نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران
شماره ۱۶، صفحه ۳۰ - ۲۷، ۱۳۷۷

مقایسه پاسخ برخی از دُزیمترهای ترمولومینسانس به پرتوهای گاما

منصور جعفری‌زاده
امور حفاظت در برابر اشعه
سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده

پاسخ دُزیمترهای ترمولومینسانس: LiF:Mg,Ti ، LiF:Mg,Cu,P ، CaF_2:Dy ، CaF_2:Tm ، CaF_2:Nat ، $CaSO_4$:Dy ، $CaSO_4$:Tm ، Al_2O_3:C و Mg_2SiO_4:Tb به پرتوهای گامای ^{60}Co در یک دز آزمایشی ۴/۰ گری از دو راه اندازه‌گیری ارتفاع و سطح زیر پیک مطالعه شده است. از میان دُزیمترهای مقایسه شده، دُزیمتر Mg_2SiO_4:Tb در هر دو روش اندازه‌گیری بیشترین حساسیت را نشان داده است.

همچنین، به منظور بررسی اثر پاسخ طیفی و کارآیی کوانتومی لامپهای تکثیرکننده مختلف بر حساسیت دُزیمتر، پاسخ‌های چهار نوع از این دُزیمترها به وسیله دو نوع قرائتگر نیز مقایسه شده است.

نتایج بدست آمده از این بررسی نشان می‌دهد که حساسیت دُزیمتر به ویژگیهای لامپ تکثیرکنندهٔ بکاررفته در قرائتگر TL بستگی قابل توجّهی دارد.

مقدمه

گزارشهای مختلفی تاکنون در ارتباط با مقایسه پاسخ دُزیمترهای ترمولومینسانس به پرتوهای گاما منتشر شده است [۳، ۲، ۱] بیشتر گزارشها بیانگر مقایسه حساسیت دو یا سه دُزیمتر است که حساسیت هر یک در مقایسه با دُزیمتر LiF:Mg,Ti (TLD_100) تبیین شده است.

به علت اختلافهایی که در پاسخ طیفی و کارآیی کوانتومی لامپهای تکثیرکننده در قرائتگرهای مختلف مشاهده می‌شود، ممکن است برای یک دُزیمتر نتایج متفاوتی انتشار یابد. علاوه براین نتایج حاصل از اندازه‌گیری نسبت ارتفاع پیک به سطح زیر آن، به علت تفاوت پهنای پیک در نصف ارتفاع، در دُزیمترهای مختلف متفاوت خواهد بود.

هدف اصلی از این مطالعه، مقایسه حساسیت متداولترین دُزیمترهای ترمولومینسانس نسبت به پرتوگاما و بررسی اثر دو نوع لامپ تکثیرکنندهٔ مختلف روی حساسیت دُزیمترها می‌باشد.

روش تجربی

ابتدا دُزیمترها را پیش از پرتودهی در کورهٔ آزمایشگاهی (Thermolyne مدل ۱۰۵۰۰) تحت عمل بازپخت استاندارد قرار داده‌ایم [۴]. به منظور ایجاد تعادل الکترونی به هنگام پرتودهی، دُزیمترها بین دولایه از جنس «معادل بافت»[1] به ضخامت ۴ mm قرار داده شده و بعد از

---

۱ - Tissue equivalent

پرتودهی، به منظور حذف پیکهای مربوط به دماهای پایین، پیش-گرمادهی مناسب روی آنها اعمال شده است. نام دُزیمترها با مشخصات مراحل بازپخت و پیش-گرمادهی در جدول ۱ درج شده است. اندازه‌گیریها به وسیله قرائتگر TL مجهز به لامپ تکثیرکنندهٔ EMI9824QB با حساسیت طیفی معادل لامپ S-11 انجام شده، و پاسخ TL دُزیمترها از دو راه اندازه‌گیری ارتفاع و سطح زیر پیک معیّن شده است.

در اندازه‌گیری ارتفاع پیک، گرمادهی بطور خطی با نرخ $5/9\,^{\circ}C\ s^{-1}$ و هنگام اندازه‌گیری سطح زیر پیک، گرمادهی بطور غیرخطی با نرخ متوسط $8\,^{\circ}C\ s^{-1}$ بوده است.

