

# ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG TRONG MÔI TRƯỜNG ĐẤT VÀ NƯỚC MẶT KHU VỰC KHAI THÁC QUẶNG ĐỒNG VÀ APATIT TỈNH LÀO CAI

NGUYỄN PHƯƠNG, NGUYỄN PHƯƠNG ĐÔNG,  
VŨ THỊ LAN ANH, NGUYỄN THỊ CÚC  
*Trường Đại học Mở-Địa chất*  
Email: *phuong\_mdc@yahoo.com*

Lào Cai là tỉnh có tiềm năng lớn về khoáng sản, đặc biệt là quặng apatit, đồng và sắt. Hoạt động khai thác khoáng sản đã có nhiều đóng góp cho ngân sách nhà nước, song cũng gây ra nhiều hệ lụy về môi trường. Do đó, việc nghiên cứu đánh giá hiện trạng và sự biến động của các thành phần môi trường tự nhiên liên quan với hoạt động khai thác khoáng sản để từ đó đề xuất các giải pháp phòng ngừa, giảm thiểu nhằm đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững là rất cần thiết. Hiện nay, có nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau, trong đó, các mô hình toán học được sử dụng như là chuyên ngành khoa học cơ bản để giải quyết các nhiệm vụ trong lĩnh vực địa môi trường.

## 1. Khái quát về đặc điểm địa chất và thực trạng công tác khai thác, chế biến khoáng sản khu vực nghiên cứu

### 1.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Lào Cai thuộc biên giới phía Bắc Việt Nam, có đặc điểm địa hình khá phức tạp, phân cắt mạnh, khí hậu nhiệt đới gió mùa. Hiện nay, cơ sở hạ tầng đang trên đà phát triển, sản xuất công nghiệp, trọng tâm là khai thác, chế biến khoáng sản ngày càng chiếm tỷ trọng đáng kể.

Trên địa bàn tỉnh Lào Cai đã phát hiện hơn 150 mỏ và điểm mỏ, gồm 30 loại khoáng sản phân bố trong các thành tạo địa chất khác nhau [5]. Quặng đồng phân bố chủ yếu ở khu vực huyện Bát Xát, Cam Đường và Văn Bàn với 10 điểm, mỏ quặng. Quặng apatit tập trung ở ba phân vùng gồm Bát Xát-Lũng Pô; Bát Xát-Ngòi Bo và Ngòi Bo-Bảo Hà. Bên cạnh các loại khoáng sản chính nêu trên khu vực Lào Cai còn có mặt các loại khoáng sản khác như antimon, chì, kẽm, graphit,... [3].

### 1.2. Hiện trạng khai thác, chế biến quặng đồng và apatit ở Lào Cai

Hiện nay, hầu hết các loại hình khoáng sản chủ yếu trên địa bàn tỉnh đã và đang khai thác bằng phương pháp lộ thiên. Hoạt động tuyển tập trung vào một số loại khoáng sản chính: apatit, đồng, sắt.

#### a. Quặng đồng

Trên địa bàn tỉnh Lào Cai, hiện có nhiều doanh nghiệp tham gia khai thác quặng đồng; nhưng chỉ có mỏ đồng Sin Quyền và mỏ Tả Phời do Tổng Công ty Khoáng sản-TKV tổ chức khai thác và chế biến quặng đồng ở quy mô công nghiệp. Sản lượng giai đoạn 2011-2017, đạt từ 1,097÷1,469 triệu tấn quặng nguyên khai/năm; năm 2019, khai thác đạt sản lượng trên 2,2 triệu tấn quặng nguyên khai [3], [4].

Nhà máy tuyển đi vào sản xuất giữa năm 2006, sử dụng phương pháp tuyển nổi để thu hồi quặng tinh đồng và tuyển từ thu hồi quặng tinh magnetit. Sản lượng hàng năm của nhà máy luyện đồng kim loại (99,95 % Cu) là 10.570 tấn/năm, acid sulfuric (98 %) là 39.940 tấn/năm, vàng thỏi (99,95 % Au) khoảng 350÷400 kg/năm và bạc thỏi (99,95 % Ag) khoảng 200 kg. Nhà máy luyện đồng ở khu công nghiệp Tăng Loong đã hoàn thành vào quý 1/2007.

