

# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ THÀNH PHẦN KIM LOẠI NẶNG TRONG BỤI PM<sub>2.5</sub> TẠI HÀ NỘI

ASSESSMENT OF HEAVY METAL COMPOSITION IN PM<sub>2.5</sub> PARTICULATE MATTER IN HANOI

Phan Quang Thảng<sup>1,\*</sup>, Lê Văn Linh<sup>2</sup>,  
Nguyễn Thị Phố<sup>1</sup>, Trịnh Thị Thủy<sup>1</sup>

DOI: <http://doi.org/10.57001/huih5804.2025.209>

## TÓM TẮT

Tại Việt Nam, bên cạnh các khí gây ô nhiễm như SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO,... bụi mịn và bụi siêu mịn là một trong các tác nhân gây ô nhiễm không khí hàng đầu hiện nay. Gần đây, Hà Nội đã trải qua những đợt ô nhiễm không khí nghiêm trọng đặc biệt là ô nhiễm bụi PM<sub>2.5</sub>. Trong đó nồng độ bụi mịn PM<sub>2.5</sub> có nguồn gốc từ giao thông, xây dựng, nông nghiệp và hoạt động công nghiệp được cho là những nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng ô nhiễm không khí của Hà Nội. Ngoài nồng độ thì thành phần của bụi PM<sub>2.5</sub> đã được quan tâm rất nhiều. Với các kết quả lấy mẫu bụi PM<sub>2.5</sub> tại Hà Nội và phân tích các thành phần kim loại trong bụi PM<sub>2.5</sub> nghiên cứu đã cho thấy các kim loại kiềm, kiềm thổ, các kim loại nặng và nguyên tố trong các hạt siêu mịn có nồng độ chiếm khoảng 36,3% trong bụi PM<sub>2.5</sub>. Các kim loại chiếm lượng lớn là Na, K, Mg, Al, Ba, các nguyên tố như Zn, Ti, Fe, B xuất hiện với nồng độ nhỏ hơn, các kim loại như Be, Co, Se, Sb gần như không tồn tại trong các mẫu bụi thu được.

**Từ khóa:** PM<sub>2.5</sub>, kim loại nặng, ô nhiễm môi trường không khí, Hà Nội.

## ABSTRACT

In Vietnam, alongside pollutants such as SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, etc., fine dust and ultrafine dust are among the leading contributors to air pollution today. Recently, Hanoi has experienced severe air pollution episodes, particularly due to PM<sub>2.5</sub> dust pollution. The concentration of PM<sub>2.5</sub> dust, originating from traffic, construction, agriculture, and industrial activities, is considered one of the main causes of air pollution in Hanoi. In addition to the concentration, the composition of PM<sub>2.5</sub> dust has also received significant attention. Results from PM<sub>2.5</sub> dust sampling in Hanoi and the analysis of metal components in the dust have shown that alkali metals, alkaline earth metals, heavy metals, and elements in ultrafine particles account for approximately 36.3% of the PM<sub>2.5</sub> dust. The predominant metals included Na, K, Mg, Al, and Ba, while elements such as Zn, Ti, Fe, and B appeared in smaller concentrations, and metals like Be, Co, Se, and Sb were nearly nonexistent in the collected dust samples.

**Keywords:** PM<sub>2.5</sub>, heavy metals, air pollution, Hanoi.

<sup>1</sup>Viện Khoa học Công nghệ Năng lượng và Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Khoa học tài nguyên nước, Bộ Nông nghiệp và Môi trường

\*Email: [phanquangthang@istee.vast.vn](mailto:phanquangthang@istee.vast.vn)

Ngày nhận bài: 26/02/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 17/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2025

## 1. GIỚI THIỆU

Xác định kim loại nặng trong không khí là một nhiệm vụ quan trọng trong các nghiên cứu về môi trường và ảnh hưởng của chúng đến sức khỏe con người [1]. Kim loại nặng từ lâu đã được coi là chất gây ô nhiễm nghiêm trọng trong môi trường do độc tính, bền bỉ và không phân hủy

[2]. Kim loại nặng không bị phân hủy sinh học, không độc khi ở dạng nguyên tố tự do nhưng nguy hiểm đối với sinh vật sống khi ở dạng cation do khả năng gắn kết với các chuỗi cacbon ngăn dẫn đến sự tích tụ trong cơ thể sinh vật sau nhiều năm [3]. Trong đó, thành phần kim loại trong bụi PM<sub>2.5</sub> trong những năm gần đây được quan tâm

và nghiên cứu, do bụi mịn  $PM_{2.5}$  có kích thước rất nhỏ nên chúng dễ dàng hấp thụ các chất độc hại khác trong không khí gây nguy hại hơn gấp nhiều lần so với bụi  $PM_{10}$ .

