

NGUỒN GỐC Ô NHIỄM ASEN ĐỐI VỚI NƯỚC NGẦM TẠI HUYỆN ĐẠ TỄH, TỈNH LÂM ĐỒNG

NGUYỄN ĐÌNH TRUNG*

TÓM TẮT

Tại huyện Đạ Tẻh, hàm lượng asen cao ở cả 2 tầng chứa nước Holocene(adQ) và tầng pleistocen(J2ln). Khử giải hấp phụ FeOOH(As) để giải phóng asen tan vào trong nước là cơ chế quan trọng giải thích vấn đề nước ngầm ô nhiễm asen ở huyện Đạ Tẻh. Hàm lượng của asen trong trầm tích ở Đạ Tẻh là nguồn chính gây ô nhiễm nước ngầm, hàm lượng asen trong nước ngầm và trầm tích cao do sự phân hủy sinh học lớp mùn thực vật bị chôn lấp sâu trong lòng đất dẫn đến sự khử mạnh FeOOH(As) và giải phóng lượng lớn asen tan vào trong nước ngầm. Sự phân bố của lớp than bùn, các tầng trầm tích và độ tuổi của nó liên quan đến hàm lượng asen trong nước ngầm.

Từ khóa: cơ chế ô nhiễm asen, nước ngầm, tầng trầm tích, Đạ Tẻh.

ABSTRACT

The cause of arsenic pollution in groundwater in Đạ Tẻh district, Lâm Đồng province

In Đạ Tẻh district, elevated arsenic levels are present in both of the Holocene(adQ) and Pleistocen (J2ln) aquifers. Reducing FeOOH(As) to release its absorbed arsenic to groundwater is an important mechanism in Đạ Tẻh district.

The concentration of arsenic in the sediments of the Đạ Tẻh delta is the main cause of the extreme level of arsenic pollution. Elevated pollution by arsenic occurrence due to biodegradation of buried peat deposits drives elevated degrees of FeOOH(As) reduction and supplies high concentrations of arsenic in groundwater. The distribution of known peat basins, and their ages, and the sediments correlate to the concentrations of arsenic levels.

Keywords: arsenic pollution mechanism, groundwater, sediments, Đạ Tẻh.

1. Tổng quan

Việt Nam là một trong những nước có các đồng bằng châu thổ có nguồn nước ngầm chứa hàm lượng asen cao [7]. Trong vòng 20 năm trở lại đây, cùng với sự giúp đỡ của nhiều tổ chức quốc tế, các nhà khoa học nước ta đã tiến hành nghiên cứu, điều tra, xác định và đã xác định được một số địa phương như Hà Nội, Vĩnh Phúc và một số khu vực ở đồng bằng sông Mêkông có hàm lượng asen trong nước ngầm vượt quá ngưỡng cho phép theo QCVN 01:2009/BYT cho nước ăn uống [9, 10 và 12]. 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 > 0,01mg/L vượt tiêu chuẩn cho phép [2, 3]. Theo nghiên cứu của nhóm tác giả Nguyễn Đình Trung và tđk (2015), cho

* TS, Viện Nghiên cứu Môi trường, Trường Đại học Đà Lạt; Email: trungnd@dlu.edu.vn

thấy tình hình ô nhiễm asen nghiêm trọng qua xét nghiệm các mẫu nước tại thôn Hương Bình 2, xã Dạ Lây; xã Quảng Trị và xã Triệu Hải. Mức độ ô nhiễm asen vượt ngưỡng từ 10 đến trên 45 lần, trong đó mẫu tại xã Dạ Lây có mức độ ô nhiễm As đến 45 lần. Có 1 mẫu nước từ giếng khoan tầng chứa nước Pleistocene bị nhiễm asen rất cao vượt quy chuẩn QCVN 01:2009/BYT cho phép lên đến 82 lần [1]. Tuy nhiên, những nghiên cứu trên chỉ mang tính chất đánh giá sơ bộ về mức độ ô nhiễm asen trong nước ngầm tại Dạ Tềh. Các nghiên cứu kể trên chưa đưa ra được nguồn gốc gây ra ô nhiễm asen trong nước ngầm tại huyện Dạ Tềh, tỉnh Lâm Đồng.

Chúng tôi nghiên cứu nguồn gốc ô nhiễm asen trong nước ngầm bằng cách khoan giếng, nghiên cứu thành phần trầm tích, phân bố hàm lượng asen theo từng độ sâu cũng như hàm lượng asen trong các tầng chứa nước tại các vùng ô nhiễm thuộc huyện Dạ Tềh, tỉnh Lâm Đồng.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

- 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, Cộng hòa Liên bang Đức;
- Máy đo trắc quang HACH DR 5000, Mỹ;
- Các dụng cụ thủy tinh: cốc, bình tam giác, bình định mức và pipet các loại ISO-lab Việt Nam;
- Các lọ polyetylen (PE) đựng mẫu;
- Các hóa chất loại tinh khiết phân tích (PA):
Dung dịch As chuẩn gốc (1000 mg/L), Merck, Cộng hòa Liên bang Đức;
Dung dịch Fe chuẩn gốc (1000 mg/L), Merck, Cộng hòa Liên bang Đức

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Địa điểm khoan lấy mẫu

Vị trí khoan lấy mẫu tại huyện Dạ Tềh được thể hiện tại Bảng 1

Bảng 1. Vị trí các giếng khoan nghiên cứu

| Xã | Kí hiệu giếng khoan | Tọa độ VN 2000 | |
|-----------|---------------------|----------------|---------|
| | | E | N |
| Dạ Lây | ĐT-ĐL 06 | 464135 | 1275319 |
| | ĐT-ĐL 07 | 464197 | 1275341 |
| Quảng Trị | ĐT-QT 08 | 471779 | 1271875 |
| | ĐT-QT 09 | 471828 | 1271932 |
| Triệu Hải | ĐT-TH 10 | 474386 | 1272951 |

Đánh giá “Ô nhiễm asen trong các tầng nước ngầm tại huyện Đa Tềh – tỉnh Lâm Đồng 2015” [1], qua báo cáo khoa học cấp Sở Khoa học & Công nghệ tỉnh Lâm Đồng, do kinh phí nghiên cứu nên chỉ chọn 5 vị trí khoan (các vị trí khoan nghiên cứu, đã được hội đồng khoa học tỉnh Lâm Đồng thẩm định và thông qua) nghiên cứu tại những địa phương có nước ngầm bị nhiễm asen với hàm lượng cao. Các bước tiến hành như sau:

+ Lấy mẫu đất đá và trầm tích

Cứ 5m chiều sâu lấy 1 mẫu nghiên cứu (2kg) và lấy thêm mẫu tại các vị trí phân tầng địa chất.

