

ĐÁNH GIÁ CÁC THÀNH PHẦN CACBON TRONG BỤI Mịn PM_{2.5} TẠI MỘT KHU VỰC ĐÔ THỊ Ở HÀ NỘI

Nguyễn Đức Lượng^{a,*}, Hoàng Tuấn Việt^a, Bùi Thị Hiếu^a, Bùi Quang Trung^a, Vũ Việt Hà^a

^aKhoa Kỹ thuật môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 06/9/2021, Sửa xong 20/9/2021, Chấp nhận đăng 21/9/2021

Tóm tắt

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là phân tích, đánh giá diễn biến nồng độ khối lượng của bụi mịn PM_{2.5} và các thành phần cacbon trong bụi mịn PM_{2.5} ở một khu vực đô thị điển hình, Quận Hai Bà Trưng, TP. Hà Nội. Các mẫu bụi 24-h PM_{2.5} đã được thu thập trong khoảng thời gian mùa hè (từ ngày 8/7/2020 đến ngày 18/7/2020). Kết quả cho thấy nồng độ trung bình ngày của bụi PM_{2.5} trong toàn đợt đo tại khu vực nghiên cứu là 41,29 µg/m³ - thấp hơn so với giá trị quy định của QCVN 05:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh. Đối với các thành phần cacbon trong bụi PM_{2.5}, thành phần cacbon hữu cơ (OC) có nồng độ cao hơn nhiều so với thành phần cacbon nguyên tố (EC) trong toàn bộ thời gian nghiên cứu. Thành phần cacbon hữu cơ thứ cấp (SOC) chiếm một tỷ lệ đáng kể (31,89%) trong OC, cho thấy tầm quan trọng của các nguồn thứ cấp. Sự tác động của các nguồn sơ cấp và thứ cấp tới diễn biến của các thành phần cacbon trong bụi PM_{2.5} là khác nhau trong giai đoạn nghiên cứu. Trong giai đoạn 8-12/7/2020, sự tác động của các nguồn sơ cấp chiếm ưu thế, được thể hiện qua các giá trị nồng độ cao của thành phần cacbon hữu cơ sơ cấp (POC). Trong khi đó, các nguồn thứ cấp đóng vai trò quan trọng hơn đối với sự biến đổi của các thành phần cacbon trong bụi PM_{2.5}, cụ thể là SOC, trong giai đoạn 13-18/7/2020.

Từ khoá: bụi mịn PM_{2.5}; cacbon nguyên tố (EC); cacbon hữu cơ (OC); cacbon hữu cơ sơ cấp (POC); cacbon hữu cơ thứ cấp (SOC); tỷ lệ OC/EC.

EVALUATING CARBONACEOUS SPECIES IN FINE PARTICLE PM_{2.5} MEASURED IN AN URBAN AREA IN HANOI

Abstract

The major objective of this study was to analyze and evaluate the variation of concentrations of fine particle PM_{2.5} and carbonaceous species in PM_{2.5} measured in a typical urban area in Hai Ba Trung District, Hanoi. The 24-h PM_{2.5} samples were daily collected during a summer period (from 8/7/2020 to 18/7/2020). The results showed that the daily mean concentration of PM_{2.5} averaged for the whole sampling period in the study area was 41,29 µg/m³, which lower than the allowable value in QCVN 05:2013/BTNMT - National Technical Regulation on Ambient Air Quality. For carbon components in PM_{2.5}, organic carbon (OC) had much higher concentration than that of elemental carbon (EC) for the whole study period. Secondary organic carbon (SOC) accounted for a remarkable portion (31.89%) in OC, suggesting the important role of secondary sources. The impacts of primary and secondary sources on the variation of carbonaceous species in PM_{2.5} were different during the study period. During the period of 8-12/7/2020, the impact of primary sources was dominant, which expressed by the high concentrations of primary organic carbon (POC). Meanwhile, secondary sources played more important role in regulating the variation of carbonaceous species in PM_{2.5}, particularly SOC, during the period of 13-18/7/2020.

Keywords: fine particle PM_{2.5}; elemental carbon (EC); organic carbon (OC); primary organic carbon (POC); secondary organic carbon (SOC); OC/EC ratio.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2021-15\(4V\)-02](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(4V)-02) © 2021 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: luongnd1@nuce.edu.vn (Lượng, N. Đ.)