Kim loại nặng tồn tại trong không khí dưới nhiều kích thước khác nhau từ tổng bụi lơ lửng (TSP) đến  $PM_{10}$  và  $PM_{2.5}$  [1]. Đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới xác định nồng độ kim loại trong không khí [4-11], cũng như ảnh hưởng của kim loại đến sức khỏe con người [9, 12-15]. Một số nghiên cứu đã sử dụng vật liệu thực vật như các chỉ thị sinh học để theo dõi mức độ kim loại nặng trong không khí [16-21], một số nghiên cứu thực hiện đo đạc lấy mẫu bụi từ đó phân tích các thành phần kim loại trong bụi [22-29]. Với đánh giá nồng độ bụi bằng chỉ thị rêu, nhóm tác giả Lê Hồng Khiêm và cộng sự với nghiên cứu cho Hà Nội cho thấy nồng độ Si có giá trị cao nhất với giá trị 39.959mg/kg thứ hai là Ca là 18.228mg/kg, tiếp theo là K là 11.881mg/kg [16]. Nghiên cứu của nhóm tác giả Bùi Quang Trung và cộng sự, đánh giá thành phần kim loại trong bụi  $PM_{10}$  tại Hà Nội, kết quả cho thấy nồng độ khối lượng trung bình trong toàn bộ giai đoạn quan trắc của Fe, Al, Zn, Pb lần lượt là 0,69; 0,34; 0,11; 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [30].

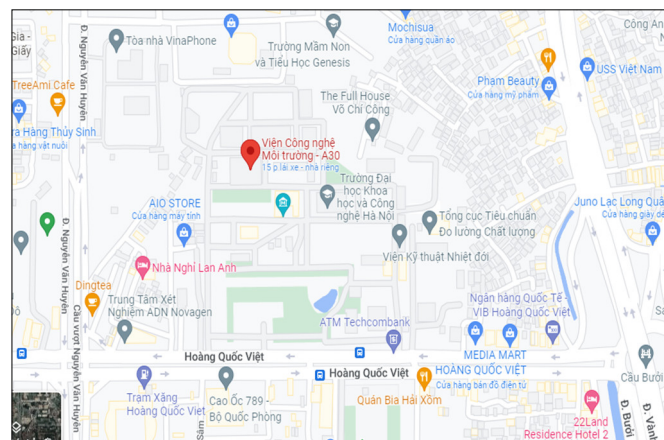
Tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu đánh giá hàm lượng kim loại trong không khí trong đó có cả các nghiên cứu áp dụng phương pháp sử dụng rêu làm chỉ thị sinh học xác định hàm lượng kim loại trong không khí [16]; một số nghiên cứu ứng dụng đo đạc đánh giá hàm lượng bụi từ tổng bụi lơ lửng (TSP) đến  $PM_{10}$  và  $PM_{2.5}$  [31-33]. Gần đây, Hà Nội đã trải qua những đợt ô nhiễm không khí nghiêm trọng. Chỉ số chất lượng không khí (AQI) thường xuyên ở mức "báo động đỏ", với nồng độ bụi mịn  $PM_{2.5}$  cao gấp nhiều lần so với tiêu chuẩn của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO). Tại Hà Nội cũng đã có một số nghiên cứu đánh giá hàm lượng kim loại trong không khí sử dụng rêu làm chỉ thị đánh giá [16], hàm lượng kim loại trong bụi TSP [32] và bụi  $PM_{10}$  [30]. Do đó trong nghiên cứu này đánh giá hàm lượng 27 kim loại trong bụi  $PM_{2.5}$  tại khu vực Hà Nội, các kết quả sẽ là bước đầu cho các hướng nghiên cứu về ảnh hưởng bụi đến sức khỏe, sự lan truyền, nguồn gốc gây ô nhiễm các kim loại nặng trong bụi  $PM_{2.5}$ .

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Với mục tiêu nghiên cứu là phân tích thành phần kim loại trong bụi  $PM_{2.5}$  trong không khí xung quanh. Tổng cộng có 27 kim loại được nghiên cứu (Al, K, Na, Mg, Sn, Sr, Fe, Sb, As, Ba, Mn, Co, Ni, Zn, Cu, Cr, Cd, Be, B, Zn, Pb, Ti, V, Co, Mo, Ti, Se) trong bụi  $PM_{2.5}$ .

Địa điểm nghiên cứu: Nhà A30 - Viện Khoa học công nghệ Năng lượng và Môi trường, số 18 Hoàng Quốc Việt, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội. Sử dụng thiết bị lấy mẫu bụi

$PM_{2.5}$  Shibata HV-500R. 27 kim loại trong bụi mịn  $PM_{2.5}$  được xử lý, vô cơ hóa mẫu và phân tích trên hệ thống quang phổ cảm ứng cao tần ghép nối khối phổ (ICP-MS) Agilent 7700x.



