مقاله
پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی سال ۹۴؛ دوره ۷ (۱): ۱۰۰-۹۳
Journal of North Khorasan University 2015;7(1):93-100

آهنگ دوز تابش گامای محیطی در فضای باز شهر بجنورد در فصول مختلف

حمید رضا صدوقی[۱]، محسن خسروآبادی[۲*]، مهدی بخش آبادی[۳]، هما رضایی مقدم[۲]

[۱] استادیار فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
[۲] مربی فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
[۳] کارشناس ارشد فیزیک، کارشناس پژوهش، معاونت تحقیقات و فناوری، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
***نویسنده مسئول:** بجنورد، خیابان شهریار، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، دانشکده پزشکی، محسن خسروآبادی
پست الکترونیک: Mohsen.khosroabadi83@gmail.com

چکیده

زمینه وهدف: *محیط زندگی انسان دارای میزانی از پرتوهای یونیزان است که مقادیر آن به منطقه، عرض جغرافیایی و ارتفاع، بستگی دارد. شناسایی میزان این پرتوها می تواند مناسب بودن محیط برای یک زندگی سالم را تعیین نماید. در این مطالعه، برای اولین بار آهنگ دوز ناشی از تشعشعات زمینه در فضای باز در شهر بجنورد، اندازه گیری شده است.*

مواد و روش کار: *به منظور تعیین مقدار آهنگ دوز تابش گامای زمینه در فضای باز در سطح شهر بجنورد، از یک سرویمتر[۱] (از نوع آشکار ساز های گایگر مولر Radiation Alert Inspector مدل ۰۷۸-۵۱۰، حساسیت در محدوده ی ۰/۰۱ μSv/h تا ۱ mSv/h) استفاده گردید. برای پوشش کلیه مناطق از لحاظ مکان و زمان، اندازه گیری ها برای۳۰ نقطه و در چهار فصل سال انجام شد. دوزیمتر بر روی سه پایه و در ارتفاع ۱ متری از سطح زمین ثابت و هر بار، آهنگ دوز به مدت ۵۰ دقیقه در محل مورد نظر قرائت گردید.*

یافته ها: *آهنگ دوز جذبی در نقاط مختلف شهر و برای فصول بهار ۱۳۳/۵ nGy/h، تابستان ۱۴۰/۰ nGy/h، پاییز ۱۳۵/۲ nGy/h و زمستان ۱۲۶/۳ nGy/h اندازه گیری شد. بر حسب این مقادیر، میانگین آهنگ دوز جذبی در کل سال ۱۳۳/۷ nGy/h به دست آمد و دوز موثر سالانه جذب شده توسط ساکنین شهر در فضای باز به طور متوسط ۰/۱۶ mSv برآورد گردید.*

نتیجه گیری: *نتایج این پژوهش نشان داد که دوز موثر سالانه ناشی از گامای طبیعی برای ساکنین بجنورد بیش از دو برابر مقدار میانگین جهانی (۰/۰۷mSv، UNSCEAR-2000)، می باشد.*

واژه های کلیدی: *تابش گامای زمینه، دوز موثر، سرویمتر (survey meter)*

وصول: ۹۳/۱۲/۲
اصلاح: ۹۴/۱/۱۶
پذیرش: ۹۴/۲/۱۴

1- survey meter

مقدمه

محیط زندگی انسان دارای میزانی از پرتوهای یونیزان طبیعی است که منشاء کیهانی و یا زمینی دارند؛ چشمه های زمینی نیز به نوبه خود یا طبیعی هستند و یا ساخته‌ی دست بشر. سهم هر کدام از این اجزاء، بسته به منطقه، عرض جغرافیایی و ارتفاع، متفاوت است [۱]. البته استفاده از تکنولوژی هسته ای در زمینه های مختلف، سبب تغییرات پرتویی در محیط می شود. پرتوهای یونیزان در صورت برخورد با اجزای حیاتی سلول های زنده، صدماتی وارد می آورند که ممکن باعث از بین رفتن سلول یا ایجاد جهش های ژنتیکی شوند [۲،۱].

