

Ô nhiễm asen trong nước ngầm và khả năng xử lý tại chỗ quy mô hộ gia đình tại xã Trung Châu, Đan Phượng, Hà Nội

Nguyễn Mạnh Khải^{1,*}, Nguyễn Quốc Việt¹, Hoàng Thị Quỳnh Trang¹,
Lê Viết Cao¹, Nguyễn Tiến Trung¹, Nguyễn Quang Minh²

¹Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

²Khoa Phòng hoá, Trường sĩ quan Phòng hóa, Bình chủng Hoá học, Sơn Đông, Sơn Tây, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 10 tháng 1 năm 2011

Tóm tắt. Sự hiện diện của asen trong nước ngầm ở nhiều nơi, nhất là vùng nông thôn của Việt Nam đã và đang trở thành vấn đề môi trường cần quan tâm. Đề tài này lấy ngẫu nhiên 20 mẫu nước giếng khoan từ các hộ gia đình thuộc xã Trung Châu, huyện Đan Phượng, Hà Nội để phân tích và đánh giá các chỉ tiêu Fe, As và pH. Đồng thời các mẫu cặp sau khi qua hệ thống xử lý của các hộ gia đình cũng được phân tích để đánh giá hiệu quả khử Fe và As tại các hộ gia đình, qua đó nhận định về khả năng xử lý As bằng sắt hydroxit tại khu vực này. Hàm lượng As trong nước ngầm vùng khảo sát hầu hết đều vượt quá giới hạn tối đa cho phép đối với As trong nước sinh hoạt ($10\mu\text{g L}^{-1}$) từ 2-4 lần. Kết quả khảo sát cho thấy 100% các hộ gia đình sử dụng nước ngầm làm nước cấp cho sinh hoạt do đó sẽ tiềm ẩn nguy cơ thâm nhập As vào cơ thể qua đường ăn uống. Tỷ lệ Fe/As ở các mẫu nghiên cứu dao động trong khoảng từ 100 đến 1500 và hầu hết pH nước ngầm đều dao động trong khoảng từ 6,5-7 thể hiện khả năng sử dụng công nghệ loại bỏ As bởi hydroxit Fe (III). Đánh giá về hiệu quả xử lý Fe, As từ hệ thống lọc cát tại các hộ gia đình cho thấy đối với mẫu có hàm lượng Fe ban đầu cao... thì hiệu quả loại bỏ As cũng lên đến 98%. Tuy nhiên do thiếu kiến thức cũng như kỹ năng vận hành, bảo dưỡng bể lọc cát mà hiệu quả xử lý Fe, As ở một số hộ gia đình không đạt hiệu quả. Do vậy cần có các hướng dẫn, phổ biến kiến thức để nâng cao khả năng xử lý tại chỗ đối với Fe, As trong dân cư nông thôn.

Từ khóa: Ô nhiễm, tỉ lệ Fe/As, pH, nước ngầm, hệ lọc cát.

1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam, sau nhiều năm thực hiện chương trình nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn, nước ngầm được sử dụng và trở thành nguồn nước sinh hoạt chính của nhiều cộng đồng dân cư. Theo báo cáo của Tổng cục môi trường, hiện nay có khoảng 13 triệu người

(chiếm 16,5% tổng dân số) khai thác và sử dụng nguồn nước này [1]. Chất lượng nước ngầm thường ổn định hơn chất lượng nước bề mặt. Trong nước ngầm, hầu như không có các hạt keo hay cặn lơ lửng, các chỉ tiêu vi sinh trong nước ngầm cũng tốt hơn so với nguồn nước khác [2]. Tuy nhiên, khi khai thác nguồn nước ngầm, nhiều vùng phải đối mặt với một số vấn đề rất đáng lo ngại trong đó phải kể đến là ô nhiễm asen. Ở Việt Nam có khoảng hơn 1 triệu giếng khoan có nồng độ asen trong nước ngầm

