

تغییرات پرتوزائی رادیوم-۲۲۶ از چشمه‌های آبگرم رامسر

هدایت الله میرزائی و مسعود بیت‌اللهی

امور حفاظت در برابر اشعه

سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده

رامسر یکی از شهرهای ساحلی شمال ایران دارای مناطق با پرتوزائی طبیعی بالا است. در این منطقه ۹ چشمه آب گرم معدنی که جهت مصارف طبی استفاده میشوند، انتخاب گردیده و تغییرات فصلی پرتوزائی رادیوم-۲۲۶ با استفاده از روش آزادسازی گاز رادن بدون استفاده از عملیات رادیوشیمیائی در این چشمه‌ها طی سالهای ۱۳۶۸ و ۱۳۶۹ اندازه‌گیری شده است. بیش از یکصد نمونه آب چشمه‌های مزبور مورد اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند. مینیمم پرتوزائی رادیوم-۲۲۶ در این چشمه‌ها ۱/۰۶ بکرل در لیتر مربوط به چشمه سادات محله و ماگزیمم ۱۴۶/۵۴ بکرل در لیتر مربوط به چشمه آب سیاه بوده است.

مقدمه

رادیوم-۲۲۶ با نیمه عمر فیزیکی ۱۶۲۰ سال از سری عناصر زنجیره اورانیوم-۲۳۸ است که به همراه دختران آن از عمده‌ترین منابع پرتوزای طبیعی محیط می‌باشند، به علت حلالیت زیاد رادیوم-۲۲۶ نسبت به اورانیوم-۲۳۸ این عنصر می‌تواند توسط آبهای زیرزمینی شسته شده و به سطح آورده شود (۱). به همین علت آبهای معدنی و چشمه‌های آبگرم به داشتن غلظت‌های متفاوتی از این ماده پرتوزا شناخته شده‌اند (۲) و معمولاً "به همراه دیگر عناصر گروه قلیائی خاکی (منیزیم، کلسیم و باریوم) به صورت ترکیبات سولفات و کربنات در چشمه‌های آبگرم و آبهای

زیرزمینی وجود دارد. رامسر که جزء مناطق با پرتوزائی طبیعی بالا در دنیا شناخته شده است، دارای چشمه‌های آبگرم معدنی است که رادیوم-۲۲۶ بوسیله جریان آب این چشمه‌ها به سطح آورده میشود. هدف از انجام این مطالعات اندازه‌گیری رادیوم-۲۲۶ در این چشمه‌ها و بررسی تغییرات فصلی آن می‌باشد.

در این بررسی برای اندازه‌گیری رادیوم-۲۲۶، روش آزادسازی گاز رادن (emanation) (۳) بدون استفاده از عملیات رادیوشیمیائی بکار گرفته شده است. تعداد ۹ چشمه آبگرم که مورد استفاده طبی قرار می‌گیرند در طی چهار فصل در فاصله سالهای ۱۳۶۸ و ۱۳۶۹ اندازه‌گیری شده‌اند.

موقعیت چشمه‌ها

رامسر یکی از شهرهای ساحلی دریای مازندران می‌باشد که در پای دامنه شمالی رشته کوه‌های البرز واقع شده است. تعداد ۹ چشمه آبگرم که مورد بررسی قرار گرفته‌اند در امتداد شمالغرب - جنوب شرق این شهرستان واقع شده‌اند. شکل شماره یک محل چشمه‌های آبگرم معدنی را در حوضه رسوبی رامسر نشان می‌دهد. رسوبات اطراف این چشمه‌ها، آهک متخلخل از جنس تراورتن می‌باشند (۴) و جاری شدن آبهای گرم گوگردی در اثر سرد شدن تدریجی اینگونه رسوبات را بجای نهاده‌اند که بر اثر مرور زمان سخت و متراکم گردیده‌اند.

اصول و روش کار

نمونه‌برداری:

جهت نمونه‌برداری از ظرفهای پلی اتیلنی چهار لیتری استفاده گردیده است. در هر نمونه‌برداری، یک نمونه از آب هر چشمه گرفته شده و همزمان با نمونه‌برداری، PH آب چشمه‌ها و درجه حرارت آنها نیز اندازه‌گیری شده و PH آن بلافاصله با اسید-نیتریک به ۲ رسانده شده است.

