

# Vai trò của các yếu tố địa chất và dị thường Asen trong nước dưới đất khu vực tỉnh Đắk Nông

Huỳnh Tiến Đạt<sup>1,\*</sup>, Trần Tuấn Việt<sup>2</sup>, Bùi Thế Vinh<sup>1</sup>, Hoàng Thị Thanh Thủy<sup>1</sup>, Trịnh Hồng Phương<sup>1</sup>, Từ Thị Cẩm Loan<sup>1</sup>, Phan Nam Long<sup>1</sup>, Lê Quang Luật<sup>1</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## TÓM TẮT

Asen là nguyên tố có nguy cơ gây ung thư cao nhất và dị thường Asen trong nước dưới đất ở các khu vực khác nhau trên thế giới là kết quả của các nguồn tự nhiên và/hoặc do hoạt động của con người. Hàm lượng Asen cao trong nước cấp có thể dẫn đến những tác động tiêu cực đến sức khỏe con người và hệ sinh thái. Trên địa bàn tỉnh Đắk Nông đã phát hiện một số dị thường Asen cao vượt giá trị cho phép theo QCVN 01:2009/BYT, QCVN 02:2009/BYT (10 ppb) tại một số khu vực thuộc các huyện Đắk Mil, Cư Jút, Krông Nô, Đắk Glong và Gia Nghĩa. Đặc biệt, ở khu vực huyện Krông Nô, đã phát hiện hàm lượng nồng độ Asen đặt biệt cao vượt giá trị cho phép theo QCVN 09-MT:2015/BTNMT (50 ppb). Bài báo trình bày kết quả phân tích tài liệu nhằm đánh giá vai trò của các yếu tố địa chất có liên quan đến các dị thường Asen nói trên. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy các dị thường Asen có liên quan đến ba yếu tố (1) khu vực magma xâm nhập (các thành tạo địa chất dạng mạch trong các khe nứt) và phun trào (các vị trí magma phun trào tại huyện Cư Jút và Krông Nô); (2) hoạt động kiến tạo đứt gãy (đứt gãy F13 và đới đứt gãy F29), và (3) các khu vực sinh khoáng (chủ yếu là sinh khoáng vàng và pyrit). Kết quả trên là định hướng khoa học để nghiên cứu cụ thể và chi tiết nguồn gốc các dị thường Asen khu vực tỉnh Đắk Nông.

**Từ khoá:** Asen, Dị thường, Nước dưới đất, Đắk Nông, Kiến tạo, Đứt gãy, Sinh khoáng, Magma

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh, 236B Lê Văn Sỹ, Phường 1, Quận Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Nhiệt đới môi trường, 57A Trường Quốc Dung, Phường 10, Quận Phú Nhuận, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

## Liên hệ

**Huỳnh Tiến Đạt**, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh, 236B Lê Văn Sỹ, Phường 1, Quận Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: datht@hcmunre.edu.vn

## Lịch sử

- Ngày nhận: 08-8-2021
- Ngày chấp nhận: 11-11-2021
- Ngày đăng: 30-11-2021

DOI: 10.32508/stdjsec.v5iSI2.639



## Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## GIỚI THIỆU

Asen là một nguyên tố hoá học có ký hiệu là As, có số nguyên tử 33, và có đồng thời hai tính chất của phi kim (màu vàng) và của á kim (màu đen). Asen tồn tại trong tự nhiên dưới dạng các hợp chất hoá học và các khoáng vật khác nhau trong vỏ trái đất. As không phải là nguyên tố phổ biến và không thuộc nhóm 25 nguyên tố phổ biến chiếm 99,726% trọng lượng lớp vỏ trái đất<sup>1</sup>. Theo Taylor (1964) As chiếm  $1,8 \times 10^{-6}$  % trọng lượng vỏ trái đất, theo Vinogradov (1962) là  $1,7 \times 10^{-6}$  % và theo Mason (1958) là  $2 \times 10^{-6}$  %. As tồn tại đồng đều trong vỏ trái đất, và chỉ có trong một số loại đá cụ thể như đá siêu mafic, bazan, đá biến chất, đá granite và graodiorit, phiến sét và đá carbonat biến sâu<sup>2-4</sup>.

As và các hợp chất được biết đến là chất gây độc cấp tính, mãn tính và các bệnh ung thư khác nhau nhưng lại được ứng dụng nhiều trong nông nghiệp: hóa chất trừ sâu, hóa chất diệt cỏ, trong công nghiệp (là các phụ gia, chất bán dẫn,...). Việc sử dụng nước có chứa Asen trong ăn uống sẽ gây tổn hại nghiêm trọng đến hệ tiêu hóa, tim mạch và hệ thần kinh trung ương. Do đó, Cơ quan Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (US.EPA) đã đưa ra ngưỡng giới hạn nồng độ As tối đa trong nước sinh hoạt từ 50 đến 10 ppb, nồng độ As tối đa trong nước

uống là 10 ppb. Và Việt Nam quy định nồng độ As trong nước ăn uống tối đa 10 ppb<sup>5,6</sup>.

Trên thế giới, ô nhiễm As trong nước dưới đất đã tác động trực tiếp đến sức khỏe của hàng triệu người tại các khu vực được phát hiện có nồng độ As cao trong nước ở các quốc gia Bangladesh, Ấn Độ (tây Bengal), Đài Loan, Trung Quốc (Nội Mông) và Pakistan thuộc Châu Á; Italia và Hy Lạp thuộc Châu Âu; Argentina, Bolivia, Chile và Peru thuộc Châu Mỹ<sup>7-13</sup>. Các nghiên cứu trên đã chỉ ra rằng nguyên nhân chính của nồng độ As cao trong nước dưới đất là từ quá trình hòa tan của oxit sắt chứa As do bị khử trong môi trường yếm khí dưới ảnh hưởng của hoạt động vi sinh vật trong vật chất hữu cơ.

Ở Việt Nam, ô nhiễm As trong nước dưới đất được biết đến chủ yếu ở đồng bằng sông Hồng và sông Cửu Long. Ở đồng bằng sông Hồng, hơn 7 triệu người dân đang sử dụng nước dưới đất bị nhiễm As<sup>14</sup>. Nước dưới đất có nồng độ As cao tập trung chủ yếu ở phía đông nam Hà Nội như Hà Tây, Hà Nam, Nam Định và tại xã Văn Đức, huyện Gia Lâm<sup>15,16</sup>. Nồng độ As trong nước dưới đất cao tập trung chủ yếu ở tầng chứa nước lỗ hổng tạo thành từ trầm tích Holocen<sup>17</sup>. Ở đồng bằng Sông Cửu Long, khoảng 2 triệu người dân đang bị ảnh hưởng bởi việc sử dụng trực tiếp nước

**Trích dẫn bài báo này:** Đạt H T, Việt T T, Vinh B T, Thủy H T T, Phương T H, Loan T T C, Long P N, Luật L Q. **Vai trò của các yếu tố địa chất và dị thường Asen trong nước dưới đất khu vực tỉnh Đắk Nông.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 2(S12):SI164-SI175.

nhiễm As<sup>18,19</sup>. Nồng độ As cao trong nước được phát hiện chủ yếu ở An Giang và Đồng Tháp<sup>20,21</sup>. Nước dưới đất có nồng độ As cao được khai thác chủ yếu ở độ sâu 15 – 70 m, thuộc tầng chứa nước tuổi từ Pleistocen muộn đến Holocen<sup>22</sup>. Về nguồn gốc và cơ chế giải phóng As ở hai khu vực đồng bằng này đã cho những kết quả tương đồng với các nghiên cứu trên thế giới như As tồn tại trong oxit sắt và pyrite thuộc thành phần trầm tích của tầng chứa nước và bị giải phóng do quá trình khử oxit sắt và oxi hóa pyrite<sup>5,20,23,24</sup>. Bên cạnh đó, một số phát hiện quan trọng cũng đã được công bố như mối liên quan giữa As với môi trường trầm tích, ảnh hưởng của yếu tố và quá trình địa chất và địa chất thủy văn đến nồng độ As trong nước dưới đất và ảnh hưởng của khai thác nước dưới đất đến dịch chuyển As từ tầng chứa nước Holocen vào tầng Pleistocen<sup>25–28</sup>.