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-35583306.
E-mail: khainm@vnu.edu.vn

cao hơn từ 20-50 lần theo tiêu chuẩn của Bộ Y tế ($10 \mu\text{g L}^{-1}$). Nồng độ asen trong nước ngầm vượt quá tiêu chuẩn đã được phát hiện ở tỉnh Hà Nam (đồng bằng sông Hồng) và tỉnh Đồng Tháp (đồng bằng sông Cửu Long). Các triệu chứng nhiễm độc asen được Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường quốc gia phát hiện vào năm 2004. Xấp xỉ 0,5-1 triệu người ở khu vực này được dự đoán về nhiễm độc mãn tính do phơi nhiễm asen [3].

Tại Hà Nội, theo nghiên cứu của Trung tâm nghiên cứu Công nghệ môi trường và Phát triển bền vững, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, nhiều nơi quan trắc được hàm lượng asen cao hơn quy chuẩn cho phép, chủ yếu tập trung vào nguồn nước cấp khu vực nông thôn [3]. Vì vậy, cần có các nghiên cứu tiếp theo về hiện trạng cũng như khả năng áp dụng các biện pháp xử lý phù hợp để loại bỏ asen trong nước ngầm ở các khu vực ô nhiễm này. Nghiên cứu này được tiến hành với mục đích chính gồm (i) đánh giá hiện trạng ô nhiễm asen trong nước ngầm tại xã Trung Châu, Đan Phượng, Hà Nội (ii) đồng thời đánh giá khả năng xử lý tại chỗ theo kỹ thuật lọc cát độc chất này trong nước ngầm làm nước cấp cho sinh hoạt, góp phần hỗ trợ cộng đồng dân cư giảm thiểu rủi ro do tích lũy asen trong quá trình sử dụng nước.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

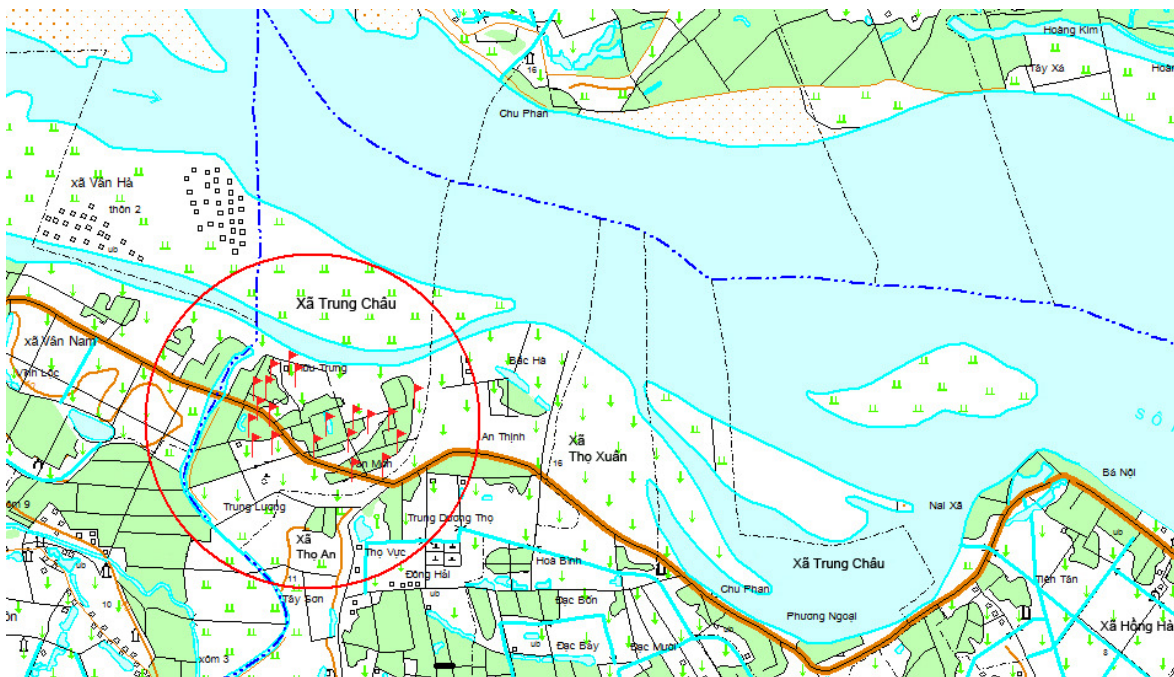
2.1. Địa điểm nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn tại xã Trung Châu, huyện Đan Phượng, cách trung tâm Hà Nội khoảng 35 km về phía Tây Nam. Diện tích hành chính của xã là 801,2 ha, số hộ dân là hơn 1.600 hộ với tổng số dân là 8.751 người. Xã Trung Châu phía Bắc giáp xã Hữu Trung, sông Hồng; phía Nam giáp xã Thọ An, Phương Đình, Thương Mỹ; phía Tây giáp xã Hát Môn, Thọ Xuân; phía Đông giáp xã Hồng Hà và xã Hà Mỹ thuộc huyện Đan Phượng, Hà Nội.

