ORIGINAL ARTICLE

Natural Gamma Radiation and Effective Annual Dose in Hot Springs in South Khorasan Province, Iran

Hossein Bazrgari[1],
Ali Naghizadeh[2,3],
Hasan Zarghani[4]

[1] MSc Student in Environmental Health Engineering, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran
[2] Medical Toxicology and Drug Abuse Research Center, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran
[3] Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran
[4] Assistant Professor, Department of Medical Physics, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

(Received June 29, 2019 ; Accepted September 15, 2019)

Abstract

Background and purpose: Background radiation exists naturally in the environment and human has been always exposed to it. These rays can affect living creatures and cause chromosomal damage, and genetic and somatic diseases. Hot water springs are a major source of background radiation. This study aimed at investigating the absorbed dose of environmental gamma and determining the annual effective dose of hot water springs in South Khorasan province, Iran, during summer and autumn of 2018.

Materials and methods: In order to measure the peripheral gamma of hot springs, the X5C PLUS dosimeter was used. Dosimetry was performed for all outdoor and indoor hot springs in two seasons (summer and autumn). The data for gamma irradiation were calculated and reported as nano-sievert per hour and annual effective dose in milli-sievert per year. Data analysis was done in Excel and SPSS applying ANOVA.

Results: In current study, the highest and lowest mean gamma radiation were found in Dig Rostam and Tabas hot springs, respectively. The mean effective dose in all outdoor hot springs was significantly lower than that in indoor hot springs ($P < 0.001$).

Conclusion: The average gamma background radiation and the annual effective dose was lower than international standards in all outdoor hot springs, but in Ferdos and Sarbisheh hot springs (indoor) the mean values were higher than the standards which could be a threat for their customers and staff.

Keywords: environmental gamma, effective annual dose, hot water springs, South khorasan

J Mazandaran Univ Med Sci 2019; 29(178): 42-51 (Persian).

*** Corresponding Author: Ali Naghizadeh -** Medical Toxicology and Drug Abuse Research Center, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran (E-mail: al.naghizadeh@yahoo.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و نهم شماره 178 آبان سال 1398 (51-42)

میزان تابش پرتو گامای محیطی و دز موثر سالیانه چشمه های آبگرم طبیعی استان خراسان جنوبی

حسین بذرگری[1]
علی نقی زاده[2و3]
حسن زرقانی[4]

چکیده

سابقه و هدف: تابش زمینه به‌طور طبیعی در محیط زیست وجود دارد و باعث پرتوگیری می‌شود. این پرتوها می‌توانند موجودات زنده را تحت تأثیر قرار داده و سبب آسیب‌های کروموزومی، بیماری‌های ژنتیکی و سوماتیکی شوند. چشمه‌های آبگرم طبیعی یکی از منابع تابش گامای زمینه هستند. این مطالعه به منظور تعیین دز جذبی گامای محیطی و دز موثر سالانه چشمه‌های آبگرم استان خراسان جنوبی و مقایسه آن با استاندارد در فصل تابستان و پاییز سال 1397 انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای اندازه‌گیری گامای محیطی چشمه‌ها، از دزیمتر X5CPLUS استفاده شد. دزیمتری برای هر چشمه در فضای باز و بسته در تابستان و پاییز صورت گرفت و نتایج تابش گامای زمینه بر حسب نانو سیورت در ساعت و دز موثر سالانه بر حسب میلی سیورت در سال محاسبه شد. تحلیل نتایج با استفاده از نرم‌افزار اکسل و SPSS و آزمون ANOVA با $\alpha = 0/05$ صورت گرفت.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های مطالعه، میانگین تابش گامای زمینه در آبگرم دیگ رستم بالاترین و آبگرم طبس پایین‌ترین میزان را داشت. همچنین میانگین دز موثر در تمامی آبگرم‌ها در فضای باز به‌طور معنی‌داری کم‌تر از فضای بسته بود ($P<0/001$).

استنتاج: بر اساس نتایج مطالعه، میانگین تابش گامای زمینه و دز موثر سالانه در فضای باز برای همه چشمه‌ها در حد کم‌تر از میانگین جهانی است ولی در فضای بسته آبگرم طبیعی فردوس، سربیشه و درمیان، بیش‌تر از میانگین جهانی قرار دارند که ممکن است باعث مخاطراتی برای استفاده کنندگان از آن‌ها و افراد شاغل در آن‌جا شود.