1. Giới thiệu

Sol khí trong khí quyển, đặc biệt là ở các khu vực đô thị, chứa một phần đáng kể các thành phần cacbon. Cacbon dạng hạt trong khí quyển bao gồm một hỗn hợp phức tạp các chất có chứa nguyên tử cacbon, thường được phân thành hai thành phần chính là cacbon đen (black carbon - BC) và cacbon hữu cơ (organic carbon - OC). Cacbon đen, còn được gọi là cacbon nguyên tố (elemental carbon - EC), có cấu trúc giống như than chì và có màu đen. Cacbon hữu cơ dạng hạt là hỗn hợp của hydrocacbons và oxygenates, chiếm phần lớn thành phần của cacbon dạng hạt trong khí quyển. Trong khi EC được phát thải ra trực tiếp trong quá trình đốt cháy không hoàn toàn các loại sinh khối và nhiên liệu hóa thạch chứa cacbon thì OC có cả nguồn gốc sơ cấp và thứ cấp. Cacbon hữu cơ dạng hạt sơ cấp (primary organic carbon - POC) được hình thành trong quá trình đốt cháy và phát thải ra chủ yếu dưới dạng các hạt mịn và siêu mịn. Trong khi đó, phát thải từ bào tử thực vật và phấn hoa, mảnh vụn thực vật, chất hữu cơ trong đất, ... tạo ra POC chủ yếu dưới dạng các hạt thô. OC cũng có nguồn gốc thứ cấp (secondary organic carbon - SOC) hình thành do sự chuyển hóa các chất từ dạng khí thành dạng hạt của các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi trong khí quyển, do sự ngưng tụ của các chất hữu cơ bay hơi với áp suất hơi thấp khi nồng độ vượt quá mức bão hòa, hoặc do sự hấp phụ vật lý hoặc hóa học của các chất khí trên bề mặt hạt sol khí [1]. Để xây dựng và thực hiện các giải pháp kiểm soát ô nhiễm cacbon dạng hạt, việc xác định sự tác động của các nguồn sơ cấp và nguồn thứ cấp tới OC là hết sức cần thiết, do các giải pháp giảm phát thải chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến thành phần POC trong OC. Cho đến nay chưa có các phương pháp phân tích trực tiếp để xác định các thành phần POC và SOC trong OC. Do đó, một số phương pháp gián tiếp đã được áp dụng để đánh giá sự hình thành SOC trong khí quyển. Các phương pháp gián tiếp này bao gồm xác định thành phần đồng vị cacbon ($^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$) [2], sử dụng tỷ lệ OC/EC nhỏ nhất trong các mẫu bụi được thu thập trong điều kiện quang hóa thấp [3], và áp dụng các mô hình mô tả sự phát thải, phân tán và chuyển đổi hóa học của OC dạng khí và hạt [4].

Liên quan đến các nghiên cứu về các thành phần cacbon trong bụi ở Việt Nam, cho đến nay đã có một số nghiên cứu được thực hiện. Tuy nhiên, các nghiên cứu này mới chỉ tập trung vào thành phần cacbon đen (EC) trong môi trường không khí xung quanh [5–7] và trong nhà [8]. Hầu như chưa có các nghiên cứu liên quan đến đánh giá các thành phần OC, POC và SOC trong bụi. Do đó, thực hiện các nghiên cứu này là cần thiết, nhằm cung cấp thông tin, cơ sở khoa học liên quan đến các thành phần cacbon trong bụi, đặc biệt là bụi mịn ($\text{PM}_{2.5}$) – là loại bụi có tác động xấu tới sức khỏe con người, ở các khu vực đô thị của Việt Nam. Trong bối cảnh trên, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu chính là đánh giá diễn biến nồng độ khối lượng của bụi mịn $\text{PM}_{2.5}$ và các thành phần cacbon trong bụi mịn $\text{PM}_{2.5}$ ở Hà Nội. Các mục tiêu cụ thể của nghiên cứu bao gồm: (1). Phân tích, đánh giá diễn biến nồng độ khối lượng trung bình 24h của bụi $\text{PM}_{2.5}$ quan trắc tại một khu vực đô thị điển hình ở Hà Nội; (2). Phân tích, đánh giá tác động của các nguồn sơ cấp và thứ cấp tới diễn biến nồng độ khối lượng của các thành phần cacbon (EC, OC, POC và SOC) trong mẫu bụi $\text{PM}_{2.5}$.

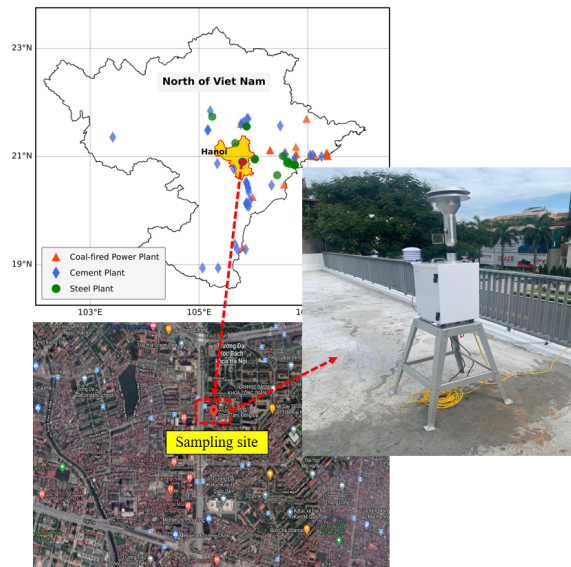
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu và vị trí lấy mẫu

Hà Nội là thủ đô và thành phố lớn thứ hai của Việt Nam với tổng diện tích khoảng 3.328 km^2 và dân số khoảng 8,1 triệu người. Hà Nội có khí hậu cận nhiệt đới ẩm chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc vào mùa đông và gió mùa Đông Nam vào mùa hè với bốn mùa rõ rệt: mùa xuân (tháng 3 - tháng 5), mùa hè (tháng 6 - tháng 8), mùa thu (tháng 9 - tháng 11) và mùa đông (tháng 12 - tháng 2). Trong vòng thập kỷ vừa qua, Hà Nội đã có sự phát triển nhanh chóng về kinh tế xã hội và dân số đô thị, tốc độ đô thị hóa và cơ giới hóa cao. Thành phố được đặc trưng bởi một số lượng lớn các phương

tiện giao thông cá nhân (chủ yếu là xe máy và ô tô). Tính đến cuối năm 2019, trên địa bàn Hà Nội có khoảng 6,0 triệu xe máy và 787.000 ô tô [5]. Khí thải từ các phương tiện giao thông được coi là một trong những nguồn gây ô nhiễm không khí chính ở Hà Nội [9], bên cạnh một số nguồn khác như đốt nhiên liệu cho sinh hoạt và công nghiệp, đốt chất thải, xây dựng và nguồn lan truyền từ xa [10, 11].

