

Ô NHIỄM MANGAN TRONG NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẦNG PLEISTOCEN KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

NGUYỄN VIỆT KỲ, LÊ THỊ TUYẾT VÂN

E - mail: nvky@hcmut.edu.vn

Trường Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài: 12 - 7 - 2012

1. Mở đầu

Hiện nước ngầm cung cấp đến 40% nhu cầu nước sinh hoạt đô thị và từ 70 đến 80% nước sinh hoạt nông thôn ở Việt Nam. Theo số liệu thống kê đến năm 2006 của Bộ Y tế thì hiện chỉ có khoảng 60% dân số Việt Nam được tiếp cận với nước sạch và nước hợp vệ sinh. Trong chiến lược quốc gia mà Việt Nam đề ra thì đến năm 2020 sẽ đạt con số 100% người dân được tiếp cận với nước sạch và nước hợp vệ sinh. Đây là mục tiêu khó vì Việt Nam vẫn chưa kiểm soát tốt chất lượng nước dưới đất.

Gần đây, tại nhiều nơi trên thế giới đã phát hiện một lượng đáng kể Mn trong nước dưới đất như miền bắc tiểu bang Massachusetts, ven biển New England [8, 9]. 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.

Hàm lượng mangan trong nước ngầm ở nhiều nơi tại Đồng bằng Nam Bộ vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Qua 6 tháng đầu năm 2008, quan trắc các tầng chứa nước dưới đất ở Đồng bằng Nam Bộ, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam (Bộ Tài nguyên và Môi trường) cho biết: hầu hết các nguyên tố vi lượng trong các tầng chứa nước đều nằm ở phạm vi cho phép, nhưng riêng Mn lại vượt ngưỡng.

Cụ thể là: có 4 trong số 7 mẫu nước ở tầng chứa nước Pleistocen thượng (qp_3) có hàm lượng Mn vượt quá tiêu chuẩn cho phép (TCCP). Nơi có hàm lượng cao nhất đạt tới 2,55mg/l (công trình

Q409020 - Phường 6, Tx. Sóc Trăng - Sóc Trăng). Tầng Pleistocen trung - thượng (qp_{2-3}) có 2/8 mẫu có hàm lượng Mn vượt quá TCCP, đạt 8,50mg/l (công trình Q177020 - Tx. Cà Mau - Cà Mau). Tầng Pleistocen hạ (qp_1) có 4/9 mẫu có hàm lượng Mn vượt quá TCCP, hàm lượng cao nhất đạt 1,80mg/l (công trình Q02204T - Thạnh Hoá - Long An); Tầng Pliocen giữa (n_2^2) có 2/9 mẫu có hàm lượng Mn vượt quá TCCP, hàm lượng cao nhất đạt 0,69mg/l (công trình Q011040 - Quận 12 - Tp. HCM). Độ tổng khoáng hóa nước dưới đất tổng hợp cho các tầng chứa nước có xu hướng thay đổi so với năm 2007 và so với trung bình nhiều năm (1995-2008).

Cách đây không lâu, một nhóm nghiên cứu Nhật Bản cùng nghiên cứu sinh Việt Nam đã tiến hành nghiên cứu sự ô nhiễm mangan trong nước mặt thuộc lưu vực sông Sài Gòn. Kết quả cho thấy mangan có quan hệ chặt chẽ với thành phần thổ nhưỡng và đất đá và hàm lượng mangan trong nước mặt thay đổi theo mùa rõ rệt [1]. Tại Đồng bằng Nam Bộ, các nhà nghiên cứu cũng đã chú ý tới ô nhiễm mangan trong nước dưới đất, tuy nhiên, các nghiên cứu dường như mới chỉ dừng ở mức ghi nhận hiện trạng này. Trong khuôn khổ bài báo, nhóm tác giả sử dụng số liệu quan trắc chất lượng nước của một bãi giếng tại một quận phía tây bắc Tp. Hồ Chí Minh để tìm hiểu sự ô nhiễm mangan trong nước dưới đất, quy luật phân bố của chúng, ở mức độ nhất định - nguồn gốc của mangan trong nước dưới đất.

2. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

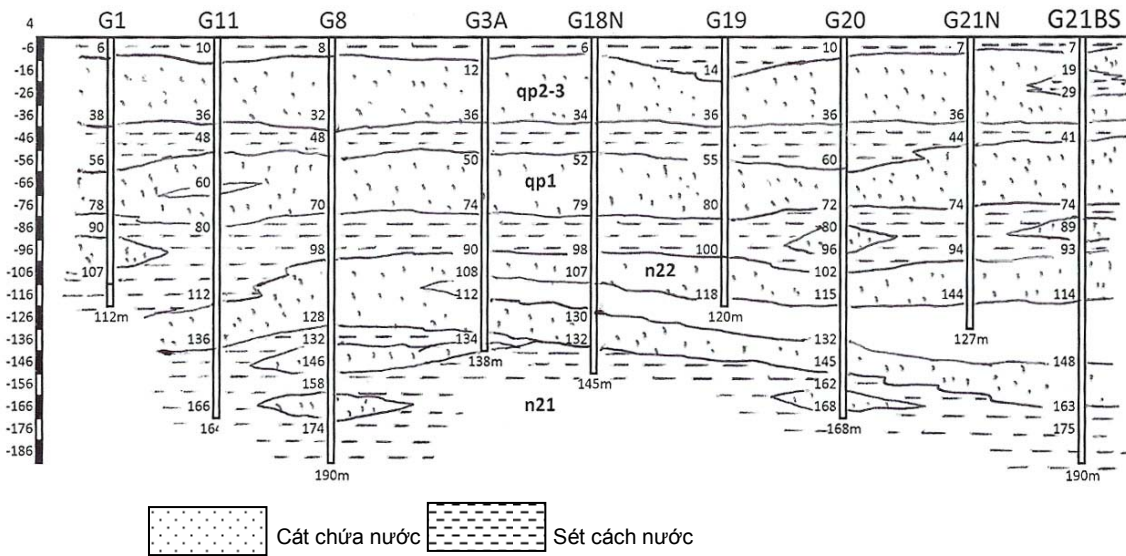
Bãi giếng nghiên cứu gồm 40 giếng khai thác

trong cả 4 tầng chứa nước với lưu lượng mỗi giếng dao động từ 50 đến 130m³/h được phân bố như trong hình 1. Hầu hết các giếng được xây dựng từ những năm cuối thế kỷ XX - đầu thế kỷ XXI. Trong khu vực bãi giếng tồn tại 5 tầng chứa nước lớn: (i) Tầng chứa nước Pleistocen trung - thượng

(qp₂₋₃) phân bố ở độ sâu 10 - 40m; (ii) tầng chứa nước Pleistocen hạ (qp₁) phân bố ở độ sâu 60 - 90m; (iii) tầng chứa nước Pliocen giữa (n₂²) phân bố từ 120 đến 140m; (iv) tầng chứa nước Pliocen dưới (n₂¹) phân bố ở độ sâu >160m đến 230m và (v) tầng chứa nước Miocen trên (n₁³) (hình 2).



Hình 1. Sơ đồ bố trí mạng lưới giếng khoan tại khu vực nghiên cứu



Hình 2. Mặt cắt địa chất thủy văn theo hướng Nam Tây Nam - Bắc Đông Bắc

Trong quá trình khai thác, đã tiến hành lấy mẫu nước tất cả các giếng để phân tích nhằm theo dõi

chất lượng nước, qua đó có chế độ xử lý nước phù hợp. Mẫu được lấy theo hai mùa, mùa khô và mùa

mưa. Các chỉ tiêu phân tích gồm: Fe^{lc} , Mn^{2+} , Cl^- và pH. Từ kết quả phân tích cho thấy, nước trong tất cả các tầng đều đạt yêu cầu về hàm lượng Cl^- , Nước trong tầng qp₂₋₃ đạt yêu cầu về hàm lượng Mn (0,06mg/l) và Fe (0,19mg/l); còn lại nước trong tầng qp₁, n₂² và n₂¹ đều có hàm lượng Mn (trung bình 0,64; 0,80; 0,95mg/l) và Fe (12,1; 15,5; 17mg/l) vượt ngưỡng cho phép. Giá trị pH của nước hầu hết đều dao động trong khoảng 5,4 - 6,3. Với chất lượng nước như vậy, việc xử lý trước khi đưa vào đường ống cấp nước của thành phố là cần thiết.