واژه های کلیدی: گامای محیطی، دز موثر سالیانه ، چشمه های آب گرم، خراسان جنوبی

مقدمه

پرتوهایی که موجودات زنده همیشه و به‌طور طبیعی در معرض تابش آن‌ها قرار دارند، پرتوهای زمینه نامیده می‌شوند. محیط زندگی انسان دارای پرتوهای یونیزان طبیعی است که منشأ این پرتوها، پرتوهای زمینه، پرتوهای کیهانی و مواد طبیعی موجود در پوستهٔ زمین می‌باشد. منابع طبیعی پرتوزا از ابتدای خلقت کرهٔ زمین در آن وجود داشته‌اند و با گذشت زمان کاهش ناچیزی پیدا کرده‌اند(1). منابع پرتوزای زمینی به دو صورت

مولف مسئول: علی نقی زاده - بیرجند: دانشگاه علوم پزشکی بیرجند E-mail:al.naghizadeh@yahoo.com
1. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران
2. مرکز تحقیقات مسمومیت ها و سوء مصرف مواد، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران
3. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران
4. استادیار، گروه فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران
تاریخ دریافت : 1398/3/29 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات :1398/4/1 تاریخ تصویب : 1398/6/24

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

طبیعی و یا ایجاد شده توسط فعالیت‌های بشری وجود دارند. امروزه استفاده از تکنولوژی هسته‌ای در زمینه‌های مختلف، سبب تغییرات پرتویی در محیط شده که در صورت برخورد این پرتوها با موجودات زنده، صدماتی را به سلول‌های آن‌ها وارد می‌آورند که ممکن است باعث از بین رفتن سلول یا تغییرات ژنتیکی آن‌ها شود(2). پرتوهای یون ساز با نفوذ به بافت‌های مختلف بدن انرژی خودشان را به ماکرومولکول‌های بیولوژیکی و حیاتی مانند DNA و کروموزوم‌ها انتقال می‌دهند و موجب آسیب و یا از بین رفتن سلول و بافت می‌شوند که میزان این آسیب به میزان اشعه و حساسیت بافت بستگی دارد(3).

برابر گزارش کمیته علمی سازمان ملل متحد در خصوص تأثیرات تابش‌های اتمی (UNSCEAR-2000) و گزارش سازمان انرژی اتمی (IAEA) میانگین دز تابش زمینه برابر 2/4 میلی سیورت در سال است که از این مقدار سهم تابش‌گیری خارجی ناشی از منابع طبیعی زمینی به طور متوسط در سال 0/48 میلی سیورت است که 0/41 میلی سیورت مربوط به محیط داخل با فاکتور اشتغال 0/8 تا 0/07 مربوط به قرارگیری در هوای باز با فاکتور اشتغال 0/2 است(4-6 ENREF_4). چشمه‌های آبگرم یکی از مهم‌ترین منابع تابش گامای زمینه در محیط هستند که به دلیل حضور رادیونوکلئیدهای U 238 و Th232 و محصولات فروپاشی آن‌ها در سنگ و خاک باعث ایجاد تابش زمینه، به ویژه تابش پرتوهای گامای محیطی می‌شوند(7). طبق نظر Thurne (1967) علت دمای بالای چشمه‌های آبگرم به‌دلیل فعل و انفعالات شیمیایی، تشعشعات رادیواکتیو دمای زمین، مخلوط شدن آب‌های نوخاسته با آب‌های جوی و بخارات آتشفشانی می‌باشد(8). مهم‌ترین منبع اولیه مواجهه مردم با گاما، رادیونوکلوییدهای طبیعی به ویژه پتاسیم 40 موجود در خاک، آب و مواد غذایی است(9،10). پرتوهای منتشر شده دارای مقداری انرژی هستند که این انرژی پس از برخورد با بدن انسان باعث اثراتی مانند تخریب بافت‌ها می‌شوند. از مهم‌ترین آثار تخریبی این پرتوها می‌توان اختلال جزیی و موقتی در برخی از اعمال فیزیکی تا پیامدهای جدی مانند کاهش طول عمر، کم شدن مقاومت بدن، کم شدن قدرت تولید مثل، ایجاد آب مروارید، ایجاد سرطان خون و صدمه به جنین، تراتوژن و موتاژن را نام برد(11). دز موثر ناشی از پرتوهای یون ساز برای ساکنان یک منطقه جغرافیایی بسته به منطقه، عرض جغرافیایی و ارتفاع، شغل، عادات فردی، رژیم غذایی، نوع بنای مسکونی و الگوی استفاده از خانه ها بستگی دارد. شدت این پرتوها به به عرض جغرافیایی بستگی دارد. زمین مانند آهنربایی این پرتوها را که عمدتا ذرات باردار هستند از خط استوا به طرف قطب‌ها هدایت می‌کند که این امر باعث کم شدن شدت این پرتوها در استوا می‌شود(12). از آن‌جا که وجود تابش زمینه در محل چشمه‌های آبگرم می‌تواند موجودات زنده را تحت تأثیر قرار دهد و سبب آسیب‌های کروموزومی آن‌ها شده و متعاقب آن زمینه شکل‌گیری بیماری‌های ژنتیکی و سوماتیکی را فراهم آورد لذا بررسی میزان پرتوزایی گامای طبیعی در فضای بسته برای شاغلین و استفاده کنندگان و در فضای باز نیز برای افراد ساکن در محل این چشمه ها لازم است.

