

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Bùi Duy Linh

**NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN VÀ ĐẶC ĐIỂM CỦA BỤI MỊN
TRONG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ TẠI KHU VỰC
BIÊN HÒA – TỈNH ĐỒNG NAI**

Chuyên ngành: Khoa học môi trường

Mã số: 9440301.01

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ
KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG**

HÀ NỘI - 2025

Công trình được hoàn thành tại: Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên,
Đại học Quốc Gia Hà Nội

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS.TS. Hoàng Anh Lê
2. TS. Nghiêm Xuân Trường

Phản biện: GS.TS. Vũ Đức Toàn
Trường Đại học Thủy lợi

Phản biện: PGS.TS. Nguyễn Đức Lượng
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

Phản biện: PGS.TS. Lê Thanh Sơn
Viện Khoa học Công nghệ Năng lượng và Môi trường, Viện
HLKH&CNVN

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tiến sĩ
họp tại: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
vào hồi: giờ phút, ngày tháng năm 2025

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam
- Trung tâm Thư viện và Tri thức số, Đại học Quốc gia Hà Nội

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài luận án

Tình trạng ô nhiễm môi trường (ÔNMT) nói chung, ô nhiễm không khí (ÔNKK) nói riêng là vấn đề môi trường nan giải, xảy ra ở hầu khắp quy mô toàn cầu, không ngoại trừ là nước nghèo hay quốc gia giàu có. Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) đưa ra thống kê có đến hơn 90% dân số thế giới hiện đang phải sống trong bầu không khí bị ô nhiễm, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe và chất lượng cuộc sống.

Ngày nay, nguồn và tính chất vật lý của các hạt bụi mịn (kích thước, hình dạng, kết cấu) đã và đang được chú trọng nghiên cứu để tìm hiểu về tác động của chúng đối với môi trường và sức khỏe con người. Gần đây, các nhà khoa học còn phát hiện ra những tác động của các hạt sol khí phụ thuộc rất nhiều vào kích thước hạt của nó, hạt càng nhỏ càng có mức tác động lớn đến sức khỏe con người. Tuy nhiên, rất ít các nghiên cứu về phân bố cấp hạt và đặc biệt chưa có các nghiên cứu về hình thái hạt. Hiện nay, với sự hỗ trợ của khoa học kỹ thuật, các nhà khoa học trên thế giới đã và đang có nhiều nghiên cứu chuyên sâu hơn bằng các công cụ hiện đại như chụp và phân tích mẫu bụi bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét (*Scanning Electron Microscopy - SEM*) cho các kết quả về cấp độ hạt, hình thái và kết cấu của hạt ở độ phân giải cao và đáng tin cậy hơn. Thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai nằm ở khu vực Đông Nam Bộ nước ta là nơi tập chung rất nhiều các khu công nghiệp (KCN) lớn nhỏ khác nhau; vị thế địa lý lại nằm giáp ranh với các thành phố lớn như thành phố Hồ Chí Minh và Bình Dương nên chất lượng không khí (CLKK) chắc chắn đã bị ảnh hưởng. Trong thời gian gần đây, nhiều dự án đã và đang được tiến hành với mục tiêu tẩy độc chất độc màu da cam tại căn cứ quân sự sân bay Biên Hòa cũng phần nào làm phát tán bụi và sol khí vào môi trường với các kích thước lớn nhỏ khác nhau. Xuất phát từ các lý do nêu trên, tôi đã lựa chọn đề tài ***“Nghiên cứu diễn biến và đặc điểm của bụi mịn trong môi trường không khí tại khu vực Biên Hòa - Tỉnh Đồng Nai”***

2. Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu chính của Luận án: Nghiên cứu được diễn biến và các đặc điểm hóa - lý của bụi $PM_{2.5}$ trong môi trường không khí trên địa bàn thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

Để đạt được mục tiêu chính nêu trên, một số *mục tiêu cụ thể* của Luận án được đặt ra như sau:

- Xác định được diễn biến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ theo thời gian và không gian trong không khí trên địa bàn thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.
- Phân tích được các đặc trưng hóa - lý (*nồng độ, phân bố cấp hạt, các nguyên tố, các ions*) của bụi $PM_{2.5}$.
- Ứng dụng công cụ mô hình hóa (*mô hình HYSPLIT, PMF*) để mô phỏng được quỹ đạo di chuyển và xác định cụ thể các nguồn thải tiềm năng đóng góp lượng bụi $PM_{2.5}$ đến CLKK khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của Luận án là bụi $PM_{2.5}$ trong môi trường không khí xung quanh ở khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

2.3. Phạm vi nghiên cứu

- *Phạm vi địa lý:* Khu vực nghiên cứu được thực hiện trên địa bàn thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.
- *Phạm vi thời gian:* Thời gian nghiên cứu của Luận án được thực hiện từ 2020 đến 2024.
- *Phạm vi đặc tính hóa học của $PM_{2.5}$:* Luận án tập trung xác định thành phần hóa học, bao gồm các nguyên tố và ions có trong bụi $PM_{2.5}$ trong môi trường không khí xung quanh ở khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Luận án đã hoàn thiện, bổ sung cơ sở khoa học cho việc xác định mức độ ô nhiễm của bụi $PM_{2.5}$, thành phần vật lý, tính chất hóa học và góp phần đóng góp định danh nguồn thải vào nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong môi trường không khí. Ngoài ra luận án đã tính toán và đưa ra được cảnh báo ảnh hưởng của bụi $PM_{2.5}$ đối với sức khỏe con người đang sinh sống trên địa bàn khu vực nghiên

cứu. Qua đó, luận án đã góp phần vào việc triển khai nghiên cứu toàn diện hơn đối với bụi PM_{2.5} trong môi trường không khí, góp phần hoạch định chính sách quản lý, nâng cao CLKK sạch tại khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

4. Các đóng góp mới của luận án

Kết quả nghiên cứu của Luận án “*Nghiên cứu diễn biến và đặc điểm của bụi mịn trong môi trường không khí tại khu vực Biên Hòa - Tỉnh Đồng Nai*” được hoàn thành với một số đóng góp mới như sau:

- Luận án đã ứng dụng thành công phương pháp kính hiển vi điện tử quét (*Scanning Electron Microscopy - SEM*) để phân tích chi tiết cấp độ hạt, hình thái học và kết cấu vi mô của các hạt bụi mịn PM_{2.5} thu được trên khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.
- Phân tích được đặc trưng về thành phần hóa học của bụi PM_{2.5} để ứng dụng thành công công cụ mô hình hóa (*HYSPLIT, PMF*) nhằm mô phỏng quỹ đạo di chuyển và xác định cụ thể các nguồn đóng góp lượng bụi PM_{2.5} đến CLKK khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

5. Bố cục của luận án

Luận án bao gồm 155 trang, 15 bảng, 48 hình, 194 tài liệu tham khảo và 12 Trang phụ lục. Bố cục của Luận án bao gồm 3 chương (*không kể phần mở đầu, kết luận và kiến nghị, tài liệu tham khảo và phụ lục*); Cụ thể: **Chương 1:** Trình bày tổng quan chung về hiện trạng ô nhiễm không khí bởi bụi PM_{2.5} đã được nghiên cứu ở trong và ngoài nước, các đặc trưng về hóa-lý của bụi PM_{2.5}; **Chương 2:** Trình bày các phương pháp nghiên cứu được sử dụng để hoàn thành nội dung Luận án; và **Chương 3:** Kết quả nghiên cứu đã được thực hiện của Luận án;

Chương 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1 Tổng quan về hiện trạng và các đặc trưng của bụi mịn PM_{2.5}

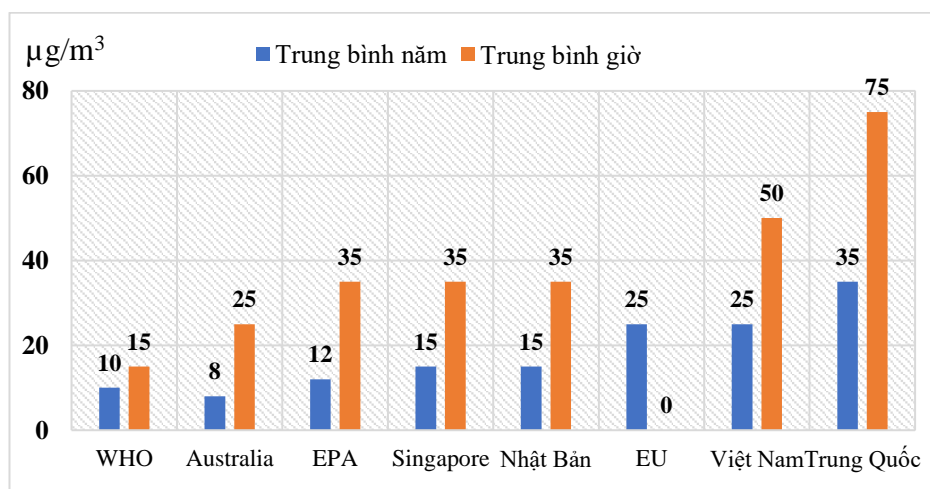
Theo Tổng cục Môi trường - Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam [1]:

Bụi là tên chung cho các hạt chất rắn và hạt lỏng có đường kính nhỏ cỡ vài micrômét đến nửa milimét, tự lắng xuống theo trọng lượng của chúng

nhưng vẫn có thể lơ lửng trong không khí một thời gian:

- Bụi lơ lửng tổng số (TSP): là các hạt bụi có đường kính động học $\leq 100\mu\text{m}$.
- Bụi PM_{10} : là các hạt bụi có đường kính động học $\leq 10\mu\text{m}$.
- Bụi $\text{PM}_{2.5}$: là các hạt bụi có đường kính động học $\leq 2,5\mu\text{m}$
- Bụi $\text{PM}_{1.0}$: là các hạt bụi có đường kính động học $\leq 1\mu\text{m}$
- Bụi $\text{PM}_{0.5}$: là các hạt bụi có đường kính động học $\leq 0,5\mu\text{m}$
- Bụi $\text{PM}_{0.1}$: là các hạt bụi có đường kính động học $\leq 0,1\mu\text{m}$.

