

Bài báo khoa học

Đánh giá hiện trạng nồng độ hợp chất Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) trong nước sông Nhuệ đoạn chảy qua các quận nội thành Hà Nội

Vũ Kiều Trang¹, Đỗ Hữu Tuấn^{1*}

¹ Khoa môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Địa chỉ: 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân Hà Nội; vukieustrang_t63@hus.edu.vn; tuandh@vnu.edu.vn

*Tác giả liên hệ: tuandh@vnu.edu.vn; Tel.: +84-2438584995

Ban Biên tập nhận bài: 12/6/2022; Ngày phản biện xong: 20/8/2022; Ngày đăng bài: 25/8/2022

Tóm tắt: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) là hợp chất có khả năng gây ung thư xuất hiện trong không khí, bụi, trầm tích, và nước từ các hoạt động của con người như đốt nhiên liệu hóa thạch, giao thông. Nghiên cứu tiến hành đánh giá nồng độ PAHs trong nước sông Nhuệ đoạn chảy qua nội thành Hà Nội bằng các phương pháp khảo sát, lấy mẫu và phân tích mẫu, và so sánh. Kết quả nghiên cứu cho thấy 4 hợp chất phổ biến trong 16 hợp chất PAHs trong nước sông Nhuệ là Anthracen (22%), Fluoren (20%), Phenanthren (20%), Pyren (9%). Tổng hàm lượng các hợp chất PAHs nằm trong khoảng từ 61,12 ng/L đến 227,30 ng/l. Nghiên cứu cũng cho thấy hai điểm có tổng nồng độ PAHs cao là cầu Sa Đồi (227,3 ng/l) và cầu Đen (201,33 ng/l).

Từ khóa: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; PAHs; Sông Nhuệ; Hà Nội.

1. Mở đầu

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) là những hydrocarbon thơm đa vòng. PAHs phát sinh từ các hoạt động cháy rừng, núi lửa phun trào, đốt cháy nhiên liệu hóa thạch như than đá, dầu mỏ. PAHs là hợp chất có khả năng gây ung thư [1–5] và gây đột biến gen [6–7]. Chúng cũng có khả năng tích lũy sinh học [8–9] từ đó đi vào cơ thể con người qua đường tiêu hóa. PAHs được phát hiện trong sữa mẹ [10] và ảnh hưởng tới sự phát triển của trẻ em [11–12]. Các nghiên cứu chỉ ra rằng PAHs được phát hiện trong tất cả các thành phần môi trường như đất [13–14], nước [15–18], trầm tích [15, 19], không khí [20–24] và sinh vật [19, 25, 26]. Đặc biệt PAHs xuất hiện phổ biến trong bụi không khí như bụi PM₁₀ [23], PM_{2.5} [11, 20, 24].

Tại Việt Nam, các nghiên cứu đã thực hiện để đánh giá PAHs trong môi trường trầm tích ven biển và rừng ngập mặn [27–29] bụi không khí, bụi đường phố [30–32]. PAHs cũng được tìm thấy trong sinh vật như cá [33], động vật hai mảnh [34], trong thực phẩm như cà phê [35]. Tuy nhiên các nghiên cứu về PAHs trong môi trường nước còn hạn chế, đặc biệt trong nước sông nội đô các thành phố lớn tại Việt Nam. Nghiên cứu này đã tiến hành khảo sát, lấy mẫu phân tích và đánh giá nồng độ PAHs trong nước sông Nhuệ với các mục tiêu sau: (1) Đánh giá được nồng độ của các hợp chất PAHs trong nước sông Nhuệ đoạn chảy qua các quận nội thành thành phố Hà Nội; (2) Xác định sự phân bố PAHs trong nước sông và các hợp chất PAHs phổ biến có trong nước sông Nhuệ.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là 16 hợp chất Hydrocacbon thơm đa vòng Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) bao gồm: Naphtalen (NPH), Acenaphthylen (ACY), Acenaphthen (ACP), Fluoren (FLR), Phenanthren (PHE), Anthracen (ANT), Fluoranthen (FA), Pyren (PYR), Benzo (a)anthracen (BaA), Chrysen (CHR), Benzo(b)fluoranthen (BbF), Benzo(k)fluoranthen (BkF), Benzo(a)pyren (BaP), Dibenzo(a,h)anthracen (DbahA), Benzo(g,h,i)perylene (BghiP), Indeno(1,2,3c,d)pyren (IP).

Phạm vi khu vực nghiên cứu là sông Nhuệ đoạn chảy qua các quận nội thành Hà Nội. Vị trí các trạm quan trắc được trình bày tại Bảng 1 và Hình 1.

Bảng 1. Thông tin vị trí các điểm quan trắc.

STT	Ký hiệu mẫu	Vị trí lấy mẫu	Tọa độ	
			Vĩ độ	Kinh độ
1	SN1	Cổng Liên Mạc – Bắc Từ Liêm	21° 5' 21.98"N	105° 46' 14.16"E
2	SN2	Cầu phố Viên – Bắc Từ Liêm	21° 4' 18"N	105° 46' 17"E
3	SN4	Cầu Noi – Bắc Từ Liêm	21° 3' 43.10"N	105° 46' 14.07"E
4	SN6	Cầu Diễn – Bắc Từ Liêm	21° 2' 30"N	105° 45' 41"E
5	SN5	Đại lộ Thăng Long – Nam Từ Liêm	21° 0' 20"N	105° 45' 45"E
6	SN7	Cầu Sa Đồi – Nam Từ Liêm	20° 59' 50.65"N	105° 45' 45.97"E
7	SN3	Cầu Sông Nhuệ - Nam Từ Liêm	20° 59' 19.11"N	105° 46' 44.11"E
8	SN8	Cầu Đen – Hà Đông	20° 58' 16.22"N	105° 46' 49.14"E
9	SN9	Kiến Hưng – Hà Đông	20° 57' 34.94"N	105° 47' 23.03"E
10	SN10	Cầu Mậu Lương I – Hà Đông	20° 57' 32.49"N	105° 47' 42.87"E



Hình 1. Sơ đồ vị trí các điểm quan trắc PAHs tại sông Nhuệ đoạn chảy qua các quận nội thành Hà Nội.

