



ارزیابی پرتوزایی طبیعی و مخاطرات مربوط به آجرهای تهران، ایران

علی اصغر فتحی وند* - صدیقه کاشیان

سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها

چکیده:

هدف از این پژوهش ارزیابی ریسک رادیولوژیکی آجر در ساخت اماکن مسکونی و تجاری در تهران می باشد. حداقل و حداکثر غلظت پرتوزایی ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K در ۴۵ نمونه آجر از تولید کنندگان عمده مصالح ساختمانی به ترتیب برابر با 524 Bqkg^{-1} و ۲۴ و ۲۶ و 700 Bqkg^{-1} و ۳۰ و ۲۳ می باشد. مقادیر پرتوزایی اندازه گیری شده با مقادیر گزارش شده برای نمونه های آجر از سایر کشورها همخوانی دارد. همچنین غلظت پرتوزایی (I) برای نمونه های آجر در تهران برابر با ۰/۵ بوده که نشان دهنده دز دریافتی کمتر از 1 mSvy^{-1} می باشد. بنابراین استفاده از آجر عامل افزایش قابل توجه در میزان پرتوگیری ساکنان اماکن مسکونی و تجاری در تهران نمی باشد.

کلید واژه : ریسک رادیولوژیکی، آجر، اسپکترومتری پرتوهای گاما، پرتوزایی، تهران، ایران

مقدمه:

عناصر پرتوزای طبیعی نقش عمده در پرتوگیری مردم داشته و اطلاعات در زمینه غلظت این عناصر در محیط زیست بسیار مهم می باشد. میانگین جهانی دز موثر سالیانه از منابع پرتوزای طبیعی در مناطق با پرتوزایی حاوی $2/4 \text{ mSvy}^{-1}$ بوده در حالیکه این مقادیر از منابع پرتوزای مصنوعی برابر با $0/8 \text{ mSvy}^{-1}$ می باشد [۱]. منشاء عمده پرتوزای طبیعی در نمونه های خاک و مصالح ساختمانی از زنجیره های ^{238}U , ^{232}Th و همچنین عنصر پرتوزای ^{40}K می باشد. پرتوگیری خارجی از منابع پرتوزای طبیعی توسط پرتوهای گاما و پرتوگیری داخلی عموماً از طریق استنشاق و ورود گاز رادون به بدن صورت می پذیرد. از آنجا که مطالعات در زمینه پرتوزایی طبیعی از مصالح ساختمانی در ارزیابی مخاطرات رادیولوژیکی، ارائه مقادیر راهنما و تدوین استانداردها بسیار موثر می باشد [۲]، در مقاله حاضر علاوه بر اندازه گیری کیفی و کمی پرتوزایی عناصر پرتوزای طبیعی در نمونه های آجر در تهران، ریسک رادیولوژیکی استفاده از این نوع مصالح ساختمانی در اماکن مسکونی و تجاری مورد بررسی قرار گرفته است.



روش کار:

۴۵ نمونه آجر که به منظور ساخت اماکن مسکونی و تجاری در تهران مورد استفاده قرار می گیرند، تهیه شده است. نمونه های آجر در ابتدا خرد شده و در درجه حرارت 100°C به مدت ۳ ساعت خشک شده اند. سپس نمونه ها در ظروف پلی اتیلنی با حجم 300 cm^3 قرار داده شده اند. به منظور برقراری تعادل در پرتوزایی بین ^{226}Ra , ^{232}Th با دختران آنها، نمونه ها قبل از شمارش حداقل به مدت ۲۱ روز در ظرف درب بسته پلی اتیلنی نگهداری شده اند. شمارش نمونه ها توسط سیستم اسپکترومتری گاما با آشکارساز ژرمانیوم فوق الحاصل (HPGe) انجام شده است. قدرت تفکیک انرژی آشکارساز در فتوپیک پرتوگاما با انرژی keV ۱۳۳۲ از چشمه ^{60}Co برابر با $1/97\text{ keV}$ بوده و به منظور کاهش زمینه محیطی، آشکارساز در حفاظ سربی به ضخامت ۵ سانتیمتر قرار گرفته است. کالیبراسیون انرژی و راندمان سیستم اسپکترومتری گاما با استفاده از مواد مرجع RGK-1, RGTH-1, RGU-1 انجام شده است. پرتوزایی ^{226}Ra با استفاده از فتوپیک ^{214}Bi در انرژی keV ۶۰۹، پرتوزایی ^{232}Th با استفاده از فتوپیک ^{208}Tl در انرژی keV ۵۸۳ و پرتوزایی ^{40}K از فتوپیک پرتو گاما با انرژی keV ۱۴۶۰ مشخص شده است [۳،۴]. تضمین کیفیت اندازه گیری ها توسط شمارش روزانه زمینه و کنترل کالیبراسیون انرژی و راندمان سیستم اسپکترومتری گاما انجام شده است. به منظور مقایسه غلظت پرتوزایی عناصر مورد نظر در نمونه ها و معادل پرتوزایی رادیوم Bqkg^{-1} از تساوی به منظور محاسبه معادل پرتوزایی رادیوم $\text{Ra}_{\text{eq}}\text{ Bqkg}^{-1}$ (radium equivalent activity) جهت مقایسه غلظت پرتوزایی عناصر مورد نظر در نمونه ها استفاده شده است.

$$\text{Ra}_{\text{eq}} = A_{226} + (1.43 \times A_{232}) + (0.77 \times A_{40}) \quad (1)$$

در این تساوی A_{226} و A_{232} بترتیب غلظت پرتوزایی عناصر پرتوزای ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K در نمونه ها می باشد.

همچنین براساس توصیه های کمیسیون اروپا جهت بررسی دز دریافتی (mSv) توسط ساکنان اماکن مسکونی و تجاری، شاخص غلظت پرتوزایی با استفاده از تساوی ۲ محاسبه شده است.

$$I = C_{\text{Ra}} / 300 + C_{\text{Th}} / 200 + C_{\text{K}} / 4000 \quad (2)$$

در تساوی فوق C_{Ra} , C_{Th} , C_{K} بترتیب غلظت پرتوزایی Bqkg^{-1} عناصر پرتوزای ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K می باشد.

نتایج :

مقادیر حداکثر و حداقل و میانگین غلظت پرتوزایی در نمونه های آجر تهران به همراه مقادیر محاسبه شده برای Ra_{eq} در جدول ۱ منظور شده است.

جدول ۱. غلظت پرتوزایی عناصر پرتوزای طبیعی در نمونه های آجر تهران

| | ^{226}Ra (Bqkg ⁻¹) | ^{232}Th (Bqkg ⁻¹) | ^{40}k (Bqkg ⁻¹) | Ra_{eq} (Bqkg ⁻¹) |
|---------|---|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| حداکثر | ۳۸ | ۳۶ | ۸۲۰ | ۱۵۲ |
| حداقل | ۲۶ | ۲۴ | ۵۲۴ | ۱۰۰ |
| میانگین | ۳۳ ± ۴ | ۳۰ ± ۴ | ۷۰۰ ± ۸۳ | ۱۳۰ ± ۱۵ |

همچنین میانگین Ra_{eq} برای آجرهای تهران با مقادیر گزارش شده از برای آجرهای سایر کشورها در جدول ۲ مقایسه شده است [۱۰-۵].

