

نشریه تابش و فناوری هسته ای ، سال دوم، شماره 3، پاییز 1394

بررسی فرآیند تغلیظ رادیوایزوتوپها در کانیهای سنگ آهن و تعیین ضریب همبستگی بین سریهای اورانیوم و توریم در آنها

رضا پور ایمانی^{1*}، حمید رضا عظیمی²

¹ استادیار، گروه فیزیک، دانشگاه اراک، اراک، مرکزی، ایران

² کارشناسی ارشد، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه اراک، مرکزی، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: 1394/4/16 - تاریخ پذیرش مقاله: 1394/6/28)

چکیده

در این تحقیق کانیهای مختلف سنگ آهن از معدن شمس آباد اراک مورد بررسی قرار گرفت. این نمونه‌ها دارای ترکیبات مختلفی از سنگ آهن بوده که مهمترین آنها هماتیت، لیمونیت، سیدریت و گوتیت می‌باشند. نمونه‌های تهیه شده از قسمتهای عمیق معدن استخراج و پس از آماده‌سازی و سپری شدن زمان تعادل، ویژه فعالیت هسته‌های پرتوزای طبیعی به روش اسپکترومتری گاما با استفاده از آشکارساز HPGe با بازدهی نسبی 30% تعیین گردیدند. فعالیت ویژه ^{226}Ra ، ^{232}Th و ^{40}K بر حسب Bqkg^{-1} در این نمونه‌ها به ترتیب از: $9/39 \pm 0/53$ تا $271/70 \pm 1/84$ ، $1/68 <$ تا $60/98 \pm 1/22$ و $25/34 \pm 2/14$ تا $800/03 \pm 6/47$ تغییر می‌کند. بر مبنای نتایج بدست آمده مقدار Ra_{eq} ، H_{in} ، H_{ex} و آهنگ دز جذبی برای کلیه نمونه‌ها محاسبه گردید. بیشینه Ra_{eq} در نمونه لیمونیت به میزان $296/19 \text{Bqkg}^{-1}$ به دست آمد که پائین‌تر از حداکثر میزان مجاز اعلام شده (370Bqkg^{-1}) می‌باشد. میزان H_{in} و H_{ex} در نمونه‌های جمع‌آوری شده به ترتیب از: $0/06$ تا $1/53$ و $0/04$ تا $0/80$ محاسبه گردیده است. همچنین میزان آهنگ دز جذبی در نمونه‌ها بر حسب nGyh^{-1} از $6/56$ تا $136/81$ متغیر می‌باشد. با توجه به نظریه زمین‌شناسی که بیانگر مراحل مختلف شکل‌گیری و تجمع کانیهای آهن از هماتیت به لیمونیت در محیطهای مختلف شیمیایی می‌باشد، نتایج اندازه‌گیری فعالیت ویژه رادیوایزوتوپها نشان می‌دهد که لیمونیت دارای بیشینه پرتوزایی می‌باشد. وجود ترکیب لیمونیت در سنگ آهن به علت پرتوزایی بیشتر در مناطق هوازده، باعث کاهش همبستگی بین سری اورانیوم و توریم در کانیهای سنگ آهن می‌شود.

واژه‌های کلیدی: Ra_{eq} ، سنگ آهن، آشکارساز HPGe، هماتیت، لیمونیت

* استان مرکزی، اراک، دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک، کد پستی: 88349-38156

پست الکترونیکی: r-pourimani@araku.ac.ir

1- مقدمه

نمودار همبستگی روند تغییرات بین مقدار هسته‌های پرتوزای ^{226}Ra و ^{232}Th را نشان می‌دهد. کوششهای زیادی در زمینه به دست آوردن مقدار ضریب این همبستگی انجام شده است که در بعضی از مناطق مورد مطالعه، این همبستگی مطلوب بوده و در بعضی از مناطق همبستگی ضعیفی را نشان می‌دهد. یکی از دلایل همبستگی ضعیف می‌تواند هوازدگی باشد. سری اورانیوم وقتی در معرض هوای موجود در آب قرار می‌گیرند، اکسید شده و همچنین در اثر فعل و انفعالات شیمیایی نمکهای رادیوم تشکیل می‌شوند. این نمکها و اکسیدها در آب حل شده و با حرکت آب، از منطقه مورد مطالعه خارج می‌گردند. به همین دلیل در نواحی که چشمه‌های آب گرم وجود دارد مقدار رادیوم در رسوبات دهانه خروجی چشمه‌های آب گرم بسیار زیاد می‌باشد [3].