Xã Trung Châu có tổng cộng 12 thôn, trong đó có 1 thôn nhân dân sống ngoài đê sông Hồng. Đây là một xã thuần nông, trong đó chủ yếu là trồng cây lương thực và hoa màu, thu nhập chủ yếu từ nông nghiệp và chế biến nông sản. Khoảng 70% số hộ dân tham gia chăn nuôi, chủ yếu là lợn và bò.

Tại xã, 100% số hộ có dùng nước giếng khoan. Do xã chưa có hệ thống xử lý và phân phối nước tập trung, nên người dân đều tự khoan giếng và xây bể lọc cát thông thường để xử lý nước trước khi sử dụng. Khoảng 10% số hộ có bể chứa nước mưa, chủ yếu phục vụ cho nhu cầu ăn uống.

Mẫu nước được lấy là mẫu nước ngầm sử dụng cho sinh hoạt tại các thôn 2, 3, 4, 5 xã Trung Châu, huyện Đan Phượng, Hà Nội. Tại các thôn trên, 10 mẫu nước được lấy ngẫu nhiên cho mỗi thôn. Tại mỗi điểm lấy mẫu tiến hành lấy 2 mẫu: mẫu nước mới được bơm từ giếng lên và mẫu nước sau khi đã được lọc qua hệ lọc cát thông thường.



Hình 1. Sơ đồ vị trí lấy mẫu nước giếng khoan trong khu vực nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thu thập thông tin

Các thông tin liên quan tới quản lý môi trường và hiện trạng sử dụng nước được thu thập từ các cấp chính quyền địa phương. Việc phỏng vấn trực tiếp người dân trong các hộ gia đình tại các vị trí lấy mẫu được thực hiện để biết các thông tin về hiện trạng sử dụng nước, đặc điểm nguồn nước cấp cho hộ gia đình, biện pháp xử lý nước cấp cho sinh hoạt..

2.2.2. Phân tích một số chỉ tiêu trong nước

Mẫu nước được đo pH bằng máy đo pH nhanh tại hiện trường, As được phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) có sử dụng bộ bay hơi hydride HVH-1 trên máy Shimadzu AAS 6800. Fe được xác định bằng phương pháp so màu với chỉ thị Orthophenanthroline [4].

2.2.3. Thống kê và xử lý số liệu

Số liệu phân tích được xử lý thống kê trên

phần mềm Minitab version 14, giá trị trung bình được so sánh bởi phép so sánh cặp Tukey, sự khác biệt có ý nghĩa khi xác suất $P \leq 0,05$. Mô hình thống kê $y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$ được sử dụng, trong đó μ trung vị chung, α_i là giá trị khác biệt giữa trung vị chung với trung vị của phép thử i , e_{ij} là sai số ngẫu nhiên.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Hiện trạng sử dụng nước tại khu vực

Nguồn nước sử dụng: Số liệu khảo sát, thu thập tại địa điểm nghiên cứu (Bảng 1) cho thấy người dân ở khu vực nghiên cứu không sử dụng nước mặt (sông, hồ) làm nguồn nước cấp cho sinh hoạt. Các hộ gia đình chủ yếu sử dụng nước giếng khoan, nguồn nước giếng khơi được sử dụng chiếm tỷ lệ ít do khi đến mùa khô, các giếng khơi bị cạn và lượng nước trong giếng thường bị lẫn với bùn, không sử dụng được.