Mẫu được gói trong bao nilon đen, lập lí lịch mẫu cho vào thùng xốp bảo quản chuyển về phòng thí nghiệm.

+ Lấy mẫu nước phân tích

Tiền xử lí mẫu cho các mục đích phân tích khác nhau.

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) (TCVN 5993:1995).

Bình (B): mẫu nước được dòi qua cột nhựa trao đổi anion: Dowex 1 x 8 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 $\text{pH} < 2$ [5]. Các mẫu được đựng trong túi ni lông đen đặt trong thùng xốp để tránh ánh sáng để phân tích As^{5+} , As^{3+} .

Bình (C): mẫu nước dùng để phân tích amoni.

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 phải thực hiện trong vòng 24h và đối với asen, sắt có thể thực hiện trong vòng 1 tháng (TCVN 5993:1995).

2.2.2. Phương pháp phân tích

Phân tích tại hiện trường: các chỉ tiêu pH, E_h trong mẫu nước được đo trực tiếp bằng pH-meter 330i của hãng WTW, Cộng hòa Liên bang Đức.

Phân tích As trong nước theo TCVN 6626:2000; bằng phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử (kĩ thuật HYDRUA), thiết bị HVG - 1, AA – 7000, Shimadzu, Nhật Bản.

Phân tích Sắt tổng số Fe(tt) và (Fe^{2+} , Fe^{3+}) trong nước theo phương pháp TCVN 6177:1996 hay SMEWW 3500 - Fe trong nước bằng phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử, sử dụng thiết bị AA – 7000, Shimadzu, Nhật Bản.

Phân tích hàm lượng amoni trong nước theo phương pháp TCVN 4563:1988 với máy trắc quang HACH DR 5000, Mỹ.

Phân tích As trong đất đá trầm tích theo TCVN 8467: 2010 thiết bị HVG - 1, AA – 7000, Shimadzu, Nhật Bản.

Xử lí số liệu, vẽ đồ thị bằng phần mềm Oiginlab 8.5.1.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Mẫu địa tầng trầm tích và kết quả phân tích theo địa tầng

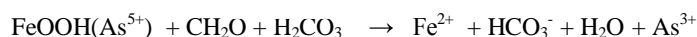
+ Tại xã Đa Lậy có 2 giếng khoan ĐT-ĐL 06 và giếng ĐT-ĐL 07. Kết quả phân tích các địa tầng theo độ sâu được thể hiện trong Bảng 2, Bảng 3, cấu tạo địa hình theo từng độ sâu và theo từng mẫu địa chất được thể hiện tại Hình 1 và Hình 2.

Kết quả nghiên cứu giếng ĐT-ĐL 06, cho thấy tại độ sâu 5m là lớp đất sét dày phân tầng đất mặt với tầng chứa nước thứ nhất. Tầng này rất ít nước, chủ yếu là tầng nước giếng đào, nước thuộc tầng này ít nhiễm asen [1]. Khi phân tích asen trong tầng địa chất này thì hàm lượng asen là 2,11mg/Kg. Tại chiều sâu 10 - 30m, hàm lượng asen trong tầng địa chất này dao động trong khoảng 12,17 mg/Kg (Bảng 2) và hàm lượng sắt tổng số cao lên đến 34.368mg/Kg, đây là tầng chứa nước thứ 2 ít nước, cả hai đều thuộc địa tầng Holocene(adQ). Ở giữa độ sâu 30 - 35m là tầng sét bùn đen ngăn cách tầng chứa nước thứ 2 thuộc địa tầng Holocene(adQ), tại tầng này hàm lượng asen cao nhất 27,91mg/Kg và hàm lượng sắt cũng cao 72.946mg/Kg, đây là giao tầng Holocene(adQ) với tầng Pleistocen (J2ln) (Bảng 2, Hình 1). Tại độ sâu 40m là tầng sét kết trộn lẫn thực vật hóa thạch, hàm lượng asen là 12,26 mg/Kg; kế đó là tầng sét kết, tầng này cũng không chứa nước, kết cấu không đồng nhất, nứt nẻ, bờ rời. Qua khảo sát địa chất từ giếng khoan ĐT-QT 06, tầng sét ngăn cách giữa tầng Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln) là không rõ ràng. Giếng khoan ĐT-ĐL06 chỉ khai thác nước tại độ sâu từ 40m đến 50m.

Kết quả phân tích nước giếng khoan ĐT-ĐL 06: As là 0,202 (mg/L) và E_h là (-76) mV (Bảng 8). Qua phân tích các tầng địa chất chứa nước cho thấy mặc dù tầng chứa nước đang nghiên cứu thuộc hệ tầng chứa nước Pleistocen(J2ln) (là tầng khai thác nước ngầm tại vùng này độ sâu từ 40 - 50m). Tuy nhiên, qua nghiên cứu địa chất tại độ sâu 41,5m (Hình 1) cho thấy tầng phân cách rất mỏng, kết cấu không đồng nhất cho nên có sự thẩm thấu từ tầng chứa nước thuộc hệ tầng Holocene(adQ) đến tầng chứa nước Pleistocen(J2ln), các thông số phân tích chỉ số NH_4^+ (Bảng 8) cao đã minh chứng cho điều này vì đây là tầng đá bờ rời cho đến đá rắn chắc. Kết quả nghiên cứu từ giếng khoan ĐT-ĐL 06 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. Vậy đối với giếng khoan ĐT-ĐL 06 asen bị giải phóng ra theo cơ chế:

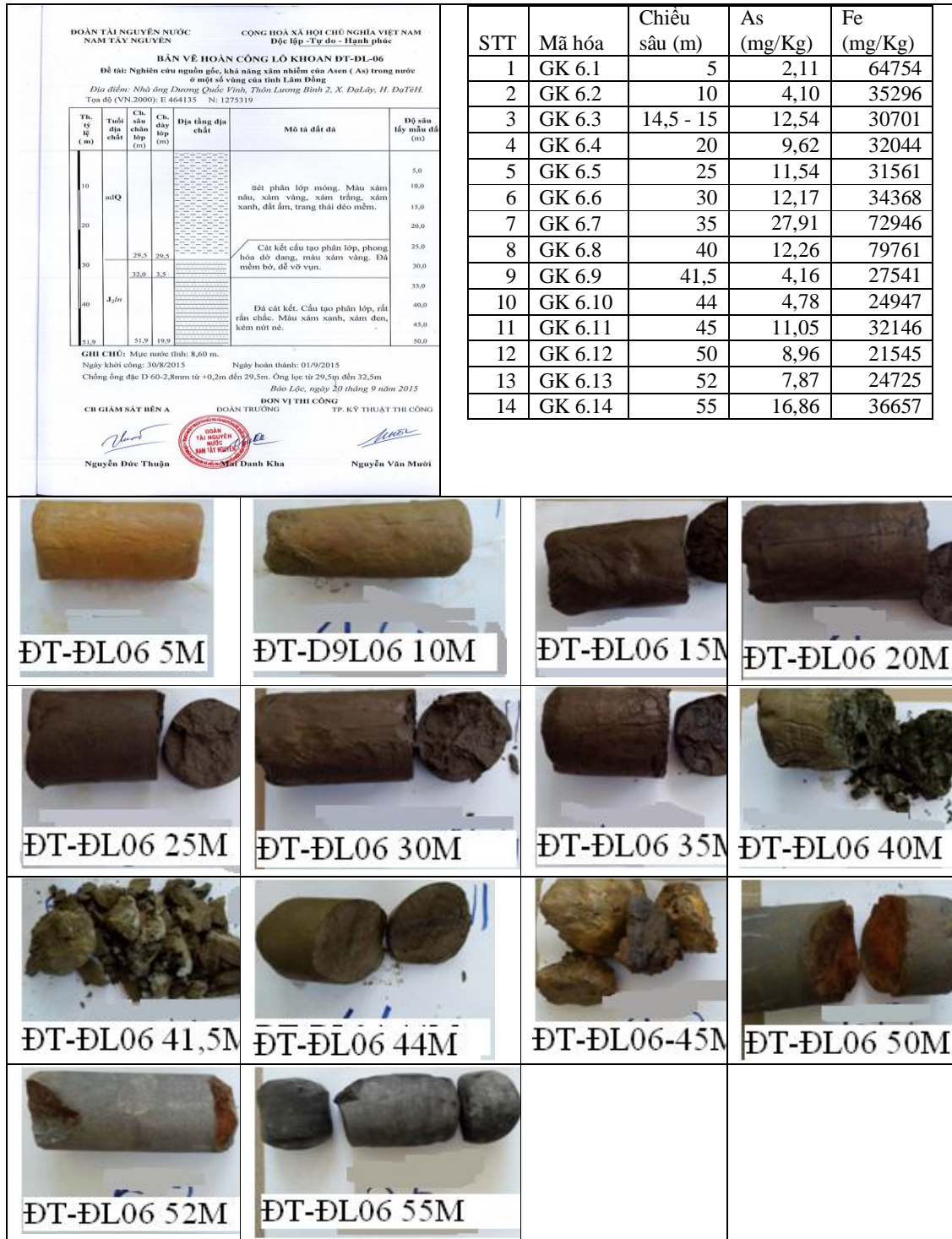
Khử hòa tan các Hfo hấp phụ As trên bề mặt các hạt phù sa trầm tích do các hoạt động của một số chủng vi khuẩn như *Geospirillum barnesii* [6, 8, 11, 12]:

Vi sinh vật



Do giao tầng địa chất có tầng mùn ở độ sâu 15 - 35m (Hình 1), là tầng chứa các hợp chất hữu cơ đang phân hủy, nên đã minh chứng cho cơ chế phân hủy, giải phóng asen vào trong nước ngầm đối với giếng khoan ĐT-ĐL 06 theo cơ chế trên.

Bảng 2. Bản vẽ giếng khoan ĐT-ĐL 06 và kết quả phân tích theo từng độ sâu



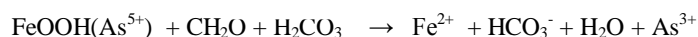
Hình 1. Các mẫu địa chất theo độ sâu giếng khoan ĐT-ĐL06

Kết quả nghiên cứu giếng ĐT-ĐL 07 cho thấy tại độ sâu 10m là lớp đất sét dày phân tầng đất mặt với tầng chứa nước thứ nhất. Tầng này rất ít nước, chủ yếu là tầng nước giếng đào và chỉ khai thác trong mùa mưa, mùa khô không có nước, nước thuộc tầng này ít nhiễm asen [1]; hàm lượng asen tầng địa chất này là 12,64mg/Kg. Tại chiều sâu 10 - 30m, hàm lượng asen dao động trong khoảng 10,86mg/Kg (Bảng 3) và hàm lượng sắt tổng số cao lên đến 37.941 mg/Kg, đây là tầng chứa nước thứ 2 ít nước, địa chất ở độ sâu này là bùn đen, trầm tích đang phân hủy, cả hai đều thuộc địa tầng Holocene(adQ). Ở giữa độ sâu 30 - 40m là tầng sét bùn đen, cát kết, có một lớp dày thực vật hóa thạch một phần, không có lớp phân cách với tầng đất bùn (10 - 30m) là giao tầng giữa địa tầng Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln) (Hình 2); tại tầng này hàm lượng asen cao nhất 27,24 mg/Kg và hàm lượng sắt cũng cao 56.416 mg/Kg (Bảng 2) và đây là tầng chứa nước thứ 3 ít nước. Tại độ sâu 45m là tầng sét kết, hàm lượng asen là 0,72mg/Kg, tầng này không chứa nước, có kết cấu không đồng nhất, bờ rời. Qua khảo sát địa chất từ giếng khoan ĐT-ĐL 07, tầng sét ngăn cách giữa tầng Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln) là rõ ràng, tuy nhiên tầng ngăn cách mỏng, nứt nẻ kết cấu không đồng nhất, giếng khoan ĐT-ĐL07 chỉ khai thác nước tại độ sâu từ 49m đến 56m. Qua nghiên cứu cấu trúc địa chất tại độ sâu 45m là tầng sét kết phân cách, do cấu trúc không đồng nhất nên có sự liên thông giữa tầng chứa nước thứ 2, 3 thuộc địa tầng Holocene(adQ) và tầng chứa nước Pleistocen(J2ln). Kết quả phân tích các mẫu trầm tích thuộc hệ tầng Pleistocen(J2ln) hàm lượng asen thấp dao động trong khoảng 0,30 - 5,12 mg/Kg.