2- روش کار،

معدن سنگ آهن شمس‌آباد اراک در محدوده عرض جغرافیایی 47° و 33° شمالی و طول جغرافیایی 42° و 45° شرقی با مساحت تقریبی 6 کیلومتر مربع در 56 کیلومتری جنوب شرقی شهرستان اراک در استان مرکزی قرار دارد. بخشهای آهن‌دار این منطقه دارای ترکیبات لیمونیت، هماتیت و گوتیت هستند و در پاره‌ای از بخشها بلورهای پیریت به صورت بافت افشان نیز دیده می‌شوند که با حفظ شکل بلورین خود به لیمونیت تبدیل شده‌اند. عیار آهن در محدوده این کانسار بین 40/86% تا 54/9% متغیر است [2]. در این تحقیق تعداد 12 نمونه کانی سنگ آهن هر کدام به وزن تقریبی 3 کیلوگرم و به طور تصادفی بر مبنای رنگ ظاهری از نقاط مختلف معدن جمع‌آوری گردید.

سریهای واپاشی، ویژه هسته‌هایی هستند که پس از چند واپاشی متوالی با انتشار ذرات و فوتونهای گاما به ویژه هسته‌های پایدار تبدیل می‌شوند. در طبیعت چهار سری واپاشی توریم، اکتینیوم، اورانیوم و نپتونیم وجود دارد که سه سری اول به علت داشتن نیمه عمرهای طولانی هسته مادر، در مقایسه با عمر کره زمین تا به امروز دوام آورده‌اند. سری نپتونیم به دلیل داشتن نیمه عمر کوتاه، به طور طبیعی در طبیعت وجود ندارد [1].

تعیین مقدار ویژه فعالیت هسته‌های پرتوزای موجود در کانیهای سنگ آهن از نظر تأثیر آن بر محیط زیست، افراد ساکن در منطقه، بهره‌برداران، کاربران محصول نهایی و همچنین از نقطه نظر زمین‌شناسی و نحوه تغلیظ در کانیهای مختلف دارای اهمیت زیادی می‌باشد. سنگ آهن دارای ذخایر بسیار زیادی در جهان بوده و به صورت کانیهای گوناگون در طبیعت یافت می‌شود. اکثریت این کانیها، ماده اولیه تولید آهن است و در کارخانجات تولید سیمان نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهمترین کانیهای سنگ آهن هماتیت، گوتیت و لیمونیت بوده و مقدار اورانیوم، توریم و پتاسیم در سنگ آهن اساساً به نوع کانیهای موجود در آن، موقعیت زمین‌شناسی و جغرافیایی منطقه، نوع خاک و سنگ بستگی دارد. هماتیت و لیمونیت در انواع سنگهای آذرین نظیر سنگهای گرانیتی، گابروبی، آندریتی و غیره و همچنین در کانسارهای هیدروترمال همراه با کوارتز در محیطهای سطحی و هوازده که حاصل تبدیلات مگنتیت به هماتیت و لیمونیت در شرایط اکسیداسیون و احیاء می‌باشد، در درجه حرارت و فشارهای پایین (هیدرومتافریسم) تشکیل می‌شود [2].

بسته‌بندی و به منظور جلوگیری از خروج گاز رادون، حاصل از واپاشی زنجیره اورانیوم و توریم، آب‌بندی گردیدند [4].
به منظور برقراری تعادل دیرپا بین هسته مادر (^{226}Ra) و هسته دختر (^{222}Rn)، نمونه‌ها به مدت 50 روز نگهداری شدند. طیف‌گیری با استفاده از آشکارساز HPGe از نوع هم‌محور مدل GCD30195 شرکت Baltic Science Instrument با بازدهی نسبی 30% و با استفاده از نرم‌افزار Lsrmbi محصول شرکت مذکور به عمل آمد [5]. ویژه فعالیت رادیوایزوتوپها با استفاده از نرم‌افزار Gamma Vision 32 محصول شرکت EG&G Ortec محاسبه گردید.