Hình 1. Vị trí lấy mẫu

Thời gian lấy mẫu: Quá trình lấy mẫu liên tục mỗi mẫu được lấy trong vòng 12 giờ. Mẫu đầu tiên được lấy từ 7h - 19h ngày 04/5/2021, mẫu cuối cùng bắt đầu lấy lúc 19h ngày 01/6/2021 đến 7h ngày 02/6/2021. Tổng số mẫu được lấy trong giai đoạn là 58 mẫu.

Thiết bị và kỹ thuật lấy mẫu: Bụi  $PM_{2.5}$  được lấy bằng máy lấy mẫu bụi thể tích lớn Sibata HV-500R [33-35]. Không khí được hút với tốc độ từ 200 - 800L/phút có phụ trợ đầu lấy mẫu bụi  $PM_{2.5}$ . Giấy lọc bụi tròn, đường kính 110mm. Chúng loại giấy lọc sợi thủy tinh GB - 100R SIBATA. Chính lưu lượng bơm hút 200 L/phút. Đầu hút khí phải được đặt sao cho tránh xa được mọi chướng ngại vật, được đặt trên bề mặt bằng phẳng.

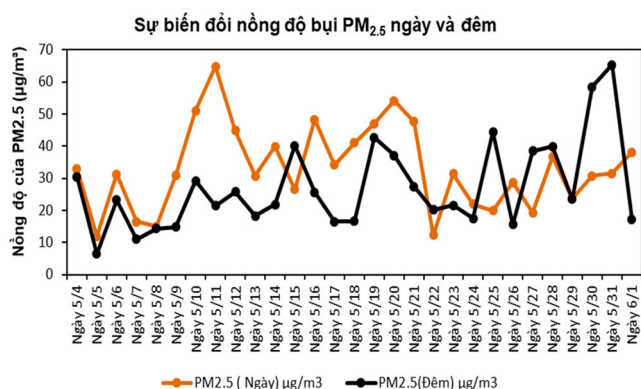
Phương pháp xử lý mẫu bụi để phân tích hàm lượng kim loại: Mỗi giấy lọc sau khi cân để xác định khối lượng bụi thì được chia thành 4 phần. Lấy ¼ giấy lọc để xác định hàm lượng kim loại. Tiến hành cắt nhỏ phần giấy lọc vừa cân. Cho mẫu vào ống Teflon, thêm 6ml  $\text{HNO}_3$  và 3ml  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Dùng lò vi sóng Multiwave Go để đẩy nhanh quá trình phá mẫu. Sau khi phá mẫu, dung dịch được làm nguội và định mức tới 20ml bằng nước deion. Lọc mẫu qua màng lọc 0,45 $\mu\text{m}$  và phân tích trên máy ICP-MS [36, 37].

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Diễn biến nồng độ $PM_{2.5}$

Nồng độ  $PM_{2.5}$  vào ban ngày thay đổi từ 11,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  đến 64,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  với mức trung bình là 33,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , trong khi vào ban đêm mức trung bình là 27,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , nồng độ  $PM_{2.5}$  trong cả quá trình dao động trong khoảng  $30,16 \pm 13,61\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Các giá trị này đều gần ngưỡng quy định so

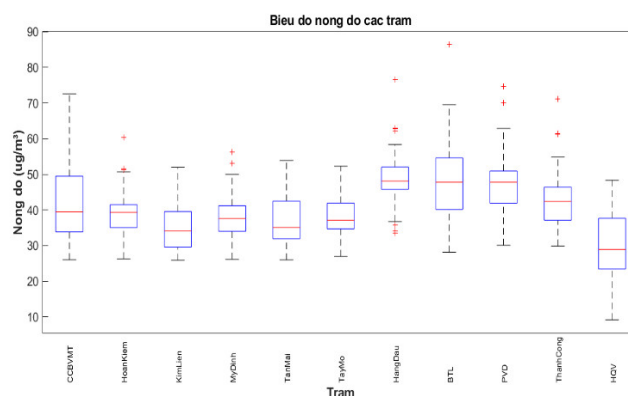
với quy chuẩn Việt Nam QCVN ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Tổng hàm lượng bụi  $\text{PM}_{2.5}$  ban ngày cao hơn hẳn ban đêm, tại các thời điểm cuối tuần 9/5; 16/5; 23/5 và các ngày đầu tuần (10/5; 17/5) thì lượng bụi biến đổi rõ rệt hơn cả. Ban ngày trung bình nồng độ bụi cao hơn là do có các giờ cao điểm đi làm và giờ tan tầm. Mặt khác, điều kiện khí tượng và các hoạt động của con người trong khu vực đô thị có thể thay đổi đáng kể từ ngày sang đêm, đặc biệt mùa hè có bức xạ mặt trời mạnh vào ban ngày nên ảnh hưởng đến sự hình thành và chuyển hóa của sol khí trong khí quyển. Các phản ứng quang hóa ban ngày tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình oxy hóa các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOCs) để tạo thành sol khí hữu cơ thứ cấp (SOA), làm tăng cacbon (EC), làm giảm lượng nitrat, ước tính rằng các sản phẩm quang hóa trong mùa hè có thể đóng góp ~ 22,5% vào tổng khối lượng  $\text{PM}_{2.5}$  [38]. Sự biến đổi ngày đêm của  $\text{PM}_{2.5}$ , sự hình thành và biến đổi hóa học của các hạt vật chất trong không khí, do ảnh hưởng nguồn gốc của bụi: các phương tiện giao thông, sinh hoạt của người dân, các công trường xây dựng,... diễn ra sôi động hơn so với ban đêm.



