VNUHCM-US SCIENTIFIC CONFERENCE XII
HCMC 18-19/12/2020

QUY TRÌNH XỬ LÝ NHIỄM BẨN PHÓNG XẠ RADIUM TRONG ĐẤT VÀ NƯỚC NGẦM

Huỳnh Nguyễn Phong Thu[1], Nguyễn Văn Thắng[1], Lê Công Hảo[1]*

[*] *Email: hnpthu@hcmus.edu.vn*

[1]*Phòng Thí nghiệm Kĩ thuật Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM*

TÓM TẮT

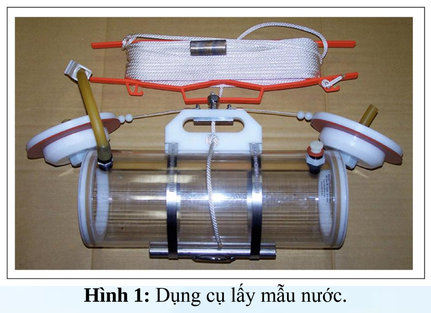
Trong nghiên cứu này, hàm lượng phóng xạ radium trong đất và nước ngầm được khảo sát tại khu vực huyện Ninh Sơn, tỉnh Ninh Thuận. Kết quả phân tích cho thấy nồng độ radium trong nước ngầm có sự tương quan với hàm lượng radium trong đất tại cùng khu vực nghiên cứu. Đồng thời, quy trình xử lý nhiễm bẩn phóng xạ radium trong đất và nước ngầm cũng được xây dựng. Kết quả cho thấy hiệu suất di chuyển radium khỏi nước ngầm đạt khoảng 90%. Radium có khả năng được di chuyển khỏi đất với hiệu suất đạt trung bình 70%. Trong đó, hiệu suất di chuyển radium trong đất có tương quan với hàm lượng sắt, hàm lượng hữu cơ và độ pH của đất.

Từ khóa: Radium, đất, nước ngầm, RAD7, hệ phổ kế gamma

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Thu thập mẫu đất và nước giếng

Trong nghiên cứu này, 50 mẫu đất được thu thập tại 50 vị trí khác nhau thuộc khu vực huyện Ninh Son, tỉnh Ninh Thuan trong mùa hè năm 2019. Một ống thép không gỉ với chiều cao 70 cm và đường kính 11 cm được sử dụng để lấy mẫu đất. Tại mỗi vị trí, đất được lấy tại 3 vị trí khác nhau ở độ sâu 20 - 30 cm và trộn lại với nhau tạo thành một mẫu. 3 vị trí lấy mẫu cách nhau tạo thành một tam giác đều có cạnh 50 cm. Đặc biệt, các mẫu đất này được lấy gần khu vực có nước ngầm (nước giếng), mỗi mẫu được lấy tại vị trí cách xa giếng khoảng 5 m.



Hình 1: Dụng cụ lấy mẫu nước.

Các mẫu nước giếng gần khu vực lấy mẫu đất được thu thập cũng trong thời gian lấy mẫu đất. Bộ dụng cụ lấy nước giếng có thể thấy trong hình 1. Đây là bộ dụng cụ có thể được sử dụng để lấy các mẫu nước ở tầng giữa của sông, hồ, biển, giếng đào,.... Độ sâu lấy mẫu khoảng 1 m tính từ bề mặt nước. Thể tích mỗi mẫu được lấy là 1 lít. Các mẫu nước được lưu trữ trong môi trường pH bằng 2 .

Xác định hàm lượng phóng xạ ^{226}Ra trong đất

Tất cả các mẫu sau đó được mang về phòng thí nghiệm và được sấy khô ở 105°C cho đến khi khô kiệt. 150 g mỗi mẫu được lấy, nghiền và rây sao cho kích thước hạt đạt dưới 100 µm. Mẫu được nhốt để tạo cân bằng trên 30 ngày và được đo xác định hàm lượng phóng xạ ^{226}Ra bằng hệ phổ kế gamma. Mẫu cần được đóng đồng đều, chiều cao không quá 2 cm, dán kín và được nhốt ít nhất 30 ngày để tạo cân bằng phóng xạ giữa ^{226}Ra và các đồng vị con cháu.

