



TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN

EMNR 2026





Phân tích biến động AQI theo mùa và cảnh báo ô nhiễm không khí tại khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn

Nguyễn Thị Hồng ^{a*}, Đào Trung Thành ^a, Nguyễn Thị Thu Huyền ^a

^aKhoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam,

* Tác giả liên hệ

Họ và tên: Nguyễn Thị Hồng

Điện thoại: 0974643031

E-mail: nguyenthihong@humg.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo phân tích diễn biến và biến động theo mùa của chất lượng không khí tại khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn dựa trên dữ liệu quan trắc không khí liên tục năm 2024 tại các trạm Cao Lộc và Chi Lăng. Chỉ số chất lượng không khí (AQI) được tính toán từ các thông số $PM_{2.5}$, PM_{10} , CO, NO_2 , và SO_2 nhằm đánh giá hiện trạng và nguy cơ ô nhiễm không khí. Kết quả cho thấy chất lượng không khí nhìn chung ở mức tốt đến trung bình, song xuất hiện các giai đoạn AQI tăng cao vào mùa đông, trong đó bụi mịn $PM_{2.5}$ và PM_{10} là các yếu tố tác động chính. Mặc dù nồng độ các chất ô nhiễm chủ yếu đáp ứng QCVN 05:2023/BTNMT, một số thời điểm vượt ngưỡng khuyến nghị của WHO AQG 2021, cho thấy nguy cơ ảnh hưởng sức khỏe ngắn hạn. Nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc tăng cường quan trắc và xây dựng cảnh báo ô nhiễm không khí phù hợp với điều kiện miền núi và khu vực biên giới.

Từ khóa: AQI, Quan trắc môi trường không khí, Đông Bắc Lạng Sơn

1. Đặt vấn đề

Ô nhiễm không khí ngoài trời hiện được WHO xác định là một trong những rủi ro môi trường hàng đầu đối với sức khỏe con người, đặc biệt tại các quốc gia đang phát triển và khu vực chịu tác động mạnh của

biến đổi khí hậu và đô thị hóa nhanh. Nhiều nghiên cứu quốc tế đã chứng minh rằng nồng độ bụi mịn ($PM_{2.5}$, PM_{10}) và các khí ô nhiễm như NO_2 , SO_2 và CO thường xuyên vượt ngưỡng khuyến nghị, làm gia tăng đáng kể tỷ lệ mắc các bệnh hô hấp và tim mạch (Verma và cộng sự, 2014;



Wikuats và cộng sự, 2023).

Trong bối cảnh đó, chỉ số chất lượng không khí (AQI) được sử dụng rộng rãi như một công cụ tích hợp, cho phép đánh giá tổng hợp mức độ ô nhiễm và truyền tải thông tin rủi ro môi trường một cách trực quan cho cộng đồng. Các nghiên cứu tại Bangladesh, Ấn Độ và Iraq cho thấy AQI có xu thế biến động rõ rệt theo mùa, chịu ảnh hưởng mạnh của điều kiện khí tượng, chế độ gió mùa, hoạt động nhân sinh và đặc điểm phát thải địa phương (*Hoque và cộng sự, 2022; Shihab, 2023; Verma và cộng sự, 2024*). Đặc biệt là giai đoạn mùa khô thường ghi nhận AQI cao hơn do hiện tượng nghịch nhiệt, tốc độ gió thấp và khả năng khuếch tán khí quyển kém.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về AQI và biến động theo mùa chủ yếu tập trung vào các đô thị lớn và vùng đồng bằng, như Hà Nội (*Nguyen và cộng sự, 2021*), Long An (*Nguyen và cộng sự, 2024*) và Thành phố Hồ Chí Minh (*Phan và cộng sự, 2025*). Kết quả cho thấy ô nhiễm bụi mịn là yếu tố chi phối AQI, với mức độ ô nhiễm gia tăng trong mùa khô, trong khi mùa mưa có xu hướng cải thiện chất lượng không khí nhờ hiệu ứng rửa trôi khí quyển. Tuy nhiên, các kết quả này phản ánh chủ yếu đặc trưng môi trường đô thị và công nghiệp, chưa đại diện cho các khu vực miền núi, cận biên

giới với điều kiện tự nhiên và cơ chế phát tán ô nhiễm khác biệt.

Khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn là vùng miền núi chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió mùa Đông Bắc, có địa hình phức tạp với các thung lũng khép kín, đồng thời đóng vai trò là cửa ngõ giao thương quan trọng với Trung Quốc. Các hoạt động giao thông liên vùng, đốt sinh khối trong sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp, cùng với điều kiện khí tượng mùa đông bất lợi cho khuếch tán ô nhiễm, có thể tạo ra các đợt gia tăng AQI cục bộ và kéo dài. Dữ liệu quan trắc môi trường không khí liên tục năm 2024 tại Lạng Sơn cho thấy sự biến động đáng kể của các thông số ô nhiễm theo mùa, gợi ý sự tồn tại của các quy luật ô nhiễm đặc thù chưa được phân tích đầy đủ trong các nghiên cứu trước đây.

Mặc dù vậy, đến nay vẫn thiếu các nghiên cứu chuyên sâu đánh giá một cách hệ thống biến động AQI theo mùa tại khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn, đặc biệt là gắn kết giữa đặc điểm khí hậu, địa hình với nguy cơ ô nhiễm và nhu cầu cảnh báo sớm cho cộng đồng. Khoảng trống nghiên cứu này làm hạn chế khả năng xây dựng các giải pháp quản lý chất lượng không khí phù hợp với điều kiện miền núi và khu vực biên giới.

Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân tích đặc điểm

và quy luật biến động AQI theo mùa tại khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn, trên cơ sở dữ liệu quan trắc môi trường không khí và khung tham chiếu từ các nghiên cứu trong và ngoài nước. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần bổ sung cơ sở khoa học cho hiểu biết về ô nhiễm không khí tại các vùng miền núi phía Bắc Việt Nam, mà còn là nền tảng cho việc xây dựng hệ thống cảnh báo ô nhiễm không khí phù hợp, phục vụ công tác quản lý môi trường và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

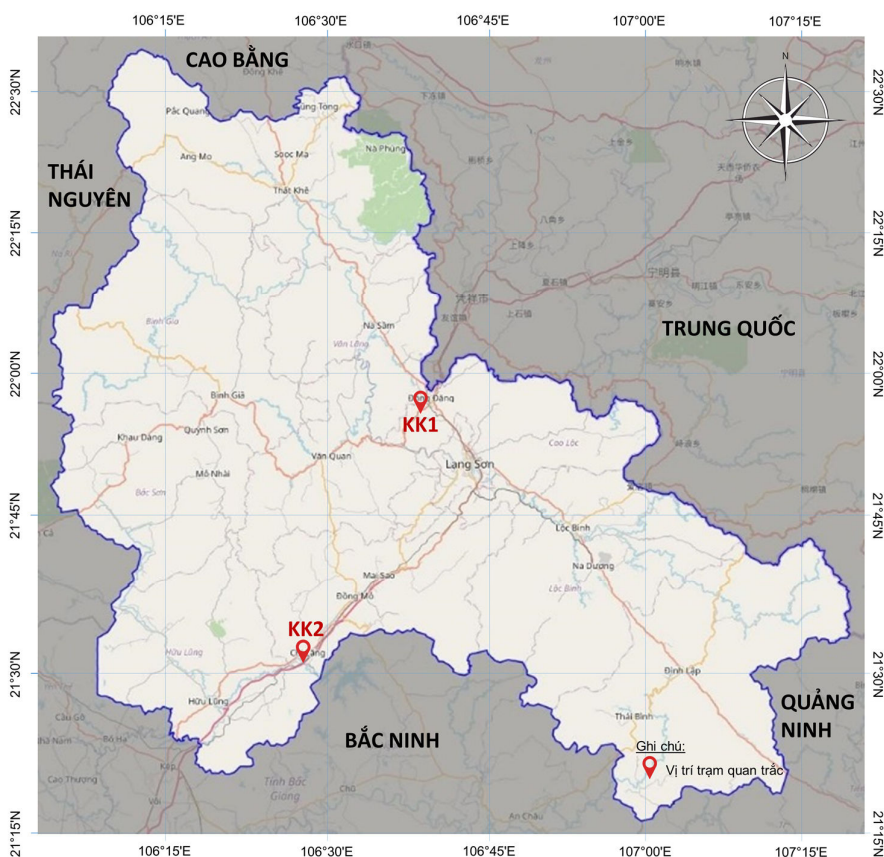
2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu phục vụ nghiên cứu

Số liệu đo đạc các thông số $PM_{2.5}$, PM_{10} , CO, SO_2 , NO_2 và vi khí hậu tại trạm Cao Lộc (tọa độ: E441246.1, N2425977.5) và Chi Lăng (tọa độ: E421106.7, N2384912.9) trong năm 2024, với tần suất liên tục được thể hiện trên Hình 1.

