

Đánh giá rủi ro sức khỏe trong sử dụng nước dưới đất cho mục đích ăn uống và sinh hoạt tại huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu

Nguyễn Hải Âu*, Phạm Thị Tuyết Nhi, Tất Hồng Minh Vy, Lưu Khánh Linh



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

TÓM TẮT

Nước dưới đất là nguồn cung cấp chính cho huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu với nhiều mục đích khác nhau như ăn uống, sinh hoạt, tưới tiêu và sản xuất. Trong nghiên cứu này, chỉ số rủi ro (Hazardous Index - HI) được sử dụng để đánh giá rủi ro sức khỏe trong sử dụng nước dưới đất phục vụ cho mục đích ăn uống và sinh hoạt tại huyện Côn Đảo. Đánh giá sơ bộ đã lựa chọn được hai thông số chính (Pb^{2+} và Fe_{tong}) cho tính toán chỉ số rủi ro (HI) trong 13 thông số (pH, COD, TDS, Độ cứng tổng, Cl^- , $N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$, F^- , SO_4^{2-} , Pb, Zn, Fe) từ 23 giếng quan trắc vào mùa khô và mùa mưa năm 2017. Kết quả cho thấy, vào mùa khô có 17,39% các giếng quan trắc có nồng độ Pb vượt quy chuẩn QCVN 01-1:2018/BYT, 65,22% các giếng có nồng độ Fe vượt quy chuẩn nêu trên, nồng độ Pb và Fe vượt ngưỡng trong nước dưới đất vào mùa mưa lần lượt chiếm 4% và 69,57% các giếng quan trắc. Chỉ số rủi ro HI của Pb và Fe vào mùa khô đối với trẻ em lớn hơn 1 lần lượt tại 1 và 4 giếng quan trắc (chiếm tỷ lệ 4% và 17,39%). Vào mùa mưa, có 8,7% các giếng có chỉ số $HI_{Fe} > 1$ đối với cả hai nhóm đối tượng là trẻ em và người trưởng thành. Kết quả nghiên cứu cung cấp thêm thông tin về hiện trạng ô nhiễm kim loại Pb và Fe trong nước dưới đất cũng như các ảnh hưởng tiềm ẩn của nó đến sức khỏe người dân sinh sống tại huyện Côn Đảo.

Từ khóa: HI, chất lượng nước dưới đất, đánh giá rủi ro sức khỏe, Côn Đảo

GIỚI THIỆU

Huyện Côn Đảo (hay còn gọi là đảo Côn Sơn) có diện tích hơn 76.650 km² (gồm 16 hòn đảo lớn nhỏ khác nhau) thuộc tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, Việt Nam. Với điều kiện tự nhiên đặc thù của huyện Đảo, nguồn nước cung cấp cho các hoạt động sinh hoạt và sản xuất của người dân trên đảo rất hạn chế, không có nguồn nước từ hệ thống sông suối, nước cấp chủ yếu được khai thác từ các giếng khoan lấy nước dưới đất nằm xung quanh các hồ chứa nằm ở khu vực trung tâm (An Hải, Quang Trung 1, Quang Trung 2) với tổng dung tích gần 2 triệu m³ và các giếng khai thác nằm ở khu vực xa khu trung tâm như khu vực Cỏ Ống, Bến Đầm. Tuy nhiên, theo số liệu vận hành mạng lưới quan trắc hàng năm do Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh BRVT thực hiện, cho thấy chất lượng nước dưới đất tại 23 giếng quan trắc trên địa bàn huyện Côn Đảo có nồng độ các thông số kim loại nặng hiện diện trong nước cao, điển hình như hàm lượng Pb^{2+} và Fe_{tc} .

Hàm lượng Pb^{2+} có mặt trong nước dưới đất, ngoài các nguồn gốc tự nhiên từ quặng chì thì còn là do sự xâm nhập của nước thải công nghiệp vào trong đất và nguồn nước, các hoạt động nông nghiệp như bón phân và bón vôi, thuốc trừ sâu cũng làm gia tăng nồng độ của Pb trong đất¹. Việc sử dụng nguồn nước có hàm lượng Pb^{2+} cao (> 0,01 mg/l) trong một thời

gian dài có thể dẫn đến các nguy cơ về sức khỏe cho con người². Hàm lượng Pb^{2+} tích lũy trong cơ thể trong một thời gian dài là nguyên nhân gây rối loạn trí óc, nhức đầu, co giật, động kinh hoặc tử vong³. Theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt (QCVN 01-1:2018/BYT), tổng hàm lượng Fe_{tc} trong nước uống không được vượt quá 0,3 mg/l. Khi vượt quá ngưỡng này, tùy thuộc vào nồng độ sẽ gây ra các bệnh khác nhau trong cơ thể như kích ứng đường tiêu hóa⁴ và các loại bệnh về mắt như viêm kết mạc, viêm màng mạch, viêm võng mạc⁵.

Trên thực tế, bên cạnh nguồn nước mặt, nguồn nước ngầm đóng vai trò rất quan trọng, hơn 2 tỷ người trên thế giới phụ thuộc vào nguồn cung cấp nước dưới đất mỗi ngày⁶. Hiện nay, vấn đề sử dụng nước dưới đất tại một số quốc gia trên thế giới khá phổ biến, đặc biệt tại các nơi gặp khó khăn về nguồn nước cấp (như các huyện đảo, vùng thiếu nước ngọt, nước mặt không đảm bảo chất lượng cấp nước...) nước dưới đất được xem như nguồn cung cấp nước sạch chủ yếu cho các hoạt động sản xuất và sinh hoạt, góp phần phát triển kinh tế - xã hội. Các nghiên cứu điển hình về vấn đề này phải kể đến như nghiên cứu về tình trạng khan hiếm nước dưới đất tại đảo Java của Indonesia⁷, nước dưới đất bị ô nhiễm do các hoạt động khai thác liên

Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Hải Âu, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Email: haiavtn@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 01-8-2021
- Ngày chấp nhận: 10-11-2021
- Ngày đăng: 20-11-2021

DOI: 10.32508/stdjsec.v5iS11.624



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.



