

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CỦA CÁC ĐỢT HAZE TẠI HÀ NỘI

Nguyễn Quốc Đạt, Hoàng Đức Anh | (1)
 Nguyễn Thị Thảo, Ngô Ích Hùng
 Lý Bích Thủy, Nguyễn Thị Thu Hiền
 Nghiêm Trung Dũng, Văn Diệu Anh*

TÓM TẮT

Ô nhiễm không khí đã và đang ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng và kinh tế. Tại các quốc gia Đông Nam Á lục địa, các đợt haze tại Thái Lan đã được tập trung nghiên cứu từ lâu. Tuy nhiên, tại Việt Nam, đặc trưng của các đợt haze chưa được nghiên cứu nhiều. Do đó, bài báo tập trung phân tích một số đặc điểm của các đợt haze tại TP. Hà Nội từ năm 2016 - 2021. Ảnh hưởng của các thông số khí tượng lên biến thiên nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong các giai đoạn haze cũng được phân tích và đánh giá thông qua phương trình hồi quy tuyến tính đa biến.

Từ khóa: $PM_{2.5}$, đợt haze, tầm nhìn.

Nhận bài: 25/3/2022; **Sửa chữa:** 28/3/2022; **Duyệt đăng:** 30/3/2022.

1. Giới thiệu chung

Ô nhiễm không khí là một vấn đề đang được quan tâm do các tác động bất lợi của nó đến môi trường và sức khỏe cộng đồng. Ô nhiễm không khí gây ra những vấn đề về sức khỏe bao gồm các bệnh hô hấp, thần kinh, tim mạch và tử vong. Nồng độ các chất ô nhiễm càng cao, mức độ tác động đến sức khỏe càng nghiêm trọng. Tại TP. Hà Nội, trong thời gian 2010 - 2011, khi nồng độ bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$ hoặc PM_1 tăng thêm mỗi $10 \mu g.m^{-3}$, tỷ lệ nhập viện tăng tương ứng là 1,4%, 2,2% và 2,5% ở trẻ nhỏ dưới 5 tuổi (Lương và cộng sự, 2017). Hay ở TP. Hồ Chí Minh, trong năm 2016 - 2017, khi nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tăng thêm $10 \mu g.m^{-3}$ thì nguy cơ nhập viện hoặc nhiễm trùng đường hô hấp dưới cấp tính sau 3 ngày tiếp xúc với bụi ở trẻ em dưới 5 tuổi ước tính là 3,51% (Lương và cộng sự, 2020). Do đó, những đợt ô nhiễm không khí nồng độ cao cần được phân tích, đánh giá, tìm hiểu nguyên nhân nhằm đưa ra các biện pháp kiểm soát hoặc ứng phó hiệu quả.

Tại Đông Nam Á, đặc biệt là tại các quốc gia đảo Đông Nam Á, haze (tạm dịch là đợt haze) là một vấn đề môi trường nổi cộm, thu hút sự quan tâm rất lớn trong khu vực và trên thế giới: Malaysia (Sulong và cộng sự (2017), Amil và cộng sự (2016), Jaafar và cộng sự (2017), Pinto và cộng sự (1998), Khan và cộng sự (2016a)); Indonesia (See và cộng sự (2007)); Singapore (Huang và cộng sự (2016)). Tại khu vực Đông Nam Á lục địa, các đợt haze tại đã được nghiên cứu từ lâu

tại Thái Lan (Kim Oanh và Leelasakultum (2011), Chomanee và cộng sự (2020), Khamkaew và cộng sự (2016), Thepnuan và cộng sự (2019)). Tuy nhiên, tại Việt Nam, đặc điểm của các đợt haze được tìm hiểu rất ít (Ngọc Anh và cộng sự (2021), Diệu Anh và cs (đang xuất bản)).

