

Diễn biến ô nhiễm kim loại trong nước dưới đất các tầng Pleistocene ở Thành phố Hồ Chí Minh trong giai đoạn 2000 - 2016

Nguyễn Việt Kỳ, Trần Thị Phi Oanh, Hồ Chí Thông, Nguyễn Đình Tứ

Tóm tắt—Tình trạng ô nhiễm nước dưới đất, đặc biệt là nước dưới đất các tầng Pleistocene đã được ghi nhận và được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Những ghi nhận này thường thông qua kết quả quan trắc chất lượng nước của nhiều mạng lưới quan trắc khác nhau: Mạng quan trắc Quốc gia, mạng quan trắc của Sở Tài nguyên Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh, mạng quan trắc của công ty cấp nước Sài Gòn, hệ thống quan trắc của các nhà máy khai thác nước dưới đất... Hầu hết các ghi nhận đều cho thấy: trong nước dưới đất các tầng Pleistocene đã xuất hiện các kim loại như đồng, chì (Pb), kẽm, arsen, cadmi, mangan (Mn), nhôm (Al), niken, thủy ngân... Tuy nhiên, hàm lượng của nhiều kim loại chưa đạt tới ngưỡng giới hạn ô nhiễm. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng kết quả quan trắc của mạng quan trắc Quốc gia tại Thành phố Hồ Chí Minh trong giai đoạn 2000 - 2016 và tập trung vào các kim loại như Al, Mn và Pb trong các tầng chứa nước Pleistocene – những kim loại được phát hiện đã vượt tiêu chuẩn cho phép ở một số địa điểm quan trắc.

Kết quả cho thấy, hàm lượng các kim loại Mn và Al trong các tầng chứa nước Pleistocene thay đổi khá rõ nét vào giai đoạn 2009 - 2013, còn đối với Pb – tăng mạnh trong khoảng 2013 - 2016. Nguyên nhân dẫn đến diễn biến về ô nhiễm Al, Mn chủ yếu là do điều kiện địa chất – địa chất thủy văn và những tác động do khai thác nước dưới đất mạnh mẽ các tầng chứa nước Pleistocene.

Từ khóa—Ô nhiễm kim loại, nước dưới đất, tầng chứa nước Pleistocene, TP.HCM, giai đoạn 2000-2016.

Ngày nhận bản thảo: 07-5-2018; Ngày chấp nhận đăng: 18-6-2018; Ngày đăng: 28-6-2018.

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc Gia TP.HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số C2017-20-28

Nguyễn Việt Kỳ - Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí - Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM (e-mail: nvky@hcmut.edu.vn).

Trần Thị Phi Oanh - Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM, (e-mail: tranthiphioanh@gmail.com).

Hồ Chí Thông - Công ty cấp nước Sài Gòn (e-mail: hochithong@gmail.com).

Nguyễn Đình Tứ, ĐHQG-HCM (e-mail: ndtu@vnuhcm.edu.vn).

1 GIỚI THIỆU

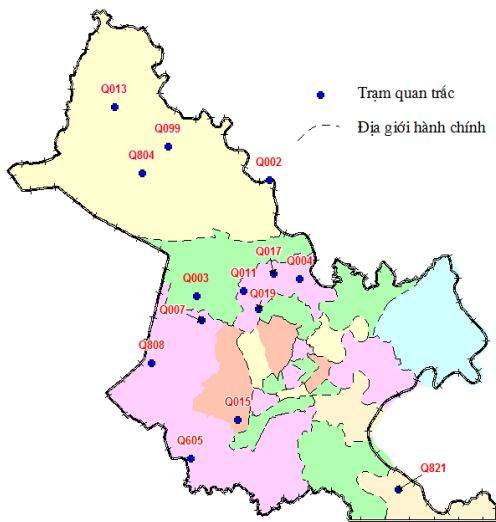
Tại thành phố Hồ Chí Minh tồn tại 7 tầng chứa nước có tuổi từ Holocene cho tới móng Mezozoi, trong đó, các tầng chứa nước tuổi Pleistocene và Pliocene-trung được khai thác nhiều nhất. Các giếng khoan trong tầng Pleistocene (trên 150.000 giếng khoan) chủ yếu phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt, ăn uống hằng ngày của người dân do tầng chứa nước phân bố nông, điều kiện khai thác đơn giản, chất lượng, trữ lượng có thể đáp ứng được cho nhu cầu sinh hoạt hằng ngày của người dân (trừ một vài khu vực Bình Chánh, Quận 8, Nhà Bè và Cần Giờ nước trong tầng này bị mặn và phèn nên không được khai thác sử dụng).

Cũng chính vì tầm quan trọng của các tầng chứa nước Pleistocene (qp₃; qp₂₋₃ và qp₁) về mặt sử dụng cũng như nguồn gốc và động thái nước dưới đất nên đã có đến 28 giếng quan trắc các tầng chứa nước Pleistocene trong tổng số 39 giếng quan trắc của mạng lưới quan trắc Quốc gia ở thành phố Hồ Chí Minh (Hình 1). Mạng lưới quan trắc này hình thành và hoạt động từ những năm 1991 do Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước (TNN) miền Nam xây dựng và quản lý, ban đầu chỉ mới 26 giếng, trong đó 15 giếng quan trắc trong các tầng chứa nước Pleistocene. Giai đoạn đầu, mạng lưới các giếng quan trắc này sử dụng để đo mực nước và lấy mẫu phân tích thành phần hóa học nước với tần suất hai lần trong năm (một lần vào mùa khô và một lần vào mùa mưa), và thành phần kim loại được phân tích chỉ có sắt, nhôm, mangan. Từ những năm 2000 về sau, ngoài sắt, nhôm, mangan, các kim loại như đồng, chì, kẽm, arsen, thủy ngân, cadmi, selen, niken, crom... mới bắt đầu được chú ý phân tích cùng kỹ thuật phân tích ngày một tiến bộ hơn.

