

Nguyên nhân ô nhiễm arsen đối với nước ngầm tại huyện Cát Tiên - Lâm Đồng

• Nguyễn Đình Trung

Viện nghiên cứu Môi trường, Trường Đại học Đà Lạt

(Bài nhận ngày 01 tháng 08 năm 2015, nhận đăng ngày 11 tháng 04 năm 2016)

TÓM TẮT

Tại huyện Cát Tiên - Lâm Đồng có 5 giếng được khoan với độ sâu 45 m để phục vụ việc nghiên cứu nguồn gốc ô nhiễm arsen trong nước ngầm. Tại huyện Cát Tiên hàm lượng arsen cao ở cả 2 tầng chứa nước Holocene(adQ) và tầng Pleistocene (J2ln). Khử giải hấp phụ FeOOH(As) và khử dạng khoáng nghèo arsen và giải phóng arsen tan vào trong nước, đó là cơ chế quan trọng giải thích vấn đề nước ngầm ô nhiễm arsen

Từ khóa: cơ chế ô nhiễm arsen, nước ngầm, tầng trầm tích, Cát Tiên

tại huyện Cát Tiên. Hàm lượng cao của arsen trong trầm tích Cát Tiên có vai trò quan trọng, tuy nhiên, ở điều kiện khử mạnh thì mới giải phóng arsen trong trầm tích ra nước ngầm. Sự ô nhiễm arsen ở mức độ cao là do có sự phân hủy sinh học lớp mùn thực vật bị chôn lấp sâu trong lòng đất dẫn đến sự khử mạnh FeOOH(As) và dạng khoáng nghèo arsen giúp giải phóng arsen và hòa tan vào trong nước ngầm.

MỞ ĐẦU

Tại Lâm Đồng, những nghiên cứu gần đây đã phát hiện một số địa phương trong tỉnh có nguồn nước ngầm đang sử dụng có hàm lượng arsen > 0,01mg/L vượt tiêu chuẩn cho phép [1, 2]. Trong số 29 mẫu nước giếng khoan tại huyện Cát Tiên có 9 mẫu nước có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép, đó là các mẫu thu từ các xã Gia Viễn, Mỹ Lâm, Thiên Hoàng, Tư Nghĩa và thị trấn Cát Tiên. Mẫu nước ngầm thu tại thị trấn Cát Tiên và xã Gia Viễn có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép đến 10 lần, đặc biệt mẫu nước lấy từ xã Tư Nghĩa có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép đến 45 lần [3]. Tuy nhiên, những nghiên cứu trên chỉ mang tính chất đánh giá sơ bộ về mức độ ô nhiễm arsen trong nước ngầm tại Cát Tiên, chưa đưa ra được nguồn gốc

gây ra ô nhiễm arsen trong nước ngầm tại huyện Cát Tiên-Lâm Đồng.

Để có thể giải thích về nguyên nhân, nguồn gốc gây ô nhiễm arsen trong nước ngầm tại huyện Cát Tiên, tỉnh Lâm Đồng, chúng tôi tập trung khoan 5 vị trí, nơi có hàm lượng arsen trong nước ngầm cao [3] ở độ sâu 45 m. 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. Theo phân 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

VẬT LIỆU – PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu

Giàn khoan giếng XJ 100 Trung Quốc – mũi khoan 132 mm; 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, của hãng Sartorius, Đức; Máy đo trắc quang HACH DR 5000 của Mỹ; Hóa chất phân tích loại tinh khiết, theo các phương pháp phân tích các nguyên tố (Merck).

Địa điểm khoan và 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).

Lấy mẫu đất đá và trầm tích: cứ 5 m chiều sâu lấy 1 mẫu (theo đường kính trong của mũi khoan - khoảng 2 kg) và lấy thêm mẫu tại các vị trí phân tầng địa chất. Mẫu được gói trong bao nylon đen, cho vào thùng xốp sau đó chuyển về phòng thí nghiệm.

Lấy mẫu nước: Bình (A): mẫu nước được acid hóa bằng HCl đậm đặc sao cho 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 ammonium được acid hoá bằng H₂SO₄ đến pH<3, làm lạnh 4 °C, phân tích ammonium 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 ammonium SO₄²⁻, PO₄³⁻, Cl⁻, cation Ca²⁺, Mg²⁺. Bình (D): mẫu nước được dội qua cột nhựa trao đổi ammonium: Dowex 1x8 anion-exchange resin (100 - 200 mesh) được thực hiện tại hiện trường, phần nước qua cột cũng được acid hóa bằng HCl đậm đặc sao cho pH < 2, tránh ánh sáng để

phân tích As (III)/As (V) theo [4]. Tất cả các bình đựng mẫu được lấy đầy nước, không có không khí, vận chuyển và được bảo quản ở nhiệt độ 4 °C. Phân tích ammonium và các ammonium SO₄²⁻, PO₄³⁻, Cl⁻ phải thực hiện trong vòng 24h và đối với asen, sắt có thể thực hiện trong vòng 1 tháng (TCVN 5993:1995).

Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu pH, Eh 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 ammonium 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 SO₄²⁻ theo phương pháp EPA 375.2 hay EPA 9036; phân tích ion PO₄³⁻ theo ISO 6878:1986, ion Cl⁻ theo ISO 9297:1989; Ca²⁺, Mg²⁺ 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.

KẾT QUẢ - THẢO LUẬN**Mẫu địa tầng trầm tích và kết quả phân tích theo địa tầng tại xã Gia Viễn**

Tại xã Gia Viễn có 2 giếng khoan với tọa độ VN 2000 là: giếng CT-GV-01: E 458465 N 1285990; giếng CT-GV-02: E 458666 N 1285584 và tại thị xã Tư Nghĩa giếng khoan CT-TN-05: E 461124; N 1277537 cả 3 giếng khoan có tầng chứa nhiều nước thuộc hệ tầng *Pleistocene (J2ln)*. Kết quả phân tích các phân tầng trầm tích được thể hiện tại Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích As(tt) và Fe(tt) theo tầng địa chất của các giếng CT-GV-01, CT-GV-02 và CT-TN-05

CT-GV-01			CT-GV-02			CT-TN-05		
Độ sâu (m)	As _{tt} (mg/Kg)	Fe _{tt} (mg/Kg)	Độ sâu (m)	As _{tt} (mg/Kg)	Fe _{tt} (mg/Kg)	Độ sâu (m)	As _{tt} (mg/Kg)	Fe _{tt} (mg/Kg)
5	4,25 ± 0,13	28.944 ± 0,09	5	7,12 ± 0,04	14.791 ± 0,12	5	1,0 ± 1,23	19.182 ± 0,05
10	0,24 ± 0,04	10.712 ± 0,1	10	11,41 ± 0,01	34.941 ± 0,51	10	8,8 ± 0,12	15.37 ± 0,9
15	4,31 ± 0,23	5.857 ± 0,21	15	8,42 ± 0,03	37.374 ± 0,02	10,2	11,6 ± 0,33	16.770 ± 0,21
20	11,58 ± 0,11	48.925 ± 0,16	16	22,23 ± 0,05	43.090 ± 0,31	14,5	2,3 ± 0,64	6.876 ± 0,23
25	8,97 ± 0,09	33.760 ± 0,03	20	6,14 ± 0,07	22.786 ± 0,11	16	10,3 ± 0,01	7.381 ± 1,14
30	5,40 ± 0,04	37.233 ± 0,02	21,5	6,05 ± 0,11	22.736 ± 0,13	18,5	9,4 ± 0,02	31.801 ± 0,87
31,5	7,98 ± 0,04	33.721 ± 0,02	22*	153,65 ± 0,21	153.343 ± 1,5	20	6,8 ± 0,23	8.158 ± 0,12
35	4,04 ± 0,02	35.054 ± 0,05	25	6,47 ± 0,33	19.909 ± 1,33	25	1,2 ± 0,25	13.660 ± 1,12
36	7,53 ± 0,11	52.882 ± 0,12	30	7,26 ± 1,21	27.450 ± 0,12	26,2	4,3 ± 0,15	23.271 ± 1,11
37	8,90 ± 0,03	35.538 ± 0,21	35	9,84 ± 0,03	25.552 ± 0,21	30*	59,3 ± 0,37	50.358 ± 1,23
39*	18,37 ± 0,13	33.598 ± 0,19	45	9,43 ± 0,03	29.833 ± 0,23	33	8,8 ± 1,21	23.422 ± 0,23
40	18,90 ± 0,17	33.427 ± 0,17				35	7,9 ± 1,33	23.432 ± 0,24
41,5	1,25 ± 0,03	16.300 ± 0,22				40	12,7 ± 0,34	35.094 ± 0,17
45	1,18 ± 0,08	12.326 ± 0,21				45	9,2 ± 1,12	29.994 ± 0,26

* Tại độ sâu của tầng chứa nhiều nước; As_{tt} : Asen tổng số; Fe_{tt}: Sắt tổng số

Kết quả nghiên cứu giếng CT-GV-01 (Bảng 1, Hình 1A, 1B) 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 [3]; hàm lượng asen là 4,25 mg/Kg. Tại chiều sâu 20 – 25 m, 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, kế 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.

