مجله دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران (پیاورد سلامت)
دوره ۱۲ شماره ۳ مرداد و شهریور ۱۳۹۷، ۲۰۹-۲۰۱

مقاله پژوهشی

بررسی خصوصیات پایه ای دزیمتریک بلور کلسیم سولفید آلاییده شده با عناصر خاکی کمیاب به عنوان حساسه‌ی دزیمتر OSL

وحید چنگیزی[۱]، حسین صادقی[۲]، مریم علیزاده[۳]، عاطفه آقایی[۴]، محسن یزدانمهر[۴]

دریافت مقاله : دی ۱۳۹۶
پذیرش مقاله : اردیبهشت ۱۳۹۷

* نویسنده مسئول :
مریم علیزاده؛
دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

Email :
radiobiology1991@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: سیستم دزیمتری OSL (Optically Stimulated Luminescence) بر مبنای تحریک نوری از جمله سیستم‌هایی است که می‌تواند بسیاری از ملزومات مورد نیاز به منظور اهداف آشکارسازی و حفاظت در برابر تشعشعات را در حوزه پزشکی و فضایی فراهم کند. کلسیم سولفید یکی از مواد سولفید قلیایی خاکی است که می تواند در این سیستم به عنوان آشکارساز به کار برده شود. این پژوهش به منظور بررسی برخی ویژگی های بلور کلسیم سولفید آلاییده شده با عناصر خاکی کمیاب به عنوان حساسه دزیمتر OSL انجام شده است.

روش بررسی: در این پژوهش از شبیه سازی ترابرد پرتوها توسط کد شبیه سازی MCNP، میزان نرخ دز جذبی حاصل برای شروع آزمون های مشخصه یابی بلور کلسیم سولفید به کار گرفته شد. پس از ساخت قرص های کلسیم سولفید و انتخاب بهترین غلظت به کار رفته، آزمون های تعیین زمان انتظار خوانش آشکارساز، تکرارپذیری خوانش و خطی بودن پاسخ آشکار ساز انجام پذیرفت.

یافته ها: خوانش آشکارساز از زمان ۸ دقیقه به بعد، ثبات در سیگنال را نشان داد و تا ۳۰ دقیقه بررسی شد. تکرارپذیری مناسبی در محدوده‌ی آماری محاسبه شده دیده شد و در محدوده‌ی دزهای بین ۱۰۰ تا ۸۶۰ میلی گری، پاسخ دزیمتر به صورت خطی مشاهده گردید.

نتیجه گیری: مشاهدات و بررسی های آماری دلایل خوبی را برای استفاده از بلور کلسیم سولفید به عنوان ماده حساسه دزیمتر OSL نمایان می کند که در حوزه پزشکی و فضایی قابل استفاده خواهد بود.

واژه های کلیدی: OSL، کلسیم سولفید، دزیمتری

۱ استاد گروه علوم پرتوی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲ استادیار گروه فیزیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران
۳ کارشناس ارشد رادیوبیولوژی و حفاظت پرتوی، گروه علوم پرتوی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴ مربی گروه فیزیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]

مقدمه

سیستم دزیمتری OSL بر مبنای تحریک نوری از جمله سیستم‌های دزیمتری است که می‌تواند بسیاری از ملزومات مورد نیاز برای کاربردهای مختلف را برآورده سازد. این سیستم دزیمتری تقریباً از ۲۰ سال گذشته تا کنون در زمینه های مختلف مطرح بوده و با توجه به قابلیت‌های آن، ویرایش‌های متفاوتی از آن در سطح تجاری و فضایی توسعه یافته اند. امروزه تکنولوژی هسته ای تقریباً در تمامی حوزه های زندگی بشر، اعم از پزشکی، فضایی، کشاورزی، باستان شناسی و غیره وارد شده است. از جمله کاربردهای تکنولوژی هسته ای در زمینه‌ی علوم پزشکی می‌توان به رادیوتراپی، رادیولوژی و پزشکی هسته ای اشاره نمود، همچنین از کاربردهای دیگر آن، می‌توان انواع سیستمهای اندازه گیری در صنایع مختلف و کاربردهای محیطی و کشاورزی را نام برد. در مبحث دزیمتری پزشکی، بنا به کاربردهای مختلف مورد استفاده، مانند رادیولوژی تشخیصی، پرتو درمانی و جراحی پرتویی، پروتون درمانی و درمان با یونهای سنگین، شرایط مختلفی همچون میدان‌های تابشی متفاوت، میزان دز مورد استفاده متفاوت و غیره حاکم می باشد(۲و۱). در سال ۱۹۹۹، McKeever و Akselrod روی دزیمتری OSL برای کاربرد پزشکی کار کردند و بعد از آن نیز این تکنیک دزیمتری در زمینه پزشکی گسترش پیدا کرد و مورد توجه قرار گرفت. Huston و همکاران در سال ۲۰۰۱، اولین کاربرد گزارش شده‌ی OSL به عنوان ابزار دزیمتری برای اندازه گیری دز تابشی در رادیوتراپی را انجام دادند(۴و۳). همچنین از آشکارسازهای OSL به طور وسیع در دزیمتری شخصی و اندازه گیری با فانتوم استفاده می شود(۵).

