

# ĐẶC ĐIỂM VÀ RỦI RO SỨC KHỎE CỦA KIM LOẠI TRONG BỤI ĐƯỜNG KHU VỰC NHÀ MÁY PHỐI TRỘN BÊ TÔNG TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

NGUYỄN THỊ QUỲNH TRANG\*, NGUYỄN THỊ HOA,  
NGUYỄN TUẤN HẢI

Khoa Môi trường, Trường Đại học Sài Gòn

## Tóm tắt:

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hàm lượng của 6 kim loại có trong mẫu bụi đường thu thập tại khu vực xung quanh nhà máy phối trộn bê tông nhằm tìm hiểu đặc trưng phân bố và đánh giá rủi ro môi trường và sức khỏe do ô nhiễm bụi đường gây ra. Nồng độ của các kim loại trong bụi đường giảm dần theo thứ tự Ca (27.912,4 mg/kg) > Mg (7.353,9 mg/kg) > Ti (1.367,4 mg/kg) > Cr (56,0 mg/kg) > Pb (22,5 mg/kg) > As (5,7 mg/kg). Ca và Mg chiếm hơn 96% tổng lượng kim loại được khảo sát và đặc trưng cho mẫu bụi được thu thập trong khu vực nghiên cứu, chứng minh ảnh hưởng của bụi xi măng từ hoạt động phối trộn bê tông. Phân bố về không gian của các kim loại là không giống nhau và phân tích tương quan cho thấy rằng các kim loại như Pb, và As có thể đến từ nhiều nguồn khác nhau. Trong các kim loại khảo sát thì As thể hiện mức độ tích tụ kim loại, làm giàu, và chỉ số tải trọng ô nhiễm cao nhất so với các kim loại còn lại. Trẻ em được cho là nhóm có nguy cơ chịu ảnh hưởng sức khỏe cao hơn so với người lớn khi phơi nhiễm các kim loại có trong bụi đường. Trong khi đó Cr cho thấy rủi ro cao nhất về nguy cơ gây ung thư cho cả trẻ em ( $5.38E-4$ ) và người lớn ( $4.94E-5$ ). Nghiên cứu của này góp phần cung cấp thông tin về đặc trưng phân bố của kim loại phát sinh từ nguồn sản xuất phối trộn bê tông góp phần vào công tác quản lý ô nhiễm kim loại trong bụi đường tại TP. HCM.

**Từ khóa:** Bụi đường, kim loại, TP. Hồ Chí Minh, sức khỏe, bê tông.

Nhận bài: 26/12/2022; Sửa chữa: 20/4/2023;

Duyệt đăng: 15/5/2023.

## 1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, bụi đường nhận được rất nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học, bởi vì nó được coi là nơi lưu trữ chính của các chất ô nhiễm, bao gồm cả kim loại nặng có nguồn gốc từ các nguồn thải khác nhau gần đó (1). Các kim loại (As, Ca, Cr, Mg, Pb, Ti...) tích tụ trong bụi đường có khả năng vận chuyển và hoạt động sinh học cao, do đó chúng có khả năng gây ảnh hưởng xấu đến cả hệ sinh thái và sức khỏe con

## Health risks of dust metals near bitumen mixing plants in Ho Chi Minh City

### Abstract:

This study aimed to assess the levels of six metals present in road dust collected in the vicinity of a concrete mixing plant, in order to understand their distribution characteristics and evaluate the environmental and health risks associated with road dust pollution. The concentrations of metals in road dust were found to decrease in the following order: Ca (27,912.4 mg/kg) > Mg (7,353.9 mg/kg) > Ti (1,367.4 mg/kg) > Cr (56.0 mg/kg) > Pb (22.5 mg/kg) > As (5.7 mg/kg). Ca and Mg accounted for over 96% of the total metals, indicating the influence of cement dust from concrete mixing activities. The spatial distribution of metals exhibited variations, and the correlation analysis revealed that metals such as Pb and As may originate from different sources. Among the metals analyzed, As demonstrated the highest accumulation, enrichment, and pollutant load index compared to the other metals. Children were found to be at a higher risk of health effects than adults when exposed to the metals present in road dust. Additionally, Cr exhibited the highest carcinogenic risk for both children ( $5.38E-4$ ) and adults ( $4.94E-5$ ). This study provides valuable insights into the distribution characteristics of metals associated with concrete mixing operations, contributing to the management of metal pollution in road dust in Ho Chi Minh City.

**Keywords:** Road dust; Metal; Ho Chi Minh City; Health; concrete.

**JEL Classifications:** Q51, Q53, Q52.

người (2). Kim loại nặng trong bụi đường có thể bắt nguồn từ nhiều nguồn gốc khác nhau như hoạt động xe cộ, đốt dầu cháy nhiên liệu hóa thạch, đốt rác thải, cơ sở sản xuất điện, khu công nghiệp và xây dựng tùy thuộc vào nơi chúng được thu thập (1). Mức độ ô nhiễm của kim loại nặng trong bụi đường được xác định bởi các chỉ số như chỉ số tích lũy địa lý (Igeo) (2), hệ số làm giàu (3), và yếu tố ô nhiễm (4). Bên cạnh đó, những rủi ro tiềm tàng đối với sức khỏe con người do kim loại

nặng trong bụi đường gây ra thông qua ba con đường phơi nhiễm bao gồm hít phải, nuốt phải và tiếp xúc với da được đánh giá thông qua rủi ro không gây ung thư và gây ung thư (5, 6). Ngoài ra, bụi đường còn gây nguy cơ tiềm tàng đến môi sinh, các chỉ số rủi ro sinh thái tiềm năng (Ei) và rủi ro sinh thái tiềm năng (PER) đã được sử dụng bởi Đạt và cộng sự (7).

