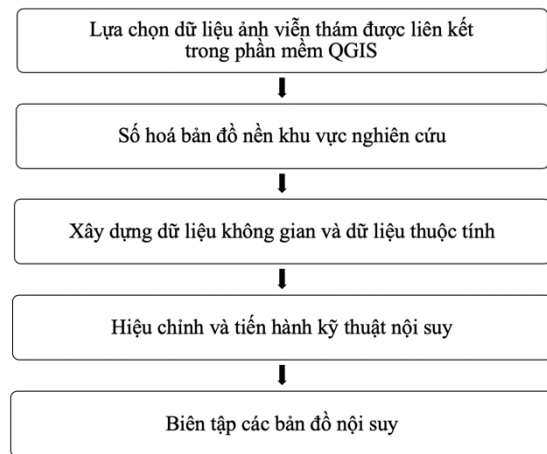
Trong đó:

Z_i: là giá trị tại điểm mẫu đã biết;

d_{ij}: là khoảng cách từ điểm mẫu đã biết đến điểm chưa biết;

Z_j: là giá trị tại điểm chưa biết;

n: là số mũ do người dùng chọn.



Hình 2. Quy trình thực hiện với phần mềm QGIS.

2.2.4. Phân tích thống kê

Mối tương quan giữa các tính chất đất được xác định bằng phương pháp thử nghiệm tương quan thứ tự xếp hạng Spearman (ở độ tin cậy $p < 0,05$ và $p < 0,01$). Đây là phương pháp thường được sử dụng khi mối quan hệ của các biến không phải là tuyến tính. Phân tích phương sai một chiều (ANOVA) cũng được sử dụng trong nghiên cứu này để kiểm tra sự khác biệt giữa các biến, với số lượng biến lớn hơn hai nhóm. Các phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm SPSS (phiên bản 20).

Bảng 1. Ký hiệu các mẫu đất theo vị trí lấy mẫu (cây được đếm từ đầu hàng tới cuối hàng theo lối lên từ chân dốc được đánh dấu trong Hình 1B).

Ký hiệu mẫu	Khu vực lấy mẫu	Vị trí lấy mẫu
D1	D	Cây số 7 hàng 1
D3 - 1	D	Cây số 30 hàng 3
D3 - 2	D	Cây số 9 hàng 3
D5 - 1	D	Giữa cây 19-20 hàng 5
D5 - 2	D	Giữa cây 59-60 hàng 5
D5 - 3	D	Giữa cây 39-40 hàng 5
D7 - 1	D	Giữa cây 45-46 hàng 7
D7 - 2	D	Giữa cây 15-18 hàng 7
D7 - 3	D	Cây số 30 hàng 7
D8 - 1	D	Cây số 36 hàng 8
D8 - 2	D	Cây số 18 hàng 8
S1	S	Giữa cây 5-6 hàng 1
S2	S	Giữa cây 2-3 hàng 2
S3	S	Giữa cây 5-6 hàng 3
S4	S	Giữa cây 5-6 hàng 5
T1	T	Cây số 3 hàng 1
T2	T	Cây số 8 hàng 2
T3 - 1	T	Cây số 3 hàng 3
T3 - 2	T	Cây số 5 hàng 3
T4	T	Cây số 8 hàng 4

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm một số tính chất của đất trồng nho tại khu vực nghiên cứu

Một số tính chất cơ bản của lớp đất mặt (0-20 cm) của đất trồng nho tại xã Thu Cúc, huyện Tân Sơn, tỉnh Phú Thọ được thể hiện trong Bảng 2. Với kết quả phân tích các chỉ tiêu lý, hoá học của đất khu vực nghiên cứu ta thấy, nhìn chung, chất lượng đất nằm từ mức trung bình tới khá. Các chỉ tiêu được đánh giá và so sánh với thang đo của Lê Văn Khoa và nnk, 2009 [7].