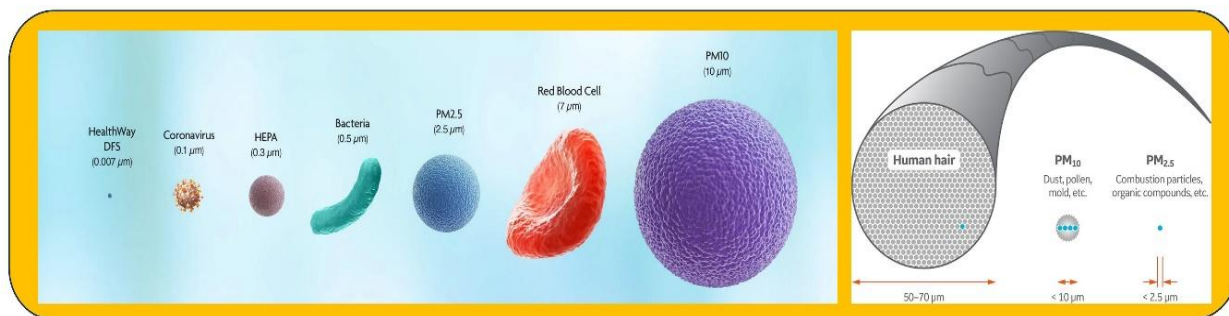
Trong quản lý nhà nước về môi trường, nồng độ bụi $\text{PM}_{2.5}$ trong không khí được quản lý, đánh giá bằng các giá trị nồng độ tối đa cho phép. Quy định về các giá trị giới hạn nồng độ bụi (trung bình giờ và trung bình năm) trong không khí xung quanh của thế giới và Việt Nam được trình bày trong Hình 1.2. Quy định về giới hạn nồng độ bụi mịn ở Việt Nam chỉ thấp hơn Trung Quốc, nhưng cao hơn rất nhiều so với tiêu chuẩn các quốc gia khác, đặc biệt khi so sánh với giá trị khuyến cáo của WHO.



Hình 1.1: Quy định về giới hạn nồng độ bụi $\text{PM}_{2.5}$ ở Việt Nam, một số quốc gia và các tổ chức khác trên thế giới.

Các hạt trong khí quyển có sự khác biệt về kích thước, thành phần và nguồn gốc. Hình 1.4 so sánh tương quan kích thước của hạt bụi $\text{PM}_{2.5}$ đối với sợi tóc con người ($50 - 70 \mu\text{m}$) và các cấp độ hạt khác nhau. Đường kính của hạt cát biển vào khoảng $90 \mu\text{m}$, lớn hơn gấp 9 lần kích thước hạt bụi PM_{10} , lớn hơn khoảng 40 lần so với kích thước hạt bụi $\text{PM}_{2.5}$. Kích thước hạt bụi

PM_{2.5} nhỏ hơn 3 lần so với tế bào hồng cầu (khoảng 7 μm) (Hình 1.4).

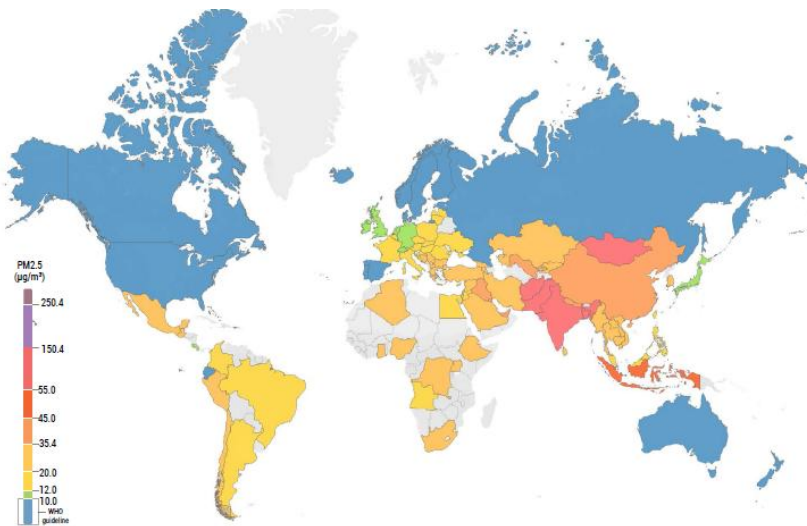


Hình 1.4: Tương quan về kích thước hạt của bụi PM_{2.5} và các thành phần khác

1.2. Tình hình nghiên cứu trên thế giới và trong nước về vấn đề ô nhiễm bụi mịn PM_{2.5}

WHO báo cáo rằng hơn 90% người dân trên toàn thế giới sống ở các khu vực vượt quá tiêu chuẩn PM_{2.5} tiếp xúc với PM_{2.5} đã góp phần gây ra 4,58 triệu ca tử vong trên toàn cầu vào năm 2017.

Mức độ phơi nhiễm PM_{2.5} trung bình theo quốc gia (Hình 1.13) cho thấy các quốc gia và khu vực ở Đông Á, Đông Nam Á và Nam Á có nồng độ PM_{2.5} trung bình hàng năm cao nhất tính theo dân số. Các quốc gia và khu vực màu xám chỉ ra rằng những địa điểm này không có đủ dữ liệu PM_{2.5} cho năm 2019. Thủ đô Delhi của Ấn Độ có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình lớn nhất thế giới với 98,6 μg/m³. Thủ đô Hà Nội của Việt Nam đứng thứ 7 với hàm lượng bụi PM_{2.5} trung bình là 46,9 μg/m³. Nhìn chung vấn đề ô nhiễm bụi mịn đa phần nằm ở các thành phố ở khu vực Châu Á nơi có mật độ dân số đông và là các nước thuộc nhóm đang phát triển. Do đó, các nghiên cứu, công bố về vấn đề này được tập chung ở các nước Châu á được thể hiện rõ qua các nghiên cứu trong nước và thế giới.



Hình 1. 2: Bản đồ toàn cầu về nồng độ bụi PM_{2.5} ước tính theo quốc gia / khu vực vào năm 2019

1.2.1. Các nghiên cứu trên thế giới

PM_{2.5} đã được xác định là một trong những thành phần chính trong không khí toàn cầu, thông số ô nhiễm trong giám sát CLKK với những tác động tiêu cực về sức khỏe con người và môi trường. Những tác động này là được cho là do sự vận chuyển tầm xa của PM_{2.5} và quỹ đạo di chuyển phức tạp của chúng [66, 96, 174], tính chất hóa lý của hạt bụi [66, 97], điều kiện khí tượng và điều kiện địa hình [98, 99]. Trong nghiên cứu tại 29 nước thuộc Châu Âu, tỷ lệ mắc các bệnh về đường hô hấp tăng 0,58% khi nồng độ PM₁₀ tăng thêm 10 µg/m³ trong khi tỷ lệ mắc bệnh về hô hấp do PM_{2.5} gây ra lại tăng đến 8% khi nồng độ của chất này tăng thêm 10 µg/m³ [176]. PM_{2.5} và PM₁₀ có khả năng làm tăng tỉ lệ bệnh tim mạch vành hơn là những chất ô nhiễm dạng khí, tỉ lệ tử vong do bệnh tim mạch vành từ PM_{2.5} và PM₁₀ tăng 12% khi tăng thêm 10 µg/m³ mỗi loại, nguy hiểm gấp 4 lần so với SO₂, 3 lần so với NO₂ và CO (carbon monoxide) và 2 lần đối với O₃ (ozone) [179]. Riêng PM_{2.5} làm tăng tỷ lệ mắc bệnh thiếu máu cơ tim lên 9,6% [182]. Theo ước tính, trên thế giới, 3% khả năng gây ung thư phổi và 5% dẫn đến tử vong là do bụi [12]. Trong khi đó các thành phần trên bụi, đặc biệt là các thành phần có độc tính cao sẽ làm gia tăng rủi ro đến sức khỏe con người. Theo Cơ quan nghiên cứu Ung thư Quốc tế (IARC) công bố: As, Cd và Cr (IV) là các nguyên tố thuộc nhóm 1 của tác nhân gây ung thư, Pb và Co được xếp vào nhóm có thể gây