از کلیه نمونه‌ها به مدت 86400 ثانیه طیف‌گیری به عمل آمد. نتایج محاسبه ویژه فعالیت هسته‌های پرتوزا در نمونه‌های مورد مطالعه، در جدول 2. درج شده است.

جدول 2. مقدار ویژه فعالیت هسته‌های پرتوزا در نمونه‌های مورد

کد نمونه	Activity Concentration (Bq/kg)		
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
	مطالعه		
H	24/34±0/51	6/16±0/52	67/85±1/76
H.G.L1	36/92±0/61	13/21±1/03	134/37±2/73
L1	96/92±0/97	60/98±1/22	800/03±6/47
L2	271/70±1/84	11/58±1/68	102/96±6/38
H.G.M	57/23±0/74	8/64±0/75	186/93±3/92
H.G.L2	25/53±0/54	13/28±0/85	199/63±3/30
G.H.L	91/64±1/13	27/86±1/44	383/82±4/78
B.G	9/39±0/53	<1/68	29/02±1/84
H.G.L.Si1	42/30±0/74	4/68±0/73	87/26±3/03
H.G.S	76/39±0/86	22/16±1/39	509/13±5/55
H.G.Ga	16/27±0/43	7/48±0/87	25/34±2/14
H.G.L.Si2	19/87±0/47	5/48±0/71	87/52±2/70

بخشی از نمونه‌ها به آزمایشگاه کانی‌شناسی دانشگاه صنعتی اراک منتقل و در آنجا شناسایی نوع کانی و کدبندی آنها انجام شد. در جدول 1 نتایج کانی‌شناسی نمونه‌های مورد مطالعه درج شده است.

جدول 1. نتایج کانی‌شناسی نمونه‌های تهیه شده از معدن

شمس‌آباد اراک

نام نمونه	علامت اختصاری	کانی‌های اصلی	کانی‌های فرعی
نمونه شماره 1	H	هماتیت	-----
نمونه شماره 2	H.G.L1	هماتیت	گوتیت و لیمونیت
نمونه شماره 3	L1	لیمونیت	-----
نمونه شماره 4	L2	لیمونیت	-----
نمونه شماره 5	H.G.M	هماتیت	گوتیت و ملاکیت
نمونه شماره 6	H.G.L2	هماتیت	گوتیت و لیمونیت
نمونه شماره 7	G.H.L	گوتیت	هماتیت و لیمونیت
نمونه شماره 8	B.G	باریت	گوتیت
نمونه شماره 9	H.G.L.Si1	هماتیت	گوتیت، لیمونیت و سیلیس
نمونه شماره 10	H.G.S	هماتیت	گوتیت و سیدریت
نمونه شماره 11	H.G.Ga	هماتیت	گوتیت و گالن (سرب)
نمونه شماره 12	H.G.L.Si2	هماتیت	گوتیت، لیمونیت و سیلیس

این نمونه‌ها پس از خرد شدن و آسیاب شدن با استفاده از دو نوع آسیاب فکی و گلوله‌ای، به منظور تهیه نمونه یکنواخت، از مش شماره 50 عبور داده شدند.

پودرهای آماده شده در کوره‌ای با دمای 200 درجه سانتیگراد به مدت 6 ساعت خشک گردیدند. سپس نمونه‌ها در ظروف استاندارد مارینلی‌بیکر با وزن خالص 950 گرم

برای محاسبه ویژه فعالیت معادل رادیوم (Ra_{eq})، که بیانگر اثرات رادیولوژیکی مواد پرتوزا شامل ^{226}Ra ، ^{232}Th و ^{40}K است از رابطه 1 استفاده شده است [6]:

$$Ra_{eq} = A_{Ra} + 1.43A_{Th} + 0.077A_K \quad (1)$$

در این رابطه، A_{Ra} ، A_{Th} و A_K به ترتیب ویژه فعالیت هسته‌های پرتوزای ^{226}Ra ، ^{232}Th و ^{40}K بر حسب $Bqkg^{-1}$ هستند. طبق استاندارد بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه، برای تعیین میزان پرتوگیری داخلی و خارجی به ترتیب از معیاری به نام شاخص خطرپذیری پرتوگیری داخلی (H_{in}) و شاخص خطرپذیری پرتوگیری خارجی (H_{ex}) استفاده می‌شود.

