

Nghiên cứu các đặc tính quang học và vật lý của sol khí tại một khu vực đô thị ở Hà Nội

Nguyễn Đức Lượng^{1*}, Bùi Thị Hiếu¹, Văn Hùng Vỹ², Phạm Thị Thùy²

¹Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng, 55 Giải Phóng, phường Đồng Tâm, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

²Trung tâm Quan trắc Môi trường miền Bắc, Tổng cục Môi trường, 556 Nguyễn Văn Cừ, phường Ngọc Lâm, quận Long Biên, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 2/7/2021; ngày chuyển phản biện 5/7/2021; ngày nhận phản biện 28/7/2021; ngày chấp nhận đăng 30/7/2021

Tóm tắt:

Mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích, đánh giá các đặc tính quang học và vật lý của sol khí tại một khu vực đô thị ở thành phố Hà Nội dựa trên việc phân tích các sản phẩm số liệu đặc tính sol khí thu thập từ quang phổ kế đặt ở trạm đo mặt đất (Trạm AERONET Nghĩa Đô, Hà Nội) và từ vệ tinh viễn thám MODIS cho 3 mùa (mùa khô, mùa mưa và mùa chuyển tiếp) trong giai đoạn 2010-2018. Kết quả cho thấy, thông số độ dày quang học sol khí (AOD) có giá trị cao nhất trong mùa chuyển tiếp (1,24), tiếp đó lần lượt là trong mùa khô (0,94) và mùa mưa (0,57). Giá trị cao (1,34) của số mũ Angstrom đo ở các bước sóng 870 và 440 nm ($AE_{440-870}$) phản ánh sự đóng góp chủ yếu của các hạt bụi mịn so với các hạt bụi thô trong tải lượng sol khí ở khu vực nghiên cứu. Các giá trị cao của số mũ Angstrom dập tắt ($EAE_{440-480}$) và hấp thụ ($AAE_{440-480}$) trong cả 3 mùa cho thấy, hai loại sol khí có nguồn gốc do đốt sinh khối và các hoạt động đô thị/công nghiệp đều tồn tại trong môi trường không khí ở khu vực nghiên cứu. Kết quả phân tích dữ liệu các điểm cháy ở khu vực Đông Nam Á thu thập từ số liệu vệ tinh MODIS và phân tích quỹ đạo chuyển động ngược của các khối không khí di chuyển đến địa điểm nghiên cứu ở Hà Nội cho một số giai đoạn của năm 2016 cho thấy, các hoạt động đốt sinh khối ở phạm vi vùng (miền Trung của Việt Nam và các quốc gia lân cận bao gồm Thái Lan, Lào, Campuchia) có thể là nguồn tác động đáng kể tới sự biến đổi đặc tính quang học và vật lý của sol khí trong giai đoạn cuối mùa khô và mùa chuyển tiếp tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội.

Từ khóa: AERONET, AOD, đặc tính quang học và vật lý của sol khí, đốt sinh khối, MODIS.

Chỉ số phân loại: 1.5

1. Đặt vấn đề

Các sol khí trong khí quyển có nguồn gốc từ các nguồn phát thải tự nhiên và nhân tạo có sự ảnh hưởng quan trọng đến khí hậu, ô nhiễm không khí và sức khỏe con người. Tuy nhiên, đặc tính của các sol khí có sự biến đổi lớn theo không gian và thời gian trong môi trường khí quyển. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về các đặc tính quang học, vật lý, sự biến đổi theo thời gian và không gian của các sol khí trong khí quyển bằng cách sử dụng dữ liệu sol khí thu nhận từ quang phổ kế đặt trên mặt đất hoặc vệ tinh viễn thám. AOD - một chỉ số của tải lượng sol khí trong cột khí quyển theo chiều thẳng đứng thể hiện sự dập tắt khí quyển tổng hợp do sự có mặt của các sol khí từ bề mặt đến đỉnh của tầng khí quyển. AOD tỷ lệ thuận với số lượng và khối lượng các hạt trong không khí, AOD thường giảm với sự gia tăng bước sóng của các sol khí chủ yếu ở dạng hạt mịn. Nhóm [1] đã nghiên cứu các đặc tính quang học của sol khí tại các địa điểm khác nhau ở khu vực phía tây Địa Trung Hải và cho thấy rằng loại sol khí chiếm ưu thế ở các khu vực đô thị là các hạt bụi mịn. Nhóm [2] đã nghiên cứu sự biến đổi theo

không gian và thời gian của các sol khí trong khí quyển ở Malaysia và chỉ ra rằng, sự chiếm ưu thế của các sol khí do các nguồn phát thải đô thị và nguồn đốt sinh khối đã gây ra một sự giảm đáng kể bức xạ mặt trời. Nhóm [3] đã cho thấy tác động của các nguồn đốt sinh khối ở phạm vi vùng đến các đặc tính của sol khí tại khu vực đô thị ở miền nam Trung Quốc.