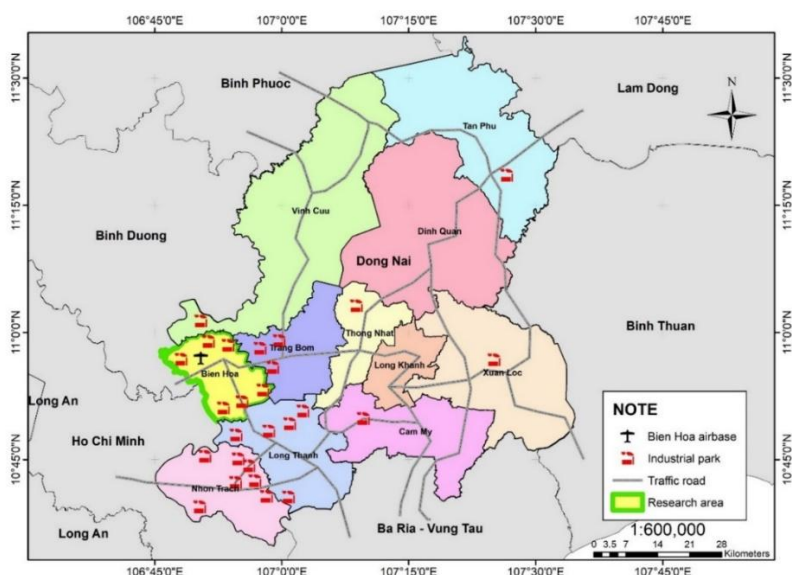
ung thư (nhóm 2A) và Ni thuộc nhóm 2B trong số các chất gây ung thư [101]. Trong nghiên cứu tại Nhật bản kết quả đánh giá sức khỏe con người tiết lộ thêm rằng trẻ em sống tại địa điểm lấy mẫu phải đối mặt với nguy cơ không gây ung thư nghiêm trọng ($HI = 7,8$) và nguy cơ gây ung thư vừa phải ($CR = 1,2 \times 10^{-4}$) và kết quả cho rằng rủi ro bởi ăn uống qua đường miệng là con đường phơi nhiễm quan trọng nhất, tiếp theo là tiếp xúc qua da và con đường hít thở từ đó đưa ra khuyến cáo là cần tăng cường kiểm soát nguồn kim loại có nguy cơ cao gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người [102].

1.2.2. Các nghiên cứu ở Việt Nam

Việt Nam xếp thứ 21 trên thế giới về ô nhiễm bụi mịn năm 2020, với nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm là $28,1 \mu g/m^3$. Con số này gấp gần 1,15 lần giá trị cho phép theo quy chuẩn Việt Nam (QCVN 05:2023) và gấp 2,8 lần mức khuyến nghị của WHO ($10 \mu g/m^3$). Tại các thành phố lớn như Hà Nội, Huế, Đà Nẵng và TP.HCM đều ô nhiễm bụi mịn vượt quy chuẩn Việt Nam và hướng dẫn an toàn của WHO trong năm 2020 [2]. Đặc biệt vừa qua vào tháng 12/2023 Thành phố Hà Nội được ghi nhận là thành phố có chất lượng không khí ô nhiễm nhất thế giới mặc dù theo thống kê trước đó vào năm 2019 đứng thành phố chỉ đứng thứ 7 trên thế giới. Điều đó cho thấy mức độ ô nhiễm tại nước ta ngày càng nghiêm trọng và ảnh hưởng lớn đến sức khỏe con người. Hiện nay, ở Việt Nam đã có các trạm quan trắc tự động về chỉ số bụi $PM_{2.5}$ tuy nhiên các trạm này mới chỉ phản ánh được nồng độ bụi mịn tại các vị trí được đo mà chưa thể cho một cái nhìn chính xác về mức độ nguy hiểm của các hạt bụi đối với sức khỏe con người bởi các đặc tính hóa lý của các hạt bụi đó gây ra. Mức độ nguy hiểm của các hạt $PM_{2.5}$ được xác định bởi các tính chất vật lý và tính chất hóa học của chúng [3]. Tính chất vật lý bao gồm nồng độ, số lượng hạt, diện tích bề mặt, phân bố kích thước và hình thái học. Trong đó chỉ có nồng độ của bụi có thể sử dụng phương pháp đo trực tiếp còn lại các đặc điểm khác chúng đều phải sử dụng các phương pháp phù hợp để xác định. Các nghiên cứu về tính chất hóa học của bụi $PM_{2.5}$ hầu hết cũng được thực hiện hoàn toàn trong phòng thí nghiệm. Do đó, để nghiên cứu được toàn bộ đặc tính hóa lý của chúng thì lấy mẫu hiện trường là cần thiết.

1.3. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Biên Hòa là một thành phố công nghiệp và là tỉnh lỵ của tỉnh Đồng Nai, thuộc vùng Đông Nam Bộ, Việt Nam. Thành phố Biên Hòa là đô thị loại I, là đầu mối giao thông quan trọng của vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, có sông Đồng Nai chảy qua, cách thủ đô Hà Nội 1.684 km, cách trung tâm Thành phố Hồ Chí Minh 30 km, cách thành phố Vũng Tàu 90 km. Biên Hòa là thành phố trực thuộc tỉnh có dân số đông nhất cả nước. Dân số sinh sống và làm việc ở đây tương đương với 2 thành phố trực thuộc trung ương là Đà Nẵng và Cần Thơ và cao hơn dân số của 37 tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương. Trên địa bàn thành phố có các tuyến quốc lộ như Quốc lộ 1A (chiều dài đi qua là 13 km), Quốc lộ 1K (chiều dài đi qua là 14 km và Quốc lộ 51 (chiều dài đi qua là 16 km).



Hình 1.15. Bản đồ khu vực nghiên cứu

Chương 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của Luận án là bụi mịn ($PM_{2.5}$) trong môi trường không khí xung quanh ở khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

1.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tổng hợp tài liệu

Thu thập tài liệu liên quan đến nội dung nghiên cứu trên thế giới và trong

nước. Các nghiên cứu quốc tế và trong nước được thu thập bao gồm tổng quan về khái niệm, đặc điểm, tính chất hóa - lý và nguồn gốc phát sinh bụi PM_{2.5}, hiện trạng xu hướng biến động và các yếu tố ảnh hưởng, các phương pháp xác định nguồn gốc bụi của PM_{2.5}.

2.2.2. Phương pháp quan trắc mẫu bụi PM_{2.5}

Sau khi khảo sát tình hình thực tế vị trí lấy mẫu được đặt trên nóc nhà dân ở độ cao khoảng 10m so với mặt đất các vị trí này đều thỏa mãn các yêu cầu về độ cao vị trí đặt mẫu, khoảng cách vật cản, khoảng cách đến các cây xung quanh và đặc biệt đảm bảo về độ an toàn của máy trong suốt thời gian thực hiện nghiên cứu. Lắp đặt thiết bị xong, thiết bị sẽ lấy mẫu theo từng ngày. Sau mỗi ngày lấy mẫu sẽ tiến hành thu mẫu và thay giấy lọc mới, liên tục như vậy cho tới khi kết thúc lấy mẫu. Trong quá trình lấy mẫu cần quan sát các điều kiện xung quanh ảnh hưởng tới việc lấy mẫu. Tất cả những ảnh hưởng hay những điều kiện ngoại cảnh bất thường đều phải ghi lại vào nhật ký lấy mẫu để từ đó đánh giá kết quả mẫu bụi thu được chính xác hơn. Các mẫu bụi PM_{2.5} được thu nhận bằng máy lấy mẫu bụi thể tích lớn TE-1000DBLX (Tisch Environment, Inc.) (Hình 2.2), tốc độ dòng khí hút vào 200 L/phút với tổng thể tích thu được dao động từ 250 – 280 m³/mẫu, chất liệu giấy lấy lọc Quartz đã được sử dụng để lấy mẫu.



Hình 2. 2: Máy lấy mẫu thể tích lớn TE -1000DBLX

2.2.3. Phương pháp xác định nồng độ bụi PM_{2.5}

Nồng độ bụi trung bình một ngày đêm (24h) được tính bằng công thức (2.1) như sau:

$$C = \frac{M_2 - M_1}{V} \quad (2.1)$$

Trong đó:

C: Nồng độ bụi trung bình một ngày đêm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

M_1 : Khối lượng giấy lọc trước khi lấy mẫu (μg).

M_2 : Khối lượng [giấy lọc + bụi $\text{PM}_{2.5}$] sau khi lấy mẫu (μg).

V: Tổng thể tích dòng khí lấy mẫu trong suốt thời gian lấy mẫu (m^3).

2.2.4. Phương pháp xác định phân bố cấp độ hạt trong mẫu bụi $\text{PM}_{2.5}$

Trong nghiên cứu này để quan sát hình dạng, số lượng hạt trong các mẫu $\text{PM}_{2.5}$ được tiến hành phân tích bằng SEM (*S-4800, Hitachi, Tokyo, Nhật Bản*) tại Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST). Các hình ảnh đã được chụp với các độ phóng đại khác nhau dưới SEM được tiến hành phân tích cấp hạt dựa trên với phần mềm ImageJ để cung cấp thông tin về hình thái bề mặt và phân bố kích thước của chúng.

2.2.5. Xác định tính chất hóa học của bụi $\text{PM}_{2.5}$

a, Xác định nồng độ ions

Quy trình xác định thành phần ion của mẫu bụi được thực hiện theo các bước chính là chiết mẫu và phân tích mẫu. Quy trình chiết mẫu được thực hiện như sau:

- Lấy $\frac{1}{4}$ giấy lọc cắt nhỏ, cho vào ống phá và dán nhãn (sử dụng ống nhựa 10ml sạch khô)
- Lấy mẫu giấy bụi thu được cho vào trong ống, sau đó thêm 10ml nước cất 2 lần đã lọc qua màng lọc $0,45\mu\text{m}$.
- Mang ống mẫu thu được đi siêu âm trong thời gian 30 phút, mục đích rung siêu âm làm hòa tan hoàn toàn các ion từ bụi trên giấy lọc và nước.
- Sau khi siêu âm ống mẫu xong, sử dụng màng lọc $0,45\mu\text{m}$ để hút mẫu cho vào ống đựng trong khay mẫu (ghi rõ thứ tự các mẫu đựng trong khay mẫu để tránh nhầm lẫn số liệu).