Hình 2. Sự biến thiên nồng độ bụi  $\text{PM}_{2.5}$  theo ngày và đêm

So sánh nồng độ  $\text{PM}_{2.5}$  trong thời gian lấy mẫu tại tòa nhà Nhà A30 - Viện Khoa học công nghệ Năng lượng và Môi trường (HQV) với các trạm quan trắc thuộc Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Nội (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường Hà Nội) (bảng 1) trong giai đoạn từ 04/5/2021 đến 01/6/2021 cho thấy nồng độ  $\text{PM}_{2.5}$  tại HQV thấp hơn khá nhiều so với các trạm còn lại (hình 3). Điều này có thể giải thích là do các vị trí lấy mẫu của nghiên cứu nằm cách xa đường giao thông hơn so với các trạm thuộc Sở Nông nghiệp và Môi trường.

Trong quá trình quan trắc, nồng độ bụi  $\text{PM}_{2.5}$  trung bình ngày tại HQV không có thời điểm nào vượt QCVN, trong khi đó các trạm quan trắc còn lại có nhiều thời điểm có nồng độ vượt QCVN điển hình như trạm Hàng Đậu, Bắc Từ Liêm, Phạm Văn Đồng và Chi cục Bảo vệ Môi trường.



Hình 3. Biểu đồ so sánh nồng độ tại khu vực nghiên cứu và các trạm quan trắc thuộc Hà Nội trong thời gian lấy mẫu

Bảng 1. Vị trí các điểm quan trắc được thống kê so sánh

| STT | Điểm quan trắc                                             | Vị trí                           | Tên ký hiệu |
|-----|------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| 1   | Minh Khai - Bắc Từ Liêm                                    | UBND Phường Minh Khai            | BTL         |
| 2   | Số 17, Trung Yên 3, Trung Hòa, Cầu Giấy                    | Chi cục Bảo vệ Môi trường Hà Nội | CCBVTM      |
| 3   | 36A Phạm Văn Đồng                                          | Trung tâm quan trắc TNMT Hà Nội  | PVD         |
| 4   | Điểm giao Láng Hòa Lạc - Đường 70                          | UBND Phường Tây Mỗ               | TayMo       |
| 5   | Khu đô thị Mỹ Đình 1, Mỹ Đình                              | UBND Phường Mỹ Đình 1            | MyDinh      |
| 6   | Khu phố cổ (Vườn hoa Hàng Đậu)                             | Công an Phường Hàng Mã           | HangDau     |
| 7   | Khu vực hồ Hoàn Kiếm                                       | Công an Quận Hoàn Kiếm           | HoanKiem    |
| 8   | Khu vực Kim Liên - Trung Tự                                | Trường Mầm non Kim Liên          | KimLien     |
| 9   | Khu tập thể Thành Công                                     | Công viên hồ Thành Công          | ThanhCong   |
| 10  | Khu dân cư hỗn hợp Hoàng Mai                               | UBND Phường Hoàng Văn Thụ        | TanMai      |
| 11  | Nhà A30 - Viện Khoa học công nghệ Năng lượng và Môi trường | 18 Hoàng Quốc Việt               | HQV         |

So sánh tương quan giữa các trạm quan trắc của Sở Nông nghiệp và Môi trường Hà Nội cùng với vị trí lấy mẫu cho thấy, các trạm quan trắc đều có mức độ tương quan cao dao động từ 0,79 - 0,96 cho thấy mối quan hệ chặt tại các trạm. Tuy nhiên khi so sánh tương quan với vị trí quan trắc thì không có sự tương quan giữa các trạm, điều này có thể giải thích do nghiên cứu sử dụng thiết bị quan trắc là hút các mẫu khí và các trạm thuộc Sở Nông nghiệp và Môi trường là các trạm cảm biến nên có sự khác biệt giữa kết quả.

