

Đánh giá phơi nhiễm bụi cá nhân PM_{2,5} và nguồn phát sinh của người dân sống gần 2 trạm quan trắc môi trường ở TPHCM

Vũ Xuân Đán, Trương Thanh Cảnh

Tóm tắt—Con người tiếp xúc với bụi gây ra bệnh tật và tử vong, đặc biệt đối với bụi mịn có đường kính khí động nhỏ hơn 2,5 μm . Phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân được lấy bằng thiết bị lấy mẫu bụi cá nhân của SCK (PEM 2,5) ở lưu lượng 4 lít/ phút trên giấy lọc teflon (Pall). Mẫu được lấy ở 64 hộ gia đình thuộc 2 quận Bình Thạnh và quận 2 (TPHCM), mỗi hộ được lấy mẫu lặp lại 9 đợt từ tháng 7/2007 đến tháng 3/2008. Các nguyên tố cơ bản trong bụi được phân tích bằng phương pháp INAA. Sử dụng phần mềm PMF 5,0 (EPA) để xác định nguồn gốc phát sinh bụi PM_{2,5}. Bụi PM_{2,5} đồng thời được lấy ở 2 trạm quan trắc UBND quận 2 và Thảo Cầm Viên với phương pháp tương tự lấy mẫu bụi cá nhân. Nồng độ bụi PM_{2,5} tại trạm quan trắc thấp hơn tiêu chuẩn cho phép $48,99 \pm 21,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (median: $46,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nồng độ phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân là $64,28 \pm 33,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (median: $58,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$) cao hơn tiêu chuẩn nồng độ bụi xung quanh. Nguồn gốc phát sinh phơi nhiễm bụi cá nhân PM_{2,5} là bụi đất, bụi giao thông, bụi công nghiệp, bụi do hoạt động bên trong nhà và bụi từ đại dương.

Từ khóa—PM_{2,5}, phơi nhiễm cá nhân, PMF, INAA, nguyên tố vết

Bài nhận ngày 19 tháng 05 năm 2016, nhận đăng ngày 18 tháng 09 năm 2017.

Vũ Xuân Đán, Trung tâm Bảo vệ Sức khỏe Lao động và Môi trường – Sở Y tế TPHCM, 49bis Điện Biên Phủ, Quận 1, TPHCM, Việt Nam (e-mail: vuxdan77@gmail.com)

Trương Thanh Cảnh, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM, 227 Nguyễn Văn Cừ, phường 4, Quận 5, Hồ Chí Minh, Việt Nam (e-mail: ttcanh@hcmus.edu.vn)

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Đã có nhiều nghiên cứu được thực hiện trên thế giới cho thấy sự tác động của bụi gây ra bệnh tật, tử vong. Các bệnh do tiếp xúc với bụi gồm suyễn, tắc nghẽn động mạch mãn tính (COPD), viêm phổi, các chứng bệnh hô hấp, tim mạch và tiểu đường [1]. Việc tiếp xúc với bụi mịn (bụi có đường kính khí động nhỏ hơn 2,5 μm) có tác hại lớn hơn so với bụi thông thường. Bụi PM_{2,5} và bụi mịn (đường kính khí động nhỏ hơn 100nm) có thể làm trầm trọng thêm bệnh viêm phổi [2] và bệnh suyễn hay các bệnh hô hấp khác [3,4].

Phơi nhiễm bụi được quyết định bởi nồng độ chất ô nhiễm không khí trong môi trường sinh hoạt của con người và thời lượng tiếp xúc. Hầu hết các nghiên cứu về đánh giá tác động của không khí ô nhiễm đối với sức khỏe đều sử dụng chất lượng không khí xung quanh bởi sự đơn giản và tiện lợi trong việc đo đạc. Nghiên cứu mối liên hệ giữa nồng độ không khí bên trong, bên ngoài nhà và phơi nhiễm cá nhân do Barbara và cộng sự [5] cho thấy phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân lớn hơn nhiều lần so với nồng độ bụi bên trong và bên ngoài nhà. Đồng thời, nghiên cứu cũng cho thấy chỉ 25% phơi nhiễm bụi cá nhân PM_{2,5} là do nguồn ô nhiễm bên ngoài gây ra. Trong môi trường đô thị, phơi nhiễm bụi cá nhân được kết luận là phụ thuộc nhiều vào các hoạt động giao thông [6]. Phơi nhiễm bụi cá nhân cũng phụ thuộc vào loại nguyên liệu chất đốt sử dụng trong gia đình [7] và các khu vực nơi có nhiều khói thuốc [8].

Bên cạnh việc đánh giá nồng độ bụi thì việc phân tích thành phần bụi để xác định nguồn phát sinh ra bụi cũng có ý nghĩa rất quan trọng trong nghiên cứu đánh giá chất lượng không khí. Tại TPHCM, Hien và cộng sự [9] đã lấy mẫu bụi TSP, PM₂₋₁₀ và PM₂ bằng thiết bị lấy mẫu bụi có lưu lượng cao (18 lít/ phút) ở trên nóc 8 tòa nhà tại TPHCM. Các mẫu bụi sau đó được phân tích thành phần 23 nguyên tố cơ bản bằng phương pháp kích hoạt neutron (INAA). Bằng phương

pháp phân tích nhân tố PCA tác giả đã xác định một số nguồn gây ra bụi tại TPHCM. Hien và cộng sự [10,11] đã đánh giá một số chất hữu cơ trong thành phần của bụi ở TPHCM năm 2005, 2006