قسمت بزرگی از پرتوهای طبیعی محیطی، شامل فوتون های پرانرژی (گاما) می باشد؛ این پرتوها، عمدتاً ناشی از سری های واپاشی اورانیوم-۲۳۸ و توریوم-۲۳۲ هستند که در سنگ ها، خاک و مصالح ساختمانی وجود دارند [۳]. به دلیل آثار زیان بار این پرتوها بر زندگی انسان، مورد توجه مراجع ملی و عمومی در کشورهای مختلف، قرار گرفته اند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می شود [۴-۶]. به این منظور، در صورت مقرون به صرفه بودن، تلاش های بسیاری برای یافتن و کنترل منابع طبیعی تابش و حتی وضع قوانین الزام آور، انجام گرفته است. در پرتوگیری تجمعی جمعیت جهانی، سهم چشمه های طبیعی تقریبا ۸۰٪ گزارش شده است [۱]. جهت ارزیابی دوز تابش محیطی در بیشتر مطالعات از دزیمتری ترمولومینسانس (TLD)، استفاده شده است که در ادامه می آیند. در تحقیقی که در سال ۱۹۹۶ توسط Zarate-Mirales و Buenfil انجام شده است، ماکزیمم دز خارجی و داخلی[1] گامای محیطی در شهر مکزیکوسیتی، به ترتیب nSv/h ۸۳ و nSv/h ۱۱۲ گزارش شده است [۷]. به طور مشابه، Ajayi در سال ۲۰۰۰، آهنگ دوز جذبی فضای داخلی در شهر آکوره نیجریه را nGy/h ۱۰ تا nGy/h ۳۷۰ به دست آورده است [۸]. در یک بررسی جامع و طولانی مدت (۷ سال)، توسط بنزی[2] و همکارانش که در سال ۲۰۰۲ منتشر شده است، میانگین سالانه آهنگ دوز ناشی از تابش زمینه در شمال تانزانیا، nGy/h ۹۸ به دست آمده است [۹].

مطالعه دیگری برای اندازه گیری آهنگ دوز ناشی از پرتوهای گاما در داخل ساختمان ها و در فصول مختلف سال، توسط سیوا کومار[3] و همکارانش در سال ۲۰۰۲ انجام شده است. این بررسی میانگین آهنگ دوز در شهر گودالور هند و در فصل های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب، nGy/h ۱۴۴/۵، nGy/h ۱۵۱/۴، nGy/h ۱۳۲/۷ و nGy/h ۱۱۷/۳، گزارش شده است [۱۰]. در یک مطالعه دیگر، بیلون[4] و همکاران در سال ۲۰۰۵، آهنگ دوز پرتوهای گاما در ۵۹ منطقه مختلف کشور فرانسه را در مدت ۶ ماه، اندازه گیری نموده اند. میانگین آهنگ دوز برای فضای درون و بیرون به ترتیب nSv/h ۵۵ و nSv/h ۴۶ به دست آمده است [۱۱]. میانگین دوز گامای سالیانه در نزدیکی معادن اورانیوم، توسط ماهارانا[5] و همکاران در سال ۲۰۱۰ انجام اندازه گیری شده است. این اندازه گیری ها در روستاهایی واقع در جادوگودای هند که در حوالی معادن اورانیوم قرار دارند، انجام پذیرفته و نتایج آنها برای فضای درون و بیرون به ترتیب، nGy/h ۱۱۲ و nGy/h ۱۰۵ بوده است [۱۲].

در داخل کشور نیز آهنگ دوز گامای محیطی در چند مطالعه اندازه گیری شده است. در تحقیقی در ۱۳۷۸، میانگین آهنگ دوز در فضای باز شهر مشهد nSv/h ۸۷ اندازه گیری شده است [۱۳]. یک مطالعه دیگر در سال ۱۳۷۹، میانگین آهنگ دوز در فضای باز شهرهای تبریز و ارومیه را nSv/h ۱۱۴ و در فضای داخلی را به ترتیب nSv/h ۱۴۷ و nSv/h ۱۵۴، گزارش نموده است [۱۴]. تحقیقی مشابه در استان کرمان، انجام شده است و بیشترین مقدار را در بردسیر (mSv/y ۱/۰۳) و کمترین مقدار را در کهنوج (mSv/y ۰/۶۱) گزارش نموده است [۱۵]. بررسی دیگری میانگین آهنگ دز جذبی در شهر زنجان را nGy/h ۱۲۶، اندازه گیری نموده است [۱۶]. در استان همدان که در همسایگی استان زنجان قرار دارد، متوسط دوز معادل گاما، mSv ۱/۱۲ گزارش شده است [۱۷]. متوسط آهنگ دوز گاما در شهر بوشهر (نزدیک به نیروگاه اتمی بوشهر)، در فضای بیرون nSv/h ۵۱/۸، اندازه گیری شده است [۱۸]. مطالعه دیگری در ۴۰ شهر

1- In-door
2- Banzi
3 -Sivakumar
4 -Billon
5 -Maharana

بزرگ کشور، مقدار متوسط دوز گامای محیطی در فضای بیرون را ۱۱۰/۹ nGy/h گزارش کرده است [۱۹].