2.2. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu

Mẫu nước lấy theo quy trình tại TCVN 5994:1995 và TCVN 6663-1:2011, được bảo quản theo tiêu chuẩn TCVN 6663-3:2003. Thời gian lấy mẫu vào tháng 4/2022, với 10 mẫu đơn tại 10 điểm được ký hiệu từ SN1-SN10 (Bảng 1). Các mẫu nước sông Nhuệ sau khi được lấy, đóng kín, đưa các mẫu vào tủ bảo quản lạnh từ 2°C–5°C và vận chuyển về phòng thí

nghiệm để phân tích bằng máy sắc ký khí ghép khối phổ (GCMS – Gas Chromatography Mass Spectrometry).

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu quan trắc được xử lý bằng phần mềm thống kê R để loại bỏ sai số hệ thống. Do Việt Nam chưa có tiêu chuẩn hay quy chuẩn quy định hàm lượng các hợp chất PAHs trong nước mặt, các giá trị quan trắc được so sánh với các tiêu chuẩn của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) Cộng đồng Kinh tế Châu Âu (EEC) và Cơ quan Bảo vệ Môi trường Mỹ (US EPA).

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Nồng độ các hợp chất PAHs

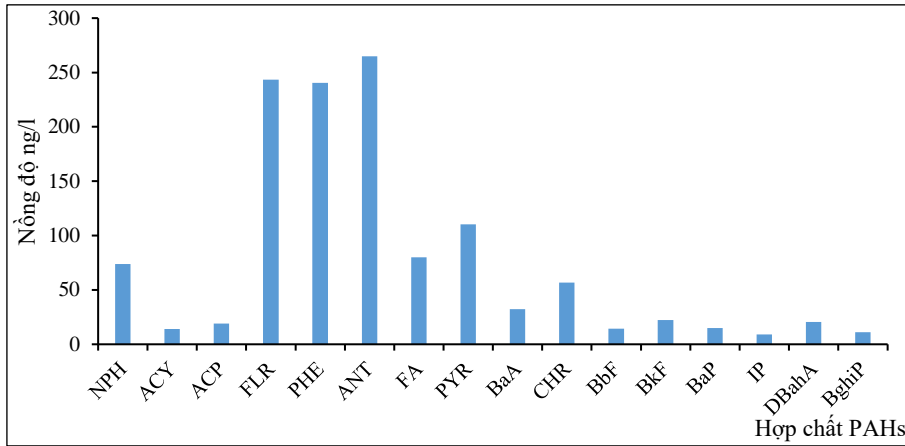
Kết quả phân tích nồng độ các hợp chất PAHs tại các mẫu nước sông Nhuệ cho thấy nồng độ trung bình của Naphthalene (NPH): 7,38 ng/l; Acenaphthylene (Acy): 1,42 ng/l ; Acenaphthene (ACP): 1,9 ng/l; Fluorene (FLR): 24,35 ng/l; Phenanthrene (PHE): 24,05 ng/l; Anthracene (ANT): 26,49 ng/l; Fluoranthene (FA): 8 ng/l; Pyrene (PYR): 11,04 ng/l; Benzo (a) anthracene (BaA): 3,23 ng/l; Chrysene (CHR): 5,68 ng/l; Benzo(b)fluoranthene (BbF): 1,42 ng/l; Benzo[k]fluoranthene (BkF): 2,22 ng/l; Benzo[a]pyrene (BaP): 1,5 ng/l; Indeno [1,2,3-cd]pyrene (IP): 0,91 ng/l; Dibenzo[a,h]anthracene (DbAHA): 2,06 ng/l; Benzo [ghi]perylene (BghiP): 1,1 ng/l.

Bảng 2. Nồng độ các hợp chất PAHs trong nước mặt sông Nhuệ đoạn chảy qua các quận nội thành Hà Nội (ng/l).

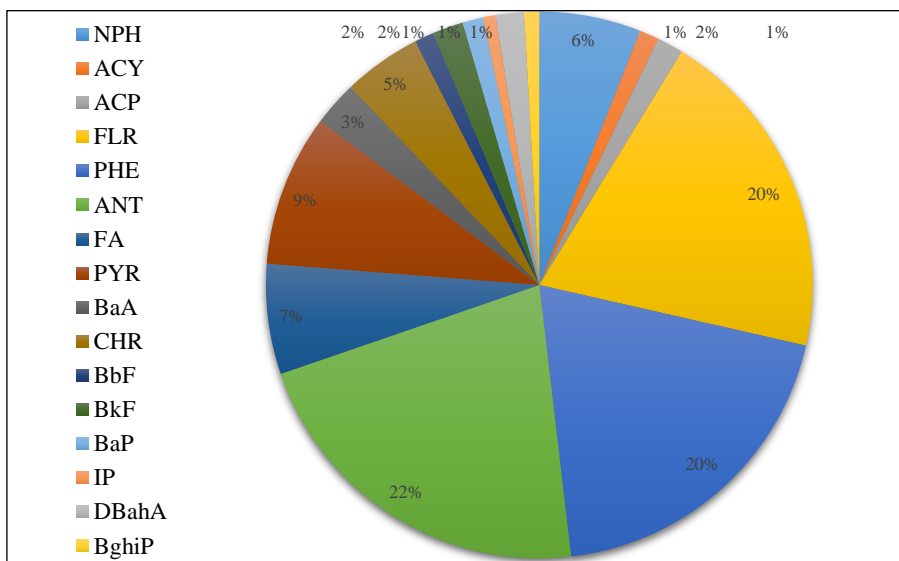
STT	PAHs	SN1	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	SN9	SN10	Tiêu chuẩn [36–38]
1	Naphthalene	<0,3	<0,3	22,40	13,18	<0,3	10,45	<0,3	<0,3	<0,3	27,78	-
2	Acenaphthylene	<0,3	<0,3	1,71	<0,3	6,26	<0,3	2,35	1,59	1,48	0,81	-
3	Acenaphthene	<0,3	1,01	<0,3	0,99	2,10	1,35	9,29	0,27	1,38	2,62	-
4	Fluorene	4,13	6,57	5,45	59,88	5,57	110,34	10,71	31,72	2,98	6,19	-
5	Phenanthrene	18,14	31,28	9,65	25,58	23,32	37,33	25,97	30,65	15,84	22,70	-
6	Anthracene	20,10	<0,4	11,28	30,92	29,16	45,29	31,27	52,70	19,47	24,71	-
7	Fluoranthene	7,29	8,36	6,05	6,90	<0,2	8,31	8,34	29,91	<0,2	4,82	-
8	Pyrene	10,11	6,65	4,97	5,32	15,94	7,81	6,56	24,01	23,58	5,48	-
9	Benz[a]anthracene	2,94	0,64	1,20	<0,4	3,45	0,11	<0,4	6,78	7,28	9,91	100** (USEPA)
10	Chrysene	2,05	3,73	3,93	2,11	7,81	3,92	3,35	6,70	11,79	11,45	-
11	Benzo[b]fluoranthene	<0,4	0,81	0,81	0,75	2,49	0,87	1,94	1,81	1,93	2,83	1200*(EEC), 200** (USEPA)
12	Benzo[k]fluoranthene	<0,3	0,94	0,51	0,35	5,55	0,74	0,56	4,17	7,40	1,99	1200* (EEC), 200** (USEPA)
13	Benzo[a]pyrene	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,99	<0,4	<0,4	1,87	7,40	3,73	1200* (EEC), 200** (USEPA), 700** (WHO)
14	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,17	<0,4	<0,4	2,78	5,10	<0,4	1200* (EEC), 400** (USEPA)
15	Dibenzo[a,h]anthracene	1,77	1,14	0,86	0,58	2,57	0,77	1,71	4,39	6,34	0,40	300** (USEPA)
16	Benzo[ghi]perylene	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,48	<0,5	<0,5	1,98	3,53	1,00	1200* (EEC)