Từ trước đến nay chưa có một nghiên cứu nào về phơi nhiễm bụi cá nhân tại Việt Nam nói chung và TPHCM nói riêng. Vì vậy, một nghiên cứu đánh giá phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân và xác định nguồn gốc phát sinh của bụi PM_{2,5} là rất cần thiết.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Lấy mẫu phơi nhiễm bụi cá nhân PM_{2,5}

Trong quá trình đánh giá phơi nhiễm bụi cá nhân để có thể phản ánh chính xác sự khác biệt môi trường bên trong nhà của các hộ, thiết bị lấy mẫu phơi nhiễm bụi sẽ được người chăm sóc trẻ đeo vì những người lớn khác không chỉ bị ảnh hưởng bởi môi trường xung quanh mà còn do các thói quen như hút thuốc, môi trường lao động như đã kể trên.

Các cá nhân được chọn từ những hộ gia đình sẽ được đeo một ba lô nhỏ chứa bộ thiết bị đo đặc phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân trong 24 giờ. Bộ thiết bị đo đặc phơi nhiễm cá nhân bao gồm 1 bơm SKC sản xuất tại Mỹ, nối với thiết bị thu mẫu bụi PM_{2,5} hình trụ gọi là PEM (Personal Exposure Monitor). Dòng khí được bơm qua PEM có chứa giấy lọc Teflon, bụi PM_{2,5} sẽ được giữ lại trên giấy lọc Teflon. Bơm hoạt động với lưu lượng trung bình 4 lít/phút. Trước khi dùng để lắp cho các cá nhân, máy đều được kiểm tra, chuẩn lại dòng và sạc pin đủ cho máy hoạt động 24 giờ. Máy mang theo người 24 giờ, khi ngủ tháo ra để hoạt động bên cạnh giường ngủ. Buổi sáng các nhân viên hiện trường sẽ lắp máy và sau 24 giờ tháo máy. Sau khi tháo máy, thiết bị lấy mẫu bụi sẽ được tháo ra đưa về phòng thí nghiệm để xác định khối lượng bụi. Hàng ngày khi đeo máy, mỗi cá nhân đều được phát 1 bảng câu hỏi ngắn liệt kê các hoạt động của cá nhân trong ngày theo khoảng thời gian 15 phút. Mỗi cá nhân được đo 9 lần ở các tháng 7 năm 2007 đến tháng 3 năm 2008 để kết quả có thể phản ánh được cả 2 mùa mưa và khô.

Bên cạnh lấy mẫu phơi nhiễm bụi cá nhân, để đánh giá nồng độ bụi môi trường xung quanh, nồng độ bụi PM_{2,5} hàng ngày tại 2 trạm quan trắc Thảo Cầm Viên và UBND quận 2 cũng được lấy tương tự như phương pháp lấy mẫu bụi cá nhân.



Hình 1. Ba lô lấy mẫu



Hình 2. Cân phân tích bụi PM_{2,5}

Trước khi lấy mẫu, các giấy lọc được để ở điều kiện nhiệt độ phòng (nhiệt độ $20-23 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm $35 \pm 5\%$). Các giấy lọc sẽ được cân bằng cân Satorius SE2 với khả năng phát hiện $\pm 0,1 \mu\text{g}$. Để giảm thiểu sự ảnh hưởng của các yếu tố môi trường, quá trình cân giấy lọc được thực hiện trong 1 tủ mica kín có 4 lỗ thao tác bằng tay. Các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm và hướng di chuyển của dòng khí được kiểm soát. Giấy lọc trước khi cân được đưa qua thiết bị khử từ Polonium 210 ít nhất trong 1 phút.

Tương tự quá trình cân giấy lọc trước khi lấy mẫu, giấy lọc sau khi lấy mẫu được để ở nhiệt độ phòng ổn định trong 24h và cân.

Mã số gia đình:			Hoạt động									
Người trả lời:										Ở nhà		
Thời gian*	Có mang balô lấy mẫu hay không?	Có sự hiện diện của trẻ?	Ngủ	Nấu ăn	Việc nhà	Đi làm	Nghỉ ngơi	Các hoạt động khác (liệt kê)	Trong bếp	Phòng khách	Phòng ngủ	Nơi khác bên trong
8:00-8:30	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
8:30-9:00	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
9:00 - 9:30	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
9:30 - 10:00	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
10:00-10:30	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
10:30-11:00	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
11:00-11:30	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
11:30-12:00	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
12:00-12:30	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										
12:30-1:00	CÓ KHÔNG	CÓ KHÔNG										

Hình 3. Mẫu phiếu câu hỏi liệt kê hoạt động trong ngày

2.2 Phương pháp phân tích các nguyên tố thành phần trong bụi PM2,5

Bụi được phân tích bằng phương pháp kích hoạt neutron (INAA: Instrumental neutron activation analysis) [12]. Trong phương pháp này, mẫu bụi được chiếu bằng neutron từ lò phản ứng nghiên cứu của Viện Hạt nhân Đà Lạt trong thời gian từ vài phút cho đến vài giờ tùy vào số lượng nguyên tố cần xác định. Neutron làm biến đổi cấu trúc hóa học các nguyên tố thành hạt nhân phóng xạ. Năng lượng của những tia γ đặc trưng thoát ra giúp xác định các nguyên tố có trong mẫu bụi. Mức độ năng lượng γ thoát ra tỉ lệ thuận với nồng độ các nguyên tố có trong mẫu.