Trích dẫn bài báo này: Âu N H, Nhi P T T, Vy T H M, Linh L K. **Đánh giá rủi ro sức khỏe trong sử dụng nước dưới đất cho mục đích ăn uống và sinh hoạt tại huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 2(S11):S165-S174.

tục của con người tại đảo Andrott ở Lakshadweep⁸, nhu cầu sử dụng nguồn nước dưới đất phục vụ mục đích ăn uống cho hơn 95% dân số sinh sống trên đảo Wilberforce của Nigeria⁹, nhu cầu sử dụng nước dưới đất ngày càng tăng của người dân và tính chất khí hậu, địa hình khắc nghiệt của đảo Favignana, Quần đảo Egadi thuộc miền nam nước Ý¹⁰. Mặt khác, việc sử dụng nước dưới đất không đảm bảo chất lượng tiềm ẩn nhiều rủi ro sức khỏe. Do đó, đánh giá chất lượng nước dưới đất là rất quan trọng để đáp ứng nhu cầu sử dụng ngày một tăng cũng như giúp ích cho công cuộc quản lý tài nguyên nước.

Với mục tiêu đánh giá mức độ ô nhiễm nước dưới đất có khả năng gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người, nhiều nghiên cứu sử dụng những phương pháp khác nhau như phương pháp đánh giá bằng chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI)¹¹⁻¹⁴; phương pháp đánh giá chất lượng nước bằng chỉ số ô nhiễm nước dưới đất (PIG)^{15,16}; phương pháp DRASTIC¹⁷⁻¹⁹. Tuy nhiên, những phương pháp đánh giá nêu trên chỉ dựa vào đặc điểm và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước dưới đất mà chưa xem xét đến đối tượng sử dụng là con người.

Vào các năm 1974, 1986 và 1995, dựa vào Luật Bảo vệ An toàn Nước uống (Safe Drinking Water Act (SDWA)), US EPA đã đề ra các nồng độ ô nhiễm tối đa có thể có trong nguồn nước để bảo vệ sức khỏe cộng đồng²⁰. Năm 1985, EPA đã thành lập Hệ thống Thông tin Rủi ro Tích hợp (IRIS – Integrated Risk Information System), đây là một cơ sở dữ liệu về các ảnh hưởng sức khỏe con người do tiếp xúc với các hóa chất khác nhau được tìm thấy trong môi trường. Tiếp đó, EPA đề ra thang giá trị rủi ro sức khỏe vào năm 1989. Đến năm 1992, EPA đưa ra công thức tính toán cho quá trình cơ thể tiếp nhận chất ô nhiễm thông qua đường tiêu hóa để đánh giá rủi ro trong khoảng thời gian phơi nhiễm. Năm 1999, công thức xác định chỉ số rủi ro sức khỏe con người được cải tiến bởi EPA.

Trong những năm gần đây, các quốc gia trên thế giới lần lượt công bố nhiều công trình nghiên cứu về đánh giá chỉ số rủi ro sức khỏe. Một số nhà nghiên cứu ở Ý đã tiến hành các nghiên cứu đánh giá rủi ro sức khỏe con người do sử dụng nguồn nước dưới đất bị ô nhiễm tại khu vực đô thị và các khu công nghiệp²¹⁻²⁴. Ngoài ra, tại các khu vực nông nghiệp ở Ý, có một số nghiên cứu về rủi ro sức khỏe con người do tiêu thụ nước dưới đất bị ô nhiễm N-NO₃⁻^{25,26}, ô nhiễm kim loại²⁷. Tại Trung Quốc, các bài nghiên cứu nhằm đánh giá sự phù hợp và rủi ro sức khỏe con người của nước sinh hoạt chứa kim loại nặng đã được thực hiện thông qua nhiều phương pháp nghiên cứu điển hình như kết hợp PCA và chỉ số rủi ro sức khỏe HI^{28,29}, ứng dụng chỉ số I_i để đánh giá ô nhiễm, từ đó đánh

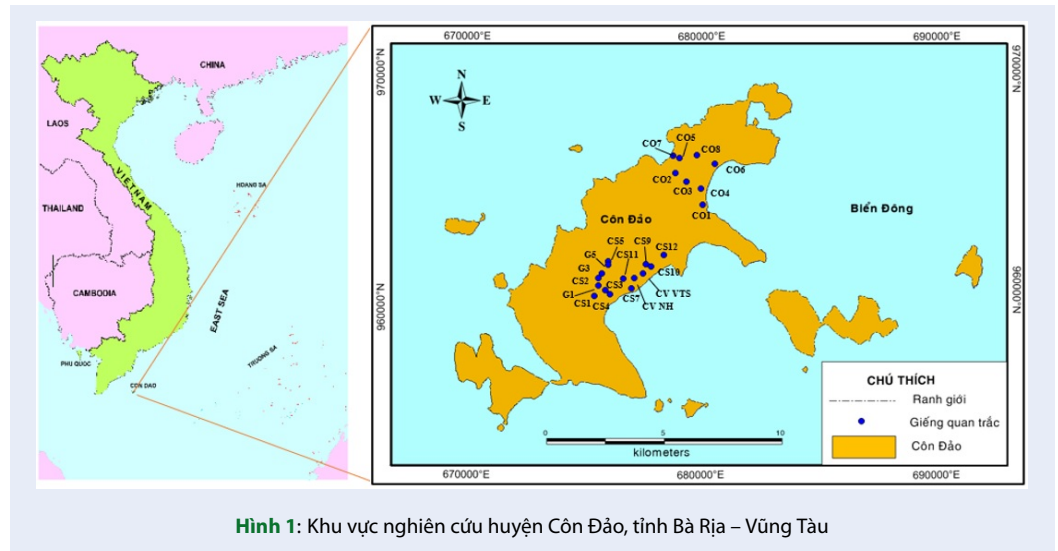
giá rủi ro sức khỏe bằng HI³⁰, ứng dụng chỉ số SAR, EWQI và HI³¹, kết hợp nghiên cứu HPI, HEI và HI trong nghiên cứu đánh giá ô nhiễm nước và rủi ro sức khỏe khi sử dụng³². Mặt khác, một số nghiên cứu đã được công bố về việc sử dụng nước dưới đất nhiễm N-NO₃⁻ thông qua các phương pháp như kết hợp phương pháp đánh giá toàn diện mờ (Fuzzy Comprehensive Assessment Method) và đánh giá rủi ro sức khỏe con người (Human Health Risk Assessment)³³, ứng dụng WQI và HI³⁴. Iran là một trong những quốc gia công bố nhiều nghiên cứu về lĩnh vực rủi ro sức khỏe con người khi sử dụng nguồn nước ô nhiễm kim loại nặng bằng các phương pháp nghiên cứu như ứng dụng chỉ số rủi ro HI và phân tích thành phần hóa học trong nước^{35,36}, phương pháp tính toán chỉ số rủi ro HI³⁷. Theo đó, đánh giá rủi ro là quá trình ước tính tiềm năng tác động đến sức khỏe của một chất ô nhiễm đối với con người từ liều lượng phơi nhiễm thông qua một hoặc nhiều con đường tiếp xúc. Đánh giá rủi ro sức khỏe là một phương pháp hữu ích để định lượng quản lý rủi ro trong tương lai và giám sát các chất gây ô nhiễm trong các môi trường khác nhau. Chỉ số rủi ro (HI) được khuyến nghị cho các nhóm hóa chất có độc tính tương tự nhau. Khi chỉ số rủi ro HI > 1, khả năng các đối tượng bị phơi nhiễm có thể gặp rủi ro, khi HI ≤ 1 thì rủi ro chấp nhận được. Ngoài ra, còn có các nghiên cứu về rủi ro sức khỏe đáng chú ý từ các nước như Thổ Nhĩ Kỳ³⁸, Ấn Độ³⁹, Nigeria⁴ và Việt Nam⁴⁰.