مقدار این شاخصها برای ناچیز بودن مخاطرات حاصل از تابش رادیواکتیو، باید کمتر از مقدار یک باشد.

برای محاسبه میزان شاخص خطرپذیری پرتوگیری داخلی (H_{in}) و شاخص خطرپذیری پرتوگیری خارجی (H_{ex})، به ترتیب از رابطه‌های 2 و 3 استفاده شده است [6]:

$$H_{in} = A_{Ra}/185 + A_{Th}/259 + A_K/4810 \quad (2)$$

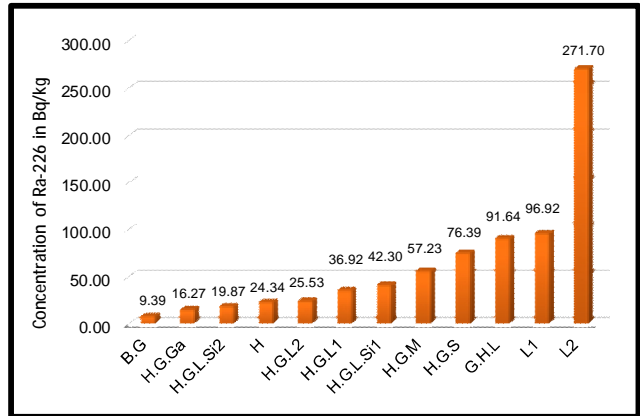
$$H_{ex} = A_{Ra}/370 + A_{Th}/259 + A_K/4810 \quad (3)$$

برای محاسبه میزان آهنگ دز جذب شده (D) از ویژه هسته‌های پرتوزای طبیعی شامل ^{226}Ra ، ^{232}Th و ^{40}K در ارتفاع یک متری از سطح خاک و سنگ، از رابطه 4 استفاده شده است [7]:

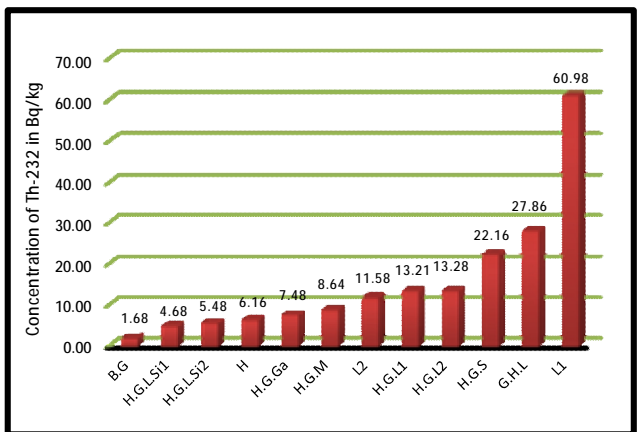
$$D = [0.462A_{Ra} + 0.604A_{Th} + 0.0417A_K] nGyh^{-1} \quad (4)$$

در این رابطه‌ها، A_{Ra} ، A_{Th} و A_K به ترتیب ویژه فعالیت هسته‌های پرتوزای ^{226}Ra ، ^{232}Th و ^{40}K بر حسب $Bqkg^{-1}$ هستند. در جدول 3. نتایج محاسبه مقادیر Ra_{eq} ، H_{in} ، H_{ex} و آهنگ دز جذبی (D) در نمونه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.

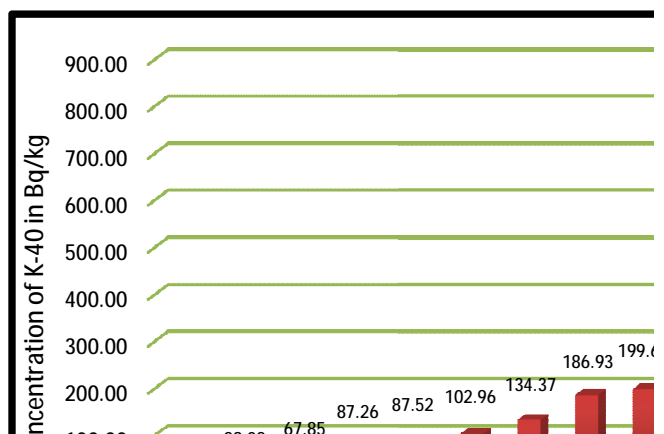
مقایسه مقادیر ویژه فعالیت هسته‌های پرتوزای ^{226}Ra ، ^{232}Th و ^{40}K بین نمونه‌های مورد مطالعه، به ترتیب در شکل‌های 1، 2 و 3 نشان داده شده است.