Trong 458 mẫu bụi PM2,5 cá nhân, 78 mẫu được chọn để phân tích các thành phần nguyên tố bằng phương pháp INAA.

2.3 Phương pháp thống kê

So sánh sự khác biệt giữa phơi nhiễm PM2,5 cá nhân và nồng độ bụi PM2,5 lấy tại trạm quan trắc được thực hiện bằng phép so sánh “paired sample t-test” theo từng cặp mẫu lấy cùng ngày.

Phương pháp phân tích PMF

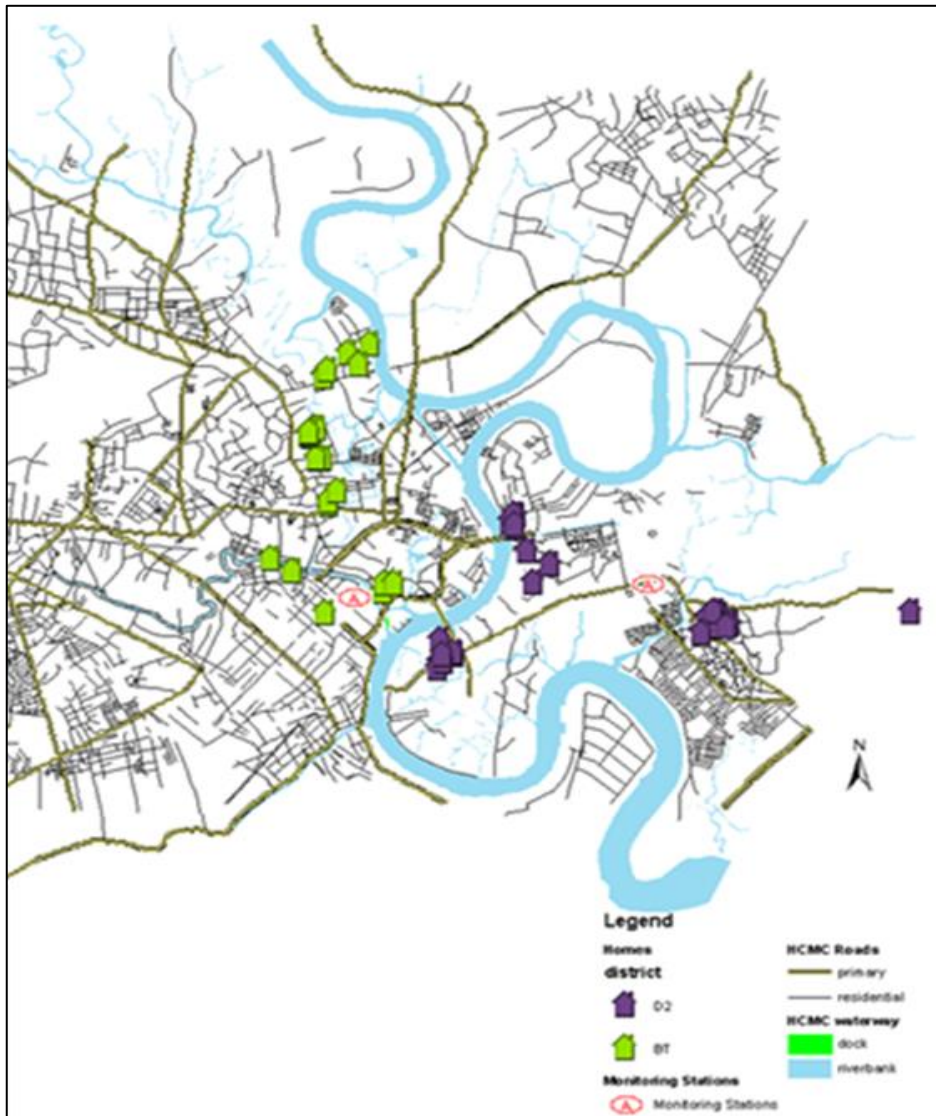
Để xác định nguồn gốc phát sinh bụi PM2,5, phương pháp phân tích đa biến ngẫu nhiên PMF

(Positive Matrix Factorisation) sẽ được áp dụng. PMF đã được cơ quan môi trường Hoa Kỳ (EPA) phát triển từ kết quả nghiên cứu của Paatero và cộng sự [13] bằng cách tiếp cận theo hướng phần dư tối thiểu. Với số nguồn phát sinh bụi dự đoán là 8 thì cỡ mẫu phân tích nhân tố cần thiết là 40 mẫu. Tác giả chọn ngẫu nhiên 78 mẫu bụi PM2,5 cá nhân để xác định nguồn gốc phát sinh.

3 KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1 Kết quả lấy mẫu bụi

Sau 9 đợt lấy mẫu phơi nhiễm bụi PM2,5 cá nhân 24h số lượng mẫu lấy được là 512 mẫu. Tuy nhiên, chỉ 458 mẫu đủ tiêu chuẩn phân tích. Các mẫu bị loại (54 mẫu) do lưu lượng bơm khí dao động nhiều hơn 5% (dao động > ±5% của 4lít/phút), mất số liệu cân của giấy trước hay sau cân do sai sót, khối lượng mẫu trắng lớn hơn mẫu lấy tại hiện trường. Số lượng mẫu bụi PM2,5 lấy được tại trạm quan trắc Thảo Cầm Viên là 103 mẫu và trạm UBND quận 2 là 86 mẫu. Vì những sai sót có lý do tương tự như trên, tổng số lượng mẫu bụi PM2,5 lấy được từ 2 trạm quan trắc chỉ còn 162 mẫu PM2,5.



