

بررسی میزان تابش گامای محیطی در فضای باز شهر زنجان در فصول مختلف

فرانک سقطچی*، دکتر اکبر اسلامی**، دکتر مجتبی صلوتی***

نویسنده مسئول: زنجان، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پیراپزشکی و بهداشت، گروه پرتوشناسی saghatchif@yahoo.com

دریافت: ۸۵/۱۱/۵ پذیرش: ۸۶/۷/۲۱

چکیده

زمینه و هدف: در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری در سرتاسر دنیا و نیز در بعضی از شهرهای ایران در خصوص اندازه‌گیری تشعشعات زمینه با توجه به اهمیت آن بر روی سلامت انسان سازماندهی و انجام شده است. با توجه به عدم انجام مطالعات مشابه در شهر زنجان انجام چنین تحقیقی جهت تهیه نقشه پرتوزایی شهر ضروری است. هدف از تحقیق حاضر بررسی میزان تابش گامای محیطی در فضای باز در فصول مختلف سال در شهر زنجان می‌باشد.

روش بررسی: به منظور تعیین آهنگ دوز ناشی از تشعشعات زمینه در فضای باز با استفاده از نقشه جامع شهر ۸ ایستگاه (۴ ایستگاه در امتداد ۴ جهت اصلی و ۴ ایستگاه در مناطق مرکزی شهر) انتخاب گردید. برای هر ایستگاه انتخاب شده ۸ بار اندازه‌گیری (۲ بار در هر یک از چهار فصل سال) با استفاده از یک آشکارساز گایگر-مولر انجام گرفت.

یافته‌ها: اندازه‌گیری آهنگ دوز جذبی در فصول مختلف سال در نقاط مختلف شهر نشان می‌دهد: میانگین آهنگ دوز جذبی در شهر زنجان 126 nGy/h است. دوز مؤثر سالانه ناشی از تابش طبیعی ساکنین شهر زنجان در فضای باز مقدار 0.15 mSv تعیین شد. تغییرات آهنگ دوز در فصول مختلف سال نشان داد میانگین آهنگ دوز جذبی در تابستان بیشترین ($134 \pm 18 \text{ nGy/h}$) و در بهار کمترین ($120 \pm 21 \text{ nGy/h}$) مقدار می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج اندازه‌گیری نشان می‌دهد آهنگ دوز جذبی پرتو گاما در زنجان در مقایسه با مقدار میانگین جهانی (59 nGy) بالاتر است. دوز مؤثر سالانه ساکنین شهر زنجان ناشی از تابش گامای طبیعی در فضای باز 0.15 mSv است که حدوداً بیش از ۲ برابر میانگین جهانی آن (0.07 mSv) است. جهت برآورد دوز مؤثر کل در زنجان به مطالعاتی در زمینه آهنگ دوز در فضاهای بسته نیاز است.

واژگان کلیدی: تابش گامای زمینه، دوز مؤثر، آشکارساز گایگر RDS-110

مقدمه

انسان همیشه در معرض تابش پرتوهای یونساز ناشی از چشمه‌های طبیعی بوده است. منابع طبیعی پرتوهای یونساز در فضا، پرتوهای کیهانی و در زمین، رادیونوکلئیدهایی می‌باشند که به طور عادی در خاک، هوا، آب، غذا و بدن دستخوش واپاشی می‌گردند. مواد پرتوزا و پرتوهای نفوذکننده در محیط زیست پراکنده می‌شوند. پرتوگیری انسان از طریق پرتوهای منابع پرتوزای خارج از بدن و یا در اثر واپاشی رادیونوکلئیدهایی که از طریق بلع و استنشاق به

انسان همیشه در معرض تابش پرتوهای یونساز ناشی از چشمه‌های طبیعی بوده است. منابع طبیعی پرتوهای یونساز در فضا، پرتوهای کیهانی و در زمین، رادیونوکلئیدهایی می‌باشند که به طور عادی در خاک، هوا، آب، غذا و بدن دستخوش واپاشی می‌گردند. مواد پرتوزا و پرتوهای نفوذکننده در محیط زیست پراکنده می‌شوند. پرتوگیری انسان از طریق پرتوهای منابع پرتوزای خارج از بدن و یا در اثر واپاشی رادیونوکلئیدهایی که از طریق بلع و استنشاق به