Ở Đắk Nông, hàm lượng As trong nước dưới đất được phát hiện vượt nhiều lần giá trị cho phép trong ăn uống và sinh hoạt theo QCVN 01:2009/BYT, QCVN 02:2009/BYT (10 ppb) trong nhiều đợt kiểm tra nhanh của Trung tâm Y tế dự phòng tỉnh Đắk Nông<sup>29</sup>. Năm 2008, kết quả phân tích nhanh 374 mẫu nước giếng cho thấy hàm lượng As dao động trong khoảng 0,25 đến 85 ppb, trong đó có 22 mẫu nồng độ vượt giá trị cho phép nhiều lần<sup>30</sup>. Sau đó, đến thời điểm năm 2017, kết quả phân tích nhanh trong nước sau xử lý của các trạm cấp nước tập trung khai thác nước dưới đất ở xã Đức Xuyên (Krông Nô) đã có nồng độ As cao hơn giá trị cho phép từ 2 – 7 lần và có mẫu lên đến 19 lần<sup>31</sup>. Năm 2018, kết quả phân tích nhanh nồng độ As trong nước sau xử lý của các trạm cấp nước tập trung khai thác nước dưới đất xã Đắk Gàn – Đắk Mil cao gấp 3 lần giới hạn cho phép<sup>29</sup>. Gần đây nhất, vào năm 2019, trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu của Viện Kỹ thuật Nhiệt đới và Bảo vệ Môi trường đã phân tích hơn 650 mẫu từ các giếng khai thác nước dưới đất cho thấy: trong tổng số 650 mẫu có 44 mẫu có nồng độ As vượt giá trị cho phép phân bố tập trung các tại các huyện Đắk Mil, Cư Jút, Krông Nô, Đắk Glong và thành phố Gia Nghĩa, và có nhiều giếng phát hiện vượt QCVN 09-MT:2015/BTNMT (50 ppb)<sup>31</sup>. Hiện nay các trạm cấp nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Đắk Nông đã và đang áp dụng các giải pháp kỹ thuật xử lý As đạt tiêu chuẩn, nhưng các giếng cá nhân thì không được người dân quan tâm xử lý vì phải tốn chi phí cho đầu tư ban đầu và vận hành<sup>29</sup>.

Đắk Nông là một tỉnh chủ yếu sản xuất nông nghiệp và chế biến nông nghiệp quy mô nhỏ nên nhu cầu sử dụng nước là rất lớn, trong đó nước dưới đất chiếm vai trò chủ đạo<sup>32</sup>. Do đó, xác định nguồn gốc dị thường As trong nước dưới đất là hết sức cần thiết để chính

quyển và người dân tỉnh Đắk Nông có định hướng các giải pháp sử dụng hợp lý tài nguyên nước.

Dị thường As trong nước dưới đất là kết quả của các nguồn tự nhiên và/hoặc do hoạt động của con người. Trong khuôn khổ bài viết, các tác giả tập trung vào vai trò của các yếu tố địa chất khu vực đến dị thường As.

## CƠ SỞ TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Cơ sở tài liệu

Đắk Nông là một tỉnh cao nguyên nằm phía Nam của Trường Sơn Nam có ranh giới tiếp giáp với Campuchia, và với các tỉnh Đắk Lắk, Lâm Đồng, Bình Phước của Việt Nam<sup>33</sup>. Dựa vào các đặc điểm kiến trúc - hình thái từ Bắc vào Nam phân chia các vùng khác nhau, Đắk Nông có diện tích trọn trên Cao nguyên bazan Đắk Nông với địa hình dạng vòm lớn, cao từ 150 - 200m ở phần rìa đến 900m ở trung tâm, đồng thời cũng là vùng phân thủy của hai lưu vực sông Đồng Nai và sông Srê Pok<sup>34</sup>. Đặc điểm tự nhiên trên giúp cho tác giả tập trung vào vai trò của các yếu tố địa chất liên quan đến dị thường As.

Từ đó tài liệu nghiên cứu được lựa chọn dựa trên các kết quả nghiên cứu và phân tích nồng độ As trong nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Đắk Nông từ Báo cáo khoa học đề tài cấp tỉnh Điều tra đánh giá thực trạng ô nhiễm As trong nguồn nước ở một số vùng trên địa bàn tỉnh Đắk Nông và đề xuất giải pháp công nghệ xử lý năm 2019 của Trần Tuấn Việt, bản đồ địa chất 1/200.000, bản đồ địa chất tỷ lệ 1/50.000, báo cáo thành lập bản đồ Địa chất thủy văn – Địa chất công trình tỷ lệ 1/50.000 tỉnh Đắk Nông, bản đồ phân vùng kiến tạo Nam Việt Nam tỷ lệ 1/500.000, bản đồ sinh khoáng Nam Việt Nam tỷ lệ 1/500.000. Trên cơ sở đó, các tác giả, phân tích, tổng hợp và xử lý số liệu, tài liệu để đánh giá vai trò của các yếu tố địa chất khu vực đến dị thường hàm lượng As trong nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Đắk Nông.

### Phương pháp thu thập, tổng hợp xử lý tài liệu, số liệu

Phương pháp thu thập, tổng hợp xử lý tài liệu, số liệu được thực hiện dựa trên cơ sở tài liệu nghiên cứu được lựa chọn như đã nêu ở trên. Các số liệu kết quả phân tích nồng độ As được tổng hợp thành các bảng dữ liệu trên Excel để tiện ích trong việc phân tích, vẽ biểu đồ và thành lập các cơ sở dữ liệu trên phần mềm GIS. Các tài liệu bản đồ được tổng hợp trên các phần mềm thành lập bản đồ thống nhất với nhau về dữ liệu và hệ tọa độ để chuyển sang các phần mềm GIS phục vụ việc phân tích dữ liệu thuộc tính, chồng lớp bản đồ, phân tích bản đồ và thành lập bản đồ.

### Phương pháp Geographic Information System (GIS)

Các bản đồ được thu thập sau khi đã tổng hợp được nhập vào phần mềm GIS, cụ thể là phần mềm Map-Info 15.0 làm nền tảng thực hiện phương pháp GIS. Đầu tiên, các dữ liệu đầu vào phải được chuẩn hoá và hoàn chỉnh thành các cơ sở dữ liệu theo từng đối tượng dưới dạng các lớp thông tin đồng nhất về dữ liệu không gian và thuộc tính như: vị trí giếng lấy mẫu As, thành tạo địa chất, đơn vị chứa nước dưới đất, kiến tạo đứt gãy, sinh khoáng, magma xâm nhập, magma phun trào, nền địa hình, .... Sau đó, các bước phân tích bằng các công cụ trên phần mềm GIS được triển khai như: truy vấn, cập nhật và thống kê, ... cho phép khoanh vùng các khu vực dị thường một cách chính xác và rõ ràng. Tiếp theo, công cụ phân tích không gian như: chồng lớp dữ liệu không gian, hiển thị chuyên đề dữ liệu, mô phỏng dữ liệu, ... sẽ cho các kết quả phân tích mối quan hệ khu vực dị thường với từng yếu tố địa chất hay nhóm yếu tố địa chất. Sau cùng, các công cụ tổng hợp cho phép thành lập các bản đồ chuyên đề theo các kết quả phân tích và đánh giá mà trong nghiên cứu này là thành lập sơ đồ dị thường As tỉnh Đắk Nông tỷ lệ 1/200.000.

### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### Các yếu tố địa chất liên quan đến sự hình thành dị thường As

Dựa vào các kết quả nghiên cứu và xử lý tài liệu, số liệu cho thấy các yếu tố địa chất liên quan đến sự hình thành dị thường As trong nước dưới đất, bao gồm:

#### Yếu tố magma (gồm magma xâm nhập và magma phun trào)

Hoạt động magma xâm nhập được tìm thấy thông qua các phức hệ Định Quán Jura muộn ( $\gamma\delta J_3 dq$ ) và phức hệ Cà Ná Creta muộn ( $\gamma K_2 cn$ ). Các hoạt động magma xâm nhập này xuyên cắt và gây biến chất sùng hóa mạnh mẽ các đá trầm tích hệ tầng La Ngà ( $J_2 ln$ ) và bị phủ bởi các đá bazan hệ tầng Túc Trưng ( $N_2-Q_1 tt$ ). Riêng phức hệ Cà Ná Creta muộn ( $\gamma K_2 cn$ ) lộ lên trên các huyện Krông Nô, Đắk Glong<sup>35-37</sup>.