Hình 4. Bản đồ khu vực lấy mẫu

Kết quả nồng độ bụi PM_{2,5} ở 2 trạm quan trắc tại quận 2 và Thảo Cầm Viên lần lượt là $38,49 \pm 18,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (median: $35,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) và $48,99 \pm 21,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (median: $46,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kết quả nồng độ bụi PM_{2,5} ở 2 trạm quan trắc cho thấy nồng độ bụi PM_{2,5} tại khu vực dân cư khảo sát nằm trong tiêu chuẩn cho phép của quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT (giới hạn dưới $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ trong 24 giờ).

Kết quả phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân trung bình là $64,28 \pm 33,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (median: $58,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân cao hơn nồng độ bụi PM_{2,5} quan trắc được tại 2 trạm quan trắc ($p < 0,05$), kết quả tương tự như các nghiên

cứu đã được thực hiện tại Tây Ban Nha [14], tại Trung Quốc [15], tại Mỹ [16].

Phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân thay đổi rất nhiều tùy thuộc vào các hoạt động của cá nhân trong ngày. Nghiên cứu do Penny và cộng sự [17] thực hiện tại Ấn Độ cho thấy phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân lấy mẫu ở các phụ nữ sử dụng bếp dầu cao hơn gần 1,6 lần so với các phụ nữ sử dụng bếp ga trong nấu ăn. Bên cạnh đó, nghiên cứu do Kimmo và cộng sự [18] thực hiện tại Helsinki (Phần Lan) cho thấy phơi nhiễm bụi PM_{2,5} ở những đối tượng hút thuốc cao hơn gấp đôi so với những người không hút thuốc.

Bảng 1. Nồng độ bụi PM_{2,5} tại trạm quan trắc Thảo Cầm Viên (BT) và UBND Quận 2

Thông số	Trạm quận 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Trạm Thảo Cầm Viên ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
N	74	88
Trung bình	38,49	48,99
Trung vị	35,6	46,46
Độ lệch chuẩn (SD)	18,45	21,68
Giá trị tối thiểu	4,12	,3564
Giá trị tối đa	99,1	117,35

Bảng 2. Kết quả phơi nhiễm bụi cá nhân PM_{2,5}

Thông số	Nồng độ PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
N	458
Trung bình	64,28
Trung vị	58,17
Độ lệch chuẩn (SD)	33,18
Giá trị tối thiểu	4,63
Giá trị tối đa	375,87

3.2 Kết quả phân tích nguyên tố thành phần bụi PM_{2,5} cá nhân và giá trị nhân tố làm giàu (EF) của các nguyên tố trong bụi PM_{2,5}

Việc xác định nhân tố làm giàu (enrichment factor, EF) giúp cho việc xác định nguồn phát sinh các nguyên tố trong bụi là nguồn nhân tạo hay nguồn tự nhiên. Để tính EF của nguyên tố Zn, ta có công thức sau:

$$EF = \frac{\left(\frac{Zn_{sample}}{Al_{sample}}\right)}{\left(\frac{Zn_{crustal}}{Al_{crustal}}\right)} \quad (1)$$

Trong đó:

- Zn sample: nồng độ Zn trong mẫu bụi, $\mu\text{g}/\text{g}$
- Al sample: nồng độ Al trong mẫu bụi, $\mu\text{g}/\text{g}$
- Zn crustal: nồng độ Zn trong vỏ trái đất, $\mu\text{g}/\text{g}$
- Al crustal: nồng độ Al trong vỏ trái đất, $\mu\text{g}/\text{g}$

Thành phần các nguyên tố trong vỏ quả đất được trích dẫn từ sách The crust của tác giả Rudnick [19] để tính các hệ số làm giàu (EF). Vì có thể có sự khác biệt giữa Rudnick và thành phần các nguyên tố trong vỏ quả đất ở khu vực nghiên cứu nên chỉ các EF có giá trị lớn hơn 5 [9] được xét đến. Các nguyên tố có EF lớn hơn 5 là Ag, As, Ba, Br, Ca, Cd, Cl, Cr, I, In, Ni, Rb, Sb, Se, Sn, Sr, V, Zn, Zr (bảng 3).

