

Phân tích hàm lượng một số nguyên tố độc hại có trong nước tại hồ Đankia-Suối Vàng bằng kỹ thuật huỳnh quang tia X phản xạ toàn phần (TXRF)

Trần Ngọc Diệu Quỳnh, Nguyễn An Sơn, Nguyễn Thị Nguyệt Hà, Nguyễn Thị Minh Sang *



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Khảo sát chất lượng nước sinh hoạt là công việc cần thiết và nên được kiểm tra thường xuyên nhằm kịp thời phát hiện, cảnh báo nguy cơ ô nhiễm, từ đó đảm bảo an toàn cho người sử dụng. Bên cạnh việc đánh giá các chỉ tiêu như lượng oxy hòa tan (BOD) và hàm lượng các chất hữu cơ, các hợp chất vô cơ trong nước cũng là những thông số quan trọng phản ánh chất lượng nước. Quá trình đô thị hóa, phát triển công nghiệp cùng với việc sử dụng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật trong sản xuất nông nghiệp đã và đang ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước. Nghiên cứu này tập trung khảo sát và đánh giá hàm lượng các nguyên tố vết độc hại gồm nickel (Ni), đồng (Cu), kẽm (Zn), arsenic (As), cadmium (Cd), thủy ngân (Hg) và chì (Pb) trong mẫu nước thu thập tại hồ Đankia – Suối Vàng, nguồn cung cấp nước sinh hoạt chính cho thành phố Đà Lạt và thị trấn Lạc Dương, tỉnh Lâm Đồng. Kết quả phân tích nguyên tố kim loại độc nặng và hàm lượng của chúng bằng kỹ thuật huỳnh quang tia X phản xạ toàn phần (TXRF) cho thấy, nước sau khi xử lý có hàm lượng của những nguyên tố vừa nêu thấp, dưới giới hạn cho phép theo Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam (QCVN 01-1:2018/BYT, QCVN 08:2023/BNMT) về chất lượng nước ăn uống. Tuy nhiên, một số địa điểm khảo sát ở gần vùng canh tác nông nghiệp ven hồ Đankia-Suối Vàng có hàm lượng Ni, Cu, Cd, As vượt ngưỡng cho phép của nước sinh hoạt, đây cũng là vấn đề cần được khuyến cáo để có nguồn nước sạch hơn.

Từ khoá: Hồ Đankia – Suối Vàng, kỹ thuật huỳnh quang tia X phản xạ toàn phần (TXRF), nguyên tố vết độc hại, chất lượng nước ăn uống

Trường Đại học Đà Lạt, Đà Lạt, Lâm Đồng, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Thị Minh Sang, Trường Đại học Đà Lạt, Đà Lạt, Lâm Đồng, Việt Nam

Email: sangntm@dlu.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 31/12/2024
- Ngày sửa đổi: 22/05/2025
- Ngày chấp nhận: 15/12/2025
- Ngày đăng: 31/12/2025

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjns.v9i4.1430>



Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



MỞ ĐẦU

Nước là yếu tố thiết yếu đối với con người và là một trong những thành phần quan trọng đối với sự sống trên Trái Đất¹. Tuy nhiên, chất lượng nước đang ngày càng bị ô nhiễm do tác động từ nhiều nguồn khác nhau như nước thải công nghiệp, hoạt động khai thác khoáng sản và việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật trong nông nghiệp²⁻⁴... Sự ô nhiễm này có thể làm cho nước trở nên độc hại đối với con người, làm gia tăng nguy cơ mắc các bệnh truyền nhiễm, tim mạch, thần kinh và nhiều vấn đề sức khỏe khác.

Trong lớp vỏ trái đất, chất thải công nghiệp, phân bón và thuốc trừ sâu tồn tại các kim loại nặng, chúng là chất ô nhiễm ở dạng hợp chất có nhiều trong đất, nước và không thể phân hủy trong tự nhiên⁵⁻⁷. Việc tiếp xúc hoặc tiêu thụ nước có chứa các kim loại như: nickel (Ni), đồng (Cu), kẽm (Zn), arsenic (As), cadmium (Cd), thủy ngân (Hg) và chì (Pb) có thể ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe con người. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng kim loại nặng có khả năng tích lũy trong cơ thể, ức chế quá trình tăng trưởng và phát triển, đồng thời có thể gây ra các bệnh lý nghiêm trọng

như ung thư, tổn thương cơ quan nội tạng và hệ thần kinh. Trong trường hợp nhiễm độc ở nồng độ cao, kim loại nặng có thể dẫn đến hậu quả nghiêm trọng, bao gồm cả nguy cơ tử vong. Ví dụ, việc tiêu thụ nước bị ô nhiễm bởi các kim loại nặng như Pb, As, Cd và Hg có thể dẫn đến sự rối loạn trong hoạt động của hệ miễn dịch, làm phát sinh các phản ứng tự miễn, trong đó hệ thống miễn dịch tấn công chính các tế bào của cơ thể. Hậu quả là có thể gây ra nhiều bệnh lý như viêm khớp dạng thấp, các rối loạn về thận, hệ tuần hoàn và hệ thần kinh. Trong số đó, Cd được xem là một trong những kim loại nặng độc hại nhất, ngay cả ở nồng độ rất thấp. Nguyên tố này thường xuất hiện trong các hoạt động công nghiệp như sản xuất da giày, giấy, cao su và trong thành phần của một số loại thuốc bảo vệ thực vật⁸.