Nguyên tắc: Phân tích ion được thực hiện bằng máy sắc ký ion IC Vp10

Shimadzu. Phát hiện cation được thực hiện trên cột Shim Park SC. Pha động là dung dịch HNO_3 0,02 mol/L, ở tốc độ dòng 0,75 ml/ phút. Anion được phát hiện bằng cách sử dụng cột tách Shim Park SA. Pha động là hỗn hợp dung dịch 1mmol/L Na_2CO_3 và 2,7 mmol/L NaHCO_3 với tốc độ dòng 0,75ml/phút.

b, Xác định nồng độ kim loại

Phương pháp phân tích thành phần nguyên tố trong nghiên cứu này được thực hiện bởi hai bước chính, bao gồm phá mẫu và phân tích bằng thiết bị ICP - MS. Quy trình phá mẫu được thực hiện theo phương pháp IO - 3.1. Quy trình phá mẫu được thực hiện như sau:

- Cắt nhỏ 1/2 mẫu cho vào ống phá mẫu teflon và bổ sung 10 ml dung dịch phá mẫu (5,55% HNO_3 / 16,75% HCl).
- Đưa ống phá mẫu vào thiết bị lò vi sóng MLS - ETHOS UP để đẩy nhanh quá trình phá mẫu. Mẫu được đẩy nhanh quá trình phá mẫu với tổng thời gian là 35 phút và ở nhiệt độ 180°C .
- Đợi 30 phút, chú ý không để khô mẫu. Sau đó bỏ ra để nguội.
- Rửa thành ống phá mẫu bằng nước cất de ion. Sau đó cho thêm 10 ml nước cất rồi để yên ít nhất 30 phút. Bước này không nên bỏ qua vì axit sẽ khuếch tán vào giấy lọc, giúp cho quá trình rửa được hiệu quả.
- Lọc dung dịch vào các ống định mức bằng giấy lọc 0,45 μm . Đóng chặt nắp ống và bảo quản lạnh đến khi phân tích.
- Lọc dung dịch mẫu vừa chiết với màng lọc 0,2 μm

Dung dịch thu được sau khi phá mẫu được đem đi phân tích trên thiết bị ICP - MS theo phương pháp IO - 3.5 tại phòng thí nghiệm phân tích Môi trường - Phân viện Hóa Môi trường Trung tâm Nhiệt đới Việt Nga.

2.2.6. Phương pháp mô hình hóa

2.2.6.1. Mô hình HYSPLIT

Cụ thể trong nghiên cứu này, Mô hình HYSPLIT được sử dụng để khảo sát quỹ đạo ngược của sự phân tán bụi $\text{PM}_{2.5}$ qua vị trí lấy mẫu khảo sát với thời gian 96 giờ ở độ cao điểm tiếp nhận là 100m. Dữ liệu khí tượng được sử dụng phân tích này là dữ liệu khí tượng NCEP/NCAR được phân tầng theo chiều dọc theo mười bảy mức áp suất (10 -1000 hPa) và xếp chồng lên nhau

theo chiều ngang trên lưới kinh độ - vĩ độ chiều toàn cầu $2,5^0$ với độ phân giải thời gian là 6 giờ trong khoảng thời gian khảo sát ở hai mùa (mùa mưa và mùa khô) được thực hiện. Gần đây, bộ dữ liệu khí tượng phân tích lại NCEP/NCAR đã được nhiều công trình tương tự trong khu vực sử dụng. Để xác định nguồn gốc khối khí đã ảnh hưởng đến khu vực trong thời gian thực hiện thu thập các mẫu thì phương pháp phân tích quỹ đạo ngược có trọng số nồng độ (Concentration Weighted Trajectory - CWT) và phân tích cụm quỹ đạo (Trajectory Clustering) đã được sử dụng

2.2.6.2. Mô hình PMF

Để nhận diện nguồn phát sinh các chất gây ô nhiễm và định lượng phần đóng góp của chúng, các mô hình thống kê áp dụng cho vị trí quan trắc – địa điểm đặt thiết bị thu mẫu đều phải dựa vào quy luật bảo toàn khối lượng (hàm lượng bụi khó trong mẫu thu góp tại vị trí quan trắc phải bằng tổng hàm lượng bụi khí từ các nguồn thành phần khả dĩ đóng góp vào) và được thể hiện theo phương trình:

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^p a_{ik} f_{kj} \quad (i = 1 \div n, j = 1 \div m, k = 1 \div p)$$

Trong đó: a_{ik} (ng/mg) là phần khối lượng của nguồn k đóng góp vào mẫu thứ i

f_{kj} (mg/m³) là phần khối lượng của nguyên tố thứ j trong nguồn k

p là số nguồn thành phần

2.2.6.3. Xác định rủi ro phơi nhiễm đối với sức khỏe con người

Các đối tượng được chia thành hai nhóm (người lớn và trẻ em) dựa trên khả năng phơi nhiễm của từng đối tượng. Đánh giá phơi nhiễm là một phương pháp cảnh báo rủi ro theo thời gian con người tiếp xúc với các chất trong môi trường và trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành đánh giá qua con đường hít thở. Chỉ số rủi ro được tính qua các công thức dưới đây:

Nồng độ tiếp xúc qua đường hô hấp được (EC_i – đơn vị là $\mu\text{g}/\text{m}^3$) được tính bằng công thức:

$$EC_i^{inh} = \frac{CA_i \times ET \times EF \times ED}{AT} \quad (2.2)$$

Liều lượng hấp thụ qua da khi (DAD_i – đơn vị mg/kg/ngày) được tính bằng công thức số (2.3):

$$DAD_i^{der} = \frac{CA_i \times SA \times AF \times ABS \times EF \times ED \times CF}{BW \times AT} \quad (2.3)$$

Chỉ số nguy hiểm gây ung thư (HQ) được tính toán như thể hiện trong các phương trình (2.4) - (2.5)

$$HQ_{der} = \frac{DAD_i^{der}}{RfD_i^{der} \times ABS} \quad (2.4)$$

$$\text{Tổng chỉ số nguy hiểm gây ung thư: } HI = \sum HQ_i \quad (2.5)$$

Nguy cơ gây ung thư (CR) của các kim loại độc hại thông qua ba cách tính được dựa trên các phương trình từ (2.6) – (2.7)

$$CR_{inh} = EC_i^{inh} \times IUR \quad (2.6)$$

$$CR_{inh} = \frac{DAD_i^{der} \times RfD_i^{der}}{ABS} \quad (2.7)$$

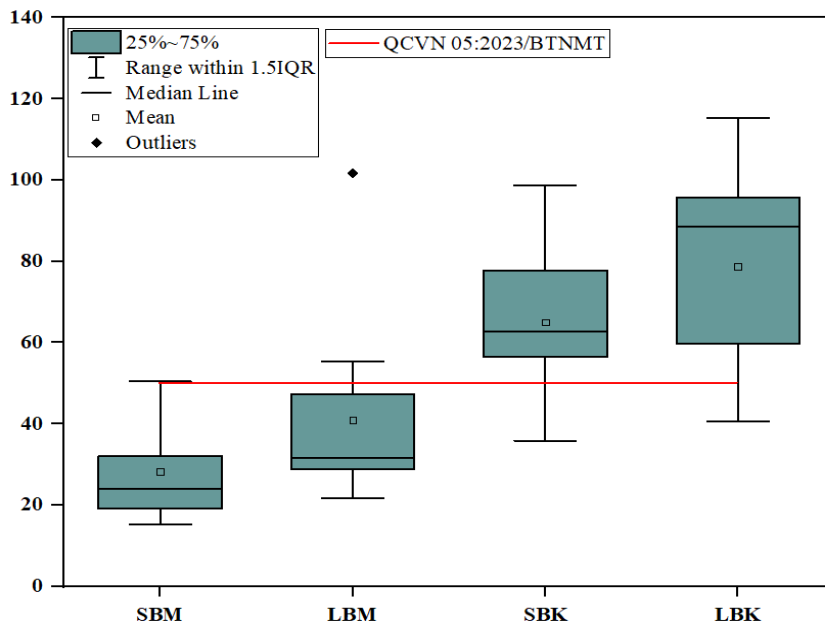
$$\text{Tổng chỉ số rủi ro gây ung thư: } TCR = \sum CR_i \quad (2.8)$$

Chỉ số nguy hiểm (HI) sẽ bằng tất cả các HQ của các nguyên tố cộng lại, từ đó đánh giá các tác động nguy hiểm gây tác động mãn tính của các rủi ro không gây ung thư. Khi cả hai $HQ \leq 1,0$ và $HI \leq 1,0$ thì không có nguy cơ đáng kể về các tác động mãn tính. Ngược lại, $HQs > 1$ hoặc $HI > 1$ cho thấy khả năng xuất hiện các bệnh mãn tính. Giá trị nguy cơ gây ung thư TCR cho thấy khả năng bị tác nhân gây ung thư do các kim loại gây nên và được chia thành 5 bậc bao gồm: rất thấp ($TCR \leq 10^{-6}$), thấp ($10^{-6} \leq TCR \leq 10^{-4}$), trung bình ($10^{-4} \leq TCR \leq 10^{-3}$), cao ($10^{-3} \leq TCR \leq 10^{-1}$) và rất cao $TCR \geq 10^{-1}$.

Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tại Thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai

Hình 3. 7 cho thấy các giá trị đều nằm trong khoảng giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất chỉ có duy nhất 1 mẫu thuộc vị trí LBM có giá trị ngoại biên cao đột biến với nồng độ là $101,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Giá trị trung bình của mùa mưa đều dưới ngưỡng QCVN 05: 2023/BTNMT và hoàn toàn ngược lại đối với các mẫu thu nhận được vào mùa khô có đến hơn 50% các giá trị thu nhận được ở cả 2 địa điểm đều cao hơn ngưỡng QCVN cho phép trong thời gian 24h là $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

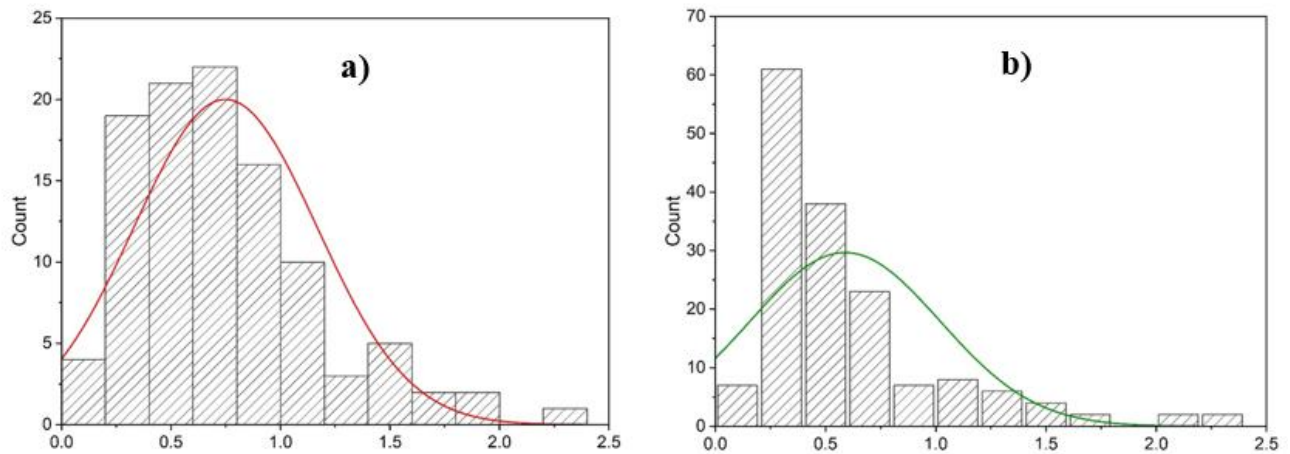


Hình 3.7: Các giá trị nồng độ của mùa mưa và mùa khô

3.2. Các đặc điểm hóa – lý của bụi PM_{2.5} tại Thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai

3.2.1. Phân cấp độ hạt trong mẫu bụi PM_{2.5}

Hình 3.13 biểu diễn phân bố cấp độ hạt trong các mẫu bụi mịn PM_{2.5} thu nhận được sau khi chụp ảnh SEM và xử lý bằng phần mềm ImageJ. Kết quả cho thấy mẫu bụi mịn thu được cấp độ hạt có đường kính khí động học trong khoảng 2,0 - 2,5 μm chiếm tỷ lệ rất ít. Thậm chí với cấp độ hạt 1,0 - 2,0 μm cũng chiếm tỷ lệ không cao. Cấp độ hạt chủ yếu là những hạt bụi siêu mịn có đường kính khí động học $\leq 1,0 \mu\text{m}$. Điều này hoàn toàn phù hợp với kết quả chụp hình thái bề mặt của mẫu vật bụi mịn PM_{2.5} đã đề cập ở trên. Bước đầu có thể nhận định rằng hàm lượng bụi mịn PM_{2.5} ở khu vực này có đóng góp chủ yếu từ nguồn phát tán từ xa, bên ngoài địa bàn nghiên cứu. Những hạt bụi siêu mịn như vậy có khả năng phát tán rất xa nguồn phát thải và di chuyển đến khu vực nghiên cứu [4]. Tuy nhiên để có bằng chứng khoa học một cách rõ ràng hơn, xác thực hơn thì chúng ta vẫn cần các nghiên cứu bổ sung như phân tích nguồn đóng góp (bằng cách phân tích hàm lượng nguyên tố, ion trên mẫu bụi) và sử dụng các phần mềm truy tìm quỹ đạo di chuyển các chất ÔNKK dưới dạng mô hình nơi tiếp nhận.

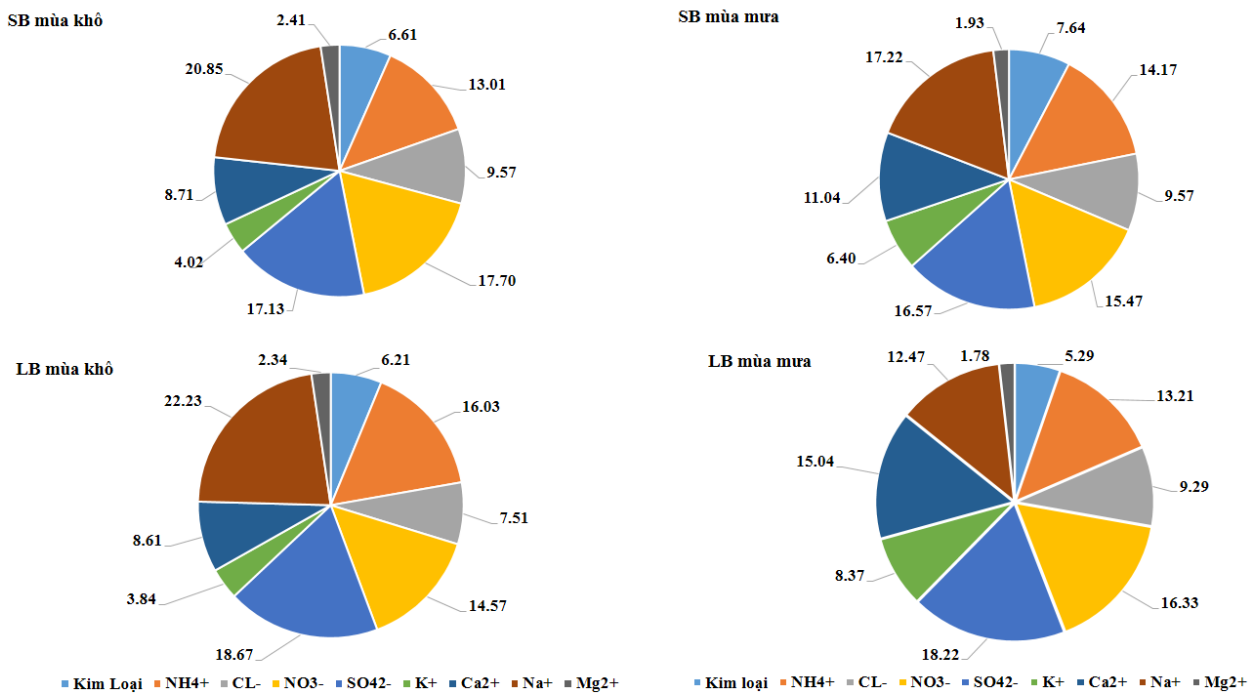


Hình 3.13. Tỷ lệ phần trăm các khoảng hạt chia trong kích thước ở vị trí SB trong giai đoạn 1 (a) và giai đoạn 2 (b).

3.2.2. Đặc tính hóa học của bụi PM_{2.5}

3.2.2.1. Thành phần kim loại trong bụi PM_{2.5}

Trong nghiên cứu này đã phân tích được 11 kim loại và 8 ion chính. Kết quả phân tích cho thấy các kim loại có nồng độ cao chủ yếu là các kim loại đến từ vỏ trái đất. Nồng độ các kim loại và ions có sự biến động theo mùa bằng chứng cho thấy nồng độ vào mùa khô cao hơn so với mùa mưa đặc biệt nồng độ trung bình Cd vào mùa khô cao gấp 20 lần so với khuyến nghị của WHO hướng dẫn về giới hạn nồng độ trung bình hàng năm đối với đối với Cd là 0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tổng độ các kim loại thu được chiếm 5,29 - 7,64% nồng độ các chất đã phân tích được trong bụi bụi và Cation chiếm tỷ lệ phần trăm lớn nhất là Na^+ chiếm 12,47 - 22,23% và anion chiếm tỷ lệ lớn nhất là SO_4^{2-} là từ 16,57 - 18,67%. Qua đó cho thấy các ion chiếm tỷ lệ phần trăm lớn trong các mẫu bụi đã thu nhận được. Bước đầu nhận định ngoài các nguồn trên đất liền còn có các nguồn từ môi trường biển đã ảnh hưởng đến khu vực.



