اندازه گیری آهنگ دز اشعه گاما و محاسبه آهنگ دز اندامهای حساس بدن در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان

زهرا جمعه زاده[1]، علی جمعه زاده*[2]

۱- مربی فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

۲- مربی فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان

تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده:۸۷/۹/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۱۰/۱۰

چکیده

مقدمه: کلیه ساکنین کره زمین در محیط کار و زندگی در معرض مقادیر کمی از اشعه هستند. از خطرات مقادیر کم پرتوگیری، ایجاد سرطان و نقایص ژنتیکی می باشد. در بعضی موارد پرتوزایی مجاور چشمه های آبگرم به دلیل غلظت بالای رادیوم-۲۲۶ و محصولات واپاشی آن بیش از مناطق نرمال است. با توجه به استفاده عموم افراد از چشمه های آبگرم به دلیل خاصیت درمانی آنها، تنظیم دستور العمل بر مبنای میزان پرتوزایی در مظهر چشمه های آبگرم ضروری به نظر می رسد. در این تحقیق میزان آهنگ دز اشعه گاما در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان اندازه گیری و بر اساس آن آهنگ دز اندامهای حساس بدن محاسبه گردید.

مواد و روشها: تجهیزات مورد استفاده در این تحقیق شامل دستگاه سرویمتر RDS-۱۱۰، سه پایه به همراه قاب آلومینیومی، زمان سنج و دماسنج می باشد. پس از تعیین ۱۹ ایستگاه (مظهر چشمه ها) سرویمتر در ارتفاع یک متری از سطح آب به طور افقی ثابت شده و آهنگ دز اشعه گاما به مدت یک ساعت در محل مورد نظر ثبت گردید. سپس با استفاده از ضرایب مربوط، آهنگ دزمعادل، موثر، مغز استخوان و اندامهای جنسی انسانی که در آن محیط قرار می گیرد محاسبه گردید. جهت مقایسه میانگین ها از آزمون تی مستقل استفاده شد.

نتایج: آهنگ دز جذبی در مظهر ۱۹ چشمه آبگرم در استان کرمان با توجه به امکان دسترسی به مظهر چشمه، اندازه گیری شد. نتایج حاصل نشان داد چشمه آبگرم امیره کیخسروی دارای بیشترین آهنگ دز سالانه (۰/۵۴ ± ۱/۶۵میلی سیورت در سال) وکمترین آهنگ دز مربوط به چشمه غارایوب (۰/۲۳ ± ۰/۵۳ میلی سیورت در سال) می باشد. همچنین آهنگ دز سالانه مغز استخوان و اندامهای جنسی در مظهر چشمه های اندازه گیری شده به ترتیب در محدوده ۰/۱۸ ± ۰/۴۲ تا ۰/۴۳ ± ۱/۳۲ و ۰/۱۹ ± ۰/۴۳ تا ۰/۴۴ ± ۱/۳۴ میلی سیورت در سال متغیرمی باشد.

بحث و نتیجه گیری: این بررسی نشان داد که بیشترین آهنگ دز سالانه اندازه گیری شده در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان به میزان ۱۲۰ درصد از آهنگ دز سالانه مناطق نرمال در فضای باز بیشتر می باشد که دلایل این امر را می توان وجود مواد رادیواکتیو در آب چشمه های آبگرم و ارتفاع مظهر چشمه ها از سطح دریای آزاد عنوان کرد. نظر به بالا بودن آهنگ دز اندامهای حساس افرادی که در مظهر چشمه ها قرار دارند نسبت به آهنگ دز سالانه مناطق نرمال در فضای باز، توصیه می شود حتی الامکان جهت استفاده درمانی از چشمه های چگری، خانقاه، غارایوب، جوشان، و چهار فرسخ استفاده گردد. همچنین با توجه به نتایج مطالعه رابطه ای بین آهنگ دز اشعه گاما با نوع و درجه حرارت چشمه ها وجود ندارد.

(مجله فیزیک پزشکی ایران، دوره ۵، شماره ۲، پیاپی (۲۱،۲۰) ، پاییز و زمستان ۸۷ :۲۳-۱۵)

واژگان کلیدی: آهنگ دز اشعه گاما، چشمه آبگرم، پایش محیطی، کرمان

* **نویسنده مسؤول: علی جمعه زاده**

آدرس: رفسنجان، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان

ali_jomehzadeh@yahoo.com

تلفن: ۸۲۲۰۰۱۹-(۳۹۱) ۹۸+

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

اگر چه اغلب افراد بشر نگران منابع مصنوعی پرتو گیری می باشند ولی در واقع باید گفت که پرتو گیریهای عمده برای عامه مردم و در شرایط عادی از منابع طبیعی پرتوزا می باشد. فرآیند جذب انرژی تابشی در مواد از آن جهت دارای اهمیت است که متعاقب آن موجب خطرات جدی در موجودات زنده می شود[۱]. در بعضی موارد پرتوزایی در مظهر چشمه های آبگرم بیش از مناطق نرمال است (منتهی الیه مسیر چشمه آبگرم که به سطح زمین می رسد مظهر چشمه نامیده می شود). دلیل تابش زمینه بالا در نزدیکی چشمه های آبگرم در نقاط مختلف کره زمین متفاوت است. به عنوان مثال پرتوزایی بالا چشمه های آبگرم شهر رامسر را می توان به موارد زیر نسبت داد:

۱- غلظت بالای رادیوم-۲۲۶ و محصولات واپاشی آن در آب چشمه های آبگرم، زیرا آب چشمه به وسیله فعالیت زمین شناسی لایه های زیرین پوسته زمین گرم می شود و از میان صخره های آذرین اورانیفروس می گذرد. رادیوم در آبهای گرم آنوکسیک حل می شود ولی اورانیوم حل نمی شود.

۲- ته نشینهای سنگهای تراورتین، که دارای غلظت توریوم-۲۳۲ بالایی است[۲].

در اغلب چشمه های آبگرم گازهای فرار مانند هیدروژن سولفوره (H_2S) دی اکسید کربن (CO_2) و مواد رادیواکتیو نیز وجود دارد[۳].

شناخت خواص درمانی آبهای گرم و معدنی و بهره‌گیری از آنها پیشینه‌ای بسیار کهن دارد، به طوری که زمان آغاز این امر به درستی روشن نیست. چنین می نماید ساکنان مناطق اطراف چشمه‌های آبگرم در نتیجهٔ آزمونهای مکرر به خواص این آبها پی برده‌اند. همچنین استفاده صنعتی از آبهای گرم و معدنی در برخی از کشورها رایج است و برخی از این آبها به صورت آشامیدنی عرضه می گردد[٤] لذا اندازه گیری غلظت مواد رادیواکتیو درون این آبها و همچنین ارزیابی آهنگ دز اشعه گاما در مظهر چشمه های فوق به منظور ارائه دستوالعمل حفاظتی به استفاده کنندگان از این چشمه ها ضروری به نظر میرسد.

در سالهای اخیر، مطالعات متعددی در این زمینه به منظور ارزیابی آهنگ دز اشعه گاما و غلظت مواد رادیواکتیو چشمه های آبگرم و معدنی در ایران و کشورهای دیگر صورت گرفته است که به بعضی از آنها در ذیل اشاره شده است:

در سال ۱۳۷۸ در منطقه آذربایجان مطالعه ای توسط محمد تقی بحرینی طوسی و احمد صادق زاده اقدم صورت گرفت که بیشترین و کمترین آهنگ دز اشعه گاما در این مطالعه معادل ۱۷۸نانو سیورت در ساعت و ۱۵۹ نانو سیورت در ساعت به ترتیب برای چشمه های آبگرم آب چشم و ژنرال گزارش شد[۵].

در سال ۱۳۷۸ در استان اردبیل آهنگ دز اشعه گاما توسط محمد تقی بحرینی طوسی و احمد صادق زاده اقدم در مظهر چشمه های آبگرم و معدنی شهر سرعین برآورد گردید که بیشترین و کمترین آهنگ دز معادل ۲۵۰ نانو سیورت در ساعت و ۱۰۰ نانو سیورت در ساعت به ترتیب مربوط به چشمه های گاومیش و قهره سویی گزارش شد[٦و٥].

در سال ۱۳۷۹ دز ناشی از پرتوگیری گامای محیطی چشمه های آبگرم و معدنی در استان خراسان توسط محمد تقی بحرینی طوسی و محمد رضا عبد الرحیمی برآورد گردید که بیشترین و کمترین آهنگ دز در این مطالعه ۷۳۰ نانو سیورت در ساعت و ۷۱ نانو سیورت در ساعت به ترتیب مربوط به چشمه های آبگرم شاهین گرماب و مزدوران گزارش شد[۷].

در سال ۱۳۸۲ در استان مازندران آهنگ دز گامای محیطی در مظهر چشمه های آبگرم و معدنی توسط محمد تقی بحرینی طوسی و سید احمد آقامیر برآورد گردید که بیشترین و کمترین دز در این مطالعه ٦۲۱۲ نانو سیورت در ساعت و ٦۱ نانو سیورت در ساعت به ترتیب مربوط به چشمه های آبگرم طالش محله و قرمرض گزارش شد[۸].

Archive of SID

www.SID.ir

در سال ۱۳۸۵ در استان مرکزی، مطالعات رادیولوژیکی در چشمه های آبگرم محلات توسط مسعود بیت اللهی و همکاران انجام گرفت. بر طبق نتایج این مطالعه میانگین غلظت رادیوم-۲۲٦ در این چشمه ها در محدوده ۰/٤۸ تا ۱/۳۵ بکرل در لیتر و غلظت گاز رادون-۲۲۲ در محدوده ۱٤۵ تا ۲۷۳۱ بکرل در لیتر گزارش شد[۹].

