



انجام آزمونهای نوعی بر روی دزیمترهای فردی ترمولومینسانس (TLD) بر اساس سند IEC62387

زارع اشرفی، مجتبی^(۱) - خاجوک، احمد^(۲)* - دهقان، سید اصغر^(۳)

سازمان انرژی اتمی، مجتمع تولیدی شهید رضایی نژاد، یزد، اردکان

چکیده:

در آزمایشگاه دزیمتری مجتمع شهید رضایی نژاد از دستگاه قرائتگر TLD Reader 7200 ساخت کشور ایران و TLD مدل MTS-100, 2 element با کد (0110) ساخت شرکت RadCard لهستان استفاده می‌گردد. TLD های مذکور دارای دو کریستال بوده که به ترتیب کمیتهای $H_p(10)$ و $H_p(0.07)$ را اندازه گیری می‌نمایند. استاندارد جدید بررسی کمیتهای عملکردی در سیستم دزیمتر فردی ترمولومینسانس سند IEC62387(2012) بوده که در آن مجموعه آزمونها و الزامات مورد نیاز برای بررسی صحت عملکرد یک سیستم دزیمتر فردی آمده است. این آزمونها در آزمایشگاه دزیمتری فردی مجتمع انجام شد و نتایج مربوط به آنها با سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تایید قرار گرفت.

کلمات کلیدی: (TLD Reader model 7200, TLD, Type Test)

مقدمه:

با توجه به ضوابط دریافت پروانه اشتغال دزیمتری فردی مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور و همچنین سند IEC 62387(2012) مجموعه آزمونهای نوعی (Type test) از جمله آزمون ضریب تغییرات کمیتهای دزیمتری، آزمون خطی بودن پاسخ دزیمتر فردی، آزمون انرژی و زاویه پاسخ سیستم دزیمتر فردی، آزمون تابش از زاویه جانبی بر دزیمتر انجام شد و نتایج مربوط به آنها با سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تایید قرار گرفت. همچنین محاسبات مربوط به عدم قطعیت سیستم دزیمتر فردی مربوط به هر کمیت محاسبه و در سیستم ثبت نتایج لحاظ گردید. در آزمایشگاه دزیمتر فردی مجتمع شهید رضایی نژاد از دستگاه قرائتگر TLD Reader 7200 ساخت کشور ایران و TLD مدل MTS-100, 2 element با کد (0110) ساخت شرکت RadCard لهستان استفاده می‌گردد. دزیمترهای مذکور دارای دو کریستال بوده که به ترتیب کمیتهای $H_p(10)$ و $H_p(0.07)$ را اندازه گیری می‌نمایند

۱- روش کار:

دزیمتر TLD از دو قسمت کارت حاوی کریستالهای TLD و بیج یا قاب تشکیل شده است. جنس کریستالهای دزیمتر فردی مدل MTS-100 از جنس $(LiF:Mg,Ti)$ می‌باشد که بر روی دو موقعیت بر روی TLD قرار گرفته است و با



استفاده از دزیمترهای معادل بافت و قرار دادن فیلترهای مناسب کمیت‌های دزیمتری فردی مانند دز مؤثر و دز پوست اندازه‌گیری می‌شود.

۱-۲ آزمونهای نوعی:

آزمون نوعی به منظور مشخص کردن کارکرد کلی سیستم دزیمتری تحت انواع تابشها و شرایط نگهداری انجام می‌شود. آزمون نوعی می‌تواند شامل بسیاری از مشخصه‌های پاسخ سیستم دزیمتری نظیر خطی بودن، بستگی پاسخ دزیمتر به زاویه و انرژی تابش شده و تابش به سطح دزیمتر از زاویه جانبی باشد [۱].

