

بررسی امکان بروز اختلال ناشی از پرتوهای کیهانی در دزیمترهای Fluke و

Graeiz در طی فرایند دزیمتری

محمد نیکووسفات^۱، فرهاد ذوالفقار پور^۲، پریسا تقی پور^۳، علی بهرامی سامانی^۴، معین مفتاحی^۵،
حسن ولی نژاد^۶

Investigating of Possibility of impaired arises from cosmic rays in the Fluke and Graeiz dosimeter during the dose assessment process

Mohammad Nikoosfat, Farad Zolfagharpour, Parisa Taghipour, Ali Bahrami Samani, Moeen Meftahi, Hasan Valinezhad

Email: Mohammad.nikoosfat91@gmail.com

چکیده

در خاک‌های سطحی همه‌ی مناطق کره‌ی زمین مقادیری از ایزوتوپ‌های رادیوم ۲۲۶ و توریم ۲۳۲ یافت می‌شود. این ایزوتوپ‌ها در طی فرایند واپاشی‌های طبیعی آلفا، بتا و گاما به ترتیب به ایزوتوپ‌های پایدار سرب ۲۰۶ و سرب ۲۰۸ تبدیل می‌شوند. بنابراین تمام خاک‌های سطحی دارای مقادیری از تابش زمینه‌ی گاما می‌باشند و می‌دانیم که مقادیر زیاد اشعه‌ی گاما برای سلامت انسان مضر است و لذا اندازه‌گیری دز گاما در خاک‌های سطحی از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این پژوهش و در منطقه‌ی جنوب اردبیل، مقادیر دز گامای سطحی توسط دزیمترهای Fluke 451 و Graeiz اندازه‌گیری شد. متوسط دز گاما در این منطقه $0.15 \mu\text{Sv h}^{-1}$ به دست آمد و ملاحظه شد که در اوقاتی از شبانه‌روز که میزان تابش‌های کیهانی بیشینه می‌شود، دزیمترها دچار خطا در اندازه‌گیری می‌شوند که این فرایند را به‌طور دقیق بررسی کردیم. نتایج نشان داد که دزیمتر Fluke 451 به پرتوهای کیهانی حساس تر است.

کلمات کلیدی

تابش‌های کیهانی، توریم ۲۳۲، رادیوم ۲۲۶، دزیمترهای Fluke و Graeiz، گامای سطحی، واپاشی گاما

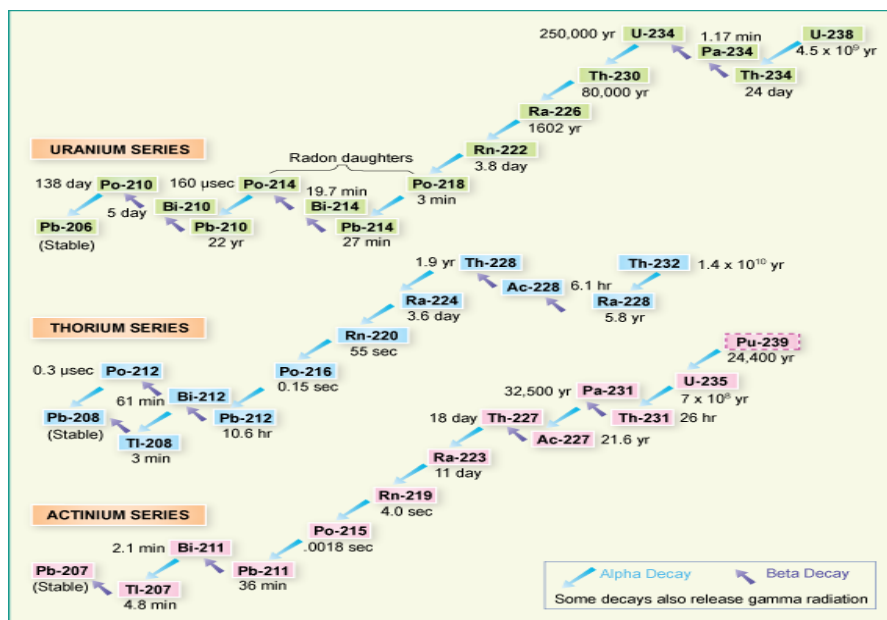
۱. مقدمه

حدود ۳۰ درصد سطح کره زمین را خاک و خشکی‌ها تشکیل می‌دهد که شرایط زندگی را برای جانداران و گیاهان فراهم می‌کند. از بین تمام عناصر موجود در خاک بعضی از عناصر رادیواکتیو بوده و در نتیجه پرتوزایی یا ایجاد تشعشع و رسیدن به عنصر پایدار یک زنجیره واپاشی را طی می‌کنند که در طول این زنجیره، عناصر رادیواکتیو زیادی می‌توانند به طرق مختلف وارد محیط پیرامون انسان‌ها شده و ایجاد خطر نمایند. این منابع پرتوزایی موجود در خاک می‌توانند به‌صورت گاز رادیواکتیو، همراه گردوغبار یا به‌صورت محلول در آب‌های زیرزمینی به سطح زمین برسند و وارد هوای محیط شود یا همچنین می‌توانند جذب ریشه گیاهان گردند و با ادامه به پرتوزایی خود وارد سبذ غذای انسان‌ها و

