

NGUỒN GỐC Ô NHIỄM ASENI TRONG NƯỚC NGẦM TẠI HUYỆN CÁT TIỀN, TỈNH LÂM ĐỒNG

Đến tòa soạn 04 - 04 - 2016

Nguyễn Đình Trung

Viện Nghiên cứu Môi trường, Trường Đại học Đà Lạt

Nguyễn Ngọc Tuấn

Viện Nghiên cứu Hạt nhân, Đà Lạt

SUMMARY

THE SOURCE OF ARSENIC POLLUTION IN GROUNDWATER IN CAT TIEN DISTRICT, LAM DONG PROVINCE

During the period of 2014-2015, five sites in Cat Tien District, Lam Dong Province have been drilled to the depth of 45 meters. The concentrations of As(tt), As⁵⁺, Fe(tt), NH₄⁺, SO₄²⁻, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, PO₄³⁻ in geological samples including soil, sediment, rock samples from drilling wells have been determined.

The obtained analytical results showed that in Cat Tien District, high arsenic levels in groundwater are present in both of the Holocene(adQ) and Pleistocene(J2ln) aquifers.

The concentration of arsenic that is absorbed on the surface of iron hydroxides in the sediment samples from drilling wells in Cat Tien is the main source to explain the extreme degree and extent of arsenic pollution in groundwater in Cat Tien District, Lam Dong Province.

1. MỞ ĐẦU

Việt Nam là một trong những nước có nguồn nước ngầm chứa hàm lượng asen cao [1, 2]. Ở Lâm Đồng, những nghiên cứu gần đây cũng phát hiện một số địa phương trong tỉnh có nguồn nước ngầm đang sử dụng có hàm lượng asen vượt tiêu chuẩn cho phép [4, 5]. Trong số 29 mẫu nước giếng khoan tại huyện Cát Tiên có 9 mẫu nước có hàm lượng asen cao hơn quy chuẩn cho phép [3]. Mẫu nước ngầm tại thị trấn Cát tiên (CT-TT-04) và xã Gia Viễn (CT-GV-03) có hàm lượng asen cao hơn quy chuẩn cho phép đến 10 lần, đặc biệt mẫu nước lấy từ xã Tư Nghĩa (CT-TN-04) có hàm lượng asen

cao hơn quy chuẩn cho phép đến 45 lần [3, 5]. Điều này chứng tỏ sự ô nhiễm asen trong nước ngầm ở huyện Cát Tiên chỉ mang tính chất cục bộ. Những nghiên cứu trên cũng chỉ đánh giá về mức độ ô nhiễm asen trong nước ngầm tại Cát Tiên mà chưa đưa ra được nguồn gốc gây ra ô nhiễm asen trong nước ngầm ở khu vực này.

Để có thể giải thích về nguồn gốc gây ô nhiễm asen trong nước ngầm tại huyện Cát Tiên, tỉnh Lâm Đồng, chúng tôi tập trung khoan 5 điểm, nơi có hàm lượng asen trong nước ngầm cao [3] ở độ sâu 45 mét. Theo phần tầng địa chất, tiến hành phân tích, xác định hàm lượng các nguyên tố cần quan tâm và xác định hàm lượng các nguyên tố này trong tầng chứa nước các giếng khoan trên.

Kết quả nghiên cứu được trình bày chi tiết trong bài báo này.

2. THIẾT BỊ, DỤNG CỤ VÀ HÓA CHẤT

2.1. Thiết bị và dụng cụ

- Giàn khoan giếng XJ 100, Trung Quốc – mũi khoan 132mm;
- Máy quang phổ hấp thụ nguyên tử AA - 7000 kết hợp HVG-1, Shimadzu, Nhật Bản;
- Cân phân tích có độ chính xác 10^{-4} g, Sartorius, Đức;
- Máy quang phổ hấp thụ phân tử HACH DR 5000, Mỹ;
- Các dụng cụ thủy tinh: cốc, bình tam giác, bình định mức và pipet các loại của Đức
- Các lọ đựng mẫu bằng polyetylen (PE);

2.2. Hóa chất

Các hóa chất tinh khiết (PA) dùng trong phân tích:

- Axit Nitric HNO_3 65% của Merck, Cộng hòa Liên bang Đức
- Axit Chlohidric HCl 37% của Merck, Cộng hòa Liên bang Đức
- Axit Sulfuric H_2SO_4 98% của Merck, Cộng hòa Liên bang Đức
- NaOH , NaBH_4 , HgCl_2 , KI , của Merck, Cộng hòa Liên bang Đức
- Dung dịch As chuẩn gốc (1000 mg/L) của Merck, Cộng hòa Liên bang Đức
- Dung dịch Fe chuẩn gốc (1000 mg/L) của Merck, Cộng hòa Liên bang Đức