Phân tích cấu hình địa chất đối với giếng khoan CT-GV-02 (Bảng 1, Hình 1A, 1B) 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 asen thấp [3]. 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 30 cm, là dạng quặng sắt ngậm asen. Hàm lượng asen cao 153,6 mg/Kg, hàm lượng sắt tổng số cũng cao 153,343 mg/Kg. Từ 30 – 45 m là tầng đá chắc không có nước.

Kết quả phân tích cấu hình và thành phần địa chất giếng khoan CT-TN-05 cho thấy: Tại độ sâu 5 m là lớp sét phân tầng; ở độ sâu này hàm lượng asen 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 [3], chiều sâu tầng nước này chỉ 0,2 m, khi phân tích hàm lượng asen thuộc tầng địa chất ở độ sâu này dao động từ 8,8 - 11,6 mg/Kg. Từ độ sâu 10,3 đến 14,4 m là tầng sét phân cách tầng nước thứ nhất với tầng kế tiếp, hàm lượng asen 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 asen 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 asen 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 asen 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 asen thay đổi từ 8,8 - 12,7 mg/Kg 02 (Bảng 1, Hình 1A và 1B).

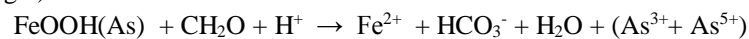
Nhìn chung, đối với 3 giếng khoan nêu trên thì khai thác nước thuộc địa tầng *Pleistocene (J2ln)*, đối với giếng khoan CT-GV 01 tại độ sâu 39 m có hàm lượng asen là 18,37 mg/Kg cao nhất so với suốt chiều sâu giếng. Đối với giếng CT-GV 02 thì tại độ sâu 22 m có hàm lượng asen 153,6 mg/Kg cao nhất theo suốt chiều sâu của giếng là dạng quặng sắt ngậm asen kết quả phân tích dạng quặng này bằng phổ XRF được thể hiện tại Bảng 2. Đối với giếng khoan CT-TN-05 thì tại độ sâu 26,2 – 30 m là tầng bán phong hóa chứa nước, tại đây có tầng “kẹp” hàm lượng asen 59,3 mg/Kg cao nhất theo suốt chiều sâu giếng.

Quantas Semi-Quantitative Analysis Result					Quantas Semi-Quantitative Analysis Result				
Matrix Type Element					Matrix Type Oxide				
Sample Name 22-TK					Sample Name 22-TK				
No. of identified Elements 19					No. of identified Elements 19				
Counting Time Factor 1.00					Counting Time Factor 1.00				
Element	Net Int.	Calc. Conc.	Norm. Conc.	Unit Remark	Element	Net Int.	Calc. Conc.	Norm. Conc.	Unit Remark
Fe	1310.9	59.0	82.2	[%]	Fe ₂ O ₃	1313.1	59.2	74.5	[%]
Si	38.7	7.83	10.7	[%]	SiO ₂	38.6	13.7	17.21	[%]
Ca	22.1	1.89	2.76	[%]	Al ₂ O ₃	6.3	2.83	3.53	[%]
Al	6.3	1.71	2.51	[%]	CaO	22.1	2.04	2.57	[%]
P	4.7	0.670	0.945	[%]	P ₂ O ₅	4.7	1.18	1.48	[%]
Mn	11.5	0.588	0.901	[%]	MnO	11.5	0.576	0.728	[%]
K	1.4	0.140	0.197	[%]	K ₂ O	1.4	0.136	0.169	[%]
As	0.3	794	0.113	[%]	As ₂ O ₃	0.3	720	900	[ppm]
Ba	0.1	461	651	[ppm]	MgO	0.3	492	617	[ppm]
Cu	0.3	452	639	[ppm]	CuO	0.3	408	517	[ppm]
Zn	0.2	325	456	[ppm]	TiO ₂	0.4	390	483	[ppm]
Ti	0.4	324	455	[ppm]	BaO	0.1	368	462	[ppm]
Mg	0.3	297	416	[ppm]	ZnO	0.2	251	313	[ppm]
Pb	0.2	291	411	[ppm]	Cl	0.2	229	285	[ppm]
Cl	0.2	276	384	[ppm]	PbO	0.2	219	277	[ppm]
Sr	0.5	199	283	[ppm]	NiO	0.1	174	215	[ppm]
Ni	0.1	185	262	[ppm]	SrO	0.5	160	202	[ppm]
Cr	0.1	65	92	[ppm]	Cr ₂ O ₃	0.1	65	81	[ppm]
V	0.0	47	67	[ppm]	V ₂ O ₅	0.0	58	74	[ppm]