Tổ chức khí tượng thế giới (WMO) đã đưa ra tiêu chí để xác định đợt haze theo điều kiện tầm nhìn $< 1 - 5$ km, điều kiện không khí khô (độ ẩm tương đối $< 95\%$ (WMO, 2014) hoặc mức nhất định, như là 80% (WMO, 2017)). Tại Đông Nam Á, có nhiều định nghĩa về mù với các tiêu chí cụ thể hóa trong nhiều nghiên cứu. Các định nghĩa này đều bao gồm các tiêu chí về: Tầm nhìn và/hoặc nồng độ $PM_{2.5}$ và PM_{10} và/hoặc độ ẩm tương đối như trình bày trong Bảng 1.

Hà Nội có điều kiện khí hậu gió mùa (monsoon). Khí hậu gió mùa được chia làm 3 giai đoạn chính: Gió mùa Tây Nam (southwest monsoon) tương ứng với mùa hè, gió mùa Đông Bắc (northeast monsoon) tương ứng với mùa đông và giai đoạn chuyển tiếp (Lawrence and Lelieveld, 2010). Tương ứng với các giai đoạn nói trên, các nghiên cứu trước đây tại Hà Nội gọi giai đoạn từ tháng 10 đến tháng 3/tháng 4 năm sau là mùa đông (Phạm Duy Hiền và cộng sự (2002)). Nhiều nghiên cứu trước đây cho thấy, mùa đông như định nghĩa ở đây là giai đoạn có nồng độ chất ô nhiễm cao (Phạm Duy Hiền và cs, 2002, Bích Thủy và cs, 2018). Bên cạnh đó, các yếu tố khí tượng đặc thù của hai giai đoạn mùa đông khô và ẩm (đặc biệt là yếu tố độ ẩm) cũng có những

¹ Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Đại học Bách Khoa Hà Nội



Bảng 1. Thống kê các tiêu chí xác định thời gian xảy ra mù trong các nghiên cứu tại Đông Nam Á

Tiêu chí Địa điểm	Nồng độ PM _{2.5} trung bình ngày (µg.m ⁻³)	Tầm nhìn (km)	Độ ẩm tương đối	Tiêu chí khác	Nguồn
Malaixia	≥ 35	< 10	Không có	Không có	Sulong và cs (2017)
Thái Lan	> 50	< 10	< 90%	Không có	Chomanee và cs (2020)
Thái Lan	> 120*	Không áp dụng	Không áp dụng	Xảy ra trong 7 ngày liên tiếp tại ít nhất 2 trạm đo	Kim Oanh và Leelasakultum (2011)
Toàn Đông Nam Á**	Không áp dụng	≤ 10	Không áp dụng	Không bao gồm những ngày có sương mù (misty, fog day)	Lee và cs (2018)
Toàn Đông Nam Á	> 50	< 5	< 90%	Không có	Diệu Anh và cs (đang xuất bản)
Hà Nội	> 100	Không áp dụng	Không áp dụng	Không có	Bích Thủy và cs (2018)
Hà Nội	Không áp dụng	< 5	< 95%	Không có	Bảo Anh và cs (2019)

Ghi chú: *PM₁₀; **Nghiên cứu sử dụng mô hình

ảnh hưởng tới chất lượng không khí. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu cũng tập trung nghiên cứu giai đoạn mùa đông với 2 nửa là mùa đông khô từ tháng 10 - 12 và mùa đông ẩm từ tháng 1 - 3.

2. Phương pháp thực hiện

2.1. Số liệu

Số liệu bụi PM_{2.5} từ năm 2016 - 2021, trên trang Air Now được thu thập. Đây là số liệu được quan trắc bằng thiết bị suy giảm tia Beta (Beta attenuation monitor).

Dữ liệu khí tượng Hà Nội bao gồm: tốc độ gió, hướng gió, tầm nhìn, độ ẩm, nhiệt độ từ Đài khí tượng đặt tại Sân bay Quốc tế Nội Bài và dữ liệu áp suất khí quyển, bức xạ mặt trời, lượng mưa từ trạm quan trắc chất lượng không khí xung quanh đặt tại Chi cục Bảo vệ môi trường được công bố trên trang moitruongthudo.vn được thu thập thông qua phần mềm R.

2.2. Phần mềm

Nghiên cứu này sử dụng phần mềm R phiên bản 4.1.3 với các gói tính năng hỗ trợ tính toán bao gồm BMA, psych, openair, worldmet và các gói hỗ trợ khác.