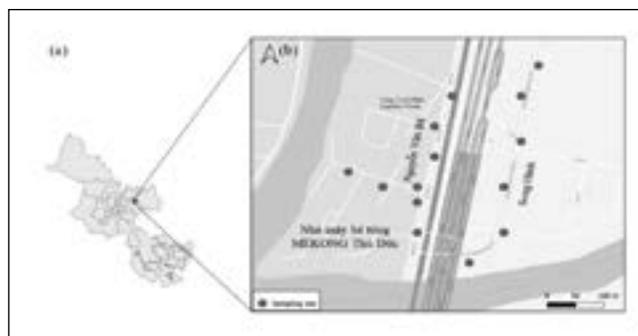
Một trong những hoạt động sản xuất quan trọng góp phần phát thải lượng lớn kim loại vào bụi đường là hoạt động sản xuất và phối trộn bê tông. Xi măng được biết đến như thành phần cơ bản của bê tông, với thành phần chính bao gồm canxi, silic, nhôm, sắt và các thành phần kim loại khác như chì, thủy ngân, cadmium và kẽm. Trong quá trình hoạt động của nhà máy, phối trộn nhiên liệu, vận chuyển, tháo dỡ... sẽ dẫn đến việc phát thải một lượng lớn các kim loại này vào môi trường, đặc biệt là qua bụi đường và khí thải (8). Phát thải từ hoạt động sản xuất và phối trộn bê tông góp phần lớn gây nên ô nhiễm bụi, từ đó làm giảm tầm nhìn và chất lượng không khí. Khi bụi đã được lắng đọng, nó có thể gây nên bụi đường, làm ô nhiễm nước và gây ra những ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người, động vật, thực vật (2).

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát nồng độ một số kim loại (As, Ca, Cr, Mg, Pb, và Ti) trong mẫu bụi đường thu thập tại khu vực hoạt động của nhà máy phối trộn bê tông thuộc nội thị TP. Hồ Chí Minh (TP.HCM). Nghiên cứu tập trung khảo sát, so sánh nồng độ và phân bố theo không gian của các kim loại. Ngoài ra, nghiên cứu bước đầu đánh giá rủi ro môi trường và sức khỏe con người từ phơi nhiễm bụi đường chứa các kim loại nói trên. Dựa trên mức độ phân bố nồng độ cũng như tương quan giữa các kim loại tại các địa điểm lấy mẫu có thể cung cấp cái nhìn cơ bản về ảnh hưởng từ hoạt động của nhà máy phối trộn bê tông đến nồng độ kim loại có trong bụi đường tại khu vực. Thông tin này sẽ phục vụ cho việc hoạch định các chính sách quản lý và định hướng cho các nghiên cứu sắp tới, đồng thời là thông tin chỉ thị nguồn của kim loại phát sinh từ hoạt động phối trộn bê tông tại TP. HCM.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Địa điểm nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, các mẫu bụi đường đã được lấy dọc theo 2 tuyến đường, có mật độ phương tiện giao thông tương đối cao nằm song song với Xa Lộ Hà Nội, là Nguyễn Văn Bá và Song Hành. Trong đó, đoạn Nguyễn Văn Bá nằm dọc theo khu nhà máy bê tông MEKONG Thủ Đức và Công ty cổ phần Logistic Vincem (Hình 1), có lưu lượng xe vận chuyển bê tông, xe tải nặng và các loại xe chuyên dụng cho hoạt động sản xuất bê tông hoạt động cao và là khu vực ô nhiễm bụi lớn tại khu vực.



▲ Hình 1. Địa điểm nghiên cứu: TP.HCM (a); các vị trí lấy mẫu tại TP. HCM (b)

### 2.1. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu

Mẫu bụi đường được thu thập theo hướng dẫn của Men (2). Các mẫu này sau khi được rây sẽ được cân khối lượng khoảng 0.5g và sau đó được phân hủy ướt bằng hỗn hợp dung dịch axit  $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$  (Merck) trong hệ phá mẫu kín chuyên dụng theo hướng dẫn USEPA 3051A và phương pháp 200.8, Ver.5.4 (2). Nồng độ các kim loại (As, Ca, Cr, Mg, Pb, và Ti) được định lượng bằng thiết bị ICP-MS (Agilent, Hoa Kỳ). Quá trình phân tích, QA/QC dữ liệu, dụng cụ hóa chất sử dụng đều đạt chuẩn và tuân thủ nghiêm ngặt theo phương pháp trên. Các mẫu blank đều cho thấy không phát hiện kim loại đang được khảo sát. Ngoài ra, mẫu kiểm chứng SRM 1684a cũng được thực hiện đồng thời để đánh giá độ đúng của phương pháp, kết quả cho thấy hiệu suất thu hồi của các kim loại khảo sát trong nghiên cứu đạt từ 75-125%, chứng minh độ tin cậy của phương pháp phân tích.