Sau hơn 30 ngày lưu mẫu, các mẫu đất được đo trong khoảng thời gian 24 giờ. Hàm lượng phóng xạ ^{226}Ra được xác định qua các đỉnh năng lượng của các đồng vị con cháu gồm ^{214}Bi (609,3 keV, 1120,3 keV, 1238,1 keV, 1764,5 keV) và ^{214}Pb (295,2 keV, 351,9 keV) theo công thức 1.

$$C_i = \frac{CPS}{m.\varepsilon_\gamma.I_\gamma} \quad (1)$$

trong đó, C_i (Bq.kg^{-1}) là hàm lượng phóng xạ của đồng vị quan tâm; CPS là số đếm đầu dò ghi nhận được trong một giây của đỉnh gamma; m (kg) là khối lượng mẫu phân tích được sử dụng; ε_γ và I_γ lần lượt là hiệu suất tuyệt đối của đầu dò và xác suất phát của đỉnh gamma quan tâm.

Xác định nồng độ phóng xạ ^{226}Ra trong nước giếng

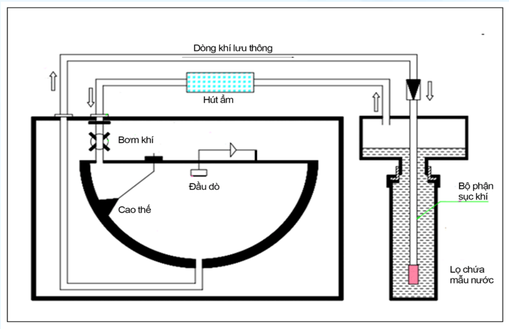
Các mẫu nước giếng được làm sạch radon và được nhốt trong lọ kín bằng thủy tinh thể tích 250 mL trong thời gian 10 ngày. Sau đó, lọ được kết nối với RAD7 theo sơ đồ hình 2. Nồng độ phóng xạ ^{226}Ra trong mẫu được suy ra theo công thức 2.

$$C_{Ra} = \frac{kC_{Rn}}{\left(1-e^{-\lambda_{Rn}.t}\right)} \quad (2)$$

trong đó, C_{Ra} (Bq.L^{-1}) và C_{Rn} (Bq.L^{-1}) lần lượt là nồng độ phóng xạ ^{226}Ra và radon trong mẫu nước; λ_{Rn} là hằng số phân rã của radon; t là thời gian nhốt mẫu; k là hệ số hiệu chỉnh sự rò radon trong quá trình nhốt mẫu. k được xác định bằng cách nhốt một nguồn ^{226}Ra của NIST có hoạt độ 5 Bq trong lọ chứa 250 mL nước cất và đo xác định hoạt độ. K là tỷ số giữa hoạt độ được cung cấp bởi nhà sản xuất và hoạt độ đo được. Giá trị k được xác định qua 10 lần nhốt mẫu và đo đạc, giá trị trung bình đạt 1,25 ± 0,03

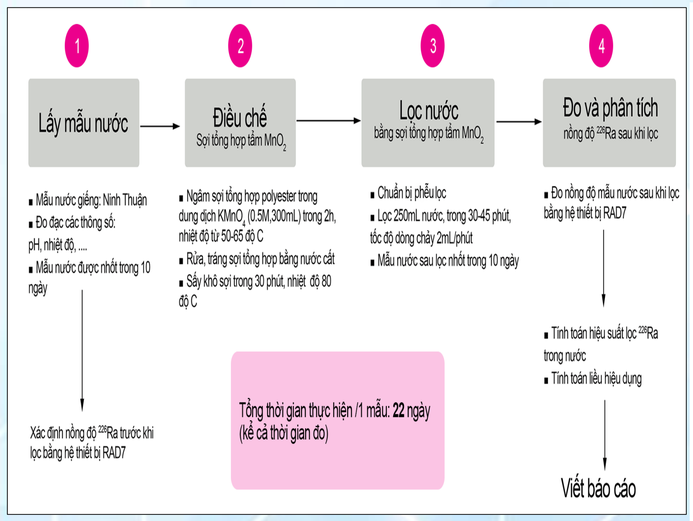
Xử lý nhiễm bẩn phóng xạ ^{226}Ra trong đất và nước giếng

Quy trình xử lý nhiễm bẩn phóng xạ ^{226}Ra trong đất và nước giếng lần lượt được trình bày trong các sơ đồ hình 4 và hình 5.