Trong nghiên cứu này, thiết bị lấy mẫu bụi $PM_{2.5}$ được đặt trên mái tòa nhà 2 tầng A2 (21.003 vĩ độ Bắc, 105.842 kinh độ Đông), Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, số 55 Giải Phóng, Quận Hai Bà Trưng, TP. Hà Nội (Hình 1). Quận Hai Bà Trưng là một trong bốn quận nội thành đầu tiên của Hà Nội với mật độ dân số cao khoảng 30.000 người/km². Điểm quan trắc này có thể coi là vị trí đại diện cho khu vực đô thị điển hình chịu tác động của các nguồn thải hỗn hợp: giao thông, sinh hoạt, xây dựng và công nghiệp. Có nhiều nguồn phát thải nhân tạo lớn ở các tỉnh lân cận Hà Nội bao gồm: (i) các nhà máy nhiệt điện than, (ii) nhà máy thép, và (iii) các nhà máy xi măng; trong đó (i) nằm ở phía đông và đông nam, (ii) ở phía bắc và phía đông, và (iii) ở các khu vực lân cận của Hà Nội (Hình 1). Trong các điều kiện khí tượng nhất định, các chất ô nhiễm không khí phát sinh từ các nguồn thải kể trên, dưới tác động của quá trình lan truyền trong khí quyển, có thể ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng không khí ở Hà Nội và các khu vực lân cận khác [10].



Hình 1. Khu vực nghiên cứu và vị trí lấy mẫu

2.2. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu bụi $PM_{2.5}$ trong phòng thí nghiệm

a. Phương pháp lấy mẫu bụi $PM_{2.5}$

Mẫu bụi $PM_{2.5}$ được thu thập hàng ngày trong khoảng thời gian mùa hè năm 2020 từ ngày 8/7/2020 đến ngày 18/7/2020. Tổng cộng có 10 mẫu bụi 24-h $PM_{2.5}$ và 01 mẫu trắng được thu thập trên giấy lọc sợi thạch anh (Whatman, QM-H, kích thước 47 mm, Hoa Kỳ) bằng cách sử dụng thiết bị lấy mẫu không khí lưu lượng thấp (E-FRM-200, METONE, Hoa Kỳ) hoạt động ở lưu lượng hút là 16,7 lít/phút. Mẫu trắng được thu thập tại hiện trường trong vòng 24h bằng cách đặt giấy lọc trong thiết bị lấy mẫu nhưng không chạy bơm hút lấy mẫu.

Giấy lọc được cân hai lần trước và sau khi lấy mẫu. Trước khi cân, giấy lọc được cân bằng trong vòng 24h trong bình hút ẩm ở điều kiện nhiệt độ 25 ± 5 °C và độ ẩm tương đối là $50 \pm 5\%$. Trước khi lấy mẫu, giấy lọc được nung trong lò nung điện ở 900 °C trong vòng 3h để loại bỏ các tạp chất ô

nhiễm có thể có ở giấy lọc. Sau khi lấy mẫu, các mẫu được niêm phong trong một giấy dầu nhôm và giữ trong một túi nilon sạch, sau đó được vận chuyển đến phòng thí nghiệm và bảo quản trong bình hút ẩm có các hạt silicagel và được bảo quản trong tủ lạnh ở nhiệt độ khoảng 4 °C để ngăn chặn sự bay hơi của các thành phần dễ bay hơi trước khi được phân tích thành phần hóa học. Việc cân mẫu được thực hiện bằng cách sử dụng cân phân tích Adam AEA-160DG. Việc bảo quản và cân các mẫu trắng được thực hiện theo các quy trình tương tự như đã áp dụng cho các mẫu bụi PM_{2.5}.

b. Phương pháp phân tích các thành phần cacbon trong mẫu bụi PM_{2.5}

Các thành phần OC và EC trong mẫu bụi PM_{2.5} được phân tích bằng thiết bị phân tích cacbon (Model 5L, Sunset Laboratory Inc., Hoa Kỳ). Giao thức truyền nhiệt/quang (TOT) NIOSH 870 được áp dụng để xác định hàm lượng OC và EC trong mẫu bụi PM_{2.5}. Một diện tích 1.5 cm² được cắt từ mỗi ¼ tấm giấy lọc và được đặt nung trong lò nung ở các nhiệt độ khác nhau bao gồm 310 °C, 475 °C, 615 °C và 870 °C ở môi trường không có O₂ và heli nguyên chất để sinh ra bốn thành phần OC (OC₁, OC₂, OC₃ và OC₄). Sau đó, nhiệt độ của lò nung được giảm xuống khoảng 550 °C, và thành phần EC được phân tích bằng cách gia nhiệt tiếp theo ở 550 °C (EC₁), 625 °C (EC₂), 700 °C (EC₃), 775 °C (EC₄), 850 °C (EC₅), và 870 °C (EC₆) trong môi trường 98% He và 2% O₂. Hơi các bon trong quá trình gia nhiệt bị oxy hóa thành CO₂ trong lò oxy hóa. CO₂ được khử định lượng thành CH₄ với chất xúc tác niken và sau đó được đo định lượng bằng máy dò ion hóa ngọn lửa (FID). Tổng các thành phần OC và EC bằng tổng cacbon (TC): TC = OC + EC.

