(مقاله پژوهشی)

برآورد دز مؤثر سالیانه و خطر مازاد ابتلا به سرطان ناشی از گامای طبیعی در جوار چشمه آبگرم

فواد گلی احمدآباد[۱]، راحله طبری جویباری[۲*]، بهروز رسولی[۲]، محمد قربانی[۲]، مظفر ناصرپور[۳]

۱- مربی گروه فیزیک پزشکی.
۲-مربی گروه رادیولوژی.
۳-دانشجوی دکتری فیزیک پزشکی.

۱-دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جیرفت، جیرفت، ایران.
۲-گروه رادیولوژی، دانشکده علوم پزشکی بهبهان، بهبهان، ایران.
۳-گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

*نویسندهٔ مسؤول:
راحله طبری جویباری؛ گروه رادیولوژی، دانشکده علوم پزشکی بهبهان، بهبهان، ایران.
تلفن:۰۰۹۸۹۱۶۳۷۳۵۰۶۵
Email: r.tabari@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: بسیاری از مردم معتقدند که چشمه‌های آبگرم در درمان بسیاری از بیماری های پوستی مؤثر هستند، اما آنها از وجود مواد رادیواکتیو طبیعی که ممکن است در این چشمه ها یافت شوند بی اطلاع هستند. مواد رادیواکتیو با گسیل پرتوهای مختلف می توانند میزان دز دریافتی مردم و خطر ابتلا به سرطان را افزایش دهند. هدف از انجام این مطالعه تخمین دز موثر سالانه و خطر مازاد ابتلا به سرطان ناشی از گامای طبیعی در کنار چشمه آبگرم روستای گراب شهرستان بهبهان است.

روش بررسی: برای اندازه‌گیری آهنگ دز گاما، در چشمه آبگرم و اطراف آن شش نقطه در نظر گرفته شد. با استفاده از سرویمتر RDS-31 میزان آهنگ دز در این نقاط در چهار فصل سال اندازه گیری شد. همچنین دزیمتر در دو ارتفاع ۵ cm و ۱ m قرار داده شد و آهنگ دز در هر نقطه به مدت ۱۰ دقیقه قرائت و ثبت شد.

یافته‌ها: بیشترین و کمترین مقدار آهنگ دز جذبی در فصل تابستان و زمستان به ترتیب ۳۹۲ $\frac{nGy}{h}$ و ۴۲ $\frac{nGy}{h}$ به دست آمد. دز مؤثر سالانه جذب شده در نقطه ۱ (مظهر چشمه آبگرم) به طور میانگین ۰/۴ mSv محاسبه شد. خطر مازاد ابتلا به سرطان نیز در این نقطه با بیشترین مقدار برابر با $۱/۶۰\times۱۰^{-۳}$ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که میزان دز مؤثر سالانه و خطر مازاد ابتلا به سرطان ناشی از گامای طبیعی در چشمه آبگرم بیش از مقدار میانگین جهانی است اما این مقادیر برای ساکنین روستای گراب کمتر از میزان استاندارد است.

واژه‌های کلیدی: آبگرم بهبهان، دز مؤثر سالانه، خطر مازاد ابتلا به سرطان در طول زندگی، سرویمتر RDS-31.

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۳/۲۹ **دریافت مقالهٔ اصلاح‌شده: ۱۳۹۷/۶/۹** **اعلام قبولی: ۱۳۹۷/۶/۱۱**

مقدمه

در سال های اخیر، تابش های طبیعی در محیط، به شدت مورد توجه قرار گرفته است. دلیل این توجه، نگرانی عمومی ناشی از اثرات تابش بر روی سلامتی انسان است. بیشترین سهم تابش بشر، ناشی از پرتوهای زمینه طبیعی و پرتوهای کیهانی است. طبق گزارش کمیته علمی سازمان ملل متحد در مورد تأثیرات تابش‌های اتمی (UNSCEAR-2000) و گزارش سازمان انرژی اتمی (IAEA) میانگین دز تابش زمینه برابر ۲/۴ میلی سیورت در سال است که از این مقدار سهم تابش گیری خارجی ناشی از منابع طبیعی زمینی به طور متوسط در سال ۰/۴۸ میلی سیورت است که ۰/۴۱ میلی سیورت مربوط به محیط داخل با فاکتور اشتغال ۰/۸ و ۰/۰۷ مربوط به قرار گیری در هوای آزاد با فاکتور اشتغال ۰/۲ است (۱, ۲).