در یک مطالعه که در چشمه‌های آبگرم منطقه افرا در اردن صورت گرفت آهنگ دز جذبی گامای محیطی را مورد بررسی قرار دادند که بیش‌ترین مقدار دز جذبی برابر با 4 mSv/h سنجش شد(13). در مطالعه‌ای در آب‌های زیرزمینی کالیفرنیا مشخص شد که آب‌های این مناطق دارای غلظت Ra_{226} بالا می‌باشند(14).

مطالعه‌ای که بر روی چشمه آبگرم گراب در استان بهبهان صورت گرفت نشان داد که این منطقه جزء مناطق با پرتوزایی بالا می‌باشد(15). همچنین در مطالعه بررسی گامای محیطی چشمه‌های آبگرم قینرجه، ایلاندو و مویل سویی شهرستان مشگین شهر مشخص شد که دز پرتوزایی گامای محیطی در این مناطق حدود 10-8 برابر بیش‌تر از مقدار تراز جهانی دز پرتوزایی حاصل از

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

تمام منابع طبیعی می‌باشد(8). در نتیجه مطالعه آهنگ دز اشعه گاما در اندام‌های حساس بدن در چشمه‌های آبگرم استان کرمان مشخص شد که بدلیل حضور مواد پرتو زا در این چشمه‌ها آهنگ دز سالانه اندازه گیری شده به میزان 120 درصد از آهنگ دز سالانه مناطق نرمال در فضای باز بیش‌تر می‌باشد(16).

در مطالعه‌ای که بر روی چشمه‌های آبگرم مازندران انجام شد بیش‌ترین آهنگ دز مربوط به چشمه‌های آبگرم معدنی طالش محله و کم‌ترین میزان دز جذبی مربوط به آب معدنی قرمرض در شهر نکا بود و مشخص شد که بیش‌ترین تغییرات آهنگ دز در کل این استان مربوط به مکان‌هایی بود که در آن‌ها چشمه‌های آبگرم معدنی قرار داشتند(17).

در مطالعه‌ای که بر روی چشمه‌های آبگرم محلات در استان مرکزی انجام شد نشان می‌داد که غلظت رادون در محیط داخلی و فضای باز به ترتیب در محدوده 160 ±487 و 2/7 ±15/4 Bq m در فضای باز و فضای بسته بود(18). تاکنون مطالعه‌ای در خصوص گامای محیطی و دز موثر سالیانه چشمه‌های آبگرم طبیعی استان خراسان جنوبی صورت نگرفته است لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان تابش پرتو گامای محیطی و دز موثر سالیانه چشمه‌های آبگرم طبیعی استان خراسان جنوبی در دو فصل تابستان و پاییز سال 1397 انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر روی کلیه چشمه‌های آبگرم فعال استان خراسان جنوبی به مدت شش ماه و در دو نوبت فصل تابستان و پاییز بدلیل این که بیش‌ترین مراجعه‌کنندگان را داشتند انجام گرفت. برای اندازه‌گیری گامای طبیعی از دزیمتر X5CPlus ساخت کشور آلمان که برای اندازه‌گیری نرخ دز اشعه گاما و اشعه ایکس می‌باشد استفاده شد که میزان پرتوزایی اشعه گاما را بر اساس واحد نانوسیورت (nSv/h) بر ساعت اعلام می‌کند. حد تشخیص دستگاه nSv/h 0 تا msv/h 20 می‌باشد.

روش اندازه گیری گامای محیطی

ابتدا دزیمتر روی یک چهارپایه چوبی ثابت که فضای بالا و پایین آن باز بود در سه نقطه که به‌طور تصادفی انتخاب شدند در ارتفاع یک متری از سطح زمین مستقر شد. سپس به مدت 20 دقیقه برای هر نقطه (در فاصله‌های زمانی یک دقیقه) 20 خوانش انجام شد و مقادیر پرتوزایی مربوط به هر نقطه ثبت شد. در مرحله دوم دزیمتر درفاصله 10-5 سانتی‌متری ازسطح زمین مستقر و مقدار پرتوزایی مانند دفعه قبل در سه نقطه متفاوت قرائت و ثبت شد(15). برای هرارتفاع سه بار اندازه‌گیری انجام شد تا میزان دقت و صحت نتایج افزایش یابد. در هر چشمه در مجموع فضای باز و بسته و ارتفاع 10 سانتی‌متر و 1 متر در هر دو فصل 24 بار و برای کل چشمه‌ها 168 بار دزیمتری انجام گرفت. همچنین به دلیل یکسان بودن شرایط پرتوهای کیهانی، همه اندازه‌گیری‌ها در میانه روز و در ساعت 9 صبح تا 13 انجام شد و نتایج بر حسب نانو سیورت در ساعت گزارش شدند. تعداد موارد دزیمتری برای هر چشمه علت انتخاب دو ارتفاع متفاوت بررسی تأثیر ارتفاع در میزان پرتوزایی حاصل از گامای محیطی می‌باشد.