### 2.2. Mức độ ô nhiễm và chỉ số tải trọng ô nhiễm

#### 2.2.1. Chỉ số tích lũy địa chất ( $I_{geo}$ )

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tính toán các giá trị  $I_{geo}$  để đánh giá mức độ ô nhiễm của các kim loại, theo công thức sau:

$$I_{geo} = \log_2 \left( 1.5 \times \frac{C_n}{B_n} \right) \quad (1)$$

Trong đó  $C_n$  và  $B_n$  lần lượt là nồng độ kim loại trong bụi đường của mẫu  $n$  và mẫu nền được tham khảo theo nghiên cứu của Taylor (9), với hệ số 1,5 được áp dụng để điều chỉnh sai số nền tiềm năng (7). Nguy cơ được đánh giá dựa trên tiêu chí bảy cấp độ, không bị ô nhiễm ( $I_{geo} \leq 0$ ); không bị ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình ( $0 < I_{geo} \leq 1$ ); ô nhiễm trung bình ( $1 < I_{geo} \leq 2$ ); ô nhiễm trung bình đến nặng ( $2 < I_{geo} \leq 3$ ); ô nhiễm nặng ( $3 < I_{geo} \leq 4$ ); nặng đến cực kỳ ô nhiễm ( $4 < I_{geo} \leq 5$ ); và cực kỳ ô nhiễm ( $I_{geo} > 5$ ).

#### 2.2.2. Hệ số làm giàu (EF)

Hệ số làm giàu (EF) được tính toán để đánh giá mức độ ô nhiễm (10, 3). Trong nghiên cứu này, Fe được chọn để đại diện cho nguyên tố tham chiếu và EF ước tính theo công thức sau:

$$EF = \frac{C_i \text{ mẫu}}{C_i \text{ nền}} \quad (2)$$

Trong đó  $(C_i/C_{Fe})_{\text{mẫu}}$  và  $(C_i/C_{Fe})_{\text{nền}}$  là tỷ lệ giữa nồng độ kim loại ( $C_i$ ) và nồng độ Fe ( $C_{Fe}$ ) trong bụi đường và mẫu nền, tương ứng. Các giá trị EF từ 0,05 đến 1 cho thấy kim loại có nguồn gốc tự nhiên, trong khi các giá trị cao hơn 1 sẽ cho thấy kim loại đến từ nguồn nhân tạo. Mức độ làm giàu có thể được phân loại vào năm cấp (11): nhẹ ( $EF \leq 2$ ); trung bình ( $2 < EF \leq 5$ ); đáng kể ( $5 < EF \leq 20$ ); rất cao ( $20 < EF \leq 40$ ), và cực kỳ cao ( $EF > 40$ ).

### 2.2.3. Chỉ số tải trọng ô nhiễm (PLI)

Chỉ số tải trọng ô nhiễm (PLI) đánh giá mức độ ô nhiễm của kim loại trong bụi đường được tính theo các phương trình sau:

$$P_i = \frac{C_i}{C_b} \quad (3)$$

$$PLI = \sqrt[n]{P_1 \times P_2 \times P_3 \times \dots \times P_n} \quad (4)$$

$P_i$  là chỉ số ô nhiễm cho nguyên tố  $i$ ,  $C_i$  và  $C_b$  là nồng độ của nguyên tố  $i$  trong mẫu và nền địa phương cho nguyên tố  $i$ . Giá trị  $P_i$  được phân loại thành 5 mức độ: không bị ô nhiễm ( $P_i \leq 0,7$ ), bị ô nhiễm nhẹ ( $0,7 < P_i \leq 1$ ), bị ô nhiễm thấp ( $1 < P_i \leq 2$ ), bị ô nhiễm trung bình ( $2 < P_i \leq 3$ ) và bị ô nhiễm nặng ( $P_i \geq 3$ ). Chỉ số tải trọng ô nhiễm PLI phân loại như sau: không bị ô nhiễm ( $PLI \leq 1$ ), bị ô nhiễm thấp ( $1 < PLI \leq 2$ ), bị ô nhiễm trung bình ( $2 < PLI \leq 3$ ) và bị ô nhiễm nặng ( $PLI \geq 3$ ).

### 2.2.4. Nguy cơ sức khỏe con người

Nghiên cứu này đã điều tra các rủi ro về sức khỏe liên quan đến kim loại nặng trong bụi đường theo cách tiếp cận của US-EPA (12). Rủi ro không gây ung thư đã được đánh giá cho Cu, Pb, Zn, Ni, Cd và Cr trong bụi đường, trong khi rủi ro gây ung thư của Cr, Cd và Ni đã được ước tính. Các thông số  $ADI_{\text{ing}}$ ,  $ADI_{\text{inh}}$  và  $ADI_{\text{derm}}$  (mg/kg ngày) là lượng tiêu thụ hàng ngày trung bình thông qua đường miệng, hít vào và thấm qua da, tương ứng, được tính dựa trên IARC (13).