شکل 1. ویژه فعالیت هسته پرتوزای ^{226}Ra در نمونه‌های مورد مطالعه



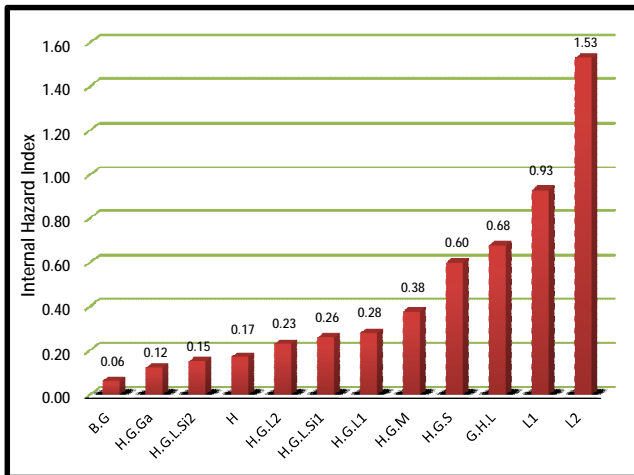
شکل 2. ویژه فعالیت هسته پرتوزای ^{232}Th در نمونه‌های مورد مطالعه



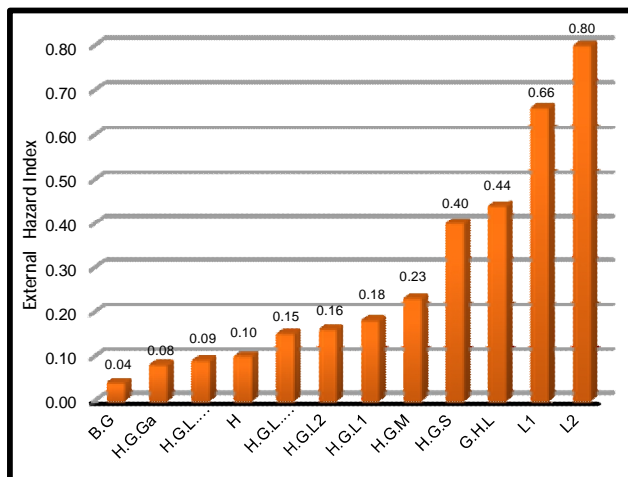
شکل 3. ویژه فعالیت هسته پرتوزای ^{40}K در نمونه‌های مورد مطالعه

جدول 3. مقدار Ra_{eq} ، H_{in} ، H_{ex} و آهنگ دز جذبی در نمونه‌ها

کد نمونه	Ra_{eq} (Bqkg ⁻¹)	H_{in}	H_{ex}	D (nGyh ⁻¹)
H	38/37±0/91	0/17±0/00	0/10±0/00	17/80±0/40
H.G.L1	66/16±1/61	0/28±0/01	0/18±0/00	30/64±0/69
L1	245/72±2/06	0/93±0/01	0/66±0/01	114/97±0/90
L2	296/19±3/07	1/53±0/01	0/80±0/01	136/81±1/35
H.G.M	83/98±1/34	0/38±0/01	0/23±0/00	39/45±0/59
H.G.L2	59/89±1/35	0/23±0/00	0/16±0/00	28/14±0/59
G.H.L	161/03±2/38	0/68±0/01	0/44±0/01	75/17±1/03
B.G	14/03±0/55	0/06±0/00	0/04±0/00	6/56±0/26
H.G.L.Si1	55/71±1/30	0/26±0/00	0/15±0/00	26/01±0/57
H.G.S	147/28±2/21	0/60±0/01	0/40±0/01	69/91±0/96
H.G.Ga	28/92±1/33	0/12±0/00	0/08±0/00	13/09±0/57
H.G.L.Si2	34/45±1/14	0/15±0/00	0/09±0/00	16/14±0/49