Hoạt động magma phun trào mà sản phẩm là các thành tạo bazan bao phủ trên phần lớn diện tích tỉnh Đắk Nông. Các vị trí phun trào magma được tìm thấy trên Hệ tầng Xuân Lộc, bazan ( $Q_{II} xl$ ) thuộc huyện Đắk Mil và Krông Nô. Riêng miệng núi lửa công viên Địa chất Đắk Nông nằm trên Hệ tầng Túc Trưng, bazan ( $N_2-Q_1 tt$ ) thuộc huyện Cư Jút<sup>35-37</sup>. Các hoạt động magma xâm nhập và phun trào trên tỉnh Đắk Nông tập trung tại các huyện Cư Jút, Đắk Mil và Krông Nô.

#### Yếu tố đứt gãy kiến tạo

Tỉnh Đắk Nông nằm trên phần rìa phía Tây Bắc của đới Đà Lạt theo phân chia đơn vị kiến trúc kiến tạo và đứt gãy của Nguyễn Xuân Bao, 2001. Trong Đới Đà Lạt có ba phụ đới Sre Pok, phụ đới Phan Thiết và phụ đới Biên Hòa hội tụ trên địa bàn 3 huyện Cư Jút, Đắk Mil và Krông Nô của tỉnh Đắk Nông dịch chuyển trở, sụt và ngang theo các hướng khác nhau tạo sự các hoạt động địa chất phức tạp các khu vực liên quan. Riêng phụ đới Sre Pok được chia thành ba khối kiến tạo phức tạp trong đó có hai khối cửa sổ Đak Lin và khối Bản Đôn nằm trên huyện Cư Jút, Đắk Mil của tỉnh Đắk Nông<sup>38</sup>.

Tương ứng các đơn vị kiến trúc kiến tạo là các đứt gãy và đới đứt gãy phát triển trên địa bàn tỉnh Đắk Nông và khu vực rất phức tạp. Đứt gãy Đắk Mil – Bình Châu (F13) nằm trong nhóm đứt gãy có phương kinh tuyến, có chiều dài hơn 250 km, có các hệ thống khe nứt dọc theo chủ yếu là phía đông đứt gãy trong phạm vi 30km và trong tỉnh Đắk Nông đi qua các huyện Đắk Mil, Gia Nghĩa. Đứt gãy Tuy Hòa – Biên Hòa (F20) nằm trong nhóm đứt gãy có phương Đông Bắc – Tây Nam, có chiều dài hơn 400km và trong tỉnh Đắk Nông chỉ đi qua huyện Đắk Glong. Đới đứt gãy Đắk Mil – Krông Bông (F29) thuộc nhóm đứt gãy theo phương vĩ tuyến, có chiều dài hơn 100km, có chiều rộng đới hơn 25km và trong tỉnh Đắk Nông đi qua các huyện Cư Jút, Đắk Mil và Krông Nô.

#### Yếu tố thành tạo địa chất

Các thành tạo địa chất trên địa bàn tỉnh Đắk Nông được xếp từ già đến trẻ như sau: hệ tầng Dray Linh ( $J_1 dl$ ), hệ tầng La Ngà ( $J_2 ln$ ), bazan hệ tầng Đại Nga ( $N_2 dn$ ), bazan hệ tầng Túc Trưng ( $N_2-Q_1 tt$ ), bazan hệ tầng Xuân Lộc ( $Q_1^2 xl$ ), trầm tích sông Holocen hạ - trung ( $aQ_2^{1-2}$ ), trầm tích sông - đầm lầy Holocen trung thượng ( $abQ_2^{2-3}$ ), trầm tích sông Holocen thượng ( $aQ_2^3$ ). Trong đó, các thành tạo bazan phần bố phần lớn diện tích tỉnh Đắk Nông và phủ trực tiếp lên hệ tầng La Ngà và Dray Linh. Hệ tầng La Ngà phần bố chủ yếu trên tỉnh Đắk Nông nhưng chỉ lộ ra rải rác ở các thung lũng phía Đông. Hệ tầng Dray Linh phần bố trên diện tích rất nhỏ chủ yếu ở phía Bắc. Các trầm tích tuổi Holocen phần bố chủ yếu ở các thung lũng, dọc theo sông suối và đầm lầy.

Các magma xâm nhập trên địa bàn tỉnh Đắk Nông bao gồm phức hệ Định Quán, tuổi Jura muộn ( $\gamma\delta J_3 dq$ ), và phức hệ Cà Ná, tuổi Creta muộn ( $\gamma K_2 cn$ ). Các magma xâm nhập xuất lộ lên bề mặt chủ yếu ở trung tâm và rải rác từng khối nhỏ chủ yếu ở phía Đông tỉnh. Đá của các magma xuyên cắt và gây sùng hóa mạnh mẽ các đá trầm tích hệ tầng La Ngà.

### **Yếu tố sinh khoáng**

Tương tự với đơn vị kiến trúc kiến tạo và đứt gãy, tỉnh Đắk Nông nằm trên rìa phía Tây Bắc đới sinh khoáng Đà Lạt, nơi có nhiều biểu hiện sinh khoáng của khu vực. Tại đây As được phát triển các mạch thạch anh, đới mạch thạch anh chứa sulfur hoặc các mạch thạch anh-turmalin chứa sulfur hoặc ổ, khe nứt lấp đầy arsenopyrit. Thành phần khoáng vật quặng gồm arsenopyrit, pyrit, galenit, sphalerit, calcopyrit, đôi khi có pyrotin. Các khoáng vật quặng thứ sinh: scorodit, limonit. Hàm lượng các nguyên tố trong quặng (%): As 0,1-13,83, trung bình 2-4; Cu 0,1-0,95; Pb 0,1-10,9, trung bình 0,3; Zn 0,1; Sn 0,05. Các mạch này chủ yếu phát triển trong các đứt gãy, khe nứt trong thành tạo trầm tích tuổi Jura, và thành tạo địa chất đá bazan và bề mặt tiếp xúc với các khối magma xâm nhập<sup>38</sup>.

Ngoài ra As còn được phát triển trong các điểm quặng Vàng - thạch anh - sulfur dạng mạch và Vàng - thạch anh dạng mạch. Trong các điểm quặng này, tổ hợp nguyên tố chính là As, Fe, S, Au; tổ hợp nguyên tố phụ: Cu, Pb, Zn, Ag. Tổ hợp khoáng vật chủ yếu là thạch anh (95-80%), arsenopyrit (5 - 20%), vàng tự sinh; thứ yếu là pyrit; rất hiếm gặp galenit, calcopyrit, sphalerit, electrum. Các điểm quặng này tập trung nhiều dọc theo sông Srê Pok trên địa bàn tỉnh Đắk Nông (các huyện Krông Nô, Đắk Glong và thành phố Gia Nghĩa), Lâm Đồng và Đắk Lắk<sup>38</sup>.

### **Yếu tố địa chất thủy văn**

Trên địa bàn tỉnh Đắk Nông có 8 đơn vị địa chất thủy văn, cụ thể như sau: Phức hệ chứa nước lỗ hổng trầm tích đệ tứ (Q), Tầng chứa nước khe nứt lỗ hổng các đá phun trào bazan plioxen - pleistoxen ( $\beta N_2-Q_1$ ), Tầng chứa nước khe nứt lỗ hổng các đá phun trào bazan plioxen  $\beta N_2$ , Tầng chứa nước khe nứt lỗ hổng các đá phun trào bazan mioxen trên - plioxen  $\beta$ , Tầng chứa nước via lỗ hổng trầm tích mioxen trên - plioxen ( ), Phức hệ chứa nước khe nứt via trầm tích Jura, đới chứa nước khe nứt phong hóa của đá macma xâm nhập, và đới chứa nước khe nứt các đứt gãy kiến tạo. Trong các tầng chứa nước thì tầng chứa nước khe nứt bazan (bao gồm các đới đứt gãy) có diện phân bố rộng, liên tục và bao phủ gần hết diện tích khu vực tỉnh Đắk Nông với trữ lượng phong phú nên được lựa chọn khai thác chủ yếu<sup>39</sup>. Tầng chứa nước khe nứt trầm tích Jura và tầng lỗ hổng trầm tích Holocen được lựa chọn khai thác thứ yếu vì mức độ phong phú nước không đều, phân bố không rộng rãi hoặc nghèo nước<sup>40</sup>.

