



ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP NỘI SUY HỒI QUY KRIGING XÂY DỰNG BẢN ĐỒ HÀM LƯỢNG CACBON HỮU CƠ TRONG ĐẤT TẠI XÃ HƯƠNG LÂM, HUYỆN A LƯỚI, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Trần Thị Minh Châu*

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

Tóm tắt: Hàm lượng cacbon hữu cơ có trong đất là một trong những chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng đất, đặc biệt là để sử dụng cho mục đích nông nghiệp. Nghiên cứu này được tiến hành tại xã Hương Lâm, huyện A Lưới nhằm tìm hiểu sự ảnh hưởng của địa hình như độ dốc, độ cao và chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) đến việc nội suy cacbon hữu cơ bằng mô hình nội suy hồi quy. Hàm lượng hữu cơ cacbon trong đất được nội suy từ 48 điểm mẫu lấy ngẫu nhiên ở độ sâu 0-30 cm. Các dữ liệu về độ dốc, độ cao và NDVI được trích xuất từ dữ liệu viễn thám. Kết quả nghiên cứu cho thấy độ dốc có ảnh hưởng nhiều nhất và có thể sử dụng để nội suy hàm lượng cacbon hữu cơ trong đất bằng phương pháp nội suy hồi quy với mức tương quan 0,43, trong khi đó chỉ số NDVI cũng như độ cao có ảnh hưởng không đáng kể. Trong tương lai cần lựa chọn và kiểm chứng thêm các biến độc lập khác để có thể xác định được mô hình tốt nhất.

Từ khóa: cacbon hữu cơ, nội suy, kriging

1 Đặt vấn đề

Cacbon hữu cơ trong đất (soil organic carbon – SOC) đóng một vai trò quan trọng đối với quá trình sinh trưởng và phát triển của các loại cây trồng nông nghiệp [16]. Ngoài ra, SOC luôn được xem là một trong những chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng đất [17]; [20]. Mặc dù vậy, việc xây dựng bản đồ hàm lượng SOC luôn là một thách thức không nhỏ cho các nhà nghiên cứu, bởi vì đây là một quá trình đòi hỏi nhiều thời gian, công sức và tài chính, đặc biệt là đối với các khu vực đồi núi [6].

Cùng với sự phát triển của hệ thống thông tin địa lý (GIS), nhiều phương pháp đã được tích hợp trong các phần mềm GIS và ứng dụng để nội suy bản đồ tính chất đất như phương pháp nội suy thông thường (Ordinary Kriging) và phương pháp nghịch đảo khoảng cách (IDW) [3]; [15]. Sự phổ biến của các phương pháp này đã được chứng minh [19]; [18]), nhưng chúng thường chỉ mang tính cơ học, tức là chỉ dựa vào mối quan hệ không gian giữa các điểm nội suy chứ chưa chú ý đến các đặc điểm môi trường. Trong khi đó, rõ ràng các đặc điểm về môi trường, địa hình, địa mạo có ảnh hưởng không nhỏ đến sự hình thành và tích lũy hàm lượng các nguyên tố trong đất, trong đó có cacbon hữu cơ [11]; [9]; [13].