Bảng 2. Tương quan nồng độ PM<sub>2.5</sub> giữa các trạm

|            | CC BVMT | Hoan Kiem | Kim Lien | My Dinh | Tan Mai | Tay Mo | Hang Dau | BTL  | PVD  | Thanh Cong | HQV   |
|------------|---------|-----------|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|------------|-------|
| CC BVMT    | 1       | 0,89      | 0,86     | 0,89    | 0,88    | 0,79   | 0,95     | 0,93 | 0,88 | 0,89       | 0,25  |
| Hoan Kiem  |         | 1         | 0,93     | 0,94    | 0,93    | 0,90   | 0,93     | 0,90 | 0,95 | 0,93       | 0,12  |
| Kim Lien   |         |           | 1        | 0,92    | 0,96    | 0,92   | 0,90     | 0,86 | 0,90 | 0,88       | -0,05 |
| My Dinh    |         |           |          | 1       | 0,96    | 0,93   | 0,93     | 0,90 | 0,93 | 0,91       | 0,13  |
| Tan Mai    |         |           |          |         | 1       | 0,92   | 0,92     | 0,86 | 0,90 | 0,87       | 0,08  |
| Tay Mo     |         |           |          |         |         | 1      | 0,87     | 0,83 | 0,87 | 0,82       | -0,03 |
| Hang Dau   |         |           |          |         |         |        | 1        | 0,93 | 0,94 | 0,90       | 0,19  |
| BTL        |         |           |          |         |         |        |          | 1    | 0,91 | 0,93       | 0,15  |
| PVD        |         |           |          |         |         |        |          |      | 1    | 0,95       | 0,11  |
| Thanh Cong |         |           |          |         |         |        |          |      |      | 1          | 0,04  |
| HQV        |         |           |          |         |         |        |          |      |      |            | 1     |

### 3.2. Thành phần các kim loại trong bụi PM<sub>2.5</sub>

Bảng 3. Kết quả trung bình nồng độ các kim loại trong bụi PM<sub>2.5</sub>

| Chỉ tiêu | Trung bình ngày (µg/m <sup>3</sup> ) | Trung bình đêm (µg/m <sup>3</sup> ) |
|----------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Na       | 5,9600±0,6                           | 4,1600±0,4                          |
| K        | 2,1100±0,2                           | 1,3500±0,1                          |
| Al       | 1,3700±0,1                           | 0,9628±0,09                         |
| Mg       | 0,8096±0,08                          | 0,5133±0,05                         |
| Ba       | 0,7431±0,07                          | 0,5750±0,06                         |
| Zn       | 0,6247±0,06                          | 0,4690±0,05                         |
| Ti       | 0,4543±0,05                          | 0,3284±0,03                         |
| Sr       | 0,4517±0,05                          | 0,3289±0,03                         |
| Fe       | 0,4120±0,04                          | 0,2722±0,03                         |
| B        | 0,4113±0,04                          | 0,3003±0,001                        |
| Sn       | 0,1210±0,01                          | 0,0888±0,001                        |
| Cr       | 0,0261±0,001                         | 0,0171±0,001                        |
| Mn       | 0,0228±0,001                         | 0,0221±0,001                        |
| Pb       | 0,0159±0,001                         | 0,0189±0,001                        |
| Cu       | 0,0158±0,001                         | 0,0153±0,001                        |
| Mo       | 0,0139±0,001                         | 0,0256±0,001                        |
| Li       | 0,0126±0,001                         | 0,0085±0,001                        |
| Ag       | 0,0122±0,001                         | 0,0044±0,0001                       |
| V        | 0,0108±0,001                         | 0,0078±0,001                        |
| Ni       | 0,0084±0,0001                        | 0,0060±0,0001                       |
| Sb       | 0,0038±0,0001                        | 0,0010±0,0001                       |
| As       | 0,0025±0,0001                        | 0,0021±0,0001                       |
| Co       | 0,0013±0,0001                        | 0,0009±0,000                        |
| Se       | 0,0010±0,0001                        | 0,0010±0,0001                       |

|    |               |               |
|----|---------------|---------------|
| Cd | 0,0007±0,0001 | 0,0007±0,0001 |
| Be | 0,0002±0,000  | 0,0002±0,0001 |
| Tl | 0,0001±0,000  | 0,0001±0,000  |

Từ kết quả thu được cho ta thấy các nguyên tố Na, K, Mg, Al, Ba, Zn, Ti, Fe, B có nhiều trong các hạt bụi PM<sub>2.5</sub>. Trong số 27 nguyên tố được phân tích trong các mẫu bụi PM<sub>2.5</sub>, Na là phong phú nhất. Nồng độ Na cao nhất đo được là 10,2µg/m<sup>3</sup> và thấp nhất là 1,32µg/m<sup>3</sup>. Nồng độ K cao hơn gần 5 lần nồng độ của Fe, hàm lượng các kim loại Na, K trong bụi PM<sub>2.5</sub> chiếm ưu thế. Kết quả phân tích thành phần kim loại cho thấy các kim loại chiếm lượng lớn hơn cả là Na, K, Mg, Al, Ba. Các nguyên tố như Zn, Ti, Sr, Fe, B xuất hiện với nồng độ nhỏ hơn. Các kim loại như Co, Se, Cd, Be và Tl gần như không tồn tại trong các mẫu bụi thu được.