گامای محیطی

برای محاسبه دز تابشی گاما از رابطه شماره 1 استفاده شد:

رابطه شماره 1 : $H(SV)=WR \times D(Gy)$

که H دز معادل بر حسب سیورت و D دز تشعشع در هوا بر حسب گری و WR فاکتور وزنی پرتو می‌باشد، که برای پرتو گاما این مقدار برابر 1 است. در نتیجه مقدار دز معادل در ساعت و دز تشعشع در ساعت برای پرتو گاما یکسان است(4).

دز موثر سالیانه

برای محاسبه دز مؤثر سالیانه از رابطه شماره2 استفاده شد:

رابطه شماره 2 : $E = D \times Time \times OF \times Cc$

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

که E دز مؤثر سالیانه بر حسب میلی سیورت در سال و D میزان تابش گامای زمینه که توسط دزیمتر ثبت شده است و Time تعداد ساعات در یک سال که برابر 8760 ساعت می‌باشد و OF فاکتور توقف در محیط که برای محیط بسته 0/8 و برای محیط باز 0/2 می‌باشد و همچنین Cc فاکتور تبدیل دز جذبی به دز مؤثر که برای افراد بزرگسال برابر با 0/7 در نظر گرفته می‌شود(20،19). آهنگ دز میانگین، ماکزیمم، مینیمم و انحراف معیار اعداد به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Ver. 16) در دو فصل تابستان و پاییز محاسبه شد و با استفاده از تست آنالیز واریانس (ANOVA) و تست آماری t برای مقایسه مقادیر دزهای چشمه‌های استان با یکدیگر استفاده شد.

یافته ها

تابش گامای محیطی

در مطالعه انجام شده میزان تابش گامای زمینه در فضای باز و بسته و در دو فصل پاییز و زمستان در 8 چشمه آبگرم استان خراسان جنوبی مورد بررسی قرار گرفت. در جدول شماره 1 میزان میانگین و انحراف معیار تابش گامای زمینه برای هر دو فضای باز و بسته در هر دو ارتفاع 1 متر و 10 سانتی‌متر در چشمه‌های آبگرم استان خراسان جنوبی مشخص شده است. بیش‌ترین میزان میانگین پرتوزایی در دیگ رستم برابر 216/33 نانوسیورت در ساعت و کم‌ترین میزان در چشمه آبگرم قاین برابر 75/64 نانو سیورت در ساعت مشاهده شد.

جدول شماره 1: میانگین و انحراف معیار تابش گامای زمینه (نانو سیورت در ساعت)

نام چشمه آبگرم	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر	نتیجه آزمون
سریشه	62/127 ± 66/54	35	422	F=93/264
قاین	64/75 ± 55/28	30	224	P < 0/001
گندگان	42/101 ± 65/40	32	283	
درمیان	98/85 ± 11/42	30	581	
لوت	10/76 ± 21/26	30	219	
فردوس	77/113 ± 65/63	32	797	
طبس	90/67 ± 67/41	30	264	
دیگ رستم	33/216 ± 05/94	34	545	

در جدول شماره 2 میانگین آهنگ دز جذبی در دو فضای باز و بسته با یکدیگر به تفکیک دو ارتفاع 10 سانتی‌متر و 1 متر مشخص شده است. با توجه به اینکه چشمه‌های آبگرم طبس و دیگ رستم فاقد فضای بسته بودند، فقط برای فضای باز مقایسه شدند.

در جدول شماره 3 و 4 میانگین تابش گامای زمینه به تفکیک فضای باز و بسته در دو فصل تابستان و پاییز مقایسه شدند.

جدول شماره 2: مقایسه تابش گامای زمینه (نانو سیورت در ساعت) در فضای باز و بسته

نام آبگرم	آهنگ دز جذبی در فضای باز		آهنگ دز جذبی در فضای بسته	
	ارتفاع 10 سانتی متر انحراف معیار ± میانگین	ارتفاع یک متر انحراف معیار ± میانگین	ارتفاع 10 سانتی متر انحراف معیار ± میانگین	ارتفاع یک متر انحراف معیار ± میانگین
سریشه	5/164±9/60	4/113±2/45	2/123±3/52	3/109±8/39
قاین	6/83±6/39	9/70±5/19	3/75±8/26	6/72±6/22
گندگان	0/110±1/44	3/115±4/49	7/90±1/27	6/89±7/31
درمیان	7/76±6/22	4/75±1/52	8/97±0/41	8/93±7/42
لوت	4/68±3/18	8/72±1/24	5/82±5/30	6/80±9/27
فردوس	3/103±7/47	8/90±1/48	2/122±7/80	7/138±2/62
طبس	0/63±8/34	7/72±2/47	فاقد فضای بسته می باشد	
دیگ رستم	3/265±9/87	4/167±1/72	فاقد فضای بسته می باشد	
نتیجه آزمون	F=9/230	F=60/54	F=21/93	F=42/3
	P<0/001	P<0/001	P<0/001	P<0/001