^۱ کارشناس ارشد فیزیک هسته‌ای، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
^۲ استادیار فیزیک هسته‌ای، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

دیگر موجودات شوند. اگر هسته‌های ناپایدار از یک حالت با تراز انرژی و تراز جرمی مشخص به یک حالت یا هسته‌ای دیگر با تراز انرژی و تراز جرمی کمتر تبدیل شود این فرایند را پرتوزایی و چنین هسته‌ای را هسته پرتوزا می‌گویند. هسته‌های پرتوزای طبیعی که به‌صورت خودبه‌خود واپاشی انجام می‌دهند می‌توانند یا منبع کیهانی داشته باشند و یا به‌صورت هسته‌های اولیه پرتوزایی انجام دهند. از بین عناصر سنگینی که مربوط به تشکیل ستاره‌ها، نو اخترها، ابر نو اخترها و منظومه شمسی می‌شدند بسیاری به‌صورت پرتوزا بودند و از آن زمان تاکنون به هسته‌های پایدار واپاشیده شده‌اند. نیمه‌عمر تعداد کمی از عناصر پرتوزا و دارای زنجیره واپاشی از عمر زمین بیشتر است در نتیجه هنوز هم می‌توانیم پرتوزایی آن‌ها را مشاهده کنیم [8].

سه زنجیره واپاشی مهم پرتوزای اولیه و وابسته به عمر زمین عبارت‌اند از: ^{238}U ، ^{232}Th و ^{235}U . البته در بین این سه زنجیره، در صد فراوانی ^{235}U (یا سری اکتینیوم) بسیار ناچیز است. چهارمین زنجیره واپاشی، سری نپتونیم است که به دلیل کوتاه بودن نیمه‌عمر آن در مقایسه با عمر زمین، در طبیعت یافت نمی‌شود [7]. در شکل زیر سری‌های واپاشی اورانیوم ۲۳۸، اورانیوم ۲۳۵ و توریم ۲۳۲ ارائه شده است:

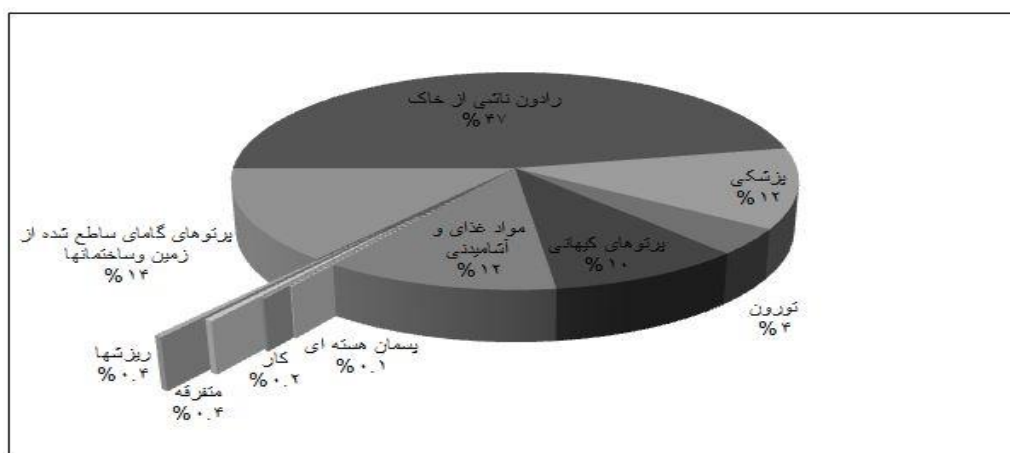


شکل ۱: زنجیره واپاشی‌های طبیعی

بیشتر واپاشی‌های آلفا و بتا و در حقیقت بیشتر واکنش‌های هسته‌ای، هسته‌ی نهایی را در حالت برانگیخته باقی می‌گذارند. این حالات برانگیخته با گسیل یکی دو پرتوی گاما که همان فوتون‌های تابش الکترومغناطیسی مانند پرتوهای X یا نور مرئی هستند به‌سرعت به حالت پایه واپاشیده می‌شوند. پرتوهای گاما نوعاً دارای انرژی‌های در گستره‌ی ۰/۱ تا ۱۰ Mev هستند که مشخصه‌ی اختلاف انرژی بین حالات هسته‌ای است و در نتیجه طول‌موج آن‌ها بین ۱۰^۴ تا ۱۰۰ fm است. این طول‌موج‌ها از سایر انواع تابش الکترومغناطیسی که با آن‌ها سروکار داریم بسیار کوتاه‌تر است؛ برای مثال نور مرئی طول‌موجی ۱۰^۶ بار بلندتر از پرتوهای گاما دارد. جزئیات و غنای اطلاعات ما در مورد طیف نمایی هسته‌ای به دانش ما از حالات برانگیخته وابسته است و بنابراین مطالعه‌ی گسیل پرتوی گاما به‌صورت روش استاندارد طیف نمایی هسته‌ای درآمده است. سایر عواملی که موجب محبوبیت و سودمندی این روش شده‌اند، شامل سهولت نسبی مشاهده‌ی پرتوهای گاما (مثلاً جذب و پراکندگی ناچیز در هوا که برخلاف تابش‌های آلفا و بتا است) و دقت اندازه‌گیری انرژی (و در نتیجه دقت استنتاج حالات برانگیخته) است. به‌علاوه، مطالعه‌ی گسیل گاما و فرایند رقیب

آن یعنی تبدیل داخلی، تعیین اسپین و پاریته ی حالات برانگیخته را امکان پذیر می‌سازد. تبدیل داخلی یک فرایند الکترومغناطیسی است که با گسیل گاما رقابت می‌کند و در این مورد، میدان‌های چندقطبی الکترومغناطیسی هسته سبب گسیل فوتون نمی‌شوند بلکه برهمکنش میدان‌ها با الکترون‌های اتمی باعث گسیل یکی از الکترون‌های اتم می‌شود. برخلاف واپاشی بتا، الکترون در فرایند واپاشی خلق نمی‌شود، بلکه الکترونی است که از قبل در یکی از مدارهای اتم وجود داشته است. به این دلیل، آهنگ واپاشی تبدیل داخلی با تغییر محیط شیمیایی و در نتیجه تغییر مدارهای اتمی می‌تواند اندکی تغییر کند. اما باید به خاطر داشته باشید که این فرایند دومرحله‌ای نیست که در آن ابتدا فوتون توسط هسته گسیل شود و سپس الکترون اتمی را با فرایندی مشابه به پدیده‌ی فوتوالکتریک بیرون براند؛ احتمال چنین فرایندی بسیار ناچیز است. پس از فرایند تبدیل، جای الکترون گسیل شده در یکی از پوسته‌های اتم خالی می‌ماند که به آن تهی‌جا می‌گویند. این تهی‌جا به سرعت توسط الکترون‌های پوسته‌های بالاتر پ می‌شود، و در نتیجه گسیل پرتوی X مشخصه را نیز همراه الکترون‌های تبدیل داخلی مشاهده می‌کنیم. به همین دلیل، در مطالعه‌ی گسیل گاما از یک چشمه‌ی رادیواکتیو، در نزدیکی انتهای کم انرژی طیف معمولاً پرتوهای X نیز مشاهده می‌شوند [8].

تابش یکی از آن عواملی است که بیشترین تحقیقات در مورد اثر بیماری‌زایی آن به عمل آمده است. متخصصان فیزیک بهداشت به کمک اطلاعات فراوانی که درباره‌ی پاسخ دز در دسترس است توانسته‌اند سطوح مجاز تابش محیطی را به صورتی تعیین کنند که هم‌اکنون خطر استفاده از فناوری هسته‌ای در صنعت، علم و پزشکی در حد خطر استفاده از سایر فناوری‌هاست و یا در بسیاری از موارد کمتر از آن‌هاست. هسته سلول‌های بدن انسان شامل مواد شیمیایی به نام DNA است که شامل اطلاعات ژنتیکی مربوط به سلول است و فعالیت‌های اصلاحی و بازسازی را بر عهده دارد. ایجاد صدمه ناشی از پرتوهای گاما در آن‌ها می‌تواند به سلول‌های جدید نیز منتقل شود و منجر به جهش ژنتیکی و در نتیجه ابتلا به بیماری سرطان گردد [1]. درصد دز دریافتی سالیانه هر فرد در شکل زیر (شکل ۲) نشان داده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود بعد از گاز رادون، پرتوهای گامای ساطع شده از زمین و ساختمان‌ها دومین عامل دریافت دز سالیانه برای هر فرد است. این امر ضرورت اتخاذ راهکارهای مناسب برای بررسی و سنجش این میزان دز دریافتی را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که خاصیت یونیزاسیون و تحریک پرتوی گاما به مراتب از پرتوی آلفا و بتا کمتر است و برای حفاظت در برابر پرتوهای گاما از سرب یا بتن استفاده می‌شود [2].