Kết quả phân tích nước giếng khoan ĐT-ĐL 07: As là 0,118 (mg/L) và E_h là (-56) mV (Bảng 8). Qua phân tích các tầng địa chất chứa nước cho thấy mặc dù tầng chứa nước đang nghiên cứu thuộc hệ tầng chứa nước Pleistocen(J2ln) (là tầng khai thác nước ngầm chủ yếu tại vùng này, độ sâu từ 40 - 56m). Tuy nhiên, qua nghiên cứu địa chất tại độ sâu 45m (Hình 2), tầng sét phân cách có kết cấu không đồng nhất cho nên có sự thẩm thấu từ tầng tầng chứa nước thuộc hệ tầng Holocene(adQ) đến tầng chứa nước Pleistocen(J2ln), các thông số phân tích chỉ số NH_4^+ (Bảng 8) cao minh chứng cho điều này. Kết quả nghiên cứu từ giếng khoan ĐT-ĐL 07 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. Vậy đối với giếng khoan ĐT-ĐL 07 asen bị giải phóng ra theo cơ chế:

Khử hòa tan các 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, 8, 11, 12]:

Vi sinh vật



Từ kết quả phân tích thành phần địa chất 2 giếng khoan ĐT-ĐL 06 và giếng ĐT-ĐL 07 tại xã Đa Lậy thuộc huyện Đa Tềh, mặc dù cấu trúc địa chất và các tầng chứa nước có khác nhau nhưng có một điểm chung là tầng trầm tích đang phân hủy là khá dày, tầng sét phân cách giữa địa tầng Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln) có kết cấu không đồng nhất cho nên có sự liên thông giữa 2 tầng chứa nước kể trên. Nước ngầm tại 2 giếng khoan tại xã này có hàm lượng asen cao.

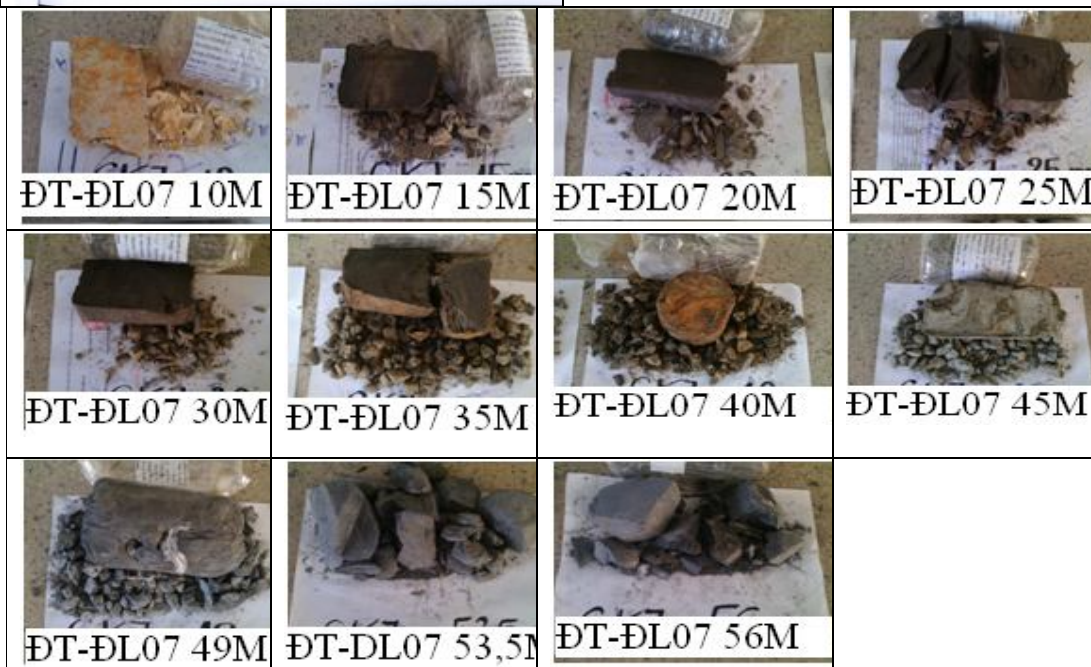
Bảng 3. Bản vẽ giếng khoan ĐT-ĐL 07 và kết quả phân tích theo từng độ sâu

| ĐOÀN TÀI NGUYÊN NƯỚC NAM TÂY NGUYỄN CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM Độc lập - Tự do - Hạnh phúc BẢN VẼ HOÀN CÔNG LỖ KHOAN ĐT-ĐL-07 Đề tài: Nghiên cứu nguồn gốc, khả năng xâm nhiễm của Asen (As) trong nước ở một số vùng của tỉnh Lâm Đồng Địa điểm: Nhà ông Hồ Đình Loan, Thôn Lương Bình 2, Xã Đa Lậy, H. Đa Tềh Tọa độ (VN.2000): E 464197 N 1275341 | | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--|--------------------|
| Th. độ (m) | Tuổi địa chất | Ch. sâu khoan (m) | Ch. dày lớp (m) | Địa tầng địa chất | Mô tả đất đá | Độ sâu lấy mẫu (m) |
| 10 | adQ | 29,0 | 29,0 | | Sét phân lớp mỏng. Màu xám nâu, xám vàng, xám trắng, xám xanh, đất ẩm, trạng thái dẻo mềm. | 5,0 |
| 20 | | | | | | 10,0 |
| 30 | | | | | Cát kết, bột kết cấu tạo phân lớp, phong hóa độ đang, màu xám vàng. Đá mềm bở, dễ vỡ vụn. | 25,0 |
| 40 | J ₂ ln | 34,0 | 5,0 | | | 30,0 |
| 50 | | | | | | 35,0 |
| 55 | | 55,0 | 21,0 | | Đá cát kết. Cấu tạo phân lớp, rất rắn chắc. Màu xám xanh, xám đen, ít nứt nẻ. | 40,0 |
| | | | | | | 45,0 |
| | | | | | | 50,0 |
| | | | | | | 55,0 |

| STT | Mã hóa | Chiều sâu (m) | As (mg/Kg) | Fe (mg/Kg) |
|-----|---------|---------------|------------|------------|
| 1 | GK 7.1 | 10 | 12,64 | 57905 |
| 2 | GK 7.2 | 15 | 8,27 | 36730 |
| 3 | GK 7.3 | 20 | 9,28 | 15861 |
| 4 | GK 7.4 | 25 | 8,57 | 36284 |
| 5 | GK 7.5 | 30 | 10,86 | 37941 |
| 6 | GK 7.6 | 35 | 27,24 | 56416 |
| 7 | GK 7.7 | 40 | 24,43 | 70826 |
| 8 | GK 7.8 | 45 | 0,72 | 26532 |
| 9 | GK 7.9 | 49 | 5,12 | 32468 |
| 10 | GK 7.10 | 53,5 | 0,20 | 23867 |
| 11 | GK 7.11 | 56 | 0,30 | 33407 |

GHI CHÚ: Mực nước tĩnh: 8,40 m. Ngày hoàn thành: 05/9/2015
 Ngày khởi công: 03/9/2015. Chiều ống đặc D 60-2,8mm từ +0,2m đến 29,0m. Ống lọc từ 29,0m đến 34,5m
 Bảo Lọc, ngày 20 tháng 9 năm 2015
 ĐƠN VỊ THI CÔNG: TP. KỸ THUẬT THI CÔNG
 CH GIÁM SÁT ĐẾN A: ĐOÀN TRƯỞNG