Trong đó, mặc dù với nền đất trồng chè lâu năm có pH thấp, người trồng nho đã sử dụng vôi bột và bổ sung phân chuồng ủ hoai giúp cho pH đất tăng lên. Chỉ tiêu pH đất nằm trong khoảng từ 4,01-7,06 (trung bình đạt 5,33) thể hiện cho đất có phản ứng từ chua tới trung tính. Đây là môi trường phù hợp và có thể cải tạo cho cây nho sinh trưởng và phát triển trong điều kiện tốt nhất. Khoảng pH phù hợp cho cây nho là từ 5,5-8,5.

Với kết quả thu được về thành phần cấp hạt, đất trồng nho nghiên cứu được xếp vào loại đất thịt.

CHC của đất (dao động từ 0,85% tới 3,49%) nằm ở mức rất nghèo tới trung bình. Cho thấy, nền đất trồng đã bị cằn cỗi, cần cải thiện hàm lượng CHC từ đó tăng độ màu mỡ cho đất. Các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng bao gồm nitơ, photpho, kali là những nguyên tố thiết yếu cho sự phát triển và sinh trưởng của cây trồng. Do đó, việc xác định hàm lượng tổng số của các nguyên tố này sẽ đánh giá được khả năng cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng, cũng như đảm bảo nguồn nguyên liệu cho hoạt động của vi sinh vật trong hệ sinh thái đất. Hàm lượng nitơ tổng số (Nts) tại đất vườn nho nghiên cứu ở mức trung bình với 0,102%. Trong khi đó, đất trồng nho lại có kết quả ở mức trung bình tới giàu photpho tổng số (Pts) với hàm lượng P_2O_5 dao động trong khoảng từ 0,089% tới 1,627%. Hàm lượng kali tổng số (Kts) ở đất mặt nằm trong khoảng từ 0,953-2,664%. Theo đó, có thể đánh giá Kts trong đất mặt vườn nho ở mức trung bình tới

giàu. Kali là một trong những nhân tố có vai trò rất quan trọng trong quá trình chuyển hóa năng lượng, đồng hóa các chất dinh dưỡng để kiến tạo năng suất và chất lượng sản phẩm. Do đó, cung cấp đủ kali sẽ tạo điều kiện cho cây có khả năng hút nitơ và photpho tốt hơn, điều hòa tốt các chất dinh dưỡng.

CEC là chỉ tiêu thể hiện khả năng giữ và trao đổi các dưỡng chất cần thiết cho cây trồng, như

Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ . Kết quả nghiên cứu cho thấy, CEC của lớp đất mặt nằm trong khoảng 6,40-14,20 meq/100 g đất nằm ở mức thấp (< 10 meq/100 g đất) tới trung bình (< 20 meq/100 g đất) theo thang chia của Landon, 1991 [8]. Do đó, nhìn chung khả năng giữ dinh dưỡng của đất ở mức thấp, đặc biệt là khi canh tác ở đất đồi nơi mà xói mòn rửa trôi có tác động mạnh tới lớp đất mặt gây mất đất, mất dinh dưỡng.

Bảng 2. Mô tả thông kê cho một số tính chất của lớp đất mặt (0-20 cm) trong vườn nho nghiên cứu

	pH	Chất hữu cơ (%)	N tổng số (%)	P ₂ O ₅ tổng số (%)	K ₂ O tổng số (%)	CEC (meq/100 g)	Thành phần cấp hạt (%)			
							Cát thô (2-0,2)	Cát mịn (0,2-0,05)	Limon (0,05-0,002)	Sét (<0,002)
Trung bình	5,33	2,16	0,102	0,288	1,551	10,94	11,19	25,63	42,09	21,09
Median	5,21	2,19	0,098	0,225	1,371	11,90	7,87	24,89	42,7	22,99
Min	4,01	0,85	0,075	0,089	0,953	6,40	5,82	14,70	15,2	5,20
Max	7,06	3,49	0,187	1,627	2,664	14,20	31,57	48,03	55,2	33,79
SD	0,80	0,79	0,02	0,446	0,51	2,50	7,39	6,97	8,36	8,09