Hồ Đankia-Suối Vàng gồm hai hồ chính: Đankia nằm ở thượng nguồn và Suối Vàng ở hạ nguồn. Cả hai hồ được hình thành nhờ hệ thống đập Ankroet chặn dòng sông Đa Dâng, con sông bắt nguồn từ dãy núi Langbiang thuộc huyện Lạc Dương, tỉnh Lâm Đồng. Diện tích lưu vực của hồ vào khoảng 13.000 ha, với

Trích dẫn bài báo này: TNDQ, NAS, NTNH, NTMS. Phân tích hàm lượng một số nguyên tố độc hại có trong nước tại hồ Đankia-Suối Vàng bằng kỹ thuật huỳnh quang tia X phản xạ toàn phần (TXRF). *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.* 2026; 9(4):3502-3508.

độ sâu trung bình khoảng 6 m. Phần lớn diện tích hồ nằm trong địa phận huyện Lạc Dương, trong khi một phần nhỏ thuộc thành phố Đà Lạt. Hồ Đankia-Suối Vàng đóng vai trò quan trọng trong việc cấp nước cho Nhà máy thủy điện Ankroet, đồng thời cung cấp khoảng 74.000 m³ nước sinh hoạt mỗi ngày cho thành phố Đà Lạt và huyện Lạc Dương, phục vụ hơn 290.000 người theo số liệu thống kê tính đến ngày 31 tháng 12 năm 2022⁹. Hồ không chỉ là nguồn cung cấp nước sinh hoạt mà còn được sử dụng để tưới tiêu cho các khu vực nông nghiệp xung quanh. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, tình trạng bồi lắng và ô nhiễm tại hồ có xu hướng gia tăng đáng kể¹⁰. Diện tích mặt nước hồ Đankia đang dần thu hẹp do tác động của hoạt động canh tác nông nghiệp và quá trình bồi tụ tự nhiên. Ngoài ra, các nguồn thải từ sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và hoạt động du lịch dọc hai bên bờ hồ đã ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng nước và hệ sinh thái thủy sinh¹¹. Kết quả của một số nghiên cứu trước đây cho thấy, các chỉ tiêu môi trường như hợp chất hữu cơ, độ dẫn điện, hàm lượng ion hòa tan, oxy hòa tan (DO), độ trong secchi, nồng độ ammoniac, nitrate, phosphate, TSS, COD, ⁺NH₄-N ở hồ Đankia-Suối Vàng vượt ngưỡng cho phép^{12,13}. Như vậy, các báo cáo trước đây đã chỉ ra rằng chất lượng nước tại hồ Đankia-Suối Vàng bị ô nhiễm và vượt quy chuẩn Việt Nam (QCVN) ở một vài thông số quan trọng. Tuy nhiên, đến nay vẫn chưa có nghiên cứu cụ thể nào đánh giá về sự hiện diện và mức độ ô nhiễm kim loại nặng trong nước hồ Đankia-Suối Vàng, cũng như việc các thông số này có nằm trong giới hạn cho phép của các QCVN hiện hành hay không.

Hiện nay có nhiều phương pháp được sử dụng để phân tích các kim loại trong mẫu nước, trong đó có những phương pháp sử dụng thiết bị chuyên dùng trong hóa phân tích đã được tiêu chuẩn hóa như: AAS, ICP, ICP-MS, ASV^{14,15}. Đối với các phương pháp phân tích kim loại nặng trong mẫu nước bằng những kỹ thuật này đòi hỏi người phân tích phải có kiến thức chuyên sâu về hóa phân tích. Đồng thời quy trình làm mẫu tương đối phức tạp, kỹ thuật xử lý mẫu cần phải tương thích với từng nền mẫu hay loại mẫu nước khác nhau. Mặt khác, một số kỹ thuật đòi hỏi chi phí đầu tư phòng thí nghiệm lớn, vận hành khá tốn kém (thí dụ như kỹ thuật ICP-MS). Ngoài các phương pháp tiêu chuẩn nêu trên, kỹ thuật phân tích kích hoạt neutron (INAA) cũng được dùng để khảo sát hàm lượng kim loại nặng trong nước, nhưng phương pháp này đòi hỏi phải làm giàu mẫu nên có thể dẫn đến sai số lớn (thường làm giàu bằng cách cho bay hơi nước để cô đặc các nguyên tố vi lượng)¹⁶.