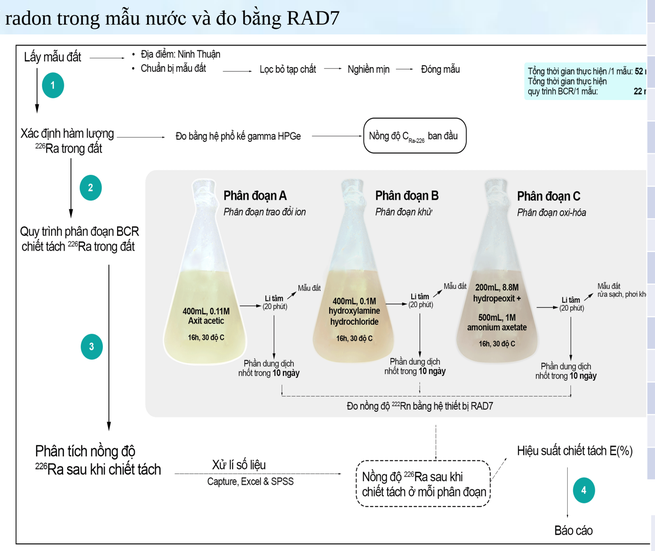


Hình 2: Sơ đồ lấy khí radon trong mẫu nước và đo bằng RAD7

Hình 3: Nguồn ^{226}Ra nhốt trong l



Hình 4: Quy trình xử lý nhiễm bẩn phóng xạ ^{226}Ra trong nước giếng



Hình 5: Quy trình xử lý nhiễm bẩn phóng xạ ^{226}Ra trong đất

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong 50 mẫu nước giếng khảo sát, có 43 mẫu (chiếm 86%) có hàm lượng ^{226}Ra vượt quá tiêu chuẩn về nước sử dụng cho mục đích ăn uống theo tiêu chuẩn của USEPA (185 Bq.m^{-3}) [1]. Vậy, đa phần các mẫu nước giếng được khảo sát ở đây đều có nhiễm bẩn phóng xạ ^{226}Ra và cần được xử lý trước khi sử dụng với mục đích ăn uống. Kết quả cho thấy hàm lượng phóng xạ ^{226}Ra trong đất và nước giếng có mối tương quan khá tốt. Hệ số tương quan đạt 0,65. Vậy, các khu vực có hàm lượng phóng xạ cao sẽ có khuynh hướng có nồng độ phóng xạ trong nước ngầm cao.

Hiệu suất quá trình tách ^{226}Ra ra khỏi các mẫu đất dao động từ 58 đến 83%, giá trị trung bình đạt 70% và thay đổi khác nhau phụ thuộc vào thành phần và một số đặc trưng khác của đất. Hiệu suất tách ^{226}Ra trong các mẫu nước gần như không có sự chênh lệch đáng kể và đạt trung bình gần 90%.

Tỷ lệ lượng ^{226}Ra tách được có phụ thuộc vào hàm lượng Fe (hệ số tương quan 0,59), hàm lượng Mn (hệ số tương quan 0,46), độ pH của đất (hệ số tương quan 0,40), hàm lượng hữu cơ trong đất (hệ số tương quan 0,45), hàm lượng ^{226}Ra (hệ số tương quan 0,42). Trong đất, các oxide và hydroxide của Fe và Mn là những hợp chất có khả năng hấp thụ radium rất cao [2]. Quá trình hấp thụ này xảy ra sau sự hình thành đất do đó thường tập trung trên bề mặt hạt. Do đó ^{226}Ra liên kết với các hợp chất này dễ dàng được di chuyển khỏi mẫu [3] làm tăng lượng ^{226}Ra tách được. Đặc biệt, quá trình hấp thụ radium của các hợp chất này thường diễn ra tốt nhất ở độ pH cao [2]. Do đó, giữa độ pH và tỷ lệ ^{226}Ra tách được cũng có mối tương quan trung bình. Hàm lượng hữu cơ cũng là một chất có khả năng hấp thụ radium cao và tập trung chủ yếu trên bề mặt [3]. Vì vậy, trong các mẫu có hàm lượng hữu cơ cao, có khả năng ^{226}Ra tập trung nhiều trên bề mặt và dễ dàng được tách đi. Nếu ^{226}Ra phân bố đồng nhất hoặc không tập trung chủ yếu trên bề mặt hạt, việc tăng hàm lượng ^{226}Ra sẽ không làm tăng tỷ lệ ^{226}Ra tách được. Tuy nhiên, trong các mẫu khảo sát, lượng Fe chiếm phần khá lớn. Điều này có thể làm tăng lượng ^{226}Ra tập trung trên bề mặt, dẫn đến khả năng tách ^{226}Ra trong các mẫu này cao.