Nguyễn Đức Thuận (Chức vụ) | Mã Danh Kha (Chức vụ) | Nguyễn Văn Mười (Chức vụ)



Hình 2. Các mẫu địa chất theo độ sâu giếng khoan ĐT-ĐL 07

+ Tại xã Quảng Trị có 2 giếng khoan là giếng ĐT-QT 08 và giếng ĐT-QT 09

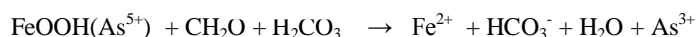
Kết quả nghiên cứu giếng ĐT-QT 08, tại độ sâu 10m là lớp đất sét dày phân tầng đất mặt với tầng chứa nước thứ nhất, tầng nước ngầm này nằm phía trên tầng sét. Tầng này rất ít nước, chủ yếu là tầng nước giếng đào và chỉ khai thác được trong mùa mưa, mùa khô không có nước, nước thuộc tầng này ít nhiễm asen [1]. Khi phân tích asen trong tầng địa chất này thì hàm lượng asen là 14,72 mg/Kg (Bảng 4). Ở chiều sâu 15 - 32m, hàm lượng asen trong tầng địa chất này dao động trong khoảng từ 1,69-7,67mg/Kg và hàm lượng sắt tổng số 48.380mg/Kg, đây là tầng chứa nước thứ 2 ít nước, địa chất ở độ sâu này là bùn đen, trầm tích đang phân hủy, cả hai đều thuộc địa tầng Holocene(adQ). Ở độ sâu từ 32 - 35m là tầng sét kết vỡ vụn, là lớp sét kết phân tầng giữa địa tầng Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln) (Hình 3). Tuy nhiên, khác với các giếng khác khi nghiên cứu tầng này có chứa nước nhưng đồng thời nó lại là phân tầng giữa tầng Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln).

Tại độ sâu 40m thuộc tầng Pleistocen(J2ln) chứa nhiều nước, tầng này hàm lượng asen cao lên đến 62,11mg/Kg và hàm lượng sắt là 18.970 mg/Kg (Bảng 4). Nhìn chung giếng khoan ĐT-QT 08 có cấu trúc địa chất phân tầng rõ rệt. Tuy nhiên, lớp sét kết phân cách giữa tầng Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln) là tầng vỡ vụn và lại là tầng chứa nước thuộc hệ tầng Holocene(adQ), vì vậy có sự liên thông giữa 2 tầng nước Holocene(adQ) và tầng pleistocen(J2ln).

Kết quả phân tích nước giếng khoan ĐT-QT 08: As là 0,262 (mg/L) và E_h là (-75) mV (Bảng 8). Qua phân tích các tầng địa chất chứa nước, mặc dù tầng chứa nước đang nghiên cứu thuộc hệ tầng chứa nước Pleistocen(J2ln) (là tầng khai thác nước ngầm chủ yếu tại vùng này, độ sâu từ 35 - 45m). Tuy nhiên, nghiên cứu địa chất tại độ sâu 35m (Hình 3) cho thấy tầng sét phân cách có kết cấu không đồng nhất nên có sự thẩm thấu từ tầng chứa nước thuộc hệ tầng Holocene(adQ) đến tầng chứa nước Pleistocen(J2ln), các thông số phân tích chỉ số NH_4^+ (Bảng 8) cao đã minh chứng cho điều này. Kết quả nghiên cứu từ giếng khoan ĐT-QT 08 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. Vậy đối với giếng khoan ĐT-QT 08 asen bị giải phóng ra theo cơ chế:

Khử hòa tan các 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, 8, 11,12]:

Vi sinh vật



Bảng 3. Bản vẽ giếng khoan ĐT-QT 08 và kết quả phân tích theo từng độ sâu

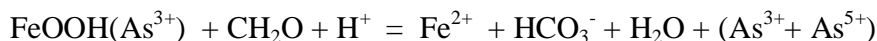


Hình 3. Các mẫu địa chất theo độ sâu giếng khoan ĐT-QT 08

Kết quả nghiên cứu giếng ĐT-QT 09 cho thấy tại độ sâu 15m là lớp đất sét dày phân tầng đất mặt với tầng chứa nước thứ nhất tầng nước ngầm này nằm phía trên tầng sét. Tầng này rất ít nước, chủ yếu là tầng nước giếng đào, chỉ khai thác được trong mùa mưa, mùa khô không có nước, nước thuộc tầng này ít nhiễm asen [1]. Khi phân tích asen trong tầng địa chất này thì hàm lượng asen là 1,96 mg/Kg (Bảng 4). Tại chiều sâu 20 - 25m, hàm lượng asen trong tầng địa chất này dao động trong khoảng 1,60 - 32,91 mg/Kg (Bảng 4) và hàm lượng sắt tổng số 31.902 mg/Kg, tại độ sâu 22m có lớp sét phân tầng cấu tạo đồng nhất, đây là tầng không chứa nước. Từ độ sâu 28 - 45m là tầng chứa nước thuộc hệ tầng Pleistocen(J2ln), địa chất ở độ sâu này là bùn kết, cát kết và sét kết (Hình 3). Tuy nhiên, khác với các giếng khác khi nghiên cứu địa chất tại độ sâu 28m có một tầng “đá kẹp” (TK), tầng này có độ dày 3m là tầng khoáng của asen (kết quả phân tích nguyên tố thể hiện tại Bảng 6), tại tầng 28-TK này hàm lượng asen rất cao lên đến 153,6 mg/Kg và hàm lượng sắt lên đến 173343 mg/Kg. Dựa vào kết quả phân tích cấu hình quặng (Bảng 6) cho thấy dạng liên kết giữa asen(III) và sắt(III) vậy dạng liên kết $\text{FeOOH}(\text{As}^{3+})$.