جدول شماره 3 : مقایسه میانگین تابش گامای زمینه (نانو سیورت در ساعت) در فضای باز

مرحله	متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر	نتیجه آزمون
تابستان	سریشه	152/51 ± 63/44	46	422	F=94/61
	قاین	75/47 ± 35/34	30	224	P<0/001
	گندگان	103/22 ± 42/17	40	283	
	درمیان	74/90 ± 50/59	32	581	
	لوت	68/52 ± 22/08	31	160	
	فردوس	94/02 ± 44/43	34	277	
	طبس	95/23 ± 42/87	35	264	
	دیگ رستم	211/32 ± 101/72	34	545	
پاییز	سریشه	125/41 ± 51/84	52	284	F=166/74
	قاین	79/11 ± 27/86	33	181	P<0/001
	گندگان	122/17 ± 49/37	51	252	
	درمیان	77/35 ± 25/86	30	142	
	لوت	72/76 ± 20/73	33	138	
	فردوس	100/09 ± 51/73	32	275	
	طبس	40/56 ± 11/96	30	94	
	دیگ رستم	221/33 ± 85/83	30	501	

جدول شماره 4: مقایسه میانگین تابش گامای زمینه (نانو سیورت در ساعت) در فضای بسته چشمه های آبگرم

مرحله	متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر	نتیجه آزمون
تابستان	سریشه	119/49 ± 37/50	50	223	F=38/56
	قاین	74/14 ± 24/89	32	147	P<0/001
	گندگان	84/68 ± 23/16	32	151	
	درمیان	92/89 ± 39/02	34	248	
	لوت	81/30 ± 24/69	30	167	
	فردوس	114/02 ± 40/35	51	260	
پاییز	سریشه	113/06 ± 54/74	35	264	F=30/15
	قاین	73/87 ± 24/88	34	166	P<0/001
	گندگان	95/63 ± 33/87	36	224	

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

درمیان	98/79 ± 44/45	34	243
لوت	81/83 ± 33/28	30	219
فردوس	146/93 ± 91/31	60	797

مقایسه دز موثر سالیانه

اگر بدن به‌طور یکنواخت در معرض تابش پرتوهای زمینه قرار گیرد بنا به فرض احتمال رخداد آثار احتمالی (سرطان و جهش‌زایی) با دز معادل می‌تواند متناسب باشد. گاهی اوقات دزهای معادل بافت‌های مختلف به طور قابل ملاحظه‌ای متغیر می‌باشد، هم‌چنین کاملا تعیین شده است که بافت‌های مختلف در حساسیت‌هایشان به آثار احتمالی ناشی از تشعشع متفاوت هستند. برای مثال ایجاد آثار وراثتی با تشعشع در نتیجه تابش‌گیری سر یا دست‌ها از احتمال بسیار کمی برخوردار است.

از طرف دیگر سازمان بین‌المللی حفاظت در برابر پرتوها (I CRP) [1] مفهوم فاکتور همسان‌سازی بافت را به عنوان مشارکت نسبی هر بافت یا اندام در کل زیان ناشی از تابش‌گیری یکنواخت کل بدن معرفی کرد. مجموع تمام دزهای معادل همان سازی شده در تمام بافت‌ها یا اندام‌های تایش دیده، دز مؤثر نامیده می‌شود.

بحث

گامای محیطی

میانگین تابش گامای زمینه چشمه های آبگرم

با توجه به مطالعه انجام شده نتایج به دست آمده در جدول شماره 1 میانگین تابش گامای زمینه آبگرم دیگ رستم بالاترین میزان و برابر با216/33 و آبگرم طبس پایین‌ترین میزان و برابر 67/90 نانو سیورت در ساعت مشخص شدند. در مقایسه میانگین آهنگ دز سالانه در چشمه‌های آبگرم خراسان جنوبی با گزارش 2000 UNSCEAR که مقدار میانگین جهانی را 58 نانو سیورت در ساعت گزارش نموده، بیش‌تر است(6). در مقایسه با اندازه‌گیری‌های انجام شده در اردن که توسط Al-amairyeen در سال 2010 انجام شد(21) و چشمه‌های آبگرم رامسر(22) و محلات(18) کم‌تر است اما نسبت به چشمه های آب معدنی دیمه در چهارمحال بختیاری(23) و چشمه آبگرم بهبهان(15) بیش‌تر است. همچنین نتایج آزمون نشان داد که میانگین دز جذبی بین آبگرم‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند(P<0/001).