Bảng 1: Nồng độ phóng xạ ^{226}Ra trong đất, nước giếng và một số đặc trưng của đất

Mẫu	Hàm lượng các nguyên tố (ppm)									pH trong đất	pH trong nước	Hàm lượng hữu cơ (%)	Hàm lượng ^{226}Ra trong đất (Bq.kg^{-1})	Nồng độ ^{226}Ra trong nước giếng (Bq.m^{-3})	Liều hiệu dụng (µSv.y^{-1})	Tỷ lệ ^{226}Ra trong đất tách được (%)	Tỷ lệ ^{226}Ra trong nước tách được (%)
	Na (´10^3)	K (´10^2)	Mg (´10^2)	Ca (´10^2)	Mn (´10^2)	Fe (´10^3)	Al (´10^3)	Ti (´10^2)	Si (´10^3)								
S1	7,5 ± 0,9	222,6 ± 2,4	87,6 ± 4,0	10,1 ± 0,9	3,0 ± 0,9	45,3 ± 0,8	92,6 ± 0,9	30,3 ± 1,2	276,9 ± 1,4	4,98	5,02	2	26 ± 3	180 ± 20	37 ± 4	65	89
S2	10,3 ± 0,9	179,3 ± 2,2	98,1 ± 3,5	102,9 ± 2,4	2,5 ± 0,8	44,6 ± 0,8	102,3 ± 1,0	45,9 ± 1,8	213,5 ± 1,1	8,12	7,12	4	34 ± 3	210 ± 20	43 ± 4	64	86
S3	3,3 ± 0,6	117,6 ± 1,7	32,1 ± 2,2	13,2 ± 1,0	3,9 ± 1,1	55,7 ± 1,1	124,8 ± 1,0	41,2 ± 1,8	234,5 ± 1,2	5,17	5,00	2	75 ± 5	430 ± 30	88 ± 6	62	91
S4	1,2 ± 0,5	89,4 ± 3,2	35,6 ± 2,2	7,8 ± 1,2	<70	26,8 ± 0,7	30,6 ± 0,3	40,3 ± 1,9	179,0 ± 1,1	7,64	7,44	2	25 ± 3	170 ± 20	35 ± 4	76	88
S5	7,2 ± 0,9	185,1 ± 2,0	55,5 ± 2,4	54,3 ± 2,5	<70	28,8 ± 0,7	33,5 ± 0,4	14,8 ± 1,1	245,5 ± 1,1	5,05	4,89	5	51 ± 4	280 ± 20	57 ± 4	67	89
S6	17,7 ± 1,1	254,6 ± 2,8	112,8 ± 3,7	112,9 ± 2,1	10,8 ± 1,2	46,7 ± 0,9	76,6 ± 0,7	187,7 ± 6,5	227,9 ± 1,1	5,43	6,02	4	157 ± 8	410 ± 30	84 ± 6	80	93
S7	4,4 ± 0,8	110,9 ± 2,6	85,4 ± 3,0	67,9 ± 1,9	3,6 ± 1,0	54,4 ± 1,1	86,8 ± 0,6	34,6 ± 1,6	272,8 ± 1,7	4,64	5,18	2	26 ± 3	180 ± 20	37 ± 4	61	83
S8	3,3 ± 0,6	120,9 ± 1,8	35,4 ± 2,3	14,3 ± 1,0	3,9 ± 1,1	56,8 ± 1,2	122,5 ± 1,0	42,3 ± 1,8	234,7 ± 1,1	4,77	5,22	2	49 ± 4	420 ± 30	86 ± 6	63	93
S9	7,7 ± 0,8	242,3 ± 2,5	96,5 ± 3,1	123,2 ± 2,4	10,1 ± 1,0	37,7 ± 0,8	80,6 ± 0,8	31,2 ± 1,1	250,3 ± 1,3	5,27	4,98	2	100 ± 6	320 ± 30	65 ± 6	58	91
S10	7,6 ± 0,8	176,6 ± 1,8	54,7 ± 2,4	56,8 ± 2,5	4,8 ± 1,1	27,7 ± 0,6	68,8 ± 0,8	14,5 ± 1,0	228,8 ± 1,4	7,47	6,87	2	58 ± 5	270 ± 30	55 ± 6	72	89
S11	3,4 ± 0,6	127,7 ± 1,8	33,4 ± 2,3	14,2 ± 1,1	3,9 ± 1,0	54,8 ± 1,1	126,9 ± 1,1	42,3 ± 1,9	238,8 ± 1,2	6,23	6,89	3	87 ± 6	430 ± 30	88 ± 6	62	91
S12	2,6 ± 1,0	143,3 ± 1,8	30,9 ± 2,2	25,6 ± 1,2	3,1 ± 1,0	64,6 ± 1,1	88,7 ± 0,9	44,6 ± 1,6	243,1 ± 1,0	8,20	7,02	4	107 ± 6	1110 ± 70	227 ± 14	56	96