#### b. Quặng apatit

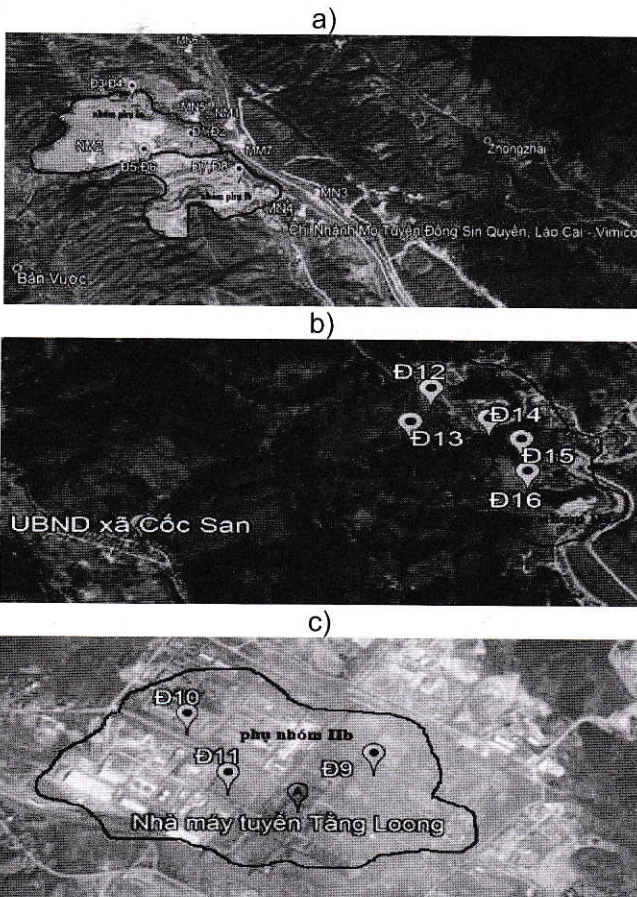
Quặng apatit được khai thác chủ yếu để sản xuất phân bón cho nông nghiệp; loại có hàm lượng  $P_2O_5$  nghèo được sử dụng để sản xuất phân lân nung chảy. Một lượng nhỏ được sử dụng để sản xuất photpho vàng tại khu công nghiệp Tăng Loong. Đến thời điểm hiện tại, đã có 5 doanh nghiệp được cấp giấy phép khai thác apatit và 2 doanh nghiệp được phép thu gom, tận thu quặng apatit. Tổng sản lượng quặng cung cấp cho sản xuất hàng năm cần khoảng 2,4 triệu tấn (quặng loại I: 800.000 tấn; quặng loại II giàu là 400.000 tấn, quặng tuyển 1,2 triệu tấn), nhưng thực tế khai thác các năm 2018, 2019 chỉ đạt 1,2÷1,3

triệu tấn/năm. Hầu hết các mỏ apatit khai thác chủ yếu bằng phương pháp lộ thiên; tuy nhiên, do cấu trúc địa chất phức tạp, công nghệ khai thác và chế tuyển còn nhiều hạn chế, nên độ tổn thất quặng còn khá lớn. Tỷ lệ thu hồi quặng tinh trong các Nhà máy tuyển chưa cao, tỷ lệ tổn thất có khi đến 32,06 % [3]. Sản lượng khai thác hàng năm (giai đoạn 2011-2017) là 3.166.685 tấn (2013) đến 5.660.338 tấn (năm 2011) [3].

**2. Phương pháp nghiên cứu**

**2.1. Phương pháp ngoài trời**

Tiến hành khảo sát thực tế để thu thập tài liệu hiện trạng môi trường nước, đất tại một số khu vực khai thác, chế biến quặng đồng và apatit [1], [3], [4], [6] kết hợp lấy mẫu bổ sung để phân tích một số chỉ tiêu nhằm đánh giá hiện trạng môi trường nước mặt (sông, suối) và đất (khu khai trường và bãi thải) mỏ đồng Sin Quyền và quặng apatit. Các vị trí lấy mẫu đất, nước thể hiện trên hình H.1.



H.1. Vị trí lấy mẫu và phân vùng dự báo mức độ ô nhiễm kim loại nặng trong đất khu vực nghiên cứu: a - Khu mỏ đồng Sin Quyền; b - Khu mỏ apatit Làng Môn; c - Khu đổ thải mỏ apatit gần nhà máy tuyển Tầng Loong; 📍 - Vị trí lấy mẫu nước mặt (sông, suối); 📍 - Vị trí lấy mẫu đất

**2.2. Công tác nghiên cứu trong phòng**

➤ Thu thập, tổng hợp tài liệu, đánh giá độ tin cậy của các nguồn tài liệu thu thập được từ các công trình [1], [5], [7], từ đó lựa chọn nguồn tài liệu bảo đảm độ tin cậy để xử lý nhằm nâng cao hiệu quả đánh hiện trạng môi trường và dự báo sự biến động môi trường liên quan hoạt động khai thác khoáng sản ở khu vực nghiên cứu.

➤ Phương pháp toán thống kê một chiều: phương pháp cho phép đánh giá những biến đổi tương ứng với các yếu tố nhất định, cũng như đánh giá tần số xuất hiện các giá trị trung bình của nồng độ chất ô nhiễm và sự biến động của chúng trong môi trường đất, nước. Để kiểm nghiệm mô hình phân bố thống kê của tập mẫu nghiên cứu, tác giả sử dụng tiêu chuẩn  $t_A$  và  $t_E$  [2]. Nội dung phương pháp đề cập trong các công trình [2], [7].

➤ Phương pháp thống kê hai chiều: trong thực tế, người ta thường sử dụng phương pháp phân tích thống kê dựa các kết quả quan trắc để xác định sự phụ thuộc tương quan giữa các thông số môi trường khác nhau. Tuy nhiên, mô hình này có nhược điểm là không cho phép dự báo trước trường hợp khi số lượng chất ô nhiễm thải ra tăng đột biến.

Trong bài báo, phương pháp thống kê hai chiều được sử dụng để giải quyết các nhiệm vụ sau:

➤ Phân tích định lượng về bản chất mối quan hệ và xu thế của mối quan hệ giữa các nguyên tố kim loại nặng trong đất và nước mặt khu vực nghiên cứu;

➤ Đánh giá mức độ chặt chẽ mối liên hệ tương quan của các kim loại nặng trong đất, nước mặt khu vực nghiên cứu thông qua việc xác định các hệ số tương quan cặp ( $R_{xy}$ ).