2.3. Khảo sát hồi quy tầm nhìn ngang theo nồng độ PM_{2.5} và các yếu tố khí tượng

Với mục đích đánh giá ảnh hưởng của nồng độ bụi PM_{2.5} và các yếu tố khí tượng lên tầm nhìn ngang vào mùa đông những năm 2018 - 2021, phân tích hồi quy đa biến được áp dụng để xác lập mối quan hệ thống kê theo phương trình sau:

$$Y = \alpha + \sum \beta_i X_i + \varepsilon \quad (1)$$

Trong đó:

Y là biến phụ thuộc, giá trị của tầm nhìn ngang;

X_i là các biến độc lập, giá trị các thông số khí tượng và nồng độ bụi PM_{2.5};

α là hệ số tự do;

β_i là các hệ số hồi quy riêng;

ε là sai số.

Ngoài nồng độ bụi PM_{2.5}, các yếu tố khí tượng được áp dụng vào mô hình này bao gồm tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm, áp suất khí quyển, bức xạ mặt trời, lượng mưa. Bên cạnh đó, các nghiên cứu trước cho rằng, yếu tố khí tượng cũng có tác động trở đến nồng độ bụi PM_{2.5}, vì vậy các thông số khí tượng của ngày hôm trước cũng được sử dụng để phân tích tương quan bằng hồi quy tuyến tính đa biến. Kết quả sẽ được khảo sát dựa trên ba dải độ ẩm (RH), lần lượt là: RH < 80%; 80% ≤ RH ≤ 90% và RH > 90%.

Như đã đề cập, nghiên cứu này sử dụng mô hình hồi quy tuyến tính đa biến tối ưu để xác định ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng và nồng độ bụi PM_{2.5} lên tầm nhìn, thông qua việc đánh giá ý nghĩa thống kê và mức độ giải thích của mô hình tối ưu. Các phép tính toán, thử nghiệm và hiệu chỉnh đều được thực hiện trên phần mềm R. Để tìm mô hình tối ưu, tất cả các thông số khí tượng sẽ được đưa vào, sử dụng gói tính năng BMA (Bayesian Model Average) của phần mềm R. Phép tính BMA sẽ tạo ra 2ⁿ mô hình (n - số lượng thông số đưa vào mô hình) và liệt kê 5 mô hình có tần suất xuất hiện cao nhất. Lựa chọn thông số theo các mô hình được liệt kê như trên để tính toán R² hiệu chỉnh nhằm xác định mô hình tối ưu nhất có R² hiệu chỉnh là lớn nhất và xác định các thông số có ý nghĩa thống kê (điều kiện p < 0,05) trong mô hình đó.

2.4. Khảo sát hồi quy nồng độ bụi PM_{2.5} theo các thông số khí tượng

Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến được áp dụng tương tự phương trình (1) để xác định ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng lên diễn biến nồng độ bụi PM_{2.5}.

Các yếu tố khí tượng áp dụng cho khảo sát hồi quy nồng độ bụi $PM_{2,5}$ bao gồm tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm, áp suất khí quyển, bức xạ mặt trời, lượng mưa. Gói tính năng BMA được sử dụng để phân tích tương tự như 2.3.