S13	2,5 ± 0,9	147,9 ± 1,8	32,2 ± 2,3	24,3 ± 1,3	3,5 ± 1,0	64,5 ± 1,1	89,8 ± 0,9	43,6 ± 1,4	243,2 ± 1,0	7,53	6,87	6	92 ± 5	450 ± 30	92 ± 6	83	91
S14	1,3 ± 0,6	90,8 ± 3,2	35,5 ± 2,3	8,0 ± 1,2	<70	27,6 ± 0,7	31,3 ± 0,4	41,3 ± 2,0	180,1 ± 1,0	7,57	7,00	5	38 ± 3	220 ± 20	45 ± 4	79	86
S15	1,2 ± 0,5	90,9 ± 3,2	36,8 ± 2,3	8,0 ± 1,2	<70	27,7 ± 0,7	31,3 ± 0,3	42,2 ± 2,0	178,7 ± 1,0	7,52	6,55	5	41 ± 3	230 ± 20	47 ± 4	76	87
S16	Na (´10^3)	K (´10^2)	Mg (´10^2)	Ca (´10^2)	Mn (´10^2)	Fe (´10^3)	Al (´10^3)	Ti (´10^2)	Si (´10^3)	4,98	5,12	3	56 ± 4	320 ± 20	65 ± 4	64	88
S17	7,5 ± 0,9	222,6 ± 2,4	87,6 ± 4,0	10,1 ± 0,9	3,0 ± 0,9	45,3 ± 0,8	92,6 ± 0,9	30,3 ± 1,2	276,9 ± 1,4	7,17	6,89	5	106 ± 6	860 ± 50	176 ± 10	63	97
S18	10,3 ± 0,9	179,3 ± 2,2	98,1 ± 3,5	102,9 ± 2,4	2,5 ± 0,8	44,6 ± 0,8	102,3 ± 1,0	45,9 ± 1,8	213,5 ± 1,1	6,26	6,56	3	102 ± 6	730 ± 40	149 ± 8	78	90
S19	3,3 ± 0,6	117,6 ± 1,7	32,1 ± 2,2	13,2 ± 1,0	3,9 ± 1,1	55,7 ± 1,1	124,8 ± 1,0	41,2 ± 1,8	234,5 ± 1,2	6,04	5,89	15	28 ± 3	230 ± 20	47 ± 4	64	87
S20	1,2 ± 0,5	89,4 ± 3,2	35,6 ± 2,2	7,8 ± 1,2	<70	26,8 ± 0,7	30,6 ± 0,3	40,3 ± 1,9	179,0 ± 1,1	6,67	5,67	17	35 ± 3	230 ± 20	47 ± 4	71	87
S21	7,2 ± 0,9	185,1 ± 2,0	55,5 ± 2,4	54,3 ± 2,5	<70	28,8 ± 0,7	33,5 ± 0,4	14,8 ± 1,1	245,5 ± 1,1	6,88	6,89	5	92 ± 6	520 ± 30	106 ± 6	79	92
S22	17,7 ± 1,1	254,6 ± 2,8	112,8 ± 3,7	112,9 ± 2,1	10,8 ± 1,2	46,7 ± 0,9	76,6 ± 0,7	187,7 ± 6,5	227,9 ± 1,1	6,88	7,24	3	106 ± 6	270 ± 20	55 ± 4	79	85
S23	4,4 ± 0,8	110,9 ± 2,6	85,4 ± 3,0	67,9 ± 1,9	3,6 ± 1,0	54,4 ± 1,1	86,8 ± 0,6	34,6 ± 1,6	272,8 ± 1,7	6,60	6,67	5	112 ± 6	630 ± 40	129 ± 8	77	92
S24	3,3 ± 0,6	120,9 ± 1,8	35,4 ± 2,3	14,3 ± 1,0	3,9 ± 1,1	56,8 ± 1,2	122,5 ± 1,0	42,3 ± 1,8	234,7 ± 1,1	7,31	7,54	2	62 ± 4	290 ± 30	59 ± 6	73	86
S25	7,7 ± 0,8	242,3 ± 2,5	96,5 ± 3,1	123,2 ± 2,4	10,1 ± 1,0	37,7 ± 0,8	80,6 ± 0,8	31,2 ± 1,1	250,3 ± 1,3	7,19	7,00	2	42 ± 3	310 ± 20	63 ± 4	62	87
S26	7,6 ± 0,8	176,6 ± 1,8	54,7 ± 2,4	56,8 ± 2,5	4,8 ± 1,1	27,7 ± 0,6	68,8 ± 0,8	14,5 ± 1,0	228,8 ± 1,4	6,00	6,22	6	106 ± 6	650 ± 40	133 ± 8	81	91
S27	3,4 ± 0,6	127,7 ± 1,8	33,4 ± 2,3	14,2 ± 1,1	3,9 ± 1,0	54,8 ± 1,1	126,9 ± 1,1	42,3 ± 1,9	238,8 ± 1,2	8,12	7,21	6	121 ± 7	420 ± 30	86 ± 6	79	90
S28	2,6 ± 1,0	143,3 ± 1,8	30,9 ± 2,2	25,6 ± 1,2	3,1 ± 1,0	64,6 ± 1,1	88,7 ± 0,9	44,6 ± 1,6	243,1 ± 1,0	6,83	6,45	6	119 ± 6	540 ± 40	110 ± 8	81	91