Đặc tính của các loại sol khí có thể xác định được thông qua việc phân tích thông số AOD và số mũ Angstrom (Angstrom exponent - AE), số mũ Angstrom dập tắt (Extinction angstrom exponent - EAE) và số mũ Angstrom hấp thụ (Absorbed angstrom exponent - AAE) đo ở các bước sóng 870 nm và 440 nm. Những thông số này có thể thu được từ nguồn dữ liệu được cung cấp bởi quang phổ kế lắp đặt ở các trạm trên mặt đất thuộc mạng lưới quan trắc toàn cầu (AERONET - Aerosol robotic network) điều phối bởi NASA, bao gồm hơn 400 quang phổ kế tự động CIMEL được thiết kế và lắp đặt phục vụ cho việc nghiên cứu thời tiết và biến đổi khí hậu. Tuy các phép đo quang phổ kế có khả năng cung cấp dữ liệu tin cậy về đặc tính của các sol khí, nhưng chúng chỉ có thể cung cấp thông tin về các đặc

*Tác giả liên hệ: Email: luongnd1@nuce.edu.vn

Studying the optical and physical properties of aerosol in an urban area of Hanoi city

Duc Luong Nguyen^{1*}, Thi Hieu Bui¹,
Hung Vy Van², Thi Thuy Pham²

¹Faculty of Environmental Engineering, National University of Civil Engineering,
55 Giai Phong Street, Dong Tam Ward, Hai Ba Trung District, Hanoi, Vietnam

²Centre for Environmental Monitoring, Vietnam Environment Administration,
556 Nguyen Van Cu Street, Ngoc Lam Ward, Long Bien District, Hanoi, Vietnam

Received 2 July 2021; revised 28 July 2021; accepted 30 July 2021

Abstract:

The purpose of this study is to analyse and evaluate the optical and physical properties of aerosol in an urban area of Hanoi city based on the data products for aerosol characteristics measured by the sunphotometer situated at the ground station (Nghĩa Đô AERONET station, Hanoi) and by the MODIS satellite remote sensing for 3 seasons (dry, rainy, and transitional seasons) during the period of 2010-2018. The findings showed that the aerosol optical depth (AOD) has the highest value in the transitional season (1.24), followed by those in the dry (0.94) and rainy (0.57) seasons. The high value of Angstrom Exponent (1.34) measured at the wavelengths of 870 and 440 nm ($AE_{440-870}$) indicated the major contribution of fine particles, compared to that by the coarse particles, in the aerosol loading in the study area. The high values of both Extinction Angstrom Exponent ($EAE_{440-480}$) and Absorbed Angstrom Exponent ($AAE_{440-480}$) during 3 seasons suggested that aerosol originated from both biomass burning and urban/industrial sources co-existed in the atmosphere in the study area. The analysis results for active fires in the Southeast Asia measured by MODIS satellite and air mass backward trajectories arrived at the study site in Hanoi in the periods of 2016 showed that the regional biomass burning activities (the central region of Vietnam and neighboring countries including Thailand, Laos, and Cambodia) could be the important source influencing the variation of optical and physical properties of aerosol during the end of the dry season and transitional season in the urban area of Hanoi city.

Keywords: AERONET, aerosol optical and physical properties, AOD, biomass burning, MODIS.

Classification number: 1.5

tính sol khí ở một số khu vực cụ thể xung quanh vị trí đặt thiết bị quang phổ kế. Để khắc phục điểm hạn chế về không gian này, công cụ vệ tinh viễn thám đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp các đặc tính của sol khí ở cả quy mô vùng và quy mô toàn cầu. Trong số các sản phẩm số liệu vệ tinh được sử dụng để đánh giá tải lượng sol khí, các sản phẩm của vệ tinh được ứng dụng phổ biến nhất bởi độ chính xác cao đối với cả sol khí thô và sol khí mịn [4]. Các cảm biến MODIS (Terra và Aqua) với dải quang phổ rộng đã tạo ra một bộ dữ liệu chuyên sâu về đặc tính quang học của sol khí trên phạm vi toàn cầu.