### **Dị thường As trong nước dưới đất**

Theo kết quả tổng hợp các số liệu phân tích mẫu của 656 mẫu nước dưới đất (tương ứng 656 giếng khai

thác) cho thấy: có 10/656 giếng có hàm lượng As trong nước dưới đất từ 50 ppb trở lên với giá trị lớn nhất đạt 592,53 ppb không đạt chất lượng nước dưới đất theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dưới đất số: QCVN 09-MT:2015/BTNMT, có 34/656 giếng có giá trị As trong nước từ 10 ppb đến 50 ppb không đạt chất lượng ăn uống và sinh hoạt theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống số QCVN 01:2009/BYT, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt số QCVN 02:2009/BYT, có 160/656 giếng có giá trị As trong nước từ 1ppb đến 10ppb đạt chất lượng nước nói chung nhưng ở ngưỡng đáng báo động, có 452/656 giếng có giá trị hàm lượng As trong nước dưới 1 ppb hoặc không phát hiện<sup>41</sup>. Sơ đồ phân bố các vùng dị thường As tỉnh Đắk Nông được thể hiện tại Hình 1 và Hình 2.

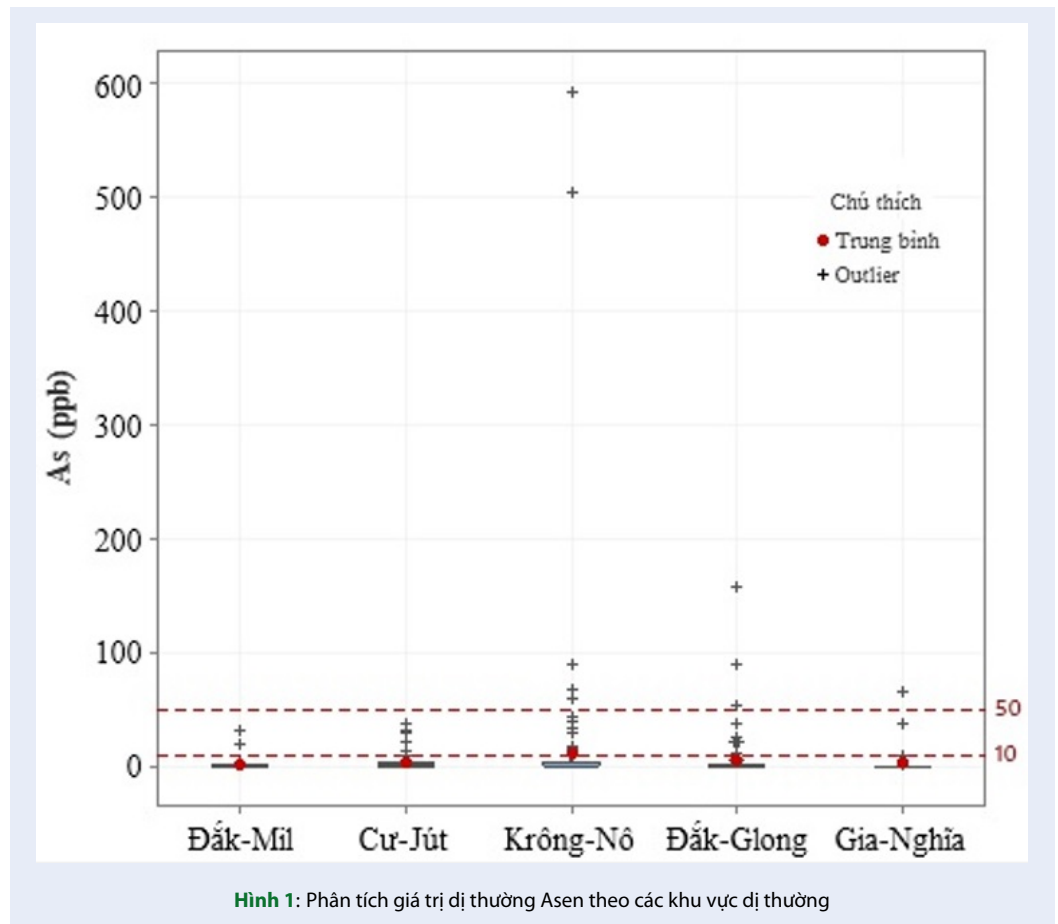
Như vậy về vị trí, các giếng có nồng độ As trong nước dưới đất trên 10 ppb tập trung 4 khu vực: khu vực huyện Cư Jút (khu vực Cư Jút), khu vực huyện Đắk Mil và Krông Nô (khu vực Đắk Mil - Krông Nô), khu vực huyện Krông nô và Đắk Glong (khu vực Krông Nô - Đắk Glong), và khu vực thành phố Gia Nghĩa (khu vực Gia Nghĩa) (Hình 1). Các giếng có nồng độ As thấp hoặc không phát hiện nằm rải rác trên toàn tỉnh.

Về độ sâu khai thác, các giếng có nồng độ As trên 10 ppb có độ sâu phân bố rải rác từ 2-3m đến gần 100m. Các giếng có nồng độ As thấp hoặc không phát hiện có độ sâu phân bố từ 2 - 3m đến hơn 150m<sup>41</sup>. Danh mục các giếng dị thường Asen trên địa bàn tỉnh Đắk Nông được thể hiện tại phụ lục.

### **Vai trò của các yếu tố địa chất đến sự hình thành dị thường As**

#### **Vai trò của yếu tố magma (magma xâm nhập và magma phun trào)**

Yếu tố magma, bao gồm magma xâm nhập và magma phun trào là yếu tố chính trong quá trình hình thành các dị thường, điểm sinh khoáng... thông qua các hoạt động magma, các đứt gãy và các hoạt động nhiệt dịch sau magma. Dựa trên kết quả phân tích mối quan hệ giữa vị trí các giếng khai thác có dị thường As trong nước dưới đất với yếu tố magma, bao gồm magma xâm nhập và magma phun trào (Hình 2) cho thấy sự phân bố khu vực dị thường As có liên quan đến yếu tố magma. Theo đó, các khu vực magma xâm nhập liên quan đến hai trong bốn khu vực dị thường As là: khu vực Đắk Mil - Krông Nô, khu vực Krông Nô - Đắk Glong, cụ thể là các giếng dị thường As nằm trên vùng trung tâm hoạt động xâm nhập. Các khu vực magma phun trào liên quan đến hai trong bốn khu