شناسایی میزان پرتوهای طبیعی در هر منطقه یک امر ضروری است زیرا می تواند مناسب بودن محیط برای یک زندگی سالم را تعیین نماید و در این راستا، این مطالعه به اندازه گیری آهنگ دوز ناشی از تشعشعات زمینه در فضای باز در شهر بجنورد (مرکز استان خراسان شمالی، در طول و عرض جغرافیایی ۳۷/۲۷ و ۵۷/۲ درجه و ارتفاع ۱۰۷۰ متر از سطح دریا)، پرداخت.

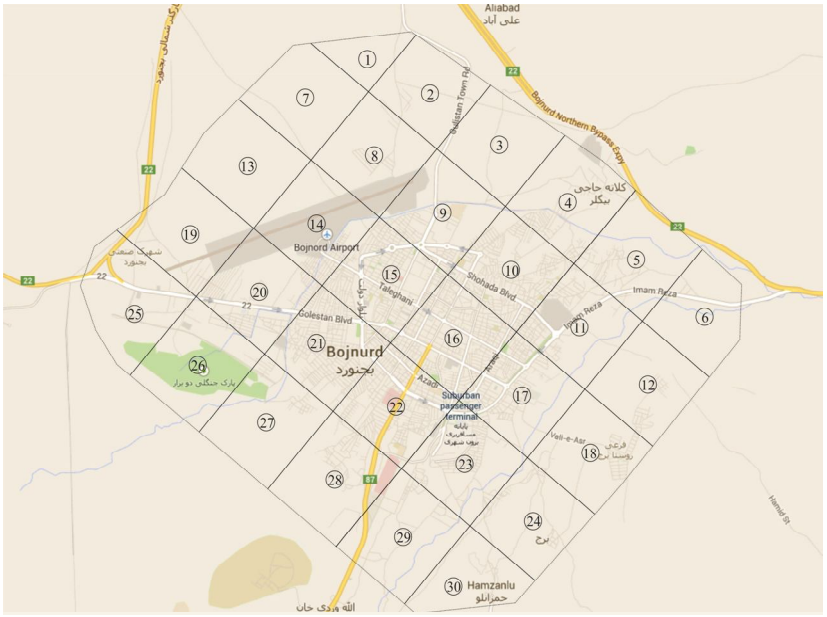
روش کار

به منظور تعیین مقدار آهنگ دوز تابش گامای زمینه در فضای باز در سطح شهر بجنورد در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان، از یک survey meter از نوع آشکار ساز های گایگر مولر Radiation Alert Inspector مدل ۵۱۰-۰۷۸ موجود در دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی استفاده گردید. این دوزیمتر برای پایش پرتوهای x، گاما و بتا طراحی شده است. حساسیت این دستگاه در محدوده ی ۰/۰۱ µSv/h تا ۱ mSv/h است.