Hà Nội nằm trong khu vực Đồng bằng sông Hồng, là thủ đô và là thành phố lớn thứ hai của Việt Nam, với tổng diện tích khoảng 3.328 km² và tổng dân số khoảng 8,25 triệu người (năm 2020). Khí hậu của Hà Nội mang đặc điểm khí hậu điển hình của miền Bắc Việt Nam với mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 9, mùa khô từ tháng 11 đến tháng 3, và mùa chuyển tiếp vào tháng 4 và tháng 10. Trong những năm gần đây, Hà Nội đã và đang phải đối mặt với tình trạng gia tăng ô nhiễm không khí, dẫn đến những ảnh hưởng đến sức khỏe người dân. Cho đến nay, một số nghiên cứu đã được thực hiện chủ yếu liên quan đến đánh giá mức độ ô nhiễm không khí ở Hà Nội [5-8]. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu liên quan đến đặc tính quang học và vật lý của sol khí ở Việt Nam cũng như ở Hà Nội. Do đó, việc thực hiện nghiên cứu này sẽ góp phần cung cấp, bổ sung các thông tin liên quan đến đặc tính quang học, vật lý của sol khí và các yếu tố tác động đến sự biến đổi của sol khí. Mục tiêu chính của nghiên cứu là phân tích, đánh giá các đặc tính quang học và vật lý của sol khí tại một khu vực đô thị ở thành phố Hà Nội dựa trên việc phân tích đánh giá các sản phẩm số liệu đặc tính quang học và vật lý của sol khí thu thập từ quang phổ kế đặt ở trạm đo mặt đất (Trạm AERONET Nghĩa Đô, Hà Nội) và từ vệ tinh viễn thám MODIS.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu AERONET

Dữ liệu AERONET được cung cấp bởi NASA ở 3 cấp độ: cấp độ 1 (chưa được lọc mây); cấp độ 1,5 (đã được lọc mây); cấp độ 2 (đã được lọc mây và chất lượng được đảm bảo). Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu AERONET cấp độ 2 bao gồm: AOD ở bước sóng 500 nm và các thông số AE, EAE, và AAE được xác định ở bước sóng 440 và 870 nm ($AE_{440-870}$, $EAE_{440-870}$, $AAE_{440-870}$). Trong nghiên cứu này, trạm đo của AERONET là trạm AERONET Nghĩa Đô (tọa độ 105,80 E; 21,05 N). Đây là trạm đo nằm ở một khu vực đô thị đông dân cư của Hà Nội, có thể chịu tác động của nhiều nguồn phát thải do hoạt động của con người như giao thông, công nghiệp, xây dựng và đốt sinh khối. Giai đoạn được nghiên cứu đối với số liệu AERONET là 2010-2018.

2.2. Dữ liệu MODIS AOD

Nghiên cứu này sử dụng bộ sản phẩm AOD mới nhất của vệ tinh MODIS Terra (MOD04) - bộ dữ liệu 6,1 ở bước sóng 550 nm sử dụng thuật toán kết hợp 10 km DTDB (Dark target deep blue). Các sản phẩm sol khí cấp độ 2 MODIS Terra trong giai đoạn 2010-2018 được tải về từ cơ sở dữ liệu hệ LAADS DAAC của tổ chức NASA, Mỹ (<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov>). Sản phẩm kết hợp AOD₅₅₀_DTDB được sử dụng trong nghiên cứu này chỉ bao gồm các dữ liệu chất lượng cao DT (QAF=3 đối với mặt đất, QAF>0 đối với đại dương) và DB (QAF=2 & 3).

2.3. Dữ liệu các điểm cháy từ vệ tinh MODIS

Trong nghiên cứu này, bộ sản phẩm MODIS NRT thể hiện các điểm cháy hoạt động được sử dụng để phát hiện các vùng có đám cháy trong phạm vi vùng và địa phương trong khoảng thời gian nghiên cứu. Dữ liệu về điểm cháy hoạt động được tải về từ website của FIRMS (Fire information for resource management system, NASA). Mỗi vị trí điểm cháy hoạt động MODIS NRT biểu thị trung tâm của 1 km pixel. Chỉ những điểm cháy với 100% chắc chắn mới được sử dụng trong nghiên cứu này. Thông tin các điểm cháy sẽ được thể hiện trên bản đồ không gian kết hợp với phân tích quỹ đạo chuyển động ngược của các khối không khí để xác định khả năng tác động của các nguồn đốt sinh khối ở phạm vi vùng và địa phương tới đặc tính sol khí đo đạc tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội.

2.4. Phân tích quỹ đạo chuyển động ngược của các khối không khí

Quỹ đạo chuyển động ngược 3 ngày của các khối không khí được mô phỏng để xác định các nguồn phát thải, đặc biệt là các nguồn đốt sinh khối ở quy mô vùng và địa phương tới đặc tính sol khí đo đạc tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội. Việc mô phỏng được thực hiện nhờ áp dụng mô hình HYSPLIT (Hybrid single-particle lagrangian integrated trajectory).