۲-۲ آزمون خطی بودن:

برای انجام این آزمون دزیمترهای مذکور باید، بر روی فانتوم نصب و در جهت مرجع ذکر شده، در ۷ گروه و با مقادیر دزهای 1، 2، 5، 10، 20، 50، 100 میلی سیورت توسط چشمه ^{137}CS با گامای قابل ردیابی در آزمایشگاه پرتودهی استاندارد ثانویه (SSDL) پرتودهی گردد. در هر گروه پرتودهی تعداد 5 دزیمتر دسته بندی شده است. برای هر دز C_i مقدار میانگین نشان داده شده \bar{G}_i و انحراف معیار S_i تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که $C_{r,0} = 5\text{msv}$ به عنوان گروه مرجع در نظر گرفته شده و $\bar{G}_{r,0}$ پاسخ آن می‌باشد. اگر نتایج آزمایش در نامساوی زیر صدق کند، بیان خواهد شد که به احتمال 95 درصد آزمون مورد تایید می‌باشد [۱].

$$0.91 - U_{C.com} \leq \left(\frac{\bar{G}_i}{\bar{G}_{r,0}} \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \right) \pm (U_{com} \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i}) \leq 1.11 + U_{C.com}$$

همچنین روابط زیر نیز برقرار می‌باشد: [۱]

$$U_{com} = \frac{\bar{G}_i}{\bar{G}_{r,0}} \sqrt{\left(\frac{I_{\bar{G}_i}}{\bar{G}_i} \right)^2 + \left(\frac{I_{\bar{G}_{r,0}}}{\bar{G}_{r,0}} \right)^2} \quad I_i = \frac{t_{n_i-1}}{\sqrt{n_i}} \times s$$

۳-۲ آزمون ضریب تغییرات: (Coefficient of variation)

این آزمون به منظور بررسی میزان تغییرات پاسخ می‌باشد که به همراه آزمون خطی بودن انجام می‌شود به طوری که میزان ضریب تغییرات در هر گروه تابش که با COV_i نمایش داده می‌شود برابر است با:

$$COV_i = \frac{S_i}{(\bar{G}_i)}$$

۴-۲ آزمون بستگی پاسخ دزیمتر به زاویه و انرژی تابش شده:



به منظور انجام آزمون پاسخ دزیتر به انرژی و زاویه برای کمیتهای کاربردی $H_p(0.07)$ و $H_p(10)$ تعداد ۱۲ عدد دزیتر (برای هر چشمه و با دو چشمه متفاوت) که درون بیج و از قبل در آزمایشگاه استاندارد ثانویه (SSDL) در دز مشخص (5mSv)، با دو چشمه ^{137}Cs و ^{60}Co تحت زوایای صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درجه پرتو دهی شده‌اند تهیه می‌نماییم. برای هر دز C_i مقدار میانگین نشان داده شده ی \overline{G}_i و انحراف معیار S_i تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که $C_{r,0} = 5\text{mSv}$ تحت زاویه صفر درجه به عنوان گروه مرجع در نظر گرفته شده و $\overline{G}_{r,0}$ پاسخ آن می باشد. اگر نتایج آزمایش در نامساوی زیر صدق کند، بیان خواهد شد که آزمون با احتمال ۹۵ درصد مورد تایید می باشد [۱].

$$0.71 - U_{C.com} \leq \left(\frac{\overline{G}_i}{\overline{G}_{r,0}} \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \right) \pm (U_{com} \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i}) \leq 1.67 + U_{C.com}$$

۲-۵- آزمون بستگی پاسخ دزیتر به تابش از زوایای جانبی:

به منظور انجام آزمون پاسخ دزیتر به تابش از زوایای جانبی برای کمیتهای کاربردی $H_p(0.07)$ و $H_p(10)$ تعداد ۱۲ عدد دزیتر (برای هر چشمه و با دو چشمه متفاوت) که درون بیج و از قبل در آزمایشگاه استاندارد ثانویه (SSDL) در دز مشخص (5mSv)، با دو چشمه ^{137}Cs و ^{60}Co تحت زوایای صفر، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ درجه پرتو دهی شده‌اند آماده می‌نماییم. برای هر دز C_i مقدار میانگین نشان داده شده ی \overline{G}_i و انحراف معیار S_i تعیین می‌گردد، اگر نتایج آزمایش در نامساوی زیر صدق کند، بیان خواهد شد که آزمون با احتمال ۹۵ درصد مورد تایید می باشد [۱].