Hình 1: Phân tích giá trị dị thường Asen theo các khu vực dị thường

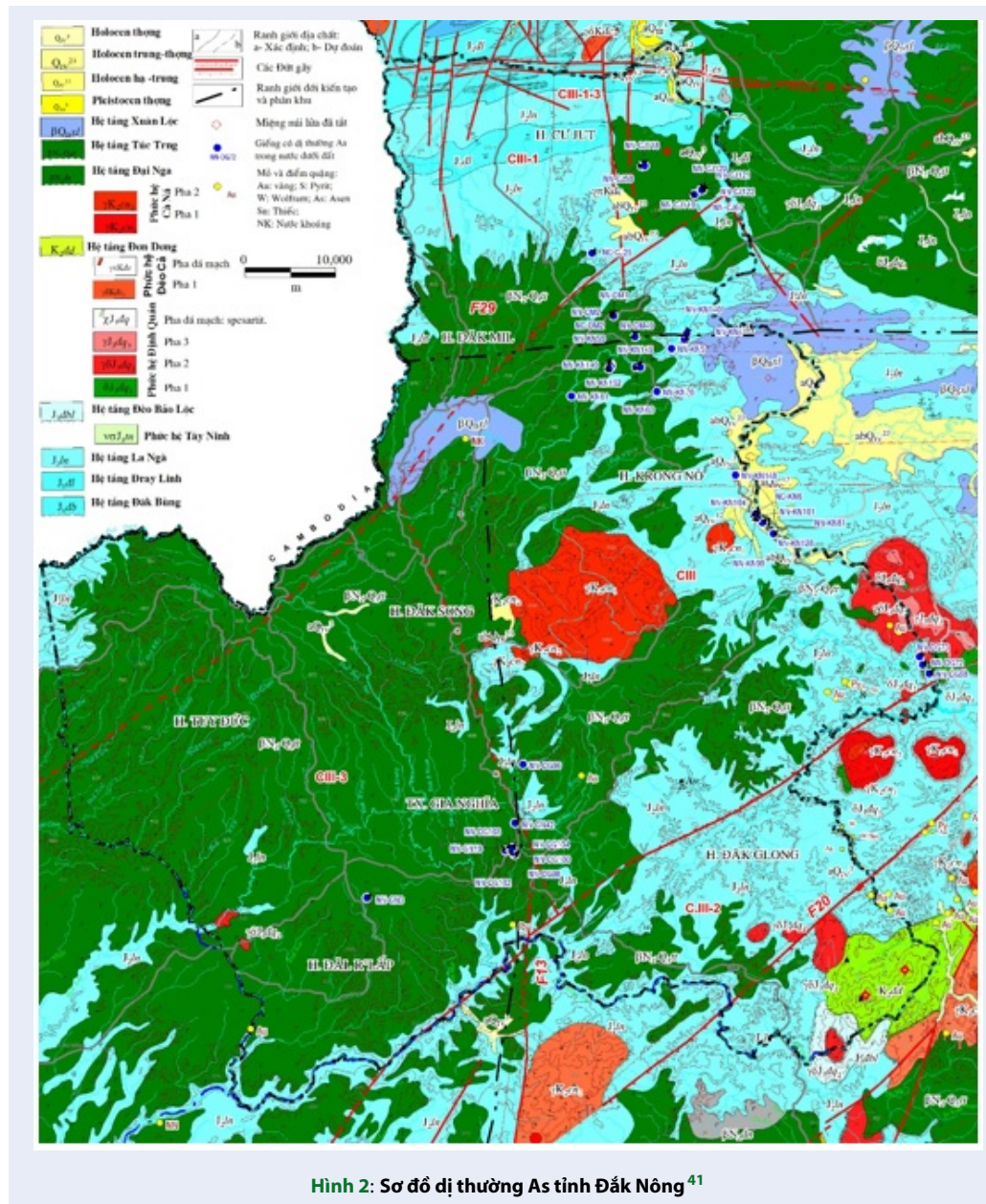
vực dị thường As là: khu vực Cư Jút và khu vực Đắk Mil – Krông Nô, cụ thể là các giếng phân bố gần vị trí magma phun trào.

### Vai trò của yếu tố đứt gãy kiến tạo

Yếu tố đứt gãy kiến tạo là kênh dẫn nguồn As từ quá trình nội sinh của hoạt động magma và nhiệt dịch sau magma. Trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa các yếu tố đứt gãy kiến tạo với vị trí các giếng khai thác có dị thường As trong nước dưới đất (Hình 2) cho thấy yếu tố này liên quan hai trong bốn khu vực có dị thường As. Cụ thể khu vực Đắk Mil – Krông Nô với 22/44 giếng dị thường As nằm trên đới đứt gãy kiến tạo F29 và phần đầu phía bắc đứt gãy F13. Khu vực Gia Nghĩa với 12/44 giếng dị thường As nằm trên đứt gãy F13. Kết quả này cho thấy các dị thường As trong nước dưới đất có liên quan trực tiếp đến các mạch nhiệt dịch phát triển trong các đứt gãy và khe nứt.

### Vai trò của yếu tố thành tạo địa chất và các tầng chứa nước

Theo kết quả tổng hợp các số liệu phân tích hàm lượng As của các mẫu trong 656 giếng khai thác nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Đắk Nông và phân tích tài liệu, số liệu trên các bản đồ địa chất tỷ lệ 1/200.000, bản đồ địa chất biên hội 1/50.000, bản đồ địa chất thủy văn tỷ lệ 1/50.000 cho thấy nước dưới đất trong giếng khai thác liên quan đến các đơn vị địa chất thủy văn cũng như các thành tạo địa chất tương ứng. Nước trong các giếng khai thác có vị trí trên đá bazan thì sẽ được khai thác từ các tầng chứa nước khe nứt bazan tương ứng là các thành tạo đá bazan vì đây là các tầng chứa nước phong phú và chất lượng tốt. Nước trong các giếng khai thác có vị trí trên thành tạo địa chất trầm tích tuổi Jura sẽ được khai thác từ các tầng chứa nước khe nứt trầm tích tuổi Jura tương ứng là các thành tạo địa chất tuổi Jura mặc dù đây là các tầng chứa nước nghèo nước (các khu vực này không có các tầng chứa nước khe nứt bazan). Tương tự, nước trong các giếng khai thác có vị trí trên các thành tạo địa chất trầm tích Holocen sẽ được khai thác từ các tầng chứa nước



Hình 2: Sơ đồ địa thường As tỉnh Đắk Nông<sup>41</sup>

lỗ hồng trăm tích Holocen và tầng chứa nước khe nứt trăm tích tuổi Jura tương ứng là các thành tạo địa chất trăm tích Holocen và Jura mặc dù đây là các tầng chứa nước nghèo nước và riêng tầng chứa Holocen có chiều dày không đáng kể. Ngoài ra, nước trong một số các giếng kể trên có vị trí trong các đứt gãy F13 hoặc đới đứt gãy F29 được khai thác từ các tầng chứa liên quan đến các đứt gãy.

Như vậy các dị thường As trong nước dưới đất của giếng khai thác không theo quy luật của độ sâu giếng, và các tầng chứa nước tương ứng với các thành tạo địa chất. Sự không theo quy luật này cùng với các tài

liệu địa chất được thu thập có thể được giải thích là sự di chuyển của As vào các tầng chứa nước thông qua các mạch nhiệt dịch phát triển trong các đứt gãy kiến tạo, khe nứt và bề mặt tiếp xúc của các thành tạo với các magma xâm nhập. Điều này phù hợp với kết luận từ nhiều nghiên cứu là As phát triển trong các mạch thạch anh, đới mạch thạch anh trong các thành tạo trăm tích hệ tầng La Ngà, trong các đá phun trào, và trong các đá xâm nhập, là các mạch chứa sulfur hoặc các mạch thạch anh-turmalin chứa sulfur hoặc ô, khe nứt lấp đầy arsenopyrit và As chiếm 0,1-13,83%<sup>38</sup>.

### Vai trò của yếu tố sinh khoáng

Sự phân bố các khu vực dị thường As có liên quan chặt chẽ đến các điểm quặng và các mạch nhiệt dịch. Cụ thể, dị thường hàm lượng As ở Cư Jút liên quan đến các điểm quặng Vàng - thạch anh - sulfur dạng mạch và Vàng - thạch anh dạng mạch thuộc Công viên Địa chất Đắk Nông và các mạch nhiệt dịch theo đới đứt gãy F29. Khu vực Đắk Mil - Krông Nô có liên quan đến các điểm quặng Vàng - thạch anh - sulfur dạng mạch và Vàng - thạch anh dạng mạch tại xã Nam Đà, Buôn Choah đồng thời với các mạch nhiệt dịch theo đới đứt gãy F29. Khu vực Krông Nô - Đắk Glong liên quan đến các điểm quặng Vàng - thạch anh - sulfur dạng mạch và Vàng - thạch anh dạng mạch tại xã Đức Xuyên và hơn 10 điểm quặng vàng tương tự các xã giáp ranh thuộc tỉnh Lâm Đồng. Như vậy trong bốn khu vực có dị thường hàm lượng As trong nước dưới đất thì đã có ba khu vực dị thường liên quan đến hoạt động sinh khoáng.