Tỷ lệ các ion trong bụi PM<sub>2.5</sub> thể hiện rõ ràng, nồng độ trung bình của các kim loại biến đổi lần lượt như sau: Na > K > Al > Mg > Ba > Zn > Ti > Sr > Fe > B > Sn > Cr > Mn > Pb > Cu > Mo > Li > Ag > V > Ni > Sb > As > Co > Se > Cd > Be > Tl. Sự đóng góp của nguyên tố cho thấy sơ bộ đóng góp của các nguồn như xây dựng hoặc bụi đường, công nghiệp, đốt than... Đồng thời trong mẫu bụi cũng phát hiện được một tỉ lệ nhất định của một số nguyên tố kim loại nặng như Pb, Zn, Ni, Cr,..., có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Tổng nồng độ các kim loại khảo sát trong mẫu bụi chiếm khoảng 38,3%, còn lại các thành phần hợp chất khác chiếm 61,7%, do vậy kim loại cũng là thành phần chính trong mẫu bụi thu được. Kết quả nghiên cứu này có xu hướng sự đóng góp của các kim loại trong thành phần

bụi PM<sub>2.5</sub> như kết quả của Cohen và cộng sự công bố trước đây [33]. Các nguyên tố kiềm, kiềm thổ được làm giàu hơn một chút so với các nguyên tố vi lượng trong các hạt bụi thô (PM<sub>2.5-10</sub>). Ví dụ, nồng độ Na, K, Mg, Ti trong PM<sub>2.5</sub> chiếm tỷ lệ từ 16 - 18% trong khi các giá trị này đối với các nguyên tố dạng vết như Li, Cd, Cu, Sb, Mo, Ni, Tl, Sb, Se, Sn, Pb nằm trong phạm vi thấp hơn.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã phân tích, đánh giá nồng độ bụi PM<sub>2.5</sub> cũng như thành phần 27 kim loại (Al, K, Na, Mg, Sn, Sr, Fe, Sb, As, Ba, Mn, Co, Ni, Zn, Cu, Cr, Cd, Be, B, Zn, Pb, Tl, V, Co, Mo, Ti, Se) trong bụi PM<sub>2.5</sub>. Các kết quả cho thấy nồng độ PM<sub>2.5</sub> vào ban ngày thay đổi từ 11,95 µg/m<sup>3</sup> đến 64,9 µg/m<sup>3</sup> với mức trung bình là 33,2 µg/m<sup>3</sup>, trong khi vào ban đêm mức trung bình là 27,1 µg/m<sup>3</sup>, nồng độ PM<sub>2.5</sub> trong cả quá trình dao động trong khoảng 30,16 ± 13,61 µg/m<sup>3</sup>.

Tổng nồng độ các kim loại khảo sát trong mẫu bụi chiếm khoảng 38,3%, còn lại các thành phần hợp chất khác chiếm 61,7%. Na là kim loại chiếm tỷ lệ cao nhất trong bụi PM<sub>2.5</sub> với nồng độ dao động trong khoảng 1,32 - 10,2 µg/m<sup>3</sup>; tiếp theo là nồng độ K dao động trong khoảng 0,43 - 4,02 µg/m<sup>3</sup>; tiếp theo là Al và Ba. Các nguyên tố như Zn, Ti, Fe, B xuất hiện với nồng độ nhỏ hơn. Các kim loại như Be, Co, Se, Sb gần như không tồn tại trong các mẫu bụi thu được.

Thời điểm lấy mẫu vào mùa hè được cho là ít ô nhiễm bụi nhất trong năm chưa có sự quan trắc, lấy mẫu theo nhiều thời kỳ và nhiều vị trí trên khu vực Hà Nội. Trong các nghiên cứu tiếp theo chúng tôi sẽ đánh giá thêm nồng độ PM<sub>2.5</sub> cũng như các kim loại theo không gian và thời gian nhiều hơn cho khu vực Hà Nội.

Các kết quả nồng độ kim loại trong bụi PM<sub>2.5</sub> là căn cứ bước đầu cho các việc đánh giá các nghiên cứu về đánh giá sức khỏe của kim loại trong không khí; các nguồn gốc kim loại có trong không khí cũng như sự phân bố, lan truyền các kim loại này.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ phát triển khoa học công nghệ Quốc gia (Nafosted) mã số 104.04-2020.20.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. L. N. Suvarapu, S. O. Baek, "Determination of heavy metals in the ambient atmosphere: A review," *Toxicol Ind Health*, 33, 1, 79-96, 2017. doi: 10.1177/0748233716654827.

[2]. A. Kamkar, B. Noudoost, G. N. Bidhendi, M. E. Bidhendi, A. S. M. Nejad, "Monitoring of heavy metals in raw milk of vet husbandries in industrial regions of Isfahan Province of Iran," *Asian J Chem*, 22, 10, 7927, 2010.