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Biến đổi theo thời gian của các đặc tính quang học của sol khí

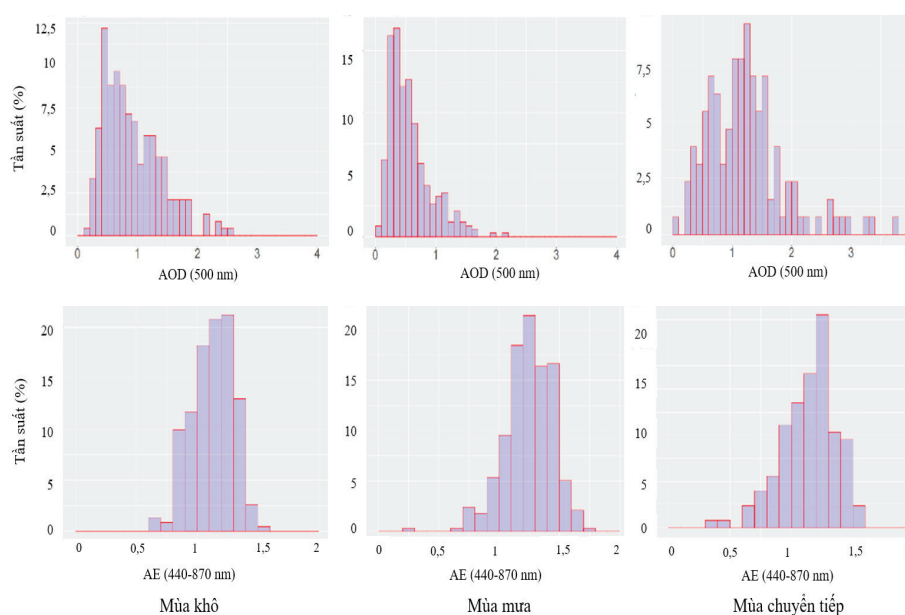
Bảng 1 thể hiện giá trị trung bình năm của AOD ở bước sóng 500 nm (AOD₅₀₀) và thông số AE ở bước sóng từ 440 đến 870 nm (AE₄₄₀₋₈₇₀) trong cả giai đoạn nghiên cứu 2010-2018. Giá

trị trung bình năm của AOD₅₀₀ tại Trạm Nghĩa Đô là 0,81, cao hơn nhiều so với giá trị ở khu vực đô thị tại Ispra, Italia (0,34), có thể so sánh được với giá trị ở Bắc Kinh, Trung Quốc (0,74-1,06) và thấp hơn giá trị ở khu vực đô thị tại Vũ Hán, Trung Quốc (1,05) [9].

Bảng 1. Giá trị trung bình năm ($\pm$ độ lệch chuẩn) và trung bình mùa ($\pm$ độ lệch chuẩn) của AOD₅₀₀ và AE₄₄₀₋₈₇₀*

	Mùa khô	Mùa chuyển tiếp	Mùa mưa	Cả năm
AOD ₅₀₀	0,94 ($\pm 0,48$)	1,24 ($\pm 0,67$)	0,57 ($\pm 0,35$)	0,81 ($\pm 0,53$)
AE ₄₄₀₋₈₇₀	1,34 ($\pm 0,16$)	1,37 ($\pm 0,17$)	1,33 ($\pm 0,21$)	1,34 ($\pm 0,18$)

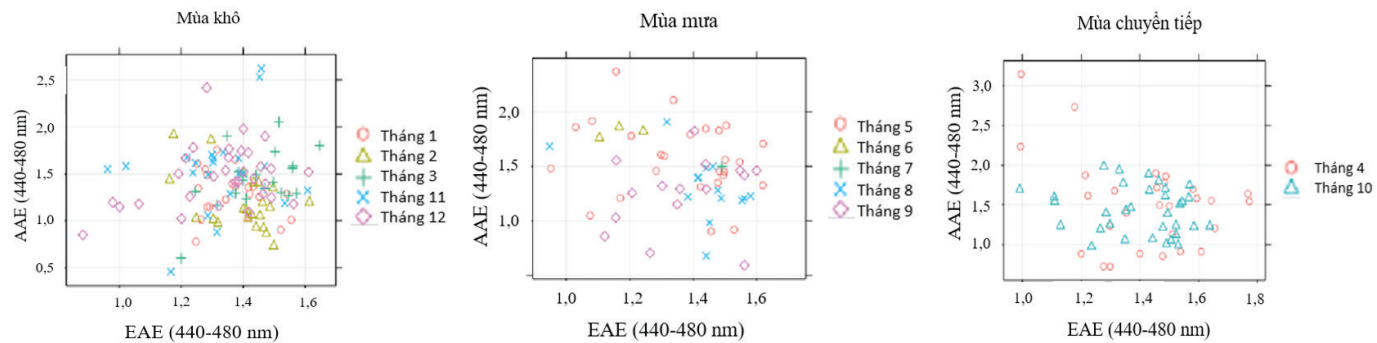
Sự gia tăng tải lượng của sol khí (thể hiện qua giá trị tương đối cao của AOD₅₀₀) tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội có thể bị ảnh hưởng mạnh bởi các nguồn phát thải nhân tạo. Tại hầu hết các khu vực đô thị ở Việt Nam, các loại nguồn phát thải nhân tạo chính bao gồm các phương tiện giao thông (xe máy và ô tô sử dụng nhiên liệu xăng, xe tải và các loại xe buýt chạy dầu diesel...), nguồn cố định (công nghiệp, nhiệt điện...), đốt sinh khối (các hoạt động nấu ăn trong sinh hoạt, đốt rác và phế phẩm nông nghiệp), và các hoạt động xây dựng. Trong 3 mùa, AOD₅₀₀ có giá trị trung bình thấp nhất vào mùa mưa (0,57), chủ yếu do tác động của quá trình rửa trôi các hạt trong khí quyển khi xảy ra mưa, do đó làm giảm tải lượng của sol khí. Trong khi đó, giá trị AOD₅₀₀ vào mùa chuyển tiếp (1,24) cao hơn đáng kể so với mùa khô (0,94). Có thể nhận thấy trong mùa khô và mùa chuyển tiếp, dải giá trị 0,3-1,6 của AOD₅₀₀ có tần suất xuất hiện là lớn nhất; trong khi về mùa mưa, dải giá trị của AOD₅₀₀ có tần suất xuất hiện lớn nhất là 0,2-0,9 (hình 1).