یکی از منابع اصلی تابش طبیعی در محیط، چشمه های آبگرم هستند که به دلیل وجود رادیونوکلئیدهای ^{238}U و ^{232}Th و محصولات فروپاشی آنها در سنگ و خاک باعث ایجاد تابش زمینه، خصوصاً پرتوهای گامای محیطی می شوند (۳). چشمه های آبگرم موجود در مناطق مختلف به دلیل جاذبه های گردشگری و خواص درمانی مورد توجه گردشگران و ساکنین محلی هستند و هرساله تعداد زیادی از افراد از چشمه های آبگرم بازدید می کنند. در دزهای پایین پرتوهای ایکس و گاما، امکان وقوع اثرات احتمالی پرتوهای یونیزان وجود دارد که سرطان‌ها نیز از جمله این آثارند (۴)، بنابراین اندازه گیری میزان دز تابشی سالیانه و خطر مازاد ابتلا به سرطان ناشی از پرتوهای گاما در این مناطق امری ضروری است. مطالعات زیادی در ایران و برخی کشورها در مورد تابش‌های زمینه طبیعی صورت گرفته و نتایج مختلفی توسط محققان ارائه شده است (۵–۱۸).

در سال ۲۰۱۳، Amin Al Okour و همکاران مطالعه ای در مورد تابش دز زمینه چشمه های آبگرم Al Hammah اردن انجام دادند و آهنگ دز زمینه را در حدود ۷۰ تا ۵۸۰ نانو گری بر ساعت $(\frac{nGy}{hr})$ به دست آوردند. ماکزیمم آهنگ دز در نزدیکی چشمه اصلی آبگرم مشاهده شد. در خارج از منطقه چشمه آبگرم آهنگ دوز گاما برابر $\frac{nGy}{hr}$ ۳۰–۷۰ بود که از میانگین دز تابشی مجاز در اردن بیشتر است (۸).

در مطالعه دیگری که در سال ۱۳۸۶، سلمان علیزاده و همکاران انجام دادند، گامای محیطی چشمه های آبگرم شهرستان مشکین شهر را اندازه گیری کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین دز پرتوزایی اشعه گاما در چشمه های آبگرم این شهرستان نسبت به استاندارد جهانی حاصل از تمام منابع طبیعی رادیو اکتیو بیش از ۱۰–۸ برابر بالاتر بوده و می‌توان منطقه را جزء مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا به شمار آورد (۹).

در سال ۲۰۱۰، Ajlouni و همکاران آهنگ دز گامای محیطی را در چشمه های آبگرم منطقه افرا در اردن اندازه گیری کردند. آهنگ دز جدبی از $\frac{nSv}{hr}$ ۱۰–۱۸۰۰۰ اندازه گیری شد. بیشترین مقدار دز جذبی برابر $\frac{mSv}{hr}$ ۴ به دست آمد (۱۰).

چشمه آب درمانی گراب بهبهان واقع در استان خوزستان، به عنوان یکی از چشمه های آب درمانی در کشور معرفی شده است. نام این چشمه از دو کلمه گر و آب تشکیل شده و به معنی آب درمان کچلی است. بیمارانی که در گذشته دچار عارضه قارچ های پوستی یا به تعبیری کچلی می شدند، به کمک استحمام در این آب درمان می‌شدند. این چشمه در روستای گراب و در ۱۶ کیلومتری شهرستان بهبهان واقع گردیده است. جویبارهای این چشمه از روستای گراب و روستاهای پایین دست آن گذشته و نخلستان های آن‌ها را سیراب می‌کند.

هدف از انجام این مطالعه، اندازه گیری میزان تابش گاما، دز مؤثر سالیانه و خطر مازاد ابتلا به سرطان در طول دوره زندگی (Excess Lifetime Cancer Risk (ELCR)) ناشی از پرتوهای گامای طبیعی در جوار چشمه آبگرم گراب می باشد که برای اولین بار انجام شده

است. نتایج این مطالعه و مقایسه آن با مطالعات دیگر استان ها و کشورها نوع اقدامات مقتضی را مشخص خواهد کرد.