Bảng 1. Kết quả điều tra ngẫu nhiên 80 hộ về tình hình sử dụng nguồn nước cho sinh hoạt tại khu vực nghiên cứu

| TT | Nguồn nước | Số gia đình | Tỷ lệ (% số được phỏng vấn) |
|------|---------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1 | Giếng khơi | 5 | 6,3 % |
| 2 | Giếng khoan | 80 | 100 % |
| 3 | Nước mưa | 8 | 10 % |
| 4 | Giếng khơi và Giếng khoan | 3 | 6,3 % |
| 5 | Giếng khơi và Nước mưa | 0 | 0 % |
| 6 | Giếng khoan và Nước mưa | 8 | 8 % |
| 7 | Cả 3 nguồn (1-3) | 2 | 2,5 % |
| Tổng | | 80 | |

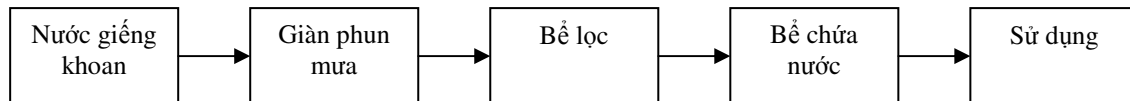
Kết quả điều tra cũng cho thấy 100% các hộ gia đình đã có giếng khoan khai thác nước ngầm, độ sâu của các giếng khoan trong khu vực dao động trong khoảng từ 17 đến 26 m, thời gian sử dụng từ 3 đến 12 năm. Các giếng này đa phần do gia đình tự tạo theo kinh nghiệm hoặc thuê thợ thủ công.

Lượng nước sử dụng: Đối với những hộ dân chỉ sử dụng nước cho mục đích sinh hoạt thì lượng nước sử dụng khoảng 1 -2 m³ ngày⁻¹ nhưng đối với những hộ sử dụng nước cho cả

mục đích trồng trọt và chăn nuôi ở quy mô nhỏ thì lượng nước sử dụng có thể lên tới 5 - 6 m³ ngày⁻¹.

3.2. Công nghệ xử lý nước

Hầu hết các hộ gia đình trong xã Trung Châu đều sử dụng hệ thống xử lý nước cấp tại các hộ gia đình có sơ đồ công nghệ như Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ công nghệ xử lý nước cấp khu vực nghiên cứu.

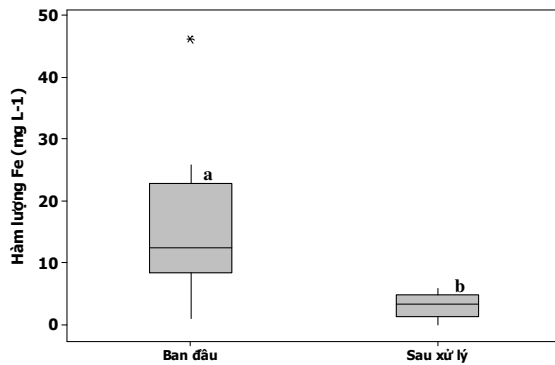
Hệ thống được lắp đặt gồm 2 bể nối tiếp, bể trên được chứa vật liệu lọc như cát sỏi, than hoạt tính, bể dưới dùng để chứa nước đã lọc. Cấu tạo bể trên bao gồm các tầng chứa các vật liệu lọc là sỏi, cát vàng, than hoạt tính và cát đen. Bể chứa nước kế tiếp với bể lọc để chứa nước sau khi lọc xong rồi đem sử dụng. Tùy từng hộ gia đình mà số bể lọc cũng như số tầng vật liệu trong bể thay đổi. Quá trình khảo sát về sự vận hành hệ thống xử lý nước cấp cho sinh hoạt trong khu vực nghiên cứu tìm ra một số đặc điểm như sau:

- Người dân chỉ tiến hành vệ sinh hệ thống xử lý khi nhận thấy lớp cát đen ở tầng trên cùng chuyển sang màu vàng hoặc khi lọc, nước khó chảy.