مقایسه تابش گامای زمینه چشمه های آبگرم در فضای باز و بسته در دو ارتفاع 1متر و 10 سانتی متر

طبق نتایج جدول شماره 2 مقایسه تابش گامای زمینه چشمه‌های آبگرم استان خراسان جنوبی در فضای باز و بسته در دو ارتفاع 10 سانتی‌متر و 1 متر مشخص شده است. نتیجه به دست آمده برای دیگ رستم در هر دو ارتفاع از تمامی چشمه‌های آبگرم در فضای باز بیش‌تر بود. نتایج آزمون نشان داد که در فضای باز در ارتفاع 10 سانتی‌متر و1 متر میانگین آهنگ دز جذبی بین آبگرم‌ها اختلاف معنی‌داری دارند (P <0/001). در مقایسه تابش گامای زمینه چشمه‌های آبگرم استان خراسان جنوبی در فضای بسته، نتایج به‌دست آمده در جدول شماره 2 نشان می دهد که در فضای بسته در ارتفاع 10 سانتی متر و 1 متر میانگین آهنگ دز جذبی بین آبگرم‌ها اختلاف معنی‌داری دارند (P <0/001). کلیه نتایج به‌دست آمده برای تابش گامای زمینه در فضای باز و بسته و در هر دو ارتفاع، بیش‌تر از مقدار میانگین جهانی (58 نانو سیورت در ساعت) به‌دست آمدند(6). این مقادیر در مقایسه با اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط Al-amairyeen که در سال 2010 در اردن انجام شد(21)، کم‌تر است اما نسبت به اندازه‌گیری تابش گامای زمینه در چشمه‌های آبگرم Al Hammah در اردن که در سال 2013 انجام گرفته است مقادیر مشابه را نشان می‌دهد(24). در بیش‌تر چشمه‌ها این میزان برای ارتفاع 10 سانتی‌متر بیش‌تر است که می‌تواند بعلت وجود مواد رادیو اکتیو در خاک منطقه باشد.

مقایسه میانگین تابش گامای زمینه چشمه های آبگرم در فضای باز در دو فصل تابستان و پاییز

1. International commission on Radiation Protection

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

با توجه به جدول شماره 3 در مقایسه میانگین تابش گامای زمینه چشمه‌های آبگرم استان خراسان جنوبی در

فضای باز در هر دو فصل تابستان و پاییز بالاترین میزان تابش گاما در آبگرم دیگ رستم برابر به ترتیب با 101/72±211/32 و 221/33 نانو سیورت در ساعت به دست آمد ولی پایین‌ترین میزان در فصل تابستان در آبگرم لوت برابر با 68/52 نانوسیورت در ساعت و در فصل پاییز طبس با 40/56 نانوسیورت در ساعت کم‌ترین میزان را داشتند.

مقایسه تابش گامای زمینه چشمه های آبگرم در فضای بسته در دو فصل تابستان و پاییز

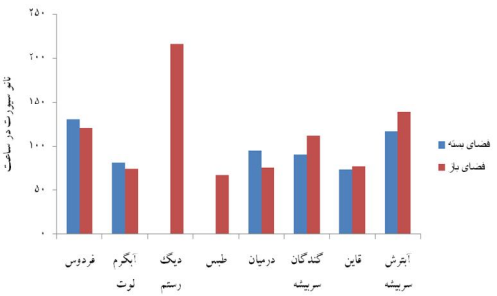
نتایج جدول شماره 4 نشان داد در تابستان میانگین تابش گاما درفضای بسته در آبگرم سربیشه 37/50±119/49 و فردوس 40/35±114/02 بود. نتایج آزمون آنالیز واریانس نشان داد که میانگین تابش گاما در آبگرم‌های مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (P<0/001). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میانگین تابش گاما در آبگرم سربیشه و فردوس به طور معناداری از سایر آبگرم‌ها بیش‌تر بود (P<0/001). همچنین در پاییز نتایج آزمون آنالیز واریانس نشان داد که میانگین تابش گاما در آبگرم‌های مختلف اختلاف معناداری با یکدیگر دارند (P<0/001) و نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میانگین تابش گاما در آبگرم فردوس به طور معنی‌داری از سایر آبگرم‌ها بیش‌تر بود (P<0/001).

مقایسه میانگین تابش گامای زمینه در فضای باز و بسته چشمه های آبگرم

طبق نتایج به‌دست آمده در جدول شماره 5 و نمودار شماره 1 در مقایسه میانگین تابش گاما در فضای باز و بسته نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که میانگین تابش گاما در فضای باز در چشمه‌های آبگرم سربیشه، گندگان و قاین به‌طور معناداری بیش‌تر از فضای بسته بود(P<0/001). ولی درآبگرم درمیان، لوت و فردوس به‌طور معناداری فضای بسته بیش‌تر از فضای باز بود(P<0/001). چشمه‌های آبگرم دیگ رستم و طبس فاقد فضای بسته بودند. در مقایسه تابش گامای طبیعی چشمه‌های آبگرم استان خراسان جنوبی با چشمه‌های آبگرم استان کرمان(16) در هر دو برخی چشمه‌ها تابش گامای بالاتر و برخی تابش گامای پایین‌تری داشتند اما در مقایسه با گامای محیطی چشمه‌های آبگرم قینرجه، ایلاندو و مویل سویی شهرستان مشگین شهر مقدار بسیار پایین‌تری دارند(7).