3. THỰC NGHIỆM

3.1. Địa điểm khoan lấy mẫu

+ Vị trí khoan lấy mẫu tại xã Gia Viễn (2 giếng), thị trấn Cát Tiên (2 giếng) và xã Tư Nghĩa (1 giếng). Các vị trí khoan đã được hội đồng khoa học tỉnh Lâm Đồng thẩm định và thông qua; Đoàn Tài nguyên nước nam Tây nguyên thực hiện khoan giếng và đánh giá phân lớp các địa tầng.

+ Lấy mẫu đất đá và trầm tích:

- Cự 5m chiều sâu lấy 1 mẫu (theo đường kính trong của mũi khoan - khoảng 2kg) và lấy thêm mẫu tại các vị trí phân tầng địa chất.

- Mẫu được gói trong bao nilon đen, cho vào thùng xốp; sau đó chuyển về phòng thí nghiệm.

+ Lấy mẫu nước:

- Bình (A): mẫu nước được axit hóa bằng HCl đặc sao cho $\text{pH} < 2$ để phân tích các chỉ tiêu As (tổng) và Fe (tổng) và các cation trong nước theo TCVN 5993:1995.

- Bình (B): mẫu nước dùng để phân tích amoni được axit hoá bằng H_2SO_4 đến $\text{pH} < 3$, làm lạnh 4°C , phân tích amoni theo ISO 7150-1:1984

- Bình (C): mẫu nước được lọc tại chỗ, đóng kín miệng chai, làm lạnh ở 4°C dùng để phân tích các anion SO_4^{2-} ; PO_4^{3-} ; Cl^- , cation Ca^{2+} , Mg^{2+} .

- Bình (D): mẫu nước được dội qua cột nhựa trao đổi anion: Dowex 1x8 anion-exchange resin (100 - 200 mesh) được thực hiện tại hiện trường; phần nước qua cột cũng được axit hóa bằng HCl đặc sao cho $\text{pH} < 2$. tránh ánh sáng để phân tích As (III)/As (V) [8]

Tất cả các bình đựng mẫu được lấy đầy nước, không có không khí, vặn chặt nút và được bảo quản ở nhiệt độ 4°C . Phân tích amoni và các anion anion SO_4^{2-} ; PO_4^{3-} ; Cl^- phải thực hiện trong vòng 24h và đối với asen, sắt có thể thực hiện trong vòng 1 tháng (TCVN 5993:1995).

3.2. Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu pH, E_h trong mẫu nước được đo trực tiếp tại hiện trường.

Phân tích As (tt) trong nước theo TCVN 6626:2000 bằng phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử.

Phân tích sắt tổng số Fe (tt) trong nước theo phương pháp TCVN 6177:1996 bằng phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử.

Phân tích hàm lượng amoni trong nước theo phương pháp TCVN 4563:1988 bằng phương pháp trắc quang so màu.

Phân tích As trong đất, đá, trầm tích theo TCVN 8467: 2010 bằng phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử.

Phân tích ion SO_4^{2-} theo phương pháp EPA 375.2 hay EPA 9036; phân tích ion PO_4^{3-} theo ISO 6878:1986, ion Cl^- theo ISO 9297:1989; Ca^{2+} , Mg^{2+} theo ISO 6058:1984, ISO 6059:1984.

Các chỉ tiêu còn lại được phân tích theo phương pháp trắc quang so màu theo các TCVN khác nhau.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1 Kết quả phân tích mẫu

+ Tại xã Gia Viễn có 2 giếng khoan có tọa độ (VN 2000) là giếng GV-01: E 458465; N 1285990 và giếng GV-02: E 458666; N 1285584.

Kết quả phân tích theo các địa tầng được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2.