Bảng 3. Kết quả phân tích nguyên tố thành phần bụi PM_{2,5} cá nhân và giá trị nhân tố làm giàu (EF) của các nguyên tố trong bụi PM_{2,5}

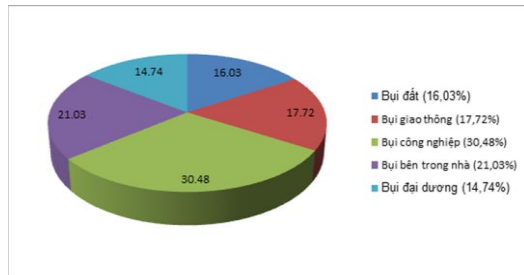
Nguyên tố	Trung bình ($\mu\text{g}/\text{g}$) N=78	EF
Ag	24,63	1258,5
Al	33778,94	1,1
As	107,58	161,8
Ba	2006,35	8,7
Br	255,18	431,9
Ca	32872,35	24,8
Cd	2,59	77,9
Ce	53,23	2,3
Cl	20919,89	153,1
Co	15,72	2,5
Cr	557,12	16,4
Cs	7,82	4,3
Fe	11994,43	0,5
I	85,62	165,6
In	120,69	5835,9
K	18727,89	3,4
Mg	7423,85	0,7
Mn	369,30	1,4
Na	10461,86	1,2
Ni	1265,09	72,9
Rb	239,49	7,7
Sb	61,76	418,1
Se	54,57	1641,8
Sn	3276,78	4225,2
Sr	4129,54	34,9
Ti	1991,69	0,8
V	283,12	7,9
Zn	17587,15	710,8
Zr	2869,38	40,3

3.3 Nguồn gốc phát sinh bụi PM_{2,5} phơi nhiễm cá nhân

Chương trình cho kết quả 5 nhân tố từ dữ liệu phơi nhiễm bụi cá nhân PM_{2,5} (hình 5) và tỉ lệ thành phần (hình 6). Nồng độ trung bình của nhân tố ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) được thể hiện ở dạng cột trong hình tương ứng với trục tung bên trái biểu đồ, giá trị phần trăm của nguyên tố ở dạng hình vuông ứng với trục tung ở bên phải biểu đồ. Các nguồn ô nhiễm gây ra phơi nhiễm bụi cá nhân PM_{2,5} gồm:

Bụi đất

Phần lớn nguyên tố Ca (36,13%), Fe (27,69%), Mn (65,27%) phân tích có trong thành phần bụi PM_{2,5} hiện diện trong nhân tố này. Ngoài ra, các chất chỉ dấu Rb (22,46% lượng Rb trong bụi) và Sr (9,31% lượng Sr trong bụi) cho thấy bụi có nguồn gốc phát sinh là đất, cát từ vỏ của trái đất [20]. Bên cạnh đó, 1 số nguyên tố khác cũng chiếm tỉ lệ tương đối như K (5,8%), Ti (11,13 %) cũng có nguồn gốc từ bụi đất đá trong vỏ trái đất [21].



Hình 5. Tỉ lệ nguồn gốc phát sinh phơi nhiễm bụi PM_{2,5} cá nhân

Nghiên cứu do Viana và cộng sự [22] cho thấy các nhân tố Al, Si, Ca, Fe là những nguyên tố phổ biến trong bụi đất cùng với các chất chỉ danh đặc trưng như Ti, Mg, Sr. Trong các nguyên tố trên nguyên tố Ca và Al được xem là 2 nguyên tố quan trọng nhất của bụi đất

Bên cạnh đó, bụi bị xáo trộn trên lề đường đã được lót và chưa được lót gạch cũng góp phần gây ra bụi đất do giao thông [23]. Đặc biệt là TPHCM đang trong giai đoạn phát triển nhanh hạ tầng giao thông và xây dựng dân dụng thì đây là 1 trong những nguồn ô nhiễm bụi lớn.

Bụi có nguồn gốc giao thông

Tỉ lệ lớn các nguyên tố Ba (53,95%), Ni (31 %), Sb (57,57 %), Zn (42,77 %), V (62,12 %) phân tích có trong thành phần bụi PM_{2,5} hiện diện trong nhân tố này. Nguồn phát sinh các chất này chủ yếu từ động cơ xe với sự hiện diện của các nguyên tố như Ni, Sb, Zn, Cu, vỏ xe phát sinh ra Zn và bộ thắng xe phát sinh các nguyên tố như Ba, Sb [20]. Ngoài ra, V là chất phát sinh do quá trình nhiên liệu xăng dầu [20].

Các nguyên tố V, Zn, Fe, Sb là các nguyên tố đặc trưng liên quan đến việc đốt xăng dầu và bộ thắng xe. Đặc trưng của nguồn ô nhiễm bụi PM_{2,5} do giao thông là thành phần V ở trong bụi. Kết quả cũng tương đồng với nghiên cứu của Hien và cộng sự [9] tại TPHCM bằng phương pháp thành phần nguồn PCA (Positive component analysis) với các

nguyên tố chủ yếu như V, Sb. Trong nghiên cứu của Hien và cộng sự [9] cũng cho rằng Br và Zn là những nguyên tố đặc trưng của nguồn bụi giao thông, trong đó Br là sản phẩm của việc đốt xăng pha chì. Tuy nhiên, việc pha chì vào xăng đã bị cấm nên lượng Br trong bụi PM_{2,5} do giao thông không còn chiếm tỉ lệ cao.

Bụi có nguồn gốc công nghiệp

Tỉ lệ lớn các nguyên tố Ag (100%), Al (60,02%), Ce (31,14%), Cl (47,15%), Cr (64,57%), Cs (32,35%), Fe (25,13%), In (28,62%), Mg (46,58%), Rb (33,96%), Se (46,72%), Sn (53,04%), Sr (33,82%), Ti (34,53%) phân tích có trong thành phần bụi PM_{2,5} hiện diện trong nhân tố này. Bên cạnh đó, các nguyên tố như V (26,64%) và Zn (26,59%) cũng chiếm tỉ lệ tương đối lớn trong nhân tố này. Tuy nhiên, các nguyên tố Al, Cs, Fe, Mg và Ti có EF < 5 nên có thể kết luận không do các nguồn nhân tạo (trong đó có nguồn công nghiệp) gây ra. Với sự hiện diện chủ yếu của các nguyên tố như Cr, V, Zn cho thấy nguồn phát sinh là từ công nghiệp [20]. Ngoài ra, với sự hiện diện cao của Cl trong nhân tố là do ô nhiễm thứ cấp từ nguồn công nghiệp [21].