Ngày nay, kỹ thuật huỳnh quang tia X (XRF) cung cấp khả năng phân tích nguyên tố của nhiều loại mẫu

khác nhau như mẫu kim loại, hợp kim, polymer, gốm sứ, vật liệu địa chất, sản phẩm dầu mỏ, đất, sơn, ... Một số kỹ thuật XRF là một phần của tiêu chuẩn ISO và ASTM trong quy trình quản lý chất lượng công nghiệp. Với tính linh hoạt của kỹ thuật XRF khiến chúng ngày càng được sử dụng phổ biến hơn trong các phòng thí nghiệm, trong đó kỹ thuật huỳnh quang tia X phản xạ toàn phần (TXRF), với chùm tia X đến từ một phía và đi đến phía bên kia đầu dò (detector) nên có thể đặt đầu dò rất gần bề mặt mẫu. Do đó, hầu như toàn bộ huỳnh quang được tạo ra trong mẫu đều được đi vào đầu dò, làm cho hiệu suất đo khá tốt. Do vậy, kỹ thuật này có thể định lượng lượng kim loại nặng có thể đạt được giới hạn phát hiện đến ppb, với khối lượng mẫu cần dùng rất ít, có thể chỉ đến vài microg hoặc microgam mẫu¹⁷⁻¹⁹. Hơn nữa, phương pháp TXRF có quy trình phân tích đơn giản, chi phí vận hành thấp, khả năng phân tích nhanh, chính xác tới ppb, dải nguyên tố phân tích rộng từ Al đến U²⁰. Kỹ thuật này đặc biệt phù hợp để phân tích vết trong các mẫu đơn giản, tuy nhiên, phương pháp TXRF khó phát hiện nguyên tố nhẹ và không xác định được các đồng vị của nguyên tố như phương pháp ICP-MS (kỹ thuật phân tích tỉ số đồng vị).

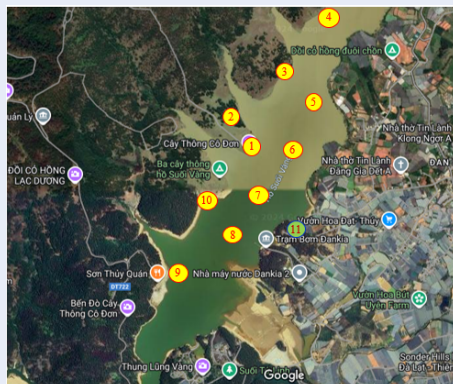
Trong lĩnh vực quan trắc môi trường, K. Wadinga Fomba và cộng sự²¹ đã áp dụng kỹ thuật TXRF để giám sát một số kim loại nặng trong bụi và hơi nước trong không khí tại trạm Atlas Mohammed V ở Morocco và Đài quan sát khí quyển Cape Verde vào năm 2020, kết quả cho thấy phương pháp TXRF có thể ứng dụng được trong phân tích môi trường với mức ô nhiễm rất thấp xuống đến đơn vị ng/m³. Năm 2024, Kozhevnikov và cộng sự²² đã áp dụng kỹ thuật TXRF phân tích kim loại nặng trong mẫu nước biển, với giới hạn phát hiện đạt đến đơn vị mg/L. Như vậy, kỹ thuật TXRF có thể áp dụng tốt trong quan trắc môi trường. Vì vậy bài báo này trình bày ứng dụng kỹ thuật TXRF để phân tích 7 kim loại gồm: Ni, Cu, Zn, As, Cd, Hg và Pb trong nước ở hồ Đankia-Suối Vàng nhằm đánh giá chất lượng nước mặt, nước sinh hoạt và xem xét hiện trạng ô nhiễm có đảm bảo theo các quy định hiện hành.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Thực nghiệm lấy mẫu nước

Các mẫu nước được thu thập ba lần mỗi tháng vào các ngày 01, 10, 20 của tháng, trong sáu tháng mùa mưa từ ngày 01 tháng 05 năm 2024 đến ngày 30 tháng 10 năm 2024 tại 10 địa điểm khác nhau của hồ Đankia-Suối Vàng và 01 địa điểm nước đã qua xử lý ngay tại Nhà máy nước Đankia-Suối Vàng. Cách lấy mẫu theo hướng dẫn lấy mẫu nước sông nước suối như sau: lấy

500 mL nước cho mỗi lần lấy mẫu tại mỗi vị trí, độ sâu lấy mẫu nước là 50 mm tính từ bề mặt, khoảng cách từ bờ đến vị trí lấy mẫu là 5 m¹⁵. Hình 1 mô tả các vị trí lấy mẫu nước, Bảng 1 là tọa độ các vị trí lấy mẫu.