Hình 3.18 : Tỷ lệ phần trăm của kim loại và các ion theo từng mùa

3.3. Kết quả mô hình hóa xác định quỹ đạo di chuyển và xác định nguồn đóng góp bụi mịn PM_{2.5} đến chất lượng không khí thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

3.3.1. Mô hình quỹ đạo di chuyển HYSPLIT

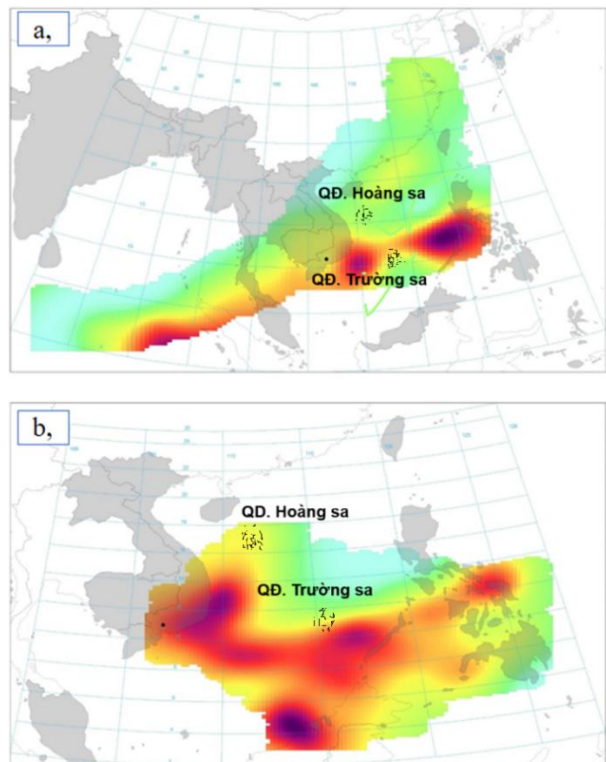
- Mùa mưa

Từ hình 3.20a cho thấy nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình của các cụm đều thấp hơn nồng độ trung bình của các cụm vào mùa khô, và phần trăm các cụm quỹ đạo này dao động từ 10,3% đến 34,5%. Các khối khí trên đều mang theo các chất ô nhiễm đến khu vực nghiên cứu. Cụm có phần trăm lớn nhất là cụm C4 chiếm 34,5% và có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình ở cụm này 44,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cũng là cụm đóng góp nồng độ trung bình lượng bụi PM_{2.5} là cao nhất. Cụm này theo như trên hình 3.20a cho thấy xuất phát từ nước Malaysia và Brunei đi qua Biển đông có thể đã kết hợp với các chất thải từ các hoạt động vận chuyển tàu bè trên biển đã đem đến một lượng chất ô nhiễm khá lớn đến khu vực nghiên cứu

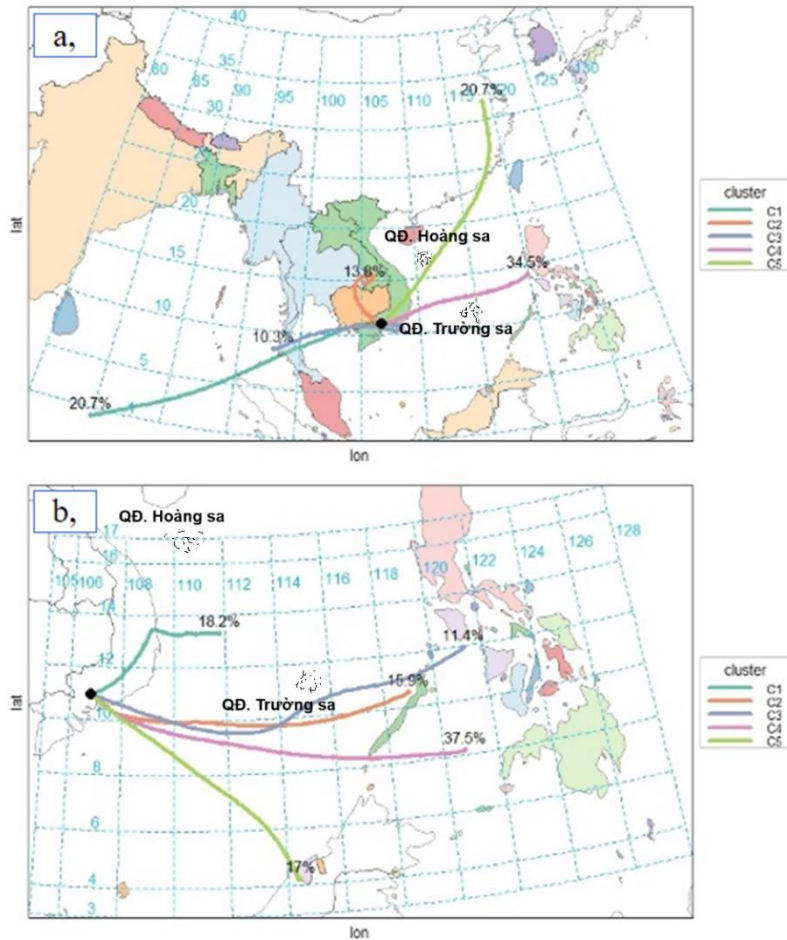
- Mùa khô

Các cụm quỹ đạo mùa khô được thể hiện như hình 3.20b được mô hình HYSPLIT chia thành 5 cụm chính ảnh hưởng đến CLKK. Kết quả cho thấy

có tới 3 cụm chất ô nhiễm xuất phát từ các quần đảo thuộc Philippines là các cụm C2, C3, C4 chiếm phần trăm lần lượt là 15,9% ; 11,4% và 37,4%, tương ứng nồng độ trung bình kèm theo các cụm đem đến 49,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 98,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và 37,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ trong đó có cụm C3 cao hơn khoảng 2 lần so ngưỡng so với QCVN 05:2023/BTNMT (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hiện nay, việc ảnh hưởng chất lượng môi trường không khí tại khu vực cũng là vấn đề được các nhà khoa học quan tâm. Các hạt bụi mịn $\text{PM}_{2.5}$ có thể phát tán rất xa nguồn phát thải và đi đến khu vực nghiên cứu. Các cụm xuất phát từ Philippines đến Biển Đông kèm theo các chất thải từ các hoạt động hàng hải trên biển vào tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu nơi tập trung rất nhiều nguồn tiềm ẩn lượng phát thải bụi lớn như: Nhà máy sản xuất thép, xi măng và nhiệt điện và thời gian các nhà máy kể trên đã trở lại hoạt động sau thời gian chịu ảnh hưởng bởi đại dịch Covid – 19 do bị giãn cách và thiếu nhân công tại các nhà máy.



Hình 3.19: Kết quả CWT của bụi $\text{PM}_{2.5}$ đối với mùa mưa (a) và mùa khô (b)

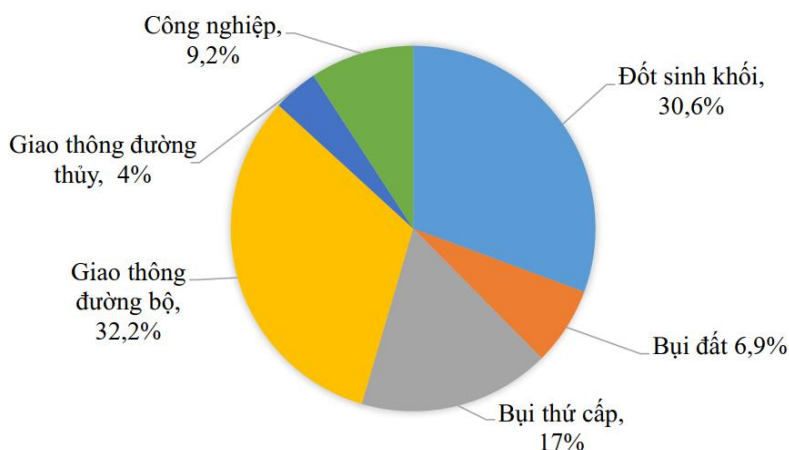


Hình 3.20: Kết quả phân cụm đối với mùa mưa (a) và mùa khô (b)

3.3.2. Kết quả mô hình xác định nguồn PMF

Qua các kết quả phân tích của mô hình cho thấy tại khu vực nghiên cứu đã bị ảnh hưởng bởi địa bàn và các nguồn phát thải tầm xa như chất ô nhiễm xuyên biên giới, giao thông đường thủy bởi các hạt được tìm thấy có kích thước vô cùng nhỏ nên chúng có khả năng di chuyển rất xa đã được đề cập đến bởi trọng số nồng độ của bụi $PM_{2.5}$ được đưa ra bởi mô hình HYSPLIT (Hình 3.19 và Hình 3.20). Tại thành phố Biên Hòa là một khu vực tập chung rất nhiều các KCN, mật độ dân số lớn nhất cả nước và tiếp giáp với rất nhiều các tỉnh thành phố lớn như Bình Dương và thành phố Hồ Chí Minh các mẫu bụi thu được tiến hành mô hình PMF để định danh các nguồn thải đã ảnh hưởng đến chất lượng không khí trong thời gian lấy mẫu thu được các kết quả như sau: Nguồn thải từ giao thông và đốt sinh khối là hai nguồn đóng góp lớn nhất vào nồng độ $PM_{2.5}$ ở khu vực nghiên cứu, với đóng góp lần lượt là 32,2% và 30,6%. Điều này có thể lý giải bởi trong thời gian nghiên cứu là

ngay sau thời điểm giãn cách của đại dịch Covid - 19 đã có diễn biến xấu ảnh hưởng rất nhiều đến đời sống người dân và người lao động dẫn đến các hoạt động sản xuất, các KCN lớn nhỏ khi hoạt động trở lại đều rơi vào tình trạng thiếu công nhân và chưa thể hoạt động trở lại nên vào thời gian này chỉ có các hoạt động giao thông của người dân, phương tiện giao thông vận chuyển từ các khu công nghiệp, phục vụ cho công tác phòng chống dịch bệnh và các hoạt động xử lý rác thải y tế, rác thải do con người tạo ra và các lò hỏa táng người đã bị thiệt mạng bởi dịch bệnh gây ra đều quá tải vào lúc này. Chính vì vậy, Điều này dẫn đến sự đóng góp lớn tại khu vực nghiên cứu vào thời gian này chủ yếu là nguồn từ giao thông và hoạt động đốt sinh khối. Đồng thời cũng là nguyên nhân dẫn đến tỷ lệ phần trăm đóng góp của hoạt động công nghiệp không quá lớn chỉ với 9,2%. Tiếp đến là các nguồn như giao thông đường thủy, bụi đất và bụi thứ cấp có giá trị lần lượt là 4,0%, 6,9% và 17%.