* کارشناس ارشد فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی و بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان
** دکترای تخصصی بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی و بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان
*** دکترای تخصصی فیزیک پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

بدن راه می‌یابند صورت می‌گیرد (۱). پرتوهای گامای محیطی یکی از اجزای عمده‌ی تابش‌های زمینه می‌باشد (۲). این پرتوها هنگام عبور از یک محیط از خود انرژی به جا می‌گذارند. جذب انرژی در مواد از آن جهت دارای اهمیت است که متعاقب آن فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی به وجود می‌آیند و بالطبع این فرآیندها موجب آثار سوء بیولوژیکی در موجودات زنده می‌شوند (۳). پرتوهای یون‌ساز ضمن عبور از سلول زنده سبب یونش یا تحریک مولکول‌ها و اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن می‌شوند. این تغییرات روی انرژی پیوندی بین اتمی اثر می‌گذارد.

مراحل مختلف صدمات سلولی درجات مختلفی دارند که تا مرحله‌ی مرگ سلول پیش می‌روند. بعضی از صدمات سلولی ممکن است ترمیم شوند و اگر صدمات خیلی وسیع باشد ممکن است یک ارگان نتواند خود را ترمیم کند. اگرچه فاکتورهای زیادی در ارزیابی صدمات کلی دخالت دارند اما به طور کلی اغلب سیستم‌ها و ساختمان سلول هرچند به مقدار جزئی به وسیله‌ی کم‌ترین مقدار پرتوگیری تخریب می‌شوند (۴، ۲). به این دلیل همیشه باید فرض شود که کم‌ترین مقدار پرتو می‌تواند سبب ایجاد اثرات بیولوژیکی شود. اصل (As Low As Reasonably Achievable [ALARA]) به معنی هر نوع تلاش معقول برای کاهش تابش‌گیری کم‌تر از حدود معین شده توسط سازمان بین‌المللی حفاظت در برابر پرتوها (International commission on Radiation Protection [ICRP])، عملی و منطبق بر مقاصد موردنظر است (۵). به این ترتیب همگام با توسعه در ایجاد و استفاده از تابش‌ها مطالعه‌ی گسترده اثرات بیولوژیکی آن‌ها نیز مدنظر بوده است.

تعیین انرژی جذب شده در محیط تحت تابش به عنوان گامی جهت دستیابی به ارتباط کمی بین تابش و اثراتی که متعاقب پرتوگیری به وجود می‌آید مورد توجه است (۲). منابع تابش گامای محیطی در فضای باز، پرتوهای کیهانی و مواد موجود

در پوسته‌ی زمین می‌باشند. میزان تابش پرتوهای کیهانی بستگی به ارتفاع از سطح دریا دارد و از ارتفاعات به سطح دریا شدتشان کاهش می‌یابد. زیرا این پرتوها هنگام وارد شدن به جو زمین با آن برخورد کرده و لذا هر چه ارتفاع از سطح دریا کاهش یابد ضخامت جو افزایش یافته و در نتیجه شدت این پرتوها کاهش می‌یابد. عرض جغرافیایی منطقه مورد نظر نیز در میزان پرتوهای کیهانی مؤثر است، به این صورت که شدت این پرتوها از استوا به سمت قطب‌ها افزایش می‌یابد (۷، ۶). میزان پرتوهای زمینی نیز به خصوصیات زمین‌شناسی هر منطقه بستگی دارد. در محیط باز بیشتر پرتوگیری افراد از سطوح سنگفرش شده و مقداری نیز از خاک ناشی می‌شود. این مقدار بر حسب میزان پرتوزایی در واحد جرم رادیونوکلیدهای موجود در لایه‌ی سطحی تعیین می‌گردد (۸، ۷). مقدار میانگین پرتوگیری سالانه از منابع طبیعی حدود $2/4 \text{ mGy}$ است که $1/1 \text{ mGy}$ از آن مربوط به سه عامل پرتوهای کیهانی، پرتوهای گامای ناشی از زمین و بلع و استنشاق رادیونوکلیدها با نیمه عمر طولانی است (۶ و ۲، ۱). در اکثر کشورها نقشه‌ی پرتوزایی برای پرتوهای گامای محیطی در داخل و خارج ساختمان‌ها به طور دقیق تهیه شده است (۹، ۱۰، ۱۱). در سال‌های اخیر در کشور ما ایران نیز در بعضی از شهرها مانند مشهد، کرمان، سمنان، رامسر، تبریز، یزد و اصفهان مطالعات متعددی به منظور ارزیابی تابش زمینه‌ی طبیعی و شناسایی مناطق با پرتوزایی بالا انجام شده است (۱۶-۱۲). در شهر زنجان تاکنون تحقیقی در خصوص اندازه‌گیری تشعشعات محیطی و مقایسه‌ی آن با میانگین جهانی و سایر شهرهای ایران صورت نگرفته است و تحقیق حاضر اولین مطالعه در این زمینه می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی میزان تابش گامای محیطی در فضای بیرونی شهر زنجان و تهیه‌ی نقشه‌ی پرتوزایی شهر در فصول مختلف سال است. شهر زنجان، مرکز استان زنجان، در فاصله‌ی ۳۳۰ کیلومتری شمال‌غرب شهر تهران در طول جغرافیایی ۴۸ درجه