TPHCM là nơi tập trung nhiều ngành công nghiệp như xi măng, vật liệu xây dựng, cơ khí – luyện kim, nhiệt điện, chế biến thực phẩm, da giày, gỗ, dệt may... Khu vực ngoại thành quanh thành phố có các nhà máy xi măng lớn như Hà Tiên, Holcim, Thăng Long... cùng với nhiều nhà máy sản xuất gạch, các trạm trộn bê tông tươi. Bên cạnh đó, công nghiệp cơ khí – luyện kim với hàng trăm nhà máy cơ khí lớn nhỏ và các nhà máy luyện cán thép lớn như thép Thủ Đức, Nhà Bè. Ngoài ra, các nhà máy thép ở các tỉnh lân cận nhưng có khoảng cách khá gần TPHCM như thép Vicasa (Biên Hòa), Pomina (Vũng Tàu). Ở hai hướng Bắc – Nam của TPHCM là 2 nhà máy nhiệt điện lớn sử dụng dầu DO (ở thời điểm lấy mẫu) để phát điện là nhà máy nhiệt điện Thủ Đức và nhà máy điện Hiệp Phước. Các ngành công nghiệp trên liên quan nhiều đến các nguyên tố trong thành phần bụi như Ce từ công nghiệp vật liệu xây dựng, Cr từ công nghiệp sắt thép, Cl do ô nhiễm bụi công nghiệp thứ cấp từ việc đốt than (Shindell và Faluvegi, 2010), V do đốt dầu... Kết quả cho thấy nguồn ô nhiễm bụi PM_{2,5} do công nghiệp cũng gần tương tự như nguồn ô nhiễm công nghiệp trong nghiên cứu của Hien và cộng sự [9] trong bụi PM_{2,5} ở TPHCM (các nguyên tố Ce, Co, Cr).

Bụi có nguồn gốc bên trong nhà

Tỉ lệ lớn các nguyên tố Cd (50,78%), K (48,32%), Na (69,56 %) phân tích có trong thành phần bụi PM_{2,5} hiện diện trong nhân tố này. Bên cạnh đó, sự hiện diện tương đối cao của các nguyên tố khác như Br (39,13%), Ca (21,87%), Cl (22,88%), Cr (17,94%), Mg (15,59%), Sr (17,42%). Trong đó, Cd là chất chỉ danh do ô nhiễm khói thuốc lá, đồng thời với sự hiện diện của một số chất khác như Cr, Cl, Co, K, Mn, Zn, Sr và Br [24]. Nghiên cứu của Christopher và cộng sự [25] có kết quả các nguyên tố trong bụi PM_{2,5} chiếm lượng lớn các nguyên tố Al, Ca, Cl, K, Na, Cu, Fe, Pb, Mg, Mn, Si, Na, S và Zn.

Nấu ăn là 1 trong những nguồn phát sinh bụi mịn chính ở các thành thị. Nghiên cứu cho thấy việc nướng và chiên thịt làm phát sinh khoảng 20% lượng bụi hữu cơ mịn ở Los Angeles [26].

Bên cạnh các hoạt động gây ra bụi PM_{2,5} bên trong nhà như đun nấu thì việc hút thuốc và đốt nhang cũng khá phổ biến ở các hộ gia đình tại TPHCM. Các nguyên tố Cd, K, Na, Br, Ca, Cl, Cr, Mg, Sr trong thành phần bụi PM_{2,5} cho thấy đây là những chất phổ biến từ các nguồn đốt nhang và hút thuốc. Nghiên cứu của Christopher và cộng sự [25] phân tích các chất trong thành phần bụi