Hình 3.27: Phần trăm đóng góp của các nhân tố đến nồng độ bụi PM_{2.5}

3.4. Đánh giá rủi ro ảnh hưởng đến sức khỏe con người

3.4.1. Xác định các kim loại đã được làm giàu

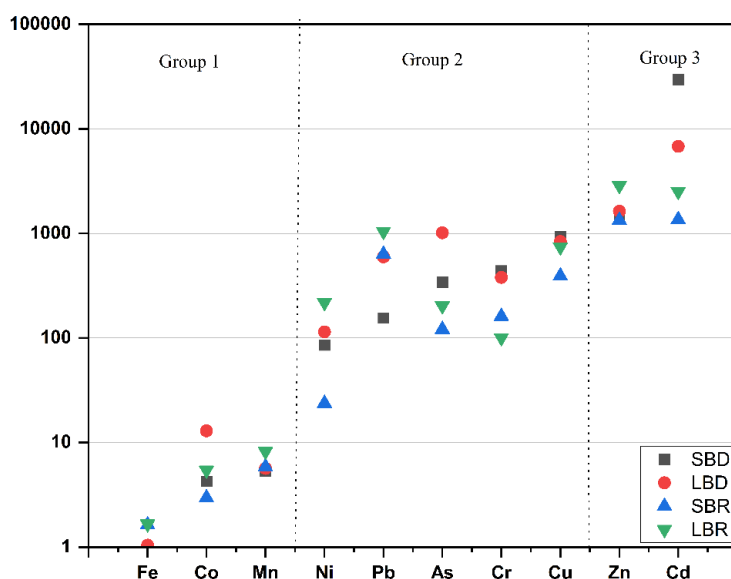
Hình 3.20 hiển thị giá trị trung bình EF của từng kim loại theo mùa và từng vị trí lấy mẫu. Dựa trên giá trị EF thu được của 10 kim loại nặng còn lại bởi Al là nguyên tố tham chiếu được chia thành ba nhóm như sau:

Nhóm 1 gồm các nguyên tố Fe, Mn và Co cho thấy tất cả đều có giá trị EF < 10 do đó có thể nhận định rằng nhóm này chưa bị làm giàu mạnh mẽ

bởi các hoạt động của con người và chủ yếu đến từ lớp vỏ của Trái đất hoặc bụi đất tạo thành từ các nguồn trong tự nhiên.

Nhóm 2 bao gồm các nhóm các nguyên tố Ni, Pb, As, Cr, Cu với các giá trị EF nằm trong khoảng từ 10 cho đến 1000. Tuy nhiên, kết quả này cho thấy phần lớn các nguyên tố đều có giá trị EF trung bình lớn hơn 100. Điều này cho thấy sự đóng góp mạnh mẽ đến từ các nguồn nhân tạo. Có thể kể đến như các hoạt động công nghiệp, giao thông, đốt sinh khối... gây ra.

Nhóm 3 là nhóm các nguyên tố có hệ số EF lớn hơn 1000 được xác định là các nguyên tố Zn và Cd. Trong đó giá trị EF của nguyên tố Cd trong bụi $PM_{2.5}$ vào mùa khô cao nhất là lên đến 37015,09 (bảng phụ lục 4). Đặc biệt theo IARC công bố Cd là các nguyên tố thuộc nhóm 1 của tác nhân gây ung thư [5]. Nhìn chung, các kim loại được làm giàu mạnh mẽ hơn vào mùa khô. Các nguyên tố Pb, As, Cr, Cu, Zn và Cd đều có giá trị EF > 100 ở cả mùa mưa và mùa khô. 6/7 nguyên tố này được IARC cảnh báo là rất có hại đối với sức khỏe con người [5].



Hình 3.28: Giá trị EF của các kim loại

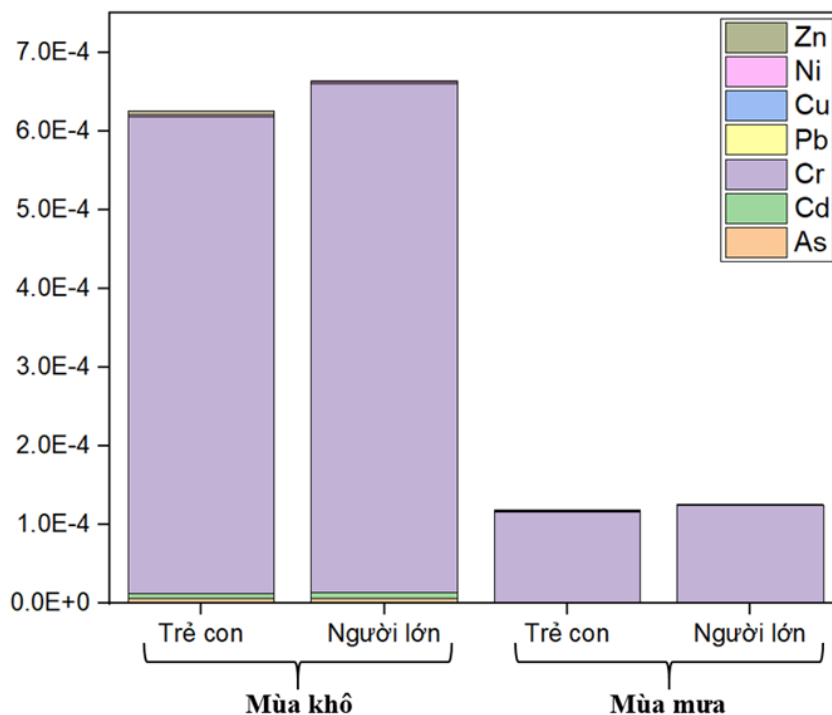
3.4.2. Xác định mức độ rủi ro ảnh hưởng đến sức khỏe con người

Để đánh giá nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe con người tại thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai vào mùa mưa và mùa khô trong nghiên cứu này để tài đã tiến hành xác định đối với khả năng hấp thụ qua quá trình hô hấp và tiếp xúc qua da ở hai đối tượng bao gồm người lớn và trẻ nhỏ. Kết quả đánh

giá mức độ rủi ro của 7 kim loại nhận do các hoạt động con người gây ra rất có thể đã ảnh hưởng đến sức khỏe. Giá trị thu được vào mùa mưa cho thấy HI < 1 ở cả người lớn và trẻ con điều này chứng minh rằng vào mùa mưa không có ảnh hưởng lâu dài và nguy cơ gây ảnh hưởng đến các bệnh mãn tính của việc hít phải các kim loại đó trong bụi PM_{2.5}. Ngược lại, vào mùa khô với giá trị HI > 1 cụ thể là trẻ con và người lớn lần lượt là 1,0913 và 1,1596 cho thấy rằng tổng rủi ro không gây ung thư đã vượt quá mức an toàn và tiềm ẩn các nguy cơ gây ra đối với các bệnh mãn tính. Bên cạnh đó, sự đóng góp bởi quá trình hô hấp đến sức khỏe con người đối với tổng lượng HI là chủ yếu. Trong nghiên cứu của Pornpun Sakunkoo và cộng sự ở Thái Lan cũng cho kết quả tương tự là mức độ ảnh hưởng của các hạt bụi PM_{2.5} gây ra bởi quá trình hô hấp. Ngoài ra, nghiên cứu còn phát hiện ra rằng việc tiếp xúc với môi trường ÔNKK liên quan đến quá trình sản xuất công nghiệp có tác động gây độc hơn đối với trẻ con. Nguyên tố Cd và Cr tổng 2 kim loại này đóng góp 2/3 của tổng HI. Hai nguyên tố Cd và Cr là các nguyên tố đóng góp chính được nhận diện bởi nhân tố gây đến từ các hoạt động công nghiệp. Thật vậy, trên địa bàn nghiên cứu và xung quanh (TP.HCM và Bình Dương) tập trung rất nhiều các KCN lớn nhỏ tuy nhiên trong thời gian này các hoạt động sản xuất còn bị hạn chế khá nhiều bởi ảnh hưởng của đại dịch Covid – 19 trước đó gây ra trên địa bàn. Nhưng các hoạt động công nghiệp được phát thải tầm xa đã được đề cập đến ở trên cũng có thể đem các nguyên tố trên đến khu vực nghiên cứu. Qua kết quả nghiên cứu thu được rất cần sự quan tâm của các nhà quản lý để đưa ra một kế hoạch dài hạn để giảm thiểu các tác động của hoạt động công nghiệp đến sức khỏe con người.