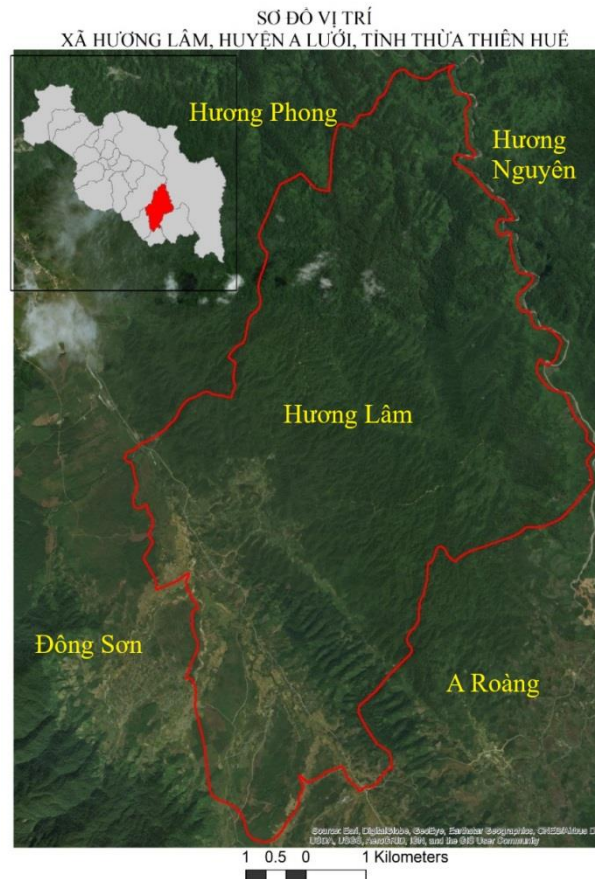
* Liên hệ: tranthiminhchau@huaf.edu.vn

Trên cơ sở đó, một số nhà khoa học địa tin học và địa thống kê đã tiến hành nội suy tính chất đất dựa vào các biến môi trường [5]; [7]; [12]. Phương pháp này được gọi là phương pháp nội suy hồi quy. Các nghiên cứu này đã chỉ ra rằng cùng với các thông tin từ các biến môi trường, bản đồ chất lượng đất được xây dựng có độ chính xác cao và có thể ứng dụng được ở nhiều vùng sinh thái khác nhau.

Nghiên cứu này được thực hiện tại xã Hương Lâm, huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế nhằm xây dựng bản đồ hàm lượng cacbon hữu cơ dựa trên các biến về địa hình và chỉ số thực vật từ ảnh vệ tinh.

2 Mô tả vùng nghiên cứu

Hương Lâm, thuộc huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế, với diện tích tự nhiên là 5.390 ha, là một xã vùng cao điển hình của khu vực Trung Trung bộ với độ cao từ 159 m đến 839 m so với mực nước biển, độ dốc từ 0 đến 61°, trong đó diện tích có độ dốc lớn hơn 25° là khoảng 20% tổng diện tích tự nhiên. Diện tích có rừng bao phủ chủ yếu tập trung ở khu vực phía bắc và đông bắc, trong khi đó ở phía nam và tây nam chủ yếu diện tích trồng cây hàng năm như lúa, sắn và là địa bàn có mật độ dân cư cao nhất trong toàn xã. Sơ đồ khu vực nghiên cứu được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu

3 Phương pháp

3.1 Sử dụng dữ liệu viễn thám

Nghiên cứu này sử dụng ảnh Landsat 8, cảnh ngày 24 tháng 1 năm 2015 để tính toán chỉ số khác biệt thực vật (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) dựa trên kênh ảnh cận hồng ngoại và kênh đỏ.

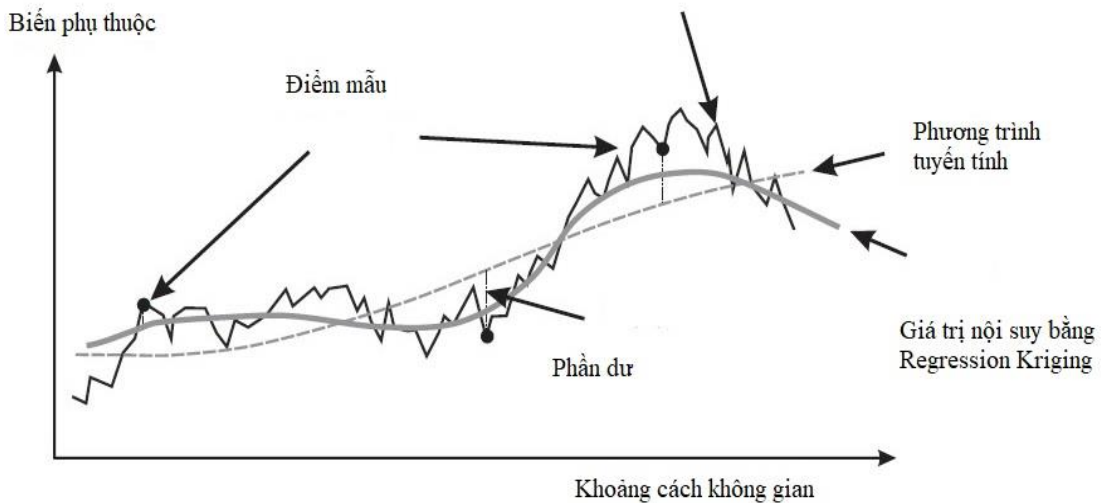
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

trong đó NIR là kênh ảnh cận hồng ngoại và Red là kênh hồng ngoại.