Bảng 2. Phân tích thành phần nguyên tố của dạng quặng (22-TK) bằng phương pháp XRF

Kết quả phân tích nước giếng khoan CT-GV-01: As là 0,082 mg/L và Eh là -56 mV pH là 7,47 (Bảng 4). 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 4) cao minh chứng cho điều này. Kết quả nghiên cứu từ giếng khoan CT-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 hai dạng As³⁺ và As⁵⁺. Tuy nhiên, do trong môi trường khử mạnh nên As³⁺ chiếm ưu thế.

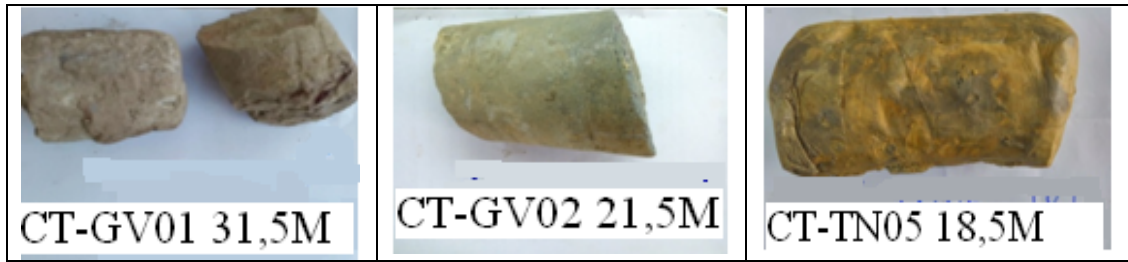
Kết quả phân tích nước giếng khoan CT-GV-02: As là 0,034 mg/L, E_h là -34 mV và pH là 7,08 (Bảng 4). Qua phân tích các tầng địa chất chứa nước cho thấy, mặc dù tầng chứa nước đang nghiên cứu thuộc hệ tầng chứa nước *Pleistocene (J2ln)*, nhưng tầng chứa nước thuộc hệ tầng *Holocene(adQ)* vẫn thẩm thấu đến tầng chứa nước này và có sự liên thông giữa hai tầng chứa nước (Căn cứ vào hàm lượng ammonium). Với cấu tạo địa chất thu thập được tại giếng khoan GV-02 và số liệu về hàm lượng As⁵⁺ trong mẫu nước (Bảng 4).



Qua phân tích nước giếng khoan CT-TN-05 cho thấy: As là 0,139 mg/L, Eh 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 tuy nhiên vẫn có sự thẩm thấu kém giữa tầng chứa nước thứ nhất và tầng chứa nhiều nước, hàm lượng ammonium trong nước không cao và giá trị Eh < 0 minh chứng cho điều này. Kết quả nghiên cứu từ giếng khoan CT-TN-05 cho thấy các dạng liên kết của asen với sắt nằm trong môi trường khử (Eh = -37) cho nên chúng bị khử về dạng tự do linh động trong môi trường nước ở hai dạng As³⁺ và As⁵⁺. Tuy nhiên do trong môi trường khử nên As³⁺ chiếm ưu thế (Bảng 4).

Vì vậy, đối với 3 giếng khoan CT-GV-01, CT-GV-02 và CT-TN-05 asen giải phóng vào nước ngầm được giải thích theo cơ chế khử hoà tan các hydroxide sắt hấp phụ asen trên bề mặt của goethite và khử hòa tan dạng quặng sắt nghèo asen giải phóng asen tự do hòa tan vào trong nước. Tác nhân khử là các vật chất hữu cơ tự nhiên CH₂O hòa tan trong nước ngầm qua quá trình thẩm thấu từ tầng *Holocene (adQ)* vào tầng *Pleistocene (J2ln)* [5].

 <p>CT-GV01 5M</p>	 <p>CT-GV02 5M</p>	 <p>CT-TN05 5M</p>
 <p>CT-GV01 10M</p>	 <p>CT-GV02 10M</p>	 <p>CT-TN05 10M</p>
 <p>CT-GV01 15M</p>	 <p>CT-GV02 15M</p>	 <p>CT-TN05 10,2M</p>
 <p>CT-GV01 25M</p>	 <p>CT-GV02 16M</p>	 <p>CT-TN05 14,5M</p>
 <p>CT-GV01 30M</p>	 <p>CT-GV02 20M</p>	 <p>CT-TN05 16M</p>