2.2. Phương pháp thống kê so sánh

Kết quả quan trắc được thống kê theo biểu đồ và so sánh với QCVN 05:2023/BTNMT



Hình 1. Sơ đồ vị trí trạm quan trắc không khí



– Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí và WHO AQG 2021 – Hướng dẫn Chất lượng Không khí Toàn cầu 2021 của WHO.

2.3. Phương pháp tính toán chỉ số chất lượng không khí AQI

Tính toán giá trị AQI theo Quyết định số 1459/QĐ-TCMT, cụ thể như sau:

- Giá trị AQI theo giờ của các thông số CO, SO₂, NO₂ được tính toán theo công thức:

$$AQI_x = \frac{I_{i+1} - I_i}{BP_{i+1} - BP_i} (C_x - BP_i) + I_i$$

- Giá trị AQI theo giờ của thông số PM_{2.5}, PM₁₀ được tính toán theo công thức:

$$AQI_x = \frac{I_{i+1} - I_i}{BP_{i+1} - BP_i} (Nowcast_x - BP_i) + I_i$$

Trong đó: BP_i : Nồng độ giới hạn dưới của giá trị thông số quan trắc tương ứng với mức i ; BP_{i+1} : Nồng độ giới hạn trên của

giá trị thông số quan trắc tương ứng với mức $i+1$; I_i : Giá trị AQI ở mức i tương ứng với giá trị BP_i ; I_{i+1} : Giá trị AQI ở mức $i+1$ tương ứng với giá trị BP_{i+1} ;

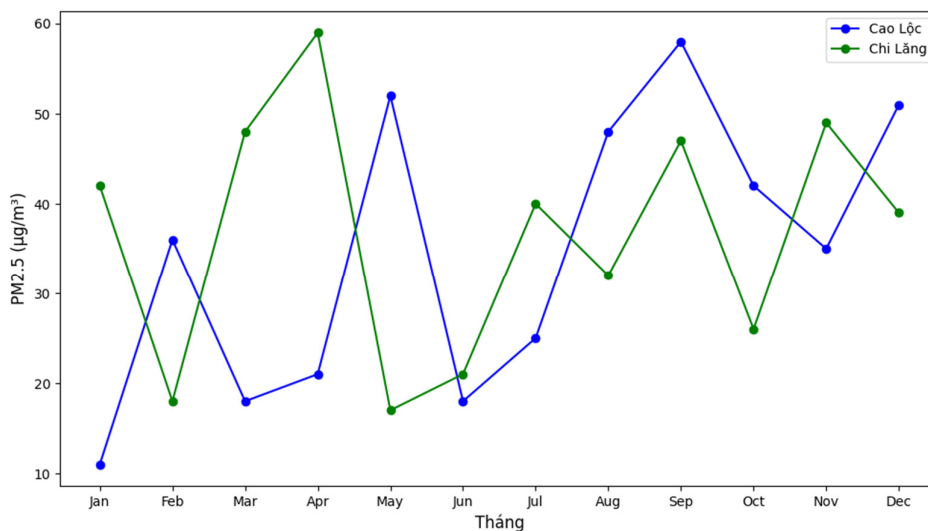
2.4. Kiểm soát và đảm bảo chất lượng dữ liệu quan trắc

Quy trình đảm bảo và kiểm soát chất lượng (QA/QC) được thực hiện tại tỉnh Lạng Sơn theo tiêu chuẩn Việt Nam và Quốc tế. Trang thiết bị và nhân lực sử dụng tại Trung tâm Quan trắc và Dữ liệu đảm bảo các quy định hiện hành. Việc kiểm soát dữ liệu được đăng ký xác thực dữ liệu hàng ngày, suốt giai đoạn thực hiện.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Diễn biến nồng độ các chất ô nhiễm chính

Kết quả quan trắc bụi PM_{2.5} trung bình 24



Hình 2. Biểu đồ diễn biến nồng độ PM_{2.5} tại các trạm quan trắc



giờ tại các trạm Cao Lộc và Chi Lăng (Hình 2) cho thấy có sự biến động theo thời gian và mùa, phản ánh rõ vai trò của điều kiện khí tượng và đặc điểm nguồn phát thải khu vực miền núi – biên giới. Trong phần lớn thời gian quan trắc, nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình 24 giờ tại cả hai trạm không vượt ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2023/ BTNMT ($50 \mu g/m^3$), cho thấy chất lượng không khí nhìn chung đáp ứng yêu cầu pháp lý hiện hành.