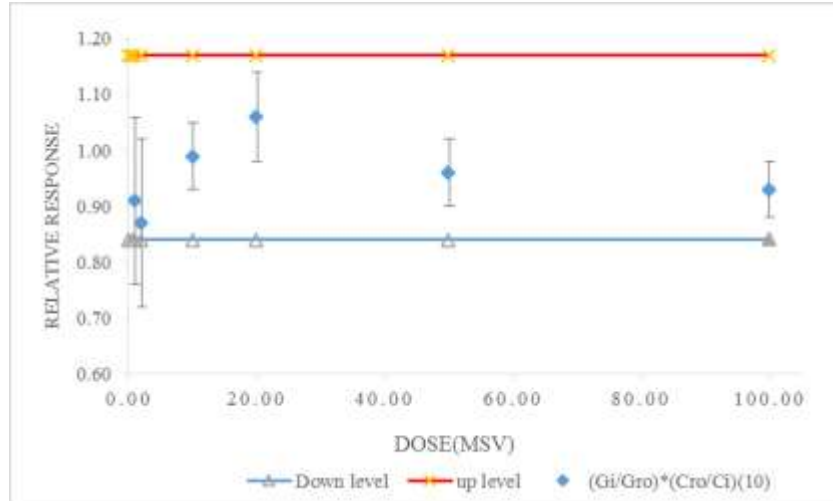
$$\frac{\overline{G}_{(\theta_{\max})}}{\overline{G}_{(0^\circ)}} + U_{COM} \leq 1.5 \quad \text{for } H_p(10)$$

۳- نتایج:

۳-۱- نتایج آزمون خطی بودن:

جدول ۱. نتایج محاسبات آزمون خطی بودن برای کمیتهای عملکردی $H_p(10)$ | چشمه ^{137}Cs

C_i	$\left(\frac{\overline{G}_i}{\overline{G}_{r,0}} \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \right)_{(10)}$	$\pm (U_{com} \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i})_{(10)}$	$0.91 - U_{C,com}$	$1.11 + U_{C,com}$
1	0.91	0.15	0.85	1.17
2	0.87	0.15	0.85	1.17
10	0.99	0.06	0.85	1.17
20	1.06	0.08	0.85	1.17
50	0.96	0.06	0.85	1.17
100	0.93	0.05	0.85	1.17

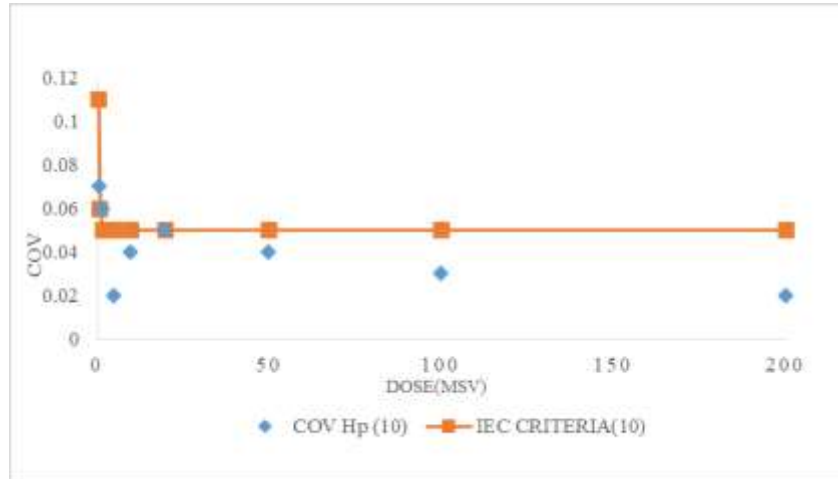


شکل ۱. منحنی خطی بودن برای کمیت عملکردی $H_p(10)$ در پرتوهای کارت با چشمه Cs-137

۲-۳- نتایج آزمون ضریب تغییرات:

جدول ۲. نتایج محاسبات آزمون ضریب تغییرات (CS-137)

C_i (msv)	COV $H_p(10)$	IEC CRITERIA $H_p(10)$
1	0.13	0.06
2	0.13	0.05
5	0.02	0.05
10	0.04	0.05
20	0.05	0.05
50	0.04	0.05
100	0.03	0.05
200	0.02	0.05

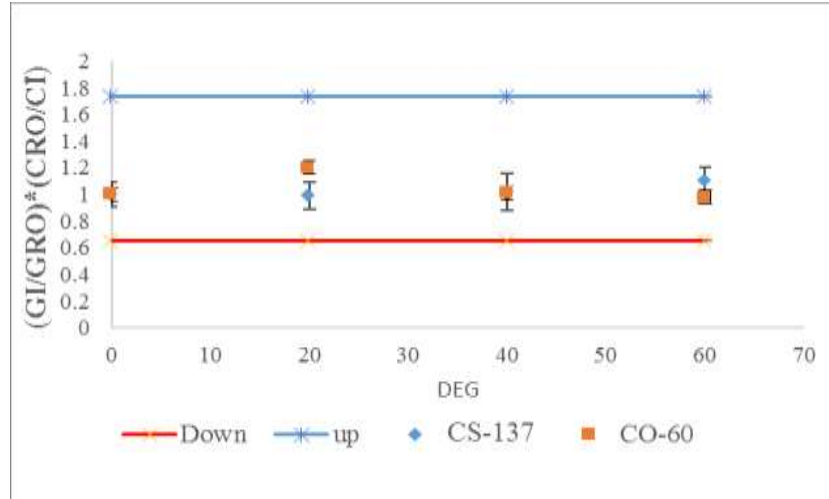


شکل ۲. منحنی ضریب تغییرات برای کمیت عملکردی $H_p(10)$ در پرتودهی کارت با چشمه Cs-137

۳-۳- نتایج آزمون بستگی پاسخ دزیمتر به زاویه و انرژی تابش شده:

جدول ۳. پاسخ شمارش دزیمترهای فردی پس از پرتودهی در گروه‌های مشخص با چشمه سزیم و کبالت

DEG	C_i (msv)	$(\frac{\bar{G}_i}{G_{r,0}} \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i})(10)$	$\pm(U_{com} \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i})(10)$	$0.71 - U_{C,com}$	$1.67 + U_{C,com}$
0	5	1	0.09	0.65	1.73
20	5	0.99	0.10	0.65	1.73
40	5	1.02	0.14	0.65	1.73
60	5	1.11	0.09	0.65	1.73
0	5	1	0.11	0.65	1.73
20	5	1.20	0.25	0.65	1.73
40	5	1.01	0.16	0.65	1.73
60	5	0.98	0.50	0.65	1.73