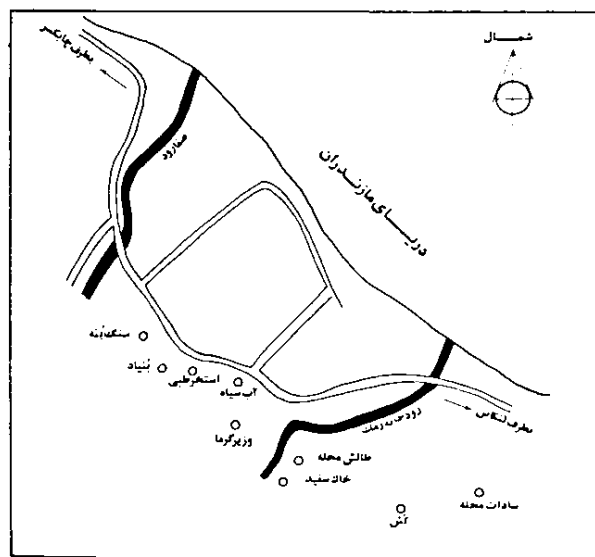
روش اندازه‌گیری:

روش انتخاب شده برای اندازه‌گیری در این بررسی روش تغییر داده شده آزادسازی گاز رادن است که اولین بار توسط راشینگ مورد استفاده قرار گرفته است (۳). روش مزبور عمدتاً " برای آبهای آشامیدنی و آبپاشی که دارای غلظت املاح کمی هستند مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳، ۵، ۶). رادیوم - ۲۲۶ بوسیله سولفات در نمونه جمع‌آوری شده و سولفات حاصل را پس از خالص‌سازی در محلول EDTA قلیائی حل کرده و در بابلر (bubbler) برای رشد رادن - ۲۲۲ نگهداری می‌نمایند. در چشمه‌های آبگرم به علت بالا بودن

املاح انجام روشهای شیمیائی برای جداسازی با اشکالات عمده‌ای روبرو می‌باشد. بهمین علت کوبال (۷) با استفاده از رزین، رادیوم - ۲۲۶ اینگونه آبها را جذب و سپس با آزادسازی گاز رادن - ۲۲۲ مقدار رادیوم - ۲۲۶ را اندازه‌گیری نموده است. در این بررسی عملیات رادیوشیمیائی حذف گردیده است. برای این منظور از هر نمونه آب سه نمونه ۲۰ میلی‌لیتری به بابلرهای ۲۵ میلی‌لیتری انتقال داده شده و بمدت ۱۵ دقیقه بوسیله گازازت خالص رادن اولید نمونه خارج می‌گردد. سپس بابلر بمدت ۱۵ روز در دمای 5°C با درپهای کاملاً محکم نگهداری شده است. پس از این مدت رادن نمونه بوسیله گاز ازت در فشار مناسب به درون اتاقکهای سنتیلاسیون لوکاس با دیواره ZnS(Ag) انتقال داده شده و بوسیله سیستم شمارنده SAC-R5 ساخت کارخانه ابرلاین که دارای سیستم فتوالتی پلایر با قطر ۵ اینچ که درون محفظه تاریک تعبیه شده می‌باشد، شمارش و مقدار رادیوم - ۲۲۶ محاسبه شده است (۳، ۵).

کالیبره نمودن روش اندازه‌گیری

جهت تعیین ضریب تصحیح سیستم‌های مورد استفاده شامل بابلر (حجم ۲۵ میلی‌لیتر)، اتاقک‌های سنتیلاسیون لوکاس (با حجم ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب)، سیستم انتقال رادن (مانومتر و سیستم تخلیه هوا ۷۶۰ - ۵ میلی‌متر جیوه) و سیستم فتو-مالتی پلایر جهت شمارش سنتیلاسیون آلفا از محلول استاندارد کلرور رادیوم - ۲۲۶ با کد RAY-24، ساخت شرکت آمرشام با پرتوزائی‌های ۰/۱، ۰/۵، ۰/۲۳، ۵/۹۵ و ۵/۵ بکرل در حجم ۲۰ میلی‌لیتر استفاده گردیده است. این محلولها در ۵ بابلر جداگانه ریخته شده و به مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از گاز ازت (درجه خلوص ۹۹/۹۹ درصد) و فشار



شکل ۱- موقعیت چشمه‌های آبگرم منطقه رامسر

معادل ۲ میلی بکرل در نمونه محاسبه گردیده است (۸).

بررسی یافته‌ها

در جدول شماره یک نتایج بیش از صد مورد آزمایشات انجام شده برای اندازه‌گیری رادیوم - ۲۲۶ بوسیله روش تغییر یافته راشینگ بطور خلاصه به همراه نتایج اندازه‌گیری درجه حرارت چشمه‌ها در فصول مختلف نشان داده شده است. برای اندازه‌گیری رادیوم - ۲۲۶ در چشمه‌های آبگرم، به دلیل وجود املاح فراوان بکارگیری روشهای شیمیائی برای جداسازی رادیوم - ۲۲۶ مستلزم صرف وقت زیاد بوده و گاهی امکان‌پذیر نیست. به همین دلیل در این بررسی برای تعیین پرتوزائی رادیوم - ۲۲۶ عملیات رادیوشیمیائی حذف شده

۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، رادن - ۲۲۲ اولیه از محلول خارج گردیده است. سپس هر ۵ نمونه به مدت ۱۵ روز در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد درون باپلرها حبس گردیده و در پایان این مدت بوسیله گاز ازت و پس از گرفتن رطوبت و CO_2 (استفاده از آسکاریت و پرکلرات منیزیم) رادن - ۲۲۲ به درون اتاقک‌های سنتیلاسیون انتقال یافته است و پس از تعادل بین رادن - ۲۲۲ و دختران آن (۳ ساعت) نمونه‌های استاندارد شمارش گردیده‌اند. این عمل سه بار و هر بار به فاصله زمانی ۱۵ روز انجام پذیرفته و پس از محاسبات لازم (۳) میزان ضریب تصحیح متوسط بدست آمده که برابر با $2/50 \pm 0/09$ شمارش در ثانیه برای هر بکرل بوده است. حداقل سطح پرتوزائی قابل اندازه‌گیری در این روش بر اساس فرمولهای متداول

د. میرزائی و م. بیت‌اللهی. تغییرات پرتوزایی رادیوم-۲۲۶ از چشمه‌های آبگرم رامسر.

جدول ۱- نتایج بررسی پرتوزایی رادیوم - ۲۲۶ در چشمه‌های آبگرم رامسر

| بهار ۱۳۶۹ | | زمستان ۱۳۶۸ | | پائیز ۱۳۶۸ | | تابستان ۱۳۶۸ | | محل نمونه برداری | ردیف |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|------------------|------|
| رادیوم - ۲۲۶ Bq.l ⁻¹ ± sd* | درجه حرارت °C | رادیوم - ۲۲۶ Bq.l ⁻¹ ± sd* | درجه حرارت °C | رادیوم - ۲۲۶ Bq.l ⁻¹ ± sd* | درجه حرارت °C | رادیوم - ۲۲۶ Bq.l ⁻¹ ± sd* | درجه حرارت °C | | |
| ۱/۰۶ ± ۰/۱۵ | ۳۸ | ۱/۶۴ ± ۰/۳۲ | ۴۰ | ۱/۸۳ ± ۰/۱۸ | ۳۹ | ۱/۸۴ ± ۰/۱۳ | ۴۰ | سادات محله | ۱ |
| ۷/۹۵ ± ۰/۶۱ | ۴۳ | ۹/۳۶ ± ۰/۷۰ | ۴۵ | ۱۱/۲۹ ± ۰/۸۳ | ۴۵ | ۴/۸۳ ± ۰/۳۳ | ۴۷ | استخر طبری | ۲ |
| ۵/۶۰ ± ۰/۴۴ | ۳۸ | ۴/۱۸ ± ۰/۳۳ | ۴۰ | ۱۲/۲۹ ± ۰/۹۲ | ۴۹ | ۴/۸۰ ± ۰/۲۰ | ۴۰ | بنیاد | ۳ |
| ۱۱۲/۷۱ ± ۸/۶۰ | ۲۹ | ۱۴۱/۳۵ ± ۹/۸ | ۲۵ | ۱۲۶/۵۴ ± ۹/۸۱ | ۲۶ | ۱۱۲/۳۴ ± ۷/۸۴ | ۲۸ | آب سیاه | ۴ |
| ۲/۷۲ ± ۰/۳۸ | ۴۹ | ۲/۹۶ ± ۰/۲۴ | ۳۷ | — | ۳۸ | ۲/۹۹ ± ۰/۱۳ | ۳۷ | سنگ بنه | ۵ |
| ۸۷/۴۰ ± ۶/۱۶ | ۲۵ | ۷۶/۰۷ ± ۵/۳۳ | ۲۹ | ۷۸/۸۱ ± ۵/۸۱ | ۳۱ | ۱۰۳/۹۰ ± ۷/۳۰ | ۳۳ | وزیرگرم | ۶ |
| ۱/۶۵ ± ۰/۱۶ | ۳۹ | ۱/۳۴ ± ۰/۱۳ | ۳۷ | ۱/۲۳ ± ۰/۱۵ | ۳۷ | ۱/۳۰ ± ۰/۱۱ | ۴۰ | کش | ۷ |
| — | ۳۰ | ۲۵/۹۴ ± ۰/۸۴ | ۲۹ | ۱۹/۳۵ ± ۱/۳۳ | ۲۹ | ۱۴/۵۰ ± ۰/۷۰ | ۳۲ | طالبی محله | ۸ |
| ۱۶/۸۴ ± ۱/۳۱ | ۲۷ | ۱۶/۲۲ ± ۱/۱۶ | ۲۸ | ۱۶/۷۹ ± ۰/۵۶ | ۳۰ | ۱۶/۱۷ ± ۱/۲۳ | ۲۹ | خاک سفید | ۹ |