3.2. Bản đồ nội suy phân bố không gian của các tính chất lớp đất mặt trong vườn nho nghiên cứu

Kết quả nội suy cho các tính chất đất được xây dựng và biên tập lại với các giá trị pixel được phân lớp bằng cách sử dụng các khoảng giá trị bằng nhau (equal intervals). Việc sử dụng phân lớp giá trị theo equal intervals, có điều chỉnh các khoảng giá trị cho phù hợp chứ không sử dụng khoảng chia tự động, có thể góp phần giảm bớt nhược điểm của phương pháp nội suy IDW như đã nêu trong phần phương pháp nghiên cứu. Mặc dù vẫn còn xuất hiện các điểm nội suy và vòng tròn nhỏ trên bản đồ kết quả nội suy, kết quả phân khoảng giá trị và thông tin trên bản đồ có thể dễ dàng được khai thác và sử dụng. Kết quả nội suy cho thấy xu hướng tích lũy và phân bố của các đặc tính của lớp đất mặt theo giá trị tăng dần độ tối màu của các pixel (Hình 3). Việc sử dụng phần mềm QGIS để xây dựng bản đồ nội suy cho các giá trị mẫu điểm có kết quả đáng tin cậy và trực quan. Kết quả có thể được sử dụng trong đánh giá, giám sát chất lượng đất trồng và phục vụ công tác quản lý, sử dụng hợp lý đất đai,

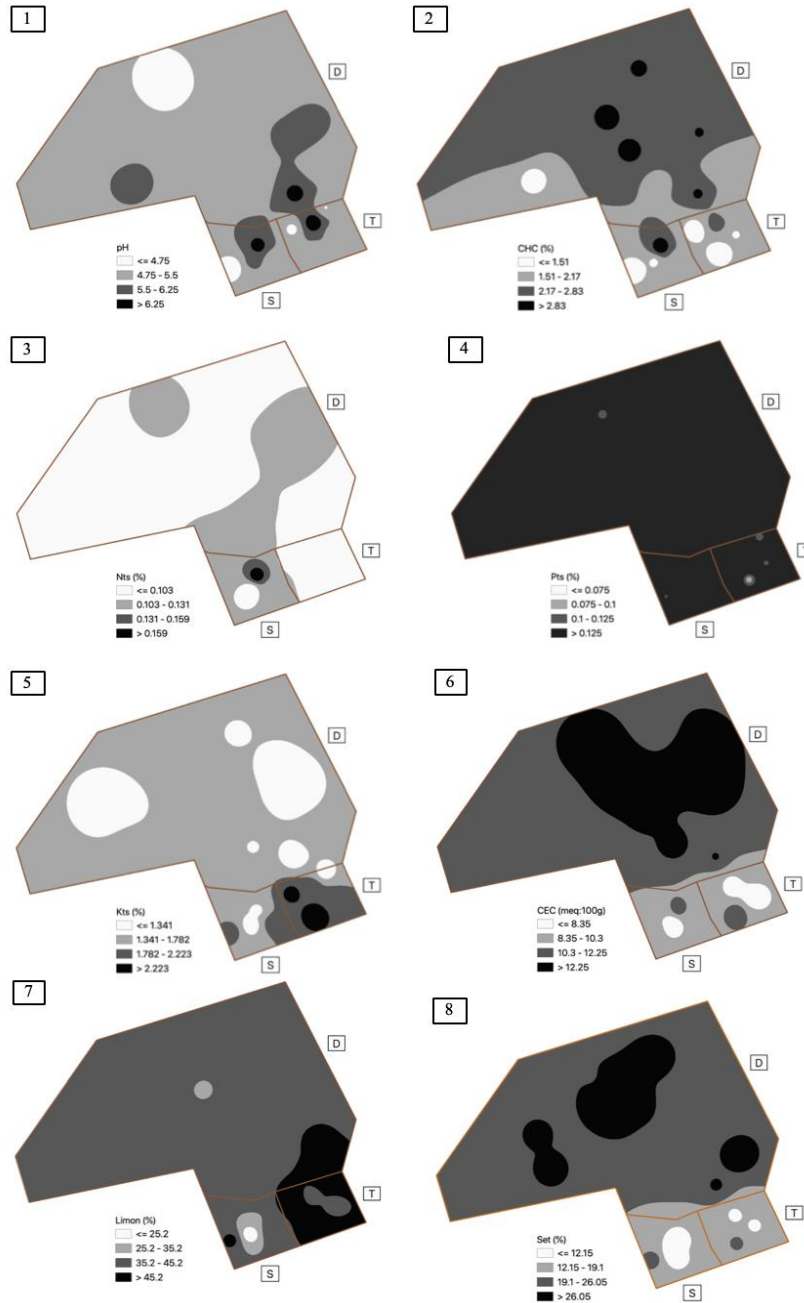
đặc biệt là tại các khu vực canh tác trên đất dốc, đất thoái hoá. QGIS, một công cụ nguồn mở với ưu điểm là dễ dàng điều chỉnh bằng các tính năng bổ sung (plugins) cho các phân tích chuyên ngành [9]. Bên cạnh đó, QGIS còn mang lại tiện ích vượt trội so với các phần mềm GIS khác đó là cung cấp cho người dùng nhiều tính năng nâng cao hoàn toàn miễn phí cùng với kho dữ liệu sẵn có phong phú, đa dạng.