روش بررسی

این مطالعه به مدت یک سال در چشمه آبگرم گراب شهرستان بهبهان انجام شد. در این مطالعه، برای اندازه گیری آهنگ دز از دستگاه RDS-31 Multi-purpose Survey Meter ساخت کشور فنلاند استفاده شده است که در حالت عادی می تواند آهنگ دز تابشی پرتوهای ایکس و گاما را اندازه گیری کند. محدوده اندازه گیری آهنگ دز برابر $\frac{\mu Sv}{h}$ ۰/۰۱ تا $\frac{mSv}{h}$ ۱۰۰ است. دزیمتر میزان پرتوزایی اشعه گاما را بر اساس واحد میکروسیورت بر ساعت اعلام می کند. در هر فصل ۱۰ روز میانی برای اندازه گیری در نظر گرفته شد. شش نقطه بطور تصادفی انتخاب شد که نقطه ۱ در مظهر چشمه آبگرم و نقطه ۶ در روستای گراب و چهار نقطه باقیمانده در مسیر چشمه به سمت روستا واقع بودند. محل‌های انتخاب شده برای اندازه گیری باید هموار باشد و هیچ گونه درخت، ساختمان و یا دیوار در آن محدوده وجود نداشته باشد. برای انجام اندازه گیری آهنگ دز تابشی، دزیمتر در نقاط تعیین شده در دو ارتفاع مختلف مستقر شد و مقادیر دز تابشی پرتوهای ایکس و گامای ناشی از رادیونوکلئیدهای موجود در منابعی مثل آب، خاک، گیاهان و حیوانات اندازه‌گیری شد. علت انتخاب دو ارتفاع متفاوت بررسی تأثیر ارتفاع در میزان پرتوزایی حاصل از گامای محیطی می باشد. ابتدا دزیمتر روی یک چهارپایه چوبی ثابت به ارتفاع یک متری در امتداد شمال به جنوب مستقر شد. سپس به مدت ده دقیقه (در فاصله های زمانی یک دقیقه یعنی ۱۰ مرتبه برای هر نقطه) خوانش انجام شده و مقادیر پرتوزایی مربوط به هر نقطه ثبت شد. در مرحله دوم دزیمتر در فاصله ۵ سانتیمتری از سطح زمین مستقر و مقدار پرتوزایی مانند دفعه قبل قرائت و ثبت شد. برای هر نقطه سه بار اندازه گیری تکرار شد تا میزان دقت و صحت نتایج افزایش یابد. همچنین به دلیل یکسان بودن شرایط پرتوهای کیهانی، همه اندازه گیری ها در ساعت ۹ تا ۱۲ صبح انجام شد.

برای محاسبه دز تابشی گاما از رابطه زیر استفاده شد:

$$H(\mathrm{Sv}) = W_R \times D(\mathrm{Gy}) \qquad (۱)$$

که H دز معادل بر حسب سیورت و D دز تشعشع در هوا بر حسب گری است، W_R فاکتور وزنی پرتو است که برای پرتو گاما این مقدار برابر یک است. در نتیجه مقدار دز معادل در ساعت و دز تشعشع در ساعت برای پرتو گاما یکسان است.

برای محاسبه دز مؤثر سالیانه ساکنین منطقه گراب از رابطه زیر استفاده شد (۱۹, ۲۰).

$$E = D_{out} \times Time \times OF \times C_c \qquad (۲)$$

که در آن E دز مؤثر سالیانه، D_{out} میانگین آهنگ دز جذب شده تابش گاما در هوا، C_c فاکتور تبدیل دز جذبی به دز مؤثر که برای افراد بزرگسال برابر با $\frac{Sv}{Gy}$ ۰/۷ است، OF فاکتور توقف در محیط باز برابر با ۰/۲ و $Time$تعداد ساعات در یک سال که برابر با ۸۷۶۰ ساعت است. با استفاده از رابطه (۲)، دز مؤثر دریافتی سالانه ناشی از پرتوهای زمینه بر حسب میلی سیورت محاسبه شد (۱, ۲۱). به عنوان مثال مقدار دز موثر دریافتی سالانه برای نقطه ۱ در ارتفاع ۱ متر بر حسب میلی سیورت مقدار زیر به دست خواهد آمد:

$$E = 325(\frac{\mathrm{nGy}}{\mathrm{h}}) \times 8760(\mathrm{h}) \times 0.2 \times 0.7(\frac{\mathrm{Sv}}{\mathrm{Gy}})$$

$$E = 398580\ \mathrm{nSv} \times 10^{-6} = 0.39\ \mathrm{mSv}$$

همچنین خطر مازاد ابتلا به سرطان ناشی از قرار گرفتن در معرض تشعشع در طول دوره زندگی هر فرد با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$ELCR = E \times DL \times RF \qquad (۳)$$