در سال ۱۳۸٦ در استان چهار محال و بختیاری، مقدار دز و مواد رادیواکتیو منابع آب معدنی چشمه های دیمه توسط داریوش شهبازی گهروئی و محسن صائب اندازه گیری شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که دز موثر ناشی از آبهای آشامیدنی این چشمه ها ٦/٤ میکرو سیورت در سال می باشد[۱۰].

در سال ۲۰۰٦ در کشور نیجریه دز اشعه زمینه طبیعی و مقدار معادل رادیوم در چشمه آبگرم ایکوگوسی[1] توسط ایسینکای[2] و همکاران انجام گرفت که مقدار رادیوم معادل ۵۰/۵۵ بکرل در کیلوگرم برآورد گردید[۱۱].

در سال ۲۰۰۷ رادیواکتیویته طبیعی و دز اشعه در آبهای زیرزمینی کوههای لهستان توسط کوزلوسکا[3] و همکاران اندازه گیری شد که دز موثر سالانه جذب شده برای استفاده کنندگان چشمه های آبگرم معادل ٤ میکرو سیورت در سال برآورد گردید[۱۲].

از ویژگیهای طبیعی استان کرمان وجود چشمه های آبگرم متعددی است که در نقاط مختلف این استان وجود دارد. خواص درمانی جالب توجه چشمه های آبگرم همیشه عاملی بوده است تا مسئولین امر گردشگری استان برای شناساندن و افزایش امکانات گردشگری مناطق اطراف چشمه های آبگرم تلاش کنند[٤].

در تحقیق حاضر آهنگ دز اشعه گامای محیطی، دز معادل و موثر سالانه و آهنگ دز مغز استخوان و اندامهای جنسی در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان اندازه گیری و محاسبه شده است.

۲- مواد و روشها

تجهیزات مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از :

۱- دستگاه سرویمتر ۱۱۰- RDS

۲- سه پایه

۳- قاب آلومینیومی

٤- زمان سنج

۵- دماسنج

سرویمتر ۱۱۰- RDS یک آشکارساز چند منظوره است که برای بررسیهای دوره ای احتمالی نشت اشعه طراحی شده است. این وسیله قادر است آهنگ دز را بین ۰/۰۵ تا ۱۰۰ میکرو سیورت در ساعت اندازه گیری و ثبت نماید. اما با توجه به رابطه $H_{(Sv)} = W_R \times D_{(Gy)}$ و از آنجایی که برای پرتوهای گاما W_R=۱ می باشد، می توان نتیجه گرفت که برای پرتوهای گاما، آهنگ دز جذبی در هوا بر حسب گری در ساعت از نظر عددی با دز معادل بر حسب سیورت در ساعت یکسان خواهد بود.

تعدادی از چشمه ها در استان کرمان با توجه به صعب العبور بودن مسیر و برخی به علت عوامل جوی- محیطی که منجر به خشکی مظهر چشمه شده اند از مطالعه حذف گردید. در نتیجه ۱۹ چشمه آبگرم با توجه به امکان دسترسی به مظهر چشمه انتخاب شد.

با توجه به مطالعات انجام شده در ایران و کشورهای دیگر، به منظور اندازه گیری آهنگ دز در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان پس از انتخاب ایستگاهها (مظهر چشمه ها)، دزیمتر روی سه پایه در ارتفاع یک متری از سطح آب قرار داده شد و

1- Ikogosi
2- Isinkaye
3- Kozlowsca

Archive of SID
www.SID.ir

آهنگ دز در محل مورد نظر به مدت یک ساعت ثبت گردید[۱،۵،۷،۸]. تعداد اندازه گیریهای ثبت شده در چشمه های مختلف بین پنجاه تا هفتاد عدد متغیر بود.

نظر به اینکه واپاشی مواد رادیواکتیو فرآیندی تصادفی است، می توان نوساناتی را در سنجش رادیواکتیویته انتظار داشت. هنگامی که یک گروه از اندازه گیریها روی یک نمونه رادیواکتیو انجام می گیرد محتمل ترین مقدار از این اندازه گیریها، مقدار میانگین $(\overline{n})$ خواهد بود. انحراف معیار از اندازه گیریها بیانگر انحراف از مقدار میانگین است و سنجشی از دقت اندازه گیری می باشد. اگر شمارش منفرد (n) یک نمونه رادیواکتیو بزرگ باشد می توان مقدار اندازه گیری را با مقدار میانگین مساوی در نظر گرفت[$(n=\overline{n})$ ۱۳]. بنابراین میانگین آهنگ دز در مظهر چشمه های آبگرم محاسبه گردید.

اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SPSS ۱۱/۵- مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت و جهت مقایسه میانگین ها از آزمون t مستقل استفاده شد. فراوانی با حدود اطمینان ۹۵٪ گزارش شد و سطح معنی دار آماری $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

۲-۱- محاسبه آهنگ دز جذبی در بدن و بافتهای حساس

بخاطر اثر پوششی بافتهای بیرونی بدن، آهنگ دز جذبی در بدن کمتر از آهنگ دز جذبی در هوا می باشد. از این رو برای تبدیل دز جذبی در هوا به دز جذبی در بدن و بعضی بافتهای حساس مانند مغز استخوان و اندامهای جنسی، باید بترتیب مقادیر عددی دز جذبی در هوا را در ضرایب ۰/۸۷، ۰/۸۰ و ۰/۸۱ ضرب نمود. این ضرایب وقتی به کارمی روند که دزجذبی درهوا بر حسب گری (Gy) باشد[۱۴و ۱۵].

۲-۲- محاسبه دز معادل

دز معادل ($H_{T,R}$) کمیتی است که اثرات بیولوژیکی ناشی از جذب انواع پرتوها را منظور می دارد و برابر است با حاصلضرب متوسط دز جذب شده از پرتو R داخل بافت T ($D_{T,R}$)، درضریبی بنام ضریب توزین پرتو(W_R) و از رابطه زیر بدست می آید[۱۴]:

$$H_{T,R} = W_R \times D_{T,R} \qquad (۱)$$

۲-۳- محاسبه دز موثر

دز موثر کمیتی است که علاوه بر اینکه نقش پرتوهای مختلف را در بروز اثرات بیولوژیکی منظور می دارد، نقش پرتوگیری بافتهای مختلف بدن را (در ارتباط با وقوع اثرات آماری، نظیر سرطانها) در نظر می گیرد و برابر است با مجموع حاصلضرب دزهای معادل (H_T) در ضریبی بنام ضریب توزین بافت (W_T) و از رابطه زیر بدست می آید:

$$E = \sum_T W_T \times H_T \qquad (۲)$$

ضریب توزین بافت، ضریبی است که انواع بافتهای تابش دیده را جهت محاسبه دز موثر در نظر می گیرد.

برای محاسبه دز موثر سالانه از آهنگ دز جذبی در هوا به گونه ای که دیگر محققین و مراجع بین المللی عمل نموده اند از رابطه زیر استفاده می شود:

(۳) دز موثر (سیورت)= دز جذبی در هوا (گری)× ۰/۷

از این رابطه می توان برای محاسبه دز موثر سالانه استفاده کرد. فاکتور ۰/۷ برای افراد بزرگسال می باشد که با استفاده از فانتومهای ADAM، EVA و محاسبات مونت کارلو بدست آمده است[۱۴].

۳- نتایج

اندازه گیریها ی انجام شده با سرویمتر RDS- ۱۱۰ بر حسب آهنگ دز جذبی در هوا می باشد که در آن آهنگ دز جذبی درغیاب هرنوع ماده پراکنده کننده ای(غیر از هوا) بدست می آید. در این مطالعه آهنگ دز جذبی در مظهر ۱۹ چشمه آبگرم در استان کرمان با استفاده از دستگاه RDS- ۱۱۰ اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که آهنگ دز سالانه در چشمه های بهادر آباد به میزان ۴۵، قلقلو ۸۱، محمد آباد ۲۴، مسکون ۵۱، امیره کیخسروی

Archive of SID
www.SID.ir

۱۲۰، خدادادی ٦٧، رنگ ٥١، شیرینک ٨٥، آبگرمو ٤١، گیشکی ٥٢، آب قنات ١٠٤، ده زی ٩٣ ، حرمک ٨٤ و سفلی ٣٥ درصد از آهنگ دز سالانه مناطق نرمال در فضای باز (٠/٧٥ میلی سیورت در سال) [١٥] بیشتر و در چگری ٢٥، خانقاه ٢٠ ، غارایوب ٢٩، جوشان ٧ و چهار فرسخ ٩ درصد از آهنگ دز سالانه مناطق نرمال در فضای باز کمتر است.

جدول ١ نوع چشمه، درجه حرارت، ارتفاع چشمه از سطح دریا، میانگین آهنگ دز جذبی و آهنگ دز سالانه در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان را نشان می دهد. با توجه به این جدول بیشترین آهنگ دز سالانه در مظهر چشمه آبگرم امیره کیخسروی از نوع کلرور سولفاته با درجه حرارت ٢٨ درجه سانتیگراد معادل ٠/٥٤ ± ١/٦٥ میلی سیورت در سال و کمترین آهنگ دز سالانه در مظهر چشمه آبگرم غار ایوب از نوع کلرور سولفاته با درجه حرارت ٢٨ درجه سانتیگراد معادل ٠/٢٣ ± ٠/٥٣ میلی سیورت در سال می باشد.