Ghi chú: * môi trường nước xung quanh; ** nước uống.

16 hợp chất PAHs đều được phát hiện có trong các mẫu nước sông. Trong đó có 4 hợp chất PAHs phổ biến được tìm thấy với tổng nồng độ cao tại khu vực sông Nhuệ là Anthracen (ANT) là 264,88ng/l chiếm 22%, Fluorene (FLR) là 243,55ng/l chiếm 20%, Phenanthren (PHE) là 240,46 ng/l chiếm 20% và Pyren (PYR) là 110,43ng/l chiếm 9%. Hai hợp chất PAHs có nồng độ thấp là chất Indeno (1,2,3c,d)pyren (IP) là 9,05 ng/l chiếm 1%, chất Benzo (g,h,i)perylene (BghiP) là 10,99 ng/l chiếm 1%.



Hình 2. Tổng nồng độ từng chất trong mẫu nước sông.



Hình 3. Phần trăm tổng nồng độ từng hợp chất PAHs.

a) Naphthalene

Naphthalene chiếm 6% lượng PAHs quan trắc, xuất hiện ở các mẫu SN4, SN6, SN3, SN10. Các vị trí khác nồng độ dưới ngưỡng phát hiện (< 0,3 ng/l). Trong đó nhiều nhất là ở SN10 với nồng độ 27,78 ng/l. Nồng độ NPH của khu vực sông Nhuệ giao động < 0,3 ng/l – 27,78 ng/l. Nồng độ NPH ở sông Nhuệ cao hơn sông Brisbane (Úc) 19–26 ng/l [39], sông San Joaquin (California, Mỹ) có nồng độ NPH 0,5–1,2 ng/l [40] và thấp hơn rất nhiều so nước ở vịnh Tacoma (Mỹ) nồng độ NPH 44–589 ng/l [41].

b) Ancenaphthylene

Ancenaphthylene xuất hiện ở các mẫu SN5, SN7, SN3, SN8, SN10, SN9 với nồng độ thấp. Trong đó nhiều nhất là ở SN5 với nồng độ 6,26 ng/l. Nồng độ ACY của khu vực sông Nhuệ giao động < 0,3–6,26 ng/l. Nồng độ ACY ở sông Nhuệ cao hơn sông San Joaquin (California, Mỹ) có nồng độ ACY 0,1–0,2 ng/l [40].

c) Acenaphthene

Acenaphthene xuất hiện ở hầu hết các mẫu phân tích, trong đó tại vị trí SN7 có nồng độ cao nhất 9,29 ng/l. Nồng độ ACP ở sông Nhuệ SN7 cao hơn sông Brisbane (Úc) 6–11 ng/l [39], sông San Joaquin (California, Mỹ) có nồng độ ACP 0,1–0,5 ng/l [40] và thấp hơn rất nhiều so nước ở vịnh Chesapeake (Mỹ) nồng độ ACP 0–163 ng/l [42].

d) Fluorene

Fluorene chiếm tới 20% tổng hàm lượng PAHs trong các mẫu phân tích, giao động từ 59–110,34 ng/l. Đây là một trong bốn chất có mặt nhiều nhất ở trong nước sông Nhuệ. FLR

xuất hiện ở tất cả các các mẫu nước mặt nhưng nồng độ của FLR không đồng đều. Trong đó nhiều nhất là ở SN6 khu vực Sa Đới–Nam Từ Liêm với nồng độ 110,34 ng/l, tiếp theo là mẫu SN4 khu vực cầu Diễn–Bắc Từ Liêm với nồng độ 59,88 ng/l, thấp nhất được tìm thấy ở mẫu SN9 với nồng độ 2,98 ng/l.

e) Phenanthrene

Phenanthrene xuất hiện ở tất cả các các mẫu nước mặt, chiếm tới 20% lượng PAHs, giao động 9,65–37,33 ng/l. Trong đó nồng độ cao nhất tại điểm SN6 khu vực Sa Đới–Nam Từ Liêm với nồng độ 37,33 ng/l, tiếp theo là mẫu SN2 khu vực cầu phố Viên–Bắc Từ Liêm với nồng độ 31,28 ng/l, thấp nhất được tìm thấy ở mẫu SN3 với nồng độ 9,65 ng/l.