Hình 1. Tần suất xuất hiện của AOD₅₀₀ và AE₄₄₀₋₈₇₀ trong 3 mùa.

Giá trị cao của thông số $AE_{440-870}$ có thể phản ánh sự đóng góp chủ yếu của các hạt bụi mịn so với các hạt bụi thô đối với tải lượng của sol khí. Theo kết quả nghiên cứu, dải giá trị của $AE_{440-870}$ có thể từ 0 (thể hiện hạt có kích cỡ rất lớn) tới 4 (thể hiện hạt có kích cỡ rất nhỏ). Theo bảng 1, giá trị trung bình nhiều năm của $AE_{440-870}$ tại Trạm Nghĩa Đô là 1,34; cao hơn một chút so với ở Vũ Hán (1,22). Giá trị trung bình mùa của $AE_{440-870}$ ở Trạm Nghĩa Đô là khá tương đồng trong cả 3 mùa. Ngoài ra, tần suất xuất hiện của khoảng giá trị từ 1,15 đến 1,55 của $AE_{440-870}$ (phản ánh sự chiếm ưu thế của các hạt bụi mịn) trong mùa khô, mùa chuyển tiếp và mùa mưa tương ứng là 86,97, 78,74 và 80,70% (hình 1). Kết quả này cho thấy, các hạt bụi mịn chiếm phần lớn tải lượng sol khí trong cả 3 mùa tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội.

3.2. Tác động của hoạt động đốt sinh khối tới đặc tính của sol khí trong giai đoạn cuối mùa khô và mùa chuyển tiếp



Hình 2. Mối tương quan giữa $EAE_{440-480}$ và $AAE_{440-480}$ trong 3 mùa.

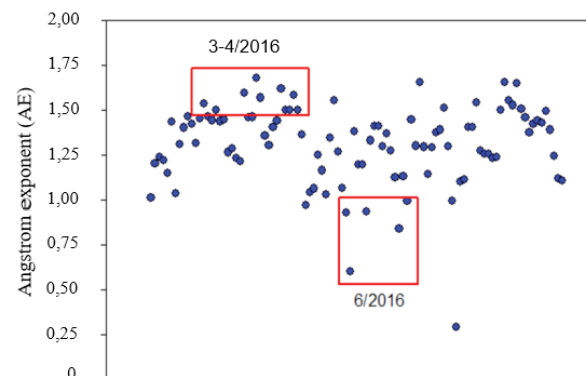
Đặc tính của các loại sol khí có nguồn gốc do đốt sinh khối (Biomass burning - BB) và do các hoạt động đô thị/công nghiệp (urban/industry - U/I) được xác định với việc sử dụng các tiêu chí theo nghiên cứu [10] như sau: sol khí có nguồn gốc BB có các giá trị $EAE_{440-480} > 1$ và $AAE_{440-480} > 1,2$; sol khí có nguồn gốc U/I có $EAE_{440-480} > 1$ và $0,7 < AAE_{440-480} < 1,3$. Kết quả phân tích mối tương quan giữa $EAE_{440-480}$ và $AAE_{440-480}$ trong 3 mùa thể hiện ở hình 2 cho thấy, cả hai loại sol khí BB và U/I đều tồn tại trong môi trường không khí ở Hà Nội. Giá trị trung bình trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu của $EAE_{440-480}$ đối với các loại BB và U/I ở khu vực nghiên cứu tương ứng là 1,40 và 1,39. Giá trị của sol khí BB lớn hơn một chút so với sol khí U/I biểu thị kích thước sol khí BB nhỏ hơn so với sol khí U/I.