Từ những nghiên cứu trên cho thấy, có nhiều nghiên cứu áp dụng phương pháp tiếp cận đánh giá rủi ro sức khỏe dựa trên chỉ số rủi ro (HI) của Cục bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (US EPA). Ngoài ra kết quả của các nghiên cứu hiện tại cho thấy rằng phương pháp kết hợp đánh giá chất lượng nước và rủi ro sức khỏe con người đã cung cấp những kiến thức quan trọng cho công cuộc quản lý tài nguyên nước dưới đất hiện tại và tương lai của các khu vực nghiên cứu cũng như các khu vực tương tự khác.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vùng nghiên cứu

Huyện Côn Đảo cách thành phố Vũng Tàu 97 hải lý và cách cửa sông Hậu 45 hải lý, nằm ở tọa độ địa lý 8°38' đến 8°48' vĩ độ Bắc và 106°3' đến 106°43' kinh độ Đông. Nước dưới đất tại Côn Đảo tập trung chủ yếu trong tầng chứa nước Pleistocen thuộc hai thung lũng Côn Sơn và Cỏ Ống. Độ sâu phân bố nông, từ trên mặt đất xuống khoảng từ 20m đến 24m, mức độ chứa nước thuộc loại trung bình. Nước trong tầng là nước không áp, mực nước nằm nông, có quan hệ thủy



Hình 1: Khu vực nghiên cứu huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu

lực mật thiết với nước các hồ, nước triều Biển Đông. Nguồn bổ cập cho nước dưới đất của huyện Côn Đảo là nước mưa, nước mặt từ các hồ, có động thái thay đổi theo mùa.

Tài liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, 13 thông số chất lượng nước (pH, COD, TDS, Độ cứng tổng, Cl^- , $N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$, F^- , SO_4^{2-} , Pb, Zn, Fe) từ 23 giếng quan trắc (CS1, CS2, CS3, CS4, CS5, CS7, CS9, CS10, CS11, CS12, CV NH, CV VTS, G1, G3, G5, CO1, CO2, CO3, CO4, CO5, CO6, CO7, CO8) tại huyện Côn Đảo được thu thập từ dữ liệu của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu và sử dụng trong xử lý, đánh giá chất lượng nước vào mùa khô và mùa mưa năm 2017. Vị trí các giếng quan trắc được trình bày trong sơ đồ khu vực nghiên cứu ở Hình 1, tất cả các giếng quan trắc tại khu vực nghiên cứu đều thuộc tầng chứa nước Pleistocen.

Phương pháp nghiên cứu

Ở bài báo này, nồng độ các thông số kim loại Pb và Fe được sử dụng để đánh giá rủi ro sức khỏe cho 02 nhóm đối tượng: trẻ em và người trưởng thành (độ tuổi nhóm đối tượng trẻ em được khảo sát từ 5 - 15 tuổi và nhóm đối tượng người trưởng thành có độ tuổi từ 16 tuổi trở lên) thông qua hai con đường tiếp xúc là đường tiêu hóa và tiếp xúc qua da dựa trên phương pháp đánh giá rủi ro⁴¹. Phơi nhiễm do đường hít thở không được đánh giá vì không có sẵn các dữ liệu độc chất học (ví dụ như liều tham chiếu) và chưa có cơ sở chứng minh nồng độ chất ô nhiễm có khả năng truyền từ nước vào không khí⁴².

Liều lượng phơi nhiễm

Dựa vào quy mô dân số, 100 phiếu điều tra đã được thực hiện nhằm thu thập các dữ liệu cần thiết cho việc đánh giá rủi ro của các kim loại nặng trong nước gồm: thể tích nước sử dụng trong 1 ngày, tần suất phơi nhiễm, khoảng thời gian phơi nhiễm, trọng lượng của đối tượng bị phơi nhiễm, độ tuổi trung bình các đối tượng bị phơi nhiễm, thời gian phơi nhiễm qua da mỗi ngày. Liều lượng phơi nhiễm trong nước qua đường tiêu hóa và tiếp xúc qua da được tính toán bằng trung bình tổng liều cho độ dài phơi nhiễm: Trong trường hợp nghiên cứu này, tính số năm phơi nhiễm bằng thời gian từ lúc các đối tượng nghiên cứu bắt đầu khai thác sử dụng nước dưới đất tại huyện Côn Đảo. Sử dụng các công thức (1) và (2) để tính toán liều lượng phơi nhiễm⁴³:

$$ADD_{ing} = \frac{(C \times IR \times EF \times ED)}{(BW \times AT)} \quad (1)$$

$$ADD_{derm} = \frac{C \times SA \times K_p \times ET_s \times EF \times ED \times CF}{(BW \times AT)} \quad (2)$$

Trong đó:

- ADD_{ing} : Liều lượng trung bình hàng ngày qua đường tiêu hóa (mg/kg/ngày).
- ADD_{derm} : Liều lượng trung bình hàng ngày tiếp xúc qua da (mg/kg/ngày).
- C: Nồng độ chất ô nhiễm trong mẫu nước dưới đất (mg/l).
- IR: Thể tích nước dưới đất sử dụng cho ăn uống trung bình trong một ngày (l/ngày).
- EF: Tần suất phơi nhiễm thường xuyên với chất ô nhiễm (ngày/năm). Đại lượng này mô tả tần suất đối tượng phơi nhiễm trong thời gian một năm.