جدول ۲. مقایسه پرتوزای طبیعی و Ra_{eq} در آجرهای تهران با آجرهای سایر کشورها

| کشور | نوع آجر | ^{226}Ra (Bqkg ⁻¹) | ^{232}Th (Bqkg ⁻¹) | ^{40}k (Bqkg ⁻¹) | Ra_{eq} (Bqkg ⁻¹) |
|-----------------|---------|---|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| استرالیا | | ۴۱ | ۸۹ | ۶۸۰ | ۲۲۰ |
| اتریش | | ۳۸ | ۴۵ | ۶۳۸ | ۱۵۱ |
| بنگلادش | قرمز | ۱۰۹ | ۵۸ | ۲۳۴ | ۲۱۰ |
| آمریکا (اوهایو) | قرمز | ۵۹ | ۸۱ | ۱۲۰۰ | ۲۶۷ |
| فنلاند | | -- | -- | -- | ۲۴۰ |
| آلمان | | -- | -- | -- | ۲۰۷ |
| ایتالیا (میلان) | | ۳۹ | ۴۴ | ۶۹۶ | ۱۵۶ |
| هلند | | ۳۹ | ۴۱ | ۵۶۰ | ۱۴۱ |
| نروژ | | -- | -- | -- | ۲۷۴ |
| لهستان | قرمز | ۳۵ | ۵۰ | ۵۷۳ | ۱۵۲ |
| پاکستان | | ۴۳ | ۵۲ | ۶۳۰ | ۱۶۷ |
| سوئد | | -- | -- | -- | ۳۵۱ |
| انگلیس | | ۶۵ | ۴۸ | ۶۲۰ | ۱۸۱ |
| ایران (تهران) | | ۳۳ | ۳۰ | ۷۰۰ | ۱۳۰ |

بحث و نتیجه گیری:

پرتوزایی ^{226}Ra در آجرهای تهران با پرتوزایی این عنصر پرتوزا در آجرهای اتریش، میلان، هلند، و لهستان همخوانی داشته در حالیکه پرتوزایی ^{40}K در آجرهای تهران با پرتوزایی این عنصر در آجرهای تمامی مناطق گزارش شده بجز اوهایو (آمریکا) و بنگلادش همخوانی دارد.

همچنین میانگین Ra_{eq} برای آجرهای ایران کوچکتر از مقادیر گزارش شده Ra_{eq} برای آجرهای سایر مناطق جهان می باشد.

شاخص غلظت پرتوزایی (I) برای آجرهای تهران برابر با ۰/۵ بوده که نشاندهنده دز دریافتی ساکنان از پرتوهای گاما به میزان کمتر از 1 mSvy^{-1} می باشد. با توجه به غلظت پرتوزایی پایین عنصر پرتوزای ^{226}Ra در آجرهای ایران، غلظت گاز رادون در اماکن مسکونی و تجاری تهران کمتر از 200 Bqm^{-3} تخمین زده می شود [۱۱].

مراجع:

1. United Nations scientific committee on the effect of atomic radiation, Source and effects of ionizing radiation, United Nations, New York , Vol 1 , 2000 .
2. Beretka, J. and Mathew, P.J, Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products, Health Phys, 48,1, 87-95, 1985.
3. Savidou, A., Rapits, C. and Kritidis, P, Natural radioactivity and radon exhalation from building materials used in Attica region-Greece, Radiat, Prot. Dosim. 59, 309-312, 1995.
4. Sorantin, H. and Steger, F, Natural radioactivity of building materials in Austria. Radial, Port. Dosim. 7, 59-61, 1984.
5. Mollah, A. S., Ahmed, G. U., Husain, S. R. and Rahman, M. M, The natural radioactivity of some building materials used in Bangladesh, Health Phys, 50,6, 849-851, 1986.
6. Niewiadomski, T., Olsezewska-Wasiolek, M. and Wasiolek, P, Population exposures due to current building technology in Krakow, Poland, Radiat. Prot. Dosim,12, 293-296, 1985.
7. Ackers, J. G., den Boer, J. F., Jong, P. and Wolschrijn, R. A, Radioactivity and radon exhalation rates of building materials in the Netherlands, Sci Total Environ., 45,151-156, 1985.
8. Cliff, R. D., Green, B. M. R. and Miles, J. C. H, The level of radioactive materials in some common UK building materials. Sci, Total. Environ., 45, 181-186, 1985.
9. Battaglia, A., Bazzano, E. and Bonfanti, G, Indoor dose in Milan(Italy), Sci. Total Environ. 45, 365-371,1985.
10. Tufail, M., Ahmad, N., Khan, H. A. and Zafar, M. S, Gamma activity in the bricks used for the construction of dwellings in Rawalpindi and Islamabad areas of Pakistan, Radiat. Port. Dosim, 37, 197-200, 1991.
11. European Commission, Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials, Radiation Protection 112 (Brussels: EC) 1999b.