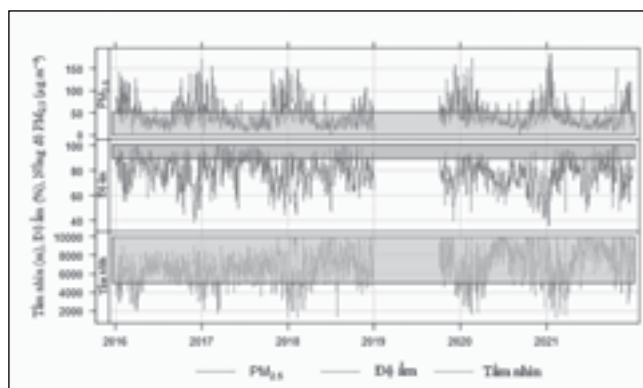
3. Kết quả

3.1. Đặc trưng nồng độ bụi $PM_{2,5}$ vào các đợt haze

Nghiên cứu lựa chọn sử dụng tiêu chí xác định các đợt haze theo Điều Anh và cộng sự (đang công bố) để đánh giá cho các đợt mù trong giai đoạn 2016 - 2021. Các tiêu chí này bao gồm: nồng độ bụi $PM_{2,5} > 50 \mu g.m^{-3}$, tầm nhìn < 5 km và độ ẩm tương đối $< 90\%$. Hình 1 thể hiện biến thiên nồng độ bụi $PM_{2,5}$, tầm nhìn và độ ẩm tương đối từ năm 2016 - 2021. Số ngày có tầm nhìn < 5 km của các mùa đông ẩm trong giai đoạn 2016 - 2021 (không tính mùa đông ẩm năm 2019 do mất dữ liệu) là 23 - 33 ngày (trung bình 29,6 ngày). Trong khi đó, số ngày có tầm nhìn < 5 km của các mùa đông khô giai đoạn 2016 - 2021 là 8 - 15 ngày (trung bình 10,5 ngày). Số ngày có $PM_{2,5} > 50 \mu g.m^{-3}$ vào mùa đông ẩm là 37 - 57 (trung bình 45,0 ngày), giá trị tương ứng đối với mùa đông khô là 31 - 54 ngày (trung bình 43,5

ngày). Có thể thấy, trong khoảng thời gian nghiên cứu, số ngày có nồng độ $PM_{2,5} > 50 \mu g.m^{-3}$ lớn hơn nhiều so với số ngày có tầm nhìn < 5 km. Phân tích tại phần 3.2 cho thấy, bụi $PM_{2,5}$ là một trong các yếu tố ảnh hưởng tới tầm nhìn.

Kết quả thống kê các đợt haze được thể hiện trong Bảng 2. Từ năm 2016 - 2021, số đợt haze của mùa đông



▲ Hình 1. Biến thiên nồng độ bụi $PM_{2,5}$, tầm nhìn và độ ẩm tương đối của Hà Nội từ năm 2016 - 2021. Vùng bôi màu là vùng mà từng thông số không thỏa mãn tiêu chí phân loại đợt haze

Bảng 2. Thống kê chi tiết các đợt haze

STT	Thời gian	Mùa	Số đợt mù	Thời gian kéo dài của mỗi đợt (trung bình) (ngày)	Giá trị trung bình của $PM_{2,5}$ của các đợt haze	Giá trị trung bình của $PM_{2,5}$ của đợt haze thấp nhất	Giá trị trung bình của $PM_{2,5}$ của đợt haze cao nhất
1	1/1/2016 - 31/3/2016	Đông ẩm	6	1 - 3 (1,5)	99,4	68,4	126,7
2	1/10/2016 - 31/12/2016	Đông khô	6	1 - 2 (1,5)	113,8	67,6	143,7
3	1/1/2017 - 31/3/2017	Đông ẩm	5	1 - 3 (1,8)	89,4	55,9	154,9
4	1/10/2017 - 31/12/2017	Đông khô	7	1 - 3 (1,4)	115,5	81,1	152,5
5	1/1/2018 - 31/3/2018	Đông ẩm	12	1 - 3 (1,6)	82,4	53,5	148,8
6	1/10/2018 - 31/12/2018	Đông khô	5	1 (1,0)	61,1	52,1	79,5
7	1/1/2019 - 31/3/2019	Đông ẩm	Mất dữ liệu				
8	1/10/2019 - 31/12/2019	Đông khô	4	1 - 3 (1,8)	107,8	55,9	158,7
9	1/1/2020 - 31/3/2020	Đông ẩm	11	1 - 3 (1,6)	102,7	51,8	172,8
10	1/10/2020 - 31/12/2020	Đông khô	4	1 - 2 (1,3)	83,9	52,5	113,8
11	1/1/2021 - 31/3/2021	Đông ẩm	6	1 - 6 (2,3)	110,2	50,2	182,9
12	1/10/2021 - 31/12/2021	Đông khô	5	1 - 2 (1,4)	100,9	71,3	119,7