از خصوصیات یک ماده‌ی لومینسانس مناسب می‌توان به حساسیت بالا در برابر تابش، بازده تحریک نوری بالا، عدد اتمی مؤثر پایین و عدم محوشدگی زیاد(یک سیگنال لومینسانس پایدار در دمای اتاق) اشاره نمود. منیزیم سولفید (Mgs)، کلسیم سولفید (CaS)، استرانسیم سولفید (SrS) آلاییده شده با عناصر خاکی کمیاب از قبیل Sm، Ce و Eu جزو اولین فسفرهای پیشنهاد شده برای کاربرد دزیمتری OSL می باشند. این مواد دارای حساسیت بالا در برابر تابش و بازده بالا در برابر تحریک اشعه مادون قرمز در طول موج حدود یک میکرون هستند، اما محوشدگی قابل توجه لومینسانس در دمای اتاق یکی از معایب اصلی آن می‌باشد. این فسفرها هم‌چنین عدد اتمی مؤثر خیلی بالایی دارند که منجر به وابستگی خیلی قوی آن‌ها به انرژی فوتون می‌شود و این مورد، برای استفاده در دزیمتری شخصی غیرقابل قبول است. در سال ۲۰۰۶، Yukihara و همکاران یک دزیمتری جمعی براساس دیود GaN p-i-n را به عنوان آشکارساز نوری بررسی کردند. در سال ۲۰۱۱ سیستم کوچک شده براساس OSL از مواد سولفیدی آلاییده شده با عناصر خاکی کمیاب (CaS,SrS) را با استفاده از منبع تحریک LED و فوتودیود GaAsP به عنوان آشکارساز توسعه دادند(۷و۶).

CaS یکی از مواد سولفید قلیایی خاکی است که بیشترین تحقیقات روی آن صورت گرفته است(۸). به دلیل داشتن دام های عمیق دارای پتانسیل کاربرد در زمینه دزیمتری تابشی است(۹). CaS یک نیم رسانا با گاف انرژی پهن است به همین جهت قادر به همسازی با آلاینده‌های مختلف می‌باشد(۱۱و۱۰). همچنین نور گسیل شده از آن با تغییر آلاینده ها بر گستره‌ی وسیعی از طیف مرئی منطبق می‌شود(۱۲).

مطالعات تئوری و مبانی نظری تکنیک دزیمتری نوری OSL در گروه فیزیک بهداشت و رشد بلور دانشگاه صنعتی مالک اشتر شاهین‌شهر، تقریبا از سال ۱۳۸۸ آغاز شد و بعد از طی مراحل نظری، تحقیقاتی به منظور طراحی و ساخت نسخه‌ی اولیه آزمایشگاهی سیستم دزیمتری OSL انجام و امکان‌سنجی شد. این سیستم، به روش بازتابی و با استفاده از فیبر نوری و برای بلور Al_2O_3 طراحی و ساخته شده بود و پاسخ سیستم با استفاده از اسیلوسکوپ نمایش داده و ثبت می گردید. در نهایت ساخت و تست عملکرد و پاسخ این نسخه‌ی آزمایشگاهی در سال ۱۳۹۰ با موفقیت به انجام رسید.

در مرحله بعد، سیستم خوانش‌گر و ثبت کننده سیگنال OSL با امکان نمونه‌برداری حداقل ۲ میلی‌ثانیه طراحی و در سال ۱۳۹۱ اجرا شد که امکان ثبت داده‌ها و نمایش همزمان نمودار OSL را با دقت قابل قبول فراهم می‌نمود(۱۳).

در این پژوهش، پس از سنتز بلور کلسیم سولفید آلاییده با عناصر سریوم (Ce) و ساماریوم (Sm)، اقدام به ساخت قرص های نازک از اپوکسی رزین کرده و پس از آزمون برای انتخاب غلظت بهینه‌ی قرص ها، با استفاده از نتایج شبیه سازی با کد شبیه سازی MCNP، اقدام به بررسی خصوصیات پایه ای ماده‌ی کلسیم سولفید به عنوان حساسه دزیمتر OSL شد.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]

جستجو برای یافتن مواد لومینسانس بهتر، جهت کاربردهای مختلف، تلاشی بی پایان است. تعداد زیادی نانوبلور لومینسانس اکسیدی و سولفیدی وجود دارد و بسیاری را می توان با تشکیل یک ترکیب از شبکه میزبان به دست آورد. سولفیدهای قلیایی خاکی به عنوان مواد فسفری بسیار عالی برای مدت طولانی شناخته شده‌اند(۱۱).