جدول شماره 5 : مقایسه میانگین تابش گامای زمینه (نانو سیورت در ساعت) در فضای باز و بسته چشمه های آبگرم

متغیر	فضای باز انحراف معیار ± میانگین	فضای بسته انحراف معیار ± میانگین	نتیجه آزمون تی مستقل
سربیشه	138/96 ±59/38	116/27±46/93	t=4/64 P<0/001
قاین	77/28±31/80	74/00±24/84	t=1/26 P =0/21
گندگان	112/69±46/79	90/16±29/47	t=6/31 P<0/001
درمیان	76/12±40/11	95/84±41/84	t=5/27 P <0/001
لوت	70/64±21/48	81/57±29/24	t=4/6 P <0/001
فردوس	97/05±48/21	130/47±72/34	t=5/96 P<0/001
کل	107/12±70/20	98/05±47/94	t=4/44 P<0/001



نمودار شماره1: مقایسه تابش گامای محیطی (نانو سیورت در ساعت) در فضای باز و بسته چشمه های آبگرم

مطالعه انجام شده نشان داد که میانگین دز تابش گامای محیطی چشمه‌های آبگرم طبیعی استان خراسان جنوبی در فضای باز و بسته بالاتر از میانگین جهانی قرار دارند و دز موثر سالانه نیز درفضای بسته در برخی چشمه‌ها بالاتر ولی در فضای باز همه آن‌ها کم‌تر از دز میانگین جهانی قرار دارند که می‌توان دلیل بالا بودن گامای

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

محیطی و دز موثر سالانه را وجود مواد رادیو اکتیو با نیمه عمر طولانی مانند رادیوم 226 و توریوم 232 در آب و ارتفاع چشمه‌ها از سطح دریای آزاد ذکر کرد(16،4).

مقایسه دز موثر سالیانه چشمه های آبگرم

با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول شماره 6 میانگین کلی دز موثر سالانه برای هر چشمه آبگرم و مقایسه با میانگین جهانی (0/48 میلی سیورت در سال) مشخص شد مقدار پایین‌تری دارند. ولی در مقایسه فضای باز و بسته براساس نتایج جدول شماره 7 و نمودار شماره 2 دز موثر سالانه فضای بسته چشمه‌های آبگرم سربیشه و فردوس مانند نتایج به‌دست آمده در چشمه آبگرم گراب بهبهان(15) بیش‌تر از میانگین جهانی (0/48 میلی‌سیورت در سال) قرار دارند ولی چشمه‌های آبگرم قاین، گندگان، لوت، درمیان کم‌تر از دز میانگین جهانی قرار دارند. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که میانگین دز موثر در تمامی آبگرم‌ها در فضای باز به‌طور معناداری کم‌تر از فضای بسته بود(P<0/001). بنابراین نگرانی نسبت به دریافت دز بیش از حد مجاز برای ساکنین آن منطقه وجود ندارد ولی برای شاغلین و کسانی که از این چشمه‌ها به میزان زیاد استفاده می‌کنند ممکن است مخاطراتی را ایجاد کند. پیشنهاد می‌شود مطالعاتی در خصوص وجود مواد رادیو اکتیو در آب و رسوبات محل چشمه‌های آبگرم و ارتفاع از سطح دریا و مقایسه آن با میزان گامای محیطی انجام گیرد.

سپاسگزاری

کد اخلاق این مقاله IR.BUMS.REC.1397.126 می باشد. نویسندگان این مقاله، از معاونت آموزش و تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی بیرجند جهت حمایت و تأمین بودجه این طرح تحقیقاتی مصوب به شماره 455648 تشکر می کنند.

جدول شماره 6: میانگین آهنگ دز موثر سالانه (میلی سیورت در سال) چشمه های آبگرم

متغیر	انحراف معیار ±میانگین	حداقل	حداکثر	متوسط میانگین جهانی	نتیجه آزمون
سربیشه	37/0±26/0	06/0	30/1	0/48	t=47/89
قاین	23/0 ± 16/0	04/0	81/0	0/48	P<0/001
گندگان	29/0 ± 19/0	04/0	81/0	0/48	
درمیان	28/0 ± 24/0	04/0	22/1	0/48	
لوت	24/0 ± 18/0	04/0	07/1	0/48	
فردوس	38/0 ± 36/0	04/0	91/3	0/48	
طبس	08/0 ± 05/0	04/0	32/0	0/48	
دیگ رستم	26/0 ± 11/0	04/0	67/0	0/48	

جدول شماره 7 : مقایسه میانگین دز موثر سالانه در فضای باز و بسته (میلی سیورت در سال) چشمه های آبگرم