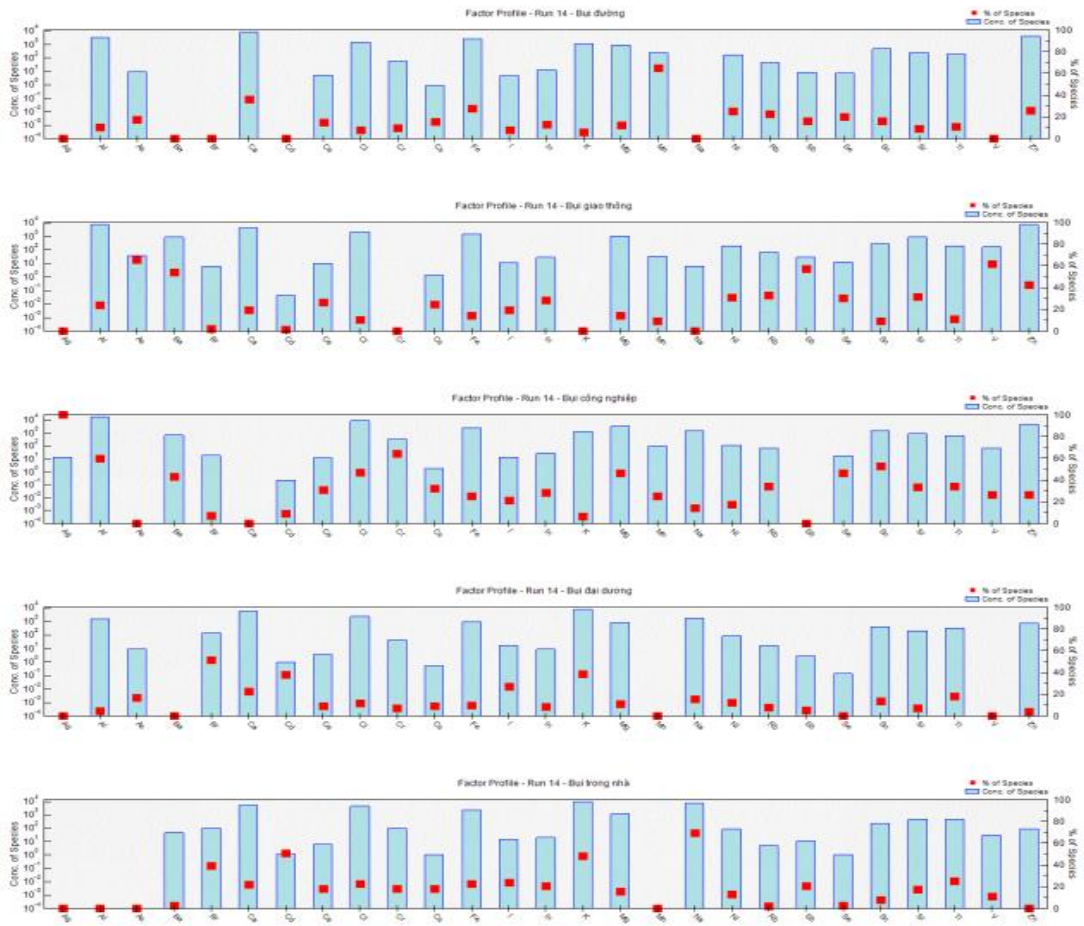
PM_{2,5} tại Hong Kong cho thấy các chất phổ biến trong nhang là Al, Ca, Cu, Fe, Pb, Si, Na, Ti và V.

Các nguyên tố thành phần phân tích được trong bụi PM_{2,5} tương tự như nghiên cứu của Jenkins và cộng sự [27] là các nguyên tố Ni, As, Cd, Zn và nghiên cứu của Landsberger và Wu [28] là các nguyên tố K, Cl, Br.

Bụi có nguồn gốc từ đại dương

Tỉ lệ lớn các nguyên tố Br (51,27%), I (27,19%) phân tích có trong thành phần bụi PM_{2,5} hiện diện trong nhân tố này. Bên cạnh đó, sự hiện diện tương đối cao của các nguyên tố khác như K (38,88%), Na (15,78%), Cl (11,67%), Mg (11,14%). Sự hiện diện chủ yếu của các nguyên tố trên cho thấy nhân tố này phản ánh cho bụi có nguồn gốc từ đại dương [20].

TPHCM tiếp giáp với biển về phía Nam (huyện Cần Giờ), khoảng cách đường chim bay từ biển đến vị trí lấy mẫu khoảng 45 km. Bụi biển không chỉ xuất hiện ở các vùng duyên hải mà chúng còn hiện diện ở tầng cao sâu bên trong đất liền, chứng tỏ khả năng di chuyển rất xa của bụi biển [29]. Tỉ lệ Cl/Na trong bụi có giá trị khoảng 1,3 – 1,4 tương tự như nghiên cứu của Goldberg [30], Hien và cộng sự [9] là bụi có nguồn gốc từ đại dương.



Hình 6. Kết quả 5 nhân tố phơi nhiễm bụi cá nhân PM2.5

4 KẾT LUẬN

Nồng độ bụi PM2,5 trong môi trường xung quanh tại khu vực dân cư khảo sát thấp hơn tiêu chuẩn cho phép. Phơi nhiễm bụi PM2,5 cá nhân của người dân tại khu vực khảo sát cao hơn nồng độ bụi PM2,5 ở môi trường xung quanh.

Các nguồn phát sinh phơi nhiễm bụi cá nhân PM2,5 của người dân là bụi đất (16,03%), bụi có nguồn gốc giao thông (17,72%), bụi công nghiệp (30,48%), bụi trong nhà (21,03%) và bụi từ đại dương (14,74%).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kappos AD, Bruckmann P, Eikmann T, Englert N, Heinrich U, Hoppe P, Koch E, Krause GHM, Kreyling WG, Rauchfuss K: Health effects of particles in ambient air. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2004, 207(4): 399-407 (2004)
- [2] Ghio AJ, Kim C, Devlin RB. Concentrated ambient air particles induce mild pulmonary inflammation in healthy human volunteers. *Am J Respir Crit Care Med* 162:981–988 (2000)
- [3] Pekkanen J, Timonen KL, Ruuskanen J, Reponen A, Mirme A. Effects of ultrafine and fine particles in urban air on peak expiratory flow among children with asthmatic symptoms. *Environ Res* 74:24–33 (1997)
- [4] Bayram, H., Devalia, J.L., Sapsford, R.J., Ohtoshi, T., Miyabara, Y., Sagai, M., and Davis, R.J. The effect of diesel exhaust particles on cell function and release of inflammatory mediators from human epithelial cells in vitro. *Am. J. of Respir. Cell Molec. Biol.*, 18, 441- 448 (1998).
- [5] Barbara J Turpin, Clifford P Weisel, Maria Morandi, Steven Colome, Thomas Stock, Steven Eisenreich, Brian Buckley, and Others. Relationships of Indoor, Outdoor, and Personal Air (RIOPA) Part II: Analyses of Concentrations of Particulate Matter Species. *Research Report 130*. Health Effects Institute, Boston MA (2007).
- [6] Gotschi T, Oglesby L, Mathys P, Monn C, Manalis N, Koistinen K, Jantunen M, Hanninen O, Polanska L, Kunzli N. Comparison of black smoke and PM2.5