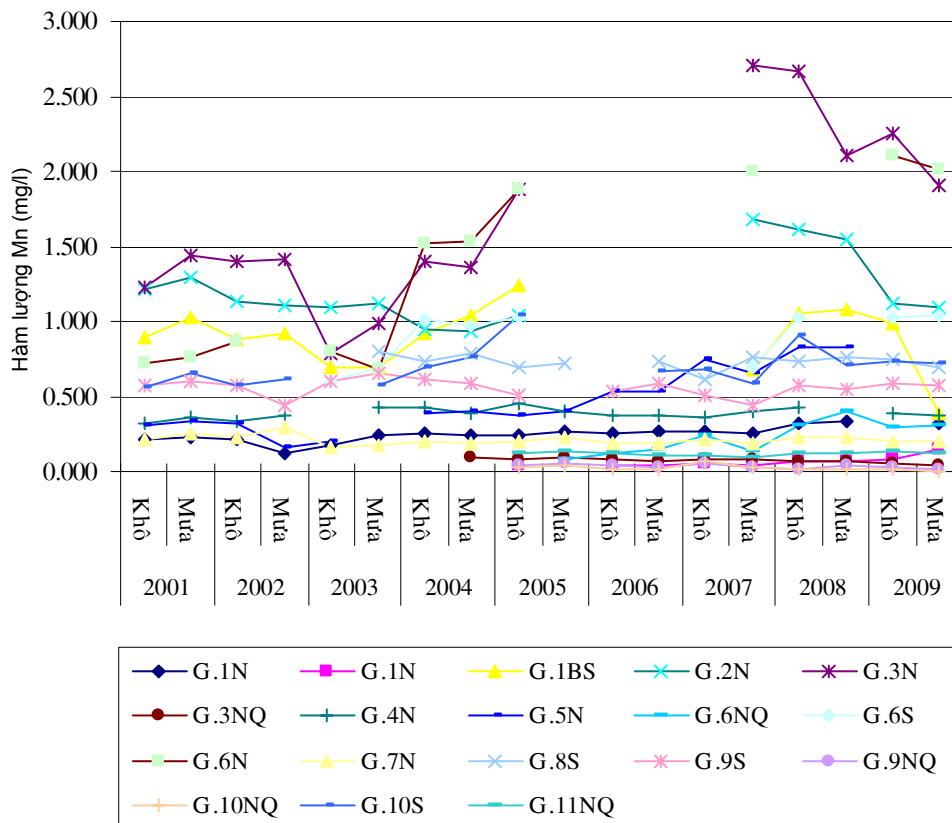
Nhằm đánh giá nguồn gốc của sự ô nhiễm mangan trong nước dưới đất, nhóm nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu thủy địa

hóa truyền thống, trong đó chủ yếu là phương pháp địa thống kê kết hợp với các phương pháp cổ địa lý và địa chất.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm phân bố không gian và thời gian của Mn^{2+}

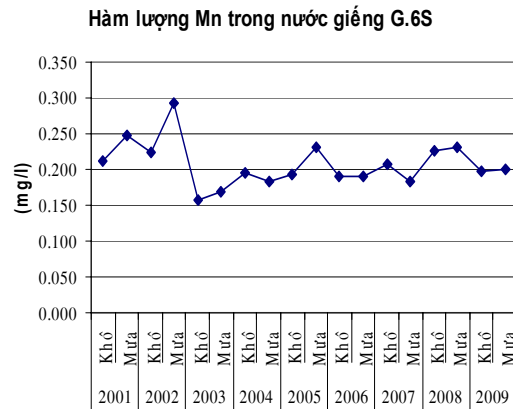
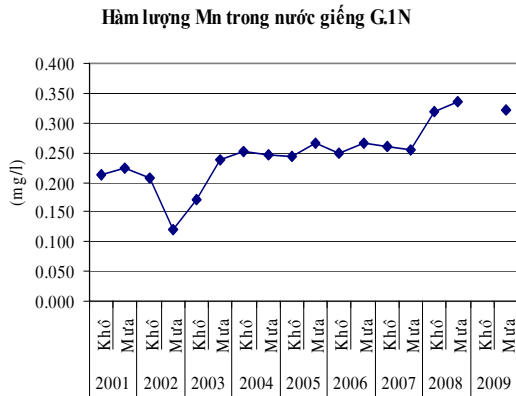
Trước hết, có thể nói rằng, hàm lượng mangan trong nước dưới đất tại khu vực nghiên cứu trong tất cả các tầng chứa nước đều thay đổi theo mùa rõ rệt. Vào mùa mưa, hàm lượng Mn^{2+} trong nước cao hơn so với mùa khô. Điều này có thể nhận thấy rõ qua hình 3 - biểu đồ tổng hợp hàm lượng Mn^{2+} cho tất cả các giếng không phân biệt tầng chứa nước đang khai thác.