Đánh giá về ô nhiễm kim loại như nhôm, mangan, sắt, arsen... trên thế giới đã được quan tâm từ rất lâu. Tại miền Bắc tiểu bang Massachusetts, ven biển New England đã phát hiện một lượng đáng kể Mn trong nước dưới đất. Thành phố Tianying thuộc tỉnh An Huy, Trung Quốc cũng là nơi có hàm lượng Pb trong nguồn nước rất cao.

Ở khu vực Nam Mỹ, ô nhiễm Hg chủ yếu từ hoạt động khai thác vàng. Tại Glasgow (1979 - 1980) có khoảng 42% các mẫu nước sinh hoạt có hàm lượng Pb vượt quá 100 mg/l. Tại Thái Lan, theo báo cáo của Viện Quốc tế quản lý nước (IWMI) năm 2004 thì hầu hết các ruộng lúa tại tỉnh Tak đã bị nhiễm cadmi cao gấp 94 lần TCCP. Có tới 60% nước sinh hoạt ở Sukinda (Ấn Độ) chứa crom hóa trị VI với nồng độ lớn hơn hai lần so với các tiêu chuẩn quốc tế.

Tại Việt Nam, vấn đề này có khá nhiều công trình nghiên cứu và những cảnh báo của Cục Quản lý Tài nguyên nước thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường... [1], [6]. Tuy nhiên, liên quan tiếp đến thành phố Hồ Chí Minh và khu vực lân cận có thể tìm thấy trong một số công trình nghiên cứu của Nguyễn Việt Kỳ (2013) và (2014) [2], [3].



Hình 1. Sơ đồ vị trí các trạm quan trắc QG

Hầu hết các kim loại nặng trong nước ít nhiều đều ảnh hưởng đến cuộc sống của chúng ta, tùy theo mức độ ít hoặc nhiều gây ảnh hưởng đến sức khỏe của con người, một số kim loại nặng kim hàm sự tăng trưởng và phát triển, tổn thương các cơ quan, tổn thương hệ thần kinh, gây ung thư, và nghiêm trọng hơn là tử vong. Hàm lượng lớn mangan trong nước sẽ có tác động đến hệ thần kinh của con người, nhất là những người cao tuổi, phụ nữ đang mang thai... và có thể gây ra hội chứng tương tự như Parkinson. Người uống nước bị ô nhiễm nhôm có thể gây ra một số bệnh như chứng mất trí nhớ, các bệnh lý về thận hay bệnh Alzheimer. Chì đặc biệt độc hại đối với não thận, hệ thống sinh sản, hệ thống tim mạch. Khi bị nhiễm độc chì, chức năng của trí óc, thận bị ảnh

hưởng nặng, vô sinh, sảy thai, tăng huyết áp. Nhiễm độc chì đặc biệt nguy hại cho trẻ em. Theo QCVN 01:2009/BYT, giới hạn hàm lượng chì là 0,01 mg/l; Tổng mangan là 0,3 mg/l; Nhôm – 0,2 mg/l; Hàm lượng Arsen – 0,01 mg/l, cadmi – 0,003 mg/l...

Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu đánh giá diễn biến hàm lượng các kim loại trong nước dưới đất các tầng chứa nước Pleistocene theo thời gian thông qua kết quả quan trắc nước trong 28 giếng quan trắc trong giai đoạn từ 2000 đến 2016 và tập trung vào những kim loại có hàm lượng vượt quy chuẩn cho phép như mangan, nhôm, cadmi và chì. Nhóm nghiên cứu cũng bước đầu đưa ra những nhận định về nguồn gốc và các quá trình giải phóng/thâm nhập của những kim loại này vào nước dưới đất.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để có thể có những nhận định khách quan về nguồn gốc các kim loại nặng trong nước, nhóm nghiên cứu sử dụng kết quả phân tích của 14 giếng quan trắc trong tầng Pleistocene ở thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1991 – 1997 [4], khi ở thành phố mới bắt đầu xây dựng khu công nghiệp đầu tiên – khu chế xuất Tân Thuận, các khu dân cư mới cũng bắt đầu xuất hiện – giai đoạn này tác động nhân sinh, kinh tế - kỹ thuật tới các tầng chứa nước hầu như không đáng kể và có thể xem như động thái của nước dưới đất là động thái tự nhiên, chưa bị phá hủy. Các giá trị hàm lượng kim loại phân tích được khi đó có thể xem là hàm lượng nền của các nguyên tố đó.

Bộ số liệu về thành phần hóa học nước, đặc biệt hàm lượng kim loại trong nước của 28 giếng quan trắc trong các tầng chứa nước Pleistocene, được tách ra theo mùa mưa – mùa khô và được thống kê để tìm các giá trị trung bình, tìm tương quan giữa các kim loại... Đối với nhôm – số liệu phân tích được tiến hành cho cả 28 giếng, các kim loại còn lại như mangan, thủy ngân, chì, cadmi, kẽm, arsen, selen, niken... chỉ được tiến hành phân tích cho 7 giếng, các giếng này phân bố chủ yếu ở Củ Chi, Bình Chánh, Bình Tân, Tân Phú, Q. 12, Hóc Môn, Cần Giò - những khu vực được cho là miền bổ cấp cho các tầng Pleistocene (trừ Cần Giò) và là những khu vực chịu nhiều tác động của hoạt động khai thác nước dưới đất.