مواد ذخیره ساز انرژی که به تازگی مطرح شده اند موادی هستند که می توانند نور تحریکی فرابنفش را در خود ذخیره کرده و سپس توسط نور مادون قرمز (IR)، نور قابل مشاهده ای را از راه فرایند ترکیب الکترون و حفره های به دام افتاده رها کنند. ماده‌ی کلسیم سولفید آلاییده با سریم و ساماریم (CaS:Ce,Sm) دارای قابلیت ذخیره سازی انرژی با به دام انداختن الکترون است که تحقیقات زیادی روی آن صورت گرفته است. این ماده با وجود گاف انرژی پهنی که دارد قادر به همسان سازی با انواع ناخالصی ها بوده و می تواند تمام طیف های قابل مشاهده را بسازد. این ماده قابلیت های خوبی مانند زمان پاسخ دهی کوتاه به مادون قرمز، دامنه‌ی پاسخ دهی به مادون قرمز در حد ۰/۸ تا ۱/۵ میکرون را داراست و دامنه‌ی تبدیل کوانتومی ۶۶ درصد را شامل می شود(۱۵و۱۴).

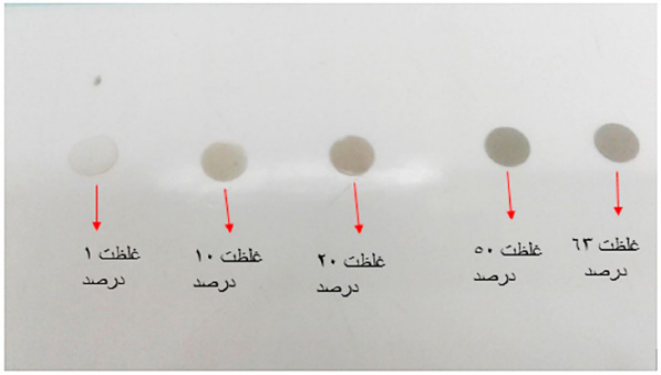
در این پژوهش با استفاده از سیستم دزیمتری در دسترس و با توجه به امکانات موجود، به انجام چند آزمون مشخصه یابی دزیمتری روی بلور آلاییده شده CaS که به کمک اپوکسی رزین به شکل قرص های نازک درآمد، پرداخته شد. در انجام این آزمون ها، ابتدا با طی چند مرحله، موفق به ساخت قرص های نازک کلسیم سولفید با غلظت نسبی نسبتاً بالا شده و در مرحله‌ی بعد پس از مشخص نمودن بهترین غلظت ساخته شده، به انجام سایر آزمون ها پرداخته شد.

روش بررسی

سیستم آزمایشگاهی دزیمتر OSL شامل دو بخش می باشد: اول سیستم خوانش که منبع نوری از نوع لیزر دیود با طول موج تحریکی ۹۸۰ نانومتر در محدوده‌ی طول موج IR است و دوم خوانشگر که شامل قسمت های گوناگون از قبیل آشکارساز، منبع تغذیه و شمارنده است. در سیستم خوانشگر از لامپ فتومولتی پلایرتیوب (PMT)، (شرکت Electron Tube و مدل ۹۲۳۵B)، استفاده شده است. این نوع PMT دارای قطر تقریباً ۵۱/۵ mm و ارتفاعی در حدود ۱۴۰ mm می باشد. لازم به ذکر است که به دلیل حساسیت PMT، اتاقی که آزمایشهای دزیمتری در آن صورت می گیرد باید تاریک باشد تا باعث تداخل فرکانسهای ناخواسته در روند اندازه گیری سیگنالها نگردد. لامپ PMT توسط دو رابط به منبع ولتاژ بالا (HV) و شمارنده اتصال می یابد. در این پژوهش کاربردی، به منظور مطالعه‌ی دقیق‌تر ماده‌ی مورد آزمون، قرص هایی از کلسیم سولفیدآلاییده با آلاینده های سریم (Ce) و ساماریم (Sm) به کمک اپوکسی رزین در ۵ غلظت نسبی ساخته شد. قرص های ساخته شده شامل غلظت های نسبی ۱ درصد، ۱۰ درصد، ۲۰ درصد، ۵۰ درصد و ۶۳ درصد CaS:Ce,Sm بودند. در مرحله اول به منظور مشخص کردن بهترین غلظت برای انجام آزمون ها، از هر غلظت نسبی ساخته شده، ۳ نمونه با ضخامت و جرم یکسان انتخاب شده و با شرایط یکسان توسط پرتو ایکس در مدت زمان ۲ دقیقه، تابش دهی شدند. بلور CaS;Ce,Sm توسط پنس و با دقت در محل قرارگیری نمونه که در سیستم طراحی شده است قرار گرفته و در فاصله‌ی ۳۰ سانتی متری از کولیماتور جای می‌گرفت. در این پژوهش از ۱۰ میلی متر آلومینیم به عنوان حفاظ سیستم استفاده شد که آن هم در جای مخصوص خود چسبانده شده و مماس با کولیماتور قرار می‌گرفت.