Từ bản đồ nội suy (với kích thước pixel 0,04x0,04 m) có thể thấy rằng, CHC, CEC và các phần tử sét có xu hướng tích lũy ở phía chân dốc ngoài (khu vực D), nơi thấp nhất của khu vực nghiên cứu. Ngược lại, hàm lượng Kts và limon lại có giá trị cao hơn ở khu vực đỉnh đồi.

Hàm lượng Pts phần lớn ở mức giàu (> 0,1 %) ở lớp đất mặt vườn nho có phân bố không gian tương đối đều trên toàn khu vực nghiên cứu, cho thấy mức độ linh động thấp của nguyên tố này trong đất. Thật vậy, P được biết đến là chất dinh dưỡng ít di động nhất trong đất do có liên kết mạnh với các cation của đất (Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+}) [10].

Nts thu được có hàm lượng cao hơn ở khu vực sườn dốc (khu vực S) và có xu hướng di chuyển xuống vùng thấp hơn trong khu vực. Tuy nhiên, khoảng chia giá trị của chỉ tiêu Nts là

không khác biệt nhiều, và các mẫu có hàm lượng Nts thấp nhất nằm ở đỉnh của đồi tròn nhỏ. Do đó, nhìn chung N được làm giàu ở những vùng thấp trong khu vực nghiên cứu.



Hình 3. Bản đồ nội suy các tính chất đất mặt vườn nho, bao gồm: (1) pH đất, (2) CHC, (3) Nts, (4) Pts, (5) Kts, (6) CEC, (7) hàm lượng limon, (8) hàm lượng sét. Ký hiệu các vùng lấy mẫu: T - khu vực đỉnh đồi, D - dốc ngoài, S - sườn dốc.

3.3. Ảnh hưởng của xói mòn đất và canh tác tới phân bố của các tính chất lớp đất mặt của vườn nho nghiên cứu

Quá trình tích lũy và di chuyển của các nguyên tố trong đất chịu tác động bởi địa hình, phương thức canh tác và các tính chất của đất. Nghiên cứu của Phạm và nnk, 2022 [1], chỉ ra rằng quá trình xói mòn tại vườn nho trồng trên đất dốc khiến cho phần tử mịn của đất là sét bị cuốn đi mang theo một lượng CHC và các chất dinh dưỡng đáng kể. Trong nghiên cứu này, các mẫu đất có hàm lượng CHC thấp nhất thu được ở khu vực đỉnh đồi. Điều này có thể được lý giải bởi vườn nho được trồng trên đồi (với độ dốc khoảng 10⁰), nên quá trình xói mòn gây suy giảm hàm lượng CHC ở tầng mặt. Kết quả nội suy tại Hình 3 cũng cho thấy xu hướng làm giàu ở lớp đất mặt của CHC và hàm lượng sét là ở chân dốc. Ngoài ra, chúng ta có thể quan sát được khu vực