- ED: Khoảng thời gian phơi nhiễm với chất ô nhiễm (năm). Đại lượng này cho biết đối tượng phơi nhiễm bao lâu trong suốt quãng đời của họ. Trong bài báo này, đa số các đối tượng nghiên cứu sinh ra và lớn lên ngay tại huyện Côn Đảo. Do đó, giá trị ED được tính tương đương với thời gian từ lúc đối tượng bắt đầu khai thác sử dụng nước dưới đất tại huyện Côn Đảo.
- BW: Trọng lượng của đối tượng bị phơi nhiễm (kg)
- AT: Tổng thời gian “quãng đời” của đối tượng bị phơi nhiễm (tính theo ngày), AT = độ tuổi trung bình × EF
- SA: Tiết diện da tiếp xúc (cm²)⁴⁴
- K_p: Hệ số thấm qua da (cm/h) (K_{p Pb} = 0,004 cm/h; K_{p Fe} = 0,001 cm/h)²⁸.
- ET_s: Thời gian phơi nhiễm qua da mỗi ngày (giờ/ngày).
- CF: Hệ số chuyển đổi đơn vị (l/cm³).⁴⁴

Thương số rủi ro (HQ) và chỉ số rủi ro (HI)

Thương số rủi ro (HQ - Hazard Quotient) là tỷ lệ của liều lượng phơi nhiễm với liều tham chiếu RfD (theo Bảng 1), HQ được tính bằng công thức (3)⁴⁵:

$$HQ_{ing/derm} = \frac{ADD_{ing/derm}}{RfD_{ing/derm}} \quad (3)$$

Trong đó:

- ADD_{ing/derm}: Liều lượng trung bình hàng ngày thông qua hai con đường tiêu hóa và tiếp xúc qua da (mg/kg.ngày).
- RfD_{ing/derm}: Liều tham chiếu thông qua hai con đường tiêu hóa và tiếp xúc qua da (mg/kg.ngày).

Để đánh giá rủi ro sức khỏe, thương số rủi ro (HQ) của từng thông số kim loại thông qua hai con đường phơi nhiễm được kết hợp để tạo thành Chỉ số rủi ro (HI). Khi chỉ số rủi ro HI > 1, đối tượng phơi nhiễm có khả năng bị ảnh hưởng bất lợi đến sức khỏe, khi HI ≤ 1 thì mức rủi ro nằm trong mức độ chấp nhận được⁴⁶.

$$HI = \sum HQ_{ing/derm} \quad (4)$$

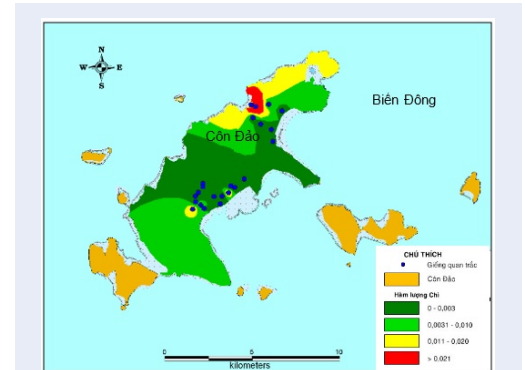
1 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc điểm chất lượng nước dưới đất Côn Đảo

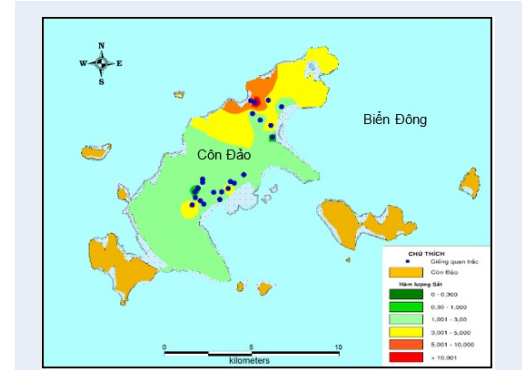
Tổng hợp từ số liệu quan trắc, giá trị các thông số chất lượng nước được trình bày trong Bảng 2. Nồng độ các thông số Pb và Fe vượt giới hạn tối đa cho phép trong nước sinh hoạt (QCVN 01-1:2018/BYT) trong cả 2 mùa khô và mùa mưa.

Phân bố nồng độ Pb và Fe vào mùa khô

Vào mùa khô, dựa trên giới hạn các chỉ tiêu kim loại trong nước uống theo QCVN 01-1:2018/BYT, giá trị Pb tại các giếng CS1, CS3, CV VTS, CO5 và giá trị Fe tại hầu hết các giếng quan trắc trừ giếng CS2, G1, G3, CO1 đều vượt ngưỡng giới hạn cho phép chất lượng nước sinh hoạt của Bộ Y Tế (Pb – 0,01 mg/l và Fe – 0,3 mg/l). Hình 2 và 3 thể hiện sự phân bố của kim loại Pb và Fe tại khu vực nghiên cứu vào mùa khô.



Hình 2: Phân bố nồng độ kim loại Pb trong nước dưới đất tại huyện Côn Đảo vào mùa khô



Hình 3: Phân bố nồng độ kim loại Fe trong nước dưới đất tại huyện Côn Đảo vào mùa khô

Phân bố nồng độ Pb và Fe vào mùa mưa

Vào mùa mưa, so sánh với quy chuẩn QCVN 01-1:2018/BYT, sự phân bố của kim loại Pb và Fe tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Hình 4 và Hình 5.