Hình 1: Các vị trí thu mẫu nước tại hồ Đankia-Suối Vàng²³

Bảng 1: Thông tin các vị trí lấy mẫu nước tại hồ Đankia-Suối Vàng²³

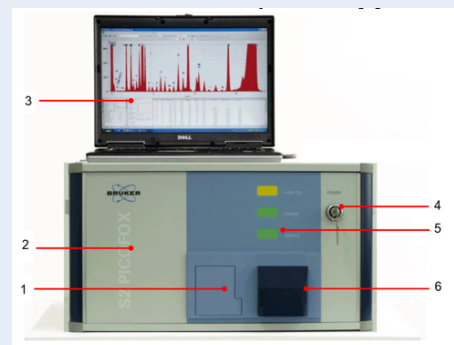
STT	Tọa độ (Bắc; Đông)	STT	Tọa độ (Bắc; Đông)
1. 1	12,018103; 108,383021	1. 6	12,017515; 108,387270
1. 2	12,023560; 108,383793	1. 7	12,014409; 108,384265
1. 3	12,024903; 108,386411	1. 8	12,010673; 108,382377
1. 4	12,029646; 108,390102	1. 9	12,007441; 108,377141
1. 5	12,021839; 108,389844	1. 10	12,014241; 108,378644

Các vị trí lấy mẫu theo 4 nhóm như sau: (i) Nhóm thứ nhất gồm các vị trí 1, 2, 3 và 10: vị trí lấy mẫu gần rừng tự nhiên, ít ô nhiễm; (ii) Nhóm thứ hai gồm những vị trí: 5, 6, 7, 8 là những vị trí gần nơi sản xuất nông nghiệp, gần nguồn ô nhiễm; (3) Nhóm thứ ba là

những vị trí 4 và 9 là vị trí nằm giữa rừng và nơi sản xuất nông nghiệp; (iv) Nhóm thứ 4 là nguồn nước sau khi qua xử lý ở ba bể lắng lọc để đi đến người tiêu dùng (vị trí số 11).

Hệ phân tích TXRF

Hệ phân tích TXRF đã được sử dụng là hệ phân tích bán tự động, mã hiệu S2 PICOFOXTM của hãng Bruker Nano (Đức) cho phép xác định được nguyên tố và hàm lượng đồng thời nhiều nguyên tố từ Al đến U, ngưỡng phát hiện đến ppb ($\mu\text{g/kg}$). Hệ phổ kế S2 PICOFOXTM gồm ống phát tia X sử dụng bia Molipden với năng lượng phát $\sim 17,5$ keV ($K_{\alpha 1} = 17,479$ keV, $K_{\alpha 2} = 17,374$), điện áp làm việc 50 kV, dòng điện 1000 μA ; với bộ lọc đơn năng sử dụng tinh thể đa lớp bằng đồng; thu nhận tia X bằng detector bán dẫn loại SDD hiệu suất cao. Hình 2 là hệ phổ kế TXRF trong nghiên cứu.



Hình 2: Hệ phổ kế TXRF PICOFOX S2™¹⁶. 1: Điều chỉnh giao diện; 2: Hệ phổ kế; 3: Phần mềm điều khiển; 4: Khóa nguồn; 5: Đèn hiển thị; 6: Vị trí đặt mẫu.

Chuẩn bị mẫu

Để xác định thành phần kim loại độc nặng trong nước bằng hệ TXRF, mẫu nước cần thêm dung dịch chuẩn nội²⁴. Chuẩn nội galium (Ga), chuẩn Merck, với hàm lượng ban đầu là 1000 ppm được sử dụng. Từ chuẩn gốc Ga ban đầu, thực hiện pha loãng 100 lần để được chuẩn Ga thứ cấp có nồng độ 10 ppm. Khi phân tích, cần pha loãng Ga để đạt được hàm lượng là 1 ppm trong mẫu nước, cách thực hiện như sau: dùng 0,15 mL chuẩn nội thứ cấp Ga 10 ppm hòa với 1,35 mL mẫu nước cần phân tích, như vậy được dung dịch cần phân tích với hàm lượng Ga là 1 ppm.

Đĩa thủy tinh thạch anh được sử dụng làm vật mang mẫu, với độ tinh khiết cao, phòng nền thấp, dễ dàng làm sạch. Để đảm bảo bề mặt mẫu đồng nhất, khoảng

10 μ l dung dịch silicone được nhỏ lên bề mặt đĩa và sấy ở 40°C trong 20 phút. Sau khi lớp silicone khô hoàn toàn, tiếp tục nhỏ 10 μ l mẫu dung dịch cần phân tích vào vị trí trung tâm của đĩa (đường kính giọt mẫu không vượt quá 10 mm), sau đó sấy ở 35°C trong 40 phút trước khi tiến hành đo.