Hệ số tương quan cặp ký hiệu là  $R_{xy}$  và xác định theo công thức:

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - (1/n) \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n x_i^2 - (1/n) \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ \sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}} \tag{1}$$

Trong đó:  $x_i, y_i$  - Lần lượt là giá trị của thông số x và y tại mẫu (điểm quan trắc) thứ i; n - Số mẫu (điểm) nghiên cứu.

**a. Xây dựng phương trình hồi quy diễn đạt sự phụ thuộc của Pb theo khoảng cách lấy mẫu (so với nguồn gây ô nhiễm là mỏ đồng Sin Quyền)**

Khi 2 thông số có mối quan hệ tương quan chặt chẽ với nhau, phương trình diễn đạt sự phụ thuộc giữa chúng có dạng:

$$y = (a + bx) \text{ hoặc} \tag{2}$$

$$y = \bar{y} + R_{xy} \cdot (\sigma_y / \sigma_x) \cdot (x - \bar{x}); \tag{3}$$

$$x = \bar{x} + R_{xy} \cdot (\sigma_x / \sigma_y) \cdot (y - \bar{y}).$$

Trong đó:  $x, y$  - Thông số nghiên cứu;  $R_{xy}$  - Hệ số tương quan cặp xác định theo công thức (1);  $\bar{x}; \bar{y}$  - Các giá trị trung bình;  $\sigma_x, \sigma_y$  - Các quân phương sai của các thông số  $x, y$ .

Trong thực tế, có nhiều trường hợp sự phụ thuộc giữa các thông số có thể diễn đạt dạng phương trình phi tuyến tính [2], [7]. Để đánh giá mối quan hệ phụ thuộc tương quan giữa  $x$  và  $y$  dựa vào hệ số tương quan  $\mu$ , được tính theo công thức:

$$\mu = \sqrt{1 - (\sigma_s^2 / \sigma_y^2)} \quad (4)$$

Với:  $\sigma_s^2, \sigma_y^2$  - Lần lượt là hợp phần phương sai ngẫu nhiên và phương sai chung của thông số nghiên cứu. Để dự báo có độ đáng tin cậy cao, hệ số tương quan  $\mu \geq 0,7$  [2]. Phương pháp được sử dụng để dự báo hàm lượng của nguyên tố Pb trong nước mặt (sông, suối) khu vực khai thác quặng đồng Sin Quyền theo khoảng cách các điểm quan trắc.

**b. Phương pháp phân tích Dendrogram**

Dendrogram là sơ đồ dạng phân nhánh cành cây, hay còn gọi là cây sơ đồ, được sử dụng để ghép nhóm các đối tượng (thông số) từ đám đông nhiều đối tượng (thông số) nghiên cứu. Các đối tượng (thông số) được chia nhánh hay phân nhóm trong Dendrogram dựa theo mức độ giống nhau về các tính chất quan trắc. Phương pháp đã được sử dụng trong ghép nhóm gen hoặc các mẫu trong sinh học [2], [8]. Trong nghiên cứu địa môi trường, có thể sử dụng để hỗ trợ cho phương pháp phân loại, hoặc ghép nhóm các đối tượng (thông số) nghiên cứu nhằm làm sáng tỏ mối liên quan giữa các đối tượng (thông số) môi trường [2] thông qua hệ số tương quan cặp ( $R_{xy}$ ). Để tránh dấu âm trong hệ số tương quan cặp, người ta thường thay giá trị  $R_{xy}$  bằng  $\arccos R_{xy}$ . Trong nhiều trường hợp, để ghép nhóm các đối tượng quan trắc (hoặc các điểm lấy mẫu), còn sử dụng khoảng cách chuẩn  $d_{ij}$ , và xác định theo công thức:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m \frac{x_{ik} - x_{jk}}{m}} \quad (5)$$

Trong đó:  $x_{ik}$  - Giá trị của tính chất  $k$  thuộc đối tượng  $i$ ;  $x_{jk}$  - Giá trị của tính chất  $k$  thuộc đối tượng  $j$ ;  $m$  - Số lượng tính chất (chỉ tiêu) nghiên cứu.

Dựa vào  $d_{ij}$  để ghép nhóm các đối tượng làm cơ sở để khoanh định, đánh giá đặc điểm và mức độ ô nhiễm kim loại nặng theo các nhóm (hay diện tích) khác nhau.

**3. Kết quả và thảo luận**

**3.1. Đặc điểm phân bố thống kê, mối quan hệ tương quan giữa nguyên tố kim loại nặng trong môi trường đất, nước mặt khu vực nghiên cứu**

**a. Đặc trưng phân bố thống kê các nguyên tố kim loại nặng**

**a.1. Môi trường đất**

Từ tài liệu thu thập [1], [3], [4], [6] và kết quả phân tích mẫu bổ sung, tiến hành tính toán đặc trưng thống kê hàm lượng các nguyên tố trong đất khu khai thác quặng đồng Sin Quyền, khu gần Nhà máy tuyển Tăng Loong và khu khai thác quặng apatit khai trường 18 - khu Làng Mòn. Kết quả tổng hợp ở Bảng 1. Từ Bảng 1 rút ra một số nhận xét sau: Hàm lượng trung bình các nguyên tố kim loại nặng trong đất khu vực nghiên cứu đều nằm trong giới hạn cho phép so với QCVN03-MT:2015/BTNMT (đất công nghiệp). Trong đó, nguyên tố Cr phân bố đặc biệt không đều, nguyên tố Cu phân bố không đồng đều, các nguyên tố còn lại phân bố rất không đồng đều. Dựa vào tiêu chuẩn  $|t_A|$  và  $|t_E|$ , thì các nguyên tố kim loại nặng trong mẫu đất lấy ở khu vực nghiên cứu đều tuân theo quy luật phân bố chuẩn.