بعد از تنظیم ولتاژ و جریان و زمان تابش دهی، پرتودهی به نمونه صورت گرفته و پس از اتمام کار، نمونه را در محیط تاریک و با پنس به دقت از محل خود خارج کرده و داخل جعبه‌ی سیاه رنگ قرار داده و به اتاقی که سیستم OSL در آنجا قرار دارد منتقل می‌شد. پس از این مرحله، قرص ها با دقت به سیستم دزیمتری OSL منتقل شده و خوانش شدند. پس از روشن شدن لیزر و باز شدن شاتر متصل به آن، نور تحریکی IR به نمونه برخورد کرده و نور خروجی از کلسیم سولفید در محدوده‌ی طول موج سبز تولید می شود. این نور وارد PMT شده و پس از تقویت توسط آن و تبدیل به سیگنال الکتریکی، وارد شمارنده و سپس نرم افزار شمارنده می شود. سیگنال OSL توسط نرم افزار متصل به سیستم خوانشگر به صورت یک نمودار تصاعدی، قابل مشاهده خواهد بود. سیگنال تمامی نمونه ها به همراه سیگنال زمینه‌ی آن ها پس از خوانش، ذخیره شده و پردازش شدند. سپس با استفاده از میانگین سیگنال های به دست آمده، نموداری به منظور مقایسه سیگنال ۵ نمونه غلظت رسم شد و با مقایسه داده های حاصل، غلظتی که بهترین سیگنال را داشته به عنوان بهترین غلظت، انتخاب شد.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]



شکل ۱: قرص های اپوکسی رزین با غلظت های مختلف از CaS:Ce,Sm

شکل ۱، نمونه های ساخته شده از پودر کلسیم سولفید آلاییده با سریم (Ce) و ساماریم (Sm) را در ۵ غلظت نسبی از این ماده، نمایش می دهد.

• اندازه گیری زمان انتظار خوانش سیگنال

چند نمونه‌ی مشابه از بهترین غلظت ساخته شده با جرم و ضخامت یکسان، انتخاب و با شرایط یکسان تابش دهی شدند. سپس ثبات سیگنال در زمان های گوناگون از ۱/۵ دقیقه تا ۳۰ دقیقه در آن ها بررسی گردید.

• بررسی تکرارپذیری خوانش آشکارساز

۳ نمونه با جرم و ضخامت یکسان انتخاب شده و هر کدام، ۵ مرتبه با شرایط یکسان تابش دهی شدند و در نهایت ۱۵ سیگنال خوانش شده به دست آمده و مورد ارزیابی واقع شد.

• بررسی خطی بودن سیگنال خوانش شده آشکارساز

به منظور ارزیابی خطی بودن تابع پاسخ دزیمتر، نیاز است که دزیمتر در یک میدان پرتویی کالیبره شده ارزیابی شود. اما کالیبره کردن میدان پرتویی تیوب اشعه ایکس ۴۰kV بسیار مشکل است. بنابراین یک راه جایگزین برای ارزیابی منحنی پاسخ-دز، استفاده از روشهای محاسباتی برای محاسبه دز رسیده به نمونه در هر مرحله از پرتودهی است. به این منظور از دو روش همزمان استفاده شد. روش اول استفاده از داده های نرم افزارRad Pro Calculator و روش دوم شبیه سازی کل فرایند پرتودهی شامل تیوب اشعه ایکس، پنجره خروجی اشعه ایکس، حفاظ کاهنده دز و نمونه کلسیم سولفات توسط کد مونت کارلوی MCNP بود. بر اساس نتایج به دست آمده از این دو روش در هر مرحله از فرایند پرتودهی میزان دز جذبی مطلق رسیده به نمونه محاسبه و سپس منحنی پاسخ-دز رسم شد.