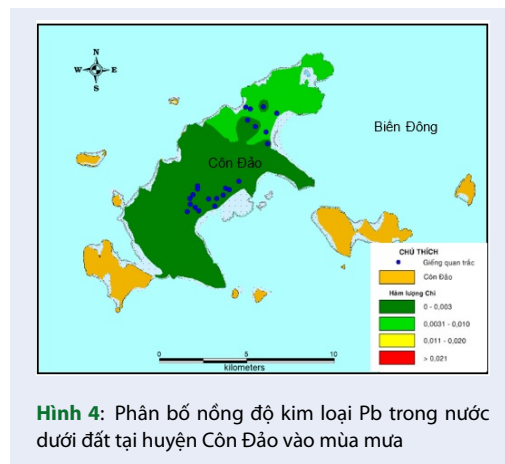
Hiện nay, nguồn bổ cập cho nguồn nước dưới đất của huyện Côn Đảo chủ yếu là nước mưa, nước mặt từ các hồ và có động thái thay đổi theo mùa. Nhìn chung, hàm lượng Pb và Fe mùa khô có giá trị cao hơn mùa mưa, nguyên nhân do vào mùa khô, lượng nước bổ

Bảng 1: Liều tham chiếu của Pb và Fe được sử dụng để đánh giá rủi ro sức khỏe (nguồn IRIS)

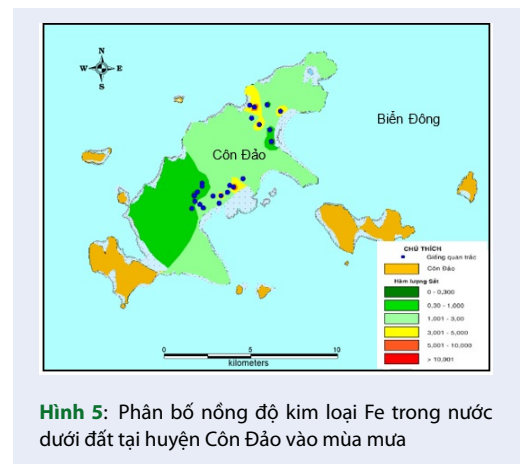
Thông số	RfD _{ing} (mg/kg/ngày)	RfD _{derm} (mg/kg/ngày)	Nguồn
	0,0014	0,00042	IRIS
Fe	0,3	0,14	IRIS

Bảng 2: Thành phần các thông số có mặt trong nước dưới đất huyện Côn Đảo

Thông số	Mùa khô			Mùa mưa		
	Giá trị lớn nhất	Giá trị nhỏ nhất	Trung bình	Giá trị lớn nhất	Giá trị nhỏ nhất	Trung bình
pH	6,8	2	5,5	7,7	4,7	6,5
COD	12,3	0	3,7	39,1	0	5,4
TDS	551	12	142	555	18	166
Độ cứng tổng	400	5	105	404	0	90
Cl ⁻	166	5	40	97	5	36
N-NH ₄ ⁺	17,10	0	1,13	3,13	0	0,42
N-NO ₂ ⁻	0,700	0	0,038	0,037	0	0,005
N-NO ₃ ⁻	4,9	0	0,5	3,85	0,06	0,66
F ⁻	0	0	0,00	0,63	0,23	0,37
SO ₄ ²⁻	56	2	15	110	5	21
Pb	0,078	0	0,007	0,011	0	0,002
Zn	0,158	0	0,040	0,242	0	0,043
Fe	17,20	0	3,12	7,78	0	1,88



Hình 4: Phân bố nồng độ kim loại Pb trong nước dưới đất tại huyện Côn Đảo vào mùa mưa



Hình 5: Phân bố nồng độ kim loại Fe trong nước dưới đất tại huyện Côn Đảo vào mùa mưa

cập vào tầng chứa nước tại huyện Côn Đảo tương đối ít, từ đó các chất ô nhiễm dễ tác động đến chất lượng nước dưới đất. Mặt khác, vào mùa mưa, lượng nước bổ cập dồi dào nên hàm lượng các chất Fe và Pb được pha loãng, chất lượng nước dưới đất mùa mưa sẽ tốt

hơn mùa khô.

Đánh giá rủi ro sức khỏe

Nghiên cứu thực hiện phỏng vấn 100 người dân sinh sống tại huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu để có

được dữ liệu của các thông tin như: mục đích sử dụng nước dưới đất, lượng nước tiêu thụ trong một ngày, khoảng thời gian phơi nhiễm bằng đường ăn uống, thời gian phơi nhiễm bằng con đường tiếp xúc qua da tần suất phơi nhiễm, trọng lượng cơ thể và độ tuổi. Kết quả phỏng vấn cho thấy phần lớn người dân địa phương sử dụng nước dưới đất để ăn uống và sinh hoạt, chi tiết dữ liệu để tính toán rủi ro sức khỏe đối với việc sử dụng nước dưới đất cho ăn uống và sinh hoạt được thể hiện trong Bảng 3.

Kết quả tính toán chỉ số rủi ro sức khỏe (HI) tại huyện Côn Đảo đối với 02 đối tượng trẻ em và người trưởng thành vào cả hai mùa mưa và mùa khô của thông số Pb và Fe được thể hiện trong Hình 6.

Chỉ số rủi ro (HI) được tính toán trên các thông số Pb và Fe trong nước để ước tính rủi ro cao hoặc thấp. Chỉ số HI đóng vai trò là giá trị sàng lọc để xác định cho việc tiếp xúc với Pb và Fe có trong nước dưới đất có thể gây ra ảnh hưởng sức khỏe cho người dân hay không.

Dựa vào kết quả tính toán, chỉ số rủi ro của Pb đối với 02 nhóm đối tượng nghiên cứu trẻ em và người trưởng thành đều ghi nhận giá trị cao nhất tại vị trí khu vực giếng CO5 với giá trị HI của trẻ em và người trưởng thành ở mùa khô lần lượt là 3,134; 2,310 và HI_{Pb} mùa mưa có giá trị lần lượt là 0,442 và 0,326 đối với đối tượng trẻ em và người lớn. Nhìn chung, ngoại trừ HI_{Pb} ở mùa khô tại giếng CO5, các giếng còn lại đều có $HI_{Pb} < 1$, tương ứng với rủi ro sức khỏe nằm trong mức độ chấp nhận được.

Chỉ số rủi ro của Fe đối với hai nhóm trẻ em và người trưởng thành tại khu vực nghiên cứu vào mùa khô lần lượt ghi nhận giá trị cao nhất là 3,210 và 2,351 tại giếng CO5. Vào mùa mưa, giá trị HI_{Fe} cao nhất đối với cả hai nhóm đối tượng được ghi nhận tại giếng CS10 với giá trị lần lượt là 1,452 và 1,064 cho trẻ em và người lớn. Ngoài ra, vào mùa khô các giếng quan trắc CS1, CV VTS, CO5 và CO7 có $HI > 1$, điều này cho thấy Fe trong nước dưới đất có rủi ro ảnh hưởng bất lợi đến sức khỏe người dân sinh sống trong khu vực các giếng này. Mặt khác, chỉ số rủi ro sức khỏe đối với trẻ em và người trưởng thành vào mùa mưa ghi nhận giá trị $HI > 1$ tại các giếng CS10 và CO5, điều này chỉ ra rằng nguồn nước dưới đất tại 02 giếng này có khả năng ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người đặc biệt là đối với trẻ em.