**a.2. Môi trường nước mặt**

Các mẫu nước mặt lấy ở các đoạn sông, suối (hình H.1) chảy qua hoặc gần khu vực khai thác quặng đồng và apatit. Kết quả tính toán các đặc trưng thống kê của nguyên tố Pb và Fe tổng hợp trong Bảng 2. Từ Bảng 2 nhận thấy hàm lượng trung bình của Pb trong môi trường nước mặt (sông, suối) khu vực nghiên cứu vượt chỉ tiêu cho phép so với QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B<sub>1</sub>) và phân bố rất không đồng đều. Hàm lượng Fe nhỏ hơn chỉ tiêu cho phép và phân bố thuộc loại tương đối đồng đều.

**b. Mối quan hệ tương quan các nguyên tố kim loại trong môi trường đất**

Áp dụng công thức (1) xác định hệ số tương quan cặp giữa các nguyên tố kim loại nặng trong đất khu vực nghiên cứu. Kết quả tổng hợp trong Bảng 3 (phần trên về bên phải). Từ Bảng 3 nhận thấy Pb có quan hệ rất chặt chẽ với Zn ( $R=0.98$ ), Hg có quan hệ rất chặt chẽ với Cu ( $R=0.94$ ) và giữa chúng có mối quan hệ thuận chặt chẽ với Pb, Zn ( $R=0.69 \div 0.78$ ); Cr có quan hệ rất chặt chẽ với Cd ( $R= 0.94$ ) và giữa chúng có quan hệ nghịch khá chặt chẽ với Cu, Pb, Zn, Hg ( $R= - 64 \div -0.93$ ).

**3.2. Ghép nhóm theo kết quả phân tích Dendrogram**

Ghép nhóm các nguyên tố kim loại trong môi trường đất: việc phân nhóm bắt đầu từ việc xác định cho từng cặp đối tượng theo trị số đặc trưng cho mức độ giống nhau được tính toán theo kết quả phân tích các nguyên tố kim loại nặng trong mẫu đất lấy ở khu vực khai thác và đổ thải mỏ đồng Sin Quyền và apatit. Nếu các đối tượng là những trị số ngẫu nhiên không liên tục thì mức độ tương tự giữa các đối tượng thường dựa vào hệ số tương quan và gọi nó là hệ số tương tự. Từ ma trận tương quan cặp, tính giá trị  $\arccos R_{xy}$  (Bảng 5, phần dưới về bên trái).

Bảng 1. Các thông số đặc trưng thống kê hàm lượng các nguyên tố kim loại trong đất

Nguyên tố	Hàm lượng (mg/kg)			Phương sai ( $\sigma^2$ )	Hệ số biến thiên (V %)	Hàm phân bố thống kê	QCVN 03-MT:2015/BTNMT (đất công nghiệp)
	min	max	Trung bình				
Pb	0,13	61,56	20,62	540,02	112,7 %	Phân bố chuẩn	300
Zn	1,6	165	52,72	3356,55	109,9 %	Phân bố chuẩn	300
Hg	0	0,001	0,0005	2,67E-07	103,3 %	Phân bố chuẩn	-
Cd	0,02	0,84	0,23	0,08	124,2 %	Phân bố chuẩn	10
Cu	1,2	82,5	38,12	1126,97	88,1 %	Phân bố chuẩn	300
Cr	0	3,89	0,51	1,38	229,4 %	Phân bố chuẩn	250
As	0	3,1	0,89	1,404	131,9 %	Phân bố chuẩn	25

Ghi chú: Số liệu trong Bảng 1 được tổng hợp và xử lý từ 16 vị trí lấy mẫu.

Bảng 2. Các thông số đặc trưng thống kê hàm lượng Fe, Pb trong nước mặt khu vực nghiên cứu

Nguyên tố	Hàm lượng (mg/l)			Phương sai ( $\sigma^2$ )	Hệ số biến thiên (V %)	QCVN 08 -MT: 2015/BTNMT (B <sub>1</sub> )
	min	max	Trung bình			
Fe	0,036	1,330	0,502	0,109	65,65 %	1,5
Pb	0,002	0,485	0,184	0,044	114,57 %	0,05

Bảng 3. Ma trận tương quan và mức tương tự tính theo giá trị  $\arccos R_{xy}$

	Pb	Zn	Hg	Cd	Cu	Cr	As
Pb	-	0,98	0,78	-0,77	0,78	-0,71	-0,5
Zn	0,17	-	0,69	-0,68	0,69	-0,64	-0,6
Hg	0,68	0,81	-	-1,00	0,94	-0,93	0,2
Cd	2,45	2,32	3,04	-	-0,90	0,94	-0,2
Cu	0,67	0,80	0,36	2,69	-	-0,83	0,1
Cr	2,36	2,26	2,77	0,34	2,54	-	-0,1
As	2,04	2,17	1,40	1,73	1,43	1,70	-