Để đánh giá thống kê và xác định giá trị trung bình hàm lượng các nguyên tố, tổng cộng 198 mẫu được thu thập tại từng vị trí trong thời gian 6 tháng dùng để đo đạc với điều kiện điện áp và dòng điện tương ứng là 50 kV, 1000 mA. Tất cả các mẫu được đo với thời gian là 600 giây cho mỗi lần đo, sau đó xoay mẫu với góc 90° và đo lặp lại. Các phép đo ở các góc khác nhau nhằm đảm bảo trong trường hợp đường kính mẫu lớn hơn 10 mm thì phép quay góc của mẫu cho phép mẫu không bị lệch khỏi tâm đo, do đó cải thiện được khả năng phân tích toàn bộ hàm lượng các nguyên tố có trong mẫu một cách hiệu quả. Thông thường, đối với các mẫu có đường kính < 10 mm, phép đo có khả năng xác định hàm lượng chính xác cao, với sai số nhỏ hơn 5%, khoảng tin cậy 95%. Tuy nhiên, đối với các mẫu có diện tích lớn hơn thì sai số có thể lên đến 20%²⁵. Giới hạn phát hiện được ước tính từ các mẫu tham chiếu theo, tính theo Công thức (1)²⁶:

$$LLD_i = \frac{3 \cdot C_i \cdot \sqrt{N_{BG}}}{N_i} \quad (1)$$

Trong đó LLD_i là giới hạn phát hiện thấp nhất của nguyên tố i, C_i là hàm lượng của nguyên tố i, N_i là số đếm đỉnh của nguyên tố i và N_{BG} là số đếm phông dưới đỉnh.

Độ lệch chuẩn (SD) được xác định từ độ phân tán của các phép đo lặp lại cùng một mẫu theo Công thức (2):

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

Trong đó, X_i là giá trị đo được tại lần đo thứ i, là giá trị trung bình cho tất cả các phép đo được xác định bởi biểu thức, n là số lần đo.

Giá trị SD nhỏ phản ánh độ chính xác cao của kỹ thuật TXRF, phù hợp cho phân tích vi lượng với độ lặp lại tốt.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Việc phân tích các nguyên tố độc hại có khả năng ảnh hưởng đến người sử dụng nguồn nước mặt tại hồ Đankia-Suối Vàng làm nước sinh hoạt, nên chỉ tập trung phân tích và đánh giá 7 kim loại gồm Ni, Cu, Zn, As, Cd, Hg và Pb. Pb ảnh hưởng đến hệ thần kinh, đặc biệt ở trẻ em, As chất gây ung thư nhóm 1 theo WHO²⁷. Hg có thể gây rối loạn thần kinh và ảnh hưởng đến thai nhi²⁸. Cd gây suy thận và loãng xương²⁹. Các kim loại như Ni, Cu, Zn dù có vai trò

sinh học nhưng khi vượt quá giới hạn vẫn gây độc²⁷. Kết quả đo đạc được trình bày ở Bảng 2.

n.d: không đo được vì giá trị hàm lượng nguyên tố dưới ngưỡng phát hiện của hệ TXRF.

Bảng 2 cho thấy kết quả phân tích hàm lượng của 7 nguyên tố kim loại ở nguồn nước dùng tại vị trí 11 (nguồn nước đã qua xử lý lọc, lắng) thấp hơn giới hạn cho phép của Quy chuẩn Việt Nam hiện hành. Trong đó, các nguyên tố như Cu, Hg, Pb và As thấp hơn nhiều so với hàm lượng các kim loại này trong tiêu chuẩn nước sinh hoạt tại Việt Nam, đặc biệt là khi phân tích Hg, một nguyên tố rất độc nặng, hàm lượng phân tích dưới ngưỡng phát hiện, tức là nhỏ hơn 1 ppb. Như vậy, theo tiêu chuẩn an toàn nước sinh hoạt của Việt Nam hiện hành thì nước từ hồ Đankia-Suối Vàng sau khi xử lý đáp ứng chất lượng cho việc sử dụng nước sinh hoạt.

Kết quả phân tích cho thấy sự khác biệt rõ rệt về hàm lượng các nguyên tố tại các nhóm vị trí lấy mẫu, phản ánh mức độ ảnh hưởng của các hoạt động sản xuất nông nghiệp và đặc điểm tự nhiên của từng khu vực đến chất lượng nước.

Nhóm mẫu thu tại khu vực gần rừng tự nhiên (nhóm 1: các vị trí 1, 2, 3 và 10) cho thấy hàm lượng các nguyên tố Ni, Cu, Zn, As, Cd và Pb thấp nhất, nằm trong giới hạn cho phép theo quy định tại QCVN 01-1:2018/BYT và QCVN 08:2023/BTNMT^{30 31}. Kết quả này phản ánh đặc trưng của khu vực hầu như không bị ảnh hưởng bởi các nguồn ô nhiễm từ hoạt động nhân sinh.

Ngược lại, các mẫu gần khu vực sản xuất nông nghiệp (nhóm 2: vị trí 5, 6, 7, 8) các nguyên tố độc hại có hàm lượng cao nhất, đặc biệt là Cu (tối đa 132 ppb) và Zn (tối đa 511 ppb), vượt quá giới hạn cho phép theo QCVN 08:2023/BTNMT (Zn > 500 ppb). Sự gia tăng này chủ yếu do ảnh hưởng của phân bón, thuốc trừ sâu và các hoạt động canh tác nông nghiệp.