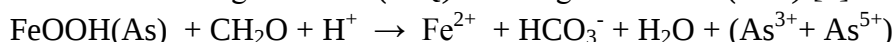
Bảng 1. Kết quả phân tích mẫu As và Fe trong theo độ sâu của giếng khoan GV-01

STT	Mã hóa	Chiều sâu (m)	As _{tt} (mg/Kg)	Fe _{tt} (mg/Kg)
1	GK 1.1	5	4,25 ± 0,13	28.944 ± 0,09
2	GK 1.2	10	0,24 ± 0,04	10.712 ± 0,1
3	GK 1.3	15	4,31 ± 0,23	5.857 ± 0,21
4	GK 1.4	20	11,58 ± 0,11	48.925 ± 0,16
5	GK 1.5	25	8,97 ± 0,09	33.760 ± 0,03
6	GK 1.6	30	5,40 ± 0,04	37.233 ± 0,02
7	GK 1.7	31,5	7,98 ± 0,04	33.721 ± 0,02
8	GK 1.8	35	4,04 ± 0,02	35.054 ± 0,05
9	GK 1.9	36	7,53 ± 0,11	52.882 ± 0,12
10	GK 1.10	37	8,90 ± 0,03	35.538 ± 0,21
11*	GK 1.11	39	18,37 ± 0,13	33.598 ± 0,19
12	GK 1.12	40	18,90 ± 0,17	33.427 ± 0,17
14	GK 1.13	41,5	1,25 ± 0,03	16.300 ± 0,22
15	GK 1.14	45	1,18 ± 0,08	12.326 ± 0,21
* Tại độ sâu của tầng chứa nhiều nước				

- Kết quả nghiên cứu cho thấy ở độ sâu 5 m là lớp đất sét dày phân tầng đất mặt với tầng chứa nước thứ nhất. Tầng này rất ít nước, chủ yếu là nước giếng đào, nước thuộc tầng này ít nhiễm asen [4]; hàm lượng asen là 4,25 mg/Kg. Tại chiều sâu 20 - 25m, hàm lượng asen dao động từ 8,97 - 11,58 mg/Kg và hàm lượng sắt tổng số cao lên đến 48.925 mg/Kg, đây là tầng chứa nước thứ 2 ít nước, cả hai đều thuộc địa tầng *Holocene(adQ)*. Ở giữa độ sâu 31 - 36 m là tầng than bùn không chứa nước, kể đó là tầng phong hóa chưa hoàn toàn, tầng này cũng không chứa nước nhưng đây là giao tầng *Holocene(adQ)* với tầng *Pleistocene(J2ln)*. Ngăn cách tầng *Holocene(adQ)* và tầng *Pleistocene(J2ln)* là lớp sét cứng ở độ sâu 36 m, tại đây hàm lượng sắt tổng số là cao nhất lên đến 52.882 mg/Kg. Tới độ sâu 37 – 40 m là tầng chứa nước thuộc hệ tầng *Pleistocene(J2ln)*, hàm lượng asen trong mẫu địa chất ở đây dao động từ 8,9 - 18,9 mg/Kg, hàm lượng hàm lượng sắt tổng số là 33.427 mg/Kg (Bảng 1).

- Kết quả phân tích nước giếng khoan GV-01: As là 0,082 (mg/L) và E_h là (-56) mV, pH là 7,47 (Bảng 6). Qua phân tích các tầng địa chất chứa nước cho thấy mặc dù tầng chứa nước đang nghiên cứu thuộc hệ tầng chứa nước *Pleistocene(J2ln)*, nhưng nước thuộc hệ tầng *Holocene(adQ)* vẫn thẩm thấu đến tầng chứa nước *Pleistocene(J2ln)*. Chỉ số NH₄⁺ (Bảng 6) cao minh chứng cho điều này. Kết quả nghiên cứu từ giếng khoan GV-01 cho thấy các dạng liên kết của asen với sắt nằm trong môi trường khử mạnh cho nên chúng bị khử về dạng tự do linh động trong môi trường nước ở 2 dạng As³⁺ và As⁵⁺. Tuy nhiên, do trong môi trường khử mạnh nên As³⁺ chiếm ưu thế. Vì vậy, đối với giếng khoan GV-01, asen giải phóng vào nước ngầm được giải thích theo cơ chế sau:

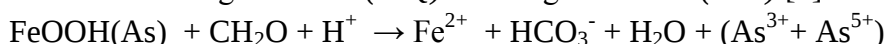
Khử hoà tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ arsen trên bề mặt. Đại diện của Hfo là goethite và tác nhân khử là các vật chất hữu cơ tự nhiên CH_2O hòa tan trong nước ngầm qua quá trình thẩm thấu từ tầng *Holocene(adQ)* vào tầng *Pleistocene(J2ln)* [7].



Do giao tầng địa chất có tầng mùn ở độ sâu 31 – 35 m là tầng chứa các hợp chất hữu cơ đang phân hủy, hàm lượng amoni trong nước ngầm đã minh chứng cho sự liên thông giữa các tầng địa chất có nước. Các hợp chất hữu cơ hòa tan trong nước CH_2O đóng góp cho việc giải thích cơ chế trên.