Kết quả phân tích nước giếng khoan ĐT-QT 09: As là 0,426 (mg/L) và E_h là (-27) mV (Bảng 8), nghiên cứu cấu trúc tầng địa chất của giếng khoan ĐT-QT 09 không có tầng địa chất bùn đen và than bùn nhưng nước ngầm vẫn có giá trị E_h âm, điều này có thể giải thích là tầng nước ngầm nơi đây có liên thông đến các khu vực khác. Từ cấu tạo địa chất thu thập được tại giếng khoan ĐT-QT 09, asen bị giải phóng ra theo cơ chế:

Khử hòa tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt. Đại diện của Hfo là goethite (độ sâu 28m) 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 tầng chứa nước và vùng chứa nước. [8]



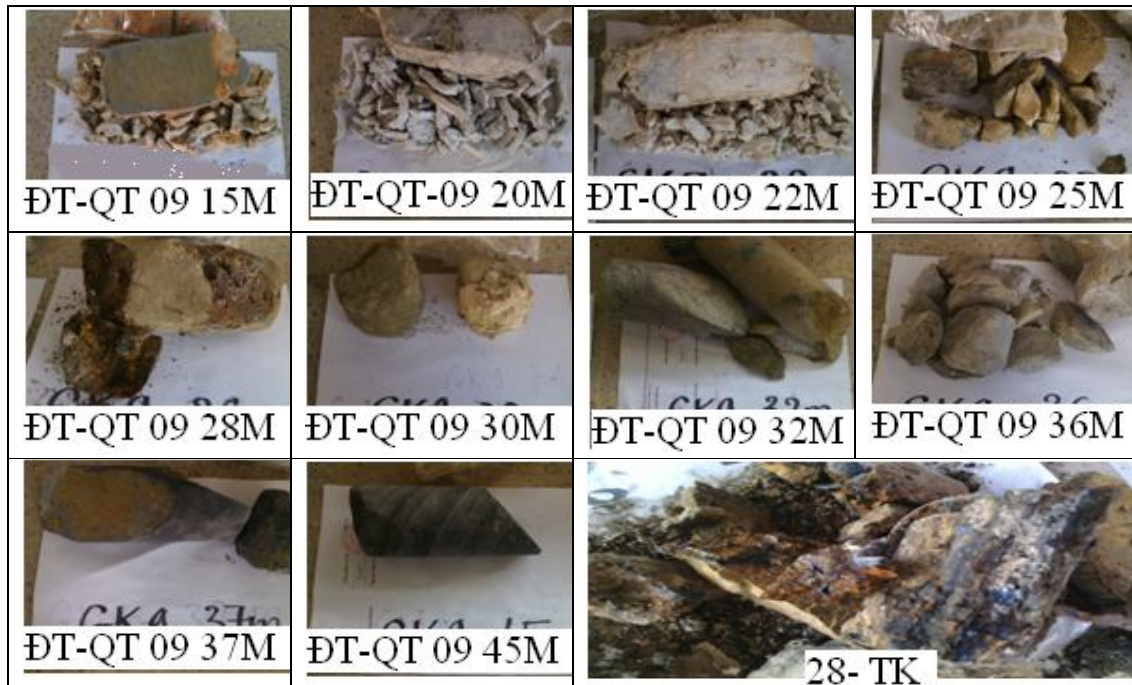
+ Tại xã Quảng Trị ô nhiễm asen theo 2 cơ chế chính đó là:

Khử hòa tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt. Đại diện của Hfo là goethite (độ sâu 28m) 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 tầng chứa nước và vùng chứa nước.

Khử hòa tan các 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*.

Bảng 5. Bản vẽ giếng khoan ĐT-QT 09 và kết quả phân tích theo từng độ sâu

| STT | Mã hóa | Chiều sâu (m) | As (mg/Kg) | Fe (mg/Kg) |
|-----|---------|---------------|------------|------------|
| 1 | GK 9.1 | 15 | 1,96 | 16295 |
| 2 | GK 9.2 | 20 | 1,60 | 8360 |
| 3 | GK 9.3 | 22 | 12,17 | 24553 |
| 4 | GK 9.4 | 25 | 32,91 | 31902 |
| 5 | GK 9.5 | 28 | 153,64 | 173343 |
| 6 | GK 9.6 | 30 | 25,14 | 42544 |
| 7 | GK 9.7 | 32 | 8,65 | 42464 |
| 8 | GK 9.8 | 36 | 6,63 | 23150 |
| 9 | GK 9.9 | 37 | 5,82 | 24280 |
| 10 | GK 9.10 | 45 | 2,78 | 35862 |



Hình 4. Các mẫu địa chất theo độ sâu giếng khoan ĐT-QT 09

Bảng 6. Phân tích thành phần nguyên tố của tầng kẹp (28-TK) bằng phương pháp XRF

| Quantas Semi-Quantitative Analysis Result | | | | | Quantas Semi-Quantitative Analysis Result | | | | |
|---|---------------|--------------|--------------|-------------|---|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Matrix Type | | Element | | | Matrix Type | | Oxide | | |
| Sample Name | | 28-TK | | | Sample Name | | 28-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 | 1313.3 | 58.0 | 81.8 | [%] | Fe₂O₃ | 1313.3 | 59.2 | 74.0 | [%] |
| Si | 38.6 | 7.53 | 10.6 | [%] | SiO ₂ | 38.6 | 13.7 | 17.1 | [%] |
| Ca | 22.1 | 1.89 | 2.66 | [%] | Al ₂ O ₃ | 6.3 | 2.83 | 3.54 | [%] |
| Al | 6.3 | 1.71 | 2.41 | [%] | CaO | 22.1 | 2.04 | 2.55 | [%] |
| P | 4.7 | 0.670 | 0.945 | [%] | P₂O₅ | 4.7 | 1.18 | 1.48 | [%] |
| Mn | 11.5 | 0.568 | 0.801 | [%] | MnO | 11.5 | 0.576 | 0.720 | [%] |
| K | 1.4 | 0.140 | 0.197 | [%] | K ₂ O | 1.4 | 0.136 | 0.169 | [%] |
| As | 0.3 | 794 | 0.112 | [%] | As₂O₃ | 0.3 | 720 | 900 | [ppm] |
| Ba | 0.1 | 461 | 651 | [ppm] | MgO | 0.3 | 492 | 615 | [ppm] |
| Cu | 0.3 | 451 | 637 | [ppm] | CuO | 0.3 | 408 | 510 | [ppm] |
| Zn | 0.2 | 325 | 458 | [ppm] | TiO ₂ | 0.4 | 390 | 487 | [ppm] |
| Ti | 0.4 | 324 | 457 | [ppm] | BaO | 0.1 | 368 | 460 | [ppm] |
| Mg | 0.3 | 296 | 417 | [ppm] | ZnO | 0.2 | 251 | 314 | [ppm] |
| Pb | 0.2 | 291 | 410 | [ppm] | Cl | 0.2 | 229 | 287 | [ppm] |
| Cl | 0.2 | 272 | 384 | [ppm] | PbO | 0.2 | 219 | 274 | [ppm] |
| Sr | 0.5 | 199 | 280 | [ppm] | NiO | 0.1 | 174 | 217 | [ppm] |
| Ni | 0.1 | 184 | 260 | [ppm] | SrO | 0.5 | 160 | 201 | [ppm] |
| Cr | 0.1 | 65 | 92 | [ppm] | Cr ₂ O ₃ | 0.1 | 65 | 81 | [ppm] |
| V | 0.0 | 47 | 66 | [ppm] | V ₂ O ₅ | 0.0 | 58 | 73 | [ppm] |