Từ kết quả tính  $\arccos R_x$  (Bảng 3 - phần dưới vế trái), tiến hành ghép nhóm, trình tự các bước như sau:

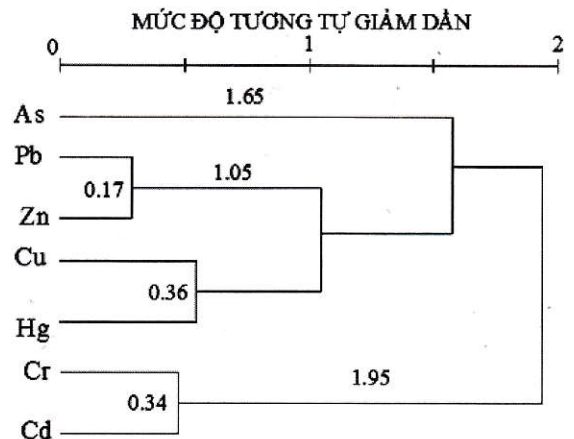
- Bước 1 - Tìm giá trị  $\arccos R_{xy}$  nhỏ nhất (Bảng 6) để ghép nhóm;
- Bước 2 - Ghép nhóm các cặp còn lại thông qua việc tính khoảng cách trung bình ( $\arccos R_{xy}$ ), m giữa các cặp trong nhóm. Khoảng cách (giá trị  $\arccos R_{xy}$ ) càng nhỏ thì khả năng ghép nhóm càng lớn;
- Bước 3: Thành lập sơ đồ Dendrogram, kết quả ghép được các cặp nhóm nguyên tố như hình 2.

Từ hình 2 nhận thấy:

- Cặp nhóm các nguyên tố (Pb-Zn); (Cu-Hg); (Cr-Cd) có quan hệ gần gũi với nhau, nghĩa là các cặp nguyên tố này có quan hệ rất chặt chẽ với nhau;
- Cặp nhóm các nguyên tố As-(Pb-Zn-Cu-Hg) là khá xa nhau, nói cách khác là nguyên tố As không có quan hệ với các nguyên tố kim loại nặng khác trong môi trường đất khu vực nghiên cứu.

Ghép nhóm các vị trí lấy mẫu đất trong khu vực nghiên cứu: Từ kết quả phân tích hàm lượng nguyên tố kim loại nặng tại các điểm lấy mẫu, tiến

hành tính  $d_{ij}$  theo công thức (3). Kết quả tổng hợp ở Bảng 4. Nguyên tắc ghép nhóm là dựa vào giá trị  $d_{ij}$ , các bước tiến hành tương tự khi ghép nhóm nguyên tố dựa vào  $\arccos R_{xy}$  nêu trên. Kết quả thể hiện trên hình H.3.



H.2. Ghép nhóm nguyên tố trong môi trường đất theo phương pháp Dendrogram

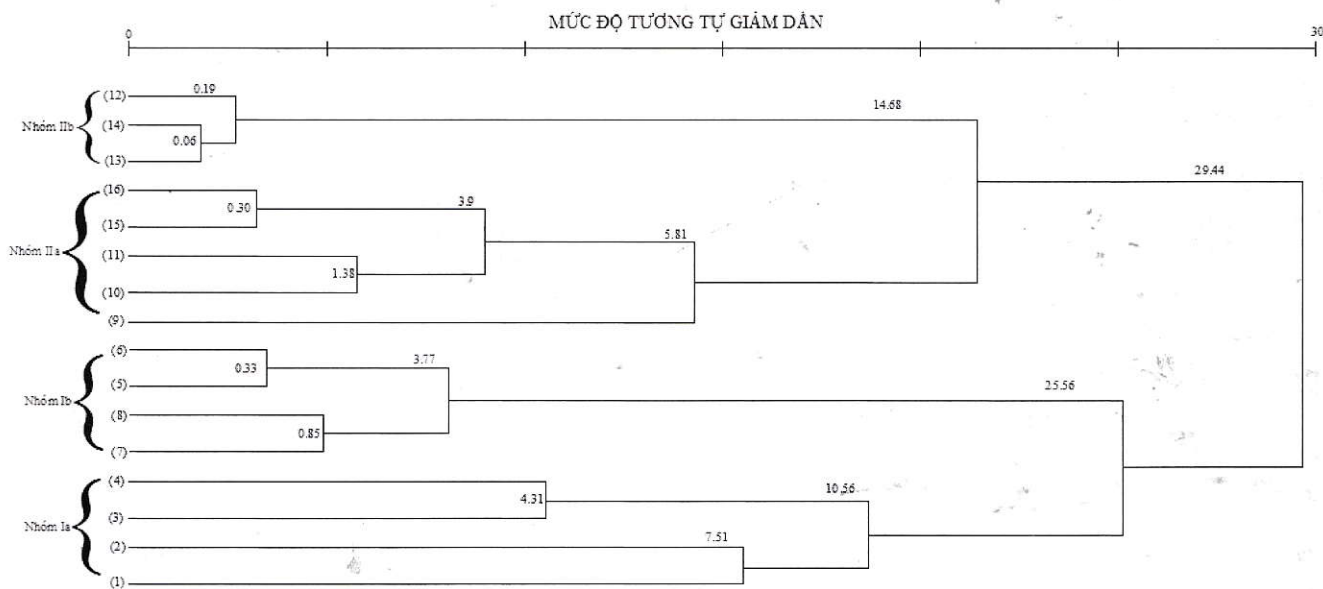
Từ hình 3 cho thấy:

- Nhóm I: gồm các điểm lấy mẫu đất ở khai trường và bãi thải khai thác quặng đồng mỏ Sin Quyền (gồm các điểm 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 và 8); trong nhóm này có thể chia chi tiết hơn thành 2 phụ nhóm (Ia, gồm các điểm 1, 2, 3, 4; Ib, gồm các điểm 5, 6, 7, 8);

- Nhóm II: gồm các điểm lấy mẫu đất ở khai trường và bãi thải khai thác apatit (gồm các điểm 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 và 16); nhóm II được chia chi tiết thành 2 phụ nhóm (IIa, gồm các điểm 9, 10, 11, 15 và 16; nhóm IIb gồm các điểm 12, 13 và 14).

Bảng 4. Kết quả tính ( $d_{ij}$ ) giữa các điểm lấy mẫu đất ở khu vực nghiên cứu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	7.51	16.23	16.25	42.97	42.84	45.61	46.19	63.16	67.03	67.08	72.52	72.36	72.32	71.90	72.18
2		0	9.41	9.65	37.19	37.02	39.31	39.84	56.55	60.35	60.36	65.73	65.57	65.53	65.11	65.39
3			0	4.31	28.40	28.21	30.01	30.52	47.18	51.06	51.11	56.51	56.35	56.31	55.89	56.17
4				0	30.97	30.76	31.70	32.17	47.81	51.34	51.30	56.67	56.50	56.45	56.04	56.32
5					0	0.33	2.85	3.10	9.90	11.95	12.21	14.11	14.09	14.07	13.92	14.03
6						0	7.43	8.08	26.10	31.49	32.16	37.21	37.14	37.11	36.71	37.00
7							0	0.85	19.63	24.78	25.35	30.57	30.48	30.45	30.04	30.33
8								0	18.92	24.06	24.62	29.83	29.74	29.70	29.29	29.58
9									0	5.73	6.64	11.40	11.35	11.32	10.94	11.22
10										0	1.38	6.08	5.98	5.95	5.55	5.843
11											0	5.72	5.57	5.54	5.12	5.415
12												0	0.24	0.28	0.65	0.4
13													0	0.06	0.47	0.20
14														0	0.43	0.15
15															0	0.30
16																0



H.3. Kết quả ghép nhóm các vị trí lấy mẫu đất theo phương pháp Dendrogram

Hàm lượng trung bình của các nguyên tố kim loại nặng trong đất thuộc các nhóm (các khu lấy mẫu) tổng hợp trong Bảng 5.

Từ Bảng 5 nhận thấy:

- Hàm lượng trung bình của các nguyên tố kim loại nặng trong đất ở các khu lấy mẫu đều nằm trong giới hạn cho phép (QCVN 03:2015/BTNMT - Đất công nghiệp hoặc QCVN 03:2015/BTNMT - Đất nông nghiệp);

- Hàm lượng trung bình nguyên tố Cu, Pb, Zn lấy trong đất khu mỏ đồng Sin Quyền (nhóm I - Bảng 8) cao gấp 10÷40 lần khu đổ thải khai thác quặng apatit, còn As cao hơn 3 lần; ngược lại hàm

lượng Cr và Cd trong đất đá thải khai thác quặng apatit đều cao hơn trong đất đá thải khai thác quặng đồng Sin Quyền; Hg chỉ xuất hiện trong đất thải khu mỏ đồng Sin Quyền;

- Từ kết quả ghép nhóm cho thấy nguồn cung cấp các nguyên tố kim loại nặng trong đất khu mỏ đồng Sin Quyền khác khu mỏ apatit. Các nguyên tố kim loại nặng trong đất ở các khu khai thác và đổ thải quặng đồng cũng có sự biến động phức tạp hơn đất đổ thải khai thác quặng apatit. Đây là vấn đề cần quan tâm trong quy hoạch và quản lý đất, đá đổ thải khai thác quặng đồng mỏ Sin Quyền.

Bảng 5. Hàm lượng trung bình các nguyên tố trong đất khu vực nghiên cứu

Nhóm	Phụ nhóm	Vị trí lấy mẫu	Hàm lượng trung bình các nguyên tố, mg/kg						
			Pb	Zn	Hg	Cd	Cu	Cr	As
I	Ia (1, 2, 3, 4)	Khai trường khu Đông mỏ Sin Quyền	40.15	98.38	0.001	0.12	69.36	0	1.39
		Bãi thải số 3 mỏ Sin Quyền							
	Ib (5, 6, 7, 8)	Gần khai trường khu Đông mỏ Sin Quyền							
		Bãi thải Đông Bắc mỏ Sin Quyền							
II	IIa (9, 10, 11, 15, 16)	Bãi thải apatit gần Nhà máy tuyển Tàng Loỏng	1.10	7.07	0	0.34	6.88	1.03	0.41
		Khai trường 18 - làng Mòn							
	IIb (12, 13, 14)	Khai trường 18 - làng Mòn							
QCVN 03:2015/BTNMT (đất công nghiệp)			300	300	-	10	300	250	25
QCVN 03:2015/BTNMT (đất nông nghiệp)			70	200	-	1,5	100	150	15