Nhìn chung, giá trị HI của hai thông số Pb và Fe tại hầu hết tất cả các giếng đều bé hơn 1, cho thấy rủi ro sức khỏe khi sử dụng nước dưới đất cho mục đích ăn uống tại huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu ở mức chấp nhận được. Riêng một vài vị trí có giá trị $HI > 1$ được cảnh báo rủi ro sức khỏe đối với trẻ em sinh sống trong khu vực các giếng này, những rủi ro

này có thể liên quan đến các bệnh do ảnh hưởng của hàm lượng Pb và Fe trong nước như chậm phát triển trí não, suy giảm thính lực, suy giảm tổng hợp huyết sắc tố, gặp các vấn đề về hệ tiêu hóa, thận, bàng quang, gan.

Dựa vào kết quả phân vùng, nhận thấy hiện nay mức độ rủi ro trong sử dụng nước dưới đất cho mục đích ăn uống vẫn nằm trong giới hạn chấp nhận được tại hầu hết các vị trí thuộc huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu. Riêng các vị trí CS1, CS10, CV VTS, CO5, CO7 cần phải quản lý chặt chẽ hơn về việc khai thác sử dụng nước dưới đất cho mục đích ăn uống, sinh hoạt đặc biệt là đối với trẻ em, cần phải có biện pháp xử lý thích hợp trước khi đưa nước vào sử dụng cho ăn uống như sử dụng máy lọc nước,... Bên cạnh đó, cần giám sát chặt chẽ các hoạt động sản xuất gây ảnh hưởng đến nước dưới đất tại các khu vực này nhằm bảo vệ môi trường, khắc phục hiện trạng ô nhiễm nước dưới đất như hiện nay.

Hiện nay, tại Côn Đảo vẫn chưa có các nghiên cứu về đánh giá rủi ro sức khỏe trong sử dụng nước dưới đất, do đó nhóm tác giả đã bước đầu tiếp cận và ứng dụng phương pháp tính toán chỉ số rủi ro để đánh giá rủi ro sức khỏe trong sử dụng nước dưới đất phục vụ cho mục đích ăn uống và sinh hoạt tại khu vực nghiên cứu.

KẾT LUẬN

Nồng độ ô nhiễm và rủi ro sức khỏe của Pb và Fe trong nước dưới đất (23 giếng quan trắc) ở huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu đã được đánh giá trong nghiên cứu này. Kết quả cho thấy, vào mùa khô có 17,39% các giếng quan trắc có nồng độ Pb vượt quy chuẩn QCVN 01-1:2018/BYT, 65,22% các giếng có nồng độ Fe vượt quy chuẩn nêu trên, nồng độ Pb và Fe vượt ngưỡng trong nước dưới đất vào mùa mưa lần lượt chiếm 4% và 69,57% các giếng quan trắc. Chỉ số rủi ro HI của Pb và Fe vào mùa khô đối với trẻ em lớn hơn 1 lần lượt tại 1 và 4 giếng quan trắc (chiếm tỷ lệ 4% và 17,39% các giếng). Vào mùa mưa, có 8,7% các giếng có chỉ số $HI_{Fe} > 1$ đối với cả hai nhóm đối tượng là trẻ em và người trưởng thành. Kết quả nghiên cứu cung cấp thêm thông tin về hiện trạng ô nhiễm kim loại Pb và Fe trong nước dưới đất cũng như các ảnh hưởng tiềm ẩn của nó đến sức khỏe người dân sinh sống tại huyện Côn Đảo.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

ADD -Average Daily Dose: Liều lượng trung bình hàng ngày

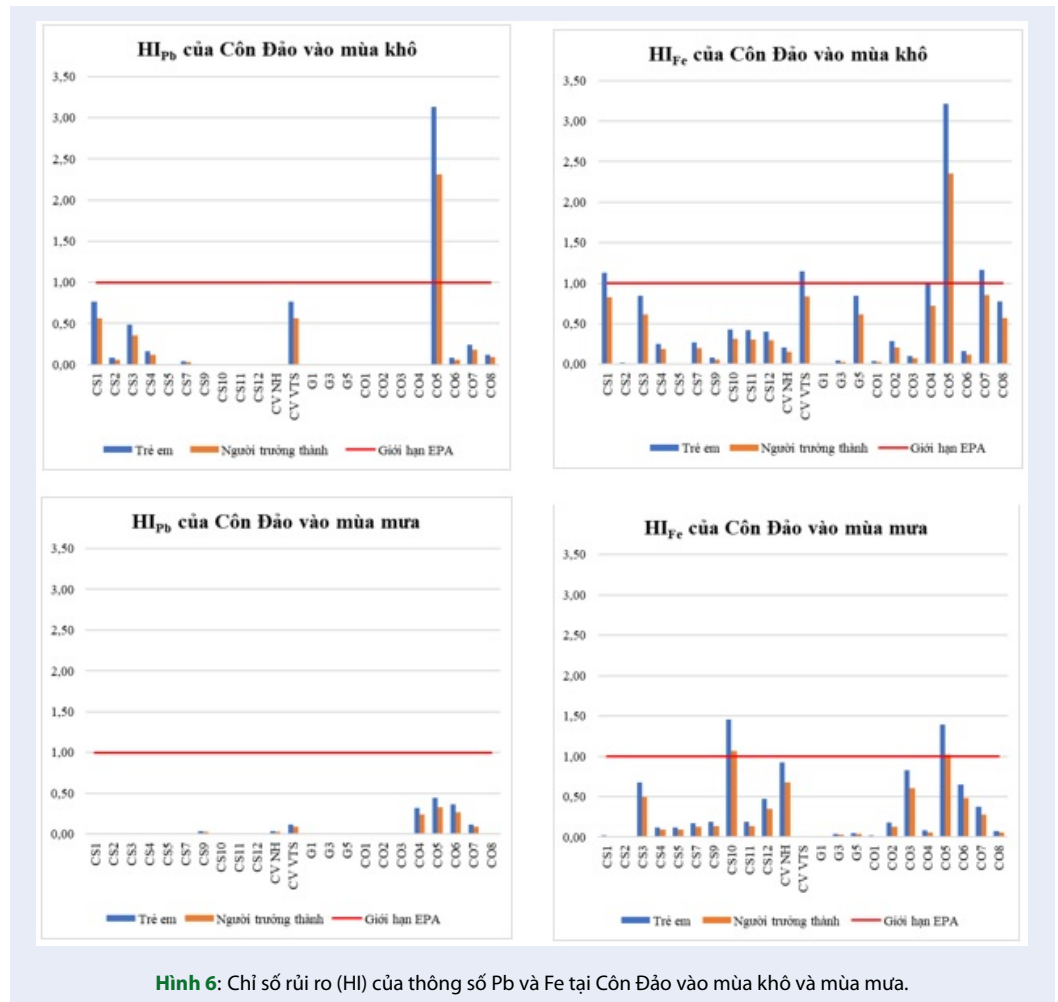
C - Concentration: Hàm lượng chất ô nhiễm