+ Tại xã Triệu Hải có 1 giếng khoan là giếng ĐT-TH 10

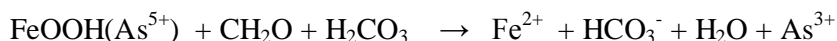
+ Kết quả nghiên cứu giếng ĐT-TH 10 cho thấy: độ sâu 5m là lớp đất sét dày phân tầng đất mặt với tầng chứa nước thứ nhất, tầng nước ngầm này nằm phía dưới tầng sét. Tầng này rất ít nước, chủ yếu là tầng nước giếng đào, ít được khai thác. Tại độ sâu từ 10 - 15m là tầng trầm tích đang phân hủy, tầng này ít nước, khi phân tích asen trong tầng địa chất này thì hàm lượng asen từ 8,65 – 15,14mg/Kg (Bảng 7). Ở độ sâu 20m là tầng sét nhão pha cát, lớp phân tầng này dày 0,5m thấm nước, nó là lớp phân tầng Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln), hàm lượng asen trong tầng địa chất này thấp 2,67 mg/Kg (Bảng 7, Hình 5). Độ sâu 22,5 - 27m là tầng sét kết, bùn kết vỡ vụn chứa nhiều nước; hàm lượng asen trong trầm tích 37,39 mg/Kg (độ sâu 22,5m); và hàm lượng asen giảm đến 25,70mg/Kg và hàm lượng sắt tổng số 10147 mg/Kg ở độ sâu 27m; độ sâu 30 - 34m là lớp đá rỗng vỡ vụn chứa nước thuộc hệ tầng Pleistocen(J2ln).

Phân tích nước giếng khoan ĐT-TH 10 có E_h (-42), hàm lượng asen 0,128 mg/L (Bảng 8). Qua phân tích địa chất của giếng ĐT-TH 10 theo từng độ sâu, tầng bùn từ độ sâu 10 -15 m là tầng trầm tích đang phân hủy, kể đến là tầng sét pha cát thấm nước, vì vậy có sự liên thông giữa tầng chứa nước Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2ln) và nước ngầm tại giếng khoan này có giá trị E_h âm.

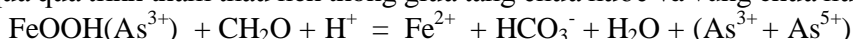
Tại giếng khoan ĐT-TH 10, asen nhiễm vào nước ngầm theo 2 cơ chế:

Khử hòa tan các 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, 8, 11, 12] tại phân tầng địa chất từ độ sâu 10 - 15m (Hình 5):

Vi sinh vật



Khử hòa tan các hydroxit sắt (Hfo) hấp phụ As trên bề mặt. Đại diện của Hfo là goethite (độ sâu 22,5m) và tác nhân khử là các vật chất hữu cơ tự nhiên CH₂O hòa tan trong nước ngầm qua quá trình thẩm thấu liên thông giữa tầng chứa nước và vùng chứa nước. [8]



Bảng 6. Bản vẽ giếng khoan ĐT-TH10 và kết quả phân tích theo từng độ sâu

| ĐOÀN TÀI NGUYÊN NƯỚC NAM TÂY NGUYỄN CÔNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM Độc lập - Tự do - Hạnh phúc BẢN VẼ HOÀN CÔNG LỖ KHOAN ĐT-TH-10 Đề tài: Nghiên cứu nguồn gốc, khả năng xâm nhiễm của Asen (As) trong nước ở một số vùng của tỉnh Lâm Đồng. Địa điểm: Nhà ông Đông Văn Chung, thôn 1B, X. Triệu Hải, H. ĐaTĐH Tọa độ (VN.2000): E 474386 N 1272951 | | | | | |
|--|---------|---------------|------------|------------|--|
| ST T | Mã hóa | Chiều sâu (m) | As (mg/Kg) | Fe (mg/Kg) | |
| 1 | GK 10.1 | 5 | 1,26 | 30344 | |
| 2 | GK 10.2 | 10 | 8,65 | 37344 | |
| 3 | GK 10.3 | 15 | 15,14 | 30701 | |
| 4 | GK 10.4 | 20 | 2,67 | 2041 | |
| 5 | GK 10.5 | 22.5 | 37,39 | 30146 | |
| 6 | GK 10.6 | 27 | 25,70 | 10147 | |
| 7 | GK 10.7 | 30 | 4,10 | 24068 | |
| 8 | GK 10.8 | 34 | 6,11 | 30358 | |

| Thị độ (m) | Tuổi địa chất | Ch. sâu chôn lấp (m) | Ch. dày lớp (m) | Địa tầng địa chất | Mô tả đất đá | Độ sâu lấy mẫu đất (m) |
|------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------|--|-----------------------------|
| 0-10 | sdQ | 23,9 | 23,9 | | Sét cấu tạo phân lớp mỏng. Màu xám nâu, xám vàng, xám trắng, xám xanh, đất ẩm, trạng thái dẻo mềm. | 5,0 10,0 15,0 20,0 |
| 10-20 | | 30,7 | 7,1 | | Cát kết cấu tạo phân lớp, phong hóa đồ dạng. Đá mềm bở, dễ vỡ vụn. | 25,0 30,0 |
| 20-35 | J _{2/3r} | 35,0 | 4,3 | | Đá cát kết. Cấu tạo phân lớp, rất rắn chắc. Màu xám xanh, xám đen. | 35,0 |

GHI CHÚ: Mục nước tĩnh: 10,30 m.
 Ngày khởi công: 12/9/2015 Ngày hoàn thành: 14/9/2015
 Chông ống đục D 60-2,8mm từ +0,2m đến 23,9m
 Chông ống lọc D 60-2,8mm từ 23,9m đến 30,9m
 Báo Lọc, ngày 20 tháng 9 năm 2015

CH GIÁM SÁT ĐẾN A: Nguyễn Đức Thuận
 ĐOÀN TRƯỞNG: Mai Danh Kha
 TP. KỸ THUẬT THI CÔNG: Nguyễn Văn Mười

Hình 5. Các mẫu địa chất theo độ sâu giếng khoan ĐT-TH 10

3.2. Kết quả phân tích 5 mẫu nước giếng khoan tại Đạ Tẻh

Trong 5 giếng khoan nghiên cứu tại huyện Đạ Tẻh, tỉnh Lâm Đồng có các tầng có thể khai thác nước khác nhau, tuy nhiên do nhu cầu về nước trong mùa khô nên phải khai thác nước ở độ sâu thuộc tầng chứa nước Pleistocen(J2ln).