$EAE_{440-870}$ là một trong những thông số phản ánh kích cỡ của các hạt trong sol khí. Giá trị nhỏ hơn của $EAE_{440-870}$ biểu thị kích thước hạt lớn hơn. Các giá trị của $EAE_{440-870}$ là 1,36, 1,41 và 1,39 tương ứng với mùa khô, mùa chuyển tiếp và mùa mưa. Những khác biệt nhỏ về giá trị của $EAE_{440-870}$

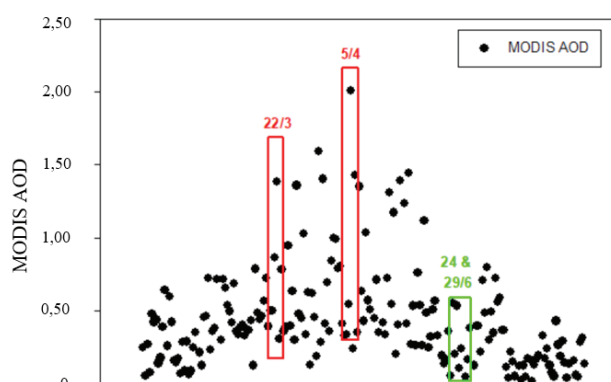
trong 3 mùa cho thấy sự biến đổi không đáng kể về kích thước các hạt trong sol khí ở 3 mùa tại khu vực nghiên cứu. Như vậy, giá trị $EAE_{440-870}$ là cao nhất trong giai đoạn mùa chuyển tiếp ở khu vực nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong giai đoạn cuối mùa khô (tháng 3) và mùa chuyển tiếp (tháng 4), loại sol khí có nguồn gốc do đốt sinh khối chiếm khoảng 91,59%. Theo kết quả của một số nghiên cứu khác [11, 12], các hoạt động đốt sinh khối diễn ra thường xuyên trong các tháng 3 và 4 ở khu vực các nước Đông Nam Á, và đây có thể là nguồn tác động đáng kể tới đặc tính của sol khí trong các khoảng thời gian này.

Để có thể đánh giá tác động của các hoạt động đốt sinh khối tới đặc tính của sol khí tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội trong giai đoạn cuối mùa khô và mùa chuyển tiếp, diễn biến của các thông số thể hiện đặc tính quang học của sol khí bao gồm số mũ Angstrom ở các bước sóng 440-870 nm

xác định từ trạm đo AERONET ($AE_{440-870}$) và độ dày quang học của sol khí xác định từ vệ tinh MODIS (MODIS AOD) trong năm 2016 - là năm có đầy đủ nhất các số liệu về đặc tính quang học của sol khí trong giai đoạn nghiên cứu 2010-2018 được thể hiện tương ứng ở hình 3 và 4.

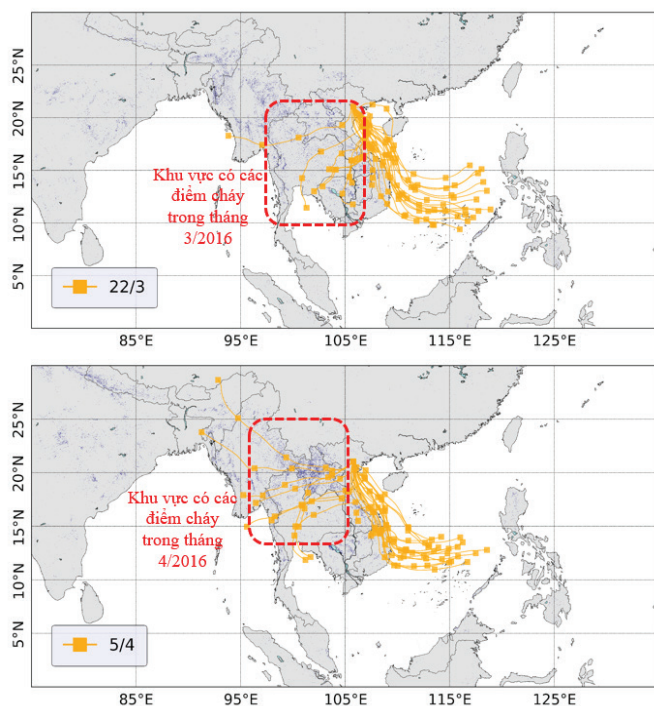


Hình 3. Sự biến đổi của giá trị trung bình ngày của $AE_{440-870}$ trong năm 2016.



Hình 4. Sự biến đổi của giá trị trung bình ngày của MODIS AOD trong năm 2016.