IR - Ingestion Rate: Lượng nước tiêu thụ qua đường ăn uống

Bảng 3: Các thông số dùng để tính toán ADD

Thông số	Nguồn	Đơn vị	Đối tượng	
			Trẻ em	Người trưởng thành
IR	*	L	2	2,4
ED	*	năm	9,7	50,7
ETs	*	giờ/ngày	0,13	0,13
EF	*	ngày/năm	365	365
BW	*	kg	34	56,2
AT	*	ngày	3.723	19.309
SA	**	cm ²	6.600	18.000
CF	**	l/cm ³	0,001	0,001

Ghi chú: (*) nguồn từ nghiên cứu này; (**) nguồn từ EPA 2004



Hình 6: Chỉ số rủi ro (HI) của thông số Pb và Fe tại Cón Đảo vào mùa khô và mùa mưa.

EF - *Exposure Frequency*: Tần suất phơi nhiễm
 ED - *Exposure Duration*: Khoảng thời gian phơi nhiễm
 BW - *Body Weight*: Trọng lượng cơ thể
 AT - *Average Time*: Tổng thời gian “quãng đời” của đối tượng bị phơi nhiễm
 SA - *Skin Area*: Tiết diện da tiếp xúc
 CF - *Conversion Factor*: Hệ số chuyển đổi đơn vị
 ET_s - *Exposure Time (skin)*: Thời gian phơi nhiễm qua da
 HQ - *Hazard Quotient*: Thương số rủi ro
 HI - *Hazard Index*: Chỉ số rủi ro
 IRIS - *Integrated Risk Information System*: Cơ sở dữ liệu thông tin rủi ro
 RfD - *Reference Dose*: Liều tham chiếu

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Hải Âu tham gia điều tra phỏng vấn, phân tích kết quả và hoàn thiện bản thảo.

Lưu Khánh Linh phân tích kết quả tính toán và viết bản thảo, điều tra phỏng vấn.

Tất Hồng Minh Vy tham gia xử lý số liệu và trình diễn kết quả trên GIS, điều tra phỏng vấn.

Phạm Thị Tuyết Nhi tham gia thu thập, tổng hợp số liệu, xử lý số liệu, điều tra phỏng vấn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Kim Tài. Nghiên cứu xác định chì trong đất ở Thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp bằng phương pháp chiết - trắc quang. Tạp chí khoa học trường đại học Trà Vinh. 2017;25.
2. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: second addendum. Vol. 1, Recommendations. 924154760X, 2008;.
3. Bá LH. Độc học môi trường cơ bản. Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh. 2008;.
4. Musa JJ, Ahanonu JJ. Quality assessment of shallow groundwater in some selected agrarian communities in Patigi Local Government Area, Nigeria. International Journal of Basic and Applied Science. 2013;1(3):548–563. Available from: <https://doi.org/10.17142/ijbas-2012.1.3.10>.
5. Lenntech B. Water treatment solutions. Delft, The Netherlands. 2014; Available from: <http://www.lenntech.com/>.
6. Arslan S, et al. Assessment of Heavy Metal Pollution in the Groundwater of the Northern Develi Closed Basin, Kayseri, Turkey,” Bull Environ Contam Toxicol. 2017;99(2):244–252. PMID: 28577217. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00128-017-2119-1>.
7. Hasan M, et al. Water security on Java island. Irrigation and Drainage. 2021; Available from: <https://doi.org/10.1002/ird.2571>.
8. Amirsha PVA, et al. Assessment of groundwater quality and its suitability for the inhabitants of Andrott Island, Lakshadweep,” Sustainable Water Resources Management. 2020;6(2). Available from: <https://doi.org/10.1007/s40899-020-00360-4>.
9. Okiongbo KS, Ohiman El. Groundwater quality and its suitability for domestic and agricultural uses in Wilberforce island, southern Nigeria. Global Journal of Geological Sciences.

- 2015;12(1):1. Available from: <https://doi.org/10.4314/gjgs.v12i1.1>.
10. Cappucci S, et al. Multi-source water characterisation for water supply and management strategies on a small Mediterranean island. Hydrogeology Journal. 2020;28(4):1155–1171. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10040-020-02138-6>.
11. Verma P, et al. Assessment of groundwater quality status by using water quality index (WQI) and geographic information system (GIS) approaches: a case study of the Bokaro district, India. Applied Water Science. 2019;10(1). Available from: <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1088-4>.
12. Ukah BU, et al. Impact of effluent-derived heavy metals on the groundwater quality in Ajaio industrial area, Nigeria: an assessment using entropy water quality index (EWQI). International Journal of Energy and Water Resources. 2020;4(3):231–244. Available from: <https://doi.org/10.1007/s42108-020-00058-5>.
13. Nguyen A, et al. Application of Entropy weight in groundwater quality index (EWQI) and GIS for groundwater quality zoning in the Southeastern Coastal region, Vietnam,” in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021;652(1):012005. Available from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/652/1/012005>.
14. Ram A, et al. Groundwater quality assessment using water quality index (WQI) under GIS framework. Applied Water Science. 2021;11(2):1–20. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01376-7>.
15. Panigrahy BP, et al. Assessment of heavy metal pollution index for groundwater around Jharia coalfield region, India. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2015;.
16. Rao NS, Chaudhary M. Hydrogeochemical processes regulating the spatial distribution of groundwater contamination, using pollution index of groundwater (PIG) and hierarchical cluster analysis (HCA): A case study. Groundwater for Sustainable Development. 2019;9:100238. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100238>.
17. Neshat A, Pradhan B. Evaluation of groundwater vulnerability to pollution using DRASTIC framework and GIS. Arabian Journal of Geosciences. 2017;10(22). Available from: <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3292-6>.
18. Khosravi K, et al. A comparison study of DRASTIC methods with various objective methods for groundwater vulnerability assessment. Sci Total Environ. 2018;642:1032–1049. PMID: 30045486. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.130>.
19. Kozłowski M, Sojka M. Applying a Modified DRASTIC Model to Assess Groundwater Vulnerability to Pollution: A Case Study in Central Poland. Polish Journal of Environmental Studies. 2019;28(3):1223–1231. Available from: <https://doi.org/10.15244/pjoes/84772>.
20. Maxwell RM, et al. On the development of a new methodology for groundwater-Driven health risk assessment. Water Resources Research. 1998;34(4):833–847. Available from: <https://doi.org/10.1029/97WR03605>.
21. D'Ippoliti D, et al. Arsenic in Drinking Water and Mortality for Cancer and Chronic Diseases in Central Italy, 1990-2010. PLoS One. 2015;10(9):e0138182. PMID: 26383851. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138182>.
22. Paladino O, Massabo M. Health risk assessment as an approach to manage an old landfill and to propose integrated solid waste treatment: A case study in Italy. Waste Manag. 2017;68:344–354. PMID: 28736047. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.021>.
23. Tiwari AK, Maio MD. Assessment of risk to human health due to intake of chromium in the groundwater of the Aosta Valley region, Italy. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 2017;23(5):1153–1163. Available from: <https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1308813>.
24. Riva F, et al. Monitoring emerging contaminants in the drinking water of Milan and assessment of the human risk. Int J Hyg Environ Health. 2018;221(3):451–457. PMID: 29366558. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.008>.