**Nguy cơ không gây ung thư:** Hệ số nguy hiểm (HQ) phản ánh nguy cơ không gây ung thư đối với con người và được tính bằng công thức sau:

$$HQ = \frac{AID}{RFD} \quad (5)$$

Trong đó RfD (mg/kg/ngày) là liều tham chiếu. Chỉ số nguy hiểm (HI), tổng của HQ cho ba con đường tiếp xúc, được tính như sau:

$$HI = \sum HQ = HQ_{\text{ing}} + HQ_{\text{inh}} + HQ_{\text{derm}} \quad (6)$$

$HI < 1$  được coi là nguy cơ không gây ung thư không đáng kể trong khi  $HI \geq 1$  là nguy cơ sức khỏe tiềm năng đối với sức khỏe con người (14)

**Nguy cơ gây ung thư:** Theo IARC (2014), Cd, Cr và Ni là các kim loại gây ung thư. Nguy cơ gây ung thư (CR) và tổng nguy cơ gây ung thư (TCR) của ba kim loại nặng đã được tính toán bằng các Công thức (11) và (12), tương ứng.  $TCR > 1 \times 10^{-4}$  được coi là một nguy cơ không chấp nhận được, trong khi  $TCR < 1 \times 10^{-6}$  là một nguy cơ chấp nhận được, SF là hệ số độ dốc gây ung thư (12).

$$R = ADI \times SF \quad (7)$$

$$TCR = \sum CR = CR_{\text{ing}} + CR_{\text{inh}} + CR_{\text{derm}} \quad (8)$$

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Nồng độ kim loại trong bụi đường

Nồng độ trung bình của các kim loại trong mẫu bụi được khảo sát trong nghiên cứu giảm dần theo thứ tự Ca (27912,4 mg/kg) > Mg (7353,9 mg/kg) > Ti (1367,4 mg/kg) > Cr (56,0 mg/kg) > Pb (22,5 mg/kg) > As (5,7 mg/kg). Trong đó, Ca và Mg là hai thành phần chính tồn tại trong mẫu bụi đường tại khu vực nghiên cứu, chiếm hơn 96% tổng lượng kim loại được khảo sát. Kết quả từ nghiên cứu này cũng phù hợp với các nghiên cứu khác trên thế giới cho thấy hoạt động nghiên trộn từ nhà máy phối trộn bê tông đã ảnh hưởng đến gia tăng nồng độ Ca và Mg trong bụi đường tại khu vực lấy mẫu và đây có thể được xem là yếu tố đặc trưng cho bụi đường tại khu vực.

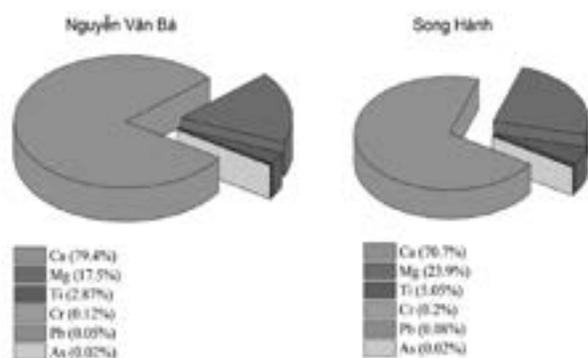
Ti, nguồn gốc chủ yếu từ giao thông và công nghiệp (7), được báo cáo kết quả là 1367,4 mg/kg, đóng góp cao (3,7%) trên tổng nồng độ các kim loại được khảo sát. So sánh với nghiên cứu của Trúc năm 2021 tại cùng khu vực, nồng độ Ti trong nghiên cứu này cao hơn khoảng 2 lần (7). Như vậy, từ kết quả của nghiên cứu này, nồng độ Ti cao hơn có khả năng được làm giàu bởi hoạt động công nghiệp, mà ở đây nguồn chính là từ nhà máy phối trộn bê tông.

Nhóm kim loại Cr, Pb và As đóng góp tỷ lệ phần trăm tương đối thấp ( $< 0,2\%$ ). Đồng thời, nồng độ của các kim loại này cũng được đánh giá tương đương hoặc thấp hơn so với nghiên cứu của Trúc (7). Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu của Trúc cũng đã tiến hành phân tích PCA và chỉ ra rằng Cr, Pb và As trong mẫu bụi đường tại TP.HCM có thể đến từ nguồn hỗn hợp. Như vậy, chúng tôi cũng không loại trừ khả năng nhóm các kim loại trong nghiên cứu này là tương tự với báo cáo trước đó, có nguồn gốc từ nguồn địa chất và hoạt động từ con người. Nhìn chung, hoạt động phối trộn bê tông có thể không phải là nguyên nhân chính làm giàu các kim loại nặng bao gồm Pb, và As trong mẫu bụi đường tại khu vực khảo sát.

