Original Article

Measurement of outdoor and indoor natural gamma background radiation and risk of cancer in residents of Kashan during 2016-2017

Jafarpour SM, Aliasgharzade A, Moradi H, Mohseni M*

Department of Medical Physics and Radiology, Faculty of Paramedical, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, I. R. Iran.

Received: 2018/04/3 | Accepted: 2018/08/21

Abstract:

Background: Natural gamma background radiation can cause ionization in vital molecules such as DNA and can have destructive effects on human health. Measurement of these radiations is very important because they increase incidence of cancers and genetic damages. The aim of this study was to measure the dose rate, annual effective dose and incidence of cancer risk in Kashan city, north of Isfahan Province.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, measurements were performed using the dosimeter of the Radiation Alert Monitor 5 Model during daylight in outdoor and indoor in five geographical regions of Kashan city (north, south, east, west and center) and in four different seasons of the year. In each geographic region, measurements were carried out at three consecutive days in the middle of each season in ten random points. Then, the annual effective dose and excess lifetime cancer risk were calculated.

Results: The mean dose rates were 155±34 nSv/h and 186±34 nSv/h in outdoor and indoor, respectively. There was no significant difference between the mean dose rate in different seasons and different geographical regions. Furthermore, the annual effective dose was found to be 1.10 mSv while the estimated excess lifetime cancer risk was 4.16×10^{-3}.

Conclusion: The annual effective dose arising from natural gamma background radiation (1.10 mSv) in Kashan city is much higher than the worlds' average (0.48 mSv) and the values obtained in most cities in Iran.

Keywords: Background radiation, Iran, Radiation effects, Gamma rays, Incidence of cancer risk

* **Corresponding Author.**
Email: mehran.m1352@yahoo.com
Tel: 0098 315 554 8883
Fax: 0098 315 554 8883

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, December, 2018; Vol. 22, No 5, Pages 525-531

Please cite this article as: Jafarpour SM, Aliasgharzade A, Moradi H, Mohseni M. Measurement of outdoor and indoor natural gamma background radiation and risk of cancer in residents of Kashan during 2016-2017. ***Feyz*** 2018; 22(5): 525-31.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-30]

اندازه‌گیری میزان تابش گامای زمینه‌ای با منشاء طبیعی در فضاهای باز و بسته و ارزیابی خطر بروز سرطان ناشی از آن در ساکنان شهر کاشان طی سال ۱۳۹۵

سید مسعود جعفرپور [۱]، اکبر علی اصغرزاده [۲]، حبیب اله مرادی [۳]، مهران محسنی [۳*]

خلاصه:

سابقه و هدف: تابش گامای زمینه‌ای با منشاء طبیعی می‌تواند موجب یونیزاسیون ملکول‌های حیاتی مانند DNA شده و سلامت انسان را با خطر جدی مواجه می‌کند. اندازه‌گیری این تابش‌ها، به‌دلیل افزایش احتمال بروز انواع سرطان‌ها و آسیب‌های ژنتیکی اهمیت ویژه‌ای دارد. این مطالعه به‌منظور اندازه‌گیری آهنگ دوز و محاسبه میزان دوز موثر سالیانه و خطر بروز سرطان در شهر کاشان طی سال ۱۳۹۵ انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی اندازه‌گیری‌ها به‌وسیله دوزیمتر مدل Radiation Alert Monitor 5 در فضاهای باز و بسته در ۵ منطقه جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز) شهر کاشان و طی ۴ فصل مختلف سال صورت پذیرفت. اندازه‌گیری‌ها در هر منطقه جغرافیایی در ۱۰ نقطه تصادفی و طی ۳ روز متوالی در میانه هر فصل انجام شد. همچنین، دوز موثر سالیانه و خطر بروز سرطان در طول عمر محاسبه شد.

نتایج: میانگین آهنگ دوز سالیانه در فضاهای باز و بسته به‌ترتیب ۳۴±۱۵۵ و ۳۴±۱۸۶ نانوسیورت بر ساعت به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری از نظر آماری بین میانگین آهنگ دوز فصول مختلف سال و مناطق مختلف جغرافیایی دیده نشد. همچنین، دوز موثر سالیانه برابر با ۱/۱۰ میلی‌سیورت و خطر بروز اضافی سرطان در طول عمر برابر $۴/۱۶\times۱۰^{-۳}$ محاسبه گردید.