gần nơi tiếp giáp giữa đỉnh đồi (vùng T) và dốc ngoài (vùng D) là nơi chuyển đổi rõ ràng giữa các vùng giá trị. Đây là khu vực chuyển đổi địa hình và quá trình xói mòn bắt đầu mạnh hơn khi độ dốc tăng lên. Tương tự với hàm lượng CHC và sét, khu vực D của vườn nho có giá trị CEC cao hơn so với vùng lấy mẫu T và S. Sự chênh lệch này đã xác nhận tác động của xói mòn đất về sự lắng đọng của vật liệu giàu hữu cơ và các hạt mịn ở phần thấp của sườn đồi. Bởi lẽ, giá trị cao của CEC có thể được giải thích là do sự hiện diện chủ yếu của các phần tử sét và CHC [11], thật vậy tại khu vực nghiên cứu hàm lượng CHC và CEC có tương quan thuận với R = 0,54 (Bảng 3). Bên cạnh đó, tương quan thuận giữa CEC và hàm lượng sét (R = 0,63) và tương quan nghịch giữa CEC và hàm lượng cát thô (R = -0,56) thu được trong nghiên cứu này, cũng cho thấy diện tích bề mặt lớn của sét có thể cho giá trị CEC cao hơn.

Bảng 3. Ma trận tương quan giữa một số tính chất của lớp đất mặt trong vườn nho nghiên cứu

	pH	CHC	Nts	P ₂ O ₅	K ₂ O	CEC	Cát thô	Cát mịn	Limon	Sét
pH	1,00	0,41	0,02	0,61**	-0,34	-0,07	0,36	0,30	-0,46*	-0,16
CHC		1,00	0,39	0,62**	-0,53	0,54*	0,01	0,37	-0,61	0,27
Nts			1,00	0,26	-0,27	0,30	-0,03	0,34	-0,06	-0,08
P ₂ O ₅				1,00	-0,45	0,20	0,47	0,46	-0,68**	0,03
K ₂ O					1,00	-0,39	-0,02	-0,25	0,43	-0,16
CEC						1,00	-0,56**	-0,07	-0,21	0,63**
Cát thô							1,00	0,38	-0,38	-0,54*
Cát mịn								1,00	-0,73**	-0,47*
Limon									1,00	-0,01
Sét										1,00

CHC: hàm lượng chất hữu cơ; Nts: hàm lượng N tổng số;

*Độ tin cậy p < 0,05; **Độ tin cậy p < 0,01.

Đối với các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng, là nguyên tố kém linh động trong đất nên trong điều kiện vườn nho nghiên cứu, phân bố không gian của hàm lượng Pts. Theo đó, tác động của xói mòn đất đối với P là không rõ ràng. Tuy nhiên, hàm lượng P lại chịu tác động của các tính chất đất, cụ thể Pts thể hiện tương quan thuận với pH và CHC lần lượt là R = 0,61 và R = 0,62. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng khi pH đất tăng làm tăng lên sự có mặt các anion và chúng sẽ cạnh tranh

hấp phụ với các ion photphat và do đó làm tăng khả năng cố định của P trong đất. Nghiên cứu của He và nnk [12] cũng cho thấy tương quan thuận giữa hàm lượng CHC và hàm lượng Pts, và mối quan hệ này được lý giải bởi chúng được cố định và giữ lại thông qua các quá trình tương tự nhau trong đất. Tương quan thuận này cũng cho thấy hiệu quả trong bổ sung phân gà ủ hoai của chủ vườn nho cho đất trồng, khi đó đồng thời làm tăng hàm lượng CHC và Pts. Trái lại, hàm

lượng Pts thể hiện tương quan âm $R = -0,68$ với phần trăm limon (Bảng 3). Mối quan hệ nghịch này có thể được giải thích qua quá trình sử dụng phân bón hoá học và phân hữu cơ thường xuyên đã làm tăng đáng kể hàm lượng P trên bề mặt đất. Ngoài ra, P trong đất còn kém linh động bởi nó bị hấp phụ và cố định bởi các ôxít sắt và nhôm, đặc biệt đất vùng nhiệt đới [13]. Hai nguyên tố dinh dưỡng đa lượng khác là N và K không thể hiện tương quan với các tính chất đất khác trong nghiên cứu này.