### 3.2. Phân bố theo không gian của kim loại trong bụi đường

Đối với mẫu thu thập được trên đường Nguyễn Văn Bá cho kết quả tổng nồng độ kim loại trong bụi

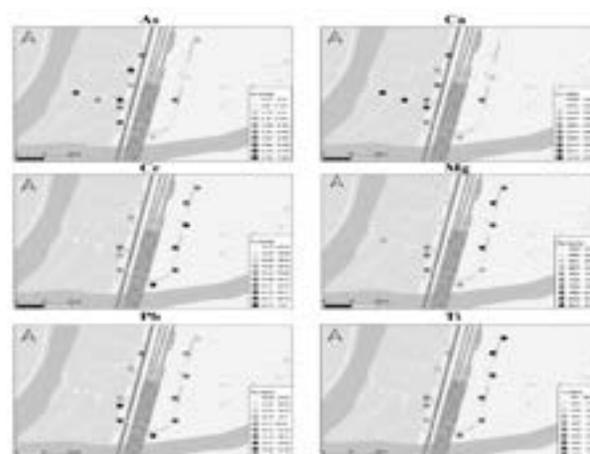
(39147,7 mg/kg) cao hơn so với các mẫu tại Song Hành (33478,2 mg/kg). Trong đó, phân bố tỷ lệ nồng độ các kim loại trong mẫu bụi tại hai tuyến đường tương đối khác nhau (Hình 2). Cụ thể, tỷ lệ của Ca trên đường Nguyễn Văn Bá chiếm 79,5%, cao hơn tại đường Song Hành (70,7%). Điều này hợp lý vì Ca là thành phần chính của xi măng (đóng góp hơn 85%), các hoạt động trộn, nghiền của nhà máy trộn bê tông làm phát thải một lượng bụi lớn chứa thành phần Ca ra ngoài môi trường xung quanh và càng gần khu vực nhà máy thì đóng góp của Ca có xu hướng cao hơn. Tuy nhiên, do 2 con đường này gần nhau và do đó, mặc dù đường Song Hành không có nhiều phương tiện của trạm trộn bê tông lưu thông nhưng thành phần bụi vẫn chứa hàm lượng cao các kim loại liên quan đến xi măng như Ca. Tỷ lệ đóng góp của các kim loại khác như Mg, Ti, Cr, và Pb trong mẫu bụi tại đường Song Hành cao hơn so với đường Nguyễn Văn Bá. Đối với As, tỷ lệ đóng góp ở cả 2 khu vực lấy mẫu là tương tự nhau.



▲ Hình 2. Phân bố tỷ lệ nồng độ các kim loại trong mẫu bụi đường tại hai tuyến đường

Hình 3 trình bày phân bố theo không gian của các kim loại riêng lẻ tại từng vị trí lấy mẫu. Có thể thấy rằng sự phân bố nồng độ của là không đồng đều tại các vị trí và có sự khác nhau về xu hướng phân bố của các kim loại. Trong đó, Ca thể hiện nồng độ cao nhất tại khu đường nội bộ sát ngay khu nhà máy bê tông, giảm dần về đoạn Nguyễn Văn Bá, và thấp nhất đối với các mẫu thu thập trên đường Song Hành. Khu vực đường nội bộ rất ít sự xáo trộn bề mặt đường do không có phương tiện cơ giới nặng vận hành trong khu vực này tại thời điểm lấy mẫu. Phân bố theo không gian của nồng độ của As trong bụi đường là tương đồng với Ca, tuy nhiên cần lưu ý rằng mức nồng độ của As là tương đối thấp trong toàn bộ khu vực. Ca là thành phần chính của xi măng, nguyên liệu chủ yếu được sử dụng trong quá trình phối trộn bê tông tại nhà máy và do đó phát tán của bụi xi măng từ nhà máy là nguồn quan trọng của bụi đường ở gần khu vực. Càng xa nhà máy, ảnh hưởng của bụi xi măng sẽ càng ít dần và tác động của các hoạt động khác (như giao thông, bụi đất từ 2 bên đường) sẽ tăng lên. Đây có thể là lý do giải thích cho

phân bố theo không gian của Ca thu được tại Hình 3. Khác so với Ca và As, các kim loại như Cr, Mg, và Ti cho thấy nồng độ cao hơn tại tuyến đường Song Hành so với đường Huỳnh Văn Bá. Khu vực có nồng độ Cr, Mg và Ti thấp nhất là tại khu vực đường nội bộ cạnh nhà máy phối trộn bê tông. Nồng độ Pb trong mẫu bụi đường không cho thấy rõ phân bố trên cả khu vực nghiên cứu. Cr, Mg, Ti và Pb có thể đến từ hoạt động giao thông trong khu vực như dữ liệu cho thấy khu vực ít hoạt động của xe tải nặng (đường nội bộ) có nồng độ các kim loại này ở mức thấp. Đường Song Hành không có nhiều hoạt động giao thông liên quan đến xi măng nhưng là bãi tập kết xe container lớn và hoạt động xuất nhập bãi của các xe container cũng là một nguồn quan trọng đóng góp đến nồng độ các kim loại này. Tuy nhiên, việc lấy mẫu trong phạm vi hẹp cũng phần nào ảnh hưởng lớn đến nhận định về phân bố không gian của các kim loại do quá trình phát tán của bụi đường trong khu vực, từ đó dẫn đến đặc trưng của bụi đường tương đối giống nhau.