Nhóm trung gian (nhóm 3: vị trí 4, 9) có hàm lượng các nguyên tố ở mức trung bình, cao hơn nhóm 1 nhưng thấp hơn nhóm 2, phản ánh sự suy giảm dần ảnh hưởng của các nguồn ô nhiễm nông nghiệp khi khoảng cách đến khu vực rừng tự nhiên tăng lên.

Nguồn nước sau xử lý (vị trí 11) có hàm lượng các nguyên tố nhìn chung thấp hơn nhóm 2, cho thấy quá trình xử lý đã loại bỏ được một phần các tạp chất độc hại. Tuy nhiên, hàm lượng Pb tại vị trí này (8 ppb) vẫn tiệm cận ngưỡng cho phép theo QCVN 01-1:2018/BYT (10 ppb), và cần được kiểm soát chặt chẽ hơn để đảm bảo an toàn cho người sử dụng.

Cũng từ số liệu ở Bảng 2, tại các vị trí 5, 6, 7, 8 cho thấy hàm lượng các nguyên tố khá cao, một số vị trí quan trắc có hàm lượng vượt ngưỡng cho phép như: Ni và Cu tại tất cả các vị trí 5, 6, 7, 8 Zn tại các vị trí 6, 7, 8

Bảng 2: Hàm lượng các nguyên tố kim loại tại các vị trí lấy mẫu của hồ Đankia-Suối Vàng [Nguồn: Nhóm tác giả]

Nguyên tố/ Vị trí	Hàm lượng (±độ lệch chuẩn) [ppb]											QCVN 01- 1:2018/ BYT [20]	QCVN 08:2023/ BT- NMT [21]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Ni	11(1	12(1)	12(1)	13(20)	21(1)	22(2)	21(2)	23(2)	7,65(2	13(1)	10(1)	70	100
Cu	71(2	70(1)	73(3)	86(2)	108(3)	132(3)	123(4)	110(2)	88(1)	73(1)	68(3)	1000	100
Zn	401(	416(7	408(4	421(3)	491(4	505(2	508(2)	511(2	424(6	405(2)	398(5)	2000	500
As	5(1)	5(1)	6(1)	7(1)	9(1)	9(1)	9(1)	11(2)	6(1)	6(1)	5(1)	10	10
Cd	2(1)	2(1)	3(1)	2(1)	3(1)	3(1)	4(1)	4(1)	2(1)	2(1)	2(1)	3	5
Hg	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	1	1
	8(1)	8(1)	9(1)	12(1)	16(1)	17(1)	20(1)	21(1)	11(1)	9(1)	8(1)	10	20

As tại vị trí 8; Cd vượt ngưỡng tại vị trí 7, 8. Các vị trí này là những nơi gần khu sản xuất nông nghiệp, nên được cho là dễ xảy ra ô nhiễm các kim loại độc nặng từ phân bón và thuốc bảo vệ thực vật⁴. Khi so sánh với hàm lượng các nguyên tố trên tại các vị trí khảo sát 1, 2, 3, 10 cho thấy thấp hơn hàm lượng của chúng tại các vị trí 5, 6, 7, 8. Từ đó có thể kết luận sự ô nhiễm này là do tác động của sản xuất nông nghiệp. Ở các vị trí 1, 2, 3, 10, hàm lượng kim loại độc nặng trong mẫu nước phân tích thấp hơn nhiều so với các vị trí 5, 6, 7, 8. Các vị trí 1, 2, 3, 10 giáp trực tiếp với rừng nên hàm lượng các kim loại độc nặng thấp, và thấp hơn ngưỡng cho phép của nước sinh hoạt tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu ở vị trí 4 và 9 về hàm lượng các nguyên tố độc nặng cho thấy thấp hơn vị trí 5, 6, 7, 8 và cao hơn các vị trí 1, 2, 3, 10. Vị trí 4 và 9 là những vị trí ở giữa vùng cư dân sản xuất nông nghiệp và rừng, đây là những vị trí giao thoa giữa vùng thải dư lượng thuốc bảo vệ thực vật và phân bón từ sản xuất nông nghiệp với vùng rừng tự nhiên.

KẾT LUẬN

Mẫu nước tại 10 vị trí tại hồ Đankia-Suối Vàng và một vị trí tại nước thành phẩm (nước sau khi xử lý lắng, lọc qua 3 bể của nhà máy nước Đankia-Suối Vàng) đã được phân tích. Kết quả cho thấy, hàm lượng các kim loại Ni, Cu, Zn, As, Cd, Hg và Pb trong nước sau khi xử lý thấp hơn giới hạn cho phép theo Tiêu chuẩn chất lượng nước ăn uống của Việt Nam hiện hành, điều này góp phần xác định chất lượng và tính an toàn khi sử dụng nước sinh hoạt tại T. Đà Lạt và thị trấn Lạc Dương, tỉnh Lâm Đồng. Tuy nhiên, kết quả phân tích đã cho thấy, tại một số vị trí gần khu sản xuất nông nghiệp, thí dụ các vị trí khảo sát là 5, 6, 7, 8, có hàm