Bảng 1. Vị trí các giếng quan trắc có phân tích các kim loại

TT	Số hiệu trạm	Số hiệu công trình	Tầng chứa nước	Xã/ phường /TT	Quận/ huyện
1	Q002	Q00204A	qp ₁	Bình Mỹ	Cù Chi
2	Q019	Q019340	qp ₂₋₃	Đông Hưng Thuận	Quận 12
3	Q099	Q09902B	qp ₂₋₃	Phạm Văn Cội	Cù Chi
4	Q605	Q605040	qp ₁	Tân Túc	Bình Chánh
5	Q011	Q011020	qp ₃	Trung Mỹ Tây	Quận 12
6	Q007	Q007030	qp ₂₋₃	Vĩnh Lộc A	Bình Chánh
7	Q033	Q003340	qp ₂₋₃	Xuân Thới Thượng	Hóc Môn



Hình 2. Vị trí các lỗ khoan lấy mẫu đất

Các phương pháp đo đạc được sử dụng để tìm hiểu diễn biến giá trị hàm lượng của các kim loại có giá trị vượt quy chuẩn Việt Nam theo thời gian quan trắc.

Với mục tiêu tìm hiểu về nguồn cung cấp kim loại cho nước dưới đất, đã tiến hành lấy 23 mẫu lõi khoan từ 6 lỗ khoan khảo sát địa kỹ thuật vào tầng chứa nước Pleistocen ở các độ sâu khác nhau, trong đó gửi Viện Dầu khí Việt Nam (VPI) 06 mẫu đất để phân tích thành phần khoáng vật bằng phương pháp X-Ray nhằm tìm hiểu bản chất của trầm tích và qua đó có thể có những nhận định về nguồn gốc của kim loại trong nước dưới đất. Vị trí lấy mẫu đất thể hiện trên hình 2.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Xác định hàm lượng nền của mangan và nhôm

Trong bộ số liệu quan trắc thành phần hóa học nước của mạng quan trắc Quốc gia giai đoạn 1991 – 1997 [4] chỉ có số liệu của 14 giếng, riêng giếng quan trắc Q011340 tại Tân Chánh Hiệp, Hóc Môn không lấy mẫu nước để phân tích thành phần hóa học nước. Sau khi thống kê theo thời gian và theo mùa cho kết quả như trong Bảng 2. Sự sai lệch giá trị hàm lượng nhôm và mangan theo mùa rất nhỏ, có thể xem như không thay đổi. Trong bộ số liệu này có 2 giếng quan trắc cho giá trị hàm lượng nhôm cao dị thường. Một giếng Q00202A tại Trường Công binh Cù Chi quan trắc tầng qp₂₋₃ cho giá trị cực đại đạt 1,08 mg/l và một giếng Q808030 tại Lê Minh Xuân, Bình Chánh quan trắc tầng qp₁ với giá trị cực đại đạt 1,17 mg/l, tuy nhiên, giá trị trung bình của 2 giếng này đều thấp hơn quy chuẩn cho phép. Dựa vào kết quả quan trắc hàm lượng nhôm ta có thể chọn giá trị hàm lượng nền cho nhôm là khoảng 0 - 0,01 mg/l. Riêng đối với mangan, trong tất cả các kết quả phân tích mẫu nước trong các giếng quan trắc đều không phát hiện mangan. Như vậy, có thể xem hàm lượng nền của mangan trong nước dưới đất các tầng Pleistocene rất thấp (Bảng 2).

Bảng 2. Kết quả quan trắc hàm lượng Mn và Al trong giai đoạn 1991-1997

TT	GQT	Mn			Al		
		max	min	TB	max	min	TB
1	Q01302A	-	-	-	0,05	KPH	0,01
2	Q09902C	-	-	-	0,07	KPH	0,01
3	Q804020	-	-	-	0,02	KPH	0
4	Q011020	-	-	-	0,02	KPH	0
5	Q00202A	-	-	-	1,08	KPH	0,16
6	Q808202	-	-	-	0,04	KPH	0,01
7	Q017030	-	-	-	0,06	KPH	0,01
8	Q018030	-	-	-	0,07	KPH	0,02
9	Q808030	-	-	-	1,17	KPH	0,13
10	Q822030	-	-	-	0,2	KPH	0,03
11	Q004030	-	-	-	0,06	KPH	0,01
12	Q011340	-	-	-	KPH	KPH	0
13	Q003340	-	-	-	0,1	KPH	0,02
14	Q015030	-	-	-	0,13	KPH	0,03

3.2 Kim loại trong nước dưới đất các tầng chứa nước Pleistocene giai đoạn 2000 – 2016

Trong số các kim loại, trừ ion nhôm được thống kê cho 28 giếng, các kim loại khác được thống kê cho 7 giếng như đã nói ở phần trên. Nhìn chung, hàm lượng các kim loại trong nước dưới đất các tầng Pleistocene hầu hết đều nằm dưới ngưỡng cho phép (Bảng 3). Tuy nhiên, qua Bảng 3 cũng có thể thấy, một số ion kim loại có hàm lượng khá cao so với quy chuẩn như Mn, Al, Pb, Cd. Thủy ngân có hàm lượng cực đại vượt quy chuẩn ở giếng Q09902B ở Phạm Văn Cội, Củ Chi (vào mùa mưa); giếng Q003340 Xuân Thới Thượng, Hóc Môn (vào mùa khô); trong khi đó, hàm lượng trung bình vượt quy chuẩn chỉ gặp ở giếng Q09902B. Arsen có hàm lượng cực đại gặp ở 3 giếng quan trắc: Q007030, Q605040 (Bình Chánh); Q019340 (Quận 12) và đều vào mùa khô, những hàm lượng vượt chuẩn này đều tập trung vào giai đoạn 2009 – 2013. Hàm lượng các kim loại như Al, Mn, Cd và Pb vượt quy chuẩn khá phổ biến theo thời gian, trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sẽ tập trung phân tích, đánh giá những kim loại Al, Mn, Cd và Pb theo thời gian cũng như theo diện phân bố.