▲ Hình 3. Phân bố theo không gian nồng độ các kim loại trong mẫu bụi đường

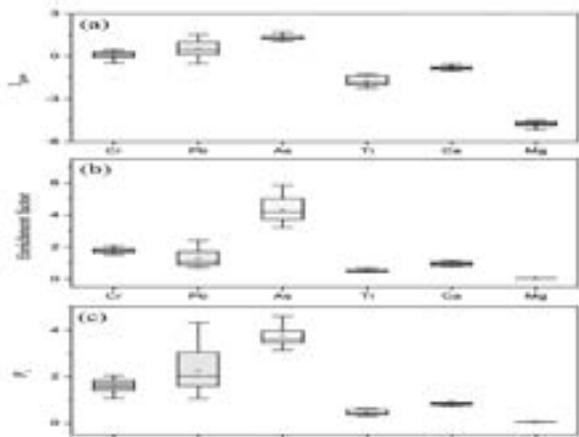
### 3.3. Tác động của kim loại trong bụi đường đến môi trường và con người

Các giá trị  $I_{geo}$  được sử dụng để đánh giá mức độ tích tụ của các kim loại nặng trong bụi đường và kết quả được thể hiện trong Hình 4a. Trên toàn khu vực nghiên cứu, giá trị trung bình của  $I_{geo}$  giảm theo thứ tự As (1,3) > Pb (0,5) > Cr (0,1) > Ca (-0,7) > Ti (-1,8) > Mg (-4,77). Các giá trị  $I_{geo}$  âm của Ca, Ti, Mg, cho thấy những kim loại này được xếp hạng không bị ô nhiễm. Giá trị  $I_{geo}$  của Cr và Pb được coi là không bị ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình. Các giá trị  $I_{geo}$  cho As nằm trong khoảng từ 1,1 đến 1,7, cho thấy mức độ ô nhiễm trung bình.

Hình 4b trình bày hệ số làm giàu (EF) của các kim loại trong nghiên cứu này. Kết quả cho thấy giá trị trung bình của EF được sắp xếp theo thứ tự As > Cr > Pb > Ca > Ti > Mg. Giá trị EF Ca (1,09), Ti (0,51) và

Mg (0,06) thấp hoặc tương đương 1 cho thấy những kim loại này không được làm giàu, kim loại này trong bụi đường đến từ tự nhiên (có nguồn gốc từ địa chất), cụ thể hơn trong nghiên cứu này, các kim loại trên có khả năng cao đến từ nguồn bụi xi măng. Giá trị EF của Cr (1,81) và của Pb (1,27) cho thấy sự làm giàu vừa phải, các hoạt động giao thông có thể là nguồn tạo ra các kim loại nặng này trong bụi đường. Giá trị EF của As dao động từ 3,2 đến 5,9 cho thấy mức độ làm giàu trung bình đến đáng kể của kim loại này. So sánh với nghiên cứu tại cùng khu vực (TP.HCM), giá trị EF của As (4,35) trong nghiên cứu này cao hơn khoảng 3,5 lần so với kết quả được báo cáo bởi Trúc và cộng sự (2021), cho thấy đóng góp đáng kể từ hoạt động của con người đến As trong bụi đường tại khu vực này.

Kết quả chỉ số ô nhiễm  $P_i$  của các kim loại được thể hiện trong hình 4c. Các mẫu bụi đường trong nghiên cứu của chúng tôi cho kết quả không bị ô nhiễm bởi Ti (0,46) và Mg (0,06), ô nhiễm nhẹ bởi Ca (0,93), ô nhiễm thấp bởi Cr (1,6), và ô nhiễm trung bình bởi Pb (2,25). Các kết quả này được đánh giá là thấp hơn so với nghiên cứu tương tự của Trúc và cộng sự (2021). Tuy nhiên, giá trị  $P_i$  trung bình của As (3,77) tại đây xếp loại là ô nhiễm nặng. Chỉ số giá trị tải trọng ô nhiễm (PLI) cho tổng các kim loại trong bụi đường trong nghiên cứu này dao động từ 0,65 đến 0,94; nằm trong mức độ không bị ô nhiễm.



▲ Hình 4. Box plot hệ số làm giàu của các kim loại trong mẫu bụi đường

### 3.4. Đánh giá rủi ro sức khỏe

Các chỉ số nguy cơ gây ung thư và không gây ung thư của các kim loại trong nghiên cứu này đều được xếp theo thứ tự  $ing > derm > inh$ , cho thấy đường tiếp xúc chính với nguy cơ gây ung thư đối với cả trẻ em và người lớn là qua đường ăn uống, sau đó là qua tiếp xúc da và hô hấp (Bảng 1). Các kết quả tính toán đều thể hiện chỉ số rủi ro sức khỏe đối với trẻ em là cao hơn người lớn. Trên thực tế, trẻ em dễ bị ngộ độc kim loại hơn vì chúng có nhiều khả năng vô tình nuốt phải một lượng đáng kể bụi đường trong khi vui chơi.