شکل ۲: درصد دز دریافتی سالیانه از منابع مختلف

پرتوهای کیهانی مطابق با تصویر فوق، ۱۰ درصد از دز دریافتی سالیانه را تشکیل می‌دهند. پرتوهای کیهانی ذراتی هستند که در فضای خارج از اجرام آسمانی تولید شده و به جو این اجرام برخورد می‌کنند. در مورد کره زمین، این امواج در عبور از جو زمین و برخورد با ذرات اتمسفر به ذرات مختلفی مانند مزون‌ها و پوزیترون‌ها تبدیل می‌شوند.



این پرتوها که شامل الکترون و هسته‌های کاملاً یونیده‌ی اتم است، از تمام راستاها به مقدار برابر دریافت می‌شود. راستای ورود، سرچشمه‌ی آن‌ها را روشن نمی‌کند، چراکه پرتوهای کیهانی ذراتی باردار هستند؛ از این رو در زمان حرکت از میان میدان‌های مغناطیسی راه شیری، مسیر آن‌ها پیوسته تغییر می‌کند. انرژی بالای پرتوهای کیهانی نشان‌دهنده‌ی آن است که آن‌ها باید در فرایندهای پرنرژی، مانند انفجارهای ابرنواختری، به وجود آمده باشند. پروتون با حدود ۹۰٪ و هسته‌ی هلیوم با ۱۰٪ بیش‌ترین سهم را در این پرتوها دارند. از برخورد پرتوهای پرنرژی کیهانی و مولکول‌های جو، تابش ثانویه پدید می‌آید. این تابش را می‌توان از روی زمین رصد کرد، درحالی‌که برای مشاهده‌ی مستقیم پرتوهای کیهانی باید از جو خارج شد. آشکارسازهای مورد استفاده برای رصد پرتوی کیهانی شبیه به آن‌هایی است که در فیزیک ذرات به کار می‌رود. بسیاری از ماهواره‌ها و فضاپیماها مجهز به آشکارسازهای پرتوی کیهانی هستند. در هنگام طلوع و غروب آفتاب، میزان پرتوهای کیهانی دریافت شده در سطح زمین به بیشترین مقدار خود می‌رسد و علت این پدیده این است که در هنگام شفق و فلق و در محل رخداد این دو پدیده، اتمسفر رقیق می‌شود و در نتیجه پرتوهای کیهانی به میزان بیشتری از اتمسفر عبور کرده و به سطح زمین می‌رسد. حس‌گرهای آشکارسازهای اشعه‌ی گاما به شدت به ذرات باردار از قبیل مزون‌ها و پوزیترون‌ها حساس است و از آنجایی‌که پرتوهای کیهانی منشأ مهمی در تولید این ذرات است، به نظر می‌رسد هرگونه افزایش در میزان پرتوهای کیهانی در عملکرد صحیح دزیمرهای اشعه‌ی گاما اثر نامطلوب داشته باشد و هدف ما در این پژوهش بررسی وجود و یا عدم وجود این اثر نامطلوب است [6].

از مکانیک کوانتومی می‌دانیم که بروز اختلال در یک سیستم می‌تواند عملکرد آن سیستم را تحت تأثیر قرار دهد. سیستم‌های پایدار تحت بروز اختلال خارجی تأثیرپذیری کمتر و سیستم‌های ناپایدار تأثیرپذیری بیشتری دارند و حتی دچار تغییر عملکرد می‌شوند [3]. مهم‌ترین اختلالات در فیزیک عبارتند از: اثر بهنجار زیمان، اثر بی‌هنجار زیمان و آزمایش اشترن گراخ. مشاهده‌ی تجربی اندازه حرکت زاویه‌ای مداری L از طریق قرار دادن اتم‌ها در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، اثر بهنجار زیمان نامیده می‌شود. مشاهده‌ی تجربی کوانتش اندازه حرکت زاویه‌ای کل J با قرار دادن اتم‌ها در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، اثر بی‌هنجار زیمان نام می‌گیرد. مشاهده‌ی تجربی کوانتش اندازه حرکت زاویه‌ای اسپینی S با قرار دادن اتم‌ها در یک میدان مغناطیسی نایکنواخت را آزمایش اشترن-گراخ می‌نامیم [4]. در همه‌ی مثال‌های فوق، اتم یک سیستم بود و میدان مغناطیسی خارجی یک عامل اختلالی که منجر به اختلالی به اسم کوانتش می‌شود. به طریقی مشابه، ما در این پژوهش، با سیستمی به نام دزیمر سروکار داریم که می‌تواند تحت تأثیر عامل اختلالی به نام پرتوهای کیهانی قرار گرفته و دچار اختلالی به نام خطا در اندازه‌گیری صحیح دز گامای زمینه گردد.