Ngoài ra, dữ liệu mô hình độ cao (Digital Elevation Model – DEM) được tải xuống từ cơ quan địa lý Hoa Kỳ (USGS) để thành lập bản đồ độ cao và bản đồ độ dốc. Tất cả các dữ liệu được lưu trữ dưới dạng dữ liệu để quét với độ phân giải 30 m.

3.2 Nội suy

Phương pháp nội suy hồi quy nội suy các giá trị bao gồm hai phần được tiến hành song song với nhau. Phần một là một phương trình tuyến tính (đa biến hoặc đơn biến) giữa các biến độc lập (trong nghiên cứu này là địa hình và NDVI) với biến phụ thuộc (trong nghiên cứu này là hàm lượng cacbon hữu cơ). Phần hai là kết quả nội suy phần dư (phần dư được hiểu là giá trị đại số của các điểm mẫu trong tập hợp biến phụ thuộc so với đường thẳng tuyến tính của phương trình tuyến tính ở phần một). Phương pháp nội suy hồi quy được thể hiện ở hình 1.



Hình 2. Mô tả phương pháp nội suy hồi quy

Hiện nay, các phần mềm GIS chưa tích hợp phương pháp nội suy hồi quy như là một công cụ có sẵn, cho nên thông thường phương pháp này thường được tiến hành bằng phần mềm R, thông qua các lệnh và gói chức năng. Trong nghiên cứu này, các câu lệnh được thực hiện dựa trên một số nghiên cứu trước đây [5]; [10].

Để lựa chọn mô hình, chúng tôi sử dụng hệ số tương quan hiệu chỉnh (R^2 adjusted) và chỉ số tiêu chí thông tin Akaike (AIC). Nếu (R^2 adjusted) càng lớn và ngược lại AIC càng nhỏ thì mức độ chính xác của mô hình càng cao.