f) Anthracene

Nồng độ Anthracene giao động từ < 0,4–52,7 ng/l, chiếm tới 22% tổng hàm lượng cao nhất trong 16 hợp chất PAHs. ANT xuất hiện ở hầu hết các các mẫu nước mặt. Trong đó nồng độ cao nhất tại điểm SN8 khu vực Cầu Đen–Hà Đông với nồng độ 52,7 ng/l, tiếp theo là vị trí SN6 khu vực Sa Đới–Nam Từ Liêm 45,29 ng/l.

g) Fluoranthene

Fluoranthene chiếm 7% lượng PAHs, xuất hiện ở hầu hết các mẫu nước sông Nhuệ. Nồng độ FA của khu vực sông Nhuệ giao động từ < 0,2–29,91 ng/l, cao nhất tại SN8 với nồng độ 29,91 ng/l. Nồng độ FA ở sông Nhuệ cao hơn sông Shatt Al-Arab có nồng độ FA giao động 0–10 ng/l [43], sông San Joaquin (California, Mỹ) có nồng độ FA 0,4–100 ng/l [40].

h) Pyrene

Nồng độ Pyrene khu vực sông Nhuệ giao động 4,9–24,01 ng/l, chiếm 9% tổng hàm lượng PAHs. Pyrene được phát hiện có nồng độ cao nhất tại điểm SN8 khu vực Cầu Đen–Hà Đông với nồng độ 24,01 ng/l, sau đó là mẫu SN9 khu vực cầu Kiến Hưng–Hà Đông với nồng độ 23,58 ng/l, thấp nhất được tìm thấy ở mẫu SN3 với nồng độ 4,97 ng/l.

i) Benz[a]anthraene

Benz[a]anthraene chiếm 3% tổng hàm lượng PAHs, xuất hiện ở các mẫu SN1, SN2, SN6, SN5, SN3, SN8, SN10, SN9. Trong đó nhiều nhất là ở SN10 với nồng độ 9,91 ng/l. Nồng độ BaA của khu vực sông Nhuệ giao động < 0,4–9,91 ng/l. Nồng độ BaA ở sông Nhuệ cao hơn sông Shatt Al-Arab [43], cao hơn sông Brisbane (Úc) có nồng độ BaA giao động từ 5–6 ng/l [39], sông San Joaquin (California, Mỹ) có nồng độ FA 0,4–43 ng/l [40].

j) Chrysene

Chrysene tìm thấy ở tất cả các vị trí quan trắc, với nồng độ giao động từ 2,05–11,79 ng/l, cao nhất tại SN9 (11,79 ng/l), SN10 (11,54 ng/l), thấp nhất ở vị trí SN1 với nồng độ 2,05 ng/l. Nồng độ CHR ở sông Nhuệ thấp hơn sông Tonghui (Bắc Kinh–Trung Quốc) có nồng độ CHR giao động từ 3,29–26,34 ng/l [44].

k) Benzo[b]fluoranthene

Benzo[b]fluoranthene chiếm 1% tổng hàm lượng PAHs, xuất hiện ở hầu hết các mẫu nước mặt sông Nhuệ nhưng với nồng độ thấp. Chất BbF tìm thấy nhiều nhất là ở SN10 với nồng độ 2,83 ng/l, thấp nhất được tìm thấy ở khu vực SN4 với nồng độ 0,75 ng/l. Nồng độ BbF ở sông Nhuệ thấp hơn sông Tonghui (Bắc Kinh–Trung Quốc) có nồng độ BbF giao động từ 2,41–21,51 ng/l [44].

l) Benzo[k]fluoranthene

Benzo[k]fluoranthene có nồng độ cao nhất tại điểm SN9 với nồng độ 7,4 ng/l, thấp nhất được tìm thấy ở khu vực SN4 với nồng độ 0,35ng/l. Nồng độ BkF ở sông Nhuệ cao hơn sông Minjiang (Trung Quốc) có nồng độ BkF giao động 0,33–4,3 ng/l [45] thấp hơn sông Tonghui (Bắc Kinh–Trung Quốc) có nồng độ BkF giao động từ 1,89–14,46 ng/l [44].

m) Benzo[a]pyrene

Benzo[a]pyrene chiếm 1% tổng hàm lượng PAHs, xuất hiện ở các các vị trí SN5, SN8, SN10, SN9 của nước mặt sông Nhuệ nhưng nồng độ thấp. Ở các vị trí còn lại của sông Nhuệ không tìm thấy sự có mặt của BaP. BaP có nồng độ cao nhất tại SN9 với nồng độ 7,4 ng/l,

thấp nhất tại SN8 với nồng độ 1,87 ng/l. Nồng độ BaP của khu vực sông Nhuệ giao động < 0,4–7,4 ng/l. Nồng độ BaP ở sông Nhuệ thấp hơn sông Minjiang (Trung Quốc) có nồng độ BaP giao động 0,64–166 ng/l [45] và thấp hơn sông Tonghui (Bắc Kinh–Trung Quốc) có nồng độ BaP giao động từ 2,4–23,89 ng/l [44].

n) Indeno[1,2,3-cd]pyrene

Indeno[1,2,3-cd]pyrene xuất hiện ở các các vị trí SN5, SN8, SN9 của nước mặt sông Nhuệ nhưng với nồng độ thấp. Nồng độ IP của khu vực nghiên cứu giao động từ < 0,4–7,4 ng/l, cao nhất tại điểm SN9 với nồng độ 5,1 ng/l, thấp nhất tại điểm SN5 với nồng độ 1,71 ng/l. Nồng độ IP ở sông Nhuệ thấp hơn sông Minjiang (Trung Quốc) có nồng độ IP giao động 0,62–126 ng/l [45] và thấp hơn sông Tonghui (Bắc Kinh–Trung Quốc) có nồng độ IP giao động từ 4,56–76,35 ng/l [44].