Hình 3. Biểu đồ biểu diễn hàm lượng Mn^{2+} trong NĐĐ theo mùa tại khu vực nghiên cứu

Tại các giếng khai thác trong tầng qp₂₋₃ sự dao động này không đáng kể vì hàm lượng mangan trong nước rất thấp (thường nhỏ hơn 0,05mg/l), trong khi đó, đối với các tầng chứa nước khác, chênh lệch hàm lượng mangan giữa hai mùa có thể đạt tới trên 0,2 mg/l, ví dụ như tại giếng G1N

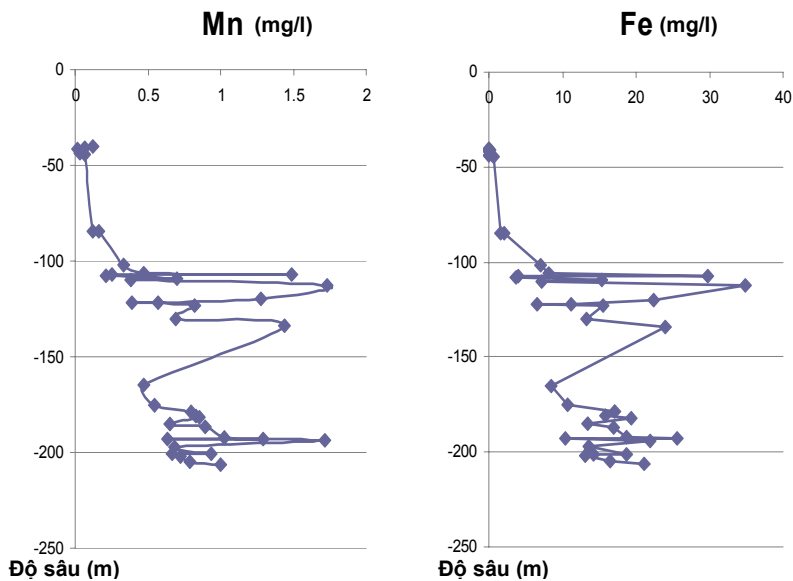
với độ sâu khai thác 187m và giếng G6S với độ sâu 192m (hình 4). Chính sự biến đổi hàm lượng Mn^{2+} theo mùa ở các tầng chứa nước nằm sâu, khi miền cung cấp của chúng nằm xa miền phân bố đòi hỏi chúng ta phải có cách lý giải thận trọng hơn.



Hình 4. Diễn biến hàm lượng Mn^{2+} theo mùa tại giếng G1N và G6S (tầng n_2^1)

Hàm lượng Mn^{2+} và Fe^{tc} trong nước dưới đất tại khu vực nghiên cứu cũng biến đổi nhiều theo độ sâu phân bố của tầng chứa nước (hình 5). Qua hình 5 ta thấy rằng hàm lượng Mn^{2+} và Fe^{tc} trong các tầng chứa nước nằm ở độ sâu dưới 50m (thuộc tầng $qp_{2,3}$) thấp nhất và đều nằm trong giới hạn cho phép. Hàm lượng các ion này trong nước các tầng sâu hơn đa số đều cao hơn tiêu chuẩn cho phép.

Tuy nhiên, hàm lượng của chúng cao nhất thường gặp ở tầng chứa nước n_2^2 ở độ sâu 110 - 130m, ở tầng n_2^1 - hàm lượng sắt và mangan vẫn cao hơn tiêu chuẩn song thấp hơn hàm lượng của chúng trong tầng n_2^2 . Cũng trên hình 5, ta có thể thấy rõ mối tương quan của hàm lượng Mn^{2+} và Fe^{tc} . Nhìn chung, khi hàm lượng sắt trong nước tăng, hàm lượng Mn^{2+} cũng tăng theo.