ایستگاه در فصل مربوطه تعیین گردید. سپس ارقام به دست آمده با روش آماری و با استفاده از نرم افزارهای SPSS و Excel آنالیز و آهنگ دوز به طور جداگانه در هر یک از مناطق هشت گانه و در هر یک از ۴ فصل سال محاسبه گردید. در نهایت میانگین کلی آهنگ دوز در شهر زنجان و دوز مؤثر دریافتی سالیانه ساکنین شهر ناشی از پرتوهای گامای محیطی در فضای باز تعیین و با مقادیر میانگین جهانی و سایر شهرهای دارای نقشه‌ی پرتوزایی ایران مقایسه گردید.

یافته‌ها

میانگین آهنگ دوز تشعشعات گامای زمینه در ۸ ایستگاه اندازه‌گیری شده در مناطق مختلف شهر زنجان (۴ ایستگاه در امتداد ۴ جهت اصلی و ۴ ایستگاه در مناطق مرکزی شهر) و در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: میانگین آهنگ دوز در نقاط مختلف شهر زنجان در فصول مختلف سال

بر حسب nGy/h					مکان
بهار	تابستان	پاییز	زمستان	میانگین	
۱۲۸	۱۱۱	۱۳۴	۱۷۷	۱۲۸	شهر بازی
±۱۶	±۱۷	±۱۶	±۲۳	±۱۶	
۱۳۰	۱۵۶	۱۰۳	۱۳۳	۱۳۰	امامزاده
±۱۹	±۳۰	±۱۹	±۱۳	±۱۵	
۱۳۴	۱۱۳	۱۵۴	۱۰۹	۱۳۴	میدان استقلال
±۲۲	±۱۴	±۱۹	±۱۳	±۴۳	
۱۱۳	۱۱۲	۱۰۴	۱۰۵	۱۱۳	کوی فرهنگ
±۱۷	±۱۲	±۱۶	±۱۳	±۲۷	
۱۱۱	۱۱۶	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۱	پارک شهید رجایی
±۱۲	±۱۱	±۱۳	±۱۵	±۱۲	
۱۳۵	۱۱۹	۱۵۵	۱۶۷	۱۳۵	جاده گاواژنگ
±۲۳	±۲۱	±۱۸	±۳۱	±۲۲	
۱۳۷	۱۲۹	۱۵۳	۱۶۷	۱۳۷	مجمع آفتاب
±۲۳	±۲۹	±۲۳	±۳۴	±۹	
۱۱۵	۱۴۵	۱۰۴	۱۰۰	۱۱۵	خیابان صفا
±۱۲	±۱۶	±۱۳	±۶	±۱۵	
۱۲۶	۱۲۵	۱۲۷	۱۳۴	۱۲۶	میانگین
±۱۸	±۱۸	±۱۷	±۱۸	±۲۱	

و ۲۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه در ارتفاع ۱۶۶۳ متری از سطح دریا واقع شده است. این شهر در اقلیم معتدل مدیترانه‌ای در دشت شیب‌دار و دامنه‌ی ارتفاعات بر روی رسوبات آبرفتی دوران چهارم قرار گرفته است (۱۸).