o) Dibenzo[a,h]anthracene

Dibenzo[a,h]anthracene chiếm 2% tổng hàm lượng PAHs, xuất hiện ở tất cả các vị trí của sông Nhuệ với nồng độ thấp. Trong đó DbahA tìm thấy nhiều nhất ở vị trí SN9 (6,34 ng/l), thấp nhất ở vị trí SN10 (0,4 ng/l). Nồng độ DbahA của khu vực sông Nhuệ giao động 0,4–6,34 ng/l, thấp hơn sông Minjiang (Trung Quốc 0,27–40,2 ng/l [45] và sông Tonghui (Bắc Kinh–Trung Quốc 2,75–88,05 ng/l [44] cao hơn sông JuiLong (Trung Quốc) có nồng độ giao động 0,37–6,03 ng/l [46].

p) Benzo[ghi]perylene

Benzo[ghi]perylene giao động từ < 0,5–4,48 ng/l, cao nhất tại SN5 với nồng độ 4,48 ng/l. Nồng độ BghiP ở sông Nhuệ thấp hơn sông Minjiang (Trung Quốc) có nồng độ giao động 0,6–11,9 ng/l [45] và thấp hơn sông Tonghui (Bắc Kinh–Trung Quốc) có nồng độ giao động từ 5,49–75,31 ng/l [44], cao hơn sông JuiLong (Trung Quốc) có nồng độ giao động 0,41–1,91 ng/l [46].

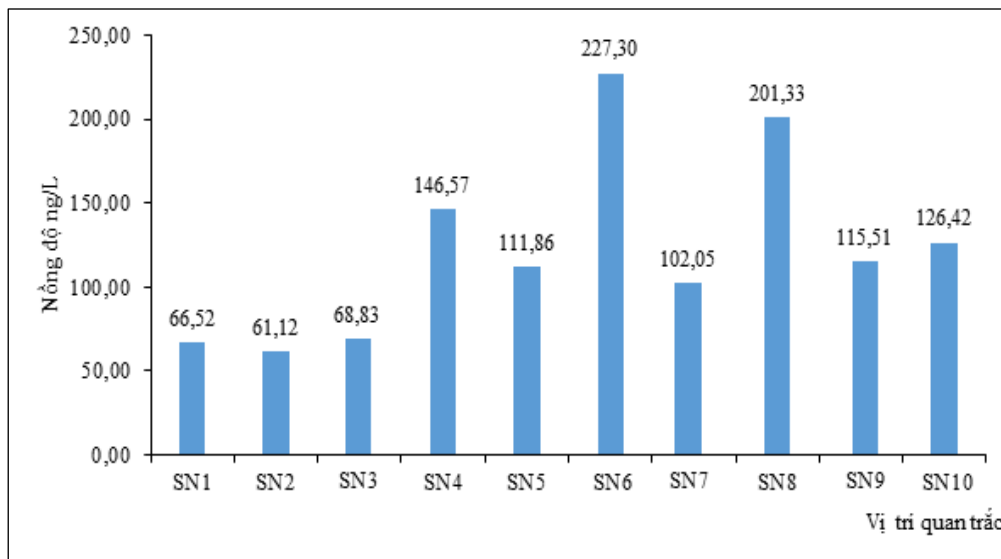
Bảng 3. So sánh nồng độ các hợp chất PAHs trong nước mặt sông Nhuệ và một số sông trên thế giới.

TT	PAHs	Sông Nhuệ (Hà Nội) (ng/l)	Sông Minjiang (Trung Quốc) (ng/l) [45]	Sông Tonghui (Trung Quốc) (ng/l) [44]	Sông Brisbane (Úc) (ng/l) [39]	Sông San Joaquin (Mỹ) (ng/l) [40]
1	Naphthalene	< 3–27,78	–	–	19–26	0,5–1,2
2	Acenaphthylene	< 0,3–6,26	–	–	–	0,1–0,2
3	Acenaphthene	< 0,3–9,29	–	–	6–11	0,1–0,5
4	Fluorene	59–110,34	–	–	9–15	–
5	Phenanthrene	9,65–37,33	–	–	12–16	–
6	Anthracene	<0,4–52,7	–	–	6–8	–
7	Fluoranthene	<0,2–29,91	–	–	10–16	0,4–100
8	Pyrene	4,9–24,01	–	–	7–11	–
9	Benz[a]anthracene	<0,4–9,91	–	–	5–6	0,4–43
10	Chrysene	2,05–11,79	–	3,29–26,34	7–10	–
11	Benzo[b]fluoranthene	0,75–2,83	–	2,41–21,51	–	–
12	Benzo[k]fluoranthene	0,35–7,4	0,33–4,3	1,89–14,46	5–7	–
13	Benzo[a]pyrene	<0,4–7,4	0,64–166	2,4–23,89	6–9	–
14	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	<0,4–7,4	0,62–126	4,56–76,35	–	–

TT	PAHs	Sông Nhuệ (Hà Nội) (ng/l)	Sông Minjiang (Trung Quốc) (ng/l) [45]	Sông Tonghui (Trung Quốc) (ng/l) [44]	Sông Brisbane (Úc) (ng/l) [39]	Sông San Joaquin (Mỹ) (ng/l) [40]
15	Dibenzo[a,h]anthracene	0,4–6,34	0,27–40,2	2,75–88,05	–	–
16	Benzo[ghi]perylene	<0,5–4,48	0,6–11,9	5,49–75,31	–	–

3.2. Tổng hàm lượng PAHs

Tổng hàm lượng các hợp chất PAHs trong các mẫu nước thu thập dọc sông Nhuệ đoạn chạy qua các quận nội thành thành phố Hà Nội nằm trong khoảng từ 61,12 ng/l đến 227,30 ng/l.



Hình 4. Tổng nồng độ PAHs tại các vị trí quan trắc.