جدول ١- نوع چشمه، درجه حرارت، ارتفاع از سطح دریا، میانگین آهنگ دز جذبی و آهنگ دز سالانه در مظهر چشمه های آبگرم و معدنی استان کرمان (نتایج بر اساس ٢SD ± میانگین آهنگ دز گزارش شده است.)

کمیت / چشمه	نوع چشمه	دمای چشمه ($^{\circ}C$)	ارتفاع چشمه از سطح دریای آزاد (متر)	میانگین آهنگ دز جذبی (نانو سیورت در ساعت)	میانگین آهنگ دز سالانه (میلی سیورت در سال)
آب قنات	قلیایی	٢٩	١٧٥٠	١٧٥ ± ٧٨	١/٥٣ ± ٠/٦٨
آبگرمو	سولفاته	٢٨	٢٢٠٠	١٢١ ± ٣٨	١/٠٦ ± ٠/٣٣
امیره کیخسروی	کلرور سولفاته	٢٨	٢٧٥٠	١٨٨ ± ٦٢	١/٦٥ ± ٠/٥٤
بهادر آباد	کلرور سولفاته	٢٧	٤٤٠	١٢٤ ± ٥٢	١/٠٩ ± ٠/٤٦
جوشان	سولفاته	٤٥	١٥٤٥	٨٠ ± ٢٨	٠/٧٠ ± ٠/٢٥
چگری	کلرور سولفاته	٣٦	٢١٠٠	٦٤ ± ٢٦	٠/٥٦ ± ٠/٢٣
چهار فرسخ	قلیایی	٣٧	١٠٢٠	٧٧ ± ٢٦	٠/٦٨ ± ٠/٢٣
حرمک	کلرور سولفاته	٢٩	١٢٢٠	١٥٧ ± ٢٤	١/٣٨ ± ٠/٢١
خانقاه	سولفاته	٢٧	١٨٤٥	٦٨ ± ٢٤	٠/٦٠ ± ٠/٢١
خدادادی	کلرور سولفاته	١٩	٢٦٠٥	١٤٣ ± ٥٨	١/٢٥ ± ٠/٥١
ده زی	قلیایی	٣٠	١٨٦٠	١٦٦ ± ٥٦	١/٤٥ ± ٠/٤٩
رنگ	کلرور سولفاته	٣٩	٢٢٩٠	١٢٩ ± ٤٦	١/١٣ ± ٠/٤٠
سفلی	کلرور سولفاته	١٩	١٦٤٠	١١٥ ± ٣٠	١/٠١ ± ٠/٢٦
شیرینک	بیکربناته	٣٠	٢٥٣٥	١٥٢ ± ٣٦	١/٣٩ ± ٠/٣٢
غار ایوب	کلرور سولفاته	٢٨	٥٥٠	٦٠ ± ٢٦	٠/٥٣ ± ٠/٢٣
قلقلو	کلرور سولفاته	٢٠	٢١٣٥	١٥٥ ± ٢٨	١/٣٦ ± ٠/٢٥
گیشکی	قلیایی	٤٠	١٥٣٠	١٣٠ ± ٤٦	١/١٤ ± ٠/٤٠
محمد آباد	قلیایی	٣٥	٢١١٠	١٠٦ ± ٣٤	٠/٩٣ ± ٠/٣٠
مسکون	قلیایی	٣٩	١٨٢٥	١٢٩ ± ٤٤	١/١٣ ± ٠/٣٨

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲ آهنگ دز معادل، دز موثر، دز مغز استخوان و دز اندامهای جنسی سالانه در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان را نشان می دهد. با توجه به این جدول بیشترین آهنگ دز معادل، دز موثر، دز مغز استخوان و دز اندامهای جنسی سالانه در چشمه امیره کیخسروی به ترتیب به میزان (۰/۴۷ ± ۱/۴۴)، (۰/۳۸ ± ۱/۱۶)، (۰/۴۳ ± ۱/۳۲)، (۰/۴۴ ± ۱/۳۴) میلی سیورت در سال و کمترین آهنگ دز معادل، دز موثر، دز مغز استخوان و دز اندامهای جنسی سالانه در چشمه آبگرم غار ایوب به ترتیب به میزان (۰/۲۰ ± ۰/۴۶)، (۰/۱۶ ± ۰/۳۷)، (۰/۱۸ ± ۰/۴۲) و (۰/۹ ± ۰/۴۳) میلی سیورت در سال می باشد.