Phân tích cấu hình địa chất đối với giếng khoan GV-02 cho thấy từ mặt đất cho đến độ sâu 15 – 16 m có tầng chứa nước phân cách thuộc hệ *Holocene(adQ)* rất ít nước, đây là tầng nước ngầm ở độ sâu của các giếng đào của người dân thường dùng, các giếng đào chỉ có nước vào mùa mưa và đa phần các giếng đào ở đây có hàm lượng arsen thấp [4]. Từ độ sâu 21 - 26 m là tầng chứa nước khe nứt thuộc hệ tầng *Pleistocene(J2ln)*, tại tầng chứa nước khe nứt này có một tầng “Kẹp” (độ sâu 22 m), tầng này dày 30cm, là dạng quặng sắt ngậm arsen. Hàm lượng arsen cao 153,6 mg/Kg, hàm lượng sắt tổng số cũng cao 153.343 mg/Kg. Từ 30 - 45m là tầng đá chắc không có nước.

Kết quả phân tích nước giếng khoan GV-02: As là 0,034 (mg/L), E_h là (-34) mV và pH là 7,08 (Bảng 6). Qua phân tích các tầng địa chất chứa nước cho thấy, mặc dù tầng chứa nước đang nghiên cứu thuộc hệ tầng chứa nước *Pleistocene(J2ln)*, nhưng tầng chứa nước thuộc hệ tầng *Holocene(adQ)* vẫn thẩm thấu đến tầng chứa nước này và có sự liên thông giữa hai tầng chứa nước (Căn cứ vào hàm lượng amoni). Với cấu tạo địa chất thu thập được tại giếng khoan GV-02 và số liệu về hàm lượng As^{5+} trong mẫu nước (Bảng 6), có thể giải thích quá trình giải phóng arsen vào trong nước ngầm theo cơ chế: Khử hoà tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ arsen trên bề mặt. Đại diện của Hfo là goethite và tác nhân khử là các vật chất hữu cơ tự nhiên CH_2O hòa tan trong nước ngầm qua quá trình thẩm thấu từ tầng *Holocene(adQ)* vào tầng *Pleistocene(J2ln)* [7].



Bảng 2. Kết quả phân tích As và Fe trong giếng khoan GV-02 theo độ sâu

STT	Mã hóa	Chiều sâu (m)	As (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)
1	GK 2.1	5	$7,12 \pm 0,04$	$14.791 \pm 0,12$
2	GK 2.2	10	$11,41 \pm 0,01$	$34.941 \pm 0,51$
3	GK 2.3a	15	$8,42 \pm 0,03$	$37.374 \pm 0,02$
4	GK 2.3b	16	$22,23 \pm 0,05$	$43.090 \pm 0,31$
5	GK 2.4	20	$6,14 \pm 0,07$	$22.786 \pm 0,11$
6	GK 2.5	21,5	$6,05 \pm 0,11$	$22.736 \pm 0,13$
7*	GK 2. TK	22	$153,65 \pm 0,21$	$153.343 \pm 1,51$
8	GK 2.6	25	$6,47 \pm 0,33$	$19.909 \pm 1,33$
9	GK 2.7	30	$7,26 \pm 1,21$	$27.450 \pm 0,12$
10	GK 2.8	35	$9,84 \pm 0,03$	$25.552 \pm 0,21$
11	GK 2.9	45	$9,43 \pm 0,03$	$29.833 \pm 0,23$

* Tại độ sâu của tầng chứa nhiều nước

+ Tại thị trấn Cát Tiên có 2 giếng khoan có tọa độ (VN 2000) là: giếng thứ nhất (CT-TCT 03): E 458019; N 1279581 và giếng thứ 2 (CT-TT 04): E 459227; N 1276961.

Kết quả phân tích theo độ sâu (các địa tầng) được thể hiện trong Bảng 3, Bảng 4.