Trong đó tổng hàm lượng các hợp chất PAHs trong các mẫu nước mặt được thu thập từ cầu Sa Đồi khu vực Nam Từ Liêm là 227,30 ng/l, với hàm lượng chất Fluorene là 59,88 ng/l. Hàm lượng PAHs trong các mẫu nước mặt thuộc dọc sông Nhuệ có sự chênh lệch rất nhiều giữa các điểm lấy mẫu khác nhau. Chứng tỏ nước sông Nhuệ là nơi chứa của rất nhiều nguồn thải khác nhau.

Cao thứ hai là mẫu sông Nhuệ tại điểm SN8 khu vực cầu Đen. Tổng hàm lượng các chất PAHs trong mẫu là 201,33 ng/l. Khu vực này tập chung nhiều khu dân cư, khu vực gần chợ Hà Đông, những quán ăn gần khu vực.

Tại điểm SN4, khu vực Cầu Diên, nơi tập chung nhiều dân cư, chợ và giao thông đi lại nhiều ở khu vực này, Tổng hàm lượng các hợp chất PAHs là 146,57 ng/l.

Tại điểm SN10 được lấy tại vị trí Cầu Mậu Lương 1 – Hà Đông. Nơi tập chung nhiều dân cư sinh sống, tổng hàm lượng PAHs là 126,42 ng/l.

Tổng hàm lượng PAHs thấp nhất là vị trí SN2 tại vị trí cầu Phố Viên khu vực Bắc Từ Liêm với giá trị 61,12 ng/l. Sau đó là SN1 tại vị trí lấy mẫu là cống Liên Mạc với giá trị là 66,52 ng/l. Tại đây dân cư tập trung không nhiều.

So sánh tổng hàm lượng PAHs sông Nhuệ ta thấy: Nơi cao nhất của sông Nhuệ là khu vực Sa Đồi cao gấp 3,7 lần khu vực có lượng PAHs thấp nhất.

Có thể thấy rằng sự phân bố hàm lượng các hợp chất PAHs dọc sông Nhuệ chảy qua các quận nội thành Hà Nội là không đồng đều. Các nơi có nồng độ cao đều tập chung nhiều khu dân cư, và giao thông tập nập.

4. Kết luận

Qua quá trình đánh giá nồng độ hợp chất PAHs tại sông Nhuệ đoạn chảy qua các quận nội thành Hà Nội, một số kết luận được rút ra như sau:

16 hợp chất PAHs nghiên cứu đều xuất hiện trong nước sông Nhuệ đoạn chảy qua các quận nội thành Hà Nội. Trong đó, 4 hợp chất PAHs phổ biến trong nước sông Nhuệ là Anthracen, Fluoren, Phenanthren, Pyren.

Tổng hàm lượng các hợp chất PAHs trong các mẫu nước thu thập dọc sông Nhuệ đoạn chảy qua các quận nội thành thành phố Hà Nội nằm trong khoảng từ 61,12 ng/l đến 227,30 ng/l.

Hàm lượng các hợp chất PAHs phân bố dọc sông Nhuệ không đồng đều tại từng vị trí quan trắc dọc sông Nhuệ. Hai điểm có tổng nồng độ PAHs cao là cầu Sa Đồi (227,3 ng/l) và cầu Đen (201,33 ng/l).

Nghiên cứu này chưa xác định được các nguồn thải của PAHs chảy vào sông Nhuệ, do đó cần có các nghiên cứu sâu hơn để xác định các nguồn thải.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng và lựa chọn phương pháp nghiên cứu: Đ.H.T., V.K.T.; Thu thập, phân tích mẫu, tính toán xử lý số liệu: V.K.T., Đ.H.T., Viết bản thảo bài báo: Đ.H.T., V.K.T.; Chỉnh sửa bài báo: Đ.H.T.

Lời cam đoan: Đây là công trình nghiên cứu của nhóm tác giả, công trình chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích.

Tài liệu tham khảo

1. Stading, R.; Gastelum, G.; Chu, C.; Jiang, W.; Moorthy, B. Molecular mechanisms of pulmonary carcinogenesis by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): Implications for human lung cancer. *Semin. Cancer Biol.* **2021**, *76*, 3–16.
2. Wang, R.; Huang, Q.; Cai, J.; Wang, J. Seasonal variations of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) surrounding Chaohu Lake, China: Source, partitioning behavior, and lung cancer risk. *Atmos. Pollut. Res.* **2021**, *12*(5), 101056.
3. Ali-Taleshi, M.S.; Squizzato, S.; Riyahi Bakhtiari, A.; Moeinaddini, M.; Masiol, M. Using a hybrid approach to apportion potential source locations contributing to excess cancer risk of PM_{2.5}-bound PAHs during heating and non-heating periods in a megacity in the Middle East. *Environ. Res.* **2021**, *201*, 111617.
4. Krůmal, K.; Mikuška, P. Mass concentrations and lung cancer risk assessment of PAHs bound to PM₁ aerosol in six industrial, urban and rural areas in the Czech Republic, Central Europe. *Atmos. Pollut. Res.* **2020**, *11*(2), 401–408.
5. Verma, P.K.; Sah, D.; Satish, R.; Rastogi, N.; Kumari, K.M.; Lakhani, A. Atmospheric chemistry and cancer risk assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) and Nitro-PAHs over a semi-arid site in the Indo-Gangetic plain. *Australas. J. Environ. Manage.* **2022**, *317*, 115456.
6. Zhang, Z.; Xing, X.; Jiang, S.; Qiu, C.; Mo, Z.; Chen, S.; Chen, L.; Wang, Q.; Xiao, Y.; Dong, G.; Zheng, Y.; Chen, W.; Li, D. Global H3K79 di-methylation mediates DNA damage response to PAH exposure in Chinese coke oven workers. *Environ. Pollut.* **2021**, *268*, 115956.
7. Huang, C.; Xu, X.; Wang, D.; Ma, M.; Rao, K.; Wang, Z. The aryl hydrocarbon receptor (AhR) activity and DNA-damaging effects of chlorinated polycyclic aromatic hydrocarbons (Cl-PAHs). *Chemosphere* **2018**, *211*, 640–647.
8. Yu, Z.; Lin, Q.; Gu, Y.; Du, F.; Wang, X.; Shi, F.; Ke, C.; Xiang, M.; Yu, Y. Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in wild marine fish from the coastal waters of the northern South China Sea: Risk assessment for human health. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **2019**, *180*, 742–748.