Hình 1A. Các mẫu địa chất theo độ sâu giếng khoan CT- GV-01, CT-GV-02 và CT-TN-05





Hình 1B. Các mẫu địa chất theo độ sâu giếng khoan CT- GV-01, CT-GV-02 và CT-TN-05

Mẫu địa tầng trầm tích và kết quả phân tích theo địa tầng tại huyện Cát Tiên

Tại thị trấn Cát Tiên có 2 giếng khoan có tọa độ VN 2000 là: giếng CT-TCT 03: E 458019; N 1279581 và giếng CT-TT 04: E 459227; N 1276961, cả 2 giếng khoan có tầng chứa nhiều nước thuộc hệ tầng *Holocene (adQ)*. Kết quả phân tích theo phân tầng địa chất được thể hiện tại Bảng 3.

Kết quả phân tích theo phân tầng địa chất của giếng khoan CT-TCT-03 (Bảng 3, Hình 2), 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 [3], 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. Tại độ sâu 44 m, hàm lượng asen trong mẫu trầm tích lại tăng 12,92 mg/Kg, 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 theo phân tầng địa chất của giếng khoan CT-TT-04 (Bảng 3, Hình 2) cho thấy: từ

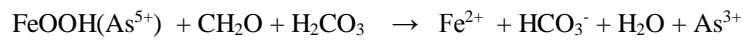
độ sâu 5 - 40 m là tầng trầm tích thuộc hệ *Holocene (adQ)*, phân tầng chứa nước không rõ ràng, hàm lượng asen trong phân tầng này tăng dần từ 5,72 đến 23,28 mg/Kg; đến độ sâu 45 m hàm lượng asen tăng lên cao nhất. Giếng khoan CT-TT-04 hoàn toàn nằm trong tầng chứa nước *Holocene (adQ)*, địa chất là 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 45 m có dấu hiệu phân tầng, đó là tầng phong hóa, ngăn cách tầng *Holocene (adQ)* với tầng *Pleistocene (J2ln)*.

Nhìn chung hai giếng khoan trên có tầng chứa nước hoàn toàn nằm trong địa tầng *Holocene (adQ)*

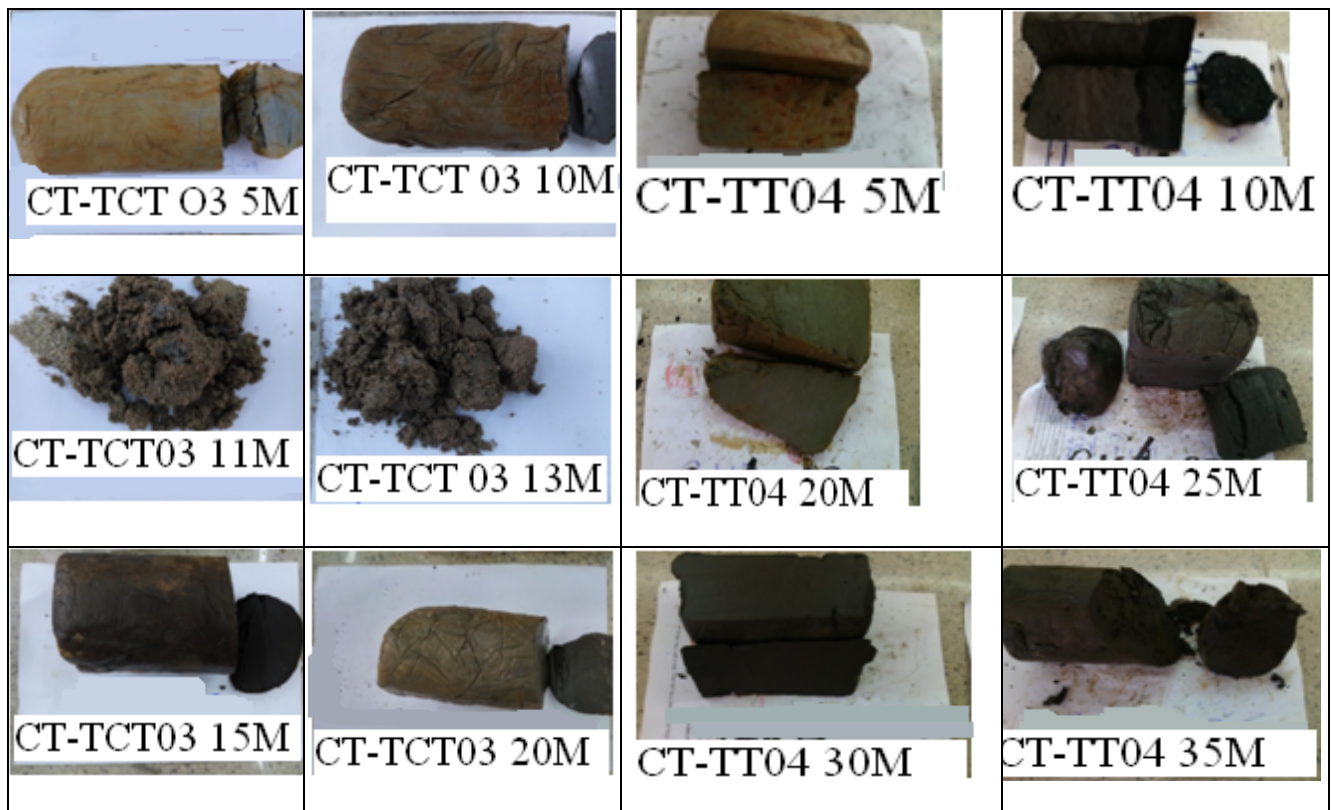
Kết quả phân tích nước giếng khoan CT-TCT-03: As là 0,141 mg/L và E_h là -157 mV, pH là 6,63 và nước giếng khoan CT-TT-04: As là 0,179 mg/L, E_h là -166 mV, pH là 6,53, mẫu nước của cả 2 giếng không phát hiện thấy As^{5+} , hàm lượng ammonium rất cao minh chứng cho môi trường có sự phân hủy yếm khí các vật chất hữu cơ trong trầm tích đồng thời là môi trường khử rất mạnh (Bảng 4). Đặc điểm của 2 giếng khoan CT-TCT-03 và 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.