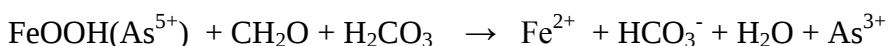
Kết quả phân tích phân tầng địa chất của giếng khoan CT-TCT-03 (Bảng 3), từ độ sâu 5 – 11 m là phân tầng đất bề mặt cho đến tầng chứa nước, từ độ sâu 11 - 13 m là tầng chứa nước kém, thường là độ sâu của các giếng đào [4], đặc điểm của vùng này gần sông Đồng Nai (cách bờ sông 100 m), khi vào mùa mưa nước sông dâng lên, các mạch ngang cung cấp nước cho các giếng đào, đây chính là nguyên do mùa nắng tầng này không có nước. Theo chiều sâu địa tầng, hàm lượng asen tăng dần cho đến độ sâu 15 m, hàm lượng asen trong trầm tích ở độ sâu 15 m là 13,44 mg/Kg. Giếng khoan (CT-TCT-03) hoàn toàn nằm trong tầng chứa nước *Holocene(adQ)*, địa chất là phù sa của sông Đồng Nai bồi đắp lâu ngày mà hình thành nhiều tầng. Tại độ sâu 15 – 30 m là tầng chứa dạng bùn non có lẫn hữu cơ phân hủy chưa hoàn toàn nhưng đây lại có phân tầng của tầng chứa nước thứ 2 (nước ít), phân tầng này là cát sạch, hàm lượng asen thấp. Độ sâu từ 35 – 44 m, hàm lượng asen trong mẫu trầm tích lại tăng, giáp giữa 44 – 45 m có tầng chứa nước, cuối độ sâu ở 45 m là tầng sét kết ngăn cách tầng *Holocene(adQ)* với tầng *Pleistocene(J2ln)*.

Kết quả phân tích nước giếng khoan CT-TCT-03: As là 0,141 (mg/L) và E_h là (-157) mV, pH là 6,63 và không phát hiện thấy As^{5+} , hàm lượng amoni rất cao minh chứng cho môi trường khử mạnh (Bảng 6). Đặc điểm của giếng khoan (CT-TCT-03) là giữa các tầng chứa nước không có tầng sét phân cách rõ ràng cho nên có sự liên thông giữa các tầng.

Dựa vào phân tích thành phần, cấu tạo địa chất và nước giếng khoan, asen trong nước ngầm tại giếng khoan CT-TCT-03 được giải thích theo cơ chế sau:

Khử hoà tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt các hạt phù sa trầm tích do các hoạt động của một số chủng vi khuẩn như *Geospirillum barnesii* phân hủy các thành phần hữu cơ [6, 7]:

Vi sinh vật



Đối với giếng khoan CT-TCT-03, trầm tích tại độ sâu 44 m có hàm lượng sắt tổng số cao nhất lên đến 41.394 mg/Kg.

Bảng 3. Kết quả phân tích As và Fe trong mẫu theo độ sâu giếng khoan CT-TCT-03

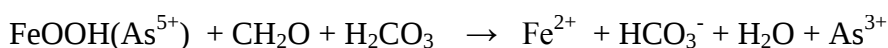
STT	Mã hóa	Chiều sâu (m)	As (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)
1	GK 3.1	5	5,82 ± 0,21	26.946 ± 0,23
2	GK 3.2	10	4,82 ± 0,17	21.827 ± 0,41
3	GK 3.3	11	4,94 ± 0,03	13.802 ± 1,09
4	GK 3.4	13	8,31 ± 0,31	21.222 ± 0,61
5	GK 3.5	15	13,44 ± 0,22	33.346 ± 0,46
6	GK 3.6	20	9,23 ± 0,06	21.636 ± 0,32
7	GK 3.7	25	1,75 ± 0,31	9.824 ± 0,14
8	GK 3.8	30	0,91 ± 0,23	5.190 ± 1,17
9	GK 3.9	35	8,13 ± 0,34	35.902 ± 0,05
10	GK 3.10	40	7,60 ± 0,44	35.942 ± 0,03
11*	GK 3.11	44	12,92 ± 0,32	41.394 ± 0,34
12	GK 3.12	45	7,84 ± 0,21	34.650 ± 1,19
* Tại độ sâu của tầng chứa nhiều nước				

Kết quả phân tích phân tầng địa chất của giếng khoan CT-TT-04 (Bảng 4) cho thấy: từ độ sâu 5 - 40 m là tầng trầm tích thuộc hệ *Holocene(adQ)*, phân tầng chứa nước không rõ ràng, hàm lượng asen trong phân tầng này tăng dần từ 5,72 đến 23,28 mg/Kg; đến độ sâu 45 m hàm lượng asen tăng lên cao nhất. Giếng khoan CT-TT-04 hoàn toàn nằm trong tầng chứa nước *Holocene(adQ)*, địa chất là phù sa của sông Đồng Nai bồi đắp. Độ sâu từ 10 – 20 m là tầng cát. Từ độ sâu 20 – 45 m là tầng than bùn, bùn non có lẫn hữu cơ phân hủy chưa hoàn toàn và trong tầng này không có lớp sét phân tầng. Từ cuối độ sâu 45m có dấu hiệu phân tầng của tầng *Holocene(adQ)* với tầng phong hóa tiếp giáp tầng *Pleistocene(J2ln)* là lớp than bùn kết.