**Bảng 1. Chỉ số nguy cơ không gây ung thư và chỉ số nguy cơ gây ung thư của kim loại trong mẫu bụi đường đối với trẻ em và người lớn**

| Chỉ số nguy cơ không gây ung thư |            |           |            |           |             |           |          |           |
|----------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|----------|-----------|
| Kim loại                         | $HQ_{ing}$ |           | $HQ_{inh}$ |           | $HQ_{derm}$ |           | HI       |           |
|                                  | Trẻ em     | Người lớn | Trẻ em     | Người lớn | Trẻ em      | Người lớn | Trẻ em   | Người lớn |
| Pb                               | 1,23E-01   | 1,12E-02  | 3,43E-06   | 1,64E-06  | 2,30E-03    | 2,98E-04  | 1,26E-01 | 1,15E-02  |
| As                               | 3,61E-01   | 3,29E-02  | 1,01E-05   | 4,82E-06  | 2,47E-03    | 3,20E-04  | 3,64E-01 | 3,32E-02  |
| Cr                               | 3,58E-01   | 3,25E-02  | 1,05E-03   | 5,02E-04  | 5,01E-02    | 6,49E-03  | 4,09E-01 | 3,95E-02  |
| Chỉ số nguy cơ gây ung thư       |            |           |            |           |             |           |          |           |
| Kim loại                         | $CR_{ing}$ |           | $CR_{inh}$ |           | $CR_{derm}$ |           | TCR      |           |
|                                  | Trẻ em     | Người lớn | Trẻ em     | Người lớn | Trẻ em      | Người lớn | Trẻ em   | Người lớn |
| Pb                               | 3,67E-06   | 3,34E-07  | 5,07E-10   | 2,42E-10  |             |           | 3,67E-06 | 3,34E-07  |
| As                               | 1,63E-04   | 1,48E-05  | 4,58E-09   | 2,19E-09  | 1,11E-06    | 1,44E-07  | 1,64E-04 | 1,49E-05  |
| Cr                               | 5,37E-04   | 4,88E-05  | 1,26E-06   | 6,03E-07  |             |           | 5,38E-04 | 4,94E-05  |

Cr là kim loại có giá trị về chỉ số không gây ung thư và gây ung thư cao nhất trong các kim loại được khảo sát. Cr là một kim loại nặng độc hại, thường được sử dụng trong sản xuất thép, sản xuất kim loại, xi mạ, sơn và các hoạt động công nghiệp khác, thông qua tiếp xúc lâu dài kim loại này tích lũy sinh học trong cơ thể người và gây ra các sự thay đổi hoá học trong tế bào. Do đó, Cr được xem là một tác nhân gây ung thư tiềm tàng và nguy hiểm cho sức khỏe.

Mặc dù  $TCR_{Trẻ em}$  và  $TCR_{Người lớn}$  dao động từ  $1 \times 10^{-6}$  đến  $1 \times 10^{-4}$  được coi là giới hạn rủi ro ung thư có thể chấp nhận được (15), tuy nhiên, các kim loại này có tính tích lũy, và theo thời gian đây là các tác nhân gây ung thư cao. Do đó, kết quả này cho thấy các nguy cơ tiềm ẩn về sức khỏe của người dân, cần được cảnh báo và nâng cao sự quan tâm của chính quyền địa phương trong công tác quản lý chất lượng môi trường. Cụ thể các hoạt động như che chắn cho các xe chở bê tông và rửa đường thường xuyên là các giải pháp cần thực hiện để giảm tác động của KLN trong bụi.

### 4. Kết luận

Nghiên cứu tiến hành khảo sát nồng độ một số kim loại trong mẫu bụi đường thu thập tại khu vực hoạt động của nhà máy phối trộn bê tông thuộc nội thị TP.HCM. Nồng độ trung bình của các kim loại trong mẫu bụi được khảo sát trong nghiên cứu giảm dần theo thứ tự  $Ca > Mg > Ti > Cr > Pb > As$ . Trong đó, Ca, Mg, và Ti là nhóm chiếm thành phần chính tồn tại trong mẫu bụi đường (>99%), cho thấy hoạt động nghiên

trộn từ nhà máy phối trộn bê tông đã ảnh hưởng đến gia tăng nồng độ các kim loại này trong bụi đường tại khu vực khảo sát. Nghiên cứu chỉ ra ảnh hưởng của nhà máy phối trộn bê tông đến nhóm kim loại Cr, Pb và As là chưa rõ ràng. Sự phân bố nồng độ các kim loại là không đồng đều tại các vị trí nghiên cứu và xu hướng cao hơn tại khu vực đường Nguyễn Văn Bá, nơi hoạt động chủ yếu của xe chở bê tông. Tuy nhiên, do phạm vi lấy mẫu nhỏ nên thành phần bụi trên cả 2 tuyến đường lấy mẫu chính vẫn chứa hàm lượng cao các kim loại liên quan đến xi măng như Ca.

Các giá trị  $I_{geo}$ , EF,  $P_i$  và PLI cũng đã được khảo sát. Bởi vì đặc tính các kim loại đến từ địa chất có thành phần tương đồng với xi măng, và do đó mặc dù nồng độ của Ca, Mg cao nhưng các giá trị  $I_{geo}$ , EF,  $P_i$  và PLI tương đối thấp, dẫn đến chưa phản ánh đầy đủ ảnh hưởng của nhóm kim loại này. Trong khi đó, As, thể hiện giá trị cao nhất đối với cả mức độ tích tụ kim loại, hệ số làm giàu, lẫn chỉ số tải trọng ô nhiễm. Điều này

là tương tự với các nghiên cứu trước đây với bụi đường tại khu vực xung quanh khu công nghiệp, nhà máy xi măng và khu vực có lưu lượng giao thông cao và các công trường xây dựng.