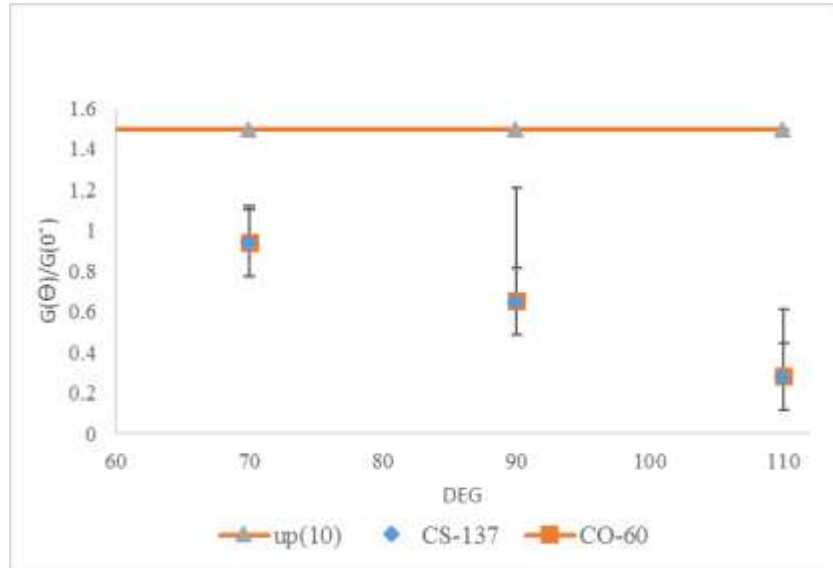


شکل ۳. منحنی بستگی زاویه ای برای کمیت عملکردی $H_p(10)$ در پرتوهای کارت با چشمه سزیم و کبالت

۳-۴- نتایج آزمون بستگی پاسخ دزیمتر به تابش از زوایای جانبی:

جدول ۴. نتایج آزمون بستگی پاسخ دزیمتر به تابش از زوایای جانبی برای کمیت $H_p(10)$ با استفاده از چشمه سزیم و کبالت

DEG	C_i (msv)	$\left(\frac{\overline{G}_\theta}{G_{0^\circ}}\right)(cs)$	$(U_{com})(cs)$	$\left(\frac{\overline{G}_\theta}{G_{0^\circ}}\right)(co)$	$(U_{com})(co)$	Up level
0	5	1	----	1	----	1.5
70	5	0.94	0.18	0.96	0.09	1.5
90	5	0.65	0.56	0.75	0.33	1.5
110	5	0.28	0.33	0.39	0.13	1.5



شکل ۴. منحنی آزمون پاسخ دزیمتر به تابش از زوایای جانبی برای کمیت $H_p(10)$ در پرتودهی با چشمه سزیم و کبالت

۴- بحث و نتیجه گیری :

در این مقاله ضمن تشریح روش انجام برخی از آزمون‌های نوعی که جنبه دزیمتری دارند با توجه میزان نسبی پاسخ بدست آمده سیستم دزیمتری مورد مطالعه، نتایج بدست آمده، الزامات لازم برای تایید در سطح اطمینان ۹۵ درصد را بر اساس استاندارد IEC62387 (2012) پوشش داده و آزمون‌های مورد نظر را با موفقیت گذرانده است. شایان ذکر است در مواردی که نتایج، خارج از بازه سطح اطمینان بوده در محاسبات مربوط به عدم قطعیت این آزمون‌ها مورد محاسبه قرار گرفته و در مقاله‌ای با عنوان محاسبه منابع موثر در عدم قطعیت سیستم دزیمتری فردی با دزیمتر ترمولومینسانس آورده شده است.

۵- مراجع:

- 1-IEC 62387-2012; Radiation protection instrumentation – Passive integrating dosimetry systems for personal and environmental monitoring of photon and beta radiation
- 2-Type testing a new personnel dosimetry system to IEC 62387, Ling Luo, Luis Benevides, Karen Streetz, Cassidy McKee, aThermo Fisher Scientific, Oakwood Village, Ohio, United State,2017
- 3-Energy and angular dependence of the personal dosimeter in use at ITN-DPRSN, Joao G. Alves*, Ana M. Calado, Joao V. Cardoso, Luis M. Santos,2008
- 4-TYPE TESTING OF MODEL 7200 AUTOMATIC TLD READER, M. Malek Mohammadi¹ and S. M. Hosseini Pooya, 3Iran Nuclear Regulatory Authority, Tehran, Iran,2016



بیست و ششمین کنفرانس هم‌تای ایران

۸۷۷ اسفندماه ۱۳۹۸ - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تهران