[3]. A. Gaudry, M. Moskura, C. Mariet, S. Ayrault, F. Denayer, N. Bernard, "Inorganic pollution in PM 10 particles collected over three French sites under various influences: Rural conditions, traffic and industry," *Water Air Soil Pollut*, 193, 91-106, 2008.

[4]. G. C. Fang, et al., "Concentrations and analysis of health risks of ambient air metallic elements at Longjing site in central Taiwan," *Environ Geochem Health*, 40, 461-472, 2018.

[5]. P. R. Chaudhari, R. Gupta, D. G. Gajghate, S. R. Wate, "Heavy metal pollution of ambient air in Nagpur City," *Environ Monit Assess*, 184, 2487-2496, 2012.

[6]. S. L. Goddard, K. R. Williams, C. Robins, D. M. Butterfield, R. J. C. Brown, "Concentration trends of metals in ambient air in the UK: A review," *Environ Monit Assess*, 191, 1-16, 2019.

[7]. B. Ghosh, P. K. Padhy, S. Niyogi, P. K. Patra, M. Hecker, "A comparative study of heavy metal pollution in ambient air and the health risks assessment in industrial, urban and semi-urban areas of West Bengal, India: an evaluation of carcinogenic, non-carcinogenic, and additional lifetime cancer cases," *Environments*, 10, 11, 190, 2023.

[8]. P. Mandal, R. Sarkar, A. Mandal, P. Patel, N. Kamal, "Study on airborne heavy metals in industrialized urban area of Delhi, India," *Bull Environ Contam Toxicol*, 97, 798-805, 2016.

[9]. L. Sahakyan, N. Maghakyan, O. Belyaeva, G. Tepanosyan, M. Kafyan, A. Saghatelian, "Heavy metals in urban dust: contamination and health risk assessment: A case study from Gyumri, Armenia," *Arab J Geosci*, 9, 1-11, 2016.

[10]. T. K. Rout, R. E. Mastro, P. K. Padhy, L. C. Ram, J. George, G. Joshi, "Heavy metals in dusts from commercial and residential areas of Jharia coal mining town," *Environ Earth Sci*, 73, 1, 347-359, 2015.

[11]. R. Radin Mohamed, N. Jais, F. Che Aziz, A. H. bin Mohd Kassim, N. Othman, "Heavy metal concentration in ambient air university campus located near the industrial area," *Appl Mech Mater*, 773, 1189-1193, 2015.

[12]. G. Habib, et al., "Public health risk assessment of ambient PM<sub>2.5</sub>-bound toxic heavy metals," *Copernicus Meetings*, 2023.

[13]. Y.X. Wang, H.Y. Cao, Y.J. Deng, Q. Zhang, "Distribution and health risk assessment of heavy metals in atmospheric particulate matter and dust," *Huan Jing Ke Xue = Huanjing Kexue*, 38, 9, 3575-3584, 2017.

[14]. S. Y. Tan, S. M. Praveena, E. Z. Abidin, M. S. Cheema, "A review of heavy metals in indoor dust and its human health-risk implications," *Rev Environ Health*, 31, 4, 447-456, 2016.

[15]. M. A. Alghamdi, "Characteristics and risk assessment of heavy metals in airborne PM 10 from a Residential Area of Northern Jeddah City, Saudi Arabia," *Polish J Environ Stud*, 25, 3, 2016.

[16]. L. H. Khiem, et al., "Assessment of atmospheric deposition of metals in Ha Noi using the moss bio-monitoring technique and proton induced X-ray emission," *J Radioanal Nucl Chem*, 324, 43-54, 2020.