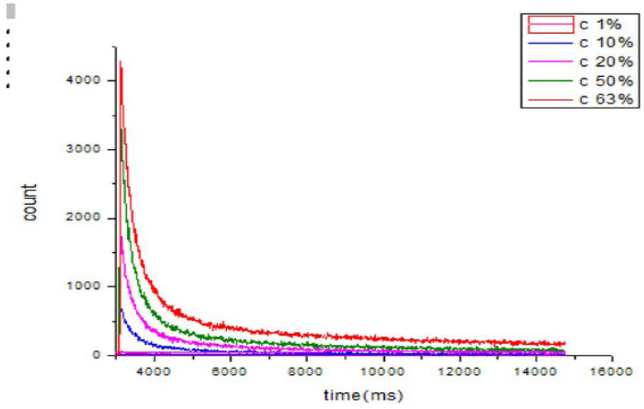
به کمک نتایج حاصل از شبیه سازی و در محدوده‌ی دزهای تشخیصی۱۰۰ تا ۸۶۰ میلی گری انجام شده و نمونه مورد آزمون در هر دز تابشی، ۵ مرتبه خوانش شد. تمامی آزمون ها با شرایط تابش دهی ۴۰ کیلو ولت، جریان ۲۵ میلی آمپر و در فاصله ۳۰ سانتی متری نمونه از سر تیوپ اشعه ایکس همراه با حفاظ ۱۰ میلی متری آلومینیم که در کالیبراسیون پرتو ایکس به کار برده شده بود صورت گرفت. مقایسه داده ها با استفاده از میانگین ۵ خوانش در هر دز تابشی، انجام پذیرفت.

پردازش تمامی داده ها توسط نرم افزار ORIGIN انجام شده و ارزیابی داده ها در محدوده اطمینان P<۰/۰۵صورت گرفت.

یافته ها

• بهترین غلظت ساخته شده از کلسیم سولفید

با مقایسه‌ی سیگنال های حاصل از ۵ غلظت مختلف، مشخص شد که غلظت ۶۳ درصد، بیشترین سیگنال را داشته و به عنوان بهترین غلظت ساخته شده، انتخاب شد.



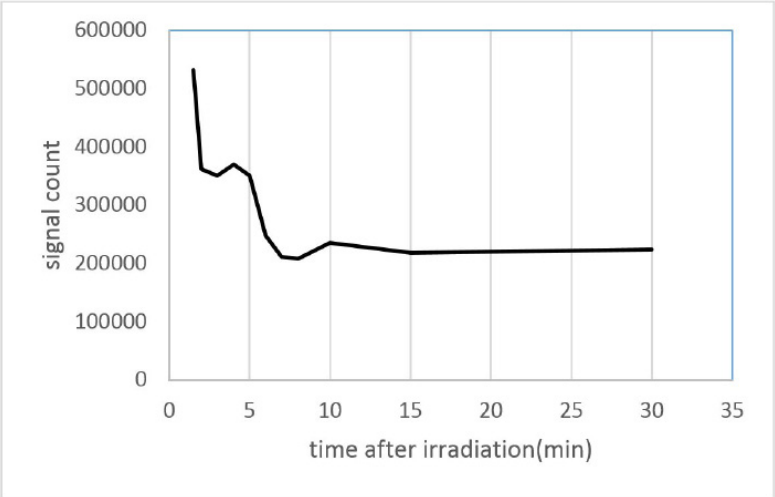
نمودار ۱: مقایسه‌ی سیگنال های حاصل از غلظت های مختلف کلسیم سولفید در شرایط تابش دهی یکسان

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]

نمودار ۱، نشان می دهد که در زمان های یکسان، هرچه غلظت نسبی کلسیم سولفید بیشتر بوده است، سیگنال بهتری از آشکارساز دریافت و ثبت شده است.

• **آزمون تعیین زمان انتظار**

در این آزمون بعد از ۸ دقیقه، ثبات در سیگنال خروجی در غلظت ٪۶۳ مشاهده شد و این ثبات تا ۳۰ دقیقه مورد بررسی قرارگرفت که در نمودار ۲، این تغییرات نمایش داده شده است.