Tuy nhiên, khi so sánh với AQG 2021 của WHO, trong đó giá trị khuyến nghị cho $PM_{2.5}$ trung bình 24 giờ là $15 \mu g/m^3$, kết quả cho thấy một tỷ lệ đáng kể số ngày quan trắc vượt ngưỡng khuyến nghị, đặc biệt trong mùa đông. Điều này cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa ngưỡng bảo vệ sức khỏe theo khuyến cáo quốc tế và quy chuẩn quốc gia hiện hành.

So sánh không gian cho thấy trạm Cao Lộc có xu hướng ghi nhận $PM_{2.5}$ cao hơn so với trạm Chi Lăng, có thể liên quan đến mật độ

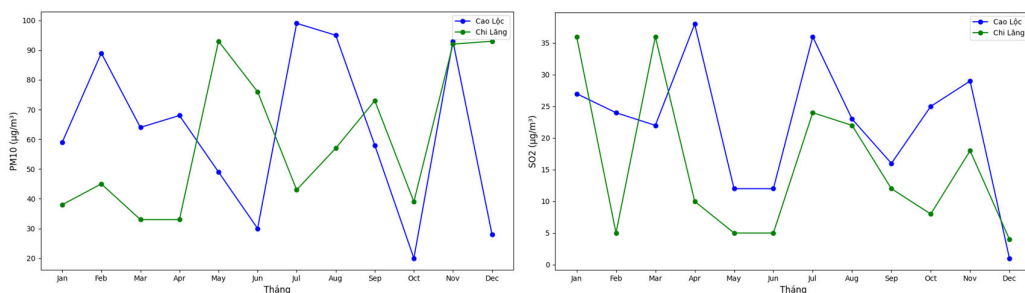
giao thông và hoạt động kinh tế biên mậu.

Kết quả nhấn mạnh rằng, dù chưa vượt quy chuẩn quốc gia, nguy cơ phơi nhiễm $PM_{2.5}$ ngắn hạn vẫn tồn tại, đòi hỏi tăng cường quan trắc, cảnh báo sớm và xem xét hài hòa dần các tiêu chuẩn quản lý chất lượng không khí theo hướng tiếp cận của WHO.

Kết quả quan trắc PM_{10} trung bình 24 giờ tại các trạm Cao Lộc và Chi Lăng được thể hiện trên Hình 3 cho thấy nồng độ bụi thô nhìn chung dao động trong giới hạn cho phép của QCVN 05:2023/ BTNMT ($150 \mu g/m^3$) trong phần lớn thời gian quan trắc.

Tuy nhiên, các đợt gia tăng PM_{10} vẫn xuất hiện cục bộ, chủ yếu vào mùa khô, gắn với hoạt động giao thông, đốt sinh khối và điều kiện khí tượng bất lợi cho khuếch tán. Khi so sánh với WHO AQG 2021 ($45 \mu g/m^3$, trung bình 24 giờ), nhiều ngày quan trắc vượt ngưỡng khuyến nghị, cho thấy nguy cơ ảnh hưởng sức khỏe ngắn hạn vẫn tồn tại dù chưa vi phạm quy chuẩn quốc gia.