Kết quả phân tích nước giếng khoan CT-TT-04: As là 0,179 (mg/L) , E_h là (-166) mV, pH là 6,53, không phát hiện thấy As⁵⁺, hàm lượng amoni rất cao minh chứng cho môi trường khử mạnh (Bảng 6). Đặc điểm của giếng khoan CT-TT-04 là giữa các tầng chứa nước không có tầng sét phân cách rõ ràng cho nên có sự liên thông giữa các tầng chứa nước.

Dựa vào phân tích thành phần, cấu tạo địa chất và nước giếng khoan, asen đi vào trong nước ngầm tại giếng khoan CT-TT-04 có thể được giải thích theo cơ chế:

Vi sinh vật



Khử hoà tan hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt các hạt phù sa trầm tích do các hoạt động của một số chủng vi khuẩn như *Geospirillum barnesii* [6, 7] :

Bảng 4. Kết quả phân tích As và Fe trong mẫu theo độ sâu của giếng khoan CT-TT-04

STT	Mã hóa	Chiều sâu (m)	As (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)
1	GK 4.1	5	5,72 ± 0,33	12.766 ± 0,22
2	GK 4.2	10	4,61 ± 0,23	17.658 ± 0,15
3	GK 4.3	20	6,22 ± 1,07	28.621 ± 0,11
4	GK 4.4	25	9,84 ± 0,12	26.729 ± 0,19
5	GK 4.5	30	9,10 ± 0,09	27.697 ± 0,08
6	GK 4.6	35	12,31 ± 0,14	41.858 ± 0,20
7	GK 4.7	40	11,08 ± 0,31	35.720 ± 0,17
8	GK 4.8	45	23,28 ± 0,18	40.222 ± 0,15

+ Tại thị xã Tư Nghĩa có 1 giếng khoan là giếng (CT-TN-05), có tọa độ (VN 2000): E 461124; N 1277537.

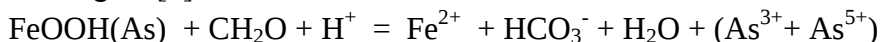
Kết quả phân tích theo các địa tầng được thể hiện trong Bảng 5.

Kết quả phân tích nhận được cho thấy: Tại độ sâu 5 m là lớp sét phân tầng; ở độ sâu này hàm lượng arsen rất thấp 1,0 mg/Kg. Độ sâu từ 10 - 10,2 m là tầng chứa nước thứ nhất, thông thường đây là độ sâu các giếng đào của vùng này [4], chiều sâu tầng nước này chỉ 0,2 m, khi phân tích hàm lượng arsen thuộc tầng địa chất ở độ sâu này dao động từ 8,8 - 11,6 mg/Kg. Từ độ sâu 10,3 đến 14,4m là tầng sét phân cách tầng nước thứ nhất với tầng kế tiếp, hàm lượng arsen thấp 2,3 mg/Kg. Tại độ sâu 14,5 – 16 m là tầng sét phân cách tầng chứa nước phía trên với tầng trầm tích kế tiếp, hàm lượng arsen trong mẫu trầm tích giảm dần theo độ sâu từ 16 - 18,5 m tương ứng là 10,3 - 4,3 mg/Kg, hàm lượng sắt tổng số khá cao 31.801 mg/Kg ở độ sâu 18,5 m. Độ sâu từ 25 - 26,2 m là tầng sét kết, đây là phân tầng giữa tầng trầm tích *Holocene(adQ)* với tầng *Pleistocene(J2ln)*, tại giao tầng này không có nước, hàm lượng arsen tại tầng phân cách này không cao, hàm lượng sắt tổng số tại độ sâu 26,2 m là 23.271 mg/Kg. Từ độ sâu 26,2 – 30 m là tầng bán phong hóa chứa nước, tại đây có tầng “kẹp” hàm lượng arsen cao 59,3 mg/Kg và hàm lượng sắt cũng cao 50.358 mg/Kg. Từ độ sâu 30 – 35 m là tầng đá bột kết rắn chắc có khe nứt chứa nước, độ sâu 40 – 45 m là dạng đá đen cứng, hàm lượng arsen thay đổi từ 8,8 - 12,7 mg/Kg.