9. Zhang, J.; Zhang, X.; Hu, T.; Xu, X.; Zhao, D.; Wang, X.; Li, L.; Yuan, X.; Song, C.; Zhao, S. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and antibiotics in oil-contaminated aquaculture areas: Bioaccumulation, influencing factors, and human health risks. *J. Hazard. Mater.* **2022**, *437*, 129365.
10. Khanverdilu, S.; Talebi-Ghane, E.; Heshmati, A.; mehri, F. The concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in mother milk: A global systematic review, meta-analysis and health risk assessment of infants. *Saudi J. Biol. Sci.* **2021**, *28(12)*, 6869–6875.
11. Zeng, Z.; Huo, X.; Wang, Q.; Wang, C.; Hylkema, M.N.; Xu, X. PM2.5-bound PAHs exposure linked with low plasma insulin-like growth factor 1 levels and reduced child height. *Environ. Int.* **2020**, *138*, 105660.
12. Xu, X.; Liu, J.; Huang, C.; Lu, F.; Chung, Y.M.; Huo, X. Association of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and lead co-exposure with child physical growth and development in an e-waste recycling town. *Chemosphere* **2015**, *139*, 295–302.
13. Peng, C.; He, Y.; Zhang, K.; Zhang, Y.; Wan, X.; Wang, M.; Chen, W. Estimating accumulation rates and health risks of PAHs in residential soils of metropolitan cities. *Australas. J. Environ. Manage.* **2022**, *319*, 115699.
14. Tan, H.; Wu, Q.; Wang, C.; Wu, D.; Cui, Y.; Li, Q.; Wu, C. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface soils of tropical reef islands in China under external plant and soil introduction: Occurrence, sources, risks, and relationships with soil properties, vegetation cover, and soil source. *Chemosphere* **2022**, *306*, 135556.
15. Adeyeye, E.I.; Ibigbami, O.A.; Adesina, A.J.; Popoola, O.K.; Olatoye, A.R.; Gbolagade, Y.A. Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Distribution in Water, Sediments and Fish Parts from Ponds in Ado-Ekiti, Nigeria. *Polycyclic Aromat. Compd.* **2022**. <https://doi.org/10.1080/10406638.2022.2064884>.
16. Oyo-Ita, I.; Nkom, P.Y.; Ugim, S.U.; Basse, F.I.; Oyo-Ita, O.E. Seasonal Changes of PAHs in Water and Suspended Particulate Matter from Cross River Estuary, SE Nigeria in Response to Human-Induced Activity and Hydrological Cycle. *Polycyclic Aromat. Compd.* **2022**. <https://doi.org/10.1080/10406638.2021.1939070>.
17. Zhao, Y.; Li, J.; Qi, Y.; Guan, X.; Zhao, C.; Wang, H.; Zhu, S.; Fu, G.; Zhu, J.; He, J. Distribution, sources, and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the tidal creek water of coastal tidal flats in the Yellow River Delta, China. *Mar. Pollut. Bull.* **2021**, *173*, 113110.
18. Nubi, A.O.; Popoola, S.O.; Dada, O.A.; Oyatola, O.O.; Unyimadu, J.P.; Adekunbi, O.F.; Salami, A.M. Spatial distributions and risk assessment of heavy metals and PAH in the southwestern Nigeria coastal water and estuaries, Gulf of Guinea. *J. Afr. Earth. Sci.* **2022**, *188*, 104472.
19. Sun, N.; Yu, S.; Cai, Z.; Liu, J.; Wang, T.; Qi, B.; Wang, Z.; Wang, S.; Yang, A.; Zhu, G.; Gao, W.; Zhang, Y. Inhibition of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) release from sediments in an integrated rice and crab coculture system by rice straw biochar. *J. Cleaner Prod.* **2022**, *367*, 133058.
20. Zhu, C.; Li, J.; Liu, Z.; Wang, J.; Chen, J. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in gas, PM2.5, and frost samples in a severely polluted rural site of the North China Plain: Distribution, source, and risk assessment. *Sci. Total Environ.* **2022**, *844*, 156919.
21. Neroda, A.S.; Goncharova, A.A.; Mishukov, V.F. PAHs in the atmospheric aerosols and seawater in the North–West Pacific ocean and sea of Japan. *Atmos. Environ.* **2020**, *222*, 117117.
22. Barrado, A.I.; García, S.; Sevillano, M.L.; Rodríguez, J.A.; Barrado, E. Vapor-phase concentrations of PAHs and their derivatives determined in a large city: Correlations

