

## INFORMATION ABOUT THE DOCTORAL DISSERTATION

1. Full name of PhD student: **Bùi Duy Linh**
2. Gender: Male
3. Date of birth: 11/5/1995
4. Place of birth: Hưng Yên
5. Decision on PhD admission: 2408/QĐ-ĐHKHTN
6. Changes during the training process (if any): None
7. Dissertation title: Study on the evolution and characteristics of fine particulate matter in the atmospheric environment in Biên Hòa City – Đồng Nai Province
8. Major: **Environmental Science**
9. Code: 9440301.01
10. Academic supervisors::
  - **Main Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Hoàng Anh Lê
  - Affiliation: Faculty of Environment, University of Science, Vietnam National University, Hanoi.
  - **Co-Supervisor:** Dr. Nghiêm Xuân Trường
  - Affiliation: Vietnam–Russia Tropical Center
11. Summary of the dissertation's new findings:

Main Objective of the Dissertation: To investigate the evolution and physico-chemical characteristics of PM<sub>2.5</sub> in the ambient air of Biên Hòa City, Đồng Nai Province.

To achieve this main objective, the dissertation set out several specific goals as follows:

- Determine the temporal and spatial variations of PM<sub>2.5</sub> concentrations in Biên Hòa City.
- Analyze the physico-chemical characteristics (concentration, particle size distribution, elements, ions) of PM<sub>2.5</sub>.

- Apply modeling tools (HYSPLIT, PMF) to simulate transport trajectories and identify potential emission sources contributing to PM<sub>2.5</sub> pollution in Biên Hòa City.
- Research subject: PM<sub>2.5</sub> in ambient air in Biên Hòa City, Đồng Nai Province.
- Geographic scope: Biên Hòa City, Đồng Nai Province.
- Timeframe: 2020 – 2024.
- *Chemical scope of PM<sub>2.5</sub>*: The dissertation focused on identifying the chemical composition of PM<sub>2.5</sub>, including elements and ions present in the ambient air of Biên Hòa City, Đồng Nai Province.

The results of the dissertation “*Study on the evolution and characteristics of fine particulate matter in the atmospheric environment in Biên Hòa City – Đồng Nai Province*” were completed with several new contributions as follows:

- Successfully applied Scanning Electron Microscopy (SEM) to analyze in detail the particle size, morphology, and microstructure of PM<sub>2.5</sub> collected in Biên Hòa City, Đồng Nai Province.
- Analyzed the chemical composition of PM<sub>2.5</sub> and successfully applied modeling tools (HYSPLIT, PMF) to simulate transport trajectories and specifically identify emission sources contributing to PM<sub>2.5</sub> pollution in the air quality of Biên Hòa City, Đồng Nai Province.

The dissertation adopted a comprehensive and modern research framework, combining experimental and modeling methods, including:

- Field monitoring: PM<sub>2.5</sub> samples were collected continuously over 24 hours at two representative sites—residential (Bien Hoa Airport Gate 2) and industrial (Long Bình Ward) during both wet and dry seasons, with a total of 42 samples.
- Physico-chemical analysis: Advanced techniques were applied, including SEM to study particle morphology and size distribution; ICP-MS to determine 11 heavy metals; and Ion Chromatography (IC) to determine 8 major ions.
- Modeling applications: Two advanced models were used HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectories) backward trajectory model and PMF (Positive Matrix Factorization) receptor model to simulate air mass transport and to identify and quantify emission sources.

- Health risk assessment: The dissertation applied the U.S. Environmental Protection Agency (US EPA) method to quantitatively calculate non-carcinogenic risks (HI) and carcinogenic risks (TCR) for both adults and children in the study area.

The dissertation has achieved breakthrough results with many new, meaningful, and reliable contributions to the field of Environmental Science. It successfully addressed the following scientific and technical issues:

- Established and refined the scientific foundation for determining pollution levels, physical characteristics, chemical composition, and identifying emission sources contributing to PM<sub>2.5</sub> concentrations.
- Applied and integrated advanced modeling tools (HYSPLIT, PMF) to provide a comprehensive understanding of the origin and transport of pollution an innovative approach in the research context of Vietnam.
- Conducted quantitative health risk assessment, providing a scientific basis for public health warnings.