2.3. Phương pháp đánh giá thành phần SOC trong OC

Trong nghiên cứu này, phương pháp tỷ lệ OC/EC nhỏ nhất [12] – một trong những phương pháp phổ biến nhất để ước tính nồng độ của SOC và POC trong OC, được áp dụng theo các phương trình sau:

$$\text{SOC} = \text{OC} - (\text{OC/EC})_{\min} \times \text{EC} \quad (1)$$

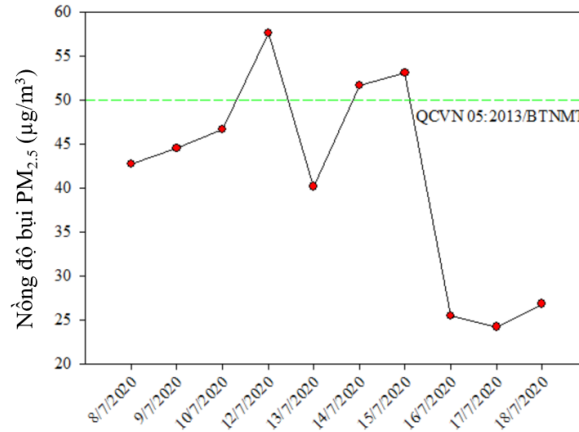
$$\text{POC} = \text{OC} - \text{SOC} \quad (2)$$

trong đó (OC/EC)_{min} được là tỷ lệ OC/EC nhỏ nhất quan sát được trong các mẫu bụi PM_{2.5} được thu thập từ địa điểm lấy mẫu; OC và EC là nồng độ của cacbon hữu cơ và cacbon nguyên tố trong các mẫu bụi PM_{2.5}; POC và SOC là các thành phần cacbon hữu cơ sơ cấp và thứ cấp trong OC. Do có sự khác nhau đối với các vùng của nguồn thải, cường độ phát thải của các nguồn và tác động của các quá trình trong khí quyển, lượng phát thải cacbon sơ cấp và tỷ lệ OC/EC nhỏ nhất có thể rất khác nhau đối với các khu vực, các mùa và các nguồn phát thải. Tỷ lệ OC/EC thấp đã được xác định đối với các nguồn phát thải giao thông (tương ứng là 2,2 và 0,8 đối với phương tiện sử dụng nhiên liệu xăng hạng nhẹ và phương tiện sử dụng nhiên liệu dầu diesel hạng nặng), hệ thống sưởi của nhà ở (đốt củi 4,15 và thiết bị sưởi bằng khí đốt tự nhiên 12,7), cháy rừng (14,5) [13].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nồng độ khối lượng trung bình ngày của bụi PM_{2.5}

Kết quả phân tích nồng độ khối lượng của bụi PM_{2.5} được thể hiện trong Hình 2. Giá trị nồng độ trung bình ngày của bụi PM_{2.5} cao nhất đo được trong ngày 12/7/2020 là 57,63 µg/m³. Trong đợt quan trắc, các ngày 12, 14 và 15/7/2020 có nồng độ trung bình ngày của bụi PM_{2.5} cao hơn so với giá trị quy định (50 µg/m³) của QCVN 05:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh (Hình 2). Giá trị nồng độ trung bình ngày của bụi PM_{2.5} trong toàn đợt đo là 41,29 µg/m³ - thấp hơn so với giá trị quy định của QCVN 05:2013/BTNMT.



Hình 2. Nồng độ trung bình ngày của bụi PM_{2.5}

Kết quả so sánh nồng độ trung bình của bụi PM_{2.5} trong nghiên cứu này với một số nghiên cứu khác ở Việt Nam được tổng hợp trong Bảng 1. So với kết quả quan trắc tại TP. Hồ Chí Minh trong giai đoạn 1996-1998 [14], thì nồng độ trung bình của bụi PM_{2.5} trong nghiên cứu này cao hơn nhiều. So với một số kết quả quan trắc tại TP. Hà Nội vào giai đoạn 1998-1999 [15], giai đoạn 1999-2001 [16], giai đoạn 2001-2002 [17], giai đoạn 2001-2004 [18] thì nồng độ bụi PM_{2.5} trong nghiên cứu này cũng cao hơn. Tuy nhiên, nồng độ trung bình của bụi PM_{2.5} trong nghiên cứu này lại thấp hơn so với kết quả quan trắc tại khu công nghiệp Thượng Đình, Hà Nội trong giai đoạn 2006-2007 [10]. Sự khác nhau về giá trị nồng độ bụi PM_{2.5} trong các nghiên cứu có thể chịu sự tác động của một số yếu tố như vị trí lấy mẫu và tác động của các nguồn phát thải (nguồn cục bộ và nguồn lan truyền từ xa) trong khoảng thời gian lấy mẫu, điều kiện khí tượng và các quá trình hóa lý trong khí quyển tại thời điểm lấy mẫu.