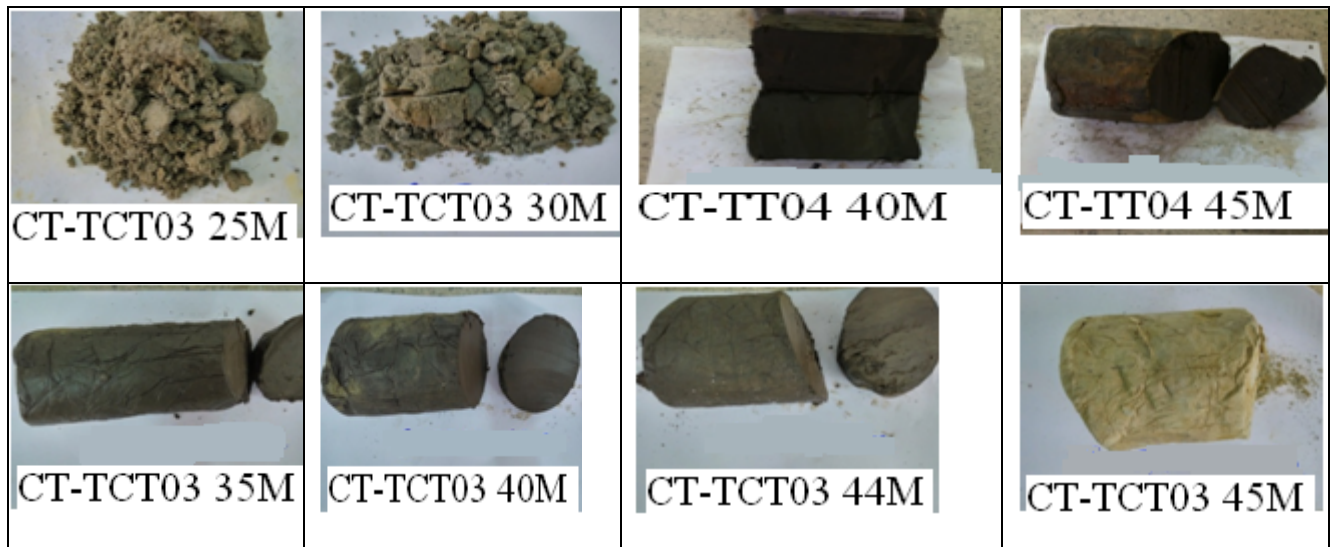
Dựa vào phân tích thành phần, cấu tạo địa chất và nước giếng khoan, asen trong nước ngầm tại giếng khoan CT-TCT-03 và CT-TT-04 được giải thích theo cơ chế sau: Khử hoà tan As bị hấp phụ trên bề mặt các hạt phù sa trầm tích do các hoạt động của một số chủng vi khuẩn như *Geospirillum barnesii* phân hủy các thành phần hữu cơ [5, 6]:

Vi sinh vật

**Bảng 3.** Kết quả phân tích As(tt) và Fe(tt) theo tầng địa chất của các giếng CT-TCT-03 và CT-TT-04

CT-TCT-03			CT-TT-04		
Chiều sâu (m)	As _{tt} (mg/Kg)	Fe _{tt} (mg/Kg)	Chiều sâu (m)	As _{tt} (mg/Kg)	Fe _{tt} (mg/Kg)
5	5,82 ± 0,21	26.946 ± 0,23	5	5,72 ± 0,33	12.766 ± 0,22
10	4,82 ± 0,17	21.827 ± 0,41	10	4,61 ± 0,23	17.658 ± 0,15
11	4,94 ± 0,03	13.802 ± 1,09	20	6,22 ± 1,07	28.621 ± 0,11
13	8,31 ± 0,31	21.222 ± 0,61	25	9,84 ± 0,12	26.729 ± 0,19
15	13,44 ± 0,22	33.346 ± 0,46	30	9,10 ± 0,09	27.697 ± 0,08
20	9,23 ± 0,06	21.636 ± 0,32	35	12,31 ± 0,14	41.858 ± 0,20
25	1,75 ± 0,31	9.824 ± 0,14	40*	11,08 ± 0,31	35.720 ± 0,17
30	0,91 ± 0,23	5.190 ± 1,17	45	23,28 ± 0,18	40.222 ± 0,15
35	8,13 ± 0,34	35.902 ± 0,05			
40	7,60 ± 0,44	35.942 ± 0,03			
44*	12,92 ± 0,32	41.394 ± 0,34			
45	7,84 ± 0,21	34.650 ± 1,19			

* Tại độ sâu của tầng chứa nhiều nước; As_{tt} : Asen tổng số; Fe_{tt}: Sắt tổng số



Hình 2. Các mẫu địa chất theo độ sâu giếng khoan CT-TCT-03 và CT-TT-04

Bảng 4. Chất lượng mẫu 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 ± 0,003	0,011 ± 0,0001	7,35 ± 0,12	4,92 ± 1,03	0,52 ± 0,22	8,76 ± 0,12	0,47 ± 0,03	0,17 ± 0,01	0,09 ± 0,001	-56	7,47
CT-GV-02	0,034 ± 0,004	0,009 ± 0,0002	0,81 ± 0,09	6,98 ± 0,02	1,53 ± 0,02	7,34 ± 0,44	0,19 ± 0,04	0,11 ± 0,06	0,02 ± 0,009	-34	7,08
CT-TCT-03	0,141 ± 0,001	KPH	18,20 ± 1,05	7,92 ± 0,26	1,05 ± 0,04	2,60 ± 0,79	0,35 ± 0,02	0,14 ± 0,03	0,04 ± 0,005	-157	6,63
CT-TT-04	0,179 ± 0,001	KPH	31,80 ± 0,54	7,95 ± 0,31	27,30 ± 0,38	4,26 ± 0,55	0,32 ± 0,09	0,12 ± 0,01	0,40 ± 0,012	-166	6,53
CT-TN-05	0,139 ± 0,001	0,003 ± 0,0004	0,45 ± 0,04	7,98 ± 0,34	0,53 ± 0,01	3,79 ± 0,16	0,62 ± 0,06	0,22 ± 0,01	0,01 ± 0,008	-37	6,63

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

Trong 5 giếng khoan tại huyện Cát Tiên - Lâm Đồng có hai giếng mà tầng chứa nước hoàn toàn nằm **Cơ chế giải phóng arsen vào trong nước ngầm**

Dựa vào phân tích các địa tầng trầm tích và phân tích nước từ các giếng khoan có thể đề nghị chế giải phóng arsen vào trong nước ngầm tại huyện Cát Tiên theo cơ chế khử hòa tan As bị hấp phụ trên bề mặt là các hạt phù sa trầm tích do các hoạt động của một

trong tầng *Holocene (adQ)* là CT-TCT-03 và CT-TT-04, có ba giếng khoan có tầng chứa nước nằm trong tầng *Pleistocene (J2ln)*.

số chủng vi khuẩn như *Geospirillum barnesii* [5,6], đối với giếng khoan CT-TCT 03 và CT-TT 04, khử hòa tan các hydroxide sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt là các goethite và khử hòa tan các dạng khoáng sắt nghèo arsen. Tác nhân khử là các vật chất hữu cơ tự nhiên là CH₂O hòa tan trong nước ngầm qua quá

trình thăm thẫu giữa các tầng chứa nước [5], đối với giếng khoan CT-GV-01, CT-GV-02 và CT-TN-05. Kết quả phân tích mẫu nước ngầm có 2 mẫu CT-TT 04 và CT-TN 05 có hàm lượng PO_4^{3-} cao theo Acharyya và CS. 2000 đây là thành phần có trong nước ngầm do sự phân hủy các hợp chất hữu cơ, xác động vật, và thành khoáng có trong trầm tích. Ion PO_4^{3-} đóng góp vào việc giải phóng arsen ra khỏi FeOOH(As) , tuy nhiên đóng góp này là thứ yếu.