* standard deviation

۲۲۶ را در ۵۰% موارد کمتر از ۱۰، ۲۶/۴% موارد بین ۵۰-۱۰، ۸/۹% موارد بین ۱۰۰-۵۰ و ۱۴/۷% آنها را بیشتر از ۱۰۰ بکرل در لیتر نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

روش بکار گرفته شده در این بررسیها یکی از روشهای سریع و با دقت کافی جهت اندازه‌گیری رادیوم - ۲۲۶ می‌باشد. این روش علاوه بر داشتن دقت روش آزادسازی گاز رادن، با توجه به حداقل سطح پرتوزائی قابل اندازه‌گیری (۲ میلی بکرل در نمونه) و صرف وقت حداقل، برای تعیین پرتوزائی رادیوم - ۲۲۶ در آبهای که دارای املاح زیاد هستند بسیار مناسب است. روش مزبور با قدرت اندازه‌گیری ۱۰۰ میلی بکرل در لیتر می‌تواند حتی برای بررسی آبهای آشامیدنی مورد استفاده قرار گیرد.

است. با این روش آبهای ۹ چشمه آبگرم رامسر در چهار فصل مختلف اندازه‌گیری گردیده است. PH آب کلیه چشمه‌ها در تمام فصول با تغییرات بسیار جزئی بین ۷-۶ ثابت بوده و درجه حرارت آب چشمه‌ها با تغییر فصل تغییرات ناچیزی داشته است. میانگین پرتوزائی رادیوم - ۲۲۶ در چشمه‌های مزبور از ۱/۰۶ بکرل در لیتر مربوط به چشمه سادات محله تا ۱۴۶/۵۴ بکرل در لیتر مربوط به چشمه آب سیاه بوده است. میزان پرتوزائی رادیوم - ۲۲۶ در فصول مختلف در چشمه‌های سادات محله، کش، سنگ بنه و خاک سفید که میزان کمتری پرتوزائی رادیوم - ۲۲۶ دارند تغییر قابل ملاحظه‌ای نکرده است و این میزان در چشمه‌های آب سیاه، استخر طبی، بنیاد و طالش - محله در پائیز و زمستان ۶۸ افزایش داشته و چشمه وزیرگرم در تابستان ۶۸ مقدار بیشتری را نشان داده است. نتایج حاصله سطح پرتوزائی رادیوم -

References

1. IAEA, "The Environmental Behaviour of Radium, "IAEA Technical Reports Series" 2, 310 (1990).
2. L.U. Joshi, P.K. Padmanabhan, "Rapid Radiochemical Separation of Radium from Environmental Samples Using Ion-exchanger ZEOKARB-225", J. of Radioanalytical Chemistry, Vol.76, No.1, 73-79 (1983).
3. D.R. Rushing, "The Analysis of Effluents and Environmental Samples from Uranium Mills and Biological Samples for Ra, Po and U", SM/41-44, Symp. on radiological Health and Safety, Vienna, Austria (1963).
4. N. Taghizadeh and J. Eftekharnajad, "Report on Radioactivity in Ramsar Area", Geological Survey of Iran, Report No. 68 (1968).
5. M. Sohrabi, H. Mirzaee, M. Beitollahi and S. Hafezi, "A National Program for Determination of Ra-226 in Public Water Supplies of Iran", Int. Conf. on High Levels of Natural Radiation, Ramsar, Iran, 3-7 November (1990).

هـ میرزائی و م. بیت‌اللهی. تغییرات پرتوزائی رادیوم-۲۲۶ از چشمه‌های آبگرم رامسر.

6. ASTM, "Standard Method for Water and Waste Water", D 2460-2470 Reapproved (1982).
7. I. Kobal, "Sorption-Emanation Method for Soluble radium in Waters", Health Physics, Vol.27, 381-384 (1974).
8. Institut für Wasser-Boden Und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, "Messanleitungen, für die Überwachung der Radioaktivität in Trinkwasser, Abwasser und Klarschlamm" (1983).

THE MODIFIED EMANATION METHOD FOR DETERMINATION OF Ra-226 IN HOT MINERAL SPRINGS WATER OF RAMSAR

H. Mirzaee and M. Beitollahi

National Radiation Protection Department
Atomic Energy Organization of Iran

Abstract

Ramsar is one of the northern coastal cities of Iran, with high level natural radiation areas. In this areas, nine hot mineral springs used for medical purposes have been selected for the determination of Ra-226 and its seasonal variences. The modified emanation method was used for the measurements. During the years 1990 to 1991, more than 100 samples from hot water springs were analysed. The minimum concentration of 1.06 Bq.l^{-1} belongs to Sadat Mahaleh and the maximum was 146.54 Bq.l^{-1} for Absiah.