khô từ 4 - 7 đợt và mùa đông ẩm là 5 - 12 đợt. Riêng mùa đông ẩm năm 2018 và 2020 có số đợt haze kéo dài lần lượt là 12 và 11 đợt. Mỗi mùa đông có từ 10 - 17 đợt haze. Các đợt haze kéo dài từ 1 - 6 ngày với giá trị trung bình trong toàn bộ thời gian nghiên cứu là 1,6 ngày và giá trị trung bình của mỗi mùa đông khô/ẩm là 1,3 - 1,8 ngày. Giá trị trung bình của nồng độ $PM_{2,5}$ của đợt haze trong mỗi mùa đông khô và đông ẩm biến thiên từ 61,1 - 115,5 $\mu g.m^{-3}$, trong đó nồng độ trung bình của $PM_{2,5}$ trong một đợt mù cao nhất là 182,9 $\mu g.m^{-3}$.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ bụi $PM_{2,5}$ và các yếu tố khí tượng lên tầm nhìn

Kết quả phân tích hồi quy đa biến được trình bày trong Bảng 3. Bên cạnh các yếu tố khí tượng, nồng độ $PM_{2,5}$ cũng có ảnh hưởng đến tầm nhìn với tương quan nghịch, nghĩa là nồng độ $PM_{2,5}$ cao sẽ làm giảm tầm nhìn. Mức độ ảnh hưởng của nồng độ bụi $PM_{2,5}$ (thể hiện qua hệ số góc) khá tương đồng trong cả ba khoảng độ ẩm tương đối được khảo sát. Trong các yếu tố khảo sát, độ ẩm và lượng mưa của ngày hôm trước là hai yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tầm nhìn khi độ ẩm tương đối của không khí xung quanh $\geq 80\%$. Bên cạnh đó, khi độ ẩm $> 90\%$ thì nhiệt độ của ngày hôm trước là một yếu tố nữa đóng vai trò quyết định đến tầm nhìn; trường hợp độ ẩm trong khoảng 80 - 90% thì tốc độ gió cũng là một yếu tố ảnh hưởng. Đối với điều kiện độ ẩm $< 80\%$, tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm và nhiệt

Bảng 3. Kết quả phân tích hồi quy đa biến giữa tầm nhìn và nồng độ $PM_{2,5}$, các yếu tố khí tượng

	R ² - hiệu chỉnh	Hệ số góc	Thông số khí tượng (p < 0.05)
Độ ẩm > 90%	0.60	- 107.67	Độ ẩm
		- 36.74	Nồng độ $PM_{2,5}$
		53.78	Áp suất ngày hôm trước
		587.14	Lượng mưa ngày hôm trước
		253.73	Nhiệt độ ngày hôm trước
80% ≤ Độ ẩm ≤ 90%	0.57	- 260.38	Tốc độ gió
		- 112.06	Độ ẩm
		- 38.04	Nồng độ $PM_{2,5}$
		5.04	Bức xạ ngày hôm trước
		393.82	Lượng mưa ngày hôm trước
Độ ẩm < 80%	0.65	- 233.45	Tốc độ gió
		- 86.73	Nhiệt độ
		- 104.55	Độ ẩm
		- 36.39	Nồng độ $PM_{2,5}$
		2.24	Bức xạ ngày hôm trước
		57.55	Nhiệt độ ngày hôm trước

độ của ngày hôm trước là các yếu tố khí tượng khác ảnh hưởng đáng kể đến tầm nhìn. Có thể thấy, lượng mưa của ngày hôm trước và nhiệt độ của ngày hôm trước là hai yếu tố tương quan thuận với tầm nhìn và độ ẩm, tốc độ gió thể hiện tương quan nghịch với tầm nhìn.

3.3. Ảnh hưởng của điều kiện khí tượng lên nồng độ bụi $PM_{2,5}$

Ảnh hưởng của các thông số khí tượng lên biến thiên nồng độ bụi $PM_{2,5}$ trong giai đoạn haze và giai đoạn không xảy ra haze được thể hiện ở Bảng 4.