S29	2,5 ± 0,9	147,9 ± 1,8	32,2 ± 2,3	24,3 ± 1,3	3,5 ± 1,0	64,5 ± 1,1	89,8 ± 0,9	43,6 ± 1,4	243,2 ± 1,0	5,46	5,12	3	38 ± 3	180 ± 20	37 ± 4	63	89
S30	1,3 ± 0,6	90,8 ± 3,2	35,5 ± 2,3	8,0 ± 1,2	<70	27,6 ± 0,7	31,3 ± 0,4	41,3 ± 2,0	180,1 ± 1,0	4,70	4,89	2	33 ± 3	330 ± 20	67 ± 4	58	88
S31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,31	6,92	3	31 ± 3	270 ± 30	55 ± 6	-	-
S32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,58	7,12	1	90 ± 5	490 ± 30	100 ± 6	-	-
S33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,79	6,89	2	59 ± 4	320 ± 30	65 ± 6	-	-
S34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,66	4,34	1	54 ± 8	240 ± 20	49 ± 4	-	-
S35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,80	6,21	2	75 ± 5	390 ± 30	80 ± 6	-	-
S36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,95	6,12	3	84 ± 5	420 ± 30	86 ± 6	-	-
S37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00	4.,98	3	57 ± 4	310 ± 30	63 ± 6	-	-
S38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,00	4,87	4	43 ± 3	220 ± 30	45 ± 6	-	-
S39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,10	7,12	6	50 ± 4	270 ± 30	55 ± 6	-	-
S40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,97	5,12	1	65 ± 4	160 ± 20	33 ± 4	-	-
S41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,21	7,07	9	52 ± 5	180 ± 20	37 ± 4	-	-
S42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,00	6,89	16	42 ± 4	150 ± 20	31 ± 4	-	-
S43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,82	7,13	2	176 ± 8	710 ± 50	145 ± 10	-	-
S44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,78	6,83	2	132 ± 7	540 ± 30	110 ± 6	-	-
S45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,98	6,43	1	147 ± 7	510 ± 30	104 ± 6	-	-
S46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,23	7,12	2	165 ± 7	810 ± 40	166 ± 8	-	-
S47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,12	6,89	2	146 ± 6	400 ± 30	82 ± 6	-	-
S48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,89	6,54	1	52 ± 5	280 ± 30	57 ± 6	-	-
S49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,06	6,89	15	50 ± 4	260 ± 30	53 ± 6	-	-
S50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,89	6,61	12	57 ± 4	300 ± 30	61 ± 6	-	-

