

بررسی مشخصه‌های کنترل کیفی دکتورهای فردی، محیطی و هشدار دهنده صوتی ساخت ایران

مصطفی غفوری^{۱*}، سید مهدی حسینی پویا^۲، عبدالکاسم انصاری نژاد^۳
ارژنگ شاهور^۴، سید محمد فرمی باف^۵

- ۱- آزمایشگاه دزیمتری استاندارد ثانویه (SSDL) - پژوهشکده تحقیقات کشاورزی پزشکی و صنعتی - پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای
- ۲- معاونت نظام ایمنی هسته‌ای کشور - امور حفاظت در برابر اشعه - آزمایشگاه کالیبراسیون
- ۳- پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای - پژوهشکده کاربرد پرتوها
- ۴- پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای - پژوهشکده تحقیقات و توسعه راکتورها و شتابدهنده‌ها
- ۵- شرکت الکترونیکی هسته‌ای پرتورادان - جمالزاده شمالی - تهران - ایران

چکیده

نمونه‌هایی از پرتوسنج‌های گاما از انواع محیطی، فردی دیجیتال و هشداردهنده صوتی که در ایران طراحی و ساخته شده‌اند جهت بررسی و ارزیابی خطی بودن پاسخ و دقت اندازه‌گیری به عنوان ویژگی‌های کنترل کیفی دزیمتری مورد آزمایش و مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که برای مدل‌های محیطی و فردی محدوده خطی بودن بترتیب از صفر تا پنجاه میلی‌سیورت در ساعت و صفر تا ده سیورت می‌باشد. برای هشدار دهنده‌های صوتی کمیت اندازه‌گیری تعداد آلام در دقیقه در محدوده صفر تا بیست میکروسیورت در دقیقه خطی اندازه‌گیری شده است.

واژه‌های کلیدی: پرتو گاما - پرتوسنج محیطی - دزیمتر فردی - دزیمتری - هشدار دهنده صوتی

* مؤلف عهده دار مکاتبات

آدرس: کرج - پژوهشکده تحقیقات کشاورزی پزشکی و صنعتی

پست الکترونی: mghafoori@nrcam.org

مقدمه

استفاده از دتکتورهای فردی، محیطی و هشداردهنده صوتی بصورت وسیع در مراکز کار با پرتو کشور اعم از صنعتی و پزشکی رو به افزایش می باشد و در برخی از فعالیت های پرتوی بدلائل مربوط به حفظ سلامتی پرتوکاران و الزامات قانونی اجتناب ناپذیر می باشند. بنابراین طراحی مدل های مناسب و کم هزینه همواره از اهمیت خاصی برخوردار است. نظر به اینکه هدف از بکارگیری این پرتوسنج ها ، برآورد دقیق میزان پرتو برای کاهش پرتوگیری های غیر ضروری می باشد بنابراین دقت اندازه گیری و خطی بودن پاسخ دستگاه نسبت به کمیت های پرتوی نظیر آهنگ دز یا پرتودهی حائز اهمیت فراوان میباشد [1-4]. همینطور دانستن محدوده قابل اطمینان اندازه گیری بر اساس ضرورت کاربرد آنها اهمیت فراوان دارد. در این پژوهش خطی بودن پاسخ دز، محدوده اندازه گیری و دقت اندازه گیری برای دتکتورهای محیطی و پاسخ هشدار دهنده صوتی که همگی در داخل کشور طراحی گردیده اند مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد، وسایل و روش ها

نمونه پرتوسنج های طراحی شده بوسیله چشمه های گاما و کبالت-۶۰ در میدان کالیبراسیون استاندارد در سطح پرتودهی حفاظت در برابر اشعه مورد ارزیابی قرار گرفته اند. از هر مورد مدل طراحی شده حداقل ده نمونه برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفته است. برای دقت اندازه گیری از رابطه ذیل استفاده شده است:

$$\sigma_T = \left[\frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\Delta_{read}}{2.R} \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{S}{M} \right)^2 + \left(\frac{2}{700} \right)^2 + \sigma_{ref}^2 \right]^{0.5} \quad (1)$$

بطوریکه:

Δ_{read} : بیشینه نوسان عقربه در میدان پرتو با توجه به کمیت مورد سنجش

R: کمیت پرتوی مرجع

S: حداقل مقیاس مدرج پرتوسنج

M: حداکثر مقیاس مدرج پرتوسنج

σ_{ref}^2 : دقت اندازه گیری دستگاه مرجع در تعیین میدان مرجع می باشد.