Trong số 14 thông số khí tượng xem xét có 4 - 7 thông số xuất hiện với vai trò là yếu tố quyết định trong

Bảng 4. Kết quả phân tích hồi quy đa biến giữa nồng độ $PM_{2,5}$ với các yếu tố khí tượng

Hà Nội	Giai đoạn	R ² - hiệu chỉnh	Góc	Thông số khí tượng (p < 0,05)
Đông ẩm	Haze	0,49	- 13.19	Tốc độ gió
			- 0.5	Độ ẩm ngày hôm trước
			- 9.88	Tốc độ gió ngày hôm trước
	Không xảy ra haze	0,47	- 10.41	Tốc độ gió
			- 0.57	Độ ẩm ngày hôm trước
			- 6.82	Tốc độ gió ngày hôm trước
Đông khô	Haze	0,59	- 9.6	Tốc độ gió
			- 11.81	Lượng mưa
			- 1.5	Áp suất ngày hôm trước
			0.07	Bức xạ ngày hôm trước
			- 0.597	Độ ẩm ngày hôm trước
			- 3.45	Nhiệt độ ngày hôm trước
			- 12.59	Tốc độ gió ngày hôm trước
	Không xảy ra haze	0,58	- 9.49	Tốc độ gió
			- 12.61	Lượng mưa
			- 1.06	Áp suất ngày hôm trước
			0.08	Bức xạ ngày hôm trước
			- 0.54	Độ ẩm ngày hôm trước
			- 2.8	Nhiệt độ ngày hôm trước
			- 10.21	Tốc độ gió ngày hôm trước

Ghi chú: Thời gian khảo sát từ ngày 1/1/2016 - 31/12/2021

mỗi mô hình hồi quy, có thể giải thích 49 - 59% và 47 - 58% biến thiên nồng độ $PM_{2.5}$ trong đợt haze và khi không xảy ra haze. Kết quả phân tích hồi quy đa biến chỉ ra rằng, tốc độ gió là yếu tố quan trọng ảnh hưởng quyết định đến nồng độ $PM_{2.5}$. Vào các đợt haze, mức độ ảnh hưởng của tốc độ gió đến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ lớn hơn rất nhiều so với khi không xảy ra haze. Kết quả này cũng tương đồng với một số nghiên cứu trước đây về ảnh hưởng của điều kiện khí tượng đến nồng độ bụi mịn trong không khí xung quanh (Lê Hà và cs, 2021, Hiền và cs, 2002). Gió đóng vai trò hàng đầu trong việc vận chuyển/pha loãng theo phương ngang của nồng độ bụi trong đó có bụi $PM_{2.5}$ và do đó làm giảm nồng độ bụi. Tốc độ gió càng lớn, bụi càng được pha loãng nhanh. Điều này giải thích mối tương quan nghịch (hệ số góc < 0) giữa nồng độ bụi $PM_{2.5}$ và tốc độ gió. Bên cạnh tốc độ gió, trong các đợt haze, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ còn chịu ảnh hưởng đáng kể của bởi nhiệt độ của không khí bên ngoài (nhiệt độ đối với mùa đông khô và nhiệt độ của ngày hôm trước đối với mùa đông ẩm). Nhiệt độ không khí là yếu tố khí tượng ảnh hưởng nhiều tới các thông số khí tượng theo phương thẳng đứng như là: độ ổn định của khí quyển (khả năng khuấy trộn theo phương thẳng đứng), chiều cao khuấy trộn của khí quyển. Nhiệt độ càng cao, chiều cao mà chất ô nhiễm không khí có thể khuếch tán lên càng cao, cũng như mức độ khuấy trộn càng lớn. Do đó, nồng độ bụi và nhiệt độ không khí cũng có mối tương quan nghịch. Một thông số khí tượng theo phương thẳng đứng nữa là áp suất khí quyển cũng có ảnh hưởng tới biến thiên nồng độ bụi trong các đợt haze. Trong số các yếu tố quyết định trong mô hình hồi quy ở Bảng 4 có sự xuất hiện của 5/6 thông số khí tượng của ngày hôm trước