- Đa số các hộ gia đình không rửa bể lọc, vật liệu lọc trong bể mà chỉ thay tầng vật liệu trên cùng bằng một lớp cát đen mới. Chỉ một số hộ gia đình tiến hành thay vật liệu mới (cát vàng), hoặc thay toàn bộ vật liệu lọc.

Chu kỳ vệ sinh bể lọc trung bình là 3-4 lần năm⁻¹, tuy nhiên đối với những hộ sử dụng lượng nước lớn thì chu kỳ vệ sinh có thể là 1 lần

tháng⁻¹ đến 1 lần năm⁻¹. Nhận xét về chất lượng nước do người dân đưa ra cho rằng việc vệ sinh bể lọc có ảnh hưởng đáng kể tới chất lượng nước sau lọc, khi số lần vệ sinh quá thấp (1 lần năm⁻¹) thì nước sinh hoạt của người dân sẽ không tốt, nước có mùi tanh.



Hình 3. Hàm lượng Fe và As trước và sau xử lý của các hộ gia đình khu vực nghiên cứu.

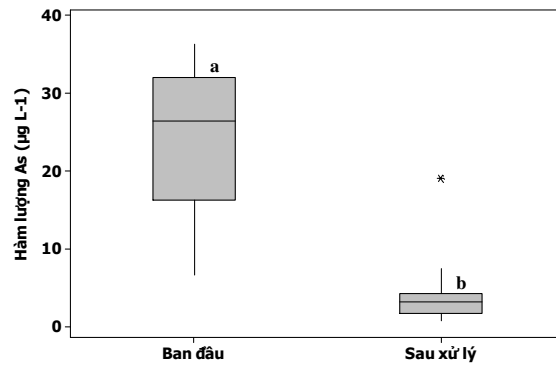
Kết quả phân tích về chỉ tiêu pH trong mẫu nước khu vực cho thấy giá trị pH dao động trong khoảng từ 6,8 – 8,7. Trong số 40 mẫu phân tích, có 17,5% số mẫu có giá trị pH < 7; 52,5% số mẫu đạt pH từ 7 – 7,5. Theo nghiên cứu đã được công bố, pH tối ưu cho xử loại bỏ asen ra khỏi nước cấp nhờ sắt hydroxit từ 6,5-7,0 [5]. Do đó việc điều chỉnh pH về ngưỡng tối ưu để xử lý asen trong nước tại khu vực nghiên cứu sẽ nâng cao hiệu quả loại bỏ asen của các bể lọc.

Hàm lượng Fe trong nước ngầm xã Trung Châu tương đối cao, dao động trong khoảng 1-45 mg L⁻¹. Theo kết quả phân tích có tới 17/20 mẫu có hàm lượng Fe vượt từ 2-5 lần so với quy chuẩn nước ngầm QCVN 09:2008/BTNMT [6].

Theo quan sát tại hiện trường, sự hình thành kết tủa hydroxyt sắt bắt đầu xuất hiện khoảng 10-15 phút sau khi nước được bơm lên. Do hàm lượng sắt cao, trong khoảng 30 phút quan sát, kết tủa hydroxyt sắt đã xuất hiện nhiều gây mất cảm quan cho nước.