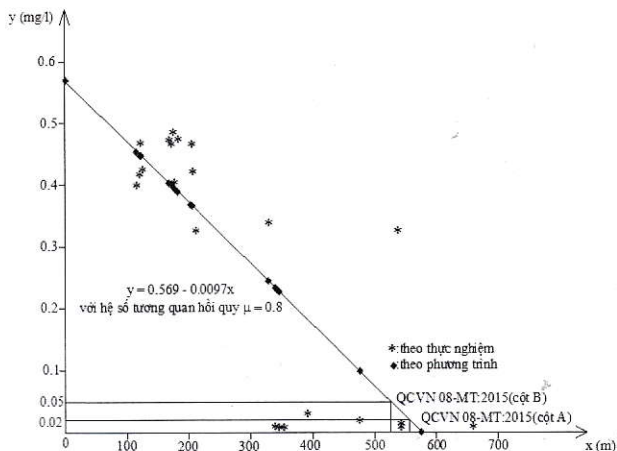
**4.3. Dự báo sự biến động nguyên tố Pb trong môi trường nước mặt**

Từ số liệu phân tích, áp dụng công thức (1) tính được hệ số tương quan cặp giữa hàm lượng Pb với khoảng cách nguồn gây ô nhiễm (khu vực hoạt động khai thác quặng đồng mỏ Sin Quyền).

Kết quả tính  $R_{yx} = -0,78$ . Như vậy, hàm lượng Pb trong nước mặt (sông, suối) có quan hệ nghịch khá chặt chẽ với khoảng cách lấy mẫu (từ điểm quan sát đến vị trí nguồn gây ô nhiễm - khu vực khai thác đồng mỏ Sin Quyền). Từ số liệu phân tích, bỏ qua các bước tính trung gian, đã xác lập được hệ phương trình dưới dạng ma trận sau:

$$\begin{bmatrix} 23 & 6846,31 \\ 6846,31 & 2621408,7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6,42 \\ 1342,96 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Giải hệ phương trình (6), ta có:  $a=0,569$ ;  $b=-0,0097$ . Thay a, b vào (4), xác lập được phương trình hồi quy diễn đạt sự biến động của Pb (y) theo khoảng cách (x) đến nguồn gây ô nhiễm trong môi trường nước mặt ở khu vực nghiên cứu như sau:  $Y_{Pb} = (0,569 - 0,0097X_{kc})$ , với hệ số tương quan hồi quy  $\mu = 0,8$ . Đồ thị phân bố Pb theo khoảng cách đến nguồn gây ô nhiễm như hình H.4.



H.4. Đồ thị phân bố Pb trong nước mặt (sông, suối) theo khoảng cách đến mỏ đồng Sin Quyền

Từ hình 4 nhận thấy:

- Hàm lượng Pb trong nước mặt (sông, suối) khu khai thác quặng đồng Sin Quyền cách nguồn thải trong phạm vi  $\leq 570$  m vượt chỉ tiêu cho phép theo tiêu chuẩn QCVN08- MT:2015 (cột A - nước cho sinh hoạt);

- Trong phạm vi  $\leq 530$  m vượt chỉ tiêu cho phép theo tiêu chuẩn QCVN08-MT: 2015 (Cột B - nước cho tưới tiêu thủy lợi);

- Ngoài phạm vi 570 m, hàm lượng Pb giảm đáng kể và đáp ứng chỉ tiêu cho phép.

**4.4. Một số giải pháp phòng ngừa, giảm thiểu tác động môi trường trong hoạt động khoáng sản ở tỉnh Lào Cai**

- Để đảm bảo tính bền vững trong hoạt động khai thác khoáng sản, trước mắt cần phải tập trung vào 5 yếu tố sau: i) Đảm bảo công bằng lợi ích kinh tế, ii) Khai thác, chế biến tài nguyên khoáng sản hiệu quả, iii) Khai thác, chế biến an toàn, iv) Có sự đồng thuận của cộng đồng và v) Bảo vệ môi trường.

- Để phòng ngừa, giảm thiểu tác động tiêu cực tới môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản, trước mắt cần:

- ✦ Giám sát việc tuân thủ các quy định về bảo vệ môi trường của doanh nghiệp; đặc biệt là quản lý chất thải mỏ (đất đá thải, quặng đuôi, các chất thải độc hại, nước thải acid mỏ);

- ✦ Điều chỉnh các quy định về ký quỹ, giám sát và kiểm tra chặt chẽ công tác xây dựng các công trình bảo vệ môi trường theo báo cáo đánh giá tác động môi trường (ĐTM) đã được phê duyệt, chú ý kiểm tra công tác cải tạo phục hồi môi trường; đặc biệt đối với các khu vực mỏ bỏ hoang, trong đó có tính đến các yếu tố hoàn nguyên môi trường đất, nước, đa dạng sinh học;

- ✦ Cần đẩy mạnh công tác hậu kiểm và kiểm toán môi trường đối với các dự án hoạt động khai thác khoáng sản.

**5. Kết luận**

➢ Tại thời điểm đánh giá, hàm lượng trung bình của các nguyên tố kim loại nặng trong nước mặt (Pb, Fe) và trong môi trường đất (Pb, Zn, Hg, Cd, Cu, Cr, As) nhỏ hơn chỉ tiêu cho phép theo QCVN 03:2015/BTNMT(đất công nghiệp) hoặc QCVN 03:2015/BTNMT (đất nông nghiệp), nhưng có sự biến động khá lớn. Do đó, rất có thể ở một số vị trí nào đó, hàm lượng của Fe, Pb trong môi trường nước mặt hoặc nguyên tố Pb, Zn, Hg, Cu, As trong môi trường đất có thể vượt chỉ tiêu cho phép.