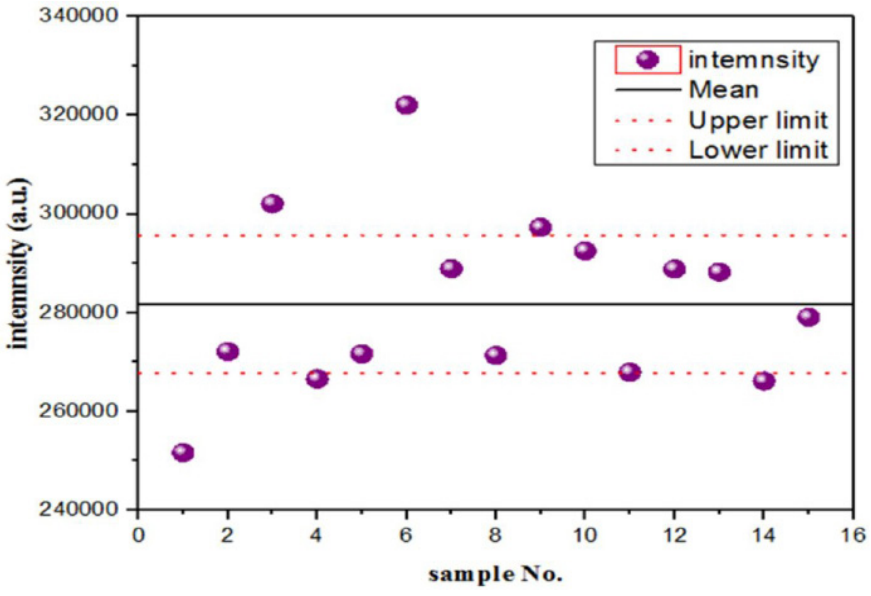
نمودار ۲: تغییرات سیگنال در زمان های انتظار مختلف پس از تابش دهی کلسیم سولفید

• **آزمون تکرارپذیری خوانش آشکارساز**

در این آزمون، ۱۵ خوانش صورت گرفته و پس از بررسی های آماری، مشخص شد که ۳ خوانش سیگنال خارج از محدوده‌ی قابل قبول، وجود داشته و سایر اندازه گیری ها در محدوده‌ی آماری قابل قبول بوده است. جدول ۱، حدهای بالا و پایین اندازه گیری، میانگین و تعداد اندازه گیری های صورت گرفته را در محدوده‌ی اطمینان ۹۵ درصد آماری نشان می دهد.

جدول ۱: بررسی آماری صحت سیگنال های شمارش شده در آزمون تکرارپذیری خوانش کلسیم سولفید در محدوده‌ی ۹۵ درصد اطمینان

تعداد اندازه گیری	میانگین اندازه گیری ها	حد پایین اندازه گیری	حد بالای اندازه گیری	نیم‌پهنای بازه اطمینان	انحراف معیار
۱۵	۲۸۱۷۸۱	۲۶۷۸۰۵	۲۹۵۷۵۷	۱۳۹۷۵	۱۷۱۷۰



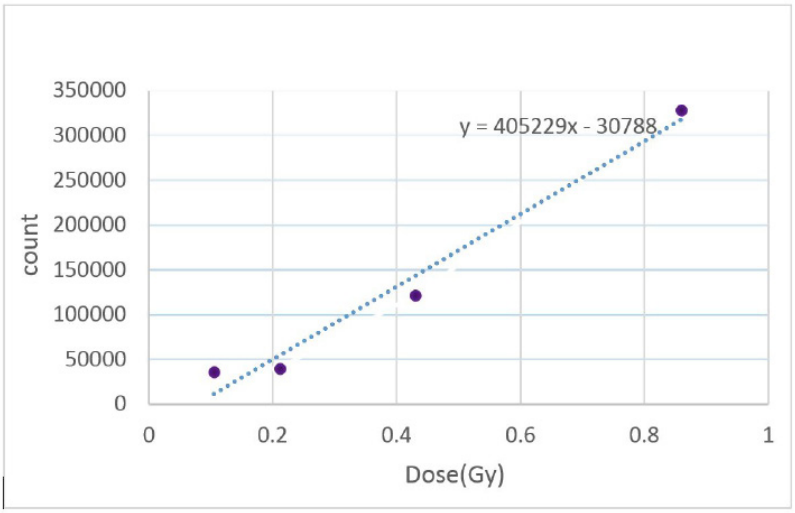
نمودار ۳: تکرار پذیری پاسخ حساسه در ۱۵ خوانش

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]

نمودار ۳، خوانش های صورت گرفته از آشکارساز را نمایش می دهد و همان گونه که مشاهده می شود فقط ۳ خوانش خارج از محدوده‌ی آماری تعیین شده بوده و بنابراین اندازه گیری ها در محدوده‌ی ۹۵ درصد اطمینان، قابل قبول می باشد.

• آزمون خطی بودن پاسخ آشکارساز

در این آزمون پاسخ خطی در محدوده‌ی دزهای تشخیصی ۱۰۰ میلی گری تا ۸۶۰ میلی گری مشاهده شد. نمودار ۴، سیگنال های مشاهده شده در ۴ دز جذبی مورد بررسی را نشان داده و معادله‌ی خطی آنها نوشته شده است.