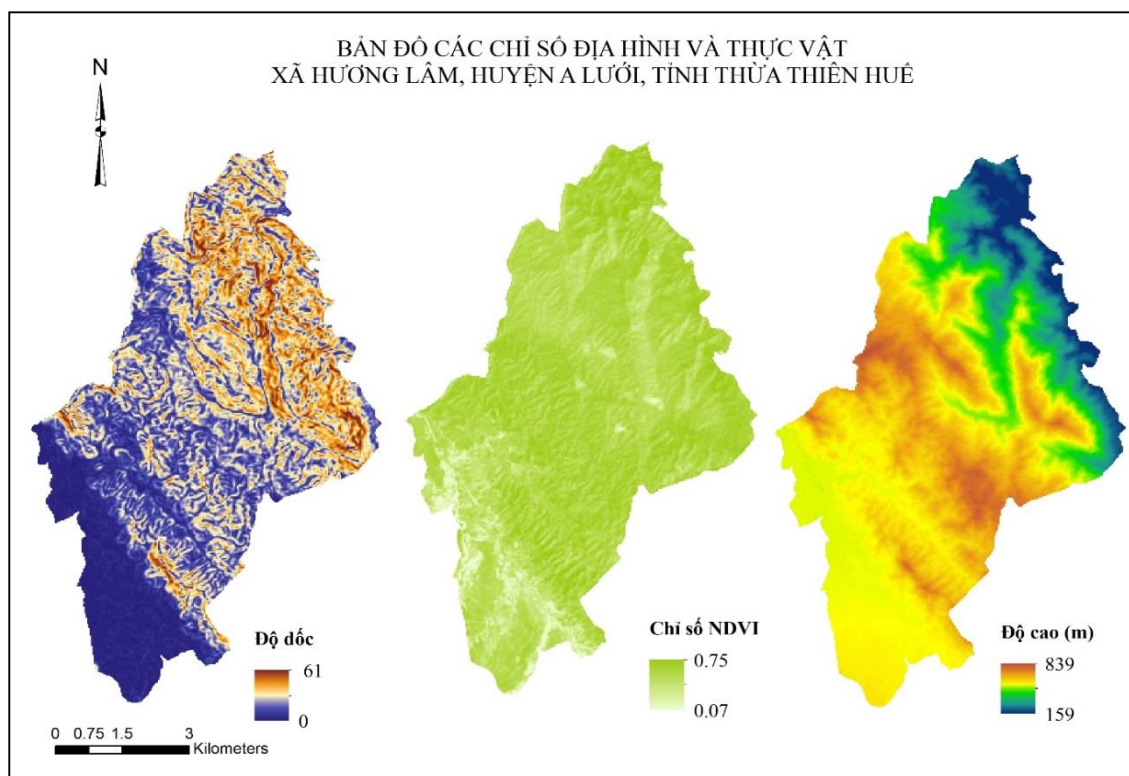
3.3 Lấy mẫu và phân tích đất

Tổng cộng có 48 mẫu đất được lấy ngẫu nhiên ở độ sâu từ 0 đến 30 cm trên địa bàn toàn xã. Các mẫu sau khi được lấy sẽ tiến hành phơi khô ở điều kiện tự nhiên, loại bỏ các thực thể lạ như đá, cuội, rễ cây và nghiền nhỏ, lọc qua rây có đường kính 2 mm. Sau đó hàm lượng cacbon hữu cơ được phân tích theo phương pháp Walkley-Black [2] tại phòng thí nghiệm của Khoa Tài nguyên Đất và MTNN.

4 Kết quả và thảo luận

4.1 Xây dựng và phân tích các biến độc lập

Hình 3 thể hiện 3 biến độc lập được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm độ dốc, độ cao và NDVI. Kết quả cho thấy rằng ở khu vực phía nam có độ dốc nhỏ, chủ yếu dưới 10° , trong khi đó khu vực đông bắc có độ dốc lớn, chủ yếu trên 20° . Điều này hoàn toàn ngược lại so với độ cao của vùng nghiên cứu. Bản đồ độ cao cho thấy xã Hương Lâm thấp dần theo hướng từ tây sang đông và từ nam ra bắc. Thông số NDVI cho thấy những khu vực với độ dốc lớn có độ che phủ cao hơn so với vùng còn lại. Điều này là do đa số những vùng này địa hình khó khăn nên sự tác động của con người đến rừng là không nhiều và chủ yếu là rừng tự nhiên.



Hình 3. Các chỉ số địa hình (độ dốc và độ cao) và NDVI

4.2 Xây dựng bản đồ hàm lượng cacbon hữu cơ trong đất

Bảng 1 cho thấy độ dốc là yếu tố có ảnh hưởng nhiều nhất đến hàm lượng SOC. Các yếu tố còn lại có mức độ ảnh hưởng không đáng kể. Điều này có thể hiểu được mặc dù ở phía nam, độ cao lớn nhưng địa hình bằng phẳng nên tốc độ dòng chảy sẽ không mạnh, dẫn đến sự ảnh hưởng của xói mòn đất là không cao. Đối với vùng A Lưới, Phạm và cs. [14] cho rằng độ dốc có ảnh hưởng nhiều nhất đến mức độ xói mòn đất dưới tác động của dòng chảy. Mặt khác, khu vực

này là nơi có nhiều loại hình sử dụng đất nông nghiệp, thông qua việc canh tác, chất lượng đất sẽ được cải thiện đáng kể cũng như hàm lượng các loại mùn được bổ sung liên tục. Ví dụ, khi trồng sắn, hàng năm người dân sẽ bón khoảng 1,5 tấn phân hữu cơ [1]. Loại hình sử dụng đất nông nghiệp sẽ có hàm lượng SOC cao hơn so với đất bỏ hoang [14].

Như vậy, nghiên cứu này sử dụng đặc điểm độ dốc địa hình làm một biến độc lập trong phương pháp nội suy hồi quy hàm lượng SOC tại địa bàn nghiên cứu.