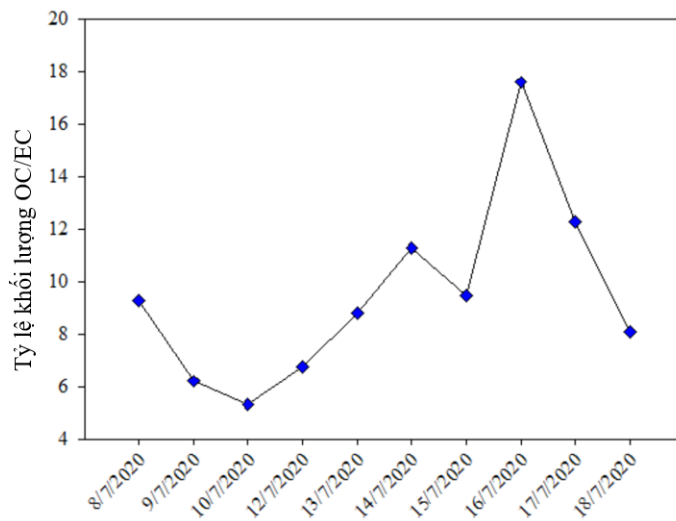
Bảng 1. So sánh nồng độ trung bình của bụi PM_{2.5} trong nghiên cứu này với một số nghiên cứu khác ở Việt Nam

Địa điểm	Thời gian	Nồng độ trung bình của bụi PM _{2.5} (µg/m ³)	Nguồn tham khảo
Khu vực trung tâm, TP. Hồ Chí Minh	1996-1998	16,11	[14]
Khu vực vườn khí tượng, Hà Nội	1998-1999	36,10	[15]
Hà Nội	1999-2001	37,65	[16]
Khu vực vườn khí tượng, Hà Nội	2001-2002	31,06	[17]
Hà Nội	2001-2004	33	[18]
Khu công nghiệp Thượng Đình, Hà Nội	2006-2007	76	[10]
Khu vực đô thị, Quận Hai Bà Trưng, Hà Nội	Tháng 7/2020	41,29	Nghiên cứu này

3.2. Tỷ lệ khối lượng OC/EC

Một số nghiên cứu [19–21] sử dụng giá trị của tỷ lệ OC/EC để nhận định và đánh giá tác động của các nguồn phát thải và các quá trình, phản ứng trong khí quyển tới sự biến đổi của các thành phần cacbon sơ cấp và thứ cấp trong bụi. Ví dụ, các tác giả Watson và cs. [21] đã chỉ ra rằng các nguồn thải giao thông, hoạt động đốt than (sản xuất công nghiệp và nhiệt điện), và đốt sinh khối có tỷ lệ OC/EC tương ứng lần lượt là 1,1; 2,7 và 9,0. Theo nghiên cứu của các tác giả Hildemann và cs. [19], tỷ lệ OC/EC > 2 có thể xem là chỉ dấu của sự đóng góp của các loại bụi thứ cấp. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ OC/EC có khoảng giá trị là 5,32 – 17,58 (Hình 3) với giá trị trung bình cho toàn bộ giai đoạn nghiên

cứu là 9,50. Giá trị OC/EC này là lớn, cho thấy các nguồn đốt sinh khối (quy mô vùng và/hoặc quy mô địa phương) và các quá trình phản ứng thứ cấp trong khí quyển có thể đã ảnh hưởng đến sự biến đổi nồng độ của thành phần OC trong bụi $PM_{2.5}$. Sự hình thành và đóng góp của thành phần cacbon hữu cơ thứ cấp (SOC) trong OC được trình bày ở phần tiếp theo. Mặt khác, diễn biến theo ngày của tỷ lệ OC/EC có xu hướng ngược lại với diễn biến theo ngày của nồng độ trung bình ngày của bụi $PM_{2.5}$ (Hình 2). Trong giai đoạn 8-15/7/2020, các giá trị nồng độ trung bình ngày của bụi $PM_{2.5}$ là khá cao, trong khi các giá trị của tỷ lệ OC/EC lại thấp (Hình 3). Ngược lại, trong giai đoạn 16-18/7/2020, các giá trị nồng độ trung bình ngày của bụi $PM_{2.5}$ là rất thấp, trong khi các giá trị của tỷ lệ OC/EC lại khá cao và đạt giá trị lớn nhất trong ngày 16/7/2020. Điều này gợi ý rằng các nguồn phát thải (sơ cấp và thứ cấp) và/hoặc các quá trình khác nhau có sự tác động khác nhau tới sự biến đổi của thành phần cacbon và các thành phần hóa học khác (ion, kim loại) trong bụi $PM_{2.5}$. Do đó, các nghiên cứu trong tương lai có thể làm rõ hơn vấn đề này.