نتیجه‌گیری: میانگین دوز موثر سالیانه ناشی از تابش گامای زمینه‌ای در شهر کاشان (۱/۱۰ میلی‌سیورت) در مقایسه با مقدار متوسط جهانی (۰/۴۸ میلی سیورت) و مقادیر به‌دست آمده در اکثر شهرهای ایران میزان بالاتری را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: تابش زمینه‌ای، ایران، اثرات تابش، تابش گاما، خطر بروز سرطان

دو ماه‌نامه علمی– پژوهشی فیض، دوره بیست و دوم، شماره ۵، آذر و دی ۹۷، صفحات ۵۳۱-۵۲۵

مقدمه

انسان‌ها به‌طور مداوم و اجتناب‌ناپذیر در معرض تابش‌های یون‌ساز محیط اطراف‌شان قرار دارند. این تابش‌های یون‌ساز می‌توانند با ایجاد یونیزاسیون در ملکول‌های حیاتی مانند DNA و سایر ماکرومولکول‌های سلول سبب افزایش احتمال بروز انواع سرطان‌ها و آسیب‌های ژنتیکی شده و در نتیجه سلامتی انسان را به‌طور جدی به مخاطره بیندازند [۱].

برخلاف تصور عموم، در حدود نیمی از تابش‌های یون‌ساز دریافتی جامعه، از تابش‌های زمینه‌ای با منشاء طبیعی و مابقی از قرارگرفتن در معرض تابش‌هایی با منابع مصنوعی مانند کاربردهای تشخیصی و درمانی پزشکی، صنعتی و غیره ناشی می‌شود [۲]. تابش‌های زمینه‌ای با منشاء طبیعی شامل پرتوزایی محیطی و تابش‌های کیهانی می‌باشد. از منابع مهم پرتوزایی محیطی می‌توان تابش‌های گامای گسیل شده از هسته‌های پرتوزای توریم ۲۳۲، پتاسیم۴۰ و اورانیوم ۲۳۸ که به‌طور طبیعی در خاک و سنگ وجود دارند را نام برد، درحالی‌که تابش‌های کیهانی اولیه که به‌طور عمده پروتون هستند، در برخورد با هسته‌های موجود در لایه فوقانی اتمسفر تابش‌های ثانویه‌ای را ایجاد می‌کنند که به شکل مزون‌ها، الکترون‌ها و ذرات دیگر به سطح زمین می‌رسند [۳-۱]. مقدار تابش گامای زمینه‌ای ناشی از سنگ و خاک و تابش کیهانی بر حسب زمان و موقعیت جغرافیایی متغیر می‌باشد. همچنین، مقدار تابش‌های کیهانی وابسته به عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا می‌باشد [۳]. از طرف دیگر، بالاترین دوز پرتوهای گامای گسیل شونده از هسته‌های پرتوزا به‌طور عمده در مناطقی با خاک‌های با غلظت بالای اورانیوم و توریم نشات گرفته از سنگ‌های گرانیتی تابش می‌گردد. همچنین، میزان اکتیویته در سنگ‌های

[۱] کارشناس ارشد فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

[۲] دانشیار، گروه فیزیک پزشکی- رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

[۳] استادیار، گروه فیزیک پزشکی-رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

* **نشانی نویسنده مسئول:**

کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، دانشکده پیراپزشکی، گروه فیزیک پزشکی-رادیولوژی

تلفن: ۰۳۱۵۵۵۴۸۸۸۳ **دورنویس:** ۰۳۱۵۵۵۴۸۸۸۳

پست الکترونیک: mehran.m1352@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۴ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۱۳۹۷/۵/۳۰

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-30]