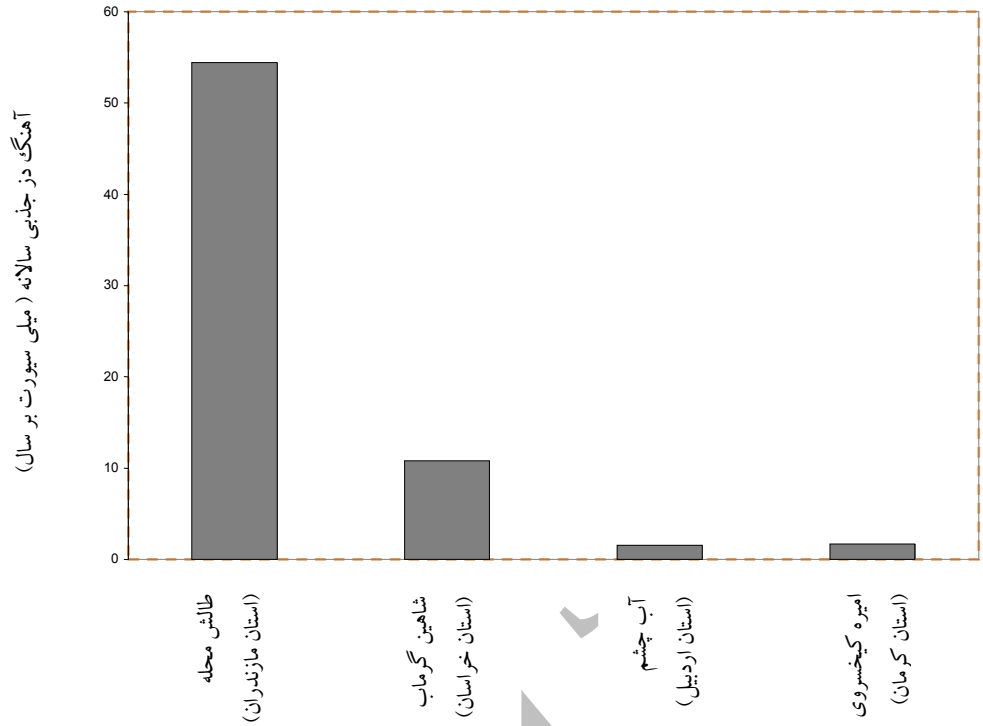
جدول ۲- میانگین آهنگ دز معادل، دز موثر، دز مغز استخوان و دز اندامهای جنسی سالانه در مظهر چشمه های آبگرم و معدنی استان کرمان (نتایج بر اساس ۲SD ± میانگین آهنگ دز گزارش شده است.)

کمیت / چشمه	آهنگ دز معادل (میلی سیورت در سال)	آهنگ دز موثر (میلی سیورت در سال)	آهنگ دز مغز استخوان (میلی سیورت در سال)	آهنگ دز اندامهای جنسی (میلی سیورت در سال)
آب قنات	۱/۳۳ ± ۰/۵۹	۱/۰۷ ± ۰/۴۸	۱/۲۲ ± ۰/۵۴	۱/۲۴ ± ۰/۵۵
آبگرمو	۰/۹۳ ± ۰/۲۹	۰/۷۴ ± ۰/۲۳	۰/۸۵ ± ۰/۲۶	۰/۸۶ ± ۰/۲۷
امیره کیخسروی	۱/۴۴ ± ۰/۴۷	۱/۱۶ ± ۰/۳۸	۱/۳۲ ± ۰/۴۳	۱/۳۴ ± ۰/۴۴
بهادر آباد	۰/۹۵ ± ۰/۴۰	۰/۷۶ ± ۰/۳۲	۰/۸۷ ± ۰/۳۷	۰/۸۸ ± ۰/۳۷
جوشان	۰/۶۱ ± ۰/۲۲	۰/۴۹ ± ۰/۱۸	۰/۵۶ ± ۰/۲۰	۰/۵۷ ± ۰/۲۰
چگری	۰/۴۹ ± ۰/۲۰	۰/۴۰ ± ۰/۱۶	۰/۴۵ ± ۰/۱۸	۰/۴۵ ± ۰/۱۹
چهار فرسخ	۰/۵۹ ± ۰/۲۰	۰/۴۸ ± ۰/۱۶	۰/۵۴ ± ۰/۱۸	۰/۵۵ ± ۰/۱۹
حرمک	۱/۲۰ ± ۰/۱۸	۰/۹۷ ± ۰/۱۵	۱/۱۰ ± ۰/۱۷	۱/۱۲ ± ۰/۱۷
خانقاه	۰/۵۲ ± ۰/۱۸	۰/۴۲ ± ۰/۱۵	۰/۴۸ ± ۰/۱۷	۰/۴۹ ± ۰/۱۷
خدادادی	۱/۰۹ ± ۰/۴۵	۰/۸۸ ± ۰/۳۶	۱/۰۰ ± ۰/۴۱	۱/۰۱ ± ۰/۴۱
ده زی	۱/۲۶ ± ۰/۴۳	۱/۰۱ ± ۰/۳۴	۱/۱۶ ± ۰/۳۹	۱/۱۷ ± ۰/۴۰
رنگ	۰/۹۹ ± ۰/۳۵	۰/۷۹ ± ۰/۲۸	۰/۹۰ ± ۰/۳۲	۰/۹۲ ± ۰/۳۲
سفلی	۰/۸۸ ± ۰/۲۳	۰/۷۱ ± ۰/۱۸	۰/۸۱ ± ۰/۲۱	۰/۸۱ ± ۰/۲۱
شیرینک	۱/۲۱ ± ۰/۲۸	۰/۹۷ ± ۰/۲۲	۱/۱۱ ± ۰/۲۶	۱/۱۳ ± ۰/۲۶
غار ایوب	۰/۴۶ ± ۰/۲۰	۰/۳۷ ± ۰/۱۶	۰/۴۲ ± ۰/۱۸	۰/۴۳ ± ۰/۱۹
قلقلو	۱/۱۹ ± ۰/۲۲	۰/۹۵ ± ۰/۱۸	۱/۰۹ ± ۰/۲۰	۱/۱۰ ± ۰/۲۰
گیشکی	۰/۹۹ ± ۰/۳۵	۰/۸۰ ± ۰/۲۸	۰/۹۱ ± ۰/۳۲	۰/۹۲ ± ۰/۳۲
محمد آباد	۰/۸۱ ± ۰/۲۶	۰/۶۵ ± ۰/۲۱	۰/۷۴ ± ۰/۲۴	۰/۷۵ ± ۰/۲۴
مسکون	۰/۹۹ ± ۰/۳۳	۰/۷۹ ± ۰/۲۷	۰/۹۰ ± ۰/۳۰	۰/۹۲ ± ۰/۳۱