نمودار ۴: بررسی خطی بودن پاسخ حساسه

در نمودار ۴، بهترین خط راست توسط رگرسیون خطی کشیده شده است و معادله‌ی خطی مربوط به نمودار، به دست آمده است. همان گونه که مشاهده می شود، نمودار در محدوده‌ی دزهای تشخیصی ۱۰۰ میلی گری تا ۸۶۰ میلی گری با میزان انحراف معیار قابل قبول حاصل از خطای آزمایش، تقریبا خطی است.

بحث

امروزه تکنولوژی حساسه های OSL در محیط‌های مختلف از بیمارستان ها تا ایستگاههای بین المللی فضایی به کار برده می شوند. اولین استفاده از این تکنولوژی در زمین شناسی و رسوب بود و به طور کلی کاربردهای جدیدتری در زمینه های فردی، محیطی ، فضایی و پزشکی دارد(۱۶).

مقدار ماده‌ی مورد استفاده در این پژوهش، با توجه به محدودیت پودر کلسیم سولفید در حد ۰/۲ گرم موجود بوده و با توجه به این مقدار، به منظور مقایسه سیگنال های حاصل از غلظت های مختلف ماده، توسط یک روش ابتکاری که برای اولین بار صورت پذیرفت، با محاسبه جرم ماده برای هر غلظت نسبی و محاسبه‌ی میزان رزین مورد استفاده، قرص هایی از کلسیم سولفید آلاییده با سریم (Ce) و ساماریم (Sm) موجود در آزمایشگاه، ساخته شد. این قرص ها به منظور چند آزمون که امکان انجام آن ها وجود داشت، مورد استفاده قرار گرفته و نتایجشان بررسی گردید؛ که با توجه به بررسی های صورت گرفته، کلسیم سولفید آلاییده شده با غلظت ۶۳ درصد، بیشترین سیگنال و بالاترین حساسیت را نسبت به دز تابش دهی شده اشعه ایکس از خود نشان داد.

در آزمایشی که در سال ۲۰۰۷ انجام شد، یک دزیمتر OSL را با مقدار ۱۰۰ cGy تابش دهی کرده و سیگنال حاصل از خوانش دزیمتر، در زمان‌های مختلف(۴۵ ثانیه تا ۳۶۰۰ دقیقه)، اندازه‌گیری و به مقدار اولین خوانش نرمالیزه گردید. نتایج به دست آمده، وجود سیگنال گذرایی را نشان می دهد که در چند دقیقه پس از تابش دهی دزیمتر OSL کاهش پیدا می‌کند(۱۷). بنابراین برای خوانش دزیمتر OSL، پس از پایان تابش‌دهی ۸ تا ۱۵ دقیقه منتظر مانده و بعد خوانش را شروع می‌کنیم که به این تأخیر در خوانش، زمان انتظار گفته می‌شود. دزیمترهای OSL معمولاً پس از تابش‌دهی، در تاریکی و در پوشش ضدنور نگه‌داری می‌شوند.

این آزمون همچنین در سال ۲۰۱۰ نیز توسط Hu به کارگیری چهار دزیمتر انجام گردید. این دزیمترها توسط یک تک دز ۵۰۰ Gy با پرتوهای X، با انرژی MeV۶ تابش‌دهی شدند. پس از تابش‌دهی، دزیمترهای OSL در فواصل منظم، هر ۳۰ دقیقه یک‌بار، تا ۴/۵ ساعت

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]

پس از تابش‌دهی خوانش شدند. نتایج همه‌ی خوانش ها در مقایسه با دومین ساعت، بازخوانی و محاسبه شده است. این نتایج، کاهش قابل توجهی را در چهار اندازه‌گیری اول نشان می‌دهد و پس از دو ساعت اول، خوانش‌ها با عدم قطعیت اندازه‌گیری ٪۰/۵ ثابت شدند. سیگنال ذخیره شده نیز کاهش کمی را در دو ساعت اول نشان می‌دهد اما به نظر می رسد که بعد از آن تقریباً ثابت می‌شود(۱۸). در این پژوهش، آزمون تعیین زمان انتظار نشان داد که برای خوانش سیگنال OSL، حداقل ۸ دقیقه لازم است تا سیگنال های ناشی از فتولومینسانس، رادیولومینسانس و ... حذف شده و تنها سیگنال OSL خوانش شود.