Trước tiên, xét về hàm lượng nhôm trong nước dưới đất.

Hàm lượng nhôm vượt quy chuẩn 0,2 mg/l gặp trong 10/28 giếng quan trắc, hàm lượng cao nhất gặp trong giếng quan trắc Q00204A vào mùa mưa (2015) đạt 1,41 mg/l, vào mùa khô (2009) hàm lượng cao nhất – 1,15 mg/l gặp trong giếng Q003340 (bảng 3), số mẫu có hàm lượng nhôm vượt QCVN chiếm 9,1% vào mùa mưa và 12,6% vào mùa khô. Giá trị trung bình hàm lượng nhôm trong nước dưới đất vào mùa mưa đạt 0,06 mg/l, mùa khô đạt 0,09 mg/l. Theo thời gian, hàm lượng nhôm được ghi nhận tăng cao vào giai đoạn 2007 – 2009 và 2013 đến 2015 và tập trung ở những khu vực như Củ Chi (An Nhơn Tây, Bình Mỹ, Phước Vĩnh An), Bình Chánh (Lê Minh Xuân, Tân Túc) và Quận 12 (Trung Mỹ Tây) (Hình 3).

Về mangan, hàm lượng mangan vượt quy chuẩn (0,3 mg/l) gặp trong 2/7 giếng quan trắc, đó là giếng Q019340 ở Đông Hưng Thuận, Quận 12 (đạt 1,04 mg/l mùa khô năm 2015, 0,99 mg/l vào mùa mưa 2014) và giếng Q605040 ở Tân Túc Bình Chánh (đạt 14,19 mg/l vào mùa

khô năm 2013, 11 mg/l vào mùa mưa năm 2013) (Bảng 3), số mẫu có hàm lượng mangan vượt QCVN chiếm 22,2% vào mùa mưa và 33,3% vào mùa khô. Nhìn chung, hàm lượng mangan vượt quy chuẩn khá cao kể từ năm đầu quan trắc tới năm 2016, thấp nhất ở hai giếng này đạt 0,13 mg/l (mùa khô năm 2015) (hình 4).

Đối với chì – một kim loại có ảnh hưởng rất lớn đến sức khỏe – đã ghi nhận được sự ô nhiễm ở một số giếng với hàm lượng khá cao. Tại giếng quan trắc Q011020 (Trung Mỹ Tây, Q. 12), hàm lượng chì cao nhất đạt 37,5 mcg/l vào mùa mưa năm 2014 và 18,4 mcg/l vào mùa khô cùng năm. Tại giếng quan trắc Q09902B (Phạm Văn Cội, Củ Chi), hàm lượng chì đạt tới 54 mcg/l (gấp 5 lần quy chuẩn – 10 mcg/l) vào mùa khô năm 2015 và mùa mưa cùng năm hàm lượng này bằng 0 song mùa mưa 2016 đạt 25 mcg/l (Bảng 3), số mẫu có hàm lượng chì vượt QCVN chiếm 9,2% vào mùa mưa và 12,96% vào mùa khô. Nhìn chung trong những năm 2013 – 2016 hàm lượng chì ở những giếng này đều tăng cao (Hình 5).

Đối với cadimi – Nếu chỉ xét giá trị quan trắc trung bình – ta phát hiện có 3/7 giếng có hàm lượng vượt quy chuẩn 3 mcg/l, song xét giá trị cực đại – tất cả các giếng quan trắc có phân tích kim loại đều cho giá trị dị thường của cadmi (Bảng 3, hình 6), số mẫu có hàm lượng cadmi vượt QCVN chiếm 14,8% vào mùa mưa và 44,4% vào mùa khô. Hàm lượng cadmi vượt quy chuẩn (3 mcg/l) quan sát thấy phổ biến từ mùa mưa những năm 2003 và liên tục cho tới năm 2016 cả ở hai mùa, tuy nhiên, vào mùa khô, hàm lượng cadmi thường cao hơn vào mùa mưa. Nguyên nhân có thể do vào mùa khô, khi nguồn bổ cấp từ nước mưa không còn nên hàm lượng cadmi trở nên “đậm đặc” hơn!