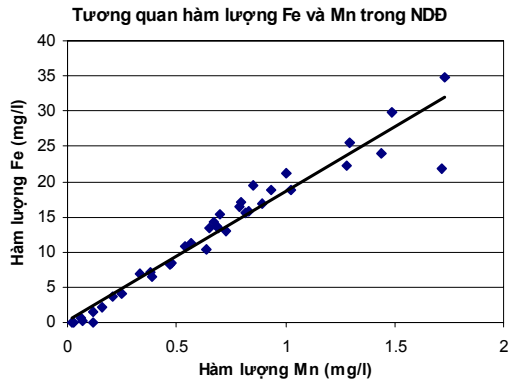
Hình 5. Sự biến đổi hàm lượng Mn^{2+} và Fe^{tc} theo độ sâu

Để khẳng định mối tương quan này, nhóm nghiên cứu đã xây dựng biểu đồ tương quan giữa hàm lượng của 2 ion đang xét (hình 6). Hệ số tương quan giữa lưu lượng bơm khai thác,

hàm lượng Mn^{2+} , Fe^{tc} , Cl^- được trình bày ở bảng 1.

Như vậy, tương quan giữa Fe^{tc} và Mn^{2+} rất chặt chẽ, hệ số tương quan đạt 0,99556, đây là một minh chứng cho quan hệ đồng sinh của sắt và

mangan trong nước dưới đất. Giữa các ion khác với nhau và với lưu lượng khai thác không quan sát thấy mối tương quan rõ ràng nào.

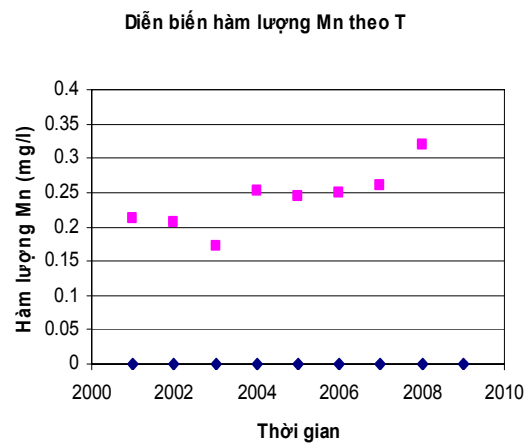
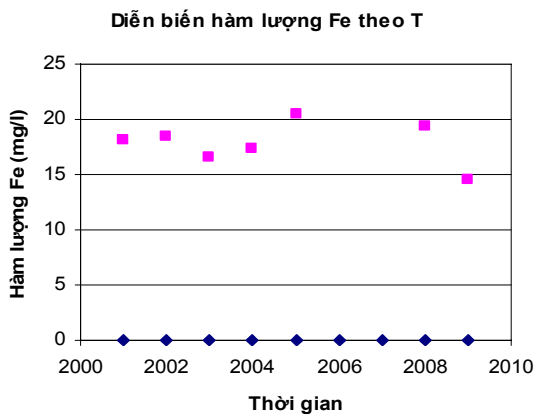


Hình 6. Tương quan hàm lượng Mn^{2+} và Fe^{tc}

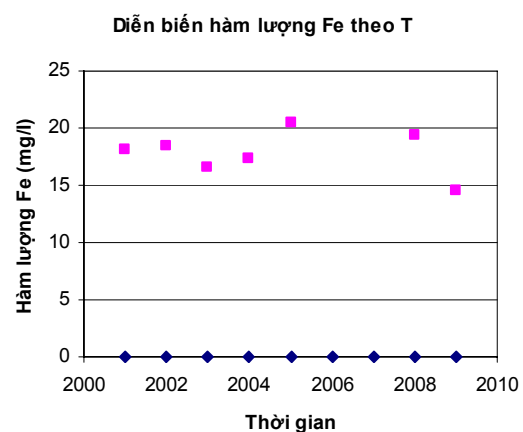
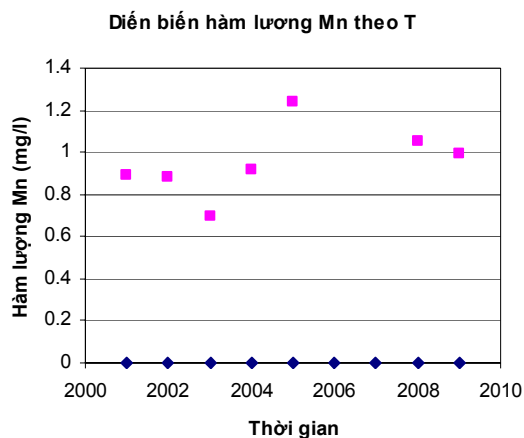
Bảng 1. Hệ số tương quan giữa các ion và lưu lượng