Tóm lại, kết quả phân tích dữ liệu GIS trên cơ sở tài liệu thu thập các dị thường hàm lượng As trong nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Đắk Nông có nguồn gốc từ các các mạch nhiệt dịch phát triển trong các đứt gãy, khe nứt và bề mặt tiếp xúc của các thành tạo với các magma xâm nhập. Sự liên kết giữa các dị thường hàm lượng As trên địa bàn tỉnh Đắk Nông và các yếu tố địa chất được thể hiện tại Bảng 1.

### KẾT LUẬN

Trên địa bàn tỉnh Đắk Nông dị thường As trong nước dưới đất tập trung ở bốn khu vực vùng Cư Jút, Đắk Mil - Krông Nô, Krông Nô - Đắk Glong và Gia Nghĩa. Các yếu tố địa chất được xác định có liên quan đến sự tích lũy As trong nước dưới đất bao gồm đứt gãy và đới đứt gãy, sinh khoáng, magma xâm nhập và magma phun trào. Các khu vực dị thường As Cư Jút, Đắk Mil - Krông Nô và Krông Nô - Đắk Glong liên quan đến ba yếu tố địa chất: đứt gãy kiến tạo, sinh khoáng, và magma (bao gồm magma xâm nhập và magma phun trào). Khu vực dị thường As Gia Nghĩa liên quan đến hai yếu tố địa chất: đứt gãy kiến tạo và sinh khoáng. Kết quả trên là định hướng khoa học để nghiên cứu cụ thể và chi tiết nguồn gốc các dị thường As khu vực tỉnh Đắk Nông.

### LỜI CẢM ƠN

Bài báo được thực hiện từ kết quả nghiên cứu đề tài cấp trường “Nghiên cứu đặc điểm địa chất thủy văn tỉnh Đắk Nông” chủ trì đề tài Huỳnh Tiến Đạt. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. HCM đã hỗ trợ kinh phí thực hiện đề tài.

### DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

BTNMT: Bộ Tài nguyên và Môi trường

BYT: Bộ Y tế

GIS: Hệ thống thông tin địa lý

MT: Môi trường

TCVN: Tiêu chuẩn Việt Nam

QCVN: Quy chuẩn Việt Nam

US EPA: Cơ quan Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ

WHO: Tổ chức Y tế thế giới

### XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam kết không mâu thuẫn quyền lợi và nghĩa vụ của các thành viên.

### ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: Hoàng Thị Thanh Thủy, Huỳnh Tiến Đạt, Bùi Thế Vinh;

Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: Bùi Thế Vinh, Trịnh Hồng Phương, Huỳnh Tiến Đạt;

Thu thập, phân tích, xử lý số liệu: Lê Quang Luật, Phan Nam Long, Từ Thị Cẩm Loan, Trần Tuấn Việt;

Viết bản thảo bài báo: Huỳnh Tiến Đạt, Trịnh Hồng Phương, Trần Tuấn Việt;

Chỉnh sửa bài báo: Hoàng Thị Thanh Thủy, Trần Tuấn Việt .

### PHỤ LỤC

Bảng 2

**Bảng 1: Sự liên hệ giữa các dị thường hàm lượng As trên địa bàn tỉnh Đắk Nông và các yếu tố địa chất**

Khu vực dị thường As		Các yếu tố địa chất liên quan		
	Yếu tố thành tạo địa chất và các tầng chứa nước	Yếu tố Đứt gãy kiến tạo	Yếu tố sinh khoáng	Yếu tố magma
Cư Jút	Chưa xác định	Các giếng dị thường As phân bố hoàn toàn trên đới đứt gãy F29	Các giếng dị thường As phân bố hoàn toàn trên mạch nhiệt dịch thuộc đới đứt gãy F29 và các điểm quặng vàng dạng mạch thuộc Công viên Địa chất Đắk Nông	Các giếng dị thường As phân bố gần điểm phun trào magma thuộc Công viên Địa chất Đắk Nông
Đắk Mil – Krông Nô	Chưa xác định	Các giếng dị thường As phân bố hoàn toàn trên đới đứt gãy F29	Các giếng dị thường As phân bố hoàn toàn trên mạch nhiệt dịch thuộc đới đứt gãy F29 và các điểm quặng vàng dạng mạch tại xã Nam Đà, Buôn Choah	Các giếng dị thường As phân bố gần điểm phun trào magma thuộc huyện Krông Nô
Krông Nô – Đắk Glong	Chưa xác định		Các giếng dị thường As phân bố gần các điểm quặng vàng dạng mạch tại xã Đức Xuyên, huyện Krông Nô và các xã giáp ranh thuộc tỉnh Lâm Đồng	Các giếng dị thường As phân bố gần khối magma xâm nhập thuộc huyện Krông Nô, Đắk Glong và các huyện giáp ranh thuộc tỉnh Lâm Đồng
Gia Nghĩa	Chưa xác định	Các giếng dị thường As phân bố hoàn toàn trên đới đứt gãy F13	Các giếng dị thường As phân bố hoàn toàn trên mạch nhiệt dịch thuộc đới đứt gãy F13	



**Bảng 2:** Danh mục các giếng dị thường as tỉnh Đắk Nông<sup>41</sup>

STT	Số hiệu	X	Y	Địa danh	Loại giếng	Độ sâu (m)	Nồng độ As (ppb)
1	NN-KN100	437.983,42	1.364.392,18	Krông Nô	Khoan	60	592,53
2	NN-KN93	437.998,39	1.364.373,67	Krông Nô	khoan	65	504,00
3	NC-KN6	437.981,48	1.364.914,53	Krông Nô	Khoan	50	159,76
4	NN-DG68	456.884,96	1.347.028,38	Đắk Glong	Đào	3	157,82
5	NN-KN101	438.004,65	1.364.453,64	Krông Nô	Đào	5	90,35
6	NN-DG96	347.938,73	1.347.568,83	Đắk Glong	Đào	4	89,57
7	NN-KN104	437.935,38	1.364.561,31	Krông Nô	Khoan	20	67,84
8	NN-GN42	410.943,34	1.331.115,10	Gia Nghĩa	Khoan	50	66,64
9	NN-KN127	438.698,39	1.363.917,45	KRông Nô	Đào	2	59,01
10	NN-DG103	347.416,04	1.348.244,69	Đắk Glong	Đào	5	53,95
11	NN-KN59	422.216,96	1.381.668,61	Krông Nô	Khoan	70	44,30
12	NN-KN99	437.974,36	1.364.422,96	Krông Nô	Khoan	70	3,,24
13	NN-CJ120	432.443,22	1.400.759,08	Cư Jút	Khoan	50	37,78
14	NN-DG102	347.647,25	1.347.929,93	Đắk Glong	Đào	6	37,29
15	NN-GN19	409.884,67	1.328.088,41	Gia Nghĩa	Khoan	75	36,82
16	NN-KN152	421.983,08	1.381.162,25	KRông Nô	Khoan	55	33,36
17	NN-CJ67	432.467,42	1.400.755,93	Cư Jút	Khoan	80	32,15
18	NN-CJ121	432.618,37	1.400.829,35	Cư Jút	Khoan	50	31,06
19	NN-DM49	526.906,26	1.704.653,57	Đắk Mil	Khoan	45	31,01
20	NN-KN5	428.926,97	1.383.295,38	Krông Nô	khoan	90	30,06
21	NN-CJ118	426.198,54	1.403.534,00	Cư Jút	Khoan	100	29,61
22	NN-DG98	347.899,92	1.347.661,31	Đắk Glong	Đào	3	25,64
23	NN-DG73	455.860,04	1.348.907,36	Đắk Glong	Khoan	45	20,68
24	NN-CJ119	431.690,83	1.400.284,53	Cư Jút	Khoan	39	20,68
25	NN-DG104	347.364,79	1.348.269,52	Đắk Glong	Đào	11	20,64
26	NN-DG100	347.872,66	1.347.652,15	Đắk Glong	Đào	8	20,64
27	NN-CJ122	432.503,60	1.400.755,84	Cư Jút	Khoan	70	20,21
28	NN-DM1	422.566,32	1.386.968,43	Đắk Mil	Khoan	60	19,37
29	NN-DM2	422.566,32	1.386.968,43	Đắk Mil	Khoan	65	18,67
30	NN-KN76	427.251,58	1.378.585,70	Krông Nô	Khoan	65	18,23
31	NC-DM2	422.566,32	1.386.968,43	Đắk Mil	Khoan	120	17,66
32	NN-KN4	430.375,58	1.384.281,24	Krông Nô	khoan	40	17,62
33	NN-KN61	417.807,70	1.378.196,16	Krông Nô	Khoan	40	15,19
34	NN-CJ59	425.899,70	1.403.476,48	Cư Jút	khoan	90	14,39
35	NN-KN81	438.671,27	1.363.948,25	Krông Nô	Khoan	74	14,34
36	NN-KN145	425.440,59	1.381.279,11	Krông Nô	Khoan	65	14,08
37	NN-KN128	439.907,44	1.362.722,79	Krông Nô	Đào	7	12,87
38	NN-KN140	430.612,62	1.384.950,60	Krông Nô	Khoan	60	12,67
39	NN-KN148	435.776,60	1.369.251,94	Krông Nô	Khoan	60	11,83
40	NN-DG72	456.157,98	1.348.024,97	Đắk Glong	Đào	10	10,75
41	NN-GN3	394.527,13	1.323.095,58	Gia Nghĩa	Khoan	100	10,54
42	NN-KN63	424.948,65	1.381.335,70	Krông Nô	Khoan	65	10,40
43	NN-KN149	422.186,00	1.381.395,23	KRông Nô	Khoan	60	10,33
44	NC-CJ25	420.306,48	1.393.934,80	Cư Jút	Khoan	80	10,00