با توجه به اینکه نوسانات عقربه از توزیع آماری نرمال پیروی می نماید ضرایب $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{3}$ با توجه به سطح اطمینان ۹۹٪ (Confidence Level) در اندازه گیری صحیح اعمال گردیده است [5]. عبارت $\frac{2}{700}$ نشادهنده حداکثر ۲ میلیمتر خطای فاصله در ۷۰۰ میلیمتر فاصله از چشمه می باشد. میزان σ_{ref} در این آزمایشگاه ۲/۵٪ می باشد

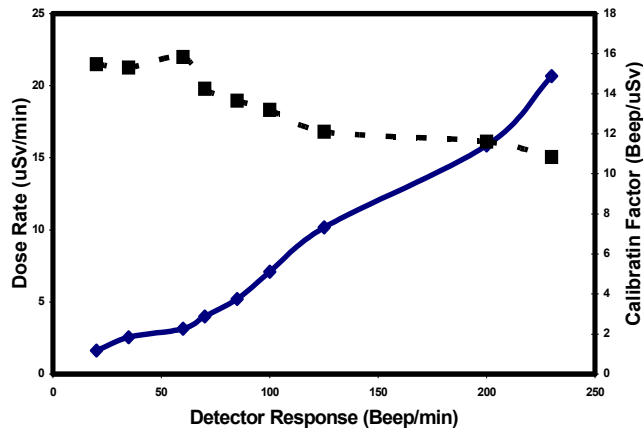
برای رادیومتر های محیطی و دزیمترهای فردی دیجیتالی دقت اندازه گیری کل، σ_T ، با رابطه ذیل تعیین گردیده است:

$$\sigma_T = \left[\frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\Delta_{read}}{2.R} \right)^2 + \left(\frac{2}{700} \right)^2 + \sigma_{ref}^2 \right]^{0.5} \quad (2)$$

بطوریکه Δ_{read} بیشینه نوسان اعداد قرائت شده در میدان پرتو با توجه به کمیت مورد سنجش می باشد. چنانچه در رابطه (۲) دقت گردد عبارت دوم رابطه (۱) از آن حذف گردیده است و این به دلیل عدم وجود درجه بندی مانند دستگاههای عقربه ای می باشد. در عوض بجای آن می توان از نسبت اولین رقم اعشاری به حداکثر رقم قابل اندازه گیری توسط دستگاه استفاده نمود که به دلیل کوچک بودن مقدار این عبارت نسبت به سایر عبارات در غالب پرتوسنج ها از آن صرف نظر گردیده است. برای هشدار دهنده های صوتی از تعداد آلام در واحد زمان با تغییر شدت میدان پرتو دهی استفاده شده است. این اندازه گیری در محدوده ۱/۶ تا ۲۰/۶۷ میکروسیورت در دقیقه (کمتر از آستانه اشباع هشدار دهنده) انجام گردیده است.

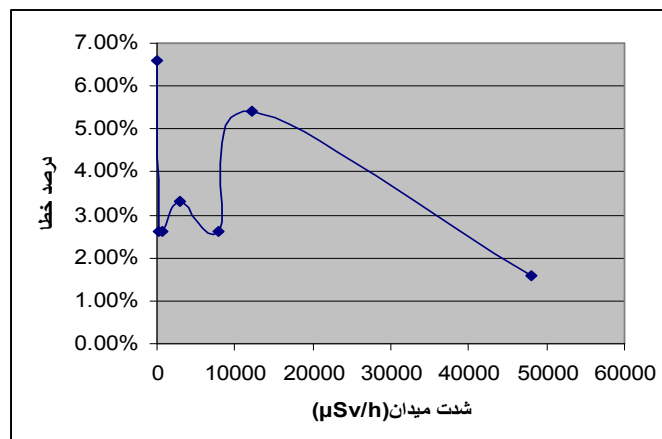
نتایج

شکل ۱ خطی بودن پاسخ هشداردهنده صوتی را در محدوده ذکر شده از شدت میدان نشان می دهد. همچنین ضریب کالیبراسیون در این اندازه گیری ها دارای دقت $\pm 0.13/2\%$ می باشد که در محدوده استاندارد ضریب کالیبراسیون آشکارسازها می باشد. در طراحی های مربوط به پرتوسنج های محیطی و فردی برای کاربرد های تحقیقاتی و صنعتی از گایگر مدل LND714 با توجه به وسعت محدوده انرژی آشکارسازی آن استفاده گردیده است. شکل ۲-الف دقت اندازه گیری آن در شدت میدان های مختلف گاما را که کمتر از ۵٪ است را نشان می دهد. گایگر LND713 با توجه به حساسیت آن، مناسب برای کاربردهای پزشکی تحقیقاتی می باشد. همچنین استفاده از این گایگر باعث کوتاه تر شدن زمان پاسخ دستگاه در میدانهای مختلف شده است. شکل ۲-ب دقت اندازه گیری کمتر از ۴٪ را در شدت میدان های مختلف نشان می دهد. جدول ۱ خطی بودن پاسخ گایگر مدل LND714 و جدول ۲ خطی بودن LND713 را نشان می دهد.