	Q	Fe^{tc}	Mn^{2+}	Cl^-
Fe^{tc}	1	-0,25355	-0,28878	-0,23314
Mn^{2+}		1	0,998566	-0,05994
Cl^-			1	-0,01289
				1

Hàm lượng Mn^{2+} và sắt cũng tăng theo thời gian khai thác mặc dù sự gia tăng này không lớn song khá rõ (hình 7). Tuy nhiên, sự gia tăng này có thể không gặp ở một vài giếng, ví dụ như giếng G1BS. Tại giếng này, hàm lượng Fe^{tc} và Mn^{2+} trong nước tăng đến trên 20mg/l (Fe) và trên 1,2mg/l (Mn) vào năm 2005, sau đó giảm xuống tương ứng còn 14,5mg/l; 1,0mg/l vào năm 2009 (hình 8). Trong 40 giếng nghiên cứu, gặp trường hợp này có 7 giếng.



Hình 7. Diễn biến hàm lượng Mn và Fe theo thời gian tại giếng G1N



Hình 8. Diễn biến hàm lượng Fe và Mn theo thời gian trong nước giếng G1BS

Như vậy, có thể nói rằng xu thế gia tăng hàm lượng Fe^{tc} và Mn^{2+} theo thời gian khai thác là xu

thế chung của bãi giếng trong khu vực nghiên cứu. Hiện tượng này còn được nhiều chuyên gia địa chất

thủy văn ghi nhận khi tiến hành thi công các giếng khai thác nước dưới đất tại khu công nghiệp Tân Tạo, tại Q.7, Hóc Môn,... thành phố Hồ Chí Minh.

Mặc dù trong các tài liệu quan trắc không nói đến giá trị Eh của môi trường, song có thể nói rằng, ở các tầng chứa nước nằm sâu, môi trường địa hóa là môi trường khử yếu đến mạnh. Ở môi trường này, thường mangan tồn tại dưới dạng $MnHCO_3$. Điều này hoàn toàn phù hợp với loại hình hóa học của nước dưới đất ở thành phố Hồ Chí Minh: HCO_3-Na , $HCO_3-Cl-Na$ hoặc $Cl-HCO_3-Na$.

3.2. Về nguồn cung cấp Mn^{2+} cho NĐĐ

Từ những kết quả xử lý số liệu về hàm lượng Mn^{2+} và Fe^{lc} trên, chúng ta có thể nhận định: rõ ràng, hàm lượng Mn^{2+} không thể có nguồn gốc từ những chất thải trên mặt ngầm xuống, khi mà tầng chứa nước nằm nông nhất qp_{2,3} có hàm lượng này nhỏ nhất, càng xuống sâu, hàm lượng các ion này càng tăng. Toàn bộ các giếng khai thác đều được kết cấu bằng ống nhựa PVC, trừ ống lọc được sử dụng bằng ống inox (Ống lọc Jonhson - Mỹ), từ đó, chúng ta cũng có thể loại bỏ nguyên nhân xuất hiện Mn và Fe từ các vật liệu kết cấu giếng.

Như vậy, sự xuất hiện Mn^{2+} cùng với Fe^{lc} trong nước dưới đất của bãi giếng liên quan tới thành phần trầm tích chứa nước. Theo báo cáo tổng kết đề án “Phân chia địa tầng N-Q và nghiên cứu cấu trúc đồng bằng Nam Bộ” do LĐ bản đồ Địa chất miền Nam chủ biên và báo cáo tổng kết đề tài “Biên hội bản đồ ĐC, ĐCTV - ĐCCT thành phố Hồ Chí Minh tỷ lệ 1/50.000”, tại khu vực nghiên cứu tồn tại các tầng chứa nước:

- Tầng chứa nước qp_{2,3} với thành phần phần thạch học chủ yếu là cát mịn đến thô, cát bột, bột cát... phân lớp, phân nhíp khá dày tùy nơi màu xám trắng, xám vàng, đỏ nâu loang lổ đôi khi có lẫn sạn sỏi. Trên các mặt cắt thường có mặt các thấu kính bột, bột sét, sét,... nguồn gốc sông - biển, sông.