که در آن $ELCR$ خطر مازاد ابتلا به سرطان، E دز مؤثر سالیانه، DL میانگین طول عمر که برابر ۷۰ سال در نظر گرفته می شود و RF ضریب خطر کشنده است که کمیته بین المللی حفاظت در برابر اشعه (ICRP 60)

برای آثار احتمالی ناشی از تشعشع، مقدار آن را برابر Sv^{-1} ۰/۰۵۷ تعیین کرده است (۲۰, ۲۲).

میانگین، ماکزیمم، مینیمم و انحراف معیار مقادیر آهنگ دز در فصول مختلف با استفاده از نرم افزار SPSS (Ver. 16) محاسبه شد. مقادیر آهنگ دز میانگین به دست آمده در هر فصل با یکدیگر مقایسه شد تا تأثیر تغییر فصل بر میزان تابش گامای طبیعی مشخص شود. از تست آنالیز واریانس (ANOVA) و تست آماری t برای مقایسه مقادیر دزها استفاده شد. نتایج به دست آمده با نتایج دیگر مطالعات در ایران و سایر کشورها مقایسه و تحلیل شد.

یافته ها

جدول ۱ میانگین اندازه‌گیری آهنگ دز جذبی در نقاط مشخص شده در اطراف چشمه آبگرم در ارتفاع ۵ سانتی متری و ۱ متری را نشان می دهد. اندازه گیری ها به تفکیک هر فصل در این جدول مشخص شده اند. بیشترین میزان میانگین پرتوزایی در نقطه ۱ برابر $\frac{nGy}{h}$ ۳۹۲ (در فصل تابستان) و کمترین مقدار میانگین در نقطه ۶ با مقدار $\frac{nGy}{h}$ ۴۲ (در فصل زمستان) مشاهده شد. براساس جدول ۱ در فصل‌های مختلف، آهنگ دز گامای زمینه در فصل تابستان دارای بیشترین میانگین با مقدار $\frac{nGy}{h}$ ۱۳۸/۵ و کمترین مقدار مربوط به فصل زمستان با مقدار میانگین $\frac{nGy}{h}$ ۱۰۳/۳ به دست آمد. جدول ۲ میانگین اندازه گیری آهنگ دز کل سال را برای نقاط انتخابی نشان می دهد که بر اساس این اندازه گیری ها نقاط ۱ و ۶ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین آهنگ دز جذبی در کل سال بودند. در جدول ۳ میانگین دز مؤثر سالیانه و خطر مازاد ابتلا به سرطان در طول دوره زندگی برای این شش نقطه نشان داده شده است.

جدول ۱: میانگین آهنگ دز جذبی $\left(\frac{nGy}{h}\right)$

	در ارتفاع ۵ cm				در ارتفاع ۱ m			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
نقطه ۱	۳۲۱	۳۹۲	۳۱۱	۳۰۰	۳۰۱	۳۸۴	۳۱۰	۳۰۵
نقطه ۲	۹۶	۱۲۹	۱۰۰	۸۷	۹۳	۱۱۹	۱۰۲	۸۲
نقطه ۳	۸۳	۹۵	۸۴	۷۲	۷۵	۹۰	۷۶	۸۳
نقطه ۴	۷۲	۸۸	۵۷	۶۹	۷۴	۹۰	۷۱	۶۱
نقطه ۵	۵۸	۶۸	۶۰	۵۰	۵۶	۶۸	۴۹	۵۱
نقطه ۶	۵۳	۵۹	۴۸	۴۲	۵۱	۵۸	۴۹	۴۰
میانگین فصلی	۱۱۳/۸	۱۳۸/۵	۱۱۰	۱۰۳/۳	۱۰۸	۱۳۴/۸	۱۰۹/۵	۱۰۳/۷