Nghiên cứu cũng đưa ra báo cáo sơ bộ về đánh giá rủi ro sức khỏe từ bụi đường đến các chỉ số nguy cơ không gây ung thư và gây ung thư cho cả người lớn lẫn trẻ em. Trong đó, con đường tiếp xúc chính đến nguy cơ gây ung thư đối với cả trẻ em và người lớn là qua đường ăn uống, sau đó là qua tiếp xúc da và hô hấp. Đối với chỉ số nguy cơ không gây ung thư, Al được đánh giá rủi ro gây bệnh cao nhất, trong khi đó, Cr lại là kim loại có khả năng gây ung thư cao nhất. Các kết quả tính toán đều thể hiện chỉ số rủi ro sức khỏe đối với trẻ em là cao hơn người lớn.

**Lời cảm ơn:** Bài viết thuộc đề tài nghiên cứu khoa học có mã số CSB2022-45 của Trường Đại học Sài Gòn. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Trường Đại học Sài Gòn đã tài trợ cho Đề tài ■

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Wei X, Gao B, Wang P, Zhou H, Lu J (2015) Pollution characteristics and health risk assessment of heavy metals in street dusts from different functional areas in Beijing, China. *Ecotoxicol Environ Saf* 112:186–192. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.11.005>.
- Nguyen, V.T., Duy Dat, N., Vo, T.D.H., Nguyen, D.H., Nguyen, T.B., Nguyen, L.S.P., Nguyen, X.C., Dinh, V.C., Nguyen, T.H.H., Huynh, T.M.T., Hoang, H.G., 2021. Characteristics and risk assessment of 16 metals in street dust collected from a highway in a densely populated metropolitan area of Vietnam. *Atmosphere* 12 (12), 1548.
- Khademi H, Gabarrón M, Abbaspour A, Martínez-Martínez S, Faz A, Acosta J (2020) Distribution of metal (loid) s in particle size fraction in urban soil and street dust: influence of population density. *Environmental Geochemistry and Health*, 1-14.
- Duong TTT, Lee BK (2011) Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics. *J Environ Manag* 92:554–562. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.09.010>.
- Qadeer A, Saqib ZA, Ajmal Z, Xing C, Khalil SK, Usman M, Huang Y, Bashir S, Ahmad Z, Ahmed S (2020) Concentrations, pollution indices and health risk assessment of heavy metals in road dust from two urbanized cities of Pakistan: Comparing two sampling methods for heavy metals concentration. *Sustain Cities Soc* 53:101959. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101959>.
- Ghanavati, N.; Nazarpour, A.; De Vivo, B. Ecological and human health risk assessment of toxic metals in street dusts and surface soils in Ahvaz, Iran. *Environ. Geochem. Health* 2019, 41, 875–891. [CrossRef] [PubMed].
- Dat, N.D., Nguyen, V.T., Vo, T.D.H., Bui, X.T., Bui, M.H., Nguyen, L.S.P., Nguyen, X.C., Tran, A.T.K., Nguyen, T.T.A., Ju, Y.R., Huynh, T.M.T., 2021. Contamination, source attribution, and potential health risks of heavy metals in street dust of a metropolitan area in Southern Vietnam. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28, 50405–50419.
- Shimosaka, Kenichi, Toshikatsu Inoue, Hisanobu Tanaka and Yuki Kishimoto. "Influence of Minor Elements in Clinker on the Properties of Cement: A New Approach for Application to Commercial Cement Manufacturing." (2013).
- Taylor, S.R., McLennan, S.M. (1995). *The geochemical evolution of the continental crust*. *Rev. Geophys.* 33, 241–265. <https://doi.org/10.1029/95RG00262>.
- Buat-Menard, P.; Chesselet, R. Variable influence of the atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter. *Earth Planet. Sci. Lett.* 1979, 42, 399–411. [CrossRef].
- Namaghi, H. H., Karami, G. H., & Saadat, S. (2011). A study on chemical properties of groundwater and soil in ophiolitic rocks in Firuzabad, east of Shahrood, Iran: With emphasis to heavy metal contamination. *Environmental Monitoring and Assessment*, 174(1–4), 573–583.
- USEPA (2011) *Exposure Factors Handbook: 2011 Edition*, Washington, DC, EPA/600/R-09/052F, United State Environmental Protection Agency.
- IARC (2014) *Agents Classified by the International Agency for Research on Cancer Monographs*. 1–109.
- Duan Z, Wang J, Cai X, Wu Y, Xuan B (2019) Spatial distribution and human health risk assessment of heavy metals in campus dust: A case study of the university town of Huaxi. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1548900>.
- USEPA (1996) *Soil screening guidance: technical background document*. EPA/540/R-95/128. Office of Solid Waste and Emergency Response.