lượng một số kim loại độc (thí dụ Ni, Cu, Cd, As) cao hơn mức cho phép của nước sinh hoạt. Điều này cũng nói lên mức độ ô nhiễm từ sản xuất nông nghiệp tại các khu vực gần hồ Đankia-Suối Vàng. Do vậy, cần có những khuyến cáo việc sử dụng quá mức phân bón, thuốc trừ sâu trong sản xuất nông nghiệp, đồng thời có biện pháp thu gom xử lý những bao bì, chai lọ đựng phân bón, thuốc bảo vệ thực vật nhằm hạn chế đến mức thấp nhất sự ô nhiễm trong quá trình sản xuất nông nghiệp làm ảnh hưởng đến nguồn nước tại hồ Đankia-Suối Vàng.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả đồng ý không có bất kỳ xung đột lợi ích nào liên quan đến các kết quả đã công bố.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Nguyễn Thị Minh Sang, thu thập các mẫu, tiến hành thực nghiệm, xử lý các dữ liệu và viết bản thảo. Nguyễn Thị Nguyệt Hà, Trần Ngọc Diệu Quỳnh hỗ trợ thực nghiệm, phân tích các dữ liệu. Nguyễn An Sơn hoạch định kế hoạch nghiên cứu, phân tích các kết quả nghiên cứu, hoàn chỉnh bản thảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cuong DM, Nguyen TLH. Important of fresh water in human life. Environmental Journal. 2015;8(46).
2. Fernandez-Alba AR, Agüera A, Contreras M, Peñuela G, Ferrer I, Barceló D. Comparison of various sample handling and analytical procedures for the monitoring of pesticides and metabolites in ground waters. Journal of Chromatography A. 1998;823(1-2):35–47. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(98\)00439-7](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(98)00439-7).
3. Kalyoncu L, Agca I, Aktumsek A. Some organochlorine pesticide residues in fish species in Konya, Turkey. Chemosphere. 2009;74(7):885–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.020>.

4. Chen S, Shi L, Shan Z, Hu Q. Determination of organochlorine pesticide residues in rice and human and fish fat by simplified two-dimensional gas chromatography. *Food Chemistry*. 2007;104:1315–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.032>.
5. Banat IM, Nigam P, Singh D, Marchant R. Microbial decolourization of textile-dye-containing effluents. *Bioresource Technology*. 1996;58:217–27. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(96\)00113-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(96)00113-7).
6. dos Santos AB, Cervantes FJ, van Lier JB. Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: perspectives for anaerobic biotechnology. *Bioresource Technology*. 2007;98(12):2369–85. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.11.013>.
7. undefined Do Nam Thang. Some global environmental issues and solutions orientation in the near future. *Environmental Journal*. 2015;8(32).
8. Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew BB, Beeregowda KN. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*. 2014;7(2):60–72. Available from: <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>.
9. Wikipedia. Lạc Dương (huyện); 2025. Available from: [https://vi.wikipedia.org/wiki/L%C6%A1c_D%C6%B0%C6%A1ng_\(huy%E1%BB%87n\)](https://vi.wikipedia.org/wiki/L%C6%A1c_D%C6%B0%C6%A1ng_(huy%E1%BB%87n)).
10. Hoà D. Rốn nước Đà Lạt Đankia - Suối Vàng đang chết; 2024. Available from: <https://tuoitre.vn/ron-nuoc-da-lat-dankia-suoi-vang-dang-chet-20210424080028305.htm>.
11. Nga LTN, Đăng PD. Đa dạng sinh học quần xã động vật phù du ở hồ Đankia, huyện Lạc Dương, tỉnh Lâm Đồng. *Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 6*. 2019;.
12. Tinh TT, Đoàn Như Hải, Hà BNL, NTTT. Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các nguồn nước chảy vào hồ Đan Kia và áp dụng mô hình Aqutox quản lý chất lượng nước hồ. *Sinh Học*. 2015;38(1):61–9.
13. Sở kế hoạch và đầu tư tỉnh Lâm Đồng. Báo cáo đánh giá môi trường chiến lược của quy hoạch tỉnh Lâm Đồng thời kỳ 2021–2030, tầm nhìn đến năm 2050; 2022.
14. Association APH. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 2023.
15. Bộ Khoa học và Công nghệ. TCVN 13092:2020 Chất lượng nước - Xác định các kim loại bằng phương pháp quang phổ plasma cảm ứng cao tần kết nối khối phổ (ICP-MS); 2020.
16. Rozana K, Sukirno, S PD, S M. Assessment of heavy metals concentration in the water around the area of Adipala Cilacap steam power plant using neutron activation analysis. *Journal of Physics*. 2020;1436.
17. Prabasiwi, D. S., Sukirno, & Murniasih, S. Assessment of heavy metals pollution and risks around Tuban steam power plant using neutron activation analysis. *AIP Conference Proceed-*
- ings. 2020;(2223, 03005). Available from: <https://doi.org/10.1063/5.0000931>.
18. Borgese L, Bilo F, Tsuji K, Fernández-Ruiz R, Margui E, Strelci C, et al. First total reflection X-ray fluorescence round-Robin test of water samples: preliminary results. *Spectrochimica Acta Part B, Atomic Spectroscopy*. 2014;101:6–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sab.2014.06.024>.
19. B M. Heavy metal analysis on some water samples using atomic absorption spectroscopy. *Food Science & Nutrition Technology*. 2023;8(4):1–6. Available from: <https://doi.org/10.23880/fsnt-16000315>.
20. Manual S2 PICOFOX™ TXRF Spectrometer for element analysis, Bruker; 2007.
21. Fomba KW, Deabji N, Barcha SEI, Ouchen I, Elbaramoussi EM, Moursli RCE, et al. Application of TXRF in monitoring trace metals in particulate matter and cloud water. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2020;13(9):4773–90. Available from: <https://doi.org/10.5194/amt-13-4773-2020>.
22. Kozhevnikov A, Lakhmanov D, Pobliahin E, Zholobova E, Malkov A. A novel approach to simultaneously determine elements in seawater using total reflection X-ray fluorescence spectroscopy. *Anal Methods Environ Chem J*. 2024;7(3):83–98. Available from: <https://doi.org/10.24200/amec.v7.i03.318>.
23. Toạ độ Hồ Đankia-Suối Vàng; 2025. Available from: https://www.google.com/maps/@12.0148337,108.3551256,6208m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MTIwMi4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D.
24. Tiêu chuẩn TCVN 6663-6:2018 Hướng dẫn lấy mẫu nước sông nước suối; 2018.
25. Fomba KW, Deabji N, Islam BSE, Ouchen I, Elbaramoussi EM, Moursli RCE, et al. Application of TXRF in monitoring trace metals in particulate matter and cloud water. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2020;13(9):4773–90. Available from: <https://doi.org/10.5194/amt-13-4773-2020>.
26. Klockenkämper R, von Bohlen A. Principles of Total Reflection XRF. Hoboken (New Jersey): John Wiley & Sons; 2014. Available from: <https://doi.org/10.1002/9781118985953.ch02>.
27. World Health Organization. Evaluation of certain food additives and contaminants (WHO Technical Report Series); 2021. Available from: <https://www.who.int>.
28. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for mercury. U.S. Department of Health and Human Services; 2020. Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov>.
29. U.S. Environmental Protection Agency. Cadmium: Hazard summary; 2019. Available from: <https://www.epa.gov>.
30. Hà Nội, Việt Nam. Bộ Y tế. QCVN 01-1:2018/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt; 2018.
31. Bộ Tài nguyên và Môi trường. QCVN 08: 2023/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt,. Hà Nội; 2023.