Bảng 2: Tương quan giữa các yếu tố liên quan đến quá trình táh ^{226}Ra trong đấtc

Biến	Fe	Al	Si	Mn	Mg	K	Ca	Na	Ti	pH của đất	Hàm lượng hữu cơ	Hàm lượng ^{226}Ra	Tỷ lệ ^{226}Ra tách khỏi đất (%)
Fe	1	0.4076	0.3137	-0.0125	-0.2177	-0.1663	-0.1895	-0.2280	0.0881	0.4932	0.1057	0.2601	0.5948
Al	0.4076	1	-0.0494	0.0045	-0.1082	0.0009	-0.1361	-0.1829	0.0449	-0.1363	-0.3181	0.2657	0.1758
Si	0.3137	-0.0494	1	0.2762	0.2378	0.2948	0.1460	0.2231	-0.0887	0.3447	0.0582	0.1650	0.4285
Mn	-0.0125	0.0045	0.2762	1	0.7210	0.6232	0.7339	0.7616	0.5676	0.1978	0.0155	0.2630	0.4578
Mg	-0.2177	-0.1082	0.2378	0.7210	1	0.6511	0.8374	0.8127	0.4010	0.1434	0.0127	0.1876	0.1217
K	-0.1663	0.0009	0.2948	0.6232	0.6511	1	0.5479	0.7166	0.3407	0.1928	-0.0513	0.1150	-0.0273
Ca	-0.1895	-0.1361	0.1460	0.7339	0.8374	0.5479	1	0.7240	0.2517	0.3798	0.0671	0.1189	0.2235
Na	-0.2280	-0.1829	0.2231	0.7616	0.8127	0.7166	0.7240	1	0.6422	0.1227	0.0753	0.3039	0.1881
Ti	0.0881	0.0449	-0.0887	0.5676	0.4010	0.3407	0.2517	0.6422	1	-0.1457	0.0923	0.3931	0.3692
pH của đất	0.4932	-0.1363	0.3447	0.1978	0.1434	0.1928	0.3798	0.1227	-0.1457	1	0.3005	0.1685	0.4043
Hàm lượng hữu cơ	0.1057	-0.3181	0.0582	0.0155	0.0127	-0.0513	0.0671	0.0753	0.0923	0.3005	1	0.0470	0.4485
Hàm lượng ^{226}Ra	0.2601	0.2657	0.1650	0.2630	0.1876	0.1150	0.1189	0.3039	0.3931	0.1685	0.0470	1	0.4174
Tỷ lệ ^{226}Ra tách khỏi đất (%)	0.5948	0.1758	0.4285	0.4578	0.1217	-0.0273	0.2235	0.1881	0.3692	0.4043	0.4485	0.4174	1

KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã xác định hàm lượng/nồng độ phóng xạ ^{226}Ra và trong 50 mẫu đất và nước giếng. Kết quả cho thấy hầu hết các mẫu nước đều có nồng độ phóng xạ vượt quá tiêu chuẩn USEPA và cần được làm sạch. Hiệu suất tách ^{226}Ra trong nước không phụ thuộc vào thành phần mẫu. Hiệu suất tách ^{226}Ra có sự chênh lệch rõ rệt giữa các mẫu khảo sát. Kết quả cho thấy hiệu suất tách này phụ thuộc vào hàm lượng Fe, Mn, hàm lượng hữu cơ độ pH và hàm lượng ^{226}Ra trong mẫu.

THAM KHẢO

[1] Zoltan Szabo, Vincent T. dePaul, Jeffrey M. Fischer, Thomas F. Kraemer, Eric Jacobsen (2011), Occurrence and geochemistry of radium in water from principal drinking-water aquifer systems of the United States, *Applied Geochemistry*, 27 (2012) 729–752.
[2] IAEA (2014), *The Environmental Behaviour of Radium*, Technical Reports Series No. 474, IAEA, Austria.
[3] Abdullah J.A., Masri M.S.A., Amin Y., Awad I., Sheaib Z. (2016), Chemical fractionation of radium-226 in NORM contaminated soil from oilfields, *Journal of Environmental Radioactivity* 165, 47–53.