3.3. Chất lượng nước

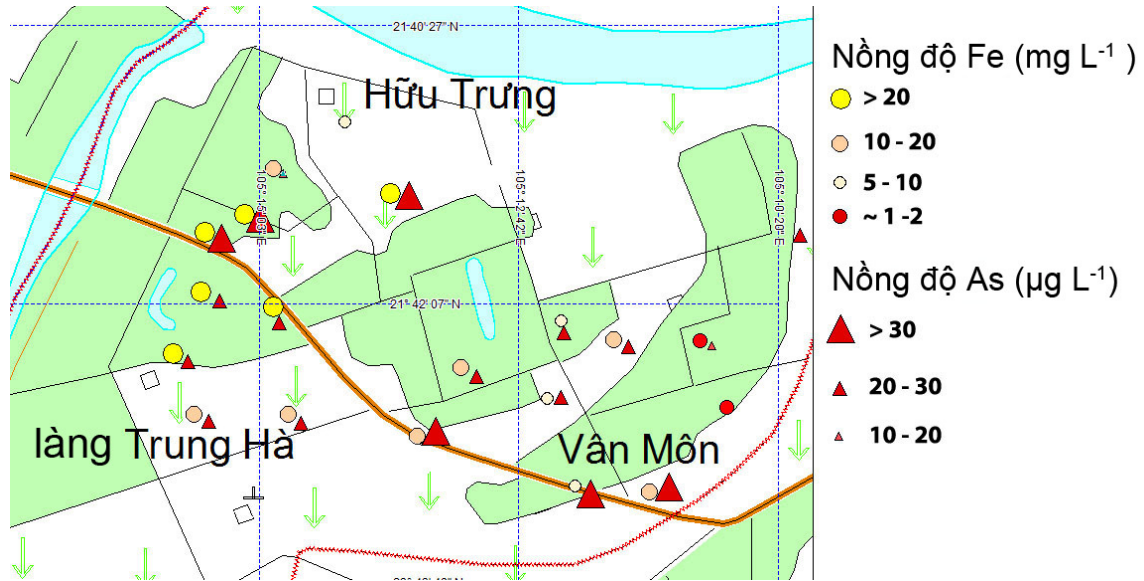
Hàm lượng Fe và As trước và sau khi qua hệ thống xử lý của các hộ gia đình thể hiện trong Hình 3, mối quan hệ giữa hàm lượng Fe và As trong mẫu nước trước khi xử lý tại các hộ gia đình thể hiện trong Hình 4.



Đánh giá về mức độ ô nhiễm asen trong nước ngầm tại xã Trung Châu cho thấy nước ngầm trong khu vực bị ô nhiễm bởi asen ở mức độ tương đối nặng. Kết quả phân tích cho thấy 70% mẫu nước có hàm lượng asen lớn hơn mức cho phép theo quy định của Bộ Y tế đối với nước ăn uống (10 µg L⁻¹). Mẫu có hàm lượng As cao nhất quan sát được tại các thôn có vị trí gần sông Hồng, với nồng độ trong nước là 36,34 µg L⁻¹.

3.4. Khả năng xử lý tại chỗ As

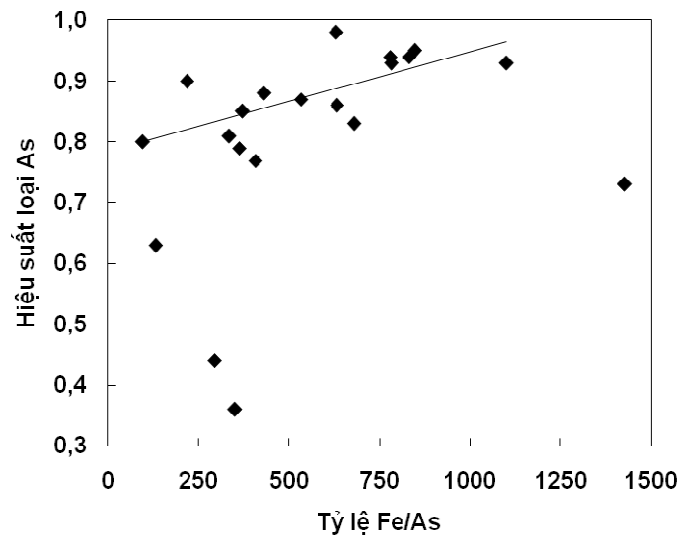
Theo nhiều nghiên cứu đã được công bố trước đây, hiệu quả loại bỏ As bởi hydroxit Fe phụ thuộc chủ yếu vào pH và tỷ lệ Fe/As [5]. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá khả năng xử lý tại chỗ As dựa vào việc so sánh hàm lượng Fe và As trong các mẫu nước ngầm. Hình 4 thể hiện sự phân bố về hàm lượng As, Fe trong các mẫu nước ở khu vực nghiên cứu.