متغیر	فضای باز انحراف معیار ±میانگین	فضای بسته انحراف معیار ±میانگین	نتیجه آزمون تی مستقل
سربیشه	0/17±0/07	0/57±0/23	t=25/66 P<0/001
قاین	0/09 ±0/03	0/36±0/12	t=32/48 P <0/001
گندگان	0/14±0/06	0/44±0/14	t=30/28 P <0/001
درمیان	0/09±0/04	0/47±0/20	t=27/65 P <0/001
لوت	0/09±0/02	0/40±0/14	t=33/29 P<0/001
فردوس	0/11±0/06	0/64±0/35	t=22/43 P <0/001
کل	0/13±0/08	0/48±0/23	t=53/77 P <0/001



نمودار شماره 2: دز موثر سالانه (میلی سیورت در سال) در فضای باز و بسته چشمه های آبگرم

References

1. Samadi MT, Khojasteh BG, Rostampour N, Mirazizi LS. Evaluation of the natural gamma radiation level in residential zones and determination of annual effective exposure dose in the residents of Hamadan province, Iran, 2012. Scientific J Kurdistan Univ Med Sci 2014; 19(1): 30-44 (Persian).
2. Bahreyni Toosi MA, Jomehzadeh A. Comparison of environmental gamma radiation of kerman province and indoor gamma dose

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

rate in kerman city using thermoluminescent dosimeter (TLD) and RDS-110. Medical J of Hormozgan Univ 2005; 9(3): 173-180 (Persian).

3. Hosseinimehr SJ. Natural Product as Potential Radioprotective agents. J Mazandaran Univ Med Sci 2007; 17(61): 175-189.
4. Radiation UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation, Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: United Nations; 2000.
5. 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. J Environ Radioact 2009; 100(1): 49-53.
6. Radiation UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation: sources. Newyork: United Nations Publications; 2000.
7. Nollet LM, De Gelder LS. Handbook of water analysis. Florida: CRC press; 2000.
8. Alizadeh S, Samavat H, Samadi M. Environmental gamma radiation rate of hot springs of Ghainarjeh, Ilando and Moill in Meshkinshahr 2006-2007. J Ardabil Univ Med Sci 2008; 8(3): 281-287 (Persian).
9. Almgren S. Studies on the gamma radiation environment in Sweden with special reference to 137Cs. Dr Thesis. Gothenburg University; Department of Physics; 2008.
10. Królak E, Karwowska J. Potassium-40 and Cesium-137 in the Surface Layers of Arable Soils and Food Supplies. Pol J Environ Stud 2010; 19(3): 599-604.
11. Ahmed SN. Physics and engineering of radiation detection. Massachusetts Academic Press; 2007.
12. Hamed AMH. Evaluation of Radioactivity and other Related Elements in Some Areas of South Kordofan State. Phd Thesis. Sudan University of Science and Technology; 2016.
13. Ajlouni A-W, Abdelsalam M, Abu-Haija O, Almasa'efah YS. Radiation doses due to natural radioactivity in the Afra hot springs, Jordan. Int J Low Radiat 2010; 7(1): 48-52.
14. Wollenberg HA. Radioactivity of Nevada HotSpring Systems. Geophys Res Lett 1974; 1(8): 359-362.
15. Goli Ahmadabad F, Rasuli B, Tabari Juybari R, Ebam S, Forouzi M. Gamma Radiation Measurement due to Natural Radioactivity in Hot Water Spring of Behbahan. Iranian Journal of Medical Physics 2018; 15: 111.
16. Jomehzadeh A, Jomehzadeh Z, editors. Gamma Dose Rate Measurement and Dose Rate Calculation of Sensitive Organs in the Vicinity of Hot Springs in Kerman Province, Southeastern Iran. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering; 2009 Sep 7-12, Munich, Germany; Springer. 2009.
17. Bahreyni toosi MT AS. Evaluation of the Gamma doses in the cities a hot springs of Mazandaran. MSc Thesis Medical university of Mashhad .2003 (Persian).
18. Beitollahi M, Ghiassi-Nejad M, Esmaeli A, Dunker R. Radiological studies in the hot spring region of Mahallat, Central Iran. Radiation protection dosimetry 2006; 123(4): 505-508.
19. Andreo P, Cunningham JR, Hohlfeld K, Svensson H. Absorbed dose determination in photon and electron beams. An international Code of Practice. Technical Reports Series 1987; 19(2): 98.
20. IAEA. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Int Atomic Energy Agency. Vienna 1996.
21. Al-Amairyeen H. Radiation doses due to natural radioactivity in Wadi Bin Hammad,

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

Al-Karak, Jordan. Int J Phys Sci 2010; 5(9): 1486-1488.

22. Heidari A, Monfared AS, 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; 7(4): 347-354.
23. 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(1): 31-34 (Persian).
24. Al-Okour A, Ajlouni A-W, Ajlouni A, Shakhatreh S. Radiation Doses due to Natural Radioactivity in Al Hammah Hot Springs, Jordan. Contemp Eng Sci 2013; 6(3): 127-134.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]