نمودار ستونی ۱ بیشینه آهنگ دز جذبی سالانه در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان با بیشینه آهنگ دز جذبی سالانه در مظهر چشمه های آبگرم استانهای مازندران، خراسان و اردبیل را مقایسه می کند. با توجه به این نمودار بیشینه آهنگ دز سالانه چشمه های آبگرم استان کرمان به ترتیب به میزان ۹۷٪ و ۸۵٪ از آهنگ دز سالانه چشمه های آبگرم استانهای مازندران و خراسان کمتر و به میزان ٦٪ از آهنگ دز سالانه چشمه های آبگرم استان اردبیل بیشتر می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- بیشترین آهنگ دز سالانه در مظهر چشمه های آبگرم استانهای کرمان، مازندران، خراسان و اردبیل

٤- بحث و نتیجه گیری

در بعضی موارد پرتوزایی مجاور چشمه های آبگرم بیش از مناطق نرمال است. پرتوزایی در چشمه های آبگرم ناشی از حضور عناصر رادیواکتیو با نیمه عمر طولانی است که به صورت املاح مختلف در آب وجود دارند. املاح معمولا به صورت آنیونها و کاتیونها در آب وجود دارند و مقدار آنها به صورت میلی گرم در لیتر، اکی والانت و نسبت در صد محاسبه می گردد[١٦].

با توجه به اینکه مقدار آهنگ دز سالانه در فضای باز برای مناطق نرمال۰/۷۵ میلی سیورت در سال میباشد[١٥]، همچنین با استناد به نتایج مطالعه، آهنگ دز سالانه در برخی از چشمه های آبگرم استان کرمان بالاتر از مناطق نرمال است که دلیل این امر را می توان موارد ذیل عنوان کرد:

۱- وجود عناصر رادیواکتیو با نیمه عمر طولانی ازجمله رادیوم-۲۲٦ و توریوم-۲۳۲ در آب چشمه هاکه به صورت املاح مختلف وجود دارند[١٥].

۲- ارتفاع متفاوت مظهر چشمه های آبگرم از سطح دریای آزاد.

با توجه به نتایج جدول ۱ بیشترین آهنگ دز جذبی چشمه های آبگرم استان کرمان مربوط به چشمه امیره کیخسروی (۰/٥٤ ± ۱/٦٥میلی سیورت در سال) از نوع کلرور سولفاته با درجه حرارت ۲۸ درجه سانتیگراد و کمترین آهنگ دز سالانه مربوط به چشمه غار ایوب (۰/۲۳ ± ۰/۵۳ میلی سیورت در سال) از نوع کلرور سولفاته با درجه حرارت ۲۸ درجه سانتیگراد می باشد، لذا آهنگ دز اشعه گاما با نوع و درجه حرارت چشمه ارتباطی ندارد.

از سوی دیگر آهنگ دز سالانه در تمامی چشمه های آبگرم استان کرمان با آهنگ دز سالانه مناطق نرمال در فضای آزاد با سطح

www.SID.ir

اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی دار آماری می باشد (P<۰/۰۵).