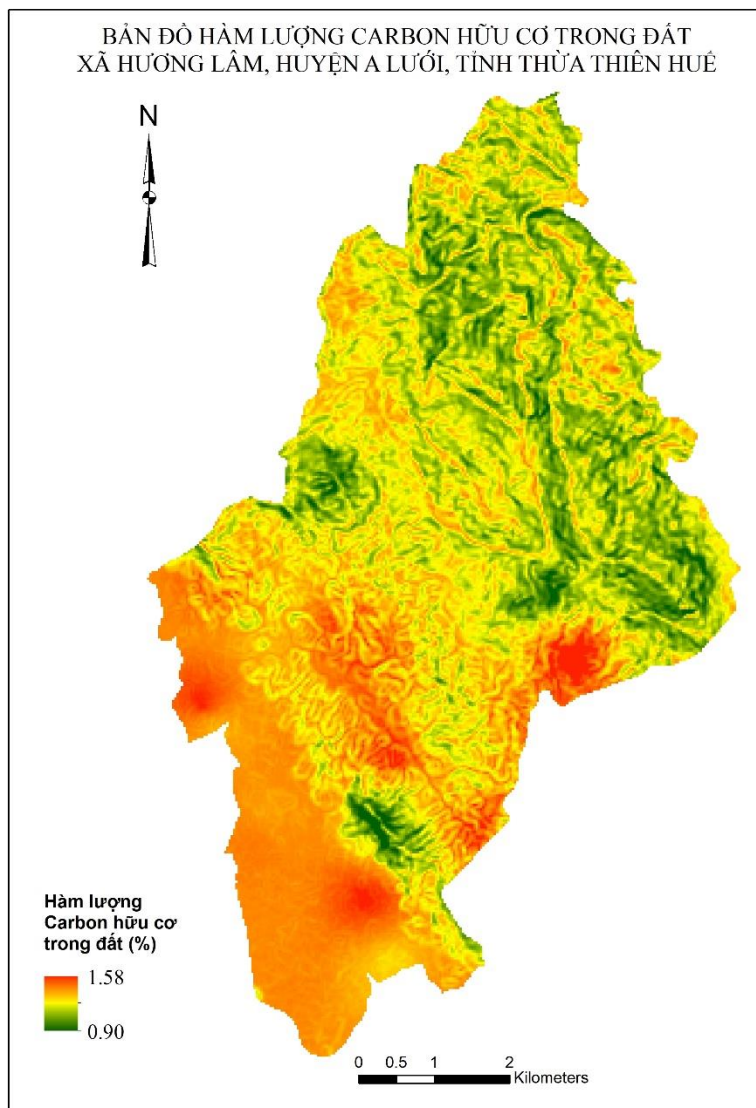
Kết quả cho thấy hàm lượng SOC trong đất của xã Hương Lâm có giá trị thấp nhất là 0,9% và giá trị cao nhất là 1,58%. Khu vực phía nam và tây nam có hàm lượng SOC cao hơn so với các vùng khác trong toàn xã. Đặc biệt, một số khu vực ở phía đông đường Hồ Chí Minh ở cách khoảng 1000 m có hàm lượng SOC khá cao. Đây là khu vực chuyển tiếp giữa vùng đồi thấp và vùng núi cao nên hình thành một thung lũng hẹp với bề rộng 100–200 m dưới chân các dãy núi và có hàm lượng cacbon hữu cơ khá cao. Điều này có thể do đây là vùng bằng phẳng, tích tụ nhiều cacbon hữu cơ trôi từ trên núi cao xuống do hiện tượng xói mòn đất.

Theo bảng phân loại hàm lượng cacbon hữu cơ dành cho đất vùng đồi núi Việt Nam [8] thì đất đai của xã Hương Lâm có hàm lượng cacbon hữu cơ khá thấp. Cụ thể, diện tích đất có hàm lượng cacbon hữu cơ rất nghèo và nghèo là 950 ha, chiếm tỷ lệ 18% tổng diện tích tự nhiên, và 72% còn lại là ở mức trung bình. Điều này đòi hỏi cần phải tiếp tục có những biện pháp cải tạo đất cũng như hạn chế suy thoái đất trong tương lai.