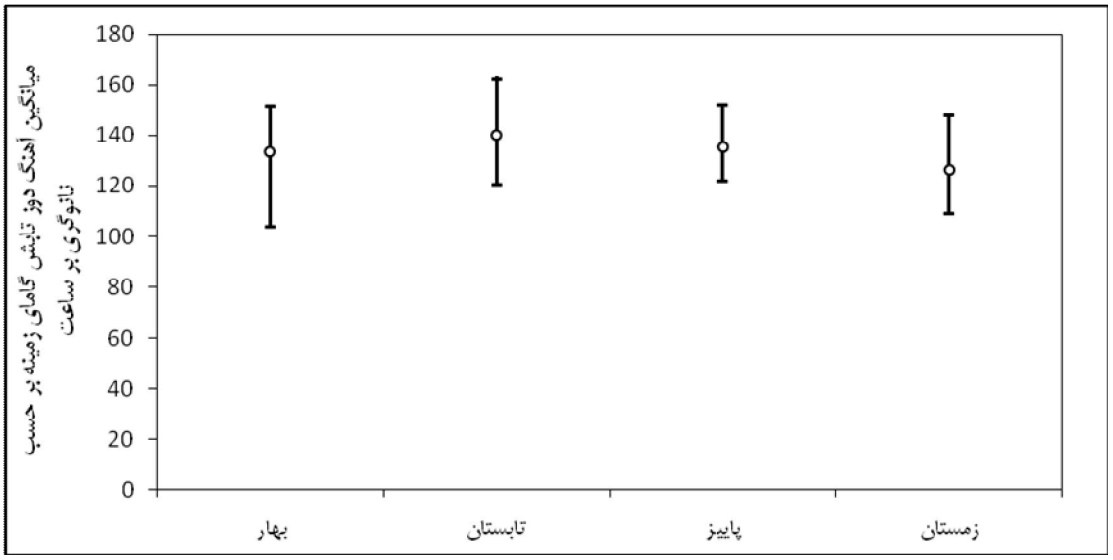
به منظور پوشش کامل تمامی مناطق شهر بجنورد، تعداد ۳۰ نقطه در سطح شهر انتخاب شد که در امتداد جهات اصلی شمالی-جنوبی و شرقی-غربی و جهات فرعی قرار داشتند (شکل ۱). محل های انتخاب شده برای اندازه گیری هموار و هیچ گونه درخت، ساختمان و یا دیوار در آن محدوده وجود نداشت. پس از انتخاب نقاط، دوزیمتر بر روی سه پایه و در ارتفاع ۱ متری از سطح زمین ثابت شد و آهنگ دوز به مدت ۵۰ دقیقه (در فاصله های زمانی ۵ دقیقه یعنی ۱۲ مرتبه برای هر نقطه) در محل مورد نظر قرائت گردید. شایان ذکر است که اندازه گیری ها در ماه میانی هر فصل انجام پذیرفت.

یافته ها

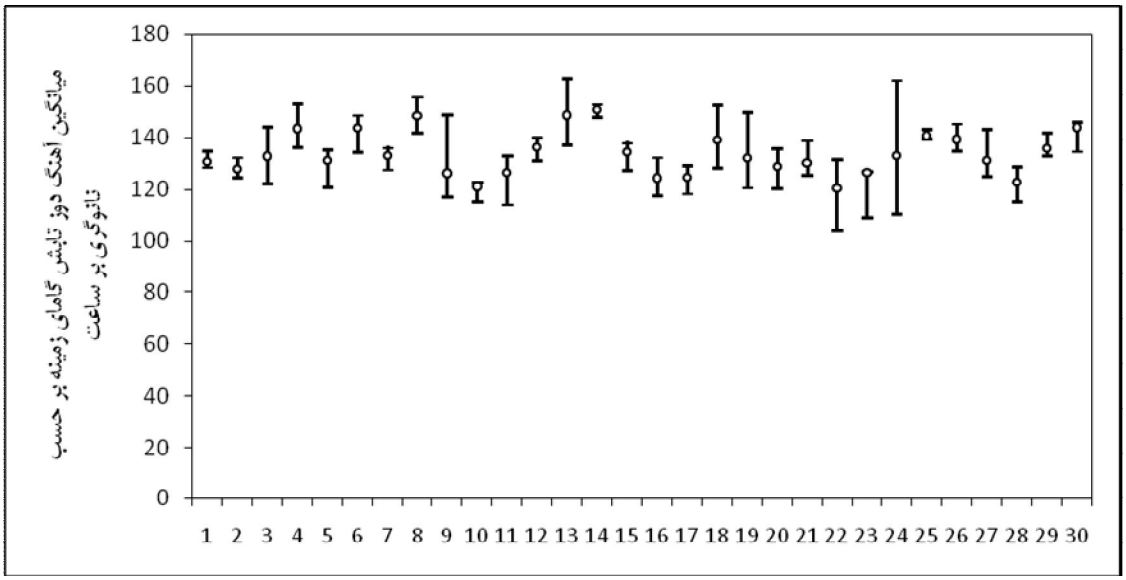
تعداد ۱۱۴۰ اندازه گیری در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان، در ۳۰ نقطه شهر بجنورد، انجام شد. بر اساس این اندازه گیری ها، در فصل های مختلف مقدار میانگین آهنگ دوز تابش گامای زمینه در فصل بهار ۱۱/۶±۱۳۳/۵، فصل تابستان ۱۱/۵±۱۴۰/۰، فصل پاییز ۸/۱±۱۳۵/۲ و فصل زمستان ۹/۷±۱۲۶/۳ نانوگری بر ساعت به دست آمد؛ این نتایج به همراه کمترین و



شکل ۱: نقشه شهر بجنورد و ۳۰ منطقه مورد اندازه گیری.