روش بررسی

این مطالعه به روش توصیفی در طی چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان به منظور تعیین آهنگ دوز تابش گامای زمینه در فضای باز و محاسبه دوز مؤثر سالیانه در شهر زنجان انجام شد. دوزیمتر مورد استفاده در این تحقیق یک survey meter از نوع آشکارسازهای گایگر مدل RDS-110 ساخت فنلاند بود که برای پایش پرتوهای X، گاما و بتا طراحی شده است. حساسیت این دستگاه در محدوده $0.5 \mu\text{Sv/h}$ تا 100 mSv/h است. پیش از شروع اندازه‌گیری‌ها دستگاه توسط کمپانی رادوس برای مدت دوسال کالیبره شده بود.

با توجه به مطالعات انجام شده در سایر کشورها و سایر شهرهای ایران به منظور تعیین آهنگ دوز در فضای باز با استفاده از نقشه‌ی جامع شهر و بررسی میدانی چهار ایستگاه در امتداد چهار جهت اصلی و چهار ایستگاه دیگر در مناطق مرکزی شهر انتخاب و برای هر ایستگاه ۸ بار اندازه‌گیری (۲ بار در هر یک از فصول سال) انجام گردید. تمام اندازه‌گیری‌ها در ماه میانی هر فصل، در دو روز متوالی و در بین ساعات ۸ تا ۱۳ صورت گرفت. محل‌های انتخاب شده برای اندازه‌گیری هموار و هیچ‌گونه درخت، ساختمان و یا دیوار در آن محدوده وجود نداشت. پس از انتخاب نقاط، دوزیمتر بر روی سه پایه و در ارتفاع ۱ متری ثابت شد و آهنگ دوز به مدت ۳۰ دقیقه در محل مورد نظر قرائت و ۱۵ عدد ثبت گردید. در هر فصل در طی ۲ روز متوالی ۳۰ اندازه‌گیری برای هر ایستگاه حاصل شد که میانگین آن‌ها همراه با انحراف معیار محاسبه و به عنوان آهنگ دوز در آن

بحث

بررسی و اندازه‌گیری تابش‌های محیطی یکی از مهم‌ترین شاخه‌های علم فیزیک بهداشت است. اگر چه اغلب افراد بیشتر نگران پرتوگیری از منابع مصنوعی می‌باشند ولی در واقع باید گفت که پرتوگیری‌های عمده برای عامه مردم و در شرایط عادی از منابع طبیعی پرتوزا صورت می‌پذیرد. پرتوهای طبیعی یونساز بیشترین سهم را در مجموع دوز مؤثری که توسط جمعیت جهان دریافت می‌شود دارا هستند، از این رو برآورد دوز ناشی از این پرتوها در افراد دارای اهمیت است (۶، ۱). مقدار گامای طبیعی در هر منطقه بسیار متغیر بوده و به عواملی از قبیل جنس لایه‌های زمین، ارتفاع از سطح زمین، عرض جغرافیایی و جنس مصالح به کار رفته در ساختمان‌ها بستگی دارد (۸، ۷). اندازه‌گیری میزان گامای محیطی در هشت نقطه از شهر زنجان جهت تهیه نقشه پرتوژی شهر به وسیله آشکارساز گایگر نشان داد که کم‌ترین و بیشترین میانگین آهنگ دوز به ترتیب 111 ± 12 nGy/h و 137 ± 23 nGy/h در پارک شهید رجایی و مجتمع آفتاب می‌باشد. نظر به محدود بودن وسعت شهر زنجان تفاوت در عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا بین نقاط مختلف شهر زنجان نمی‌تواند عامل مؤثری در تفاوت میانگین آهنگ دوز نقاط مختلف باشد و تفاوت مشاهده شده می‌تواند به دلیل تفاوت در مواد تشکیل‌دهنده پوسته زمین در نقاط مختلف باشد (۶) در این راستا انجام پژوهش‌هایی در خصوص تجزیه کمی و کیفی کانی‌های شهر و اطلاعات زمین شناختی معادن استان زنجان ضروری است تا بتوان رابطه صحیحی بین ویژگی‌های جغرافیایی نقاط و میزان آهنگ دوز در آن مناطق به دست آورد. اندازه‌گیری‌های انجام شده در فصول مختلف سال نیز نشان داد که فصول تابستان و بهار با مقادیر میانگین 134 ± 18 nGy/h و 120 ± 21 nGy/h به ترتیب دارای بیشترین و کم‌ترین مقدار آهنگ دوز زمینه می‌باشند. با توجه به این که یکی از عوامل اصلی تابش‌های محیطی