۲. روش تحقیق

به منظور بررسی امکان بروز اختلال ناشی از پرتوهای کیهانی در اندازه‌گیری دز تابش زمینه‌ی گاما توسط دزیمرها، ما پژوهش خود را در منطقه‌ای از جنوب شهر اردبیل و با استفاده از دو دزیمر مختلف Fluke 451 و Graeiz انجام دادیم. در ۲۳ نقطه از منطقه‌ی یادشده، با استفاده از دزیمر میزان دز گامای منطقه را اندازه گرفتیم. در این پژوهش به جهت اندازه‌گیری دقیق، ما از دو نوع مختلف دزیمر استفاده کردیم. دزیمر نوع اول، دزیمر Graeiz می‌باشد. این دزیمر ساخت کشور آلمان است و شیوه استفاده از آن به این صورت است که ابتدا دزیمر را روشن کرده و سپس آن را در منطقه مورد نظر قرار می‌دهیم. دزیمر به مدت یک ساعت در آن منطقه می‌ماند تا حسگرهای آن با شرایط محیطی سازگار شود. بعد از یک ساعت، عدد نشان داده‌شده بر روی صفحه‌نمایش بیانگر میزان دز گامای منطقه برحسب $\mu\text{Sv/h}$ خواهد بود. طبق گفته‌ی شرکت سازنده، دزیمر Graeiz به میزان ۲۰ درصد خطا دارد که ما این خطا را در محاسبات خود منظور کردیم. دزیمر نوع دوم، دزیمر Fluke 451 می‌باشد. این دستگاه دارای خطای ۱۰ درصد و ساخت کشور ایالات متحده آمریکا است و شیوه استفاده از آن به این صورت است که دزیمر را روشن می‌کنیم و آن



را در محل موردنظر قرار می‌دهیم. به مدت ۱۵ دقیقه صبر می‌کنیم تا حسگرهای آن با محیط اطراف سازگار شود. این دستگاه در هر ثانیه یک پیک گاما را نشان می‌دهد. ما به مدت یک دقیقه تمامی پیک‌های نشان داده شده در روی صفحه‌نمایش دستگاه را ثبت کرده و سپس میانگین اعداد ثبت شده را به دست می‌آوریم که عدد به دست آمده معرف دز گامای نقطه موردنظر است. همچنین انحراف معیار داده‌ها را نیز با استفاده از فرمول (۱) حساب کردیم:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}} \quad (1)$$

رابطه فوق به STDEV.S Function مشهور است که در آن میانگین داده‌ها و n بیانگر تعداد داده‌ها است. شایان ذکر است که هر دو دزیتر Graeiz و Fluke 451 در تاریخ ۱۳۹۲/۵/۲۷ توسط چشمه‌ی ^{137}Cs در سازمان انرژی اتمی ایران کالیبره شده است. چگونگی برخورد پرتوی گاما با ماده در مقایسه با ذرات آلفا و بتا متفاوت است. ذرات آلفا و بتا می‌توانند کاملاً در ماده جذب شوند و بنابراین برد مشخصی دارند. اما پرتوی گاما را نمی‌توان کاملاً جذب کرد، بلکه با افزایش ضخامت ماده‌ی جاذب، فقط می‌توان شدت پرتو را کاهش داد. از آنجاکه پرتوی گاما فاقد بار الکتریکی و جرم است، احتمال برخورد و یا به بیانی دیگر سطح مقطع برخورد آن با ماده در مقایسه با ذرات آلفا و بتا بسیار کمتر است. به همین دلیل قدرت نفوذ ذرات پرتوی گاما به مراتب بیشتر از قدرت نفوذ ذرات آلفا و بتا بوده و تا حدی است که فوتون‌های پراثری می‌توانند بدون از دست دادن انرژی، تا چندین سانتی‌متر یا چند متر در مواد و بدن موجودات زنده نفوذ کنند [5].

۳. تحلیل داده‌ها

در جدول زیر نتایج حاصل از دزیتری اشعه گاما در منطقه مورد مطالعه ارائه شده است:

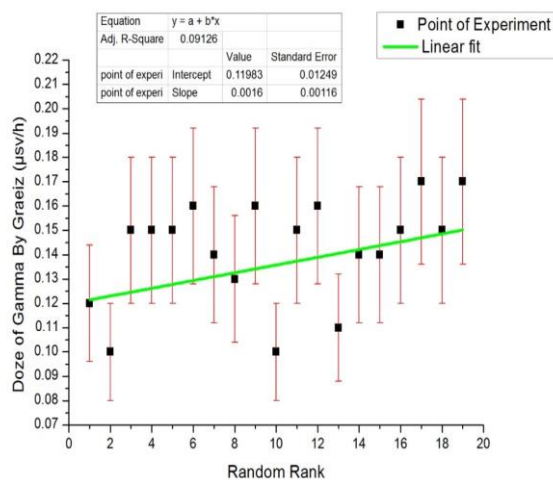
جدول ۱: نتایج اندازه‌گیری گاما در منطقه مورد مطالعه