نمودار ۱: میانگین مقادیر اندازه گیری شده در کلیه نقاط در هر فصل به همراه بیشترین و کمترین مقدار اندازه گیری



نمودار ۲: میانگین سالانه آهنگ دوز تابش گامای زمینه در ۳۰ نقطه مورد اندازه گیری به همراه بیشترین و کمترین مقدار آن

بیشترین مقدار در هر فصل، در نمودار ۱ نشان داده شده است. میانگین سالانه هر ایستگاه به همراه کمترین و بیشترین مقدار اندازه گیری شده در آن ایستگاه، در نمودار ۲ آورده شده است. بیشترین مقدار میانگین در اندازه گیری های ایستگاه ها برابر با ۱۶۲/۵ و ۱۰۳/۸ به دست آمد که به ترتیب مربوط به ایستگاه شماره ۱۳ (در فصل تابستان) و ایستگاه شماره ۲۲ (در فصل بهار)، بودند.

برای تبدیل آهنگ دوز تابش گاما در هوا به دوز معادل موثر سالیانه، رابطه ی زیر استفاده می شود [۱۵]:

دوز معادل موثر سالیانه = آهنگ دوز تابش گاما در هوا × DCF × OF × Time

که در آن DCF فاکتور تبدیل دوز جذبی به دوز موثر برای افراد بزرگسال (برابر با ۰/۷ Sv/Gy)، OF فاکتور توقف در محیط باز(برابر با ۰/۲) و Time تعداد ساعات در یک سال (برابر با ۸۷۶۰ ساعت) می باشند. با استفاده از رابطه ی بالا، دوز موثر دریافتی سالانه ناشی از پرتوهای زمینه برای ساکنین شهر بجنورد بر حسب میلی سیورت، مقدار زیر خواهد بود:

۱۳۳/۷ nGy/h× ۰/۷ Sv/Gy = دوز موثر سالیانه × ۰/۲ × ۸۷۶۰ h = ۱۶۳۹۶۹/۷ nSv = ۰/۱۶ mSv

بحث

نتایج اندازه گیری ها در فصول مختلف سال، نشان دهنده بیشترین مقدار میانگین در فصل تابستان و کمترین مقدار میانگین در فصل زمستان، به ترتیب با ۱۳۹/۹ و ۱۲۶/۳ نانوگری بر ساعت، بود. به دلیل اینکه عامل اصلی پرتوهای کیهانی خورشید می باشد و در فصل تابستان فاصله خورشید تا زمین در نیمکره شمالی کاهش و در زمستان افزایش می یابد، پس میزان پرتوهای محیطی کیهانی در طول روز، در فصل تابستان افزایش و در فصل زمستان کاهش می یابد؛ بنابراین اختلاف به دست آمده را می توان به فاصله خورشید تا زمین در این دو فصل نسبت داد.

میان داده های آهنگ دوز تابش گاما در ۳۰ ایستگاه انتخاب شده در شهر بجنورد، بیشترین (ایستگاه ۱۳) و کمترین (ایستگاه ۲۲) مقدار به ترتیب برابر با ۱۶۲/۵ و ۱۰۳/۸ نانوگری بر ساعت اندازه گیری شد. همچنین بیشترین مقدار متوسط در ایستگاه ۱۴ و کمترین آن در ایستگاه ۲۲، به ترتیب ۱۵۰/۷ و ۱۲۰/۶ نانوگری بر ساعت به دست آمد. بین ایستگاه های انتخاب شده در شهر بجنورد، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا تقریبا یکسان است و این دو عامل نمی توانند در اختلاف مشاهده شده تاثیر چندانی داشته باشند. دلیل اختلاف مشاهده شده می تواند مواد تشکیل دهنده ی متفاوتی باشد که لایه های زمین هر ناحیه را تشکیل می دهند.