جدول ۱- حساسیت نسبی دُزیمترهای ترمولومینسانس نسبت به پرتو گاما

دُزیمترها	عمل بازپخت پیش از پرتودهی	عمل بازپخت بعد از پرتودهی	حساسیت TL نسبت به (TLD-100) LiF: Mg,Ti	
			ارتفاع پیک	سطح زیر پیک
LiF: Mg,Ti	۴۰۰ °C, ۱ hr. +۱۰۰°C, ۲hr.	۱۰۰ °C min , ۱۰	۱	۱
LiF:Mg, Cu,P	۲۴۰ °C,۱۰ min	۱۰۰ °C, ۱۰ min	۲۷	۲۹
CaF_2:Dy	۴۰۰ °C, ۱ hr.	۱۱۵ °C, ۲۰ min	۱۳	۳۳
CaF_2:Tm	۴۰۰ °C, ۱ hr.	۱۰۰ °C, ۱۰ min	۱/۲	۳/۶
CaF_2:Nat	۴۰۰ °C, ۱ hr.	۱۰۰ °C, ۲۰ mon.	۹	۱۲
$CaSO_4$:Dy	۴۰۰ °C, ۱ hr.	۱۰۰ °C, ۲۰ min.	۱۵	۲۳
$CaSO_4$:Tm	۴۰۰ °C, ۱ hr.	۱۰۰ °C, ۲۰ min.	۱۸	۲۸
Al_2O_3:C	۷۸۰ °C, ۱۵ min.	-----	۱۷	۲۳
Mg_2SiO_4:Tb	۵۰۰ °C, ۳ hr.	-----	۳۵	۵۶

چون حساسیت دُزیمتر LiF:Mg,Cu,P در دماهای بالا کاهش می‌یابد، اندازه‌گیری سطح زیر پیک آن به دمای $240 \pm 2\,^{\circ}C$ محدود شده است.

برای بررسی اثر لامپ تکثیرکنندهٔ مدل 9250B04 بر پاسخ دُزیمترها، چهار نوع از دُزیمترهای مورد مطالعه، با رعایت شرایط استاندارد مندرج در جدول ۱ آماده‌سازی شده و تحت تابش دز ۰/۴ Gy گامای ^{60}Co قرار گرفته‌اند و به وسیلهٔ قرائتگر «هارشا مدل ۴۰۰۰ مجهز به لامپ تکثیرکننده مدل 9250B04» با نرخ گرمادهی $3\,^{\circ}C\ s^{-1}$ خوانده شده‌اند. در کلیه مراحل اندازه‌گیری در هر بار قرائت، یک پیمانه از گرد دُزیمتری به جرم ۲۰ میلی‌گرم به‌کار رفته و پاسخ TL بر پایهٔ واحد دز تابشی بر واحد جرم دُزیمتر معیّن شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج اندازه‌گیری حساسیت نسبی دُزیمترها نشان می‌دهند که در هر دو مورد اندازه‌گیری ارتفاع و سطح زیر پیک، دُزیمتر Mg_2SiO_4:Tb بیشترین حساسیت را دارا

بوده است. نسبت حساسیت دُزیمتر $Al_2O_3:C$ به حساسیت دُزیمتر LiF:Mg,Ti (TLD-100) از طریق اندازه‌گیری ارتفاع پیک، ۱۷ و از راه اندازه‌گیری سطح زیر پیک ۲۳ بوده است. این اختلاف بیشتر به علت اثر فرونشانی حرارتی است که در اثر استفاده از نرخ گرمادهی بالا برای این دُزیمتر اتفاق می‌افتد [۵]. در مورد این دُزیمتر چنین گزارش شده است:

هنگامی که نرخ گرمادهی آن از $1^{\circ}C\ s^{-1}$ به $10^{\circ}C\ s^{-1}$ افزایش یابد حساسیت آن ۴/۵ برابر کم می‌شود.

نرخ گرمادهی مورد استفاده در این آزمایش، به هنگام اندازه‌گیری ارتفاع پیک $5/9^{\circ}C\ s^{-1}$ و هنگام اندازه‌گیری سطح زیر پیک بطور متوسط $8^{\circ}C\ s^{-1}$ بوده است.