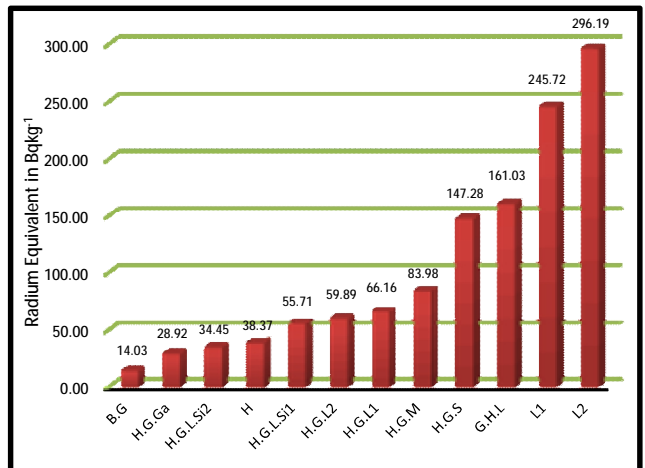
شکل 5. مقایسه مقدار شاخص خطرپذیری پرتوگیری داخلی (H_{in}) بین نمونه‌های مورد مطالعه



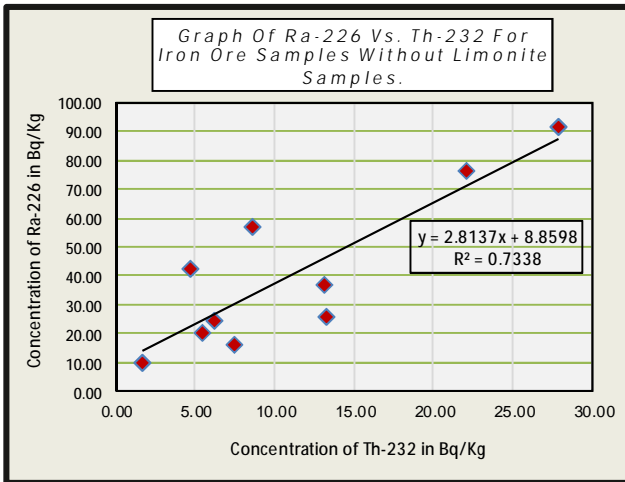
شکل 6. مقایسه مقدار شاخص خطرپذیری پرتوگیری خارجی (H_{ex}) بین نمونه‌های مورد مطالعه

با توجه به جدول 2. و مقادیر ویژه فعالیت ^{226}Ra و ^{232}Th در نمونه‌های مورد مطالعه، می‌توان نمودار همبستگی بین ^{226}Ra و ^{232}Th را در این تحقیق به دست آورد که نتیجه آن در شکل 8. نشان داده شده است.

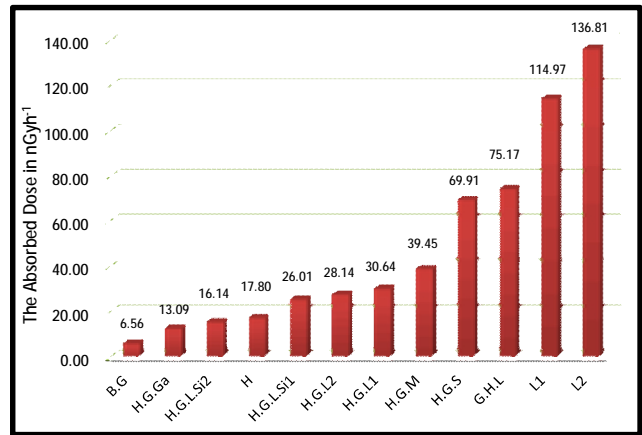
مقایسه نتایج بدست آمده از مقادیر Ra_{eq} ، H_{in} ، H_{ex} و آهنگ دز جذبی (D) در نمونه‌های مورد مطالعه، به ترتیب در شکل‌های 4، 5، 6 و 7. نمایش داده شده است.