میانگین آهنگ دوز تابش گاما برای شهر بجنورد در فضای باز مقدار ۱۳۳/۷ nGy/h به دست آمد و در مقایسه با گزارش UNSCEAR-2000 که مقدار میانگین جهانی آن را ۵۹ nGy/h گزارش نموده است، بیشتر می باشد. دوز موثر دریافتی سالانه ناشی از پرتوهای زمینه برابر با ۰/۱۶ میلی سیورت به دست آمد که بیش از دو برابر میانگین جهانی (۰/۰۷ میلی سیورت) می باشد. این مقدار دوز دریافتی سالانه از مکزیکوسیتی (۰/۷۲ میلی سیورت) و فرانسه (۰/۴۰ میلی سیورت) کمتر می باشد و این در حالی است که از تبریز و ارومیه (۰/۱۴ میلی سیورت)، شمال تانزانیا (۰/۱۲ میلی سیورت)، و جادوگودای هند (۰/۱۳ میلی سیورت) و مشهد (۰/۱۰ میلی سیورت) بیشتر است [۷، ۹، ۱۱-۱۴]. اختلاف مشاهده شده بین نتایج این تحقیق و سایر مطالعات را می توان به اختلاف جنس لایه های زمین شناختی آنها نسبت داد؛ البته اختلاف ارتفاع و عرض جغرافیایی نیز در این اختلاف بی تاثیر نمی باشد.

نتیجه گیری

تابش زمینه طبیعی به دو قسمت تقسیم می شود: (الف) پرتوهای کیهانی که به شدت وابسته به ارتفاع بوده و وابستگی ضعیفی به عرض جغرافیایی دارد [۲۰] و (ب) پرتوهای ناشی از منابع زمینی که وابسته به جنس لایه های زمین و مصالح به کار رفته در ساختمان ها هستند [۲۱]. بخشی از تابش زمینه دریافتی، تقریبا نسبت به مکان و زمان ثابت و عملا مستقل از فعالیت های انسان است (ناشی از رادیوایزوتوپ ها با نیمه عمر بسیار طولانی و رادیونوکلییدهای به وجود آمده از پرتوهای کیهانی) و قسمتی وابسته به شیوه زندگی انسان است (ناشی از محصولات واپاشی گاز رادون ساطع شده از مصالح ساختمانی که میزان این دوز درون ساختمان بیشتر از بیرون آن است) [۱].

این مطالعه نشان داد که میزان دوز دریافتی ساکنین شهر بجنورد از تابش گامای زمینه در فضای باز، بیش از دو برابر میانگین جهانی می باشد؛ البته برای تعیین دوز موثر لازم است مقدار تابش زمینه در فضای بسته نیز اندازه گیری شود و برآیند دز در فضاهای باز و بسته برای محاسبه دز موثر سالیانه استفاده شود. در مطالعات بعدی می توان این اندازه گیری ها را در دیگر شهرهای استان خراسان شمالی و در فضاهای باز و بسته، انجام داد و نقاط احتمالی با تابش زمینه طبیعی بالا را شناسایی نمود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی جهت حمایت و تامین منابع مالی این پژوهش (طرح تحقیقاتی به شماره «۷۱۹ پ ۹۲»)،تشکر و قدردانی به عمل می آید.