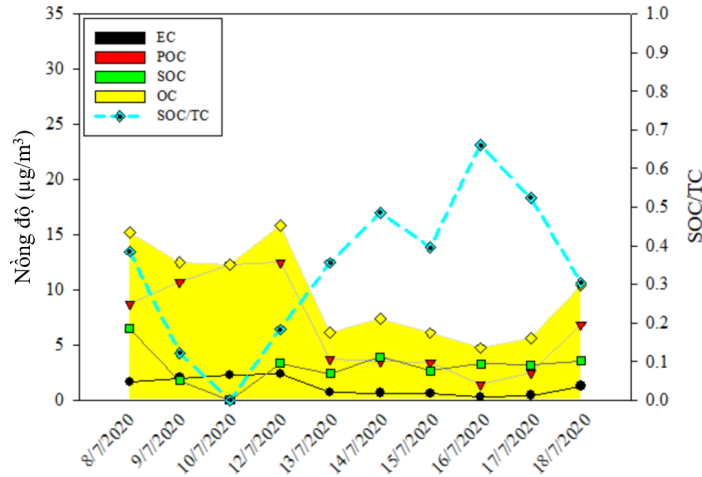


Hình 3. Tỷ lệ khối lượng OC/EC

3.3. Các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$

Kết quả diễn biến giá trị nồng độ trung bình ngày của các thành phần cacbon (EC, POC, SOC, OC) trong bụi $PM_{2.5}$ được thể hiện ở Hình 4. Có thể nhận thấy thành phần OC có nồng độ cao hơn nhiều so với thành phần EC đối với tất cả các mẫu bụi $PM_{2.5}$. Các chỉ số thống kê của các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ được tổng hợp ở Bảng 2.

Trong giai đoạn quan trắc, dải nồng độ trung bình ngày của OC là 4,74 - 15,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và của EC là 0,27 - 2,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Các giá trị nồng độ trung bình của OC và EC trong toàn bộ giai đoạn quan trắc lần lượt là 9,62 và 1,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nồng độ của OC và EC trong giai đoạn đầu của đợt quan trắc (8-12/7/2020) cao hơn nhiều so với các ngày còn lại (13-18/7/2020). Điều này cho thấy tác động của các nguồn phát thải nhân tạo (nguồn sơ cấp) tới các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ trong giai đoạn 8-12/7/2020 là mạnh hơn so với trong giai đoạn 13-18/7/2020. Trong ngày 12/7/2020, nồng độ của cả OC và EC đều đạt giá trị cao nhất trong đợt quan trắc, tương ứng với giá trị cao nhất của nồng độ bụi $PM_{2.5}$ (Hình 2). Điều đó cho thấy các nguồn phát thải và các yếu tố tác động tới các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ là khá tương đồng trong ngày 12/7/2020. So với của một số nghiên cứu khác, nồng độ trung bình của EC trong nghiên cứu này (1,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) thấp hơn so với kết quả quan trắc cho thành phố Hồ Chí Minh là 9,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [22] và thành phố Bangkok, Thái Lan là 11,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [23].



Hình 4. Diễn biến giá trị nồng độ trung bình ngày của các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$

Bảng 2. Chỉ số thống kê của các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$

	OC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	POC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SOC/TC	OC/EC
Trung bình	9,62	1,23	6,56	3,07	0,34	9,50
Độ lệch chuẩn	4,03	0,77	4,11	1,60	0,19	3,47
Min	4,74	0,27	1,43	0,00	0,00	5,32
Max	15,83	2,35	12,49	6,49	0,66	17,58

Trong nghiên cứu này, tỷ lệ OC/EC nhỏ nhất là 5,32 được quan sát vào ngày 10/7/2020. Mỗi tương quan tỷ lệ thuận mạnh ($R = 0,92$, có ý nghĩa thống kê) giữa OC và EC cho thấy các nguồn phát thải chính (ví dụ như khí thải giao thông, các quá trình đốt cháy nhiên liệu cho công nghiệp và nhiệt điện, sinh khối, ...) và/hoặc các quá trình xảy ra trong khí quyển có tác động đồng thời tới cả hai thành phần OC và EC trong bụi $PM_{2.5}$. Do đó, việc sử dụng phương pháp tỷ lệ OC/EC nhỏ nhất quan sát được để ước tính các thành phần cacbon hữu cơ sơ cấp (POC) và cacbon hữu cơ thứ cấp (SOC) là phù hợp trong nghiên cứu này. Kết quả đánh giá sự biến đổi hàng ngày của nồng độ POC và SOC được thể hiện trong Hình 4. Giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của POC và SOC trong OC được đánh giá trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu lần lượt là $6,45 \pm 4,11$ và $3,07 \pm 1,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Thành phần SOC chiếm khoảng 31,89% trong OC xét trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu. Các kết quả này cho thấy sự đóng góp đáng kể của nguồn thứ cấp đối với thành phần SOC trong OC. Do giai đoạn quan trắc trong mùa hè có bức xạ mặt trời mạnh và nhiệt độ không khí cao (nhiệt độ trung bình ngày trong giai đoạn nghiên cứu là 32°C), là điều kiện thuận lợi cho các quá trình oxi hóa, quang hóa và biến đổi pha khí để hình thành các thành phần bụi thứ cấp trong khí quyển [24–26]. Trong giai đoạn 8-12/7/2020, có thể nhận thấy thành phần POC chiếm phần lớn thành phần của OC. Kết quả này một lần nữa khẳng định tác động mạnh của các nguồn phát thải sơ cấp tới các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ trong giai đoạn này. Bên cạnh đó, khi đánh giá tỷ số SOC/TC trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu, có thể thấy tỷ số SOC/TC có các giá trị cao hơn trong giai đoạn 13-18/7/2020, cho thấy sự đóng góp lớn của nguồn thứ cấp tới các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ trong giai đoạn này. Như vậy, mức độ ảnh hưởng của các nguồn sơ cấp và thứ cấp tới các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ là khác nhau trong hai giai đoạn: giai đoạn 8-12/7/2020 và giai đoạn 13-18/7/2020.