## 12. Future Research Directions:

The findings of the dissertation indicate that most of the particles are ultrafine, with an aerodynamic diameter  $\leq 1.0 \mu\text{m}$ . Therefore, future research should expand both the temporal and spatial scope to conduct in-depth studies on ultrafine particles, thereby contributing to more effective air quality management.

## 13. Publications Related to the Dissertation:

- Duy Linh Bui, Anh Le Hoang, Quang Khoi Ngo, Xuan Truong Nghiem, *Chemical characterization, source apportionment, and health risk assessment nexus of PM<sub>2.5</sub>-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>.
- Bui Duy Linh, Hoang Anh Le, Nghiem Xuan Truong, *Physico-chemical properties and transboundary transport of PM<sub>2.5</sub> 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>.

- Bùi Duy Linh, Hoàng Anh Lê, Nghiêm Xuân Trường, Nguyễn Việt Thanh, Nguyễn Thị Năng, Nguyễn Ngọc Hưng, *Assessment of concentration and particle size distribution of fine particulate matter (PM2.5) in Bien Hoa City, Dong Nai Province*. **VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences**, 38(3) (2022) 93-100. <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4862>.
- Bùi Duy Linh, Hoàng Anh Lê, Nghiêm Xuân Trường, Nguyễn Thanh Tuấn, Lê Bảo Hưng, Nguyễn Đức Thắng, Phạm Thu Huyền, *Monitoring concentration and analysis of fine particulate matter characteristics in Long Bình Ward, Bien Hoa City, Dong Nai Province*, **Journal of Tropical Science and Technology**.
- Hoàng Anh Lê, Bùi Duy Linh, Nguyễn Thanh Tuấn, Phạm Thu Huyền, *Characteristics of PM2.5 in Long Binh Industrial Park, Bien Hoa City, Vietnam: Mass concentration, chemical composition, source apportionment, and health risk assessment*. **VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences**. <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5028>.

Hà Nội, ngày ..... tháng.....năm 2025

**On behalf of academic supervisors**

**PhD. Student**

**PGS. TS Hoàng Anh Lê**

**Bùi Duy Linh**

### THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Bùi Duy Linh
2. Giới tính: Nam
3. Ngày sinh: 11/5/1995
4. Nơi sinh: Hưng Yên
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh: Quyết định số 2408/QĐ-ĐHKHTN
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo (nếu có): Không
7. Tên đề tài 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
8. Chuyên ngành: Khoa học Môi trường
9. Mã số: 9440301.01
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học:

- **HDC:** PGS. TS. Hoàng Anh Lê
- Cơ quan công tác: Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
- **HDP:** TS. Nghiêm Xuân Trường
- Cơ quan công tác: Phân viện Hóa - Môi trường/Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

11. Tóm tắt các kết quả mới của luận án:

*Mục tiêu chính của Luận án:* Nghiên cứu được diễn biến và các đặc điểm hóa - lý của bụi PM<sub>2.5</sub> 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<sub>2.5</sub> 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<sub>2.5</sub>.
- 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<sub>2.5</sub> đến CLKK khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

Đối tượng nghiên cứu của Luận án là bụi PM<sub>2.5</sub> trong môi trường không khí xung quanh ở khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

- *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<sub>2.5</sub>:* Luận án tập trung xác định thành phần hóa học, bao gồm các nguyên tố và ions có trong bụi PM<sub>2.5</sub> trong môi trường không khí xung quanh ở khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

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<sub>2.5</sub> 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<sub>2.5</sub> 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<sub>2.5</sub> đến CLKK khu vực thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai.