- with their atmospheric aerosol concentrations. *Chemosphere* **2013**, 93(9), 1678–1684.
23. Barrado, A.I.; Garcia, S.; Castrillejo, Y.; Perez, R.M. Hydroxy-PAH levels in atmospheric PM10 aerosol samples correlated with season, physical factors and chemical indicators of pollution. *Atmos. Pollut. Res.* **2012**, 3(1), 81–87.
 24. Barrado, A.I.; García, S.; Barrado, E.; Pérez, R.M. PM2.5-bound PAHs and hydroxy-PAHs in atmospheric aerosol samples: Correlations with season and with physical and chemical factors. *Atmos. Environ.* **2012**, 49, 224–232.
 25. Guo, X.; Chen, F.; Zhang, W. Pollution, source and risk assessment of PAHs in Chinese tea. *LWT.* **2022**, 113851.
 26. Franco, M.E.; Lavado, R. Applicability of in vitro methods in evaluating the biotransformation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in fish: Advances and challenges. *Sci. Total Environ.* **2019**, 671, 685–695.
 27. Kha, P.T. Content of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) in the sediment of Thi Nai lagoon (Binh Dinh province). *Vietnam J. Mar. Sci. Technol.* **2015**, 15(3), 288–293.
 28. Kha, P.T. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coastal sediments in the north of Viet Nam. *Vietnam J. Mar. Sci. Technol.* **2014**, 13(3), 284–288.
 29. Chi, Đ.T.L. Nghiên cứu sự tồn lưu và rủi ro môi trường của các chất hữu cơ thơm đa vòng (PAHs) trong đất rừng ngập mặn xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Thủy Lợi, 2018.
 30. Ngọc, N.T.; Kim, T.T.; Anh, D.H.; Việt, P.H.; Anh, P.T.L.; Vĩ, P.T. Hàm lượng, sự biến thiên và mối tương quan tới phương tiện giao thông cơ giới đường bộ của PAHs trong bụi mặt đường ở Hà Nội. *Bản B của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam* **2022**, 64(6), 40–44.
 31. Anh, H.Q.; Takahashi, S.; Thao, D.T.; Thai, N.H.; Khiet, P.T.; Hoa, N.T.Q.; Quynh, L.T.P.; Da, L.N.; Minh, T.B.; Tri, T.M. Analysis and Evaluation of Contamination Status of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Settled House and Road Dust Samples from Hanoi. *VNU J. Sci: Na. Sci. Technol.* **2019**, 35(4), 63–71.
 32. Ngọc, N.T.; Kim, T.T.; Anh, P.T.L.; Anh, D.H.; Vi, P.T.; Viet, P.H. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in road dust collected from Quang Ninh: Contamination levels and potential sources. *VNU J. Sci: Na. Sci. Technol.* 2021, 37(1), 19–27.
 33. Quang, P.Đ.; Vĩ, P.T.; Mai, T.T.; Ngọc, N.T.; Kim, T.T.; Việt, P.H.; Tuyền, L.H.; Bảo, Đ.L.H. Khảo sát sự có mặt các hợp chất Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) trong cá tại một số hồ thuộc khu vực Hà Nội. *Bản B của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam* **2017**, 59(11), 19–23.
 34. Hoang, T.T.T., Luu, P.T.; Loan, T.T.C.; Dong, N.V.; Bao, L.D.; Yen, T.T.H.; Huy, D.X. Bioaccumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Green Mussels (*Perna viridis*) from Cangio Area, Hochiminh City. *VNU J. Sci: Na. Sci. Technol.* **2020**, 36(1), 38–45.
 35. Quỳnh, N.T.; Ngọc, N.T.; Kim, T.T.; Thành, N.V.; Anh, D.H.; Việt, P.H.; Anh, P.T.L. Hydrocacbon thơm đa vòng (PAHs) trong một số sản phẩm cà phê rang, cà phê hòa tan ở Việt Nam: Hàm lượng và đánh giá rủi ro đến sức khỏe con người. *Bản B của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam* **2020**, 62(3), 6–12.
 36. Community, E.E. Water Services Authorities for public water supplies. 2007, pp. 1–12.
 37. Organization, W.H. Guidelines for drinking water quality. 1998, pp. 495.
 38. Bilthoven, S.W.; Matthijsen, A.J.C.M.; Montizaan, G.K.; Ros, J.P.M. National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) - Integrated Criteria Document PAHs. 1989.

39. Kayal, S.I.; Connell, D.W. Occurrence and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments and water from the Brisbane River estuary, Australia. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* **1989**, *29*(5), 473–487.
40. Pereira, W.E.; Domagalski, J.L.; Hostettler, F.D.; Brown, L.R.; Rapp, J.B. Occurrence and accumulation of pesticides and organic contaminants in river sediment, water and clam tissues from the San Joaquin River and tributaries, California. *Environ. Toxicol. Chem.* **1996**, *15*(2), 172–180.
41. Schults, D.W.; Ferraro, S.P.; Ditsworth, G.R.; Sercu, K.A. Selected chemical contaminants in surface sediments of Commencement Bay and the Tacoma Waterways, Washington, USA. *Marine Environ. Res.* **1987**, *22*(4), 271–295.
42. Foster, G.D.; Wright, D.A. Unsubstituted polynuclear aromatic hydrocarbons in sediments, clams, and clam worms from Chesapeake Bay. *Mar. Pollut. Bull.* **1988**, *19*(9), 459–465.
43. Al-Saad, H.T. Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in surficial sediments from Shatt Al-Arab River and the North-west region of the Arabian Gulf. *Mar. Pollut. Bull.* **1987**, *18*(5), 248–251.
44. Zhang, Z.; Huang, J.; Yu, G.; Hong, H. Occurrence of PAHs, PCBs and organochlorine pesticides in the Tonghui River of Beijing, China. *Environ Pollut.* **2004**, *130*(2), 249–61.
45. Zhang, Z.L.; Hong, H.S.; Zhou, J.L.; Yu, G. Phase association of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Minjiang River Estuary, China. *Sci Total Environ.* **2004**, *323*(1-3), 71–86.
46. Maskaoui, K.; Zhou, J.L.; Hong, H.S.; Zhang, Z.L. Contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons in the Jiulong River Estuary and Western Xiamen Sea, China. *Environ. Pollut.* **2002**, *118*(1), 109–122.

Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) concentration in the Nhue river water flowing through the inner districts of Hanoi City

Vu Kieu Trang¹, Do Huu Tuan^{1*}

¹ Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, Vietnam National University, Hanoi; tuandh@vnu.edu.vn; vukieutrang_t63@hus.edu.vn

Abstract: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) are carcinogenic compounds, appearing in the air, dust, sediment, and water from human activities like burning fossil fuel and traffic. In this study, assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) concentration in the Nhue river water flowing through the inner districts of Hanoi City was carried out by survey, sampling and analyzing, and comparison methods. The results indicated that 4 popular PAHs compounds of 16 PAHs compounds were Anthracene (22%), Fluorene (20%), Phenanthrene (20%), Pyrene (9%). The total concentration of 16 PAHs ranged from 61.1261.12 ng/l to 227.30 ng/l. The study also showed that two places with a high total concentration of PAHs were Sa Doi bridge (227.3 ng/l) and Den bridge (201.33 ng/l).

Keywords: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; PAHs; Nhue River; Hanoi.