Kết quả phân tích nước giếng khoan CT-TN-05: As là 0,139 (mg/L), E_h là (-37) mV, pH là 6,63. Đặc điểm của giếng khoan CT-TN-05 là giữa các tầng chứa nước có tầng sét và sét kết phân cách nên sự liên thông giữa tầng chứa nước thứ nhất và tầng chứa nhiều nước kém, hàm lượng amoni trong nước không cao minh chứng cho điều này. Kết quả nghiên cứu từ giếng khoan CT-TN-05 cho thấy các dạng liên kết của arsen với sắt nằm trong môi trường khử ($E_h < 0$) cho nên chúng bị khử về dạng tự do linh động trong môi trường nước ở 2 dạng As^{3+} và As^{5+} . Tuy nhiên do trong môi trường khử mạnh nên As^{3+} chiếm ưu thế (bảng 6).

Từ cấu tạo địa chất thu thập được từ giếng khoan CT-TN-05, arsen được giải phóng ra đi vào nước ngầm theo cơ chế:

Khử hoà tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt. Đại diện của Hfo là goethite FeOOH ở độ sâu 30m và tác nhân khử là các vật chất hữu cơ tự nhiên CH_2O hòa tan trong nước ngầm [7].



Bảng 5. Kết quả phân tích As và Fe trong mẫu theo độ sâu của giếng khoan CT-TN-05

STT	Mã hóa	Chiều sâu (m)	As (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)
1	GK 5.1	5	$1,0 \pm 1,23$	$19.182 \pm 0,05$
2	GK 5.2	10	$8,8 \pm 0,12$	$15.37 \pm 0,9$
3	GK 5.3	10,2	$11,6 \pm 0,33$	$16.770 \pm 0,21$
4	GK 5.4	14,5	$2,3 \pm 0,64$	$6.876 \pm 0,23$
5	GK 5.5	16	$10,3 \pm 0,01$	$7.381 \pm 1,14$
6	GK 5.6	18,5	$9,4 \pm 0,02$	$31.801 \pm 0,87$
7	GK 5.7	20	$6,8 \pm 0,23$	$8.158 \pm 0,12$
8	GK 5.8	25	$1,2 \pm 0,25$	$13.660 \pm 1,12$
9	GK 5.9	26,2	$4,3 \pm 0,15$	$23.271 \pm 1,11$
10*	GK 5.10	30	$59,3 \pm 0,37$	$50.358 \pm 1,23$
11	GK 5.11	33	$8,8 \pm 1,21$	$23.422 \pm 0,23$
12	GK 5.12	35	$7,9 \pm 1,33$	$23.432 \pm 0,24$
13	GK 5.13	40	$12,7 \pm 0,34$	$35.094 \pm 0,17$
14	GK 5.14	45	$9,2 \pm 1,12$	$29.994 \pm 0,26$

* Tại độ sâu của tầng chứa nhiều nước

3.2 Kết quả phân tích 5 mẫu nước giếng khoan tại Cát Tiên

Trong 5 giếng khoan tại huyện Cát tiên - Lâm Đồng có 2 giếng mà tầng chứa nước hoàn toàn nằm trong tầng *Holocene(adQ)* là CT-TCT-03 và CT-TT-04, có 3 giếng khoan có tầng chứa nước nằm trong tầng *Pleistocene(J2ln)*.

Bảng 6. Chất lượng mẫu As và Fe trong nước của 5 giếng khoan tại huyện Cát Tiên (tầng chứa nước)

Tên mẫu	As_{tt} (mg/L)	As^{5+} (mg/L)	NH_4^+ (mg/L)	Fe_{tt} (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	Cl^- (mg/L)	Ca^{2+} (mg/L)	Mg^{2+} (mg/L)	PO_4^{3-} (mg/L)	E_h (mV)	pH
CT-GV-01	$0,082 \pm 0,01$	$0,011 \pm 0,001$	$7,35 \pm 0,12$	$1,92 \pm 1,03$	$0,52 \pm 0,22$	$8,76 \pm 0,12$	$0,47 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,001$	-56	7,47
CT-GV-02	$0,034 \pm 0,004$	$0,009 \pm 0,002$	$0,81 \pm 0,09$	$1,98 \pm 0,04$	$1,53 \pm 0,02$	$7,34 \pm 0,44$	$0,19 \pm 0,04$	$0,11 \pm 0,06$	$0,02 \pm 0,009$	-34	7,08
CT-TCT-03	$0,141 \pm 0,01$	KPH	$18,20 \pm 1,05$	$7,92 \pm 0,26$	$1,05 \pm 0,04$	$2,60 \pm 0,79$	$0,35 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,03$	$0,04 \pm 0,005$	-157	6,63
CT-TT-04	$0,179 \pm 0,02$	KPH	$31,80 \pm 0,54$	$1,95 \pm 0,31$	$27,30 \pm 0,38$	$4,26 \pm 0,55$	$0,32 \pm 0,09$	$0,12 \pm 0,01$	$0,40 \pm 0,012$	-166	6,53
CT-TN-05	$0,139 \pm 0,01$	$0,003 \pm 0,0004$	$0,45 \pm 0,04$	$7,98 \pm 0,34$	$0,53 \pm 0,01$	$3,79 \pm 0,16$	$0,62 \pm 0,06$	$0,22 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,008$	-37	6,63