Bên cạnh đó, kết quả từ các bản đồ nội suy cho thấy một số các thông số CHC, CEC, Nts và sét của đất có xu hướng tích lũy về phía cuối các hàng nho ở dốc ngoài (khu vực D) của vườn nho (Hình 3). Tại vườn nho nghiên cứu, việc các hàng nho được trồng theo đường đồng mức chứ không theo hướng dốc chủ đạo có thể là tác nhân khiến cho các nguyên tố và phân tử có xu hướng tích lũy theo dòng chảy ngang về phía thoải hơn ở cuối hàng. Thêm vào đó, mặc dù giữa các hàng cây nho được che phủ bằng bạt phủ đất chống cỏ nhưng do bậc trồng cao và không có lớp che phủ thực vật là một trong số những nguyên nhân chính làm cho quá trình xói mòn diễn ra mạnh hơn ở vị trí chuyển tiếp có độ dốc cao. Từ đó, quá trình mất đất, mất dinh dưỡng được xem là những vấn đề hàng đầu gây ra thoái hoá và suy thoái đất trồng. Do đó, việc thường xuyên đánh giá tác động của xói mòn và canh tác tới đất trồng nho là rất cần thiết.

4. Kết luận

Canh tác nho ở những khu vực đất dốc gây tác động đáng kể đến môi trường đất và ảnh hưởng đến sự phân bố không gian của các tính chất đất. Hơn nữa, xói mòn đất và sử dụng thường xuyên, lâu dài hoá chất nông nghiệp có thể làm tăng nguy cơ suy thoái cho đất trồng. Vườn nho nghiên cứu được kiến thiết trên nền đất trồng chè lâu năm, nên mặc dù đã được người trồng nho cải tạo, chất lượng đất nhìn chung chỉ nằm từ mức trung bình tới khá. Để đánh giá ảnh hưởng của xói mòn tới một số tính chất của tầng đất mặt (0-20 cm), bao gồm thành phần cơ giới,

CEC, hàm lượng CHC và các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng (N, P, K), nghiên cứu sử dụng phép nội suy IDW thực hiện với phần mềm mã nguồn mở QGIS. Kết quả thu được từ các bản đồ nội suy cho kết quả đáng tin cậy và thể hiện trực quan xu hướng phân bố, tích lũy của các tính chất và nguyên tố dinh dưỡng của lớp đất mặt trong vườn trồng nho nghiên cứu. Theo đó, xói mòn đất có tác động mạnh tới CHC, CEC và phân tử mịn là sét của đất, chúng có tương quan thuận với nhau, cho thấy những vật liệu giàu hữu cơ và các hạt mịn được vận chuyển tới vùng thấp nhất của đồi trồng nho. Ngược lại, hàm lượng Kts và hàm lượng cấp hạt limon lại có giá trị cao hơn ở khu vực đỉnh đồi. Hàm lượng Pts trong lớp đất mặt lại cho thấy độ linh động thấp của nguyên tố này khi nó có phân bố không gian tương đối đều trong lớp đất mặt ở khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên, P lại thể hiện mối liên hệ với một số tính chất đất khác qua tương quan thuận với pH đất và CHC, và tương quan nghịch với limon. Mặt khác, phương thức canh tác, cụ thể là trồng các hàng nho theo đường đồng mức chứ không theo hướng dốc chủ đạo cũng có thể gây tác động tới phân bố của CHC, CEC, hàm lượng Nts và sét, các thông số này có xu hướng tích lũy về phía cuối của các hàng nho được trồng ở dốc ngoài vườn nho (theo dòng chảy về phía thoải hơn của địa hình). Ngoài ra, việc không có lớp che phủ thực vật giữa các hàng nho khiến cho quá trình xói mòn diễn ra mạnh ở vị trí chuyển tiếp có độ dốc cao.