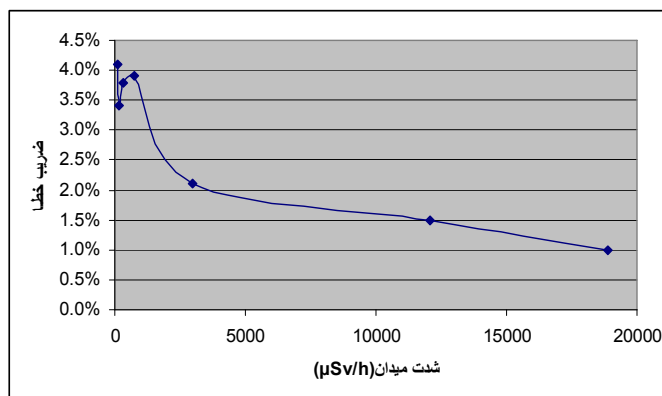


شکل ۱: پاسخ هشدار دهنده صوتی: خط پیوسته پاسخ دستگاه و نقطه چین ضریب کالیبراسیون می باشد

الف



ب



شکل ۲: منحنی درصد خطا در شدت میدان های مختلف برای الف) گایگر مدل LND714 و ب) گایگر مدل LND713

جدول ۱: نمایش خطی بودن پاسخ پرتوسنج با گایگر LND714

شدت میدان مرجع ($\mu\text{Sv/h}$)	میزان اندازه گیری شده بوسیله پرتوسنج ($\mu\text{Sv/h}$)	درصد خطای کالیبراسیون
96	92.8 ± 3.8	4.1%
180	172.6 ± 5.9	3.4%
320	309.3 ± 11.8	3.8%
735	705.3 ± 27.5	3.9%
2970	2918.6 ± 59.9	2.1%
12100	12408 ± 190	1.5%
18900	18655 ± 187.1	1%

جدول ۲: نمایش خطی بودن پاسخ پرتوسنج با گایگر LND713

شدت میدان مرجع ($\mu\text{Sv/h}$)	میزان اندازه گیری شده بوسیله پرتوسنج ($\mu\text{Sv/h}$)	درصد خطای کالیبراسیون
94	89.1 ± 5.9	6.6%
320	309.5 ± 7.9	2.6%
730	720.9 ± 19.2	2.6%
2970	2863.6 ± 95	3.3%
8000	7991.7 ± 210.9	2.6%
12100	13166.7 ± 707.1	5.4%
48000	49200 ± 788.8	1.6%

نتیجه گیری

دقت اندازه گیری و خطی بودن پاسخ دستگاه بر حسب شدت میدان از جمله پارامترهای کنترل کیفی پرتوسنج محیطی و فردی گاما می باشد که برای نمونه های تولید داخل کشور مورد بررسی قرار گرفته و برای مورد اول این مقدار کمتر از ۵ درصد می باشد. همچنین پاسخ این پرتوسنجه در محدوده وسیعی از دز و یا آهنگ دز خطی می باشند. در مورد هشدار دهنده صوتی نیز دقت اندازه گیری در حدود ۱۴ درصد می باشد و در محدوده ۰ تا ۲۰ میکروسیورت در دقیقه خطی عمل می نماید. با توجه به این که اندازه گیری در تمامی موارد کمتر از ۲۰ درصد خطا می باشد و پاسخ ها کاملاً خطی می باشند، بکارگیری مطمئن این پرتوسنج ها در موارد گوناگون پرتوسنجی گاما نتیجه گیری می شود.

منابع

- [1].Bolognese-Milsztajn T., Ginjaume M., Luzik-Bhadra M., Vanhavere F., Wahl W., and Weeks A., 2004. Active personal dosimeters for individual monitoring and other new developments. Rad.Prot.Dosim. 112 (1), 141-168
- [2].Böhm, J., Alberts, K.L., Swinth, K.L., Soares, G.C., McDonald, J.C., Thompson, I.M.G., and Kramer, H.M., 1999. ISO recommended reference radiations for the calibration and proficiency testing of dosimeters and dose rate meters used in radiation protection. Rad .Prot.Dosim. 86(2), 87-105.
- [3].International Organization for Standardization. Dosimetry for radiation protection over the energy ranges 8 keV to 1.3 MeV and 4 MeV to 9 MeV. ISO 4037 (1997), Part-2.
- [4].International Organization for Standardization. Calibration of area and personal dosimeters and measurement of their response as a function of energy and angle of incidence. ISO 4037 (1999), Part-3.
- [5].International Atomic Energy Agency, IAEA. Calibration of radiation protection monitoring instruments, Safety Reports Series (2000), No.16.