➢ Các nguyên tố Cu, Pb, Hg và Zn có quan hệ tương quan rất chặt chẽ với nhau, Cd có quan hệ rất chặt chẽ với Cr trong môi trường đất tại các khu khai thác quặng đồng và apatit; ngược lại As hầu như không có quan hệ với các nguyên tố khác.

➢ Hàm lượng trung bình nguyên tố Cu, Pb, Zn, As trong đất ở khu mỏ đồng Sin Quyền cao hơn hẳn khu mỏ apatit; ngược lại ở các khu vực bãi thải apatit, hàm lượng Cr, Cd cao hơn đất thải mỏ đồng Sin Quyền, Hg chỉ xuất hiện trong đất ở khu mỏ đồng Sin Quyền. Điều đó cho thấy nguồn cung cấp các nguyên tố kim loại nặng trong đất ở các khu bãi thải khai thác quặng đồng khác các khu bãi thải khai thác apatit. Đây là vấn đề cần quan tâm khi đánh giá mức độ ô nhiễm và xác định nguồn gây ô nhiễm kim loại nặng trong đất ở các khu vực có hoạt động khai thác khoáng sản ở tỉnh Lào Cai.

➢ Phương trình hồi quy đã xác lập cho phép dự báo ô nhiễm Pb trong nước mặt (sông, suối) tại vị trí nào có đó có liên quan nguồn nước thải từ hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền. Tuy nhiên, mô hình này có nhược điểm là chưa cho phép dự báo trước trường hợp khi số lượng chất ô nhiễm thải ra tăng đột ngột hoặc do nhiều nguồn khác cùng gây ra trong khu vực nghiên cứu.

➢ Để đảm bảo hiệu quả bảo vệ môi trường trong khai thác khoáng sản cần: giám sát chặt chẽ việc tuân thủ các quy định về bảo vệ môi trường đối với các dự án hoạt động khai thác khoáng sản; đặc biệt là quản lý đất đá thải, quặng đuôi, các chất thải độc hại, nước thải acid mỏ. Đồng thời phải đẩy mạnh công tác hậu kiểm và kiểm toán môi trường đối với các dự án hoạt động khai thác khoáng sản trên địa bàn tỉnh.□

**Lời cảm ơn:** Bài báo được xây dựng từ các số liệu thu thập đề tài cấp bộ, mã số: TNMT.2018.03.17 do Liên đoàn Địa vật lý Địa chất chủ trì. Tác giả xin trân trọng cảm ơn.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Hoàng Việt Hưng (2017). Đặc điểm thành phần vật chất và ảnh hưởng của chúng đến môi trường trong hoạt động khoáng sản mỏ đồng Sin Quyền. Luận văn thạc sĩ KT Địa chất, trường ĐH Mỏ-Địa chất.
2. Nguyễn Phương, Nguyễn Quốc Phi (2018).

Phương pháp toán xử lý tài liệu địa môi trường. Bài giảng dùng cho sinh viên ngành Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội.

3. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lào Cai. Báo cáo định kỳ hoạt động khoáng sản tỉnh Lào Cai các năm từ 2011 đến 2017.

4. Tổng Công ty Khoáng sản-TKV (2016). Báo cáo ĐTM của dự án “Khai thác mở rộng và nâng công suất khu mỏ-tuyển Đồng Sin Quyền, Lào Cai (điều chỉnh).

5. Tổng Cục Địa chất. Tài nguyên khoáng sản tỉnh Lào Cai và số mỏ Khoáng sản tỉnh Lào Cai, 2005.

6. Trung tâm Quan trắc tài nguyên môi và môi trường tỉnh Lào Cai (2017)

7. Friedrich-Wilhelm Wellmer. Stastical Evaluations in Exploration for Mineral Deposits. D-30655. Hannover. Germany.

8.TrangWeb: <https://vi.wikipedia.org/wiki/Dendrogramma>.

**Ngày nhận bài:** 14/05/2020

**Ngày gửi phản biện:** 18/06/2020

**Ngày nhận phản biện:** 25/09/2020

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/10/2020

**Từ khóa:** hiện trạng, biến động môi trường, khai thác đồng và apatit, Lào Cai

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo-theo Luật Báo chí Việt Nam

**Tóm tắt:** Bài báo giới thiệu kết quả áp dụng một số mô hình toán thống kê để đánh giá hiện trạng và dự báo sự biến động thành phần môi trường đất, nước mặt tại khu vực khai thác quặng đồng, apatit, tỉnh Lào Cai. Từ kết quả nghiên cứu, tác giả đề xuất một số giải pháp nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường trong hoạt động khoáng sản ở tỉnh Lào Cai.

**Assessment of heavy metal pollution in soil and surface water environment in copper and apatite ore mining area in Lào Cai province**

**SUMMARY**

The article introduces the results of applying some statistical models to assess the current state and forecast the changes in composition of soil and surface water environment in the copper, apatite ore mining area, Lào Cai province. From the research results, the author proposes some solutions to minimize the negative environmental impacts of mineral activities in Lào Cai province.