آذرین معمولا بالاتر از سنگ‌های رسوبی است؛ بااین‌حال، به‌عنوان استثنا، سنگ‌های رسوبی، برخی از انواع سنگ‌های شیل و فسفاتی بسیار پرتوزا هستند [۵،۴]. مطالعات مختلف سطح گامای زمینه‌ای ناشی از منابع طبیعی را برای ارزیابی دوز موثر سالیانه جامعه، هم در فضای باز و هم در فضای بسته، گزارش کرده‌اند. مقادیر میانگین جهانی آهنگ دوز پرتوهای گاما در فضای باز ۵۹ نانو-سیورت بر ساعت با محدوده ۱۹۳- ۱۸ و برای فضای بسته ۸۴ نانوسیورت بر ساعت با محدوده ۲۰۰-۲۰ گزارش شده است [۶،۵]. در آسیا، حداکثر آهنگ دوز تابش گاما در فضای باز در مالزی و در فضای بسته در هنگ کنگ به‌ترتیب با میانگین ۱۷۵ و ۲۰۰ نانوسیورت بر ساعت بوده است که در هنگ کنگ نشان‌دهنده استفاده گسترده از سنگ‌های ساختمانی در سازه‌های این کشور می‌باشد [۶،۶]. در ایران مطالعات متعددی در استان‌ها و شهرهای مختلف کشور نظیر لرستان، تهران، گیلان، یزد، اردبیل، همدان، رامسر و زنجان انجام شده و مقادیر متفاوتی از آهنگ دوز گامای با منشاء طبیعی گزارش شده است [۱۴-۷]. نتایج مطالعات مرتبط با اندازه گیری آهنگ دوز گامای زمینه‌ای با منشاء طبیعی و محاسبه میزان دوز موثر سالیانه می‌تواند برای ارزیابی خطر بروز اضافی سرطان ناشی از این تابش در جامعه و تحلیل نتایج مطالعات اپیدمیولوژیک مرتبط با سرطان مفید باشد. همچنین، با ثبت داده-های این مطالعات هرگونه تغییرات احتمالی در رادیواکتیویته محیطی به‌دلیل فعالیت‌های هسته‌ای، صنعتی و دیگر فعالیت‌های انسانی مشخص می‌شود [۳]. بنا بر اهمیت این موضوع، مطالعه حاضر به‌منظور تعیین آهنگ دوز تابش گامای با منشاء طبیعی، محاسبه میزان دوز موثر سالیانه و تخمین خطر بروز اضافی سرطان ناشی از این تابش در ساکنان شهر کاشان واقع در شمال استان اصفهان انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی طی سال ۱۳۹۵ در شهر کاشان انجام پذیرفت. اندازه‌گیری‌ها به‌وسیله دوزیمتر مدل Radiation Alert Monitor 5 (ساخت آمریکا) با دقت آشکارسازی ۱۰ nSv/h (نانوسیورت بر ساعت) که توسط آزمایشگاه دوزیمتری استاندارد ثانویه ایران کالیبره شده بود، انجام شد. این دوزیمتر بیشترین حساسیت را به سطوح کم آلفا، بتا، گاما و اشعه ایکس نشان می-دهد. بر طبق استانداردهای بین‌المللی و بر پایه نقشه جغرافیایی شهر کاشان (۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۹۴۵ متر ارتفاع از سطح دریا)، اندازه‌گیری‌ها در فضاهای باز و بسته در ۵ منطقه جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز) شهر کاشان در طول روز و طی ۳ روز متوالی و در روزهای ۴۶-۴۴ (نیمه فصل) هریک از ۴ فصل مختلف سال صورت پذیرفت [۸-۵]. در هر منطقه جغرافیایی، اندازه‌گیری‌ها در ۱۰ نقطه که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند، در هر دو فضای باز و بسته، انجام شد (شکل شماره ۱). در هر نقطه اندازه‌گیری، به‌دلیل اینکه آهنگ تابش گامای زمینه‌ای با زمان اندکی تغییر می‌کند، در مدت زمان نیم ساعت، ۳۰ اندازه‌گیری با فاصله خوانش یک دقیقه انجام پذیرفت و مقادیر داده‌ها در چک‌لیست ثبت شد [۹،۸]. سپس، میانگین و انحراف معیار همه داده‌های ثبت‌شده با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۷ به‌دست آمد و با استفاده از آزمون تحلیل واریانس تفاوت آماری میانگین‌ها مورد بررسی قرار گرفت. از نظر آماری تفاوت‌های میانگین با مقادیر P کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار درنظر گرفته شد. بر طبق پروتکل استاندارد، جهت اندازه‌گیری دوز پرتو گاما در فضای باز، دوزیمتر در جهت شمال- جنوب و در ارتفاع ۱ متر بالاتر از سطح زمین و در حداقل فاصله ۵ متری از هر ساختمان یا دیوار قرار داده شد. از طرف دیگر به‌منظور اندازه‌گیری دوز در فضای بسته، دوزیمتر در فاصله ۱ متری از سطح زمین و در داخل ساختمان قرار گرفت [۹-۵]. همچنین، دوز موثر سالیانه با استفاده از فرمول ذیل محاسبه گردید:

$$AED_{in} = D_{in} * T * OF * \text{the conversion coefficient}$$
$$AED_{out} = D_{out} * T * OF * \text{the conversion coefficient}$$
$$AED_{total} = AED_{in} + AED_{out}$$