یک آشکارساز ایده‌آل در یک میدان تابشی معین باید شامل سیگنالی باشد که روی محدوده‌ی پهنی از دز، دارای پاسخ و با دز جذب شده تابشی به صورت خطی متناسب باشد، در غیر این صورت باید از فاکتورهای تصحیح غیرخطی یا چند جمله‌ای مرتبه بالا استفاده نمود. خطی بودن منحنی پاسخ-دز و محدوده‌ی دینامیکی، به حساسیت و ویژگی‌های فیزیکی دزیمتر مربوط می‌شود. اندازه‌گیری‌ها در این آزمون به انرژی و نوع پرتو بستگی دارد. نشان داده شده است که برای دزهای پایین، رفتار عمومی بیشتر موادOSL یک رابطه خطی بین سیگنال و دز جذب شده را نشان می‌دهد و برای دزهای بالاتر، مراکز گیراندازی به حالت اشباع رفته و پاسخ آشکارساز(سیگنال بر دز) از حالت خطی منحرف و به صورت بالاتر از حالت خطی(Supralinear) و یا پایین‌تر از حالت خطی (Sublinear) در می‌آید(۶). که در این پژوهش، آزمون خطی بودن پاسخ دهی، روند خطی مناسبی را در دامنه دزهای تابش شده، نشان داد. همچنین سیگنال در دزهای تشخیصی در محدوده‌ی ۱۰۰ میلی گری تا ۸۶۰ میلی گری بررسی شد و رفتار خطی در این دامنه از دز مشاهده گردید اما با توجه به محدودیت انرژی دستگاه ایکس تابشی در این پژوهش که در حد کیلوولتاژ بود، بررسی دزهای جذبی بالاتر و بررسی خطی بودن پاسخ دهی میسر نشد.

در آزمونی که توسط Hu، در سال ۲۰۱۰ انجام گرفت از دو نوع دزیمتر، تک المانی و چهار المانی در انجام آزمایش‌ها استفاده شد. دزیمترهای دسته اول که با پرتو X تشخیصی ۸۰ KVp به میزان دز ۵۰، ۰ و ۱۰۰ سانتی گری برای دزیمترهای تک المانی و به میزان دز ۰ ، ۵۰ و ۵۰۰ سانتی گری برای دزیمترهای چهار المانی توسط شرکت لانداور تابش‌دهی و ارایه شده بودند. دسته‌ی دوم در محل موردنظر، تحت میزان دز تابشی معلوم ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ و ۸۰۰ سانتی گری با استفاده از یک شتاب دهنده‌ی خطی مورد تابش‌دهی قرار گرفتند. سپس هر دزیمتر از پیش تابش‌دهی شده، به تعداد ۳، ۵ و ۷ بار پس از تک تابش‌دهی خوانش و متوسط‌گیری شده و دزیمترهای تابش‌دهی شده در محل آزمون، روی ۵ خوانش متوالی میانگین‌گیری شدند تا تکرار پذیری آن ها بررسی شود. با دقت در نتایج، مشاهده شد که خوانش‌ها با تابش‌دهی پایین، دارای انحراف‌معیار بالاتری نسبت به تابش‌دهی‌های با شدت بالاتر می‌باشد(۱۸). در این پژوهش، آزمون تکرارپذیری خوانش، با بررسی ۳ نمونه و تکرار ۵ مرتبه ای هرکدام صورت گرفت و نتایج به دست آمده، تکرارپذیری قابل قبولی را در محدوده‌ی آماری پذیرفته شده نشان داد. بنابراین ماده‌ی مورد بررسی قابلیت خوبی در بازخوانی سیگنال داشته و بنابراین می تواند بدون تغییر چشمگیر در نمایش دز جذبی چندین بار بازخوانی شود.

نتیجه گیری

مشاهدات و بررسی های آماری انجام شده در این مطالعه دلایل خوبی را برای استفاده از کلسیم سولفید با غلظت ٪۶۳ به عنوان ماده‌ی حساسه‌ی دزیمتر OSL نمایان ساخت. به دلیل برخی ویژگی های برتر OSL از جمله: کوچک بودن اندازه‌ی دزیمتر، عدم تداخلات الکترومغناطیسی با توجه به خوانش آن به صورت نوری و همچنین دوام دزیمتر و ویژگی های مورد بررسی آن در این پژوهش از جمله: خطی بودن پاسخ آشکارساز، تکرارپذیری خوانش و ثبات سیگنال در زمان کوتاه، می تواند به عنوان ابزاری مناسب در حوزه‌ی تشخیصی و درمانی در پزشکی و همچنین در حوزه کاربردهای فضایی مورد استفاده قرارگیرد. با توجه به نتایج به دست آمده، بررسی وابستگی پاسخ آشکارساز کلسیم سولفید به انرژی به وسیله انرژی های بالاتر در محدوده