Tài liệu tham khảo

- [1] N. T. H. Pham, I. Babcsányi, P. Balling et al., Accumulation Patterns and Health Risk Assessment of Potentially Toxic Elements in the Topsoil of Two Sloping Vineyards (Tokaj-Hegyalja, Hungary), *J Soils Sediments*, Vol. 22, 2022, pp. 2671-2689, <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03252-6>.
- [2] M. Biddoccu, S. Ferraris, F. Opsi, E. Cavallo, Long-term Monitoring of Soil Management Effects on Runoff and Soil Erosion in Sloping Vineyards in Alto Monferrato (North-West Italy), *Soil and Tillage Research*, Vol. 155, 2016, pp. 176-189, <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.07.005>.

- [3] S. Manaljav, A. Farsang, K. Barta, Z. Tobak, S. Juhász, P. Balling, I. Babcsányi, The Impact of Soil Erosion on the Spatial Distribution of Soil Characteristics and Potentially Toxic Element Contents in A Sloping Vineyard in Tállya NE Hungary, *Journal of Environmental Geography*, Vol. 14, No. (1-2), 2021, pp. 47-57, <https://doi.org/10.2478/jengeo-2021-0005>.
- [4] P. T. H. Nhung, N. X. Hai, N. Q. Viet, P. A. Hung, Building and Managing Land Database to Serve Land use Planning and Land Resource Protection in Soc Son District, Hanoi, *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, Vol. 30, No. 4S, 2014, pp. 124-130 (in Vietnamese).
- [5] USDA, Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual, United States Dep. Agric. Nat. Resour. Conserv. Serv, Vol. 487, 2014.
- [6] Z. N. Liu, X. Y. Yu, L. F. Jia et al., The Influence of Distance Weight on the Inverse Distance Weighted Method for Ore-Grade Estimation, *Sci Rep*, Vol. 11, 2021, pp. 2689, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82227-y>.
- [7] L. V. Khoa, T. T. Cuong, L. V. Thien, Plant Mineral Nutrition, Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2009 (in Vietnamese).
- [8] J. R. Landon, *Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Sub Tropics*, Longman Scientific and Technical, Essex, New York, USA, 1991.
- [9] P. B. Gómez et al., CPR Algorithm-A New Interpolation Methodology and QGIS Plugin for Colour Pattern Regression Between Aerial Images and Raster Maps, *SoftwareX*, Vol. 22, 2023, pp. 101356, <https://doi.org/10.1016/j.softx.2023.101356>.
- [10] K. Said, D. Pierre, B. Adnane, Polyphosphate Fertilizer Use Efficiency Strongly Relies on Soil Physicochemical Properties and Root-Microbial Activities, *Geoderma*, Vol. 429, 2023, pp. 116281, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116281>.
- [11] F. E. Omdi, L. Daoudi, N. Fagel, Origin and Distribution of Clay Minerals of Soils in Semi-Arid Zones: Example of Ksob Watershed (Western High Atlas, Morocco), *Applied Clay Science*, Vol. 163, 2018, pp. 81-91, <https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.07.013>.
- [12] X. He, L. Augusto, D. S. Goll, B. Ringeval, Y. Wang, J. Helfenstein, Y. Huang et al., Global Patterns and Drivers of Soil Total Phosphorus Concentration, *Earth System Science Data*, Vol. 13, No. 12, 2021, pp. 5831-5846, <https://doi.org/10.5194/essd-13-5831-2021>.
- [13] L. P. F. Benício, D. Eulálio, L. D. M. Guimarães, F. G. Pinto, L. M. D. Costa, J. Tronto, Layered Double Hydroxides as Hosting Matrices for Storage and Slow Release of Phosphate Analyzed by Stirred-Flow Method, *Materials Research*, Vol. 21, No. 6, 2018, <https://doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2017-1004>.