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Mason B. Principles of geochemistry [2d ed.]: New York, John Wiley & Sons, Inc. 1958; 310p.
- Taylor SR. The abundance of chemical elements in the continental crust - a new table: *Geochim. Et Cosmochim. 1964; Acta*, v.28, p. 1273 - 1285; Available from: [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(64\)90129-2](https://doi.org/10.1016/0016-7037(64)90129-2).
- Vinogradov AP. Average contents of chemical elements in the principal types of igneous rocks of the earth's crust: *Geokhimiya. 1962*, no. 7, p. 555 - 571 (in Russian); translation in *Geochemistry. 196; 20*, 7, 641 - 664.
- Raymond LP. Data of Geochemistry (Sixth Edition) - Chapter D. Composition of the Earth's Crust. United States Government Printing Office, Washington. 1967.
- Kumar PR, Chaudhari S, Khilar KC, Mahajan SP. Removal of arsenic from water by electrocoagulation. *Chemosphere. 2004; 55* (9):1245-52; Available from: [10.1016/j.chemosphere.2003.12.025](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2003.12.025).
- Phuong NK, Itoi R. Source and release mechanism of arsenic in aquifers of the Mekong Delta, Vietnam. *Journal of Contaminant Hydrology. 2009; 103*(1 - 2):p. 58 - 69; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2008.09.005>.
- Chakraborty M, Mukherjee A, Ahmed KM. A review of groundwater arsenic in the Bengal Basin, Bangladesh and India: from source to sink. *Current Pollution Reports. 2015; 1*(4), 220 - 247; Available from: <https://doi.org/10.1007/s40726-015-0022-0>.
- Guo H, Wen D, Liu Z, Jia Y, Guo Q. A review of high arsenic groundwater in Mainland and Taiwan, China: distribution, characteristics and geochemical processes. *Applied Geochemistry. 2014; 41*, 196 - 217; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2013.12.016>.
- Nickson RT, McArthur JM, Shrestha B, Kyaw-Myint TO, Lowry D. Arsenic and other drinking water quality issues, Muzaffargarh District, Pakistan. *Applied Geochemistry. 2005; 20*(1), 55 - 68; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2004.06.004>.
- Rotiroti M, Sacchi E, Fumagalli L, Bonomi T. Origin of arsenic in groundwater from the multilayer aquifer in Cremona (northern Italy). *Environmental science & technology. 2014; 48*(10), 5395 - 5403; PMID: 24779916. Available from: <https://doi.org/10.1021/es405805v>.
- Aloupi M, Angelidis MO, Gavriil AM, Koulousaris M, Varnavas SP. Influence of geology on arsenic concentrations in ground and surface water in central Lesbos, Greece. *Environmental monitoring and assessment. 2009; 151*(1 - 4), 383 - 396; PMID: 18437513. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0280-z>.
- Sosa NN, Kulkarni HV, Datta S, Beilinson E, Porfido C, Spagnuolo M, Surber J. Occurrence and distribution of high arsenic in sediments and groundwater of the Claromecó fluvial basin, southern Pampean plain (Argentina). *Science of The Total Environment. 2019; 695*, 133673; PMID: 31425994. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133673>.
- Tapia J, Murray J, Ormachea M, Tirado N, Nordstrom DK. Origin, distribution, and geochemistry of arsenic in the Altiplano-Puna plateau of Argentina, Bolivia, Chile, and Perú. *Science of The Total Environment. 2019; 678*, 309 - 325; PMID: 31075598. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.084>.
- Winkel LH, Trang PTK, Lan VM, Stengel C, Amini M, Ha NT, Berg M. Arsenic pollution of groundwater in Vietnam exacerbated by deep aquifer exploitation for more than a century. *Proceedings of the National Academy of Sciences. 2011; 108*(4), 1246 - 1251; PMID: 21245347. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1011915108>.
- Pham HV, Pham TKT, Dao VN. Arsenic contamination in groundwater in the Red river delta, Vietnam—a review. *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering. 2018; 60*(1), 23 - 27; Available from: [https://doi.org/10.31276/VJSTE.60\(1\).23](https://doi.org/10.31276/VJSTE.60(1).23).
- Berg M, Tran HC, Nguyen TC, Pham HV, Schertenleib R, Giger W. Arsenic contamination of groundwater and drinking water in Vietnam: a human health threat. *Environmental science & technology. 2001; 35*(13), 2621 - 2626; PMID: 11452583. Available from: <https://doi.org/10.1021/es010027y>.
- Norrman J, Sparrenbom CJ, Berg M, Nhan DD, Nhan PQ, Rosqvist H, Harms-Ringdahl, P. Arsenic mobilisation in a new well field for drinking water production along the Red River, Nam Du, Hanoi. *Applied Geochemistry. 2008; 23*(11), 3127 - 3142; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2008.06.016>.
- Buschmann J, Berg M, Stengel C, Winkel L, Sampson ML, Trang PTK, Viet PH. Contamination of drinking water resources in the Mekong delta floodplains: Arsenic and other trace metals pose serious health risks to pollution. *Environmental International. 2008; 34*(6), 756 - 764; PMID: 18291528. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2007.12.025>.
- Merola RB, Hien TT, Quyen DTT, Vengosh A. Arsenic exposure to drinking water in the Mekong Delta. *Science of the Total Environment. 2015; 511*, 544 - 552; PMID: 25585157. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.12.091>.
- Hoang TH, Bang S, Kim KW, Nguyen MH, Dang DM. Arsenic in groundwater and sediment in the Mekong River Delta, Vietnam. *Environmental Pollution. 2010; 158*(8), 2648 - 2658; PMID: 20605297. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.05.001>.
- Erbani LE, Gorelick SM, Fendorf S. Arsenic in the multi - aquifer system of the Mekong Delta, Vietnam: analysis of large - scale spatial trends and controlling factors. *Environmental science & technology. 2014; 48*(11), 6081 - 6088; PMID: 24849074. Available from: <https://doi.org/10.1021/es403932t>.
- Oanh TTK, Van LN. High arsenic concentration in groundwater related to sedimentary facies in the Mekong River Delta, Vietnam. *Vietnam Journal of Earth Sciences. 2016; 38*(2), 178 - 187; Available from: <https://doi.org/10.15625/0866-7187/38/2/8600>.
- Nguyen MP, Kang Y, Sakurai K, Sugihara M, Kien CN, Bang ND, Ngoc HM. Arsenic contamination in groundwater and its possible sources in Hanam, Vietnam. *Environmental monitoring and assessment. 2012; 184*(7), 4501 - 4515; PMID: 21830065. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2281-6>.
- Postma D, Pham TKT, Vi ML, Nguyen TT, Larsen F, Jakobsen R. A model for the evolution in water chemistry of an arsenic contaminated aquifer over the last 6000 years, Red River floodplain, Vietnam. *Geochimica et cosmochimica acta. 2016; 195*, 277 - 292; PMID: 27867210. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.09.014>.
- Wang Y, Le Pape P, Morin G, Asta MP, King G, Bártová B, Vo PL. Arsenic speciation in Mekong Delta sediments depends on their depositional environment. *Environmental science & technology. 2018; 52*(6), 3431 - 3439; PMID: 29451383. Available from: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05177>.
- Jessen S, Larsen F, Postma D, Viet PH, Ha NT, Nhan PQ, Luu TT. Palaeo - hydrogeological control on groundwater As levels in Red River Delta, Vietnam. *Applied Geochemistry. 2008; 23*(11), 3116 - 3126; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2008.06.015>.
- Larsen F, Pham NQ, Dang ND, Postma D, Jessen S, Pham VH, Chambon J. Controlling geological and hydrogeological processes in an arsenic contaminated aquifer on the Red River flood plain, Vietnam. *Applied Geochemistry. 2008; 23*(11), 3099 - 3115; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2008.06.014>.
- Van Geen A, Bostick BC, Trang PTK, Lan VM, Mai NN, Manh PD, Stahl MO. Retardation of arsenic transport through a Pleistocene aquifer. *Nature. 2013; 501*(7466), 204; PMID: 24025840. Available from: <https://doi.org/10.1038/nature12444>.
- Tuân PH, Linh TA, Vi LTT, Quang VNV, Việt TT. Công nghệ xử lý nước nhiễm Asen phục vụ mục đích sinh hoạt quy mô hộ gia đình: trường hợp tại tỉnh Đắk Nông, Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. 2019;*