25. Pisciotta A, et al. Groundwater nitrate risk assessment using intrinsic vulnerability methods: A comparative study of environmental impact by intensive farming in the Mediterranean region of Sicily, Italy. *Journal of Geochemical Exploration*. 2015;156:89–100. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2015.05.002>.
26. Paladino O, et al. Probabilistic risk assessment of nitrate groundwater contamination from greenhouses in Albenga plain (Liguria, Italy) using lysimeters. *Sci Total Environ*. 2018;634:427–438. PMID: 29631133. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.320>.
27. Tiwari AK, Suozzi E, et al. Assessment of groundwater geochemistry and human health risk of an intensively cropped alluvial plain, NW Italy. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2020;27(3):825–845. Available from: <https://doi.org/10.1080/10807039.2020.1775484>.
28. Hashmi MZ. Concentrations and Human Health Risk Assessment of Selected Heavy Metals in Surface Water of the Siling Reservoir Watershed in Zhejiang Province, China. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2014;23(3).
29. Liang B, et al. Distribution, sources, and water quality assessment of dissolved heavy metals in the Jiulongjiang River water, Southeast China. *International journal of environmental research and public health*. 2018;15(12):2752. PMID: 30563145. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph15122752PMid>.
30. Zhang Y, et al. Human health risk assessment of groundwater arsenic contamination in Jinghui irrigation district, China. 2019;237:163–169. PMID: 30784864. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.067>.
31. Zhang Y, et al. Hydrogeochemical appraisal of groundwater quality and health risk in a near-suburb area of North China," *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*. 2020;69(1):55–69. Available from: <https://doi.org/10.2166/aqua.2019.101>.
32. Long X. Estimation of spatial distribution and health risk by arsenic and heavy metals in shallow groundwater around Dongting Lake plain using GIS mapping. *Chemosphere*. 2021;269:128698. PMID: 33121802. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128698>.
33. He S, et al. Hydrogeochemical characteristics, groundwater quality, and health risks from hexavalent chromium and nitrate in groundwater of Huanhe Formation in Wuqi county, northwest China. *Exposure and Health*. 2019;11(2):125–137. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12403-018-0289-7>.
34. Liu J, et al. An investigation into the hydrochemistry, quality and risk to human health of groundwater in the central region of Shandong Province, North China. *Journal of Cleaner Production*. 2021;282. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125416>.
35. Mirzabeygi M, et al. Heavy metal contamination and health risk assessment in drinking water of Sistan and Baluchistan, Southeastern Iran. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2017;23(8):1893–1905. Available from: <https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1322895>.
36. Shams M, et al. Heavy metals exposure, carcinogenic and non-carcinogenic human health risks assessment of groundwater around mines in Joghatai, Iran. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2020;p. 1–16. Available from: <https://doi.org/10.1080/03067319.2020.1743835>.
37. Qasemi M, et al. Cadmium in Groundwater Consumed in the Rural Areas of Gonabad and Bajestan, Iran: Occurrence and Health Risk Assessment. *Biol Trace Elem Res*. 2019;192(2):106–115. PMID: 30734198. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12011-019-1660-7>.
38. Sener S, et al. Assessment of groundwater quality and health risk in drinking water basin using GIS. *J Water Health*. 2017;15(1):112–132. PMID: 28151445. Available from: <https://doi.org/10.2166/wh.2016.148>.
39. Ahada CPS, et al. Assessment of Human Health Risk Associated with High Groundwater Fluoride Intake in Southern Districts of Punjab, India. *Exposure and Health*. 2017;11(4):267–275. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12403-017-0268-4>.
40. Nguyen A, et al. Health risk assessment of groundwater consumption for drinking and domestic purposes in Xuyen Moc District, Ba Ria-Vung Tau Province, Vietnam. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 2021;652(1):012018. Available from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/652/1/012018>.
41. EPA. National primary drinking water regulations: long term 1 enhanced surface water treatment rule. Final rule. US Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs Washington (DC). 2002;67:0097–6326.
42. Huang D, et al. Probabilistic risk assessment of Chinese residents' exposure to fluoride in improved drinking water in endemic fluorosis areas. 2017;222:118–125. PMID: 28063715. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.074>.
43. EPA. Guidelines for Exposure Assessment. US Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs Washington (DC). 1992;.
44. EPA. Risk assessment guidance for superfund volume I: human health evaluation manual (part E). 2004; Available from: <http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/ragsse/pdf/introduction.pdf>.
45. EPA. Guidance for performing aggregate exposure and risk assessments. US Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs Washington (DC). 1999;.
46. Means B. Risk-assessment guidance for superfund. Volume 1. Human health evaluation manual. Part A. Interim report (Final)," Environmental Protection Agency, Washington, DC (USA). Office of Solid Waste and Emergency Response. 1989;.