همان‌طور که مشاهده می‌شود کم‌ترین و بیشترین میانگین آهنگ دوز در نقاط مختلف شهر زنجان 111 ± 12 nGy/h و 137 ± 23 nGy/h به ترتیب مربوط به پارک شهید رجایی و مجتمع آفتاب می‌باشند. نتایج هم‌چنین نشان می‌دهند میانگین آهنگ دوز در فصل بهار کم‌ترین (120 ± 21 nGy/h) و در فصل تابستان بیشترین مقدار (134 ± 18 nGy/h) می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان‌گر این است که میانگین آهنگ دوز معادل در شهر زنجان 126 nSv/h است.

برای تبدیل دوز جذبی گاما در هوا (Absorbed Dose Rate in Air [ADRA]) به دوز معادل مؤثر سالیانه (Annual Effective Dose Equivalent [AEDE]) از فرمول زیر استفاده می‌شود (۱۸، ۱۹):

$$AEDE = ADRA \times DCF \times OF \times Time$$

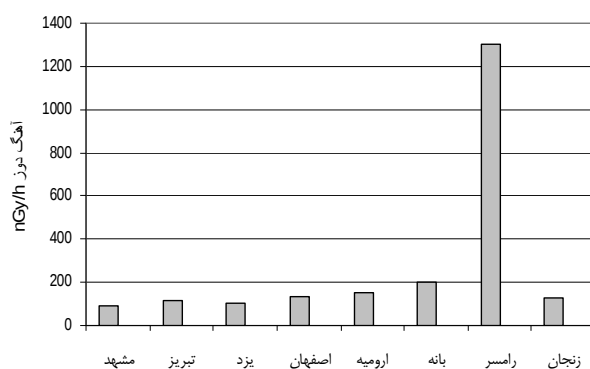
در این فرمول فاکتور تبدیل دوز (Dose Converter Factor [DCF]) برابر 0.7 Sv/Gy فاکتور تبدیل دوز جذبی به دوز مؤثر است که بر اساس گزارش کمیته علمی سازمان ملل در زمینه اثرات تابش‌های اتمی (United Nation [UNSCEAR-2000]) Scientific on Effects of Atomic Radiation افراد بزرگسال محاسبه شده است. فاکتور اشتغال (Occupancy Factor [OF]) فاکتور توقف در محیط باز است که برای مناطق شهری برابر 0.2 در نظر گرفته شده است. T، زمان معادل 8760 ساعت برای یک سال می‌باشد. به این ترتیب دوز مؤثر دریافتی سالانه ساکنین شهر زنجان بر حسب میلی‌سیورت ناشی از تابش‌گیری از تشعشعات زمینه در فضای باز به شرح زیر برآورد می‌شود:

$$0.15 \text{ mSv} = 126 \text{ nGy/h} \times 8760 \text{ h} \times 0.2 \times 0.7 \text{ Sv/Gy}$$

پرتوهای کیهانی است که عموماً از فعالیت خورشیدی منشاء گرفته و به سوی زمین روانه می‌گردند، لذا میزان پرتوهای کیهانی تابعی است از ضخامت جو، عرض جغرافیایی و فاصله‌ی زمین و خورشید.