Ngoài bốn kim loại Mn, Al, Pb và Cd vừa nêu, còn một số kim loại khác cũng được ghi nhận có hàm lượng dị thường như thủy ngân, arsen. Tuy nhiên, các hàm lượng dị thường so với quy chuẩn của 2 kim loại này chỉ phát hiện ở 1 – 2 giếng vào một hai năm trên 16 năm quan trắc nên nhóm nghiên cứu không tập trung vào chúng trong nghiên cứu này. Hàm lượng thủy ngân cao nhất (110 mcg/l) phát hiện tại giếng Q09902B vào mùa mưa năm 2001 trong khi mùa khô trước và sau đó hàm lượng này chỉ đạt 0,2 - 0,26 mcg/l. Điều này có thể do sai sót ở khâu lấy mẫu hoặc do một nguyên nhân ngoại lai nào đó mà ta chưa

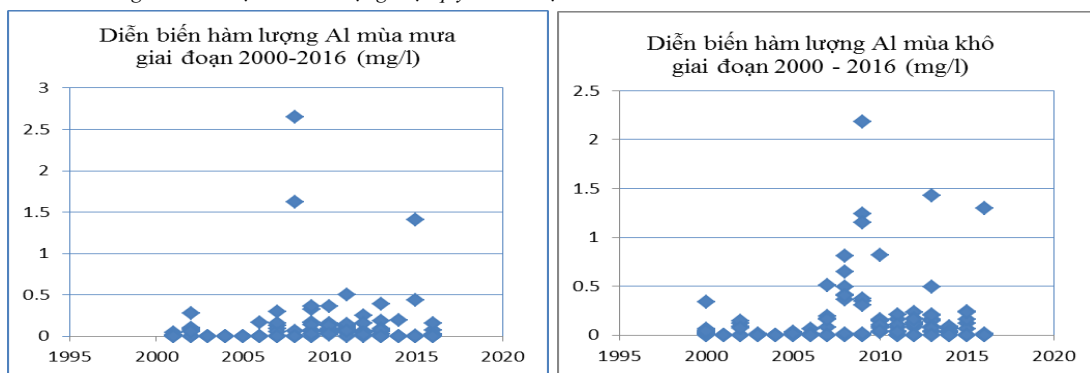
thể kiểm tra. Tương tự, arsen chỉ có bốn giếng cho giá trị vượt 10 mcg/l vào mùa khô năm 2013 (Q605040, Q007030, Q019340 và Q00204A),

các năm còn lại, hàm lượng arsen rất thấp ở tất cả các giếng quan trắc.

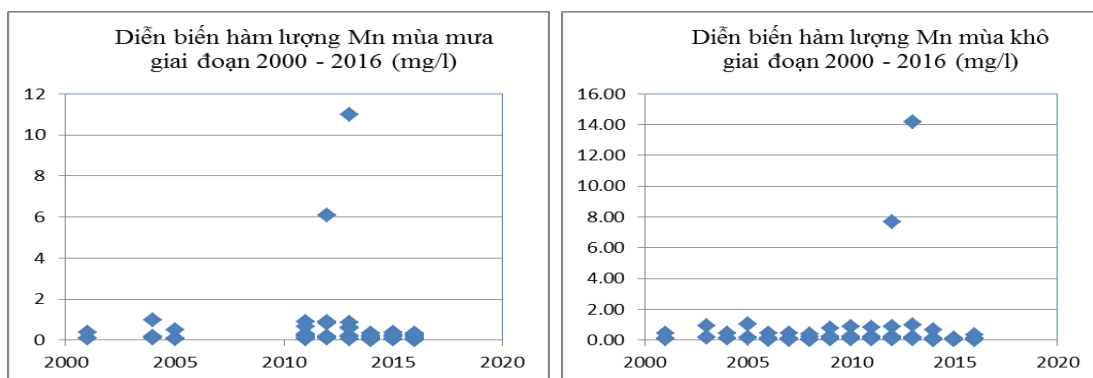
Bảng 3. Hàm lượng các kim loại trong nước dưới đất các tầng Pleistocene ở các trạm quan trắc trong giai đoạn 2000 - 2016