4. KẾT LUẬN

Sau khi khoan và phân tích các mẫu đất, đá, trầm tích và mẫu nước trong 5 giếng khoan tại huyện Cát Tiên, tỉnh Lâm Đồng cho phép chúng tôi rút ra một số kết luận như sau:

- Tại huyện Cát Tiên, hàm lượng asen cao ở cả 2 tầng chứa nước *Holocene(adQ)* và tầng *Pleistocene(J2ln)*.

- Nguồn gốc gây ô nhiễm asen vào trong nước ngầm ở các giếng có hàm lượng asen cao tại Cát Tiên là từ trầm tích và từ dạng khoáng sắt ngậm asen theo các cơ chế sau:

+ Khử hoà tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt. Đại diện của Hfo là goethite và tác nhân khử là các vật chất hữu cơ tự nhiên CH_2O hòa tan trong nước ngầm qua quá trình thẩm thấu liên thông giữa các tầng chứa nước, đối với giếng khoan CT-GV-01, CT-GV-02 và CT-TN-05.

+ Khử hoà tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt các hạt phù sa trầm tích do hoạt động của một số chủng vi khuẩn như *Geospirillum barnesii* đối với giếng khoan CT-TCT-03 và CT-TT-04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Michael Berg, Caroline Stengel, Pham Thi Kim Trang, Pham Hung Viet, Mickey L. Sampson, Moniphea Leng, Sopheap Samreth, David Fredericks,. (2007) “Magnitude of Arsenic Pollution in the Mekong and Red River Deltas - Cambodia and Vietnam”. *Science of the Total Environment*. N^o 372, P. 413–425.
2. Michael Berg, Pham Thi Kim Trang, Caroline Stengel, Pham Hung Viet, Tong Ngoc Thanh, Nguyen Van Dan, Walter Giger, Doris Stuben,. (2006) “Hydrogeological and sedimentary control leading to groundwater arsenic contamination in Southern Hanoi under regime of high water abstraction”, *Proceeding National Workshop: Arsenic Contamination in Groundwater in Red River Plain*, P. 9-19, Hanoi .
3. Nguyễn Đình Trung, Lê Vũ Trâm Anh, Trương Đông Phương, Nguyễn Đức Thuận, Nguyễn văn Quảng, Nguyễn minh Trí, Nguyễn Ngọc Tuấn. (2015) Phân tích và đánh giá mức độ ô nhiễm asen trong nước ngầm tại huyện Cát Tiên thuộc tỉnh Lâm Đồng”. *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, T- 20, N^o4, trang 161-170.
4. Nguyễn Giằng và CTV. (2012) Báo cáo Tổng kết kết quả đề tài: Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước sinh hoạt tại một số vùng trọng điểm kinh tế 3 huyện Đạ Huoai, Đạ Terh, Cát Tiên và xây dựng mô hình xử lý khắc phục; Viện Nghiên cứu Hạt nhân, (2010-2012).
5. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lâm Đồng,. (2010) *Tuyển tập báo cáo: Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 2006-2010*.
6. Nickson R.T., McArthur J.M., Ravenscroft P., Burgess W.G. and Ahmed K.M., Mechanism of arsenic poisoning of groundwater in Bangladesh and West Bengal. *Appl. Geochem.*, N.15, P.403-413. (2000).
7. McArthur J.M., Ravenscroft P., Safiullah S. and Thirlwall M.F., (2001) Arsenic in groundwater: testing pollution mechanisms for sedimentary aquifers in Bangladesh. *Water Res. Research*, N^o 37, P.109-117.
8. Amankwah SA, Fasching JL,. (1985) Separation and determination of arsenate (V) and arsenic(III) in sea-water by solvent extraction and atomic-absorption spectrophotometry by the hydride-generation technique. *PubMed*. N^o32(2), P.111-114