جدول ۲: میانگین آهنگ دز جذبی $\left(\frac{nGy}{h}\right)$

	در ارتفاع ۵ cm	در ارتفاع ۱ m
نقطه ۱	۳۳۱±۴۱	۳۲۵±۳۹
نقطه ۲	۱۰۳±۱۸	۹۹±۱۵
نقطه ۳	۸۳/۵±۹	۸۱±۷
نقطه ۴	۷۱/۵±۱۳	۷۴±۱۲
نقطه ۵	۵۹±۷	۵۶±۹
نقطه ۶	۵۰/۵±۷	۴۹/۵±۸

جدول ۳: میانگین آهنگ دز سالانه $\left(\frac{mSv}{y}\right)$ و خطر مازاد ابتلا به سرطان

	در ارتفاع ۵ cm		در ارتفاع ۱ m	
	دز موثر	ELCR	دز موثر	ELCR
نقطه ۱	۰/۴±۰/۰۵	۱/۶۰±۰/۲۰	۰/۳۹±۰/۰۴	۱/۵۶±۰/۱۶
نقطه ۲	۰/۱۲±۰/۰۲	۰/۴۸±۰/۰۸	۰/۱۲±۰/۰۱	۰/۴۸±۰/۰۴
نقطه ۳	۰/۱۰±۰/۰۱	۰/۴۰±۰/۰۴	۰/۰۹±۰/۰۰۸	۰/۳۶±۰/۰۳
نقطه ۴	۰/۰۸±۰/۰۱	۰/۳۲±۰/۰۴	۰/۰۹±۰/۰۱	۰/۳۶±۰/۰۴
نقطه ۵	۰/۰۷±۰/۰۰۸	۰/۲۸±۰/۰۳	۰/۰۶±۰/۰۱	۰/۲۴±۰/۰۴
نقطه ۶	۰/۰۶±۰/۰۰۸	۰/۲۴±۰/۰۳	۰/۰۶±۰/۰۰۹	۰/۲۴±۰/۰۳

بحث

با توجه به مطالعه انجام شده، نتایج اندازه گیری‌ها نشان می دهد میانگین آهنگ دز سالانه در نقاط ۱، ۲، ۳ و ۴ در مقایسه با گزارش UNSCEAR-2000 (۱) که مقدار میانگین جهانی را $\frac{nGy}{h}$ ۵۸ گزارش نموده، بیشتر است. این مقادیر در مقایسه با اندازه گیری های انجام شده در اردن که توسط Al-amairyeen در سال ۲۰۱۰ (۶) انجام شد، کمتر است اما نسبت به اندازه گیری آهنگ دز جذبی در چشمه های آبگرم Al Hammah اردن در سال ۲۰۱۳ (8) که برابر $\frac{nGy}{h}$ ۵۸۰-۷۰ است تقریباً مقادیر مشابه را نشان می دهد. همچنین مطالعات انجام شده در ایران نشان می دهد مقادیر آهنگ دز در چشمه آبگرم بهبهان نسبت به چشمه های آبگرم رامسر (۱۲) و محلات (۱۱) کمتر، اما نسبت به چشمه های آب معدنی دیمه در چهارمحال بختیاری(۱۳) بیشتر است. مقادیر دز مؤثر سالانه نیز در نقطه ۱ (مظهر چشمه آبگرم) ناشی از پرتوهای گامای زمینه برابر $\frac{mSv}{y}$ ۰/۴ به دست آمد که بیش از ۵ برابر میانگین جهانی در فضای آزاد ($\frac{mSv}{y}$ ۰/۰۷) است. این مقدار نسبت به مقادیر اندازه گیری شده در چشمه های آبگرم شهرستان مشکین شهر (۹) و شهرستان کرمان (۷) کمتر است. همچنین بیشترین میانگین دز سالانه در مشکین شهر در فصل تابستان اندازه گیری شده است که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. مقدار ELCR نیز در نقطه ۱ برابر با $۱/۶۰\times۱۰^{-۳}$ به دست آمد که نسبت به مقدار میانگین جهانی ($۰/۲۹\times۱۰^{-۳}$) بیشتر است اما مقدار این کمیت در داخل روستای گراب کمتر از میزان استاندارد است (۱). با توجه به جدول‌های ۱، ۲ و ۳، مقادیر میانگین آهنگ دز، دز مؤثر سالانه و ELCR در دو ارتفاع مختلف نشان می دهد که تأثیر ارتفاع، بر میزان پرتوزایی ناچیز است. اختلافات مشاهده شده در این پژوهش نسبت به دیگر مطالعات می تواند ناشی از تفاوت در جنس لایه های زمین، طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و همچنین ارتفاع از سطح دریا باشد.