4. Kết luận

Nghiên cứu này thực hiện việc thu thập mẫu bụi $PM_{2.5}$ và phân tích, đánh giá diễn biến nồng độ khối lượng của bụi $PM_{2.5}$ và các thành phần cacbon (EC, OC, POC và SOC) trong mẫu bụi $PM_{2.5}$ ở một địa điểm thuộc khu vực đô thị, Quận Hai Bà Trưng, TP. Hà Nội trong khoảng thời gian mùa hè (từ ngày 8/7/2020 đến ngày 18/7/2020). Kết quả cho thấy nồng độ trung bình ngày của bụi $PM_{2.5}$ trong toàn đợt đo tại khu vực nghiên cứu là $41,29 \mu g/m^3$ - thấp hơn so với giá trị quy định của QCVN 05:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh.

Kết quả phân tích các thành phần cacbon (EC, OC, POC và SOC) trong mẫu bụi $PM_{2.5}$ cho thấy thành phần OC có nồng độ cao hơn nhiều so với thành phần EC trong toàn bộ thời gian nghiên cứu. Thành phần SOC chiếm một tỷ lệ đáng kể (31,89%) trong OC, cho thấy tầm quan trọng của nguồn thứ cấp. Sự tác động của các nguồn sơ cấp và thứ cấp tới diễn biến của các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ là khác nhau trong giai đoạn nghiên cứu. Trong giai đoạn 8-12/7/2020, sự tác động của các nguồn sơ cấp chiếm ưu thế. Trong khi đó, trong giai đoạn 13-18/7/2020, các nguồn thứ cấp đóng vai trò quan trọng hơn đối với sự biến đổi của các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$.

Trong nghiên cứu này diễn biến nồng độ khối lượng của các thành phần cacbon trong mẫu bụi $PM_{2.5}$ mới chỉ được phân tích, đánh giá cho một giai đoạn trong mùa hè. Để có thể phân tích, đánh giá một cách toàn diện các yếu tố tác động đến các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ như điều kiện khí tượng, các quá trình hóa lý xảy ra trong khí quyển và sự thay đổi đặc tính các nguồn phát thải theo mùa, cần có các nghiên cứu tiếp theo nhằm đánh giá diễn biến nồng độ khối lượng của các thành phần cacbon trong bụi $PM_{2.5}$ trong các mùa khác (mùa thu, mùa đông, mùa xuân).

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: 01/2020/ĐX. Các tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Quỹ NAFOSTED cho đề tài.

Tài liệu tham khảo

- [1] Castro, L. M., Pio, C. A., Harrison, R. M., Smith, D. J. T. (1999). [Carbonaceous aerosol in urban and rural European atmospheres: estimation of secondary organic carbon concentrations](#). *Atmospheric Environment*, 33(17):2771–2781.
- [2] Hildemann, L. M., Klinedinst, D. B., Klouda, G. A., Currie, L. A., Cass, G. R. (1994). [Sources of Urban Contemporary Carbon Aerosol](#). *Environmental Science & Technology*, 28(9):1565–1576.
- [3] Turpin, B. J., Huntzicker, J. J., Larson, S. M., Cass, G. R. (1991). [Los Angeles summer midday particulate carbon: primary and secondary aerosol](#). *Environmental Science & Technology*, 25(10):1788–1793.
- [4] Hildemann, L. M., Cass, G. R., Mazurek, M. A., Simoneit, B. R. T. (1993). [Mathematical modeling of urban organic aerosol: properties measured by high-resolution gas chromatography](#). *Environmental Science & Technology*, 27(10):2045–2055.
- [5] Quang, T. N., Hue, N. T., Dat, M. V., Tran, L. K., Phi, T. H., Morawska, L., Thai, P. K. (2021). [Motorcyclists have much higher exposure to black carbon compared to other commuters in traffic of Hanoi, Vietnam](#). *Atmospheric Environment*, 245:118029.
- [6] Tran, L. K., Quang, T. N., Hue, N. T., Dat, M. V., Morawska, L., Nieuwenhuijsen, M., Thai, P. K. (2018). [Exploratory assessment of outdoor and indoor airborne black carbon in different locations of Hanoi, Vietnam](#). *Science of The Total Environment*, 642:1233–1241.
- [7] Hien, P. D., Bac, V. T., Thinh, N. T. H., Anh, H. L., Thang, D. D., Nghia, N. T. (2021). [A Comparison Study of Chemical Compositions and Sources of PM1.0 and PM2.5 in Hanoi](#). *Aerosol and Air Quality Research*, 21(10):210056.