Analysis of some toxic elements in water at Dankia–Suoi Vang lake using total reflection X– ray fluorescence (txrf) technique

Tran Ngoc Dieu Quynh , Nguyen An Son , Nguyen Thi Nguyet Ha , Nguyen Thi Minh Sang *



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

The assessment of drinking water quality is an essential task that should be conducted regularly to promptly detect and warn against potential pollution risks, thereby ensuring public safety. In addition to evaluating parameters such as biological oxygen demand (BOD) and the concentration of organic compounds, the presence of inorganic substances in water is also an important indicator of water quality. Urbanization, industrial development, and the use of fertilizers and pesticides in agricultural production have significantly affected water sources. This study focuses on investigating and evaluating the concentrations of toxic trace elements, including nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg), and lead (Pb), in water samples collected from the Dankia–Suoi Vang Lake, which serves as the main drinking water supply for Da Lat City and Lac Duong Town, Lam Dong Province. The analysis of heavy metal elements and their concentrations using Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF) revealed that the treated water samples contained these elements at concentrations below the permissible limits established by the Vietnamese Technical Regulations (QCVN 01-1:2018/BYT and QCVN 08:2023/BTNMT) for drinking water quality. However, some sampling sites located near agricultural areas around the Dankia–Suoi Vang Lake showed concentrations of Ni, Cu, Cd, and As exceeding the allowable limits for drinking water.

Key words: Dankia – Suoi Vang Lake, Total Reflection X-Ray Fluorescence (TXRF) Technique, toxic trace elements, drinking water quality.

Dalat University, Dalat, Lam Dong, Vietnam

Correspondence

Nguyen Thi Minh Sang , Dalat University, Dalat, Lam Dong, Vietnam

Email: sangntm@dlu.edu.vn

History

- Received: 31/12/2024
- Revised: 22/05/2025
- Accepted: 15/12/2025
- Published Online: 31/12/2025

DOI :

<https://doi.org/10.32508/stdjns.v9i4.1430>



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : T N D Q, N A S, N T N H, N T M S. Analysis of some toxic elements in water at Dankia–Suoi Vang lake using total reflection X– ray fluorescence (txrf) technique. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.* 2026; 9(4):3502-3508.