Cũng theo dữ liệu quan trắc cho thấy nồng



Hình 3. Biểu đồ diễn biến nồng độ PM_{10} và SO_2



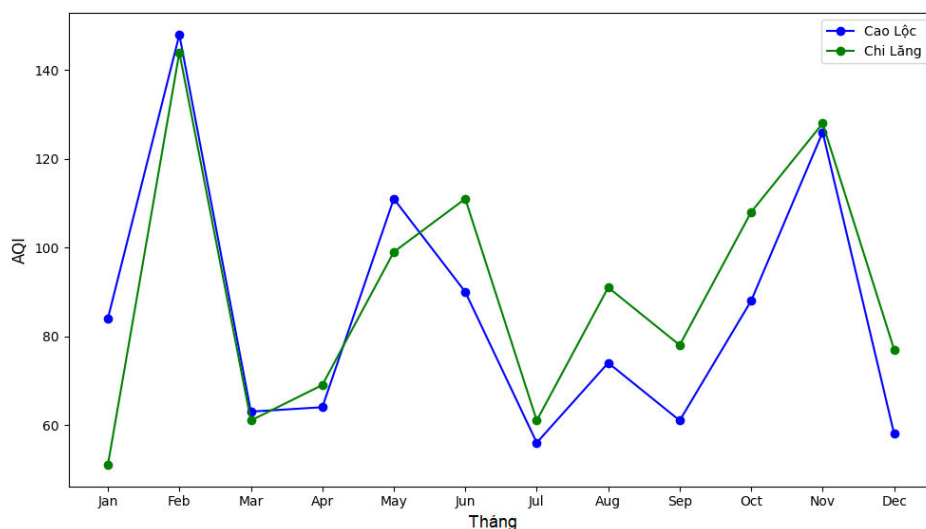
độ CO và NO₂ tại các trạm Cao Lộc và Chi Lăng nhìn chung ở mức thấp, hiếm khi vượt ngưỡng QCVN 05:2023/BTNMT, phản ánh mức độ ảnh hưởng còn hạn chế của nguồn phát thải giao thông và đốt nhiên liệu hóa thạch quy mô lớn. Ngược lại, SO₂ (Hình 3) thể hiện biến động rõ rệt hơn theo thời gian, với các đợt tăng cục bộ trong mùa đông, có thể liên quan đến đốt sinh khối và sử dụng nhiên liệu rắn trong sinh hoạt. Mặc dù nồng độ SO₂ chưa vượt quy chuẩn quốc gia, việc tiệm cận hoặc vượt ngưỡng khuyến nghị WHO AQG 2021 trong một số thời điểm cho thấy cần tăng cường giám sát và kiểm soát nguồn phát thải khuếch tán.

3.2. Diễn biến chất lượng không khí theo chỉ số AQI

Kết quả tính toán chỉ số chất lượng không

khí (AQI) từ dữ liệu quan trắc liên tục tại các trạm Cao Lộc và Chi Lăng cho thấy chất lượng không khí khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn có sự biến động rõ rệt theo mùa. Trong phần lớn thời gian nghiên cứu, AQI chủ yếu nằm trong các mức “tốt” đến “trung bình”, phản ánh môi trường không khí tương đối ổn định và ít chịu tác động của các nguồn phát thải quy mô lớn.

Tuy nhiên, các giai đoạn AQI tăng lên mức “kém” vẫn được ghi nhận cục bộ, tập trung chủ yếu vào mùa khô. Trong các thời kỳ này, bụi mịn PM_{2.5} và PM₁₀ là các yếu tố tác động chính, cho thấy vai trò nổi trội của ô nhiễm bụi trong việc suy giảm chất lượng không khí. Điều này phù hợp với đặc điểm khí hậu khu vực Đông Bắc Việt Nam, khi điều kiện nhiệt độ thấp, tốc độ gió nhỏ và hiện tượng nghịch nhiệt làm hạn chế khả



Hình 4. Biểu đồ diễn biến chất lượng không khí theo AQI



năng khuếch tán chất ô nhiễm trong tầng khí quyển thấp.

So sánh giữa hai trạm quan trắc cho thấy trạm Cao Lộc có xu hướng ghi nhận AQI cao hơn và biến động mạnh hơn so với trạm Chi Lăng. Sự khác biệt này phản ánh tác động của các yếu tố không gian, trong đó khu vực Cao Lộc chịu ảnh hưởng rõ hơn từ giao thông liên vùng, hoạt động kinh tế biên mậu và mật độ dân cư cao hơn. Ngược lại, trạm Chi Lăng thể hiện trạng thái AQI ổn định hơn, phản ánh đặc trưng của khu vực ít chịu tác động trực tiếp từ các nguồn phát thải tập trung.

Nhìn chung, kết quả AQI cho thấy ô nhiễm không khí tại khu vực nghiên cứu chưa đạt mức nghiêm trọng, song vẫn tồn tại nguy cơ suy giảm chất lượng không khí theo mùa. Điều này nhấn mạnh sự cần thiết của việc duy trì quan trắc liên tục, phân tích AQI theo mùa và xây dựng cơ chế cảnh báo sớm nhằm bảo vệ sức khỏe cộng đồng và hỗ trợ công tác quản lý môi trường không khí tại tỉnh Lạng Sơn.