- Tập 14, Số 2;.
30. Việt TT, Nguyệt TTA, Quốc TA, Trung TĐ, Huy HN, Nie HW, Minh TQ, Nhật PH. Heavy metals contamination in groundwater resource in Đak Nong Province, Viet Nam. Vietnam Journal of Science and Technology. 2020; 58 (3A), 42 - 49; Available from: <https://doi.org/10.15625/2525-2518/58/3A/14247>.
  31. Việt TT, Quốc TA, Trung TĐ, Nguyệt TTA, Huy HN, Thành NT, Nhân NT, Tùng ĐT. Arsenic contamination of domestic water in ĐakNong Province, Viet Nam: Situation and human health concerns. Chemistry & Environment. Journal of Military Science and Technology, Special Issue, No.69A, 11 - 2020;.
  32. Cục Thống kê tỉnh Đắk Nông. Niên giám Thống kê tỉnh Đắk Nông 2019. Nhà xuất bản thống kê, 2020;.
  33. Thảo LB. Thiên nhiên Việt Nam. Nhà xuất bản Giáo dục, 12/2009;.
  34. An LĐ. Kiến trúc hình thái Việt Nam (phần lục địa). Trong "Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa lý". Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1994;.
  35. Hoa NN, Cầu DV, Phan ĐN, Huy ĐS, Kỳ HN, Thủy LM, Quang NV, Đương TC. Địa chất và khoáng sản - Tờ Pông Chàm - Lộc Ninh. Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam. Hà Nội, 1996;.
  36. Tính T, Dũng LT, Tý NH, Lịch NV, Trang NV, Thuận PV, Duyên TĐ, Nghĩa T, Vinh VV. Địa chất và khoáng sản - Tờ Bản Đôn - Tờ Buôn Ma Thuột - Tờ An Khê. Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam. Hà Nội, 1998;.
  37. Thắng NĐ, Bào ĐV, Đới ĐV, Điều LV, Hoa NN, Duyên TĐ, Canh TV, Hùng VN, Vinh VV. Địa chất và khoáng sản - Tờ Bu Prang - Tờ Bến Khế - Tờ Đà Lạt - Cam Ranh - Tờ B'Lo. Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam. Hà Nội, 1999;.
  38. Bao NX. Báo cáo nghiên cứu kiến tạo và sinh khoáng nam Việt Nam. Liên Đoàn Bản Đồ Địa Chất Miền Nam. 2001; Tập 1, quyển 1 và 2. Tập 2, quyển 1 và 2;.
  39. Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam. Liên đoàn ĐCTV - ĐCCT miền Trung. Báo cáo lập bản đồ ĐCTV - ĐCCT tỷ lệ 1/50.000 vùng Đắk Nông tỉnh Đắk Lắk. 1987;.
  40. Tiến NĐ, Tuyên TH. Đặc điểm địa chất thủy văn tỉnh Đắk Nông. Tạp chí Khoa học, Đại học Huế. 2012; tập 73, số 4;.
  41. Việt TT. Điều tra, đánh giá thực trạng ô nhiễm Asen trong nguồn nước ở một số vùng trên địa bàn tỉnh Đắk Nông và đề xuất giải pháp công nghệ xử lý. Viện Nhiệt đới môi trường. 2019;.

# Presence of Arsenic anomalies in groudwater and its related with geological structures: case study of Dak Nong province

Huynh Tien Dat<sup>1,\*</sup>, Tran Tuan Viet<sup>2</sup>, Hoang Thi Thanh Thuy<sup>1</sup>, Bui The Vinh<sup>1</sup>, Trinh Hong Phuong<sup>1</sup>, Tu Thi Cam Loan<sup>1</sup>, Phan Nam Long<sup>1</sup>, Le Quang Luat<sup>1</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## ABSTRACT

Arsenic is the most carcinogenic element and its anomalies in groundwater in different regions of the world are the result of natural sources and/or due to human activity. High levels of arsenic in drinking water can lead to negative impacts on human health and ecosystems. In Dak Nong province, a number of Arsenic anomalies have been detected that are higher than the allowable value according to QCVN 01:2009/BYT, QCVN 02:2009/BYT (10 ppb) in some areas including Dak Mil, Cu Jut, Krong No, Dak Glong and Gia Nghia districts. In particular, in the area of Krong No district, an exceptionally high concentration of Arsenic was detected, exceeding the allowable value according to QCVN 09-MT:2015/BTNMT (50 ppb). This review paper presents the relationship between geological factors and the above-mentioned Arsenic anomalies. Study results have shown that Arsenic anomalies are related to three factors (1) fault tectonic activity (F13 fault and F29 fault zone); (2) mineralogy areas (mainly gold and pyrite mineralization), and (3) area of intrusive magma (geological vascular formations in cracks) and eruptions (Magma eruption locations in Cu Jut and Krong No districts). The result is a scientific orientation to study specifically and in detail the origin of As anomalies in Dak Nong province.

**Key words:** Arsenic, Anomaly, Groundwater, Dak Nong, Fault, Tectonic, Mineralization, Magma

<sup>1</sup>Hochiminh City Univeristy of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Sy, 1 Ward, Tan Binh district, Hochiminh City, Vietnam

<sup>2</sup>Institute of Tropical Environmental, 57A Truong Quoc Dung, 10 Ward, Phu Nhuan district, Hochiminh City, Vietnam

## Correspondence

**Huynh Tien Dat**, Hochiminh City Univeristy of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Sy, 1 Ward, Tan Binh district, Hochiminh City, Vietnam

Email: datht@hcmunre.edu.vn

## History

- Received: 08-8-2021
- Accepted: 11-11-2021
- Published: 30-11-2021

DOI : 10.32508/stdjsee.v5iSI2.639



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Cite this article :** Dat H T, Viet T T, Thuy H T T, Vinh B T, Phuong T H, Loan T T C, Long P N, Luat L Q. **Presence of Arsenic anomalies in groudwater and its related with geological structures: case study of Dak Nong province.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 2(SI2):SI164-SI175.