ردیف	N (درجه)	E (درجه)	میدان مغناطیسی (μT)	γ (Graeiz) ($\mu\text{Sv/h}$)	انحراف معیار (Graeiz) ($\mu\text{Sv/h}$)	γ (Fluke) ($\mu\text{Sv/h}$)	انحراف معیار (Fluke) ($\mu\text{Sv/h}$)
۱	۳۸/۲۱۸۵۸	۴۸/۲۹۱۵۹	۴۶	۰/۱۵	±۰/۰۳	۰/۱۶۲	±۰/۰۶۵
۲	۳۸/۱۹۹۲۸	۴۸/۲۹۵۷۸	۴۹	۰/۱۴	±۰/۰۲۸	۰/۱۲۶	±۰/۰۳۵
۳	۳۸/۰۰۲۱	۴۸/۲۹۵۹۱	۵۸	۰/۱۳	±۰/۰۲۶	۰/۱۳	±۰/۰۳۹
۴	۳۸/۲۰۱۷۵	۴۸/۲۹۶۲۱	۴۹	۰/۱۶	±۰/۰۳۲	۰/۱۷۹	±۰/۰۴۵
۵	۳۸/۲۱۰۶۲	۴۸/۲۹۴۱۳	۴۵	۰/۱۲	±۰/۰۲۴	۰/۱۶۴	±۰/۰۳۳
۶	۳۸/۲۱۱۲۰	۴۸/۲۸۴۳۱	۴۵	۰/۱۲	±۰/۰۲۴	۰/۱۱۵	±۰/۰۳۵
۷	۳۸/۲۱۱۲۰	۴۸/۲۹۴۲۶	۵۴	۰/۱۰	±۰/۰۲	۰/۱۵۷	±۰/۰۶۱
۸	۳۸/۲۱۲۹۲	۴۸/۲۹۳۷۳	۵۵	۰/۱۰	±۰/۰۲	۰/۱۱۵	±۰/۰۳۵
۹	۳۸/۲۱۷۴۲	۴۸/۲۹۲۹۱	۴۴	۰/۱۵	±۰/۰۳	۰/۱۳	±۰/۰۳۹
۱۰	۳۸/۲۱۸۷۶	۴۸/۲۹۲۵۳	۴۶	۰/۱۴	±۰/۰۲۸	۰/۱۰۱	±۰/۰۴
۱۱	۳۸/۲۲۳۰۷	۴۸/۲۸۹۴۵	۴۳	۰/۱۵	±۰/۰۳	۰/۱۲۶	±۰/۰۳۵

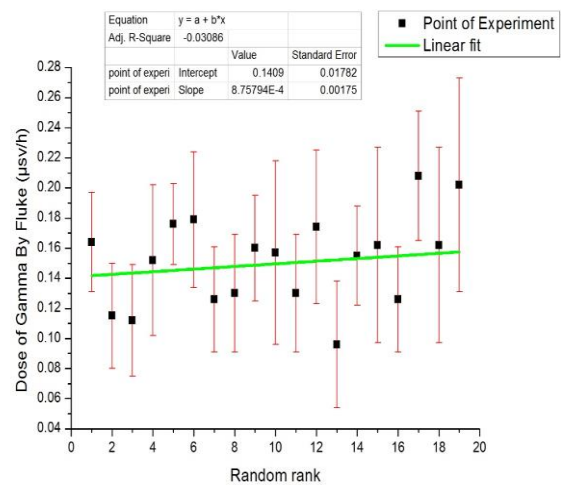


±۰/۰۳۷	۰/۱۱۲	±۰/۰۳	۰/۱۵	۵۲	۴۸/۲۸۶۱۶	۳۸/۲۴۷۴۰	۱۲
±۰/۰۳۳	۰/۱۵۵	±۰/۰۲۸	۰/۱۴	۶۴	۴۸/۰۷۲۶۴	۳۸/۱۴۹۹۸	۱۳
±۰/۰۴۲	۰/۰۹۶	±۰/۰۲۲	۰/۱۱	۶۱	۴۸/۰۸۴۸۹	۳۸/۱۵۱۳۳	۱۴
±۰/۰۶۵	۰/۱۶۲	±۰/۰۲۸	۰/۱۴	۶۰	۴۸/۲۷۲۴۲	۳۸/۲۱۶۱۴	۱۵
±۰/۰۳۵	۰/۱۶	±۰/۰۳۲	۰/۱۶	۶۵	۴۸/۲۹۲۱۳	۳۸/۲۲۷۸۵	۱۶
±۰/۰۵۱	۰/۱۷۴	±۰/۰۳۲	۰/۱۶	۵۳	۴۸/۲۸۵۹۷	۳۸/۲۰۸۶۳	۱۷
±۰/۰۲۷	۰/۱۷۶	±۰/۰۳	۰/۱۵	۵۴	۴۸/۲۷۲۱۷	۳۸/۲۰۷۲۴	۱۸
±۰/۰۷۱	۰/۲۰۲	±۰/۰۳۴	۰/۱۷	۴۵	۴۸/۲۹۲۷۳	۳۸/۲۲۰۰۰	۱۹
±۰/۰۳۶	۰/۱۷۵	±۰/۰۲۸	۰/۱۴	۴۴	۴۸/۳۱۴۹۸	۳۸/۲۱۹۰۶	۲۰
±۰/۰۳۳	۰/۰۸۶	±۰/۰۲۶	۰/۱۳	۴۶	۴۸/۳۰۲۰۱	۳۸/۲۱۷۰۵	۲۱
±۰/۰۵	۰/۱۵۲	±۰/۰۳	۰/۱۵	۵۰	۴۸/۲۹۴۲۳	۳۸/۲۱۹۷۳	۲۲
±۰/۰۴۳	۰/۲۰۸	±۰/۰۳۴	۰/۱۷	۴۶	۴۸/۲۹۳۷۳	۳۸/۲۲۰۱۰	۲۳