- Tầng chứa nước qp₁ với thành phần thạch học chủ yếu là cát mịn, mịn đến thô có lẫn sạn sỏi phân lớp và phân nhíp khá dày màu vàng, vàng nâu, trắng xám. Thường xen kẹp thấu kính cát bột, bột sét, bột cát,... Trầm tích có nguồn gốc chủ yếu sông - biển, sông.

- Tầng chứa nước n₂²: Thành phần thạch học chủ yếu là cát mịn, mịn đến thô có lẫn sạn sỏi phân

lớp và phân nhíp khá dày màu vàng, vàng nâu, trắng xám. Thường xen kẹp thấu kính cát bột, bột sét, bột cát. Nguồn gốc sông - biển, sông.

- Tầng chứa nước n₂¹: Thành phần thạch học chủ yếu là cát trung, trung thô, mịn phân nhíp, phân lớp khá rõ, đôi khi có lẫn sạn sỏi màu xám xanh, xanh lục, vàng nâu. Trên mặt cắt thường xen kẹp các thấu kính hạt mịn khá dày từ vài mét đến khoảng 20,0m. Trầm tích có nguồn gốc sông, sông - biển hỗn hợp.

Các trầm tích có nguồn gốc sông - biển thường có chứa một lượng đáng kể các khoáng vật nhóm sulfua như pyrit, chancopyrit,... dạng xâm tán. Chính các khoáng vật này đã cung cấp cho nước dưới đất, nước mặt một hàm lượng đáng kể ion Fe^{2+} và Fe^{3+} tùy theo môi trường địa hóa. Đối với phần trên mặt đất và nước mặt, chúng tạo nên dạng đất phèn đặc trưng của đồng bằng Nam Bộ. Nước dưới đất khu vực thành phố Hồ Chí Minh cũng bị nhiễm phèn (nhiễm sắt) ở nhiều nơi và gặp ở hầu hết các tầng chứa nước. Có thể dự báo rằng, hiện tượng nhiễm Mn^{2+} trong nước dưới đất có thể gặp trong tất cả các giếng khai thác bị nhiễm sắt.

3.3. Xử lý nước nhiễm sắt và mangan

Nước từ tất cả các giếng của hệ thống cấp nước được dẫn về khu xử lý tập trung. Quy trình xử lý như sau:

Nước thô từ các trạm bơm giếng tập trung về dàn mưa (làm thoáng tự nhiên). Nước thu được sau dàn mưa được bổ sung vôi và chlor rồi dẫn qua bể trộn đứng để trộn đều nước với hóa chất. Tiếp sau, nước được dẫn đến bể lắng - tiếp xúc ngang, qua bể lọc nhanh (loại hồ trọng lực). Nước sau khi lọc được khử trùng bằng chlor và florua và chứa vào bể nước sạch và được trạm bơm cấp II (bơm nước sạch) bơm hòa vào mạng cấp nước của thành phố.

Định mức hóa chất dùng cho xử lý nước như sau: Vôi - 96,6g/m³ nước sạch; Chlor - 3,8g/m³ nước sạch; Fluor - 0,44g/m³ nước sạch. Lưu lượng nước thô trung bình của bãi giếng hiện nay đạt 73.000m³/ngđ, nước sạch đạt 68.000m³/ngđ. Chất lượng nước đạt được sau xử lý đạt tiêu chuẩn nước ăn uống, sinh hoạt (bảng 2).

Bảng 2. Kết quả xử lý nước dưới đất tại khu vực nghiên cứu

Chỉ tiêu	pH	Fe^{lc} (mg/l)	Mn^{2+} (mg/l)
Nước thô	5,9	17,6	1,04
Nước sạch	7,1	0,19	0,012

Tuy vậy, đối với những hộ dân hoặc những cụm khai thác nước tập trung quy mô nhỏ vài chục m³/ngày, nếu hàm lượng sắt không quá lớn vẫn có thể dùng dần mưa 2 cấp để xử lý, sau đó cho lọc qua cát mịn, nếu cần thiết bổ sung thêm một lượng nhỏ nước vôi (lượng nước vôi tùy thuộc theo lượng nước và mức độ nhiễm sắt và Mn) trước khi qua dàn mưa. Đối với các đối tượng này, nên tiến hành lấy mẫu nước trước và sau xử lý để kiểm tra và hiệu chỉnh quy trình lọc nhằm đảm bảo chất lượng nước sử dụng.