TT	GQT		Mn (mg/l)			Al (mg/l)			Pb (mcg/l)			Cu (mcg/l)		
			max	min	TB	max	min	TB	max	min	TB	max	min	TB
1	Q011020	Mùa mưa	0,62	0,01	0,2	0,32	KPH	0,03	37,5	KPH	12,9	26,8	KPH	8,65
		Mùa khô	0,25	0,03	0,15	0,41	KPH	0,09	18,4	KPH	4,93	18,7	5,03	11,9
2	Q09902B	Mùa mưa	0,25	0,06	0,25	0,09	KPH	0,03	25	KPH	3,9	16,5	KPH	9,4
		Mùa khô	0,21	0,01	0,11	0,08	KPH	0,02	54	KPH	11,3	21	0,99	7,81
3	Q003340	Mùa mưa	0,22	0,01	0,07	0,36	KPH	0,04	1,8	KPH	0,3	24,5	KPH	11,6
		Mùa khô	0,1	0,02	0,06	1,15	KPH	0,11	0,98	KPH	0,16	26	KPH	7,24
4	Q007030	Mùa mưa	0,16	0,01	0,08	0,44	KPH	0,1	1,8	KPH	0,42	15	KPH	5,06
		Mùa khô	0,19	0,05	0,11	0,16	KPH	0,04	1,77	KPH	0,33	31	KPH	4,9
5	Q019340	Mùa mưa	0,99	0,26	0,55	0,08	KPH	0,01	2,47	KPH	0,62	20	KPH	5,67
		Mùa khô	1,01	0,13	0,66	0,82	KPH	0,08	1,97	KPH	0,36	21	KPH	3,41
6	Q00204A	Mùa mưa	0,21	0,03	0,09	1,41	KPH	0,1	10,2	KPH	1,7	25	KPH	5,68
		Mùa khô	0,13	0,03	0,07	0,65	KPH	0,08	0,69	KPH	0,1	27	KPH	5,07
7	Q605040	Mùa mưa	11	6,08	8,54	0,39	0,39	0,39	0	KPH	0	20,1	1,49	10,8
		Mùa khô	14,2	7,69	10,94	0,2	0,2	0,2	3,23	KPH	1,62	21,5	0	10,8
TT	LKQT		Zn (mcg/l)			Hg (mcg/l)			Cd (mcg/l)			As (mcg/l)		
			max	min	TB	max	min	TB	max	min	TB	max	min	TB
1	Q011020	Mùa mưa	22,6	7	15,2	0,9	KPH	0,15	12	KPH	4,95	3,13	KPH	0,52
		Mùa khô	34,99	11,79	19,26	0,04	KPH	0,02	18	0,01	6,05	8,34	KPH	1,17
2	Q09902B	Mùa mưa	107,9	15	45,31	110	KPH	7,45	4,5	KPH	1,53	5,5	KPH	0,93
		Mùa khô	180	3	58,28	0,26	KPH	0,1	8	KPH	2,41	9,31	KPH	1,28
3	Q003340	Mùa mưa	13,28	5	8,28	0,9	KPH	0,15	4,0	KPH	1,95	0,57	KPH	0,28
		Mùa khô	120	1,15	19,2	2,05	KPH	0,2	4,9	0,01	1,98	8,34	KPH	1,36
4	Q007030	Mùa mưa	23	2,51	9,45	0,09	KPH	0,1	4,4	KPH	2,17	5,54	KPH	1,07
		Mùa khô	16,08	2,05	8,78	0,1	KPH	0,02	9	0,01	2	11,7	KPH	2,77
5	Q019340	Mùa mưa	16	3,65	8,7	0,9	KPH	0,11	4,4	KPH	1,48	5,4	KPH	1,35
		Mùa khô	20	1,9	9,17	0,26	KPH	0,04	3,35	KPH	1,33	10,5	KPH	1,77
6	Q00204A	Mùa mưa	29,2	0	12,64	0,9	KPH	0,15	2	KPH	0,61	4,76	KPH	0,9
		Mùa khô	25	2,89	12,84	0,04	KPH	0,02	14	0,01	3,77	10	KPH	2,46
7	Q605040	Mùa mưa	79,7	64,1	71,9	KPH	KPH	0	KPH	KPH	0	5,4	3,27	4,34
		Mùa khô	124,8	50,79	87,78	KPH	KPH	0	11,8	KPH	5,92	11,9	3,27	7,58

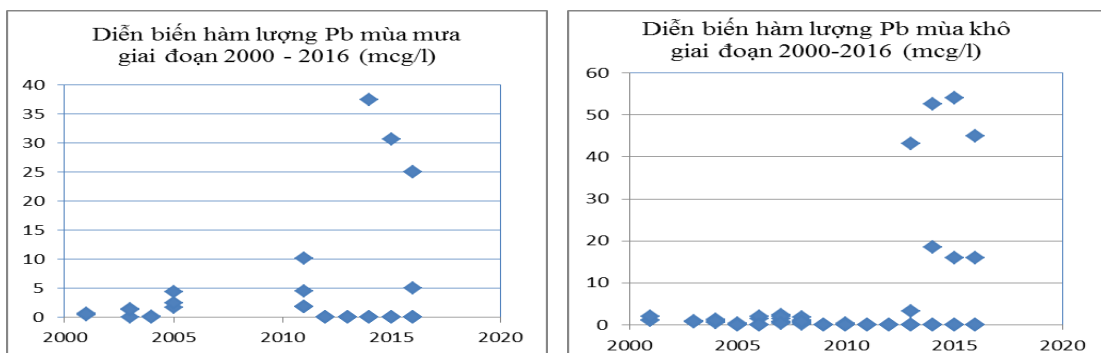
*Những chữ số in đậm là hàm lượng vượt quy chuẩn Việt Nam



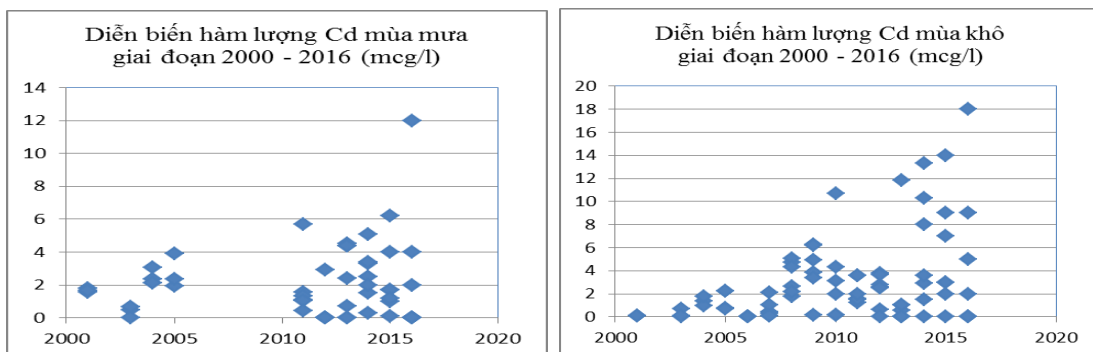
Hình 3. Diễn biến hàm lượng Al theo thời gian và theo mùa giai đoạn 2000 – 2016



Hình 4. Diễn biến hàm lượng Mangan theo thời gian và theo mùa giai đoạn 2000 - 2016



Hình 5. Diễn biến hàm lượng chì theo thời gian và theo mùa giai đoạn 2000 - 2016



Hình 6. Diễn biến hàm lượng Cadmi theo thời gian và theo mùa giai đoạn 2000 – 2016