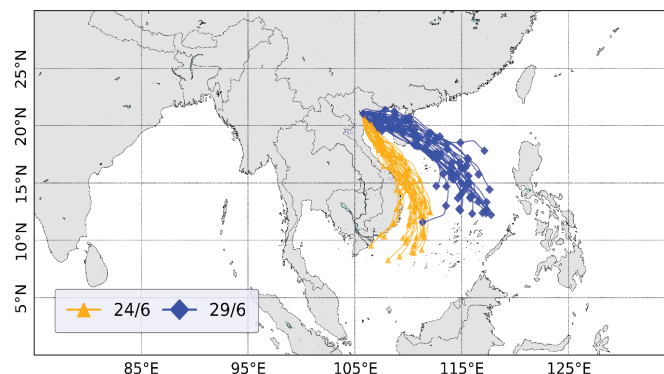
Theo kết quả nghiên cứu của [13], sol khí có nguồn gốc do đốt sinh khối thường có giá trị $AE_{440-870} > 1,5$. Kết quả thể hiện ở hình 3 cho thấy, trong các tháng 3 và 4/2016, một số ngày có giá trị $AE_{440-870} > 1,5$. Đồng thời, tải lượng sol khí (thể hiện qua giá trị của MODIS AOD) trong một số ngày của tháng 3 và 4/2016 cũng tăng cao, ví dụ trong các ngày 22/3/2016 và 5/4/2016 (hình 4). Bản đồ thể hiện các điểm cháy ở khu vực Đông Nam Á thu thập từ số liệu vệ tinh MODIS trong giai đoạn tháng 3-4/2016 cho thấy mật độ dày đặc các điểm cháy (phần lớn do đốt sinh khối). Các kết quả mô phỏng của mô hình HYSPLIT cho thấy, các khối không



Hình 5. Bản đồ thể hiện các điểm cháy ở khu vực Đông Nam Á trong các tháng 3 và 4/2016 và quỹ đạo chuyển động ngược của các khối không khí đến khu vực Hà Nội trong các ngày 22/3/2016 và 5/4/2016 dựa trên kết quả mô phỏng của mô hình HYSPLIT.

khí di chuyển đến khu vực nghiên cứu ở Hà Nội trong các ngày 22/3/2016 và 5/4/2016 đều đi qua các vùng, khu vực có mật độ dày các điểm cháy ở miền Trung của Việt Nam và các quốc gia lân cận như Thái Lan, Lào, Campuchia. Do đó, các khối không khí này có thể vận chuyển một lượng chất ô nhiễm nhất định sinh ra từ các đám cháy đó và mang tới khu vực Hà Nội, làm gia tăng tải lượng sol khí tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội trong các ngày 22/3/2016 (AOD~1,6) và 5/4/2016 (AOD~2,0, giá trị AOD cao nhất thu nhận được trong năm 2016) (hình 5).

Để so sánh các kết quả của giai đoạn cuối mùa khô và mùa chuyển tiếp, nghiên cứu này lựa chọn 2 ngày trong tháng 6/2016 là ngày 24/6/2016 và 29/6/2016 có các giá trị $AE_{440-870} < 1$ (hình 3) và các giá trị MODIS AOD rất thấp (AOD~0,05, ngày 24/6/2016) và thấp (AOD~0,55, ngày 29/6/2016) như thể hiện ở hình 4 để tiếp tục phân tích. Bản đồ thể hiện các điểm cháy ở khu vực Đông Nam Á thu thập từ số liệu vệ tinh MODIS trong giai đoạn tháng 6/2016 cho thấy không xuất hiện nhiều điểm cháy ở khu vực Đông Nam Á trong giai đoạn này. Đồng thời, kết quả mô phỏng của mô hình HYSPLIT cho thấy, các khối không khí di chuyển đến khu vực nghiên cứu ở Hà Nội trong các ngày 24/6/2016 và 29/6/2016 đều xuất phát từ khu vực biển Đông và quỹ đạo chuyển động của các khối không khí cũng không đi qua các khu vực có điểm cháy (hình 6).



Hình 6. Bản đồ thể hiện các điểm cháy ở khu vực Đông Nam Á trong các tháng 3 và tháng 4/2016 và quỹ đạo chuyển động ngược của các khối không khí đến khu vực Hà Nội trong các ngày 24/6/2016 và 29/6/2016 dựa trên kết quả mô phỏng của mô hình HYSPLIT.

Như vậy, kết quả phân tích so sánh cho 2 giai đoạn (tháng 3-4/2016 và 6/2016) ở trên cho thấy, các hoạt động đốt sinh khối ở phạm vi vùng có thể là nguồn tác động đáng kể tới đặc tính của sol khí trong giai đoạn cuối mùa khô và mùa chuyển tiếp tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội.

4. Kết luận

Nghiên cứu này thực hiện việc phân tích, đánh giá các đặc tính quang học và vật lý của sol khí tại một khu vực đô