AED: Annual Effective Dose
D_{in}: Indoor Dose
D_{out}: Outdoor dose
OF: Occupancy Factor

که در آن AED_{total} دوز موثر سالیانه کل بر حسب میلی‌سیورت، AED_{in} و AED_{out} به‌ترتیب دوز موثر سالیانه از فضاهای بسته و باز بر حسب میلی سیورت، D_{in} و D_{out} به‌ترتیب آهنگ دوز در فضاهای بسته و باز، T ضریب تبدیل ساعت به سال برابر با ۸۷۶۰، OF فاکتور اشغال (مدت زمانی از کل شبانه روز که انسان در یک موقعیت مکانی مشخص به‌سر می‌برد) که برای فضای باز ۰/۲ و برای فضای بسته ۰/۸ درنظر گرفته می‌شود [۹-۵]. همچنین، ضریب تبدیل دوز جذبی در هوا به دوز موثر (Conversion coefficient) برای بزرگ‌سالان بر طبق توصیه کمیته علمی آثار تابش‌های اتمی سازمان ملل (UNSCEAR) برابر با ۰/۷ در نظر گرفته شد [۵].

$$AED_{out} = 155\times8760\times0.2\times0.7=0.19 \text{ (mSv/yr)}$$
$$AED_{in} = 186\times8760\times0.8\times0.7 = 0.91 \text{ (mSv/yr)}$$
$$AED_{total} = 0.19+0.91=1.10 \text{ (mSv/yr)}$$

همچنین، خطر بروز اضافی سرطان ناشی از تابش با استفاده از فرمول ذیل محاسبه گردید:

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-30]

$$ELCR = AED \times DL \times RF$$

ELCR = Excess lifetime cancer risk
AED= Annual effective dose in terms of mSv/ yr
DL= Average life expectancy in terms of years
RF = Cancer risk coefficient per Sievert which is considered equal to 0.05

که در آن ELCR خطر بروز اضافی سرطان ناشی از تابش در طول عمر، AED دوز موثر سالیانه بر حسب میلی‌سیورت بر سال، DL میانگین امید به زندگی بر حسب سال که بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۶ میلادی (۱۳۹۵ شمسی) در ایران برای مردان، زنان و میانگین هردو جنس به‌ترتیب ۷۴/۶، ۷۶/۹ و ۷۵/۷ سال بوده است [۱۵] و RF ضریب خطر بروز سرطان بر حسب هر سیورت تابش یون‌ساز دریافتی که بر طبق توصیه کمیته بین‌المللی حفاظت رادیولوژیکی (ICRP) برابر با ۰/۰۵ درنظر گرفته می‌شود [۱۶].

$$ELCR=1.10\times10^{-3}\ (Sv/yr)\times75.7\ (yrs)\times0.05\ (1/Sv) = 4.16\times10^{-3}$$

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد آهنگ دوز پرتوی گامای حاصل از تابش زمینه‌ای شهر کاشان در چهار فصل مختلف سال در فضاهای باز و بسته در جدول شماره ۱ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین آهنگ دوز در فضاهای باز و بسته به‌ترتیب با مقادیر ۵۵±۱۸۰ و ۵۷±۱۹۵ نانوسیورت بر ساعت مربوط به فصل تابستان بود، درحالی‌که کمترین آهنگ دوز در فضای باز با مقدار ۲۰±۱۴۲ و در فضای بسته با ۱۶±۱۷۸ نانوسیورت بر ساعت به فصل بهار اختصاص داشت که البته این مقادیر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. این مقادیر سبب دریافت دوزهای موثر سالیانه ۱/۱۸ و ۱/۰۵ میلی‌سیورت به‌ترتیب در تابستان و بهار می‌گردد. جدول شماره ۲ میانگین و انحراف استاندارد آهنگ دوز پرتوی گاما در فضاهای باز و بسته و دوز موثر سالیانه در ۵ منطقه جغرافیایی شهر کاشان را نشان می‌دهد. بیشترین آهنگ دوز برای مجموع ۴ فصل سال مربوط به منطقه غرب (۲۹±۱۶۸ نانوسیورت بر ساعت در فضای باز و ۳۱±۲۰۸ نانوسیورت بر ساعت در فضای بسته) بود، درحالی‌که کمترین آهنگ دوز به منطقه جغرافیایی شمال شهر کاشان (۳۴±۱۴۳ نانوسیورت بر ساعت در فضای باز و ۳۷±۱۵۳ نانوسیورت بر ساعت در فضای بسته) تعلق داشت (P>۰/۰۵). این مقادیر موجب دریافت دوزهای موثر سالیانه ۱/۲۳ و ۰/۹۳ میلی‌سیورت به‌ترتیب برای ساکنان مناطق جغرافیایی غرب و شمال شهر کاشان می‌گردد. میانگین آهنگ دوز سالیانه شهر کاشان از تابش گامای با منشاء طبیعی در فضای‌های باز و بسته به‌ترتیب ۳۴±۱۵۵ و ۳۴±۱۸۶ نانوسیورت بر ساعت به‌دست آمد. این مقادیر موجب دوز موثر سالیانه از فضاهای باز و بسته به‌ترتیب ۰/۱۹ و ۰/۹۱ میلی‌سیورت و دوز موثر سالیانه کل ۱/۱۰ میلی‌سیورت برای ساکنان شهر کاشان می‌گردد. با توجه به مقدار دوز موثر سالیانه، خطر بروز اضافی سرطان ناشی از تابش گامای با منشاء طبیعی در طول عمر برای ساکنان شهر کاشان برابر با $۴/۱۶\times۱۰^{-۳}$ به‌دست آمد.

جدول شماره ۱- میانگین و انحراف استاندارد آهنگ دوز پرتو گاما در فضاهای باز و بسته و دوز موثر سالیانه طی چهار فصل سال ۱۳۹۵ در شهر کاشان

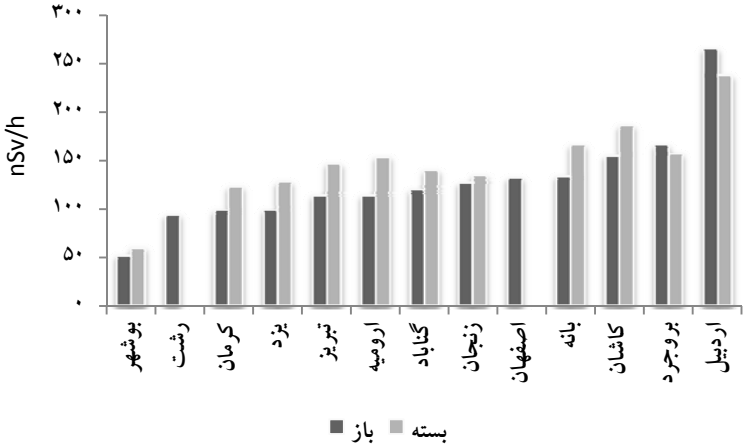
فصل	میانگین دوز در فضای باز (نانوسیورت بر ساعت) (n= ۱۸۰۰۰)	میانگین دوز در فضای بسته (نانوسیورت بر ساعت) (n= ۱۸۰۰۰)	دوز موثر سالیانه از فضای باز (میلی‌سیورت)	دوز موثر سالیانه از فضای بسته (میلی‌سیورت)	دوز موثر سالیانه کل (میلی‌سیورت)
بهار (n= ۹۰۰۰)	۲۰±۱۴۲	۱۶±۱۷۸	۰/۱۸	۰/۸۷	۱/۰۵
تابستان (n= ۹۰۰۰)	۵۵±۱۸۰	۵۷±۱۹۵	۰/۲۲	۰/۹۶	۱/۱۸
پاییز (n= ۹۰۰۰)	۴۰±۱۵۲	۴۲±۱۸۷	۰/۱۹	۰/۹۲	۱/۱۱
زمستان (n= ۹۰۰۰)	۲۰±۱۴۴	۲۲±۱۸۱	۰/۱۸	۰/۸۹	۱/۰۷
میانگین سالیانه	۳۴±۱۵۵	۳۴±۱۸۶	۰/۱۹	۰/۹۱	۱/۱۰

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-30]

جدول شماره ۲- میانگین و انحراف استاندارد آهنگ دوز پرتو گاما در فضاهای باز و بسته دوز موثر سالیانه در چهار فصل در شهر کاشان طی سال ۱۳۹۵

منطقه جغرافیایی	میانگین دوز در فضای باز (نانوسیورت بر ساعت) (n=۱۸۰۰۰)	میانگین دوز در فضای بسته (نانوسیورت بر ساعت) (n=۱۸۰۰۰)	دوز موثر سالیانه از فضای باز (میلی‌سیورت)	دوز موثر سالیانه از فضای بسته (میلی‌سیورت)	دوز موثر سالیانه کل (میلی‌سیورت)
شمال (n=۷۲۰۰)	۱۴۳±۳۴	۱۵۳±۳۷	۰/۱۸	۰/۷۵	۰/۹۳
جنوب (n=۷۲۰۰)	۱۶۴±۳۲	۲۰۴±۳۶	۰/۲۰	۱/۰۰	۱/۲۰
شرق (n=۷۲۰۰)	۱۴۶±۳۹	۱۸۸±۲۹	۰/۱۸	۰/۹۳	۱/۱۱
غرب (n=۷۲۰۰)	۱۶۸±۲۹	۲۰۸±۳۱	۰/۲۱	۱/۰۲	۱/۲۳
مرکز (n=۷۲۰۰)	۱۴۸±۳۷	۱۷۲±۳۸	۰/۱۹	۰/۸۴	۱/۰۳
میانگین ۵ منطقه جغرافیایی	۱۵۵±۳۴	۱۸۶±۳۴	۰/۱۹	۰/۹۱	۱/۱۰

شکل شماره ۱- نقاط انتخاب شده برای اندازه‌گیری تابش گاما در مناطق جغرافیایی پنج‌گانه شهر کاشان (نقاط سیاه)



شکل شماره ۲- مقایسه آهنگ دوز گامای زمینه‌ای در فضاهای باز و بسته در شهر کاشان با سایر شهرهای کشور

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-30]

بحث

در بسیاری از کشورهای جهان، مطالعات مرتبط با اندازه-گیری تابش‌های زمینه‌ای از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد [۱۸،۱۷]. مطالعات متعددی سطح تابش گامای ناشی از منابع طبیعی را برای ارزیابی دوز موثر سالیانه جامعه گزارش کرده‌اند که برخی از این مطالعات تنها در فضای باز و برخی دیگر در هر دو فضای باز و بسته انجام شده‌اند. در مطالعه انجام شده توسط Ahmed و همکاران در شهر بغداد میانگین آهنگ دوز گامای زمینه‌ای در فضاهای باز و بسته و دوز موثر سالیانه به‌ترتیب ۲۴±۱۱۱، ۲۲±۱۲۱ نانوسیورت بر ساعت و ۰/۷۲۹ میلی‌سیورت گزارش شده است که نشان‌دهنده مقادیر کمتر در مقایسه با مطالعه حاضر می-باشد [۶]. در یک مطالعه دیگر در کاستاریکا، میانگین آهنگ دوز گامای زمینه‌ای در فضاهای باز و بسته به‌ترتیب ۸۲ و ۱۲۱ نانوگری بر ساعت و دوز موثر سالیانه ۰/۷۴ میلی‌سیورت به‌دست آمده است که نشان‌دهنده مقادیر کمتر در مقایسه با مطالعه حاضر است [۱۷]. مقایسه میانگین آهنگ دوز تابش گاما به‌ترتیب در فضاهای باز و بسته و دوز موثر سالیانه در مطالعه حاضر (۳۴±۱۵۵/۴، ۳۴±۱۸۶ نانوسیورت بر ساعت و ۱/۱۰ میلی‌سیورت) با نتایج بوذرجمهری و همکاران (۷/۴±۱۰۱/۴، ۶/۸±۱۲۲ نانوسیورت بر ساعت و ۰/۷۲ میلی‌سیورت) در استان یزد [۱۰]، غلامی و همکاران (۲۶±۱۱۳، ۲۷±۱۱۹ نانوسیورت بر ساعت و ۰/۷۲ میلی‌سیورت) در استان لرستان [۷]، سقطچی و همکاران (۲۰±۱۲۷، ۲۳±۱۳۵ نانوسیورت بر ساعت و ۰/۸۲ میلی‌سیورت) در استان زنجان [۱۴]، بحرینی طوسی و همکاران (۱۵±۱۱۵، ۲۰±۱۳۸ نانوسیورت بر ساعت و ۰/۸۰ میلی‌سیورت) در استان کردستان [۱۹]، بحرینی طوسی و همکاران (۳۶±۹۲، ۴۲±۱۲۳ نانوسیورت بر ساعت و ۰/۷۲ میلی-سیورت) در کرمان [۲۰]، بصیر جعفری و همکاران (۲۴±۹۴ نانوسیورت بر ساعت در فضای باز) در استان گیلان [۹]، بحرینی طوسی و همکاران (۱۱۴، ۱۴۷ نانوگری بر ساعت و ۰/۸۶ میلی-سیورت) در تبریز [۲۱] و بحرینی طوسی و همکاران (۱۱۴، ۱۵۴ نانوگری بر ساعت و ۰/۸۹ میلی‌سیورت) در ارومیه [۲۲] نشان-دهنده بالاتر بودن تابش دریافتی ساکنان شهر کاشان نسبت به اکثر شهرها و استان‌های ایران می‌باشد. از طرف دیگر، نتایج حضرتی و همکاران (۲۸۴ و ۲۷۷ نانوسیورت بر ساعت به‌ترتیب در فضاهای باز و بسته و دوز موثر سالیانه ۱/۷۳ میلی‌سیورت) در استان اردبیل [۱۱] نشان از بالاتر بودن مقادیر آهنگ دوز در مطالعه آنها نسبت به مطالعه حاضر می‌باشد. میانگین جهانی آهنگ دوز در فضای باز ۵۹ نانوسیورت بر ساعت با محدوده ۱۹۳-۱۸، برای فضای بسته ۸۴ نانوسیورت بر ساعت با محدوده ۲۰۰-۲۰، مقدار جهانی دوز موثر سالیانه ۰/۴۸ میلی‌سیورت و میانگین خطر بروز سرطان ناشی از این دوز در طول عمر برابر $۱/۴۵\times۱۰^{-۳}$ گزارش شده است [۱۶،۵]. در مطالعه حاضر میانگین آهنگ دوز تابش گاما در فضای باز در کاشان ۳۴±۱۵۵ نانوسیورت بر ساعت بود که تقریبا ۲/۶۲ برابر میانگین جهانی می‌باشد. در فضای بسته نیز میانگین آهنگ دوز تابش گاما در کاشان ۳۴±۱۸۶ نانوسیورت بر ساعت به‌دست آمد که حدود ۲/۲۱ برابر مقدار جهانی می‌باشد. همچنین، دوز موثر سالیانه و خطر بروز سرطان ناشی از این دوز به‌ترتیب ۱/۱۰ میلی-سیورت و $۴/۱۶\times۱۰^{-۳}$ محاسبه گردید که به‌ترتیب ۲/۲۹ و ۲/۸۷ برابر مقدار متوسط جهانی می‌باشد. مقدار آهنگ دوز در فضای باز به عواملی همچون ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی و جنس خاک و سنگ منطقه جغرافیایی بستگی دارد که در این میان جنس خاک و سنگ منطقه از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. لذا، در شهر کاشان بالا بودن مقدار میانگین آهنگ دوز در فضای باز با توجه به عوامل فوق قابل توجیه می‌باشد. همچنین، بالاتر بودن میانگین آهنگ دوز تابش گاما در فضای بسته در مقایسه با فضای باز در تمامی نقاط اندازه‌گیری با وجود تضعیف تابش کیهانی توسط مصالح به‌کار برده شده در دیوارها و سقف ساختمان‌ها، نشان‌دهنده عملکرد هریک از دیوارها، سقف و کف ساختمان به-عنوان منابع پرتوزا به‌دلیل وجود هسته‌های پرتوزای توریم ۲۳۲ و اورانیوم ۲۳۸ که به‌طور طبیعی در خاک و سنگ وجود دارند می-باشد. همان‌طوری‌که در شکل ۲ مشاهده می‌شود میانگین آهنگ دوز تابش گاما در فضاهای باز و بسته در شهر کاشان در مقایسه با دیگر شهرها و استان‌های ایران (به‌جز استان اردبیل) از مقادیر بالاتری برخوردار می‌باشد.

نتیجه‌گیری

میانگین دوز موثر سالیانه ناشی از تابش گامای زمینه‌ای و خطر بروز اضافی سرطان ناشی از این دوز در شهر کاشان (به-ترتیب ۱/۱۰ میلی‌سیورت و $۴/۱۶\times۱۰^{-۳}$) در مقایسه با مقدار متوسط جهانی (۰/۴۸ میلی‌سیورت و $۱/۴۵\times۱۰^{-۳}$) و مقادیر به-دست آمده در اکثر شهرها و استان‌های ایران میزان بالاتری را نشان می‌دهد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان برخود لازم می‌دانند به‌طور ویژه از خانواده-های محترمی که انجام این تحقیق را میسر نموده‌اند و همچنین از کلیه افرادی که به‌هر نحو در انجام این پژوهش مساعدت نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-30]

References:

[1] Hall EJ, Giaccia A. Fractionated radiation and the dose-rate effect. ***Radiobiol Radiologist*** 2012: 67-85.

[2] Schauer DA, Linton OW. National Council on Radiation Protection and Measurements report shows substantial medical exposure increase. Radiological Society of North America, Inc.; 2009.

[3] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation: sources. United Nations Publications; 2000.

[4] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation., Annex B. Exposures from natural radiation sources. United Nations Publications; 2000.

[5] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations Publications; 2016.

[6] Ahmed R. Measurement the average gamma rate radiation for some regions in Baghdad city. ***J Kufa Physics*** 2012; 4(1): 48-55.

[7] Gholami M, Mirzael S, Jomehzadeh A. Gamma background radiation measurement in Lorestan province. ***Iran J Radiat Res*** 2011; 9(2): 89-93.

[8] Eslami A, Shahsavani A, Saghi MH, Akhoondi L, Goorani A. Outdoor gamma radiation measurment in order to estimate the annual effective dose and excess lifetime cancer risk for residents of tehran, Iran. ***J Air Pollut Health*** 2016; 1(4): 243-50.

[9] Basirjafari S, Aghayari S, Poorabas SM, Moladoust H, Asadinezhad M. Assessment of outdoor gamma radiation dose rates in 49 cities of Guilan Province, IRAN. ***Iran J Med Phys*** 2014; 11(1): 168-74.

[10] Bouzarjomehri F, Ehrampoush MH. Gamma background radiation in Yazd province; a preliminary report. ***Iran J Radiat Res*** 2005; 3(1): 17-20.

[11] Hazrati S, Baghi AN, Sadeghi H, Barak M, Zivari S, Rahimzadeh S. Investigation of natural effective gamma dose rates case study: Ardebil Province in Iran. ***Iran J Environ Health Sci Eng*** 2012; 9(1): 1-6.

[12] Rostampour N, Almasi T, Rostampour M, Mohammadi M, Ghazikhanlou Sani K, Khosravi HR, et al. An investigation of gamma background radiation in Hamadan province, Iran. ***Radiat Prot Dosimetry*** 2012; 152(4): 438-43.

[13] Ghiassi-Nejad M, Mortazavi SM, Cameron JR, Niroomand-Rad A, Karam PA. Very high background radiation areas of Ramsar, Iran: preliminary biological studies. ***Health Physics*** 2002; 82(1): 87-93.

[14] Saghatchi F, Salouti M, Eslami A. Assessment of annual effective dose due to natural gamma radiation in Zanjan (Iran). ***Radiat Prot Dosimetry*** 2008; 132(3): 346-9.

[15] WHO. Life expectancy at birth 2016. Available at:http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/life_tables/situation_trends/en/.

[16] Streffer C. The ICRP 2007 recommendations. ***Radiat Prot Dosimetry*** 2007; 127(1-4): 2-7.

[17] Mora P. Outdoor and indoor dose assessment using environmental thermoluminescence dosimeters (TLDs) in Costa Rica. ***J Radiol Prot*** 2003; 23(4): 431-7.

[18] Tomás Zerquera J, Perez Sanchez D, Prendes Alonso M, Brígido Flores O, Hernández Pérez A. Study on external exposure doses received by the Cuban population from environmental radiation sources. ***Radiat Prot Dosimetry*** 2001; 95(1): 49-52.

[19] Bahreyni Toossi MT, Yarahmadi M. Comparison of indoor and outdoor dose rates from environmental gamma radiation in Kurdistan province. ***J Kerman Univ Med Sci*** 2009; 16(3): 255-62. [in Persian]

[20] Bahreyni Toossi MT, Jomehzadeh A. Comparison of environmental gamma radiation of kerman province and indoor gamma dose rate in kerman city using thermoluminescent dosimeter (TLD) and RDS-110. ***Hormozgan Med J*** 2005; 9(3): 173-80. [in Persian]

[21] Bahreyni Tossi MT. Evaluation of environmental gamma radiation level in Azerbaijan area. ***IJBMS*** 2000; 3(1): 1-7.

[22] Bahreyni Toossi MT, Bayani S, Yarahmadi M, Aghamir A, Jomehzadeh A, Hagh Parast M, et al. Gonad, bone marrow and effective dose to the population of more than 90 towns and cities of Iran, arising from environmental gamma radiation. ***Iran J Radiat Res*** 2009; 7(1): 41-7.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-30]