نتیجه مقایسه حساسیت چهارنوع از دُزیمترهای مورد مطالعه بوسیله قرائتگر «هارشا مدل ۴۰۰۰» مجهز به لامپ تکثیرکنندهٔ مدل 9250B04 در جدول ۲ درج و با نتایج حاصل از آزمایش اول مقایسه شده است.

مقایسه نتایج ارائه شده در جدول ۲ با یکدیگر و با نتایج دیگران [۲]، نشان‌دهنده تفاوتهایی در مقادیر ارائه شده می‌باشد که عمدتا" ناشی از تفاوت پاسخ طیفی و کارآیی کوانتومی لامپهای تکثیرکننده قرائتگرهای مختلف است [۶]. در ضمن، خطاهای ناشی از دستگاههای اِعمال فرآیندهای بازپخت، پیش-گرمادهی، نرخ گرمادهی به هنگام قرائت و شکل دُزیمتر به صورت گرد یا تک‌بلور نیز در نتیجه اندازه‌گیری حساسیت بی‌تاثیر نیستند.

جدول ۲- مقایسهٔ حساسیت نسبی دُزیمترهای ترمولومینسانس به پرتوگامای ^{60}Co به وسیلهٔ دو نوع لامپ تکثیرکنندهٔ متفاوت

دُزیمتر	پاسخهای TL اندازه‌گیری شده به وسیله لامپ PM مدل EM19824QB		پاسخهای TL اندازه‌گیری شده به وسیله لامپ PM مدل 9250B04	
	ارتفاع پیک	سطح زیر پیک	ارتفاع پیک	سطح زیر پیک
LiF:Mg,Ti	۱	۱	۱	۱
CaF_2:Dy	۱۳	۳۳	۵	۹
CaF_2:Dy	۹	۱۲	۸	۱۰
$CaSO_4$:Dy	۱۵	۲۳	۵	۸

References

1. A.S. Pradhan, Thermoluminescence Dosimetry and its Applications. Radiat. Prot. Dosim. 1, 153-167 (1981).
2. S.W.S. Mckeever, (Editor), Thermoluminescence of solids. Cambridge University Press, Cambridge, p.218 (1985).
3. M. Prokic, and L. Botter-Jenson, Comparison of Main Thermoluminescence Properties of Some TL Dosimeters. Radiat. Prot. Dosim. 47,195-199 (1993)
4. Y. S. Horowitz, Thermoluminescence and Thermoluminescent dosimetry Vol. 1, CRC Press, Inc. Boca Raton Florida (1984).
5. M.S. Akselrod, V.S. Kortov, D.J. Kravetsky, and V.I. Gotlib, Highly sensitive Thermoluminescent Anion - Defective - Al_2O_3: C Single Cristal Detectors. Radiat. Prot. Dosim. 32, 15 (1990).
6. M. Prokic, Thermoluminescent Characteristics of Calcium Sulphate Solid Detectors. Radiat. Prot. Dosim. 37, 4 (1991).

A COMPARISON OF TL RESPONSES OF SOME COMMONLY USED TL DOSIMETERS RELATIVE TO GAMMA RAYS

M. Jafarizadeh
National Radiation Protection Department
Atomic Energy Organization of Iran

ABSTRACT

A Comparison of TL responses of some commonly used TL dosimeters such as LiF: Mg,Ti/ LiF:Mg,Cu,P/ CaF_2: Dy/CaF_2: Tm/CaF_2: Nat/$CaSo_4$: Dy/$CaSo_4$: Tm/ Al_2O_3: C and Mg_2Sio_4: Tb was done at a test dose of 0.4 Gy of ^{60}Co gamma rays. Effect of the two different models of the PM tubes on the results of the TL sensitivities was studied for some of the above dosimeters. It was concluded that among all the dosimeters studied, Mg_2Sio_4: Tb had the highest TL response for peak integration and height measurements and the discrepancies between the reported values for the sensitivities of the TL dosimeters are strongly due to the different spectral responses and quantum efficiencies of the PM tubes used in TLD readers.