به نظر می‌رسد در تابستان این فاصله کم‌تر بوده و میزان پرتوهای محیطی در سطح زمین بیشتر است (۲). بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر میانگین آهنگ دوز شهر زنجان برابر 18 ± 126 nGy/h به دست آمد. این میزان در مقایسه با گزارش UNSCEAR-2000 که میانگین جهانی آهنگ دوز را 59 nGy/h و گستره‌ی آن را 18 تا 93 nGy در ساعت اعلام کرده است، بالاتر می‌باشد. همچنین دوز مؤثر

سالانه‌ی ساکنین شهر زنجان ناشی از تشعشعات گامای طبیعی در فضای باز 15 mSv/ است که حدوداً بیش از ۲ برابر میانگین جهانی آن (0.7 mSv) است که در سال ۲۰۰۰ میلادی توسط UNSCEAR گزارش شده است (۷). میانگین آهنگ دوز شهر زنجان از میزان‌های مشابه شهرهای اصفهان، ارومیه و بانه با مقادیر 132 ، 154 ، 199 nGy/h کم‌تر و از میزان‌های مشابه شهرهای تبریز، مشهد و یزد با مقادیر 114 ، 91 و 101 nGy/h بیشتر است (نمودار ۱). همچنین در مقایسه با میانگین آهنگ دوز در رامسر با مقدار 1300 nSv/h، میزان آهنگ دوز شهر زنجان بسیار کم‌تر می‌باشد (۲۰).



نمودار ۱ - میانگین آهنگ دوز جذبی فضای باز در برخی شهرهای ایران در مقایسه با زنجان

نتیجه‌گیری

نتایج اندازه‌گیری نشان داد آهنگ دوز جذبی پرتو گاما در زنجان در مقایسه با مقدار میانگین (59 nGy/h و گستره‌ی 18 تا 93 nGy در ساعت) گزارش شده توسط کمیته‌ی علمی سازمان ملل در زمینه‌ی اثرات پرتوهای اتمی بالاتر است. در مقایسه، آهنگ دوز جذبی زنجان از مقادیر مشابه گزارش شده در شهرهای اصفهان، ارومیه و بانه کم‌تر و از شهرهای تبریز، مشهد و یزد بیشتر است. دوز مؤثر سالانه ساکنین شهر زنجان ناشی از تشعشعات گامای محیطی در فضای باز 15 mSv/ است که حدوداً بیش

از ۲ برابر میانگین جهانی (0.7 mSv) می‌باشد. تغییرات آهنگ دوز در فصل‌های مختلف مورد پژوهش نشان داد میانگین آهنگ دوز جذبی ساکنین شهر زنجان در تابستان بیشترین و در بهار کم‌ترین مقدار است. جهت تخمین دوز مؤثر لازم است مقدار تابش طبیعی در فضای بسته نیز تعیین شود. همچنین برای بررسی بیشتر در زمینه‌ی تابش طبیعی استان نیاز به مطالعات وسیع‌تری است تا بتوان با اندازه‌گیری تابش در دیگر شهرهای استان، دوز مؤثر ساکنین استان را تعیین نمود و مناطق احتمالی با تابش طبیعی بالا را شناسایی نمود.