Kết luận

Nghiên cứu đã phân tích đặc điểm và diễn biến chất lượng không khí tại khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn dựa trên dữ liệu quan trắc liên tục tại các trạm Cao Lộc và Chi Lăng. Kết quả cho thấy chất lượng không khí nhìn chung ở mức tốt đến trung

bình, với sự biến động rõ rệt theo mùa. Bụi mịn $PM_{2.5}$ và PM_{10} là các thông số chỉ phối chỉ số AQI, nhất là mùa khô. Mặc dù phần lớn các thông số chưa vượt ngưỡng QCVN 05:2023/BTNMT, nhưng nhiều thời điểm vẫn vượt ngưỡng khuyến nghị của AQG 2021 (WHO), có nguy cơ ảnh hưởng sức khỏe ngắn hạn đối với cộng đồng.

Trên cơ sở các kết quả đạt được, nghiên cứu kiến nghị cần duy trì và mở rộng mạng lưới quan trắc không khí liên tục tại khu vực miền núi và cận biên giới; tăng cường phân tích AQI theo mùa để phục vụ cảnh báo sớm; đồng thời kiểm soát các nguồn phát thải khuếch tán như đốt sinh khối và giao thông liên vùng. Về dài hạn, cần xem xét tiệm cận dần các hướng dẫn của WHO trong quản lý chất lượng không khí nhằm nâng cao hiệu quả bảo vệ sức khỏe cộng đồng và phát triển bền vững địa phương.

Lời cảm ơn:

Các tác giả xin trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ để hoàn thành kết quả bài báo của đề tài “Nghiên cứu ứng dụng AirPhyNet nâng cao hiệu quả dự báo chất lượng không khí khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn” - Mã số T26-34.

Tài liệu tham khảo

1. Hoque M. Md. M., Khan Md. M., Sarker Md. E., Hossain Md. N., Islam Md. S., Khan Md. M. H., Shil M., and



- Sarker N. I. (2022). Assessment of Seasonal Variations of Air Quality and AQI Status: Evidence from Chittagong, Bangladesh. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, 6(3), 88–97.
2. Nguyen, D. L., Bui, T. H., Bui, Q. T., Mac, V. D., Nguyen, V. D., Pham, V. D., To, T. H., and Nguyen, H. H. (2021). Investigation of sources and processes influencing variation of PM_{2.5} and its chemical compositions during a summer period of 2020 in an urban area of Hanoi city, Vietnam. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 15, 235–253.
3. Nguyen P. H., Nguyen D. C. M., and Bui L. T. (2024). Assessment of the status of PM_{2.5} and ground-level O₃ pollution variations and meteorological factor effects: A case study in Long An Province, Vietnam. *Earth and Environmental Science*, 1391, 012017.
4. Phan T.T.T, Tran T.T.A., Lam M.Q., Huynh T.H.T., Bui T.H.L., and Tran N.D. (2025). Source-Specific PM_{2.5} Pollution and Respiratory Health Impacts in an Urban Asian District: A Real-Time Monitoring Study in Ho Chi Minh City, Vietnam. *MedPharmRes*, 9(3), 298-309.
5. Shihab A. S. (2023). Assessment of Air Quality through Multiple Air Quality Index Models – A Comparative Study. *Journal of Ecological Engineering*, 24(4), 110–116.
6. Verma A., and Singh S. N. (2014). Seasonal Dynamics in Air Quality Index and its Role in Pollution Mapping. *Journal of Ecophysiology and Occupational Health*, 14(1&2), 32–47.
7. Verma A. and Bhatia L. (2024). A Study of Seasonal and Temporal Variations in Ambient Air Quality of Highly Polluted Cities in Rajasthan. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 10(4), 39–44.
8. Wikuats C. F. H., Nogueira T. R. S. M., Squizzato R., de Freitas E. D., and Andrade M. de F. (2023). Health Risk Assessment of Exposure to Air Pollutants Exceeding the New WHO Air Quality Guidelines (AQGs) in São Paulo, Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(9), 5707.
- Ngày nộp: 13/8/2025*
Ngày chấp nhận đăng: 22/12/2025



**FACULTY OF ENVIRONMENT
HANOI UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY
HANOI, VIETNAM**



ISBN: 978-604-76-3296-1



SÁCH KHÔNG BÁN