Bảng 4. Giá trị tương quan giữa các ion kim loại trong nước dưới đất tầng Pleistocene TP. HCM

	Cu	Pb	Zn	Hg	Cd	As	Mn	Se	Ni	Cr	Be	Al	Fe
Cu													
Pb	0,464												
Zn	0,672	0,267											
Hg	-0,004	0,002	0,001										
Cd	0,146	0,075	0,006	0,117									
As	-0,119	-0,001	-0,01	-0,407	-0,146								
Mn	-0,004	0,007	0,013	-0,306	0,084	0,227							
Se	-0,118	-0,028	-0,018	0,505	-0,188	-0,099	-0,058						
Ni	0,792	-0,770	0,055	-0,075	0,622	-0,386	0,204	-0,087					
Cr	0,064	-0,020	-0,005	0,543	0,441	-0,27	-0,148	-0,026	0,288				
Be	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,001	-0,003			
Al	-0,001	0,001	-0,001	0,047	0,008	-0,003	-0,001	-0,001	-0,002	0,003	0,552		
Fe	-0,185	-0,024	0,036	-0,127	0,338	0,36	0,895	-0,057	0,023	-0,333	0,390	0,665	

Bảng 5. Thành phần khoáng vật các mẫu đất trong các tầng chứa nước Pleistocene

Quận	SiO ₂ Thạch anh	KAlSi ₃ O ₈ K-feldspar	(Na, Ca) Al _(1,2) Si _(3,2) O ₈ albite, anorthite	X ₂ Y ₄₋₆ Z ₈ O ₂₀ (OH) ₄ Sét mica/ililit	KV sét Kaolinit/Clorit	FeCO ₃ Siderit	FeS ₂ Pirite
2	69,2%	6,2%	2,7%	8,5%	8,6%	1,6%	-
7	74,2%	1,6%	2,6%	9,5%	9,7%	1,4	-
9	68,5%	3,1%	2,0%	12,1%	11%	0,9%	0,9%
Nhà Bè	24,9%	4,4%	2,7%	12,1%	37,7%	2,0%	11,0%
Bình Thạnh	71,3%	13%	1,8%	2,8%	8%	0,9%	0,9%
1	50%	14,5%	4,8%	6,8%	16%	2,3%	2,3%

Lưu ý: X - K, Na ; Y - Al, Mg, Fe ; Z - Si hoặc Al; KV sét gồm Kaolinit/Clorit, clorit thêm các ion Mg, Fe, Ni, Mn.

3.3 Nguồn gốc các ion kim loại trong nước

Về nguồn cung cấp kim loại – để tìm hiểu về nguồn gốc các kim loại, nhóm đã lấy mẫu lõi khoan, xác định thành phần khoáng vật và thành phần hóa học nước triết, đồng thời đánh giá tương quan giữa các kim loại với nhau.

Xét về giá trị tương quan giữa các ion kim loại với nhau (bảng 4), ta nhận thấy chỉ có một số cặp có quan hệ tương đối chặt như: cặp Zn – Cu, Ni – Cu, Hg – Se, Hg – Cr, Fe – Al, Fe – Mn. Còn lại các cặp ion khác hầu như không có quan hệ gì. Điều đó nói lên rằng, những cặp có tương quan với nhau là những kim loại có nguồn gốc đồng sinh với nhau song cũng có những tác động ngoại lai vào quá trình xâm nhập của chúng vào nước. Những kim loại khác hoàn toàn không liên quan với nhau về nguồn gốc.

Kết quả phân tích thành phần khoáng vật các mẫu lõi khoan cho thấy (Bảng 5): Hầu hết các mẫu đều

cho thành phần khoáng vật như nhau, mặc dù hàm lượng có thể khác nhau do thành trầm tích khác nhau, ví dụ như mẫu đất lấy trong tầng Pleistocene ở Nhà Bè có hàm lượng SiO₂ thấp hơn hẳn ở các quận khác do mẫu lõi đó là á cát, xám nâu, vàng nâu, trạng thái dẻo, trong khi mẫu lõi lấy ở các quận khác chủ yếu là cát... Trong hầu hết các khoáng vật ta đều nhận thấy sự có mặt của nhôm, sắt, trong khoáng vật sét có chứa thêm mangan. Có thể nói rằng, các kim loại đó có thể đã cùng được giải phóng vào nước dưới đất nên hệ số tương quan của chúng khá cao. Ở Thành phố Hồ Chí Minh, không phát hiện thấy tương quan chặt chẽ giữa sắt và arsen như ở Đồng Tháp. Còn các kim loại khác có thể tồn tại ở dạng phân tán trong trầm tích với hàm lượng rất thấp và phụ thuộc vào đặc tính của từng nguyên tố để giải phóng chúng vào nước đòi hỏi những điều kiện địa hóa nhất định.

Như vậy, nguồn cung cấp các kim loại như

mangan, nhôm, sắt chủ yếu từ trầm tích chứa nước và đới thông khí. Các kim loại khác hầu hết cũng từ trầm tích ở dạng phân tán cung cấp cho nước, không loại trừ từ những nguồn nhân sinh. Các nguồn cung cấp khác như từ nước mặt, từ nước thải công nghiệp, nước thải sinh hoạt chưa được nghiên cứu nhiều, từ khu vực bãi rác Đồng Thạnh.