Ngoài ra, Cd và Cr là các chất gây ung thư thuộc nhóm 1 [5]. Tuy nhiên, kết quả nguy cơ gây ung thư cho thấy các giá trị Cd lại tương đối thấp và Cr là nguyên tố có giá trị cao nhất trong các nguyên tố ở cả mùa mưa và mùa khô với TCR dao động từ $1,23 \times 10^{-4}$ đến $6,47 \times 10^{-4}$. Do đó, kết quả TCR đối với từng nhóm đối tượng theo mùa cũng ở mức dao động trong khoảng 10^{-4} bởi Cr chi phối giá trị TCR khoảng 95%. Trong khi đóng góp lớn nhất vào giá trị TCR tại HCM là từ Cr chiếm 84% và ở Hà Nội là 67% [6]. Chúng có

giá trị lần lượt là mùa khô là $6,25 \times 10^{-4}$ đối với trẻ em và $6,64 \times 10^{-4}$ đối với người lớn, mùa mưa có giá trị TCR thấp hơn nhưng không đáng kể lần lượt là $1,19 \times 10^{-4}$ đối với trẻ em và $1,25 \times 10^{-4}$ đối với người lớn. Kết quả này tương đồng với mức độ rủi ro được tính toán và công bố trong nghiên cứu ở thành phố Kitakyushu - Nhật Bản (2021) với tổng TCR là $1,2 \times 10^{-4}$ [7] từ đó đưa ra khuyến cáo là cần tăng cường kiểm soát nguồn kim loại có nguy cơ cao gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Dựa trên kết quả đánh giá rủi ro sức khỏe tại khu vực nghiên cứu cho thấy mức độ phơi nhiễm với $PM_{2.5}$ vào mùa mưa thấp hơn mùa khô đáng kể. Với giá trị TCR cho thấy khả năng bị tác nhân gây ung thư do kim loại nặng gây nên tại khu vực nghiên cứu ở mức độ trung bình ($10^{-4} \leq TCR \leq 10^{-3}$) [7]. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng với các giá trị TCR này được ước tính với mức đóng góp của toàn bộ là Cr (VI) để đưa ra cảnh báo ở mức cao nhất. Hiện nay tương đối ít các nghiên cứu đánh giá mức độ phơi nhiễm của các kim loại nặng trong bụi $PM_{2.5}$. Các giá trị này có cao hơn so với giá trị tính toán được ở Hà Nội và TP.HCM lần lượt là $0,72 \times 10^{-5}$ và $1,18 \times 10^{-5}$ [8] điều này có thể lý giải bởi TCR trong nghiên cứu này chỉ đánh giá mức độ rủi ro đối với quá trình hô hấp mà chưa đánh giá qua da.



Hình 3.29: Chỉ số HI

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này đã thực hiện thu thập tổng cộng 42 mẫu vào mùa mưa và mùa khô và đã tiến hành phân tích đặc tính hóa lý, nguồn gốc và ảnh hưởng đến sức khỏe của chúng đối với con người đã thu được một số kết quả như sau:

Nồng độ bụi PM_{2.5} vào mùa khô cao hơn nhiều so với mùa mưa và hầu hết các mẫu đều cho cao hơn so với QCVN 05:2023/ BTNMT. Kết quả cho thấy mẫu bụi mịn thu được cấp độ hạt có đường kính khí động học trong khoảng 2,0 - 2,5 μm chiếm tỷ lệ rất ít. Thậm chí với cấp độ hạt 1,0 - 2,0 μm cũng chiếm tỷ lệ không cao. Cấp độ hạt chủ yếu là những hạt bụi siêu mịn có đường kính khí động học $\leq 1,0 \mu\text{m}$.

Kết quả phân tích thành phần hóa học cho thấy các kim loại có nồng độ cao chủ yếu là các kim loại đến từ vỏ trái đất. Nồng độ các kim loại và ions có sự biến động theo mùa bằng chứng cho thấy nồng độ vào mùa khô cao hơn so với mùa mưa đặc biệt nồng độ trung bình Cd vào mùa khô cao gấp 20 lần so với khuyến nghị của WHO hướng dẫn về giới hạn nồng độ trung bình hàng năm đối với Cd là 0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tổng độ các kim loại thu được chiếm 5,29 - 7,64% nồng độ các chất đã phân tích được trong bụi bụi và Cation chiếm tỷ lệ phần trăm lớn nhất là Na⁺ chiếm 12,47 - 22,23% và anion chiếm tỷ lệ lớn nhất là SO₄²⁻ là từ 16,57 - 18,67%.

Qua các kết quả phân tích của mô hình cho thấy tại khu vực nghiên cứu đã bị ảnh hưởng bởi địa bàn và các nguồn phát thải tầm xa như chất ô nhiễm xuyên biên giới, giao thông đường thủy bởi các hạt được tìm thấy có kích thước vô cùng nhỏ nên chúng có khả năng di chuyển rất xa đã được đề cập đến bởi trọng số nồng độ của bụi PM_{2.5} được đưa ra bởi mô hình HYSPLIT.

Mô hình PMF để định danh các nguồn thải đã ảnh hưởng đến chất lượng không khí trong thời gian lấy mẫu thu được các kết quả như sau: Nguồn thải từ giao thông và đốt sinh khối là hai nguồn đóng góp lớn nhất vào nồng độ PM_{2.5} ở khu vực nghiên cứu, với đóng góp lần lượt là 32,2% và 30,6%. Hoạt động công nghiệp không quá lớn chỉ với 9,2%. Tiếp đến là các nguồn như

giao thông đường thủy, bụi đất và bụi thứ cấp có giá trị lần lượt là 4,0%, 6,9% và 17%.

Nghiên cứu đã xác định được 7/11 nguyên tố kim loại có hệ số EF > 100. Trong đó các nguyên tố Ni, Pb, As, Cr, Cu, Zn và Cd đều có giá trị EF > 100 ở cả mùa mưa và mùa khô. Đây đều là các nguyên tố được IARC cảnh báo là rất có hại đối với sức khỏe con người.

Giá trị thu được vào mùa mưa cho thấy HI < 1 ở cả người lớn và trẻ em điều này chứng minh rằng vào mùa mưa không có ảnh hưởng lâu dài và nguy cơ gây ảnh hưởng đến các bệnh mãn tính của việc hít phải các kim loại đó trong bụi PM_{2.5}. Ngược lại, vào mùa khô với giá trị HI > 1 cụ thể là trẻ em và người lớn lần lượt là 1,0913 và 1,1596 cho thấy rằng tổng rủi ro không gây ung thư đã vượt quá mức an toàn và tiềm ẩn các nguy cơ gây ra đối với các bệnh mãn tính. Nguyên tố Cd và Cr tổng 2 kim loại này đóng góp 2/3 của tổng HI. Hai nguyên tố Cd và Cr là các nguyên tố đóng góp chính được nhận diện bởi nhân tố gây đến từ các hoạt động công nghiệp.

Kết quả TCR có giá trị lần lượt là mùa khô là $6,25 \times 10^{-4}$ đối với trẻ em và $6,64 \times 10^{-4}$ đối với người lớn, mùa mưa có giá trị TCR thấp hơn nhưng không đáng kể lần lượt là $1,19 \times 10^{-4}$ đối với trẻ em và $1,25 \times 10^{-4}$ đối với người lớn. Với giá trị TCR cho thấy khả năng bị tác nhân gây ung thư do kim loại nặng gây nên tại khu vực nghiên cứu ở mức độ trung bình ($10^{-4} \leq TCR \leq 10^{-3}$).

2. KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu của đề tài cho thấy phần lớn các đều là các hạt bụi siêu mịn có đường kính khí động học $\leq 1,0 \mu\text{m}$ điều này rất đáng lưu ý và cần được quan tâm cho các hướng nghiên cứu ô nhiễm không khí tiếp theo trên địa bàn thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai. Do đó:

- Cần tiếp tục mở rộng quy mô cả về thời gian và không gian để có các nghiên cứu chuyên sâu về bụi siêu mịn để góp phần quản lý hiệu quả chất lượng không khí.
- Quy trình đã được áp dụng có thể chuyển giao cho các cơ quan, tổ chức hoạt động trong lĩnh vực nghiên cứu về vấn đề ô nhiễm không khí.
- Bộ dữ liệu về bụi PM_{2.5}, các nguồn ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu có thể được sử dụng cho việc viết báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Duy Linh Bui, Anh Le Hoang, Quang Khoi Ngo, Xuan Truong Nghiem, Chemical characterization, source apportionment, and health risk assessment nexus of PM_{2.5}-bound major heavy metals in Bien Hoa city, southern Vietnam, *Atmospheric Environment: X*, 17 (2023) 100209. <https://doi.org/10.1016/j.aeaoa.2023.100209>.
2. Bui Duy Linh, Hoang Anh Le, Nghiem Xuan Truong, Physico-chemical properties and transboundary transport of PM_{2.5} in Bien Hoa City, Dong Nai Province, Southeastern Vietnam, *Environmental Science and Pollution Research*, 30(13) (2023) 36533–36544. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24801-z>.
3. Bùi Duy Linh, Hoàng Anh Lê, Nghiêm Xuân Trường, Nguyễn Việt Thanh, Nguyễn Thị Năng, Nguyễn Ngọc Hưng, Đánh giá nồng độ và phân bố cấp hạt trong bụi mịn (PM_{2.5}) khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 38(3) (2022) 93-100. <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4862>.
4. Bùi Duy Linh, Hoàng Anh Lê, Nghiêm Xuân Trường, Nguyễn Thanh Tuấn, Lê Bảo Hưng, Nguyễn Đức Thắng, Phạm Thu Huyền, Quan trắc nồng độ và phân tích đặc tính của bụi mịn tại phường Long Bình, Thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nhiệt Đới*.
5. Hoàng Anh Lê, Bùi Duy Linh, Nguyễn Thanh Tuấn, Phạm Thu Huyền, Đặc điểm của PM_{2.5} tại Khu công nghiệp Long Bình, Thành phố Biên Hòa, Việt Nam: Nồng độ khối lượng, Thành phần hóa học, Phân bố nguồn và Đánh giá rủi ro sức khỏe. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*. <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5028>