cho thấy tầm quan trọng của đáp ứng trễ của bụi $PM_{2.5}$ đối với một số điều kiện khí tượng.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã khảo sát một số tiêu chí để xác định các đợt haze của các nước trong khu vực Đông Nam Á. Dựa trên tiêu chí lựa chọn là: Nồng độ bụi $PM_{2.5} > 50 \mu g.m^{-3}$, tầm nhìn < 5 km và độ ẩm tương đối < 90%, các đợt haze của Hà Nội đã được phân tích. Kết quả cho thấy, từ năm 2016 - 2021 (trừ năm 2018 không có đủ dữ liệu), mỗi mùa đông (tháng 10 - tháng 3 năm sau) có từ 10 - 17 đợt haze. Các đợt haze có xu hướng xảy ra nhiều hơn vào mùa đông ẩm (tháng 1 - tháng 3). Số đợt haze của mùa đông khô từ 4 - 7 đợt và mùa đông ẩm là 5 - 12 đợt. Riêng mùa đông ẩm năm 2018 và 2020 có số đợt haze kéo dài lần lượt là 12 và 11 đợt. Các đợt haze kéo dài từ 1 - 6 ngày với giá trị trung bình trong toàn bộ thời gian khảo sát là 1,6 ngày. Giá trị trung bình của nồng độ $PM_{2.5}$ của các đợt trong mỗi mùa đông khô và đông ẩm từ 61,1 - 115,5 $\mu g.m^{-3}$, trong đó nồng độ trung bình của $PM_{2.5}$ trong một đợt cao nhất là 182,9 $\mu g.m^{-3}$.

Phân tích hồi quy tuyến tính cho thấy, các yếu tố khí tượng có thể giải thích 49 - 59% biến thiên nồng độ $PM_{2.5}$ trong đợt haze và 47 - 58% biến thiên này khi không xảy ra haze. Tốc độ gió và nhiệt độ không khí xung quanh là hai yếu tố khí tượng có ảnh hưởng quyết định đến nồng độ $PM_{2.5}$ cả khi xuất hiện đợt haze và khi không có đợt haze. Vào các đợt haze, mức độ ảnh hưởng của tốc độ gió đến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ lớn hơn rất nhiều so với khi không xảy ra haze.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.99-2019.322■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dieu-Anh Van, Hien Nguyen Thi Thu, Ha Vo Thi Le, Nhung Le Hong, Phan Nguyen Huong Thuy, Prapat Pongkiatkul, Vu V. Tuan, Bich-Thuy Ly, "A review of characteristics, causes, and formation mechanisms of haze in southeast Asia" *Current Pollution Report* (Đang xuất bản).
2. Le Ha V., Dieu Anh V., Thu Hien N.T., Duy Nam D., Trung Dung N., Bich Thuy L., "Concentrations of $PM_{0.1}$ and $PM_{2.5}$ at high polluting event days in Hanoi and the effects of meteorological conditions" *Journal of Science and Technology* 59 (xA) (2021) (Đang xuất bản).
3. Bao Anh Phung Ngoc, Herv'e Delbarre, Karine Deboudt, Elsa Dieudonn'e, Dien Nguyen Tran, Son Le Thanh, Jacques Pelon, François Ravetta, "Key factors explaining severe air pollution episodes in Hanoi during 2019 winter season", *Atmospheric Pollution Research* 12 (2021) 101068.
4. Sulong N.A., Latif M.T., Khan M.F., Amil N., Ashfold M.J., Wahab M.I.A., et al., "Source apportionment and health risk assessment among specific age groups during haze and non-haze episodes in Kuala Lumpur, Malaysia", *Sci. Total Environ. Elsevier B.V.*; 2017; 601-602:556-70.
5. Kim Oanh N.T., Leelasakultum K., "Analysis of meteorology and emission in haze episode prevalence over mountain-bounded region for early warning", *Sci. Total Environ.* 2011a; 409(11):2261-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.02.022>
6. Chomanee J., Thongboon K., Tekasakul S., Furuuchi M., Dejchanchaiwong R., Tekasakul P., "Physicochemical and toxicological characteristics of nanoparticles in aerosols in southern Thailand during recent haze episodes in lower southeast Asia", *J. Environ. Sci.* 2020;94:72-80.
7. Luong L.M.T., Phung D., Sly P.D., Morawska L., Thai P.K., "The association between particulate air pollution and respiratory admissions among young children in Hanoi, Vietnam". *Sci. Total Environ.* 2017; 578:249-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.012>.
8. Luong L.T.M., Dang T.N., Thanh Huong N.T., Phung D., Tran L.K., Van Dung D., et al., "Particulate air pollution in Ho Chi Minh city and risk of hospital admission for acute lower respiratory infection (ALRI) among young children", *Environ. Pollut.* 2020;257:113424.