Bản đồ hàm lượng carbon hữu cơ trong đất tại hình 4 được xây dựng bằng phương pháp nội suy hồi quy cho thấy mức độ chi tiết hơn so với các loại bản đồ xây dựng bằng các phương pháp khác. Điều này là do ảnh hưởng của các biến độc lập đến biến cần dự đoán. Herbst và cs. [4] cho rằng nếu tương quan giữa biến độc lập và biến phụ thuộc lớn hơn 0,2 thì phương pháp nội suy hồi quy sẽ cho kết quả tốt hơn so với các phương pháp chỉ dựa vào quan hệ không gian. Trong nghiên cứu này, tương quan giữa độ dốc và hàm lượng cacbon hữu cơ là 0,43, do đó bản đồ có mức độ chính xác cao.

Bảng 1. Mô hình nội suy và chỉ số đánh giá mô hình

Mô hình nội suy	Tương quan (%)	AIC
$Y = f(\text{Độ dốc})$	43	-95
$Y = f(\text{Độ cao})$	1	-68
$Y = f(\text{NDVI})$	7	-71
$Y = f(\text{Độ dốc, Độ cao})$	42	-93
$Y = f(\text{Độ dốc, NDVI})$	42	-93
$Y = f(\text{Độ cao, NDVI})$	7	-71
$Y = f(\text{Độ dốc, Độ cao, NDVI})$	41	-90



Hình 4. Bản đồ hàm lượng carbon hữu cơ trong đất xã Hương Lâm

5 Kết luận

Hàm lượng cacbon hữu cơ trong đất có mối tương quan chặt chẽ với độ dốc của địa hình, còn chỉ số NDVI cũng như độ cao có ảnh hưởng không đáng kể. Yếu tố độ dốc hoàn toàn phù hợp để sử dụng cho mô hình nội suy tuyến tính – không gian nội suy hồi quy hàm lượng cacbon hữu cơ trong đất. Mặc dù vậy, việc sử dụng phân mềm R để thiết lập chương trình nội suy không gian đang là một thách thức đối với các nhà nghiên cứu vì giao diện và ngôn ngữ không thật sự thân thiện với người dùng. Nghiên cứu này mới chỉ dừng lại ở việc khảo sát 3 biến độc lập, trong

khi đó còn rất nhiều yếu tố khác tác động đến hàm lượng carbon hữu cơ trong đất, do đó cần tiến thành thử nghiệm các biến khác để lựa chọn được mô hình có độ chính xác tốt nhất.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Việt Tuấn, Nguyễn Đình Thi (2017), Ảnh hưởng của liều lượng phân bón, mật độ đến hai giống sắn KM444 và KM21-12 tại vùng gò đồi tỉnh Thừa Thiên Huế, *Tạp chí Khoa học và công nghệ Nông Lâm nghiệp*, 1, 2, 383–394.
2. Viện nông hóa thổ nhưỡng (1998), *Sổ tay phân tích đất, nước, phân bón cây trồng*, Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội 594 trang.
3. Göl, C., Bulut, S., Bolat, F. (2017), Comparison of different interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon and some soil properties in the Black Sea backward region of Turkey, *Journal of African Earth Sciences*, 134, 85–91, doi:10.1016/j.jafrearsci.2017.06.014.
4. Herbst, M., Diekkrüger, B., Vereecken, H. (2006), Geostatistical co-regionalization of soil hydraulic properties in a micro-scale catchment using terrain attributes, *Geoderma*, 132, 206–221.
5. Hengl, T., Heuvelink, G. B. M., Stein, A. (2004), A generic framework for spatial prediction of soil variables based on regression-kriging, *Geoderma*, 120, 75–93.
6. Hinge, Gilbert, Surampalli, Y Rao, Goyal, Manish Kumar (2018), Prediction of soil organic carbon stock using digital mapping approach in humid India, *Environmental Earth Sciences*, 77, 172.
7. Kumar, S., Lal, R., Liu, D. (2012), A geographically weighted regression kriging approach for mapping soil organic carbon stock, *Geoderma*, 189–190, 627–634.
8. Nguyen The, Dang, Klinnert, C. (2001), Problems with and local solutions for organic matter management in Vietnam, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61, 1–2, 89–97.
9. Obu, J., Lantuit, H., Myers-Smith, I., Heim, B., Wolter, J., Fritz, M. (2017), Effect of Terrain Characteristics on Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stocks in Soils of Herschel Island, Western Canadian Arctic, *Permafrost and Periglacial Processes*, 28, 92–107.
10. Omuto, C. T., Vargas, R. R. (2015), Re-tooling of regression kriging in R for improved digital mapping of soil properties, *Geosciences Journal*, 19, 1, 157–165.
11. Pei, T., Qin, C.-Z., Zhu, A.-X., Yang, L., Luo, M., Li, B., Zhou, C. (2010), Mapping soil organic matter using the topographic wetness index: A comparative study based on different flow-direction algorithms and kriging methods, *Ecological Indicators*, 10, 610–619.
12. Peng, G., Bing, W., Guangpo, G., Guangcan, Z. (2013), Spatial Distribution of Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Based on GIS and Geostatistics in a Small Watershed in a Hilly Area of Northern China, *PLoS ONE*, 8, e83592.