شکل 4. مقایسه مقدار ویژه فعالیت معادل رادیوم (Ra_{eq}) بین نمونه‌های مورد مطالعه



شکل 9. نمودار همبستگی بین ^{226}Ra و ^{232}Th در نمونه‌های مورد مطالعه با حذف نمونه‌های لیمونیتی



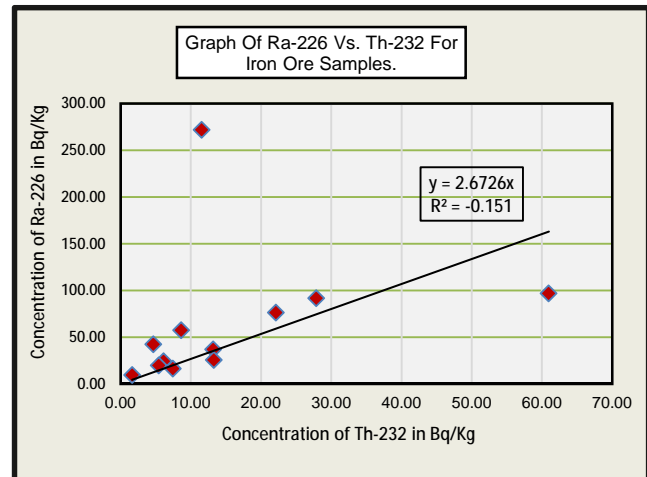
شکل 7. مقایسه آهنگ دز جذبی (D) بین نمونه‌های مورد مطالعه

3- نتیجه گیری،

همانطور که در جدول 2. مشاهده می‌گردد، میزان پرتوزایی در نمونه‌های لیمونیتی بیشتر از سایر کانیهای موجود در سنگ آهن می‌باشد و این امر سبب کاهش همبستگی بین سریهای اورانیوم و توریم در این ماده گردیده است. علت این پدیده وجود پرتوزایی بیشتر در مناطق هوازده و یا آلتزه (Alteration) نسبت به مناطق سنگی دست نخورده است.

در طی عملکرد آبهای زیرزمینی، تجمع عناصر پرتوزا در مناطق آلتزه و یا لیمونیتها مشاهده می‌شود [8].

پدیده آلتراسیون با روند پیشرونده سبب شستشو و خارج شدن عناصر پرتوزا و یا سایر عناصر فلزی و غیرفلزی از سنگ میزبان شده و عناصر پرتوزا را در طی خروج از محل در میدان پایداری شیمیایی قرار می‌دهد. به علاوه در پدیده آلتراسیون (تبدیل هماتیت به لیمونیت) نقش دو عامل PH و Eh بسیار مهم است. در PH های اسیدی عموماً کمتر از 5، عناصر رادیواکتیو به صورت محلول بوده و در مقادیر بالای PH، این عناصر جذب هیدروکسیدهای آهن (لیمونیت)، آلومینیم و منگنز می‌شوند. این وضعیت در شرایط احیایی بسیار مناسب است. به



شکل 8. نمودار همبستگی بین ^{226}Ra و ^{232}Th در نمونه‌های مورد مطالعه

این نمودار نشان می‌دهد که رابطه همبستگی ضعیفی بین مقادیر ^{226}Ra و ^{232}Th وجود دارد و مقدار ضریب این همبستگی (R^2) برابر با 0/151 می‌باشد.

همان طور که در شکل 8. مشاهده می‌شود وجود دو ترکیب لیمونیتی باعث کاهش همبستگی بین سری توریم و اورانیوم شده است که با حذف این دو نمونه از نمونه‌های مورد مطالعه، نمودار همبستگی به طور قابل توجهی بهبود یافته و مقدار ضریب همبستگی به 0/733 رسیده است. نمودار این همبستگی، در شکل 9. نشان داده شده است.

of their neighboring environs, *ESPG*, 1(3), under publication, 2014.

- [4] International Atomic Energy Agency, Collection and Preparation of bottom sediment sample for analysis of radionuclides an trace element, IAEA- TECDOC-360, IAEA, VIENNA; 2003.
- [5] American National Standard for Calibration and use of Germanium Spectrometers for the Measurement of Gamma Ray Emission Rates of Radionuclides, ANSN42.14, USA, 1999.
- [6] J. Beretka., Mathew. P. J, Natural Radioactivity of Australian Building materials, Industrial wastes and by-products, *Health Phys.* 48, 87-95, 1985.
- [7] Report of United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Exposure from natural sources of radiation, UNSCEAR United Nations, New York, 2008.