9. Vu H.N.K., Ha Q.P., Nguyen D.H., Nguyen T.T.T., Nguyen T.T., Nguyen T.T.H., et al., "Poor air quality and its association with mortality in Ho Chi Minh city", *Case study. Atmosphere*. 2020;11(7):1-20.
10. Khamkaew C., Chantara S., Janta R., Pani S.K., Prapamontol T., Kawichai S., et al., "Investigation of biomass burning chemical components over Northern Southeast Asia during 7-SEAS/BASELInE 2014 campaign", *Aerosol Air Qual. Res.* 2016;16(11):2655-70.
11. Thepnuan D., Chantara S., Lee C. Te, Lin N.H., Tsai Y.I., "Molecular markers for biomass burning associated with the characterization of PM_{2.5} and component sources during dry season haze episodes in Upper South East Asia" *Sci. Total Environ.* 2019; 658:708-22.
12. Jaafar S.A., Latif M.T., Razak I.S., Wahid N.B.A., Khan M.F., Srithawirat T., "Composition of carbohydrates, surfactants, major elements and anions in PM_{2.5} during the 2013 Southeast Asia high pollution episode in Malaysia", *Chinese Society of Particuology*. 2018;37:119-26 <http://dx.doi.org/10.1016/j.partic.2017.04.012>.
13. Pinto, J.P., Grant L.D., Hartlage T.A., "Report on US EPA air monitoring of haze from SE Asia biomass fires", 1998.
14. Khan M.F., Latif M.T., Saw W.H., Amil N., Nadzir M.S.M., Sahani M., et al., "Fine particulate matter in the tropical environment: Monsoonal effects, source apportionment, and health risk assessment", *Atmos. Chem. Phys.* 2016a; 16(2):597-617.
15. See W.S., Balasubramanian R., Rianawati E., Karthikeyan S., Streets D.G., "Characterization and source apportionment of particulate matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$ in Sumatra, Indonesia, during a recent peat fire episode", *Environ. Sci. Technol.* 2007; 41(10):3488-94.
16. Huang X., Betha R., Tan L.Y., Balasubramanian R., "Risk assessment of bioaccessible trace elements in smoke haze aerosols versus urban aerosols using simulated lung fluids", *Atmos. Environ.* 2016; 125:505-11.

SELECTED CHARACTERISTICS OF HAZE EPISODES IN HANOI

Nguyen Quoc Dat, Hoang Duc Anh, Nguyen Thi Thao, Ngo Ich Hung

Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Hien, Nghiem Trung Dung, Van Dieu Anh*

School of Environmental Science and Technology, Hanoi University of Science and Technology

ABSTRACT

Air pollution is a serious environmental problem affecting public health and the economy. In Southeast Asia (SEA), especially in the island countries of SEA, haze episodes are a notable environmental problem, attracting great attention in the region and around the world. In mainland SEA countries, haze episodes in Thailand have been studied for a long time. However, in Vietnam, the research about characteristics of haze episodes is limited. This work focuses on analyzing some characteristics of haze periods in Hanoi from 2016 to 2021. The influence of meteorological parameters on the variation of PM_{2.5} in the haze periods was also evaluated through a multivariable linear regression equation.

Key words: PM_{2.5}, haze, visibility.