Bảng 8. Chất lượng của mẫu nước 5 giếng khoan tại huyện Đạ Tẻh

| Tên mẫu | As _{tt} (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) | Al ³⁺ (mg/L) | PO ₄ ³⁻ (mg/L) | E _h (mV) | pH | Độ sâu tầng chứa nước (m) |
|----------|----------------------------|--|----------------------------|---|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---|------------------------|-----|---------------------------|
| ĐT-ĐL 06 | 0,202 | 14,32 | 0,53 | 1,0 | 4,5 | 0,33 | 0,27 | 0,102 | 0,11 | -76 | 7,3 | 30 45 |
| ĐT-ĐL 07 | 0,118 | 10,31 | 0,48 | 0,32 | 3,3 | 0,34 | 0,18 | 0,11 | 0,09 | -56 | 7,1 | 35 49 |
| ĐT-QT 08 | 0,262 | 38,84 | KPH | 1,50 | 5,92 | 0,60 | 0,22 | 0,51 | 0,05 | -75 | 7,0 | 40 |
| ĐT-QT 09 | 0,426 | 37,96 | 0,76 | 3,50 | 4,97 | 1,40 | 0,19 | 0,43 | 0,02 | -27 | 6,6 | 28 |
| ĐT-TH 10 | 0,128 | 9,33 | 0,34 | 1,11 | 1,32 | 1,62 | 0,52 | 0,45 | 0,03 | -42 | 6,9 | 22,5 |

Tại Đạ Lây 2 giếng khoan đều có nhiều tầng chứa nước. Tuy nhiên, tầng nước thứ nhất là tầng nước giếng đào thường mùa khô không có nước. Tầng nước ở độ sâu 35m thường thì trữ lượng nước không cao, thông thường thì tại Đạ Lây người dân khai thác nước ngầm ở độ sâu từ 40-60m.

Nhìn chung các mẫu nước tại 5 giếng khoan vùng nghiên cứu đều có hàm lượng asen cao hơn quy chuẩn QCVN 01:2009/BYT cho phép đến nhiều lần, riêng hàm lượng NH₄⁺ là khá cao do lớp trầm tích trẻ đang phân hủy yếm khí, đây cũng là nguyên nhân làm cho E_h có giá trị âm. Các giá trị của các ion SO₄²⁻, PO₄³⁻, theo Acharyya et al. (2000) đây là thành phần có trong nước ngầm do sự phân hủy các hợp chất hữu cơ, xác động vật và thành phần khoáng có trong trầm tích. Ion PO₄³⁻ đóng góp vào việc giải phóng asen ra khỏi FeOOH(As) nhưng đóng góp này là thứ yếu.

+ Phản ứng trao đổi As bị hấp phụ trên bề mặt hydroxit sắt (Hfo) với anion PO₄³⁻ [4], tuy nhiên việc đóng góp hàm lượng asen vào thành phần nước ngầm theo cơ chế này là ít.

4. Kết luận

Tại huyện Đạ Tẻh, hàm lượng arsen cao ở cả 2 tầng chứa nước Holocene(adQ) và tầng Pleistocen(J2In).

Nguồn gốc ô nhiễm arsen vào trong nước ngầm tại Đạ Tẻh là từ trầm tích và từ dạng khoáng sắt ngậm arsen theo các cơ chế sau:

+ Khử hòa tan các Hfo hấp phụ arsen trên bề mặt các hạt phù sa trầm tích do các hoạt động của một số chủng vi khuẩn như *Geospirillum barnesii*.

+ Khử hòa 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.

+ Phản ứng trao đổi As bị hấp phụ trên bề mặt hydroxit sắt (Hfo) với anion PO_4^{3-} , tuy nhiên việc đóng góp hàm lượng arsen vào thành phần nước ngầm theo cơ chế này là ít.

Vậy nguồn gốc ô nhiễm arsen vào trong nước ngầm tại huyện Đạ Tẻh là từ tự nhiên không có ảnh hưởng từ phân bón, thuốc trừ sâu hay khai khoáng.

Ghi chú: Đề tài được thực hiện do kinh phí của Sở KH&CN tỉnh Lâm Đồng, Trường Đại học Đà Lạt tạo điều kiện để đề tài nghiên cứu được hoàn thành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Trung và tđk (2015), “Ô nhiễm arsen trong các tầng nước ngầm tại huyện Đạ Tẻh – tỉnh Lâm Đồng”, *Tạp chí khoa học Đại học Sư phạm TPHCM*, 12 (78), 92-101.
2. Nguyễn Giảng và tđk (2010-2012), *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 Tẻh, Cát Tiên và xây dựng mô hình xử lý khắc phục”, Viện Nghiên cứu Hạt nhân.
3. 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”.
4. Acharyya, S. K., Lahiri, S., Raymahashay, B.C. & Bhowmik, A. (2000), “Arsenic toxicity of groundwater in parts of the Bengal Basin in India and Bangladesh: the role of Quaternary stratigraphy and Holocene sea-level fluctuation”, *Environmental Geology*. 39, 1127-1137.
5. Amankwah, S. A., & Fasching, J.L., (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*. 32(2), 111-114.
6. Bhattacharya, P., Chatterjee, D. & Jacks, G., (1997), “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.
7. Chowdhury, U., Biswas, B., Chowdhury, T., Samanta, G., Basu, G., Chanda, C., Lodh, K., Mukherjee, S., Roy, S., Kabir, S., Quamruzzaman, Q., & Chakraborti, D.

- (2000), "Groundwater arsenic contamination in Bangladesh and West Bengal, India", *Environmental Health Perspectives*. 108, 393-397.
8. McArthur, J.M., Ravenscroft, P., Safiullah, S. & Thirlwall, M.F., (2001), "Arsenic in groundwater: testing pollution mechanisms for sedimentary aquifers in Bangladesh". *Water Res. Research*, 37, 109-117.
 9. Michael Berg, Caroline Stengel, Pham Thi Kim Trang, Pham Hung Viet, 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*, 372, 413-425.
 10. 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, Hanoi*.
 11. Nickson, R.T., McArthur, J.M., Burgess, W.G., Ravenscroft, P., Ahmed, K.M. & Rahman, M., (1998), "Arsenic Poisoning of Bangladesh Groundwater", *Nature*. 395-338.
 12. Nickson, R.T., McArthur, J.M., Ravenscroft, P., Burgess, W.G. & Ahmed, K.M., (2000), "Mechanism of arsenic poisoning of groundwater in Bangladesh and West Bengal", *Appl. Geochem*, 15, 403-413.

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 16-02-2015; ngày phản biện đánh giá: 18-5-2016;
ngày chấp nhận đăng: 13-6-2016)