Phản ứng trao đổi hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt khoáng sắt chứa arsen với ammonium PO_4^{3-} [7], tuy nhiên việc đóng góp hàm lượng arsen vào thành phần ô nhiễm nước ngầm theo cơ chế này là ít.

Tầng sét phân cách tầng đất mặt của hầu hết các giếng khoan tương đối dày vì vậy không có sự đóng góp của arsen từ nguồn phân bón thuốc trừ sâu. Vậy nguồn gốc ô nhiễm arsen vào trong nước ngầm tại Cát Tiên là từ trầm tích và từ dạng khoáng sắt ngầm arsen.

KẾT LUẬN

Tại huyện Cát Tiên, hàm lượng arsen cao ở cả 2 tầng chứa nước *Holocene (adQ)* và tầng *Pleistocene (J2ln)*. Nguồn gốc gây ô nhiễm arsen vào trong nước ngầm ở các giếng có hàm lượng arsen cao tại Cát Tiên là từ trầm tích và từ dạng khoáng sắt ngầm arsen theo các cơ chế, khử hoà tan các hydroxide sắt hấp phụ As trên bề mặt goethite và khử hòa tan các dạng khoáng sắt nghèo arsen. Tác nhân khử là các vật chất hữu cơ tự nhiên CH_2O hòa tan trong nước ngầm qua quá trình thăm thẫu giữa các tầng chứa nước, đối với giếng khoan CT-GV-01, CT-GV-02 và CT-TN-05, khử hoà tan As bị hấp phụ 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.

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Sở KH&CN tỉnh Lâm Đồng Cấp kinh phí cho nghiên cứu này, cảm ơn Trường Đại học Đà Lạt tạo điều kiện để chúng tôi thực hiện đề tài nghiên cứu.

The cause of arsenic contamination of groundwater in Cat Tien district, Lam Dong province

• **Nguyen Dinh Trung**

Institute of Environmental Research, Dalat University

ABSTRACT

Five positions were drilled with the depth of 45 metres, in order to research the source of arsenic contamination in groundwater in Cat Tien district, Lam Dong province. In the Cat Tien district, high concentration of arsenic are found in both of the *Holocene (adQ)* and *Pleistocene (J2ln)* aquifers. Reduction of FeOOH(As) and reduction of arsenic poverty ore types to release arsenic to solution, are main mechanisms to explain the arsenic pollutes

groundwater in Cat Tien district. The high concentration of arsenic in the sediments of the Cat Tien delta and the occurrence of reducing conditions were essential conditions to explain the extreme degree and extent of arsenic pollution. Elevated arsenic pollution would be due to the biodegradation of buried peat deposits which caused the high reduction of FeOOH(As) and afforded supplied high concentration of arsenic to the groundwater.

Keywords: arsenic pollution mechanisms, groundwater, sedimentary aquifers, Cat Tien

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. N. Giảng và CTV, Báo cáo khoa học. 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).
- [2]. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lâm Đồng, Tuyển tập báo cáo, Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 2006 - 2010 (2010).
- [3]. N.Đ. Trung, L.V.T. Anh, T.P. Đông, N.Đ.T. Thuận, N.V. Quảng, N.M. Trí, N.N.Tuần, 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*, 20, 161-170 (2015).
- [4]. S.A. Amankwah, J.L. Fasching, 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*. 32, 2, 111-114 (1985).
- [5]. M. McArthur, P. Ravenscroft, S. Safiullah, M.F. Thirlwall, Arsenic in groundwater: testing pollution mechanisms for sedimentary aquifers in Bangladesh, *Water Res. Research*, 37, 109-117 (2001).
- [6]. R.T. Nickson, J.M. McArthur, P. Ravenscroft, W.G. Burgess, K.M. Ahmed, Mechanism of arsenic poisoning of groundwater in Bangladesh and West Bengal, *Appl. Geochem*, 15, 403-413 (2000).
- [7]. P. Bhattacharya, D. Chatterjee, G. Jacks, Occurrence of arsenic-contaminated groundwater in alluvial aquifers from the Delta Plain, Eastern India: options for a safe drinking water supply, *Water Res. Dev*, 13, 79-92 (1997).