Các quá trình mangan, nhôm, sắt thâm nhập vào nước đã được trình bày trong các công trình [2], [3], đó chủ yếu là các quá trình oxy hóa, thủy phân aluminosilicat... phụ thuộc vào điều kiện địa hóa môi trường và độ pH của nước. Một trong các nhân tố quan trọng thúc đẩy các quá trình hóa lý để giải phóng kim loại vào nước chủ yếu hiện nay là các nhân tố nhân tạo – khai thác nước dưới đất mạnh mẽ, chúng đã phá vỡ cân bằng của môi trường địa hóa [5].

4 KẾT LUẬN

Ô nhiễm kim loại trong nước dưới đất các tầng Pleistocene tại TP.HCM là hoàn toàn có thực, chúng có ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe con người song ít được lưu ý nghiên cứu. Trong các kim loại, hàm lượng mangan, nhôm, chì, thủy ngân, cadmi trong nước tại nhiều giếng quan trắc đã vượt giới hạn cho phép. Các giá trị này thường tập trung vào giai đoạn từ 2009 tới 2016, tập trung nhiều vào những năm 2013 – 2015 ở những khu vực phát triển đô thị và khu công nghiệp – nơi nước dưới đất được khai thác mạnh mẽ. Nguồn cung cấp các kim loại này chủ yếu từ trầm tích chứa nước và phụ thuộc nhiều vào sự biến đổi của môi trường địa hóa dưới tác động của hoạt động nhân sinh. Các kim loại khác tồn tại trong trầm tích dưới dạng phân tán và hàm lượng của chúng trong nước dưới đất rất thấp so với quy chuẩn nên chưa gây tác hại đến sức khỏe.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường ĐHBK, ĐHQG TP. HCM đã hỗ trợ kinh phí thực hiện đề tài loại C: “Diễn biến tài nguyên nước dưới đất khu vực thành phố Hồ Chí Minh trong giai đoạn 2010 - 2015”, MSĐT: C2017-20-28/ĐHQG.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lý Thanh Hương, "Nguồn nước ngầm đang ô nhiễm nghiêm trọng," Bộ Tài nguyên và Môi trường, Cục Quản lý Tài nguyên nước, <http://dwr.gov.vn/index.php?language=vi&nv=news&op=Tai-nguyen-nuoc/Nguon-nuoc-ngam-dang-o-nhiem-nghiem-trong-3097>.
- [2] Nguyễn Việt Kỳ, Lê Thị Tuyết Vân, "Ô nhiễm mangan trong nước dưới đất tầng Pleistocene khu vực thành phố Hồ Chí Minh," *Tạp chí Các khoa học Trái đất*, tập 35, số 1, tr. 81-87, 2013
- [3] Nguyễn Việt Kỳ, Bùi Trọng Vinh, Trần Anh Tú và nnk, "Nguồn gốc nhôm trong nước dưới đất tầng Pleistocene tại khu vực Bến Cát, Thuận An, tỉnh Bình Dương," *Tạp chí Phát triển Khoa học và công nghệ ĐHQG Tp. HCM*, tập 17, số K5/2014, tr. 13-20, 2014.
- [4] Cục Địa chất & Khoáng sản Việt Nam, Bộ Công nghiệp, Đặc trưng động thái nước dưới đất vùng đồng bằng Nam Bộ (1991 – 1997), Hà Nội, 1998.
- [5] Nguyễn Kim Ngọc và nnk, Thủy địa hóa học, NXB Giao thông vận tải, 2005.
- [6] Quang Khải, Lê Phan, "TP.HCM báo động tình trạng dân có nước máy, vẫn xài nước giếng," Báo Tuổi Trẻ Online, <https://tuoitre.vn/tp-hcm-bao-dong-trinh-trang-dan-co-nuoc-may-van-xai-nuoc-gieng-20171206080440345.htm>, truy cập ngày dd/mm/yyyy.

Evolution of metal pollution in groundwater of Pleistocene aquifers in Ho Chi Minh City in the period 2000 - 2016

Nguyen Viet Ky^{1,*}, Tran Thi Phi Oanh¹, Ho Chi Thong², Nguyen Dinh Tu³

¹ Ho Chi Minh City University of Technology - VNU-HCM; ² Sai Gon Water Supply Corporation;

³Viet Nam National University, Ho Chi Minh City

*Corresponding author: nvky@hcmut.edu.vn

Received: 07-5-2018; Accepted: 18-6-2018; Published: 28-6-2018

Abstract—Underground water pollution, especially groundwater of the Pleistocene layers has been recognized by many researchers. These records are often based on the results of water quality monitoring of different monitoring networks: the National Monitoring Network, the monitoring network of the Natural Resources and Environment Department of Ho Chi Minh city, the monitoring network of the Saigon Water Supply Company. The records show that in the underground water of the Pleistocene layers appeared metals such as copper, lead (Pb), zinc, arsenic, cadmium, manganese (Mn), aluminum (Al), nickel, mercury... However, the content of

many metals has not reached the limit of pollution. In this study, the authors used the monitoring results of the National Monitoring Network for the period 2000 - 2016 and focused on metals such as Al, Mn and Pb in the water of Pleistocene aquifers - It has already exceeded the allowable standards at some monitoring sites. The results show that the content of Mn and Al metals in the Pleistocene aquifers varies significantly between 2009 and 2013, while for Pb - a sharp increase from 2013 to 2016. Causes leading to the development of Al and Mn pollution, mainly due to geological, hydro-geological conditions and impacts caused by heavy groundwater exploitation in the Pleistocene aquifers.

Index Terms—Metal pollution, groundwater, Pleistocene aquifers, Ho Chi Minh City, Period 2000-2016