منابع

- 1-United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "Sources Effects and Risks of Ionizing Radiation", 1998.
- ۲- غیائی نژاد مهدی، بیت‌اللهی مسعود. در ترجمه‌ی پرتوگیری از منابع طبیعی پرتوزا، گزارش سال ۱۹۹۳ کمیته‌ی علمی سازمان ملل در زمینه تأثیرات پرتوهای اتمی. چاپ اول، تهران: اداره‌ی انتشارات سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۷۹، صفحات ۴۰-۱۸.
- ۳- ابوکاظمی محمدابراهیم، بینش علیرضا، سپهری هوشنگ. در ترجمه‌ی آشنایی با فیزیک بهداشت از دیدگاه پرتوشناسی، هرمان سمبر (مؤلف)، چاپ اول، تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۱، صفحات ۱۴۹-۱۵۶.
- ۴- مزدارانی حسین، تقوی فرشته، در ترجمه رادیوبیولوژی برای رادیولوژیست، اریک جی‌هال (مؤلف)، چاپ اول، تهران انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۷، صفحات ۴۵-۵۲.
- ۵- مزدارانی حسین، تقوی فرشته، تراب جهرمی سیما. در ترجمه‌ی حفاظت عملی در برابر تشعشع و رادیوبیولوژی کاربردی، استیون دوود (مؤلف)، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۸، صفحات ۲۳۳-۲۳۱.
- 6- United Nations Scientific Committee on the effects of atomic radiation, Annex B. Exposures from natural radiation sources, 2000; 1-74.
- 7- Nakamura T, Uwamino Y, Ohkubo T et al. Altitude variation of cosmic ray neutrons. *Health phys.* 1987; 53: 509-17.
- 8- Myrick TE, Berven BA, Haywood FF. Determination of concentration of selected radionuclides in surface soil in the U.S. *Health phys.* 1983; 45(43): 631-42.
- 9- National environmental protection agency. Nationwide survey of environmental radioactivity level in China, 1990.
- 10- Banzi FP, Msaki P, Makundi IN. A survey of background radiation dose rates and radioactivity in Tanzania. *Health phys.* 2002; 82(1): 80-6.
- 11- Zarate Morales A, Buenfil AE. Environmental gamma dose measurements in Mexico city using TLD. *Health phys.* 1996; 71(3): 358-61.
- 12- Bouzarjomeheri F, Ehrampoush MH. Gamma background radiation in Yazd province a preliminary report. *Iran J Radia Res.* 2005; 3(1): 17-20.
- 13- Shahbazi D. Annual background radiation in Chaharmahal and Bakhtiary province, Iran. *J Radiation Res.* 2003; 1: 87-91.
- ۱۴- بحرینی طوسی محمدتقی، صادق‌زاده حسین. بررسی میزان تابش گامای محیطی در آذربایجان. مجله‌ی علوم پزشکی ایران ۱۳۸۰؛ شماره‌ی ۳، صفحات ۷-۱.
- 15- Tavakoli MB. Annual radiation background in the city of Isfahan. *Medical Sciences Monitoring.* 2003; 9: 7-10.

۱۶- بحرینی طوسی محمدتقی، اروچی محمدحسین. بررسی میزان تابش گامای محیطی در شهر مشهد و نقاطی از حومه آن. مجله‌ی علوم پزشکی ایران ۱۳۷۸؛ شماره‌ی ۳: صفحات ۱۲۱-۱۱۷.

۱۷- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان زنجان. آمارنامه‌ی استان زنجان. زنجان: سازمان مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۸۲.

18- ICRU, "Radiation Quantities and Units Report" 33 Issued 15 April Washington D.C, USA, 1980.

19- United nations scientific committee on the effects of atomic radiation, Annex A. Dose assessment methodologies, 2000; 1-63.

20- Ghiassi-nejad M, Mortazavi SMJ, Cameron JR, Niroomand-rad A. Very high background radiation areas of ramsar, Iran: Preliminary biological studies. *Health phys.* 2002; 82(1): 87-93.

Assessment of Background Gamma Radiation in Outdoor Areas in Different Seasons in Zanjan

Saghatchi F, Eslami A, Salouti M

Corresponding Author's Address: Department of Radiology, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran.

Email: saghatchif@yahoo.com

Background and Objective: Due to importance of ionizing radiation on human health, many studies have been performed to measure the background gamma radiation all around the world as well as some cities in Iran. This study was carried out to measure the amount of background gamma radiation in outdoor areas in different seasons in Zanjan to determine the annual effective dose of the city residents.

Materials and Methods: To determine the dose rate of background gamma radiation in outdoor areas, 8 stations (4 in the main directions and 4 in the downtown areas) were selected using the map of the city. Eight measurements were performed for each station (twice in each season) using Geiger-Muller detector (RDS-110) calibrated by Cs-137.

Results: The mean value of dose rate and the annual effective dose due to background gamma radiation in different season in Zanjan were determined 126 nGy/h and 0.15 mSv respectively. The minimum and maximum mean values of dose rate were found 120 ± 21 nGy/h and 134 ± 18 nGy/h in summer and spring respectively.

Conclusion: The results show that the dose rate and the annual effective dose for the city residents due to the background gamma radiation in outdoor areas is twice as much as international mean value reported by UNSCEAR-2000. To determine the total annual effective dose of Zanjan residents, measuring the dose rate in indoor areas is necessary.

Key words: Background Gamma Radiation, Effective dose, Geiger- Muller detector RDS-110.