Hình 4. Biểu đồ biểu diễn hàm lượng As và Fe trong các mẫu nước nghiên cứu.

Qua phân tích tỷ lệ Fe/As trong các mẫu nước được nghiên cứu cho thấy tỷ lệ này đạt từ 100 đến 1500, phổ biến trong khoảng từ 250 đến 1000. Đây là tỷ lệ tương đối cao, điều kiện thuận lợi để áp dụng biện pháp xử lý As bởi

hydroxit sắt [5]. Thực tế cho thấy, hiệu quả hiệu quả xử lý As qua các hệ lọc cát ở vùng này là rất tốt, có tới 80% số mẫu đạt hiệu quả xử lý As trên 80% và khoảng 50% có hiệu suất đạt trên 90%.



Hình 5. Tương quan tỉ lệ Fe/As và hiệu suất xử lý.

Đối với các mẫu nước có hàm lượng Fe lớn hơn 20 mg L^{-1} , hiệu quả loại bỏ asen của hệ thống xử lý nước cấp rất tốt, hiệu suất xử lý lên đến trên 90%, đặc biệt có mẫu đạt trên 98% mặc dù nồng độ asen ban đầu là khá cao. Đối với các mẫu nước có nồng độ Fe từ $10\text{-}20 \text{ mg L}^{-1}$, khả năng loại bỏ asen giảm đáng kể xuống còn khoảng 80 – 90%, nhưng hàm lượng As sau xử lý vẫn đạt tiêu chuẩn cho phép. Những mẫu có nồng độ Fe trong nước nhỏ (trong khoảng $1\text{-}2 \text{ mg L}^{-1}$) thể hiện khả năng loại bỏ asen rất hạn chế (từ 44 - 63%).

Mặc dù toàn bộ các mẫu nước sau khi qua hệ thống xử lý nước cấp tại các hộ gia đình đều có thông số As đạt tiêu chuẩn cho phép, nhưng kết quả nghiên cứu thực tế ngoài hiện trường có sự hơi khác biệt về hiệu quả xử lý so với kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm trong công bố trước đây [5]. Trong nghiên cứu này, hiệu quả loại bỏ As thu được thấp hơn (tỷ lệ As bị loại so với As ban đầu). Sự khác biệt này có thể được giải thích bởi nguyên nhân một số mẫu nước ngầm ngoài hiện trường có pH thấp, không nằm trong khoảng tối ưu (6,5-7,0); sự vệ sinh, thau rửa bể lọc của người dân không được thường xuyên. Vì vậy, cần thiết phải kiểm tra và điều chỉnh pH của nguồn nước trước xử lý, đồng thời thường xuyên vệ sinh hệ thống lọc nước để đảm bảo hiệu quả xử lý được tốt hơn [5].

4. Kết luận

Asen trong nước ngầm có thể loại bỏ nhờ quá trình hấp phụ bởi hydroxyt sắt. Kết quả nghiên cứu cho thấy hầu hết các mẫu nước tại khu vực nghiên cứu có giá trị pH từ 6,8-7,5, Fe

dao động trong khoảng $1\text{-}26 \text{ mg L}^{-1}$, As vượt giới hạn tối đa cho phép từ 2 đến 4 lần.