- [8] Tran, N. Q. (2017). Pilot monitoring of black carbon concentrations in some high rise apartments in Hanoi. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - HUCE*, 11(6):168–172.
- [9] Nguyen, D. L., Coowanitwong, N. (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):565–585.
- [10] Hai, C. D., Oanh, N. T. K. (2013). [Effects of local, regional meteorology and emission sources on mass and compositions of particulate matter in Hanoi](#). *Atmospheric Environment*, 78:105–112.
- [11] Bui, T. H., Nguyen, D. L., Nguyen, H. H. (2021). [Study of aerosol optical properties at two urban areas in the north of Vietnam with the implication for biomass burning impacts](#). *Environmental Science and Pollution Research*.
- [12] Siciliano, T., Siciliano, M., Malitesta, C., Proto, A., Cucciniello, R., Giove, A., Iacobellis, S., Genga, A. (2018). [Carbonaceous PM10 and PM2.5 and secondary organic aerosol in a coastal rural site near Brindisi \(Southern Italy\)](#). *Environmental Science and Pollution Research*, 25(24):23929–23945.
- [13] Volkamer, R., Jimenez, J. L., Martini, F. S., Dzepina, K., Zhang, Q., Salcedo, D., Molina, L. T., Worsnop, D. R., Molina, M. J. (2006). [Secondary organic aerosol formation from anthropogenic air pollution: Rapid and higher than expected](#). *Geophysical Research Letters*, 33(17).
- [14] Hien, P., Binh, N., Truong, Y., Ngo, N., Sieu, L. (2001). [Comparative receptor modelling study of TSP, PM2 and PM2-10 in Ho Chi Minh City](#). *Atmospheric Environment*, 35(15):2669–2678.
- [15] Hien, P. D., Bac, V. T., Tham, H. C., Nhan, D. D., Vinh, L. D. (2002). [Influence of meteorological conditions on PM2.5 and PM2.5-10 concentrations during the monsoon season in Hanoi, Vietnam](#). *Atmospheric Environment*, 36(21):3473–3484.
- [16] Hien, P. D., Bac, V. T., Thinh, N. T. H. (2004). [PMF receptor modelling of fine and coarse PM10 in air masses governing monsoon conditions in Hanoi, northern Vietnam](#). *Atmospheric Environment*, 38(2): 189–201.
- [17] Bac, V. T., Hien, P. D. (2009). [Regional and local emissions in red river delta, Northern Vietnam](#). *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2(3):157–167.
- [18] Oanh, N. T. K., Upadhyay, N., Zhuang, Y.-H., Hao, Z.-P., Murthy, D. V. S., Lestari, P., Villarin, J. T., Chengchua, K., Co, H. X., Dung, N. T. (2006). [Particulate air pollution in six Asian cities: Spatial and temporal distributions, and associated sources](#). *Atmospheric Environment*, 40(18):3367–3380.
- [19] Hildemann, L. M., Markowski, G. R., Cass, G. R. (1991). [Chemical composition of emissions from urban sources of fine organic aerosol](#). *Environmental Science & Technology*, 25(4):744–759.
- [20] Cao, J. (2003). [Characteristics of carbonaceous aerosol in Pearl River Delta Region, China during 2001 winter period](#). *Atmospheric Environment*, 37(11):1451–1460.
- [21] Watson, J. G., Chow, J. C., Houck, J. E. (2001). [PM2.5 chemical source profiles for vehicle exhaust, vegetative burning, geological material, and coal burning in Northwestern Colorado during 1995](#). *Chemosphere*, 43(8):1141–1151.
- [22] Phan, C. C., Nguyen, T. Q. H., Nguyen, M. K., Park, K.-H., Bae, G.-N., Seung-bok, L., Bach, Q.-V. (2020). [Aerosol mass and major composition characterization of ambient air in Ho Chi Minh City, Vietnam](#). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(6):3189–3198.
- [23] Hung, N. T. Q., Lee, S.-B., Hang, N. T., Kongpran, J., Oanh, N. T. K., Shim, S.-G., Bae, G.-N. (2014). [Characterization of black carbon at roadside sites and along vehicle roadways in the Bangkok Metropolitan Region](#). *Atmospheric Environment*, 92:231–239.
- [24] Cao, J. J., Lee, S. C., Chow, J. C., Watson, J. G., Ho, K. F., Zhang, R. J., Jin, Z. D., Shen, Z. X., Chen, G. C., Kang, Y. M., Zou, S. C., Zhang, L. Z., Qi, S. H., Dai, M. H., Cheng, Y., Hu, K. (2007). [Spatial and seasonal distributions of carbonaceous aerosols over China](#). *Journal of Geophysical Research*, 112(D22).
- [25] Zhang, R.-J., Cao, J.-J., Lee, S.-C., Shen, Z.-X., Ho, K.-F. (2007). [Carbonaceous aerosols in PM10 and pollution gases in winter in Beijing](#). *Journal of Environmental Sciences*, 19(5):564–571.
- [26] Wang, P., Cao, J.-J., Shen, Z.-X., Han, Y.-M., Lee, S.-C., Huang, Y., Zhu, C.-S., Wang, Q.-Y., Xu, H.-M., Huang, R.-J. (2015). [Spatial and seasonal variations of PM 2.5 mass and species during 2010 in Xi'an, China](#). *Science of The Total Environment*, 508:477–487.