Luận án đã sử dụng một khung nghiên cứu toàn diện và hiện đại, kết hợp giữa phương pháp thực nghiệm và mô hình hóa, bao gồm:

- Quan trắc thực địa: Mẫu bụi PM<sub>2.5</sub> được thu thập liên tục trong 24 giờ tại hai vị trí đại diện cho khu vực dân sinh (Cổng 2 Sân bay Biên Hòa) và khu công nghiệp (Phường Long Bình) trong cả hai mùa mưa và khô, với tổng số 42 mẫu.
- Phân tích hóa - lý: Luận án đã sử dụng các kỹ thuật phân tích tiên tiến như kính hiển vi điện tử quét (SEM) để nghiên cứu hình thái và phân bố cấp hạt của bụi; Khối phổ - cảm ứng cao tần plasma (ICP-MS) để xác định 11 kim loại nặng; và Sắc ký ion (IC) để xác định 8 ion chính.
- Ứng dụng mô hình hóa: Hai mô hình tiên tiến là mô hình quỹ đạo ngược HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectories) và mô hình phân tích nguồn tiếp nhận PMF (Positive Matrix Factorization) đã được ứng dụng để mô phỏng quỹ đạo di chuyển của khối không khí và định danh, định lượng các nguồn phát thải.
- Đánh giá rủi ro sức khỏe: Luận án đã áp dụng phương pháp của Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (US.EPA) để tính toán định lượng rủi ro không gây ung thư (HI) và rủi ro gây ung thư (TCR) cho hai đối tượng người lớn và trẻ em tại khu vực nghiên cứu

Luận án đã đạt được các kết quả mang tính đột phá và có nhiều đóng góp mới, có ý nghĩa và đáng tin cậy cho chuyên ngành Khoa học Môi trường. Luận án đã giải quyết thành công các vấn đề khoa học và kỹ thuật sau:

- Xây dựng và hoàn thiện cơ sở khoa học để xác định mức độ ô nhiễm, đặc tính vật lý, thành phần hóa học và định danh các nguồn thải đóng góp vào nồng độ bụi PM<sub>2.5</sub>
- Ứng dụng và tích hợp các công cụ mô hình hóa tiên tiến (HYSPLIT, PMF) để cung cấp một cái nhìn toàn diện về nguồn gốc và sự di chuyển của ô nhiễm, một phương pháp tiếp cận mới trong bối cảnh nghiên cứu tại Việt Nam.
- Đánh giá rủi ro sức khỏe định lượng, cung cấp cơ sở khoa học cho các cảnh báo y tế công cộng.

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn, và khả năng ứng dụng: Luận án đã hoàn thiện, bổ sung cơ sở khoa học cho việc xác định mức độ ô nhiễm của bụi PM<sub>2.5</sub>, thành phần vật lý, tính chất hóa học và góp phần định danh nguồn thải vào nồng độ bụi PM<sub>2.5</sub> trong môi trường không khí. Ngoài ra luận án đã tính toán và đưa ra được cảnh báo ảnh hưởng của bụi PM<sub>2.5</sub> 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<sub>2.5</sub> 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.

## 12. Các hướng nghiên cứu tiếp theo:

Kết quả nghiên cứu của Luận án cho thấy phần lớn các đều là các hạt bụi rất mịn, có đường kính khí động học  $\leq 1,0 \mu\text{m}$ . Do vậy, hướng nghiên cứu trong thời gian tới: 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.

## 13. Các công trình công bố liên quan đến luận án:

- Duy Linh Bui, Anh Le Hoang, Quang Khoi Ngo, Xuan Truong Nghiem, Chemical characterization, source apportionment, and health risk assessment nexus of PM<sub>2.5</sub>-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>.
- Bui Duy Linh, Hoang Anh Le, Nghiem Xuan Truong, Physico-chemical properties and transboundary transport of PM<sub>2.5</sub> 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>.

- 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<sub>2.5</sub>) 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>.
- 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*.
- Hoàng Anh Lê, Bùi Duy Linh, Nguyễn Thanh Tuấn, Phạm Thu Huyền, Đặc điểm của PM<sub>2.5</sub> 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>

Hà Nội, ngày ..... tháng.....năm 2025

**TM. Tập thể hướng dẫn**

**Nghiên cứu sinh**

**PGS. TS Hoàng Anh Lê**

**Bùi Duy Linh**