Tỷ lệ Fe/As trong nước ngầm mới khai thác tại xã Trung Châu, huyện Đan Phượng, Hà Nội cao (từ 100-1500 lần) là điều kiện thuận lợi để loại As ra khỏi nguồn nước bằng công nghệ đơn giản nhờ hàm lượng Fe sẵn có trong nước (hấp phụ/cộng kết), hiệu quả loại As trong các giếng nghiên cứu có thể đạt tới hiệu suất đến trên 90%.

Nhờ khả năng của hydroxyt sắt mà chúng ta có thể xây dựng, hướng dẫn người dân vận hành để đạt điều kiện tối ưu cho hệ thống xử lý nước bằng hệ lọc cát rất đơn giản nhưng đạt hiệu quả cao trong việc giảm thiểu nguy cơ phơi nhiễm As cho các vùng nông thôn.

Tài liệu tham khảo

- [1] NEA, Vietnam Environment Monitor 2002-2003. NEA, 2003
- [2] Nguyễn Thị Thu Thủy, *Xử lý nước cấp cho công nghiệp và sinh hoạt*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật, 2005.
- [3] M. Berga, C. Stengela, P.T.K. Trang, P.H. Viet, M.L. Sampson, M. Leng, S. Samreth, D. Fredericks, Magnitude of arsenic pollution in the Mekong and Red River Deltas - Cambodia and Vietnam. *Science of The Total Environment* 327 (2007) 413.
- [4] Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường, *TCVN 6177-1996 (ISO 6332-1988) - Chất lượng nước - Xác định sắt bằng phương pháp trắc phổ dùng thuốc thử 1,10-phenantrolin*, BKHCNMT, 1996.
- [5] N.M. Khải, N.X. Huân, L.T.N. Anh, Nghiên cứu xử lý asen trong nước ngầm ở một số vùng nông thôn bằng hydroxit sắt (III). *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 26 (2010) 165.
- [6] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *QCVN 09:2008/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ngầm*, BTNMT, 2008.

Arsenic content in groundwater and the ability for household's in-situ removal in Trung Chau commune, Dan Phuong district, Ha Noi City

Nguyen Manh Khai¹, Nguyen Quoc Viet¹, Hoang Thi Quynh Trang¹,
Le Viet Cao¹, Nguyễn Tiên Trung¹, Nguyen Quang Minh²

¹*Faculty of Environmental Sciences, Hanoi University of Science, VNU, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

²*Faculty of chemical defence, College of Chemical Defence Officer, Chemical arms, Son Dong, Son Tay, Ha Noi, Vietnam*

There is a growing concern about the human health risk due to contamination of arsenic in supplied waters in many part of Vietnam, especially the rural areas. In this study, 20 pairs of untreated and treated household's groundwater was randomly sampled in Trung Chau commune, Dan Phuong district, Hanoi City for analyzing the contents of iron (Fe) and arsenic (As), and measurement of pH as well as evaluating the Fe and As removal efficiencies. The arsenic content in almost all of groundwater samples in the studied area were exceeded maximum allowable concentration As in drinking water ($10 \mu\text{g As L}^{-1}$) from 2 to 4 times. The survey found that 100% of interviewed household in the commune using contaminated arsenic groundwater for supply water which might potentially cause arsenic exposure to the body through ingestion. The untreated groundwater had the ratio Fe/As ranging from 100 to 1500 (mg Fe/mg As), and pH was mostly approximate 6.5 to 7 indicated that there could be applied the iron (III) hydroxide for removal of As at the initial concentration of iron in groundwater. The results were also found that As content in water samples after treating through household's sand filter was suitable for supplied water. The samples with higher initial content of Fe were also higher As removal efficiency. However, due to lacking of knowledge, operative and maintenance skills causing the treatment plants of Fe and As in some families cannot achieve high effectiveness (in which, the efficiency of arsenic removal was only about 44%). Therefore, it need providing the instruction and disseminating knowledge to the households in the commune to increase the ability for in-situ treatment of As and Fe.

Keywords: Pollution, Fe/As ratio, pH, groundwater, sand filter system.