thị ở thành phố Hà Nội dựa trên việc phân tích các sản phẩm số liệu đặc tính quang học và vật lý của sol khí (AOD, AE, EAE và AAE) thu thập từ quang phổ kế đặt ở trạm đo mặt đất (Trạm AERONET Nghĩa Đô, Hà Nội) và từ vệ tinh viễn thám MODIS. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, thông số AOD có giá trị cao nhất trong mùa chuyển tiếp, tiếp đến là mùa khô và mùa mưa. Giá trị cao của thông số AE₄₄₀₋₈₇₀ phản ánh sự đóng góp chủ yếu của các hạt bụi mịn so với các hạt bụi thô trong tải lượng của sol khí tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội. Các giá trị cao của EAE₄₄₀₋₄₈₀ và AAE₄₄₀₋₄₈₀ trong cả 3 mùa cho thấy, cả hai loại sol khí có nguồn gốc do đốt sinh khối và do các hoạt động đô thị/công nghiệp đều tồn tại trong môi trường không khí ở Hà Nội. Kết quả phân tích dữ liệu các điểm cháy ở khu vực Đông Nam Á thu thập từ số liệu vệ tinh MODIS và kết hợp với phân tích quỹ đạo chuyển động ngược của các khối không khí cho một số giai đoạn của năm 2016 cho thấy, các hoạt động đốt sinh khối ở phạm vi vùng và địa phương có thể là nguồn tác động đáng kể tới sự biến đổi đặc tính của sol khí trong giai đoạn cuối mùa khô và mùa chuyển tiếp tại khu vực nghiên cứu ở Hà Nội.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển KH&CN Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.08-2017.301. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. Benkhalifa, J.F. Léon, M. Chaabane (2017), "Aerosol optical properties of western mediterranean basin from multi-year AERONET data", *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, **164**, pp.222-228, DOI: 10.1016/j.jastp.2017.08.029.
- [2] K.D. Kanniah, H.Q. Lim, D.G. Kaskaoutis, et al. (2014), "Investigating aerosol properties in Peninsular Malaysia via the synergy of satellite remote sensing and ground-based measurements", *Atmospheric Research*, **138**, pp.223-239, DOI: 10.1016/j.atmosres.2013.11.018.
- [3] J. Zhu, X. Xia, H. Che, et al. (2016), "Study of aerosol optical properties at kunming in southwest China and long-range transport of biomass burning aerosols from North Burma", *Atmospheric Research*, **169**, pp.237-247, DOI: 10.1016/j.atmosres.2015.10.012.
- [4] N. Yan, G. Wu, X. Zhang, et al. (2015), "Variation of aerosol optical properties from AERONET observation at Mt. Muztagh Ata, Eastern Pamirs", *Atmospheric Research*, **153**, pp.480-488, DOI: 10.1016/j.atmosres.2014.10.013.
- [5] C.D. Hai, N.T.K. Oanh (2013), "Effects of local, regional meteorology and emission sources on mass and compositions of particulate matter in Hanoi", *Atmospheric Environment*, **78**, pp.105-112, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2012.05.006.
- [6] D.L. Nguyen, N. Coowanitwong (2011), "Strategic environmental assessment application for sustainable transport-related air quality policies: A case study in Hanoi city, Vietnam", *Environment, Development and Sustainability*, **13**(3), pp.565-585, DOI: 10.1007/s10668-010-9277-1.
- [7] N.T.T. Thuy, D.T. Nghiem, K. Sekiguchi, et al. (2017), "Levels and water soluble organic carbon of atmospheric nanoparticles in a location of Hanoi, Vietnam", *Vietnam Journal of Science and Technology*, **55**(6), pp.745-755, DOI: 10.15625/2525-2518/55/6/9618.
- [8] N.T.T. Thuy, N.T. Dung, R. Yamaguchi, et al. (2018), "Mass concentrations and carbonaceous compositions of PM_{0.1}, PM_{2.5}, and PM₁₀ at urban locations in Hanoi, Vietnam", *Aerosol and Air Quality Research*, **18**(7), pp.1591-1605, DOI: 10.4209/aaqr.2017.11.0502.
- [9] L. Wang, W. Gong, X. Xia, et al. (2015), "Long-term observations of aerosol optical properties at Wuhan, an urban site in central China", *Atmospheric Environment*, **101**, pp.94-102, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2014.11.021.
- [10] A.K. Mishra, T. Shibata (2012), "Synergistic analyses of optical and microphysical properties of agricultural crop residue burning aerosols over the Indo-Gangetic Basin (IGB)", *Atmospheric Environment*, **57**, pp.205-218, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2012.04.025.
- [11] N.H. Lin, S.C. Tsay, H.B. Maring, et al. (2013), "An overview of regional experiments on biomass burning aerosols and related pollutants in Southeast Asia: From base-asia and the Dongsha experiment to 7-seas", *Atmospheric Environment*, **78**, pp.1-19, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2013.04.066.
- [12] T.H. Le, T.N.T. Nguyen, K. Lasko, et al. (2014), "Vegetation fires and air pollution in Vietnam", *Environmental Pollution*, **195**, pp.267-275, DOI: 10.1016/j.envpol.2014.07.023.
- [13] J. Liu, W. Shen, Y. Yuan, et al. (2021), "Optical characteristics and radiative properties of aerosols in harbin, heilongjiang province during 2017", *Atmosphere*, **12**(4), DOI: 10.3390/atmos12040463.