- [17]. J. A. R. Martín, C. De Arana, J. J. Ramos-Miras, C. Gil, R. Boluda, "Impact of 70 years urban growth associated with heavy metal pollution," *Environ Pollut*, 196, 156-163, 2015.
- [18]. S. M. Serbula, D. D. Miljkovic, R. M. Kovacevic, A. A. Ilic, "Assessment of airborne heavy metal pollution using plant parts and topsoil," *Ecotoxicol Environ Saf*, 76, 209-214, 2012.
- [19]. K. I. A. Kularatne, C. R. De Freitas, "Epiphytic lichens as biomonitors of airborne heavy metal pollution," *Environ Exp Bot*, 88, 24-32, 2013.
- [20]. H. Harmens, et al., "Mosses as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition: spatial patterns and temporal trends in Europe," *Environ Pollut*, 158, 10, 3144-3156, 2010.
- [21]. K. Szczepaniak, M. Biziuk, "Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution," *Environ Res*, 93, 3, 221-230, 2003.
- [22]. A. Kulshrestha, P. G. Satsangi, J. Masih, A. Taneja, "Metal concentration of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> particles and seasonal variations in urban and rural environment of Agra, India," *Sci Total Environ*, 407, 24, 6196-6204, 2009.
- [23]. H. T. Moryani, S. Kong, J. Du, J. Bao, "Health risk assessment of heavy metals accumulated on PM<sub>2.5</sub> fractioned road dust from two cities of Pakistan," *Int J Environ Res Public Health*, 17, 19, 7124, 2020.
- [24]. K. F. Ho, S. C. Lee, J. C. Chow, J. G. Watson, "Characterization of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> source profiles for fugitive dust in Hong Kong," *Atmos Environ*, 37, 8, 1023-1032, 2003.
- [25]. J. Wang, Z. Hu, Y. Chen, Z. Chen, S. Xu, "Contamination characteristics and possible sources of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in different functional areas of Shanghai, China," *Atmos Environ*, 68, 221-229, 2013.
- [26]. Y. Gao, H. Ji, "Microscopic morphology and seasonal variation of health effect arising from heavy metals in PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>: One-year measurement in a densely populated area of urban Beijing," *Atmos Res*, 212, 213-226, 2018.
- [27]. A. Talbi, Y. Kerchich, R. Kerbach, M. Boughedaoui, "Assessment of annual air pollution levels with PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> and associated heavy metals in Algiers, Algeria," *Environ Pollut*, 232, 252-263, 2018.
- [28]. D. Zhang, et al., "Toxicity assessment and heavy metal components of inhalable particulate matters (PM<sub>2.5</sub> & PM<sub>10</sub>) during a dust storm invading the city," *Process Saf Environ Prot*, 162, 859-866, 2022.
- [29]. Q.L. Dai, et al., "Characterization and source identification of heavy metals in ambient PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in an integrated iron and steel industry zone compared with a background site," *Aerosol Air Qual Res*, 15, 3, 875-887, 2015.
- [30]. B. Q. Trung, et al., "Đánh giá thành phần kim loại và các bon trong bụi PM<sub>10</sub> tại một khu vực đô thị ở Hà Nội trong giai đoạn mùa hè 2020," *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, 15, 4V, 62-70, 2021.
- [31]. A. Le Hoang, D. L. Bui, T. T. Nguyen, T. H. Pham, "Characteristics of PM<sub>2.5</sub> in Long Binh Industry Park, Bien Hoa City, Vietnam: Mass Concentrations, Chemical Composition, Source Apportionment, and Health Risk Assessment," *VNU J Sci Earth Environ Sci*, 40, 1, 2024.
- [32]. L. M. Ly, N. T. Hùng, V. Văn Anh, P. M. Chính, T. K. Phong, T. H. Phi, "Nghiên cứu áp dụng phương pháp đo nhanh hàm lượng kim loại nặng trong bụi đường ở Việt Nam bằng thiết bị huỳnh quang tia X cầm tay," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam Bản B*, 57, 7, 2015.
- [33]. T. P. M. Nguyen, T. H. Bui, M. K. Nguyen, T. H. Nguyen, T. M. H. Tran, "Assessing the effect of COVID 19 lockdowns on the composition of organic compounds and potential source of PM<sub>2.5</sub> in Hanoi," Vietnam, *Environ Sci Pollut Res*, 31, 23, 34675-34688, 2024.
- [34]. T. H. Bui, T. P. M. Nguyen, "Source identification and health risk assessment of PM<sub>2.5</sub> in urban districts of Hanoi using PCA/APCS and UNMIX," *Environ Sci Pollut Res*, 31, 8, 11815-11831, 2024.
- [35]. T. H. Bui, T. P. M. Nguyen, *PM<sub>2.5</sub> Source apportionment and health effects in urban districts of Hanoi: inter-comparison of source apportionment results*. General information, Springer Science and Business Media LLC, 2023.
- [36]. S. Sun, Y. Zhang, "Verification and confirmation of ICP-MS method for determination of As, Zn and Cr in water," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 22067, 2020.
- [37]. M. F. Al-Hakkani, "Guideline of inductively coupled plasma mass spectrometry "ICP-MS": Fundamentals, practices, determination of the limits, quality control, and method validation parameters," *SN Appl Sci*, 1, 7, 791, 2019.
- [38]. Z. Ye, et al., "Summertime day-night differences of PM<sub>2.5</sub> components (inorganic ions, OC, EC, WSOC, WSON, HULIS, and PAHs) in Changzhou, China," *Atmosphere (Basel)*, 8, 10, 189, 2017.
- [33]. Cohen D.D., et al., "Characterisation and source apportionment of fine particulate sources at Hanoi from 2001 to 2008," *Atmospheric Environment*, 44(3): 320-328, 2010.

#### AUTHORS INFORMATION

**Phan Quang Thang<sup>1</sup>, Le Van Linh<sup>2</sup>, Nguyen Thi Pho<sup>1</sup>, Trinh Thi Thuy<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Science and Technology for Energy and Environment, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

<sup>2</sup>Water Resources Institute, Ministry of Agriculture and Environment, Vietnam