[8] س. س. مجیدی. س.الطفی، م. هزاره، م.ر. ضیاء، ا. ظریفی، بررسی

توده نفلین سینیت رزگاه و واحدهای رسوبی اطراف آن به جهت

اکتشاف اورانیوم تیپ رسوبی، آذربایجان شرقی، فصلنامه علمی

پژوهشی زمین و منابع واحد لاهیجان، سال سوم، شماره اول،

1389.

- [9] F. Doulati Ardejani, R. Rooki., B. Jodieri Shokri, Prediction of Rare Earth elements in Natural Alkaline Mine Drainage from Razi Coal Mine, Golestan, Province, Northeast Iran, Using General Regression Neural Network, 139(6), 896-907, 2013.

عبارتی بین PH و غلظت مواد رادیواکتیو رابطه معکوس وجود دارد [9].

لذا می توان گفت در PH بالا و محیطهای احیاء، غلظت مواد رادیواکتیو در محیط به صورت محلول کم و برعکس جذب مواد توسط کانی لیمونیت، منگنز و آلومینیم در محیطهای احیاء بیشتر است. با توجه به دلایل ذکر شده مواد پرتوزا در سنگ آهن لیمونیت تغلیظ گردیده و باعث شده است تا نسبت به سایر کانیهای سنگ آهن دارای پرتوزایی خیلی بیشتری باشد و در صورت حذف آن از نمودار همبستگی، وضعیت ضریب همبستگی به طور چشمگیری بهبود پیدا کند.

تشکر و قدردانی

این تحقیق توسط معاونت پژوهشی دانشگاه اراک تأمین مالی گردیده است بنابراین نویسندگان بر خود لازم می دانند از معاونت مذکور و همچنین از کارشناسان معدن سنگ آهن شمس آباد اراک و کارکنان آزمایشگاه کانی شناسی دانشگاه صنعتی اراک کمال سپاسگزاری را داشته باشند.

مراجع،

- [1] م. ابوکاظمی، م. رهبر، آشنایی با فیزیک هسته ای (کرین. کنت)، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، 1371.
- [2] ر. فرهادی، مطالعه زمین شناسی، ژئوشیمی، آنالیز رخساره و ژنر کانسار آهن منگنزدار شمس آباد اراک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، 1374.
- [3] R.Pourimani., R.Gheisari, M.R. Zare. M. Ahangari., Radioactivity concentration in sediment and water samples of hot springs of Mahallat and soil samples

Check radioisotopes in the minerals iron ore concentration and correlation coefficient between the uranium and thorium series

R.Pourimani^{1*}, H. M. Azimi²

¹Assistant professor, Department of physics, Faculty of science, Arak University, Arak

²M.Sc, Department of physics, Faculty of science, Arak University, Arak

* Corresponding author 's E-mail: r-pourimani@araku.ac.ir

(Received: 6/6/2015 - Accepted: 19/9/2015)

Abstract

In this research different samples of Iron Ore in Shams Abad Iron mine have been investigated. The samples included different compositions of iron ore that the most of them are hematite, limonite, siderite and goethite. The samples were taken from depth parts of the mine and after Preparation and expiration equilibrium time, the specific activity of natural radionuclides were determined using gamma ray spectrometry method with employing high purity germanium detector (HPGe) with 30% relative efficiency. The activity concentration of ²²⁶Ra, ²³²Th and ⁴⁰K in these samples varied from 9.39±0.53 to 271.70±1.84, <1.68 to 60.98±1.22 and 25.34±2.14 to 800.03±6.47 in Bqkg⁻¹ respectively. Ra_{eq}, H_{in}, H_{ex} and absorbed dose rate calculated for all of samples. The maximum radium equivalent obtained 296.19 (Bqkg⁻¹) in limonite samples that is lower than permissible Values (370Bqkg⁻¹). The internal hazard index (H_{in}), external hazard index (H_{ex}) obtained for all of samples and varied from 0.06 to 1.53 and 0.04 to 0.80, respectively. Also, the absorbed dose rate (D) in samples varied from 6.38 to 128.13 in nGyh⁻¹. According to the geology theory, that explains different processes formation and aggregation Iron Ores from hematite to limonite in chemical environments. The result of specific activity measurement of radioisotopes show the limonite has maximum radiation. The limonite composition in alteration regions cause to decrease correlation between uranium and thorium series in iron ores.

Keywords: Ra_{eq}, Iron Ore, HPGe detector, Hematite, Limonite