با توجه به نمودار ۱ ملاحظه می شود که بیشترین آهنگ دز سالانه اندازه گیری شده در مظهر چشمه های آبگرم استان کرمان از بیشترین آهنگ دز سالانه چشمه های آبگرم استانهای مازندران و خراسان بیشتر و از بیشترین آهنگ دز سالانه چشمه های آبگرم استان اردبیل کمتر می باشد که دلیل این امر را می توان تفاوت غلظت مواد رادیو اکتیو در آب چشمه ها عنوان نمود.

با توجه به نتایج مطالعه و از آنجایی که ساکنین شهرهای استان کرمان و گردشگران از آب چشمه ها به منظور درمان استفاده می نمایند لذا پیشنهاد می شود:

۱- نظر به بالا بودن آهنگ دز اشعه گاما در مظهر برخی چشمه ها از آهنگ دز سالانه مناطق نرمال در فضای باز[۱۵]، حتی الامکان جهت استفاده درمانی از چشمه های چگری، خانقاه، غارایوب، جوشان، و چهار فرسخ استفاده گردد.

۲- ساکنین مجاور چشمه هایی که آهنگ دز اشعه بالاتر از آهنگ دز اشعه در مناطق نرمال برای فضای باز می باشند، از آب و سنگ چشمه های فوق به منظور ساخت و سازهای ساختمانی استفاده ننمایند.

۳- سازمانهایی که چشمه های آبگرمی را به صورت سر پوشیده(حمام آبگرم) در گذشته ساخته و یا در آینده قصد ساخت دارند حتماً از تهویه مناسب به منظور کاهش خطر گاز رادون-۲۲۲ استفاده نمایند.

۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله لازم می دانند از همکاری خانم ناهید محمد آبادی مسئول کتابخانه مدیریت منابع آب سازمان آب منطقه ای استان کرمان و همچنین معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمان سپاسگزاری نمایند.

منابع

1. Bahreyni toosi MT, Jomehzadeh A, A comparisone study on the in door Gamma radiation in Kerman province using the Termoluminescence and servymeter RDS-110, Medical Journal of Hormozgan 2005; 3: 174-5.

2. Ghiassi-nejad M, Mortazavi SMJ, Cameron JR, Niroomand-rad A. Karam PA,Very High Background Radiation Areas of Ramsar, Iran: Preliminary Biological Studies. Health Phys. 2002; 82 (1): 87-9.

3. Shojaei MR, Information of the Hydrozeo chemical around the hot springs of Kermn province. Global water Company of Kerman Province 2003; 1-477.

4. Shayeghi M, Year [2008, 7, 1]. Available from: URL: http://www.lotus-hotel-apt.com/ FR_ hydrotherapy.asp.

5. Bahreyni toosi MT, Aghdam AS, Evaluation of the Gamma radiation in Azarbayejan. Iran Medical Journal 2000; 2: 1-7.

6. Hadad K, Doulatdar R, U-Series Concentration in Surface and Ground Water Resources of Ardabil Province. Radiat Prot Dosim. 2008; 128(3): 55-75.

Archive of SID
www.SID.ir

7. Bahreyni toosi MT, Abdolrahimi MR, Annual Dose of Gamma radiation in Khorasan province, M.Sc. Thesis. Medical university of Mashhad 2001.

8. Bahreyni toosi MT, Aghamir SA. Evaluation of the Gamma doses in the cities a hot springs of Mazandaran, M.Sc. Thesis. Medical university of Mashhad 2003.

9. Beitollahi M, Ghiassi-Nejad M, Esmaily A, Dunker R, Radiological Studies in the Hot spring Region of Mahallat, Central Iran. Radiat Prot Dosim. 2007; 123(4): 505-8.

10. Shahbazi-Gahrouei D. Saeb M. Dose assessment and Radioactivity of the Mineral Water Resources of Dimeh Springs in the Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. Nuleonika 2008; 53(1): 31-34.

11. Isinkaye MO, Ajayi IR, Natural Background Dose and Radium Equivalent Measurements at Ikogosi Warm Spring, Nigeria. Radiat Prot Dosim 2006; 121(4): 466-8.

12. Kozlowska B, Walencik A, Dorda J. Natural Radioactivity and Dose Estimation in Underground Water from the Sudety Mountains in Poland. Radiat Prot Dosim 2008; 128(3): 331-5.

13. Takhavar A, Eftekhari M. Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine. Tehran, Aiej, 2002; 29-30.

14. Gheyasinezhad M, Beitollahi M, Fallahian N. Exposure from Natural Radiation Resources. Iran Atomic Energy Organization 2000; 4-13.

15. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly United Nations, New York 2000.

16. Hafezi S, Asefi M, atarilor A, Taheri M, Masinehasl A, Esmaeili MT. Study on the radiation of Radium-226 in drink water of Iran. Iran Atomic Energy Organization 2001; 1-56.

Archive of SID

www.SID.ir