4. Kết luận

Qua những nghiên cứu trên tại khu vực bãi giếng, đã sáng tỏ đặc điểm phân bố của mangan trong nước dưới đất của tất cả các tầng chứa nước. Hàm lượng Mn²⁺ trong nước dưới đất biến đổi theo mùa, sự dao động hàm lượng theo mùa tuy không lớn song biểu hiện khá rõ. Hàm lượng Mn²⁺ cùng với hàm lượng sắt tổng tăng dần theo chiều sâu tới tầng chứa nước n₂² thường đạt giá trị lớn, sau đó lại giảm trong nước tầng n₂¹, tuy nhiên hàm lượng của chúng vẫn vượt tiêu chuẩn cho phép, duy chỉ có nước tầng qp₂₋₃ là đạt tiêu chuẩn cả về hàm lượng mangan và sắt. Trong hầu hết các giếng, hàm lượng Mn²⁺ và sắt tổng đều có xu hướng tăng theo thời gian khai thác. Tương quan về hàm lượng Mn²⁺ và sắt tổng rất chặt chẽ chứng tỏ mối quan hệ đồng sinh của chúng. Nguồn gốc của chúng trong nước dưới đất liên quan đến nguồn gốc và thành phần trầm tích chứa nước và cách nước. Dạng tồn tại của mangan trong nước phụ thuộc vào điều kiện môi trường địa hóa và khá phù hợp với thành phần địa hóa học nước dưới đất tại thành phố Hồ Chí Minh.

TÀI LIỆU DẪN

- [1] *Nguyen Thi Van Ha*, 2011: Sources and leaching of manganese and iron in the Sai Gon River Basin, Viet Nam. Water Science & Technology .
- [2] *Nguyễn Kim Ngọc và nnk*, 2005: Thủy địa hóa học. Nxb. Giao thông vận tải.
- [3] *Patrick A. Domenico, Franklin W. Scheartz*, 1990: Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons, New York, Inc.
- [4] *Pitieva K.E. Praktikum Po Hydrogeochimiyi*, 1982: Izdatelstvo Moscovski Universitet. (Tiếng Nga).
- [5] Báo cáo tổng kết đề án “Phân chia địa tầng N-Q và nghiên cứu cấu trúc đồng bằng Nam Bộ” do Nguyễn Thế Dũng, Liên đoàn Bản đồ Địa chất chủ biên, 2005.
- [6] Báo cáo tổng kết đề án: “Biên hội bản đồ Địa chất, Địa chất thủy văn, Địa chất công trình thành phố Hồ Chí Minh tỷ lệ 1:50.000” do Bùi Trần Vượng, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam chủ biên 2010.
- [7] Báo cáo kết quả quan trắc của nhà máy nước X từ 2000 đến 2010.
- [8] <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp151.html> của Trung tâm Kiểm soát dịch bệnh đối với thông tin sức khỏe trên mangan
- [9] <http://www.wqa.org> của Hiệp hội chất lượng nước

SUMMARY

Manganese pollution in ground water of Pleistocene aquifers in Hochiminh City area

Currently, Manganese (Mn) pollution in groundwater in Ho Chi Minh City was detected and became an interested issue for many researchers. In a well which belongs to the water supply company in HCM city, Mn contents comparing to standards increase many times and fluctuate by seasons markedly, while in some other wells, the Mn contents are still relatively stable. The content of Mn, similar to that of As, has a close relationship to iron content in the water. The correlation coefficient between iron and manganese reached 0.99856, showing that they have a syngenetic relationship. From some results of data processing on the concentration of Mn²⁺ and Fe^{tc}, it is stated that: the content of Mn²⁺ cannot be derived from the surface waste seeping down because it is minimum in the shallowest aquifer qp₂₋₃. The concentration of Mn²⁺ ions increases in tandem with the depth. Their origin in groundwater related to the origin and composition of sediments of aquifer and aquiclude. The infiltration mechanism of Mn into the water is not clear. The treatment of Mn in groundwater is proposed in the paper, but other cheap solutions in accordance with the conditions of the community still need to find.