13. Pham Gia, T., Nguyen Trong, H., Kappas, M. (2018a), Assessment of soil quality indicators under different agricultural land uses and topographic aspects in Central Vietnam, *International Soil and Water Conservation Research*, 6, 4, 280–288, doi: 10.1016/j.iswcr.2018.08.001.
14. Pham Gia, T., Degener, J., Kappas, M. (2018b), Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam, *International Soil and Water Conservation Research*, 6, 2, 99–100, doi: 10.1016/j.iswcr.2018.01.001
15. Pham Gia, T., Kappas, M., Van Huynh, C., & Hoang Khanh Nguyen, L. (2019), Application of Ordinary Kriging and Regression Kriging Method for Soil Properties Mapping in Hilly Region of Central Vietnam, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(3), 147, doi:10.3390/ijgi8030147
16. Reeves, D. W. (1997), The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems, *Soil and Tillage Research*, 43, 131–167, doi:10.1016/S0167-1987(97)00038-X
17. Seyed, A., Gilkes, R. J., Andrews, S. S. (2006), A minimum data set for assessing soil quality in rangelands, *Geoderma*, 136, 229–234.
18. Shit, P.K., Bhunia, G.S., Maiti, R. (2016), Spatial analysis of soil properties using GIS based geostatistics models, *Model, Earth Syst. Environ*, 2, 495.
19. Tang, X., Xia, M., Pérez-Cruzado, C., Guan, F., Fan, S. (2017), Spatial distribution of soil organic carbon stock in Moso bamboo forests in subtropical China, *Sciences Reports*, 7, 81.
20. Yevheniya, V., Jenny, N., Lars, R., Norberg, T. (2014), A minimum data set for evaluating the ecological soil functions in remediation projects, *J. Soils Sediments*, 14, 1850–1860.

APPLICATION OF KRIGING REGRESSION TO SOIL ORGANIC CARBON MAPPING: A CASE IN HUONG LAM COMMUNE, A LUOI DISTRICT, THUA THIEN HUE PROVINCE

Tran Thi Minh Chau*

University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

Abstract: Soil organic carbon plays an essential role in the assessment of soil quality, especially for agricultural purposes. This research was conducted in Huong Lam commune, A Luoi district, to understand the influence of slope, elevation, and normalized difference vegetation index (NDVI) on soil organic carbon mapping using the kriging regression model. Soil organic carbon data were obtained from 48 randomly chosen locations at a depth from 0 to 30 cm. Three independent variables consisting of the slope, elevation, and NDVI were extracted from remote sensing data. The results show that the slope is the most influential on the soil organic carbon content with a correlation of 43% compared with 7% and 1% for NDVI and elevation, respectively. The slope could be used for soil organic carbon mapping using kriging regression. More independent variables should be considered to establish the best model for kriging regression.

Keywords: soil organic carbon, interpolation, kriging regression