نتیجه‌گیری

مطالعه انجام شده نشان داد که بیشترین مقادیر میانگین آهنگ دز جذبی پرتوهای گامای زمینه و ELCR مربوط به مظهر چشمه آبگرم است و این منطقه جزء مناطق با پرتوزایی بالا محسوب می‌شود و افرادی که به مدت زیاد از این چشمه ها استفاده کنند و در این مکان حضور داشته باشند خطر ابتلا به سرطان در آن ها بیشتر است. همچنین این مقادیر نشان می دهد میانگین دز مؤثر سالانه در نقطه ۶ (داخل روستای گراب) از میزان استاندارد کمتر است بنابراین نگرانی نسبت به دریافت دز بیش از میزان استاندارد برای ساکنین منطقه وجود ندارد. به منظور بررسی بیشتر

پیشنهاد می شود غلظت مواد رادیواکتیو در آب این چشمه بررسی و اندازه گیری شود.

قدردانی

نویسندگان این مقاله، از معاونت آموزش، تحقیقات و دانشجویی–فرهنگی دانشکده علوم پزشکی بهبهان جهت حمایت و تأمین بودجه این طرح تحقیقاتی مصوب به شماره ۹۶۰۴ تشکر می کنند.

منابع

1-Radiation UNSCotEoA. Sources and effects of ionizing radiation: sources: United Nations Publications; 2000.
2-Agency IAE. Protection of the public against exposure indoors due to radon and other natural sources of radiation: International Atomic Energy Agency; 2015.
3-Nollet LM, De Gelder LS. Handbook of water analysis: CRC press; 2000.
4-Wakeford R, Kendall GM, Little MP. The risk of cancer from natural background ionizing radiation. Health physics. 2009;97(6):637-8.
5-Shahbazi-Gahrouei D, Abdolahi M. Investigation of association between high background radiation exposure with trace element concentrations' (Copper, Zinc, Iron and Magnesium) of hot springs workers blood in Mahalat. ISMJ. 2014;17(4):8.
6-Al-amairyeen H. Radiation doses due to natural radioactivity in Wadi Bin Hammad, Al-Karak and Jordan2010. 1486-8 p.
7-Jomehzadeh A, Jomehzadeh Z. Gamma Dose Rate Measurement and Dose Rate Calculation for Sensitive Organs in the Vicinity of Hot Springs in Kerman Province. 1387;20-21(5):9.
8-Al-Okour A, Ajlouni A-W, Ajlouni A. Radiation Doses due to Natural Radioactivity in Al Hammah Hot Springs, Jordan. 2013.
9-Alizadeh S, Samvat H, Samadi MT. Environmental Gamma Radiation Rate of Hot Springs of Ghainarjeh, Ilando and Moill in Meshkinshahr 2006 .۲۰۰۷-J Ardabil Univ Med Sci. 2008;8(3):7.
10-Ajlouni A-W, Abdelsalam M, Abu Haija O, S. Almasa'efah Y. Radiation doses due to natural radioactivity in the Afra hot springs, Jordan2010.
11-Pourimani R, Gheisari R, Zare MR, Ahangari M. Radioactivity Concentration in Sediment and Water Samples of Hot Springs in Mahallat and Soil Samples of Their Neighboring Environs.
12-Heidari AH, Shabestani Monfared A, Mozdarani H, Mahmoudzadeh A, Razzaghdoust A. Radioprotective Effects of Sulfur-containing Mineral Water of Ramsar Hot Spring with High Natural Background Radiation on Mouse Bone Marrow Cells. J Biomed Phys Eng. 2017 Dec;7(4):347-54. PubMed PMID: 29445712. Pubmed Central PMCID: PMC5809929.
13-Shahbazi-Gahrouei D, Saeb M. Dose assessment and radioactivity of the mineral water resources of Dimeh springs in the Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. Nukleonika. 2008;53:31-4.
14-Walencik A, Kozłowska B, Dorda J, Szłapa P, Zipper W. Natural radioactivity in underground waters. Polish Journal of Environmental Studies. 2010;19(2):461-5.
15-Saito T, Ueda H, Ohta T, Sato J. Determination of radium concentration in hot-spring waters with cation exchange resin. J Balneol Soc Jpn. 2002;52:3-11.
16-Botezatu E, Iacob O, Aflorei A, Elisei G, Căpitanu O. Natural radioactivity of some mineral waters and population doses. The journal of preventive medicine. 2001;9:3-14.
17-Al-Okour A. Natural Radiation Doses Due to Radioactivity in Northern Part of Jordan. 2014.
18-Hamzah Z, Saat A, Kassim M. Determination of radon activity concentration in hot spring and surface water using gamma spectrometry technique. The Malaysian Journal of Analytical Sciences. 2011;15(2):288-94.
19-No ISS. 115. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. 1996:283.
20-Streffer C. The ICRP 2007 recommendations. Radiation protection dosimetry. 2007;127(1-4):2-7.
21-ICRU RQ. Units. Report 10a, Handbook. 1980;84.
22-Taskin H, Karavus M, Ay P, Topuzoglu A, Hidiroglu S ,Karahan G. Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kirklareli, Turkey. Journal of environmental radioactivity. 2009;100(1):49-53.