با توجه به جدول فوق، متوسط دز گاما در این منطقه $0.115 \mu\text{Sv h}^{-1}$ به دست آمد و نمودارهای به دست آمده از اندازه‌گیری دز گاما با استفاده از دزیترهای موردنظر در منطقه مورد مطالعه به صورت زیر است:



شکل ۴: نمودار حاصل از اندازه‌گیری دز گاما با دزیتر Graeiz در منطقه مورد مطالعه

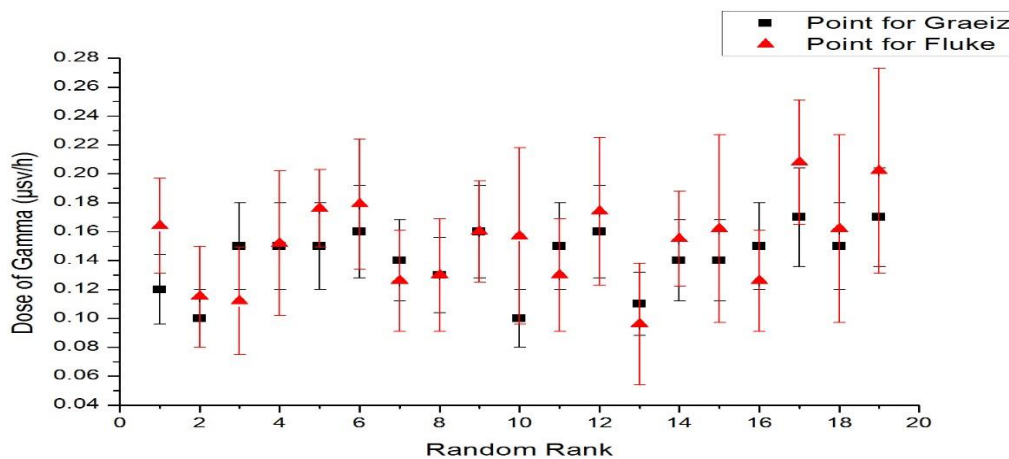


شکل ۳: نمودار حاصل از اندازه‌گیری دز گاما با دزیتر Fluke در منطقه مورد مطالعه



۴. بحث و بررسی

با توجه به نمودارهای فوق مشاهده می‌شود که دزهای به‌دست‌آمده از دو دزیتر Graeiz و Fluke اندکی باهم تفاوت دارد. یعنی این‌که برای هر نقطه، دو دز مختلف به‌دست‌آمده است و این امر باعث مطرح کردن این سؤال می‌شود که چطور می‌شود برای یک نقطه، دو مقدار متفاوت گاما به دست آید؟ برای بررسی، نتایج حاصل از اندازه‌گیری دز گاما توسط هر دو دزیتر را در یک نمودار ارائه می‌کنیم:



شکل ۵: مقایسه دزهای به‌دست‌آمده از دزیتر Fluke و دزیتر Graeiz در منطقه مورد مطالعه

در شکل ۵ ملاحظه می‌شود که برای هر نقطه، عدم قطعیت حاصل از اندازه‌گیری توسط هر دو دزیتر، باهم همپوشانی دارد و در حقیقت برای هر نقطه، محدوده‌ی مشخصی از دز گاما به‌دست‌آمده است و این موضوع نشان می‌دهد که اندازه‌گیری توسط هر دو دزیتر Graeiz و Fluke به‌درستی صورت گرفته است و تفاوت ناچیز ظاهری به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری، ناشی از تفاوت در مکانیسم آشکارسازی در دزیترها است. در شکل ۵ ملاحظه می‌کنیم که در رتبه‌های ۱، ۳، ۱۰ و ۱۷ مقادیر اندازه‌گیری شده توسط دزیتر Fluke در عدم قطعیت مقادیر اندازه‌گیری شده توسط دزیتر Graeiz نیست و این به معنای اعمال اختلال خارجی در آشکارساز Fluke در حین انجام آزمایش است و از مکانیک کوانتومی می‌دانیم که اعمال اختلال خارجی در دستگاه اندازه‌گیری می‌تواند باعث ایجاد خطا در مقدار اندازه‌گیری شده توسط آن دستگاه شود. برای پی بردن به عامل ایجاد اختلال، به زمان انجام آزمایش‌ها که در جدول زیر ارائه شده است توجه می‌کنیم:

جدول ۲: زمان و تاریخ انجام آزمایش دزیتری در نقاط ۱، ۳، ۱۰ و ۱۷

رتبه بر حسب افزایش رادون	تاریخ	زمان آزمایش	زمان غروب آفتاب
۱	۱۳۹۳/۶/۰۵	۱۹ ۵۱'	۱۹ ۵۴' ۳۰"
۳	۱۳۹۳/۶/۲۷	۱۹ ۲۷'	۱۹ ۲۰' ۴۷"
۱۰	۱۳۹۳/۶/۱۸	۱۹ ۳۰'	۱۹ ۳۴' ۵۲"
۱۷	۱۳۹۳/۶/۱۴	۱۹ ۴۶'	۱۹ ۴۱' ۰۳"

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود در نقاط ۱، ۳، ۱۰ و ۱۷ زمان انجام آزمایش به زمان غروب آفتاب



بسیار نزدیک است. از آنجایی که میزان پرتوهای کیهانی در زمان طلوع و غروب آفتاب بیشینه می‌شود [8]، می‌توان نتیجه گرفت که عامل ایجاد اختلال و بروز خطا در چهار نقطه نام‌برده شده، بیشینه بودن میزان پرتوهای کیهانی است چراکه حسگرهای دزیمترهای گاما به شدت به تابش‌های محیطی حساس است و افزایش پرتوهای کیهانی برخوردکننده به حسگرهای دزیمتر می‌تواند عملکرد دقیق دزیمتر را تحت تأثیر منفی قرار دهد.

۵. نتیجه‌گیری

از این پژوهش نتیجه می‌گیریم که:

- ۱- هر وقت خواستیم دز تابش زمینه محیط را اندازه‌گیری کنیم هرگز در لحظه طلوع و غروب آفتاب این کار را انجام ندهیم چون خطای اندازه‌گیری دزیمتر بیشینه می‌شود.
- ۲- دزیمتر Fluke نسبت به دزیمتر Graeiz حسگرهای حساس‌تری دارد، لذا می‌توان از دزیمتر Fluke برای اندازه‌گیری‌های آبی و مقطعی و از دزیمتر Graeiz برای اندازه‌گیری‌های طولانی‌مدت استفاده کرد. این امر در صنعت هسته‌ای از اهمیت بسزایی برخوردار است چراکه برای حفظ سلامت کارمندان شاغل در مراکز هسته‌ای باید دز گاما در محیط کار آن‌ها مرتب و به فواصل زمانی معین اندازه‌گیری شود و آگاهی از ویژگی و عملکرد دقیق دزیمترها نقش مؤثری در ایمنی تأسیسات هسته‌ای دارد.

منابع و مراجع

- [1] ابوکاظمی، محمد ابراهیم و همکاران؛ کتاب آشنایی با فیزیک بهداشت از دیدگاه پرتوشناسی (گردآوری هرمان سمبر)، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۸۵، صفحات ۱۳۳-۲۷۲
- [2] حریری زاد، حسن و همکاران؛ کتاب حفاظت در برابر پرتوهای یون‌ساز، انتشارات مؤسسه انتشاراتی جهان جام‌جم، تهران، ۱۳۹۲، صفحات ۳۴-۱۴۰
- [3] علی‌محمدی، مسعود و مشفق، حمید رضا؛ فصل پنجم، کتاب مکانیک کوانتومی مدرن (گردآوری جی جی ساکورایی)، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۹، صفحات ۳۵۱-۴۱۵
- [4] محمدی، مهدی؛ کتاب فیزیک اتمی و هسته‌ای، انتشارات عصر کنکاش، تهران، ۱۳۹۲، صفحه ۸۲
- [5] محمدی، هوشنگ و مهدیزاده، سیمین؛ کتاب فیزیک و آثار زیست‌شناختی پرتوها، انتشارات مرکز نشر دانشگاه شیراز، شیراز، ۱۳۸۴، صفحه ۲۸۵
- [6] <https://fa.wikipedia.org/wiki/>
- [7] Das, B. M, Principles of geotechnical engineering (5th Edition), cengeg learning (CL) Engineering publisher, California, 2002.
- [8] Krane, K, Inthrodutory Nuclear Physics, Jon Willey and sons publication, New York, 1998.