- levels in indoor and outdoor environments of four European cities. *Environmental Science and Technology*, 36(6):1191-1197 (2002).
- [7] Balakrishnan K, Sambandam S, Ramaswamy P, Mehta S, Smith KR. Exposure assessment for respirable particulates associated with house hold fuel use in rural District of Andhra Pradesh, India. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 14(S-1):14-25 (2004)
- [8] Edwards, R.D., Jurvelin, J., Saarela, K., Jantunen, M.J.. VOC concentrations measured in personal samples and residential indoor, outdoor and workplace microenvironments in EXPOLIS-Helsinki. *Atmospheric Environment*, 35 (27), 4531-4737 (2001)
- [9] Hien, P.D., Binh, N.T., Truong, Y., Ngo, N.T., Sieu, L.N.. Comparative receptor modeling study of TSP, PM₂ and PM_{2.5} in Ho Chi Minh City. *Atmospheric Environment* 35, 2669–2678 (2001)
- [10] To Thi Hien, Le Tu Thanh, Takayuki Kameda, Norimichi Takenaka, Hiroshi Bandow, Nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in particulate matter in an urban area of a tropical region: Ho Chi Minh City, Vietnam, *Atmospheric Environment*, 41, pp. 7715–7725. (2007)
- [11] To Thi Hien, Le Tu Thanh, Takayuki Kameda, Norimichi Takenaka, Hiroshi Bandow, Distribution characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons with particle size in urban aerosols at the roadside in Ho Chi Minh City, Vietnam, *Atmospheric Environment*, Volume 41, Issue 8, pp. 1575-1586. (2007)
- [12] Ondov, J.M., Divita Jr., F.. Size spectra for trace elements in urban aerosol particles by instrumental neutron activation analysis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 167, 247–258 (1993)
- [13] Paatero, P. Least Squares Formulation of Robust, Non-Negative Factor Analysis, *Chemom. Intell. Lab. Syst.* 37:23-35. (1997)
- [14] Minguillón, A. Schembari, M. Triguero-Mas, A. de Nazelle, P. Dadvand, F. Figueras, J.A. Salvado, J.O. Grimalt, M. Nieuwenhuijsen, X. Querol. Source apportionment of indoor, outdoor and personal PM_{2.5} exposure of pregnant women in Barcelona, Spain. *Atmospheric Environment* 59 426-436. M.C. (2012)
- [15] Heiko J. Jahn, Alexander Kraemer, Xiao-Cui Chen, Chuen-Yu Chan, Guenter Engling, Tony J. Ward (2013). Ambient and Personal PM_{2.5} Exposure Assessment in the Chinese Megacity of Guangzhou. *Atmospheric Environment* 74 402-411. (2013)
- [16] Qing Yu Meng, Barbara J. Turpin, Leo Korn, Clifford P. Weisel, Maria Morandi, Steven Colome, Junfeng (Jim) Zhang, Thomas Stock, Dalia Spektor, Arthur Winer, Lin Zhang, Jong Hoon Lee, Robert Giovanetti, William Cui, Jaymin Kwon. Shahnaz Alimokhtari, Derek Shendell, Jennifer Jones, Corice Farrar and Silvia Maberti. Influence of ambient (outdoor) sources on residential indoor and personal PM_{2.5} concentrations: Analyses of RIOPA data. *Journal of Exposure Analysis*

PM_{2.5} personal exposure and sources of population living near 2 environment monitoring stations in Ho Chi Minh city

Vu Xuan Dan, Truong Thanh Canh

Abstract–Air pollution epidemiology studies have found statistically significant associations between particulate matter (PM) concentrations and morbidity, mortality. 24-h personal PM_{2.5} exposures were sampled by PEM_{2.5} (SKC) with flowrate 4 l/minute on teflon filter (Pall). 64 households in Binh Thanh and district 2 (HCM city) were monitored from 7/2007 to 3/2008, repeated 9 times for each household. Elements in particle were analysed by INAA. Software PMF 5,0 (EPA) was used to determine PM_{2.5} sources. PM_{2.5} was also monitored at 2 fixed-site monitor stations, D2 and zoo, during sampled time with the same

24H Personal PM_{2.5} method. Medium PM_{2.5} concentration at fixed-site monitor station was $48,99 \pm 21,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (median: $46,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lower than the ambient standard limit. 24-h personal PM_{2.5} exposure was $64,28 \pm 33,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (median: $58,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$), higher than the ambient standard limit ($p < 0,05$). PM_{2.5} sources were from dust (16,03%), traffic (17,72%), industrial (30,48%), indoor activity (21,03%) and marine (14,74%).

Keywords–PM_{2.5}, personal exposure, INAA, PMF, trace element