Estimation of Annual Effective Dose and Excess Lifetime Cancer Risk due to Natural Gamma near Hot Water Spring

Foad Goli Ahmadabad[1], Raheleh Tabari Juybari[2*], Behrouz Rasuli[2], Mohammad Ghorbani[2], Mozafar Naserpour[3]

1-Lecturer of Medical Physics.
2-Lecturer of Radiology.
3-PhD Student in Medical Physics.

1-School of Medicine, Jiroft University of Medical Sciences, Jiroft, Iran.
2-Department of Radiology, Behbahan Faculty of Medical Sciences, Behbahan, Iran.
3-Department of Medical Physics, Faculty of Medicine, Jundishapour University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

**Corresponding author:*
Raheleh Tabari Juybari, Department of Radiology, Behbahan Faculty of Medical Sciences, Behbahan, Iran.
Tel: +989163735065
Email: r.tabari@gmail.com

Abstract

Background and Objectives: Many people believe that hot water springs are effective in treating many skin diseases, but they are unaware of the presence of natural radioactive substances that may be found in these springs. Radioactive substances with different ray emission can increase the dose rate of people and risk of cancer. The aim of this study is to estimate the annual effective dose and excess lifetime cancer risk (ELCR) due to natural gamma near Garab hot water spring in Behbahan city.

Subjects and Methods: To measure of gamma dose rate in the hot water spring and around it, six points were considered. The dose rate in these areas was measured using the RDS-31 Survey meter in four seasons of the year. Also the dosimeter was placed at two heights of 5 cm and 1 m, and the dose rate was read and recorded for 10 minutes in any point.

Results: The maximum and minimum amount of absorbed dose rate was obtained in summer and winter 392 nGy/h and 42 nGy/h, respectively. The annual effective dose at point 1 (nearby the principle hot water source) was calculated 0.4 mSv. The excess lifetime cancer risk was gained at this point with the highest value of 1.60×10^{-3}.

Conclusion: The results of this study showed that the annual effective dose and excess lifetime cancer risk of natural gamma in the hot water spring is higher than the global average but, these values are lower than the standard for residents of the Garab village.

Keywords: Hot water spring of Behbahan, Annual effective dose, Excess lifetime cancer risk, RDS-31 Survey meter.

►*Please cite this paper as:*
Goli Ahmadabad F, Tabari Juybari R, Rasuli B, Ghorbani M, Naserpour M. Estimation of Annual Effective dose and Excess Lifetime Cancer Risk due to Natural Gamma near Hot Spring. Jundishapur Sci Med J 2018; 17(3):339-345.

Received: June 19, 2018 **Revised: Aug 31, 2018** **Accepted: Sep 2, 2018**