References

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Exposure from natural sources of radiation. United Nations, New York, Annex A, A/Ac, 1993;82.
2. Hall EJ, Giaccia AJ, Radiobiology for the Radiologist: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
3. UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation, Report to the General Assembly, Report Vol I, 2000, Sources and Effects of Ionizing Radiation.
4. 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. Iranian J Environ Health Sci Eng. 2012;9(1):1[Persian].
5. Licinio MV, Freitas AC, Evangelista H, Costa-Goncalves A, Miranda M, Alencar AS, A high spatial resolution outdoor dose rate map of the Rio de Janeiro city, Brasil, risk assessment and urbanization effects, J Environ Radioact, 2013;126:32-9.
6. Rafique M, Kearfott KJ, Ahmad K, Akhter J, Khan AR, Saeed RA, "et al", Intercomparison of Environmental Gamma doses Measured with A NaI (Tl) Survey Meter and Thermoluminescent Dosimeters (TLDs) in the Poonch Division of Azad Kashmir, Pakistan, Biomed Environ Sci. 2014;27(12):969-72.
7. Zarate-Morales A, Buenfil A. Environmental gamma dose measurements in Mexico City using TLD. Health physics, 1996;71(3):358-61.
8. Ajayi O, Environmental gamma radiation indoors at Akure, Southwestern Nigeria, Journal of Environmental Radioactivity, 2000;50(3):263-6.
9. Banzi FP, Msaki P, Makundi IN, A survey of background radiation dose rates and radioactivity in Tanzania, Health physics, 2002;82(1):80-6.
10. Sivakumar R, Selvasekarapandian S, Mugunthamanikandan N, Raghunath V, Indoor gamma dose measurements in Gudalore (India) using TLD, Applied Radiation and Isotopes, 2002;56(6):883-9.
11. Billon S, Morin A, Caër S, Baysson H, Gambard J, Backe J, "et al", French population exposure to radon, terrestrial gamma and cosmic rays, Radiat Prot Dosimetry, 2005;113(3):314-20.
12. Maharana M, Swarnkar M, Chougaonkar MP, Mayya YS, Sengupta D, Ambient Gamma radiation levels (indoor and outdoor) in the villages around Jaduguda (India) using card-based CaSO4:Dy TL dosemeters, Radiat Prot Dosimetry, 2010;143(1):88-96.
13. Bahreini MT, Arooji MH, Assessment of environmental gamma radiation in Mashhad and the surrounding areas, Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 1998; 2(3): 121-117 [Persian].
14. Bahreini MT, Sadeqzade-Aghdam A, Assessment of environmental gamma radiation in the region of Azerbaijan. Journal of Medical Sciences, 1999; 2(2):1-7 [Persian].
15. Bahreini MT, Jomezade A, Comparison of outdoor environmental gamma dose rate in Kerman province and indoor in the city of Kerman, using TLD dosimetry and Servey meter model RD0053-110, Medical Journal of Hormozgan, 2004; 9(3): 173-80
16. Saghatchi F, Eslami A, Salouti M., Assessment of outdoor environmental gamma radiation in Zanjan city in different seasons, Journal of Medical University of Zanjan, 2006; 15(59): 77-84.
17. 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[Persian].
18. Mahmoud Pashazadeh A, Aghajani M, Nabipour I, Assadi M, Annual effective dose from environmental gamma radiation in Bushehr city, J Environ Health Sci Eng. 2014;12(1):4[Persian].
19. Sohrabi M, Roositalab J, Mohammadi J, Public Effective Doses from Environmental Natural Gamma Exposures Indoors and Outdoors in Iran, Radiat Prot Dosimetry, 2015[Persian].
20. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and effects of ionizing radiation: sources: United Nations Publications; 2000.
21. Myrick TE, Berven BA, Haywood FF, Determination of concentrations of selected radionuclides in surface soil in the U.S. Health Phys. 1983;45(3):631-42.

environmental gamma radiation dose rate in the open space of Bojnourd City

Sadoughi HR[1], Khosroabadi M[2], Bakhshabadi M[3], Rezaei Moghaddam H[2]*

[1]PhD of Medical Physics, Medicine School, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
[2]MSc of Medical Physics, Medicine School, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
[3]MSc of Nuclear Physics, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
[*]**Corresponding Author:** Medicine School, North Khorasan University of Medical Sciences, Shahriar Street, Bojnurd, Iran
E-mail: mohsen.khosroabadi83@gmail.com

Abstract

Background & Objectives: *The human living environment has some extent of ionizing radiation that depends on the latitude and altitude of the region. Identifying the amount of this radiation can determine the suitable healthy living environment. In this study, for the first time, the outdoor radiation dose rate in the city of Bojnurd (North Khorasan Province, center latitude and longitude 27.37 and 2.57 degrees and elevation 1070 m above sea level), has been measured by survey meter.*

Materials and methods: *In order to determine the amount of outdoor gamma radiation dose rate, in Bojnurd, a survey meter was used. Measurements for 30 points and four seasons of the year were done. Detector was placed on tripods and at a height of 1 m from the surface of the earth and each time, the dose rate was read at the desired location for 50 minutes.*

Results: *Absorbed dose rate in different parts of the city and for the seasons of spring 133.5 nGy/h, summer 140.0 nGy/h, autumn 135.2 nGy/h and winter 126.3 nGy/h were measured. According to these values, the annual average absorbed dose rate 133.7 nGy/h, and the outdoor annual effective dose absorbed by the residents of the city was estimated to be an average of 0.16 mSv.*

Conclusions: *The annual effective dose caused by natural gamma for residents of Bojnurd is more than the double of world average value (0.07 mSv, UNSCEAR-2000).*

Keywords: *Background gamma radiation, effective dose, survey meter*

Orginal Article

Journal of North Khorasan University 2015;7(1):93-100

Recivied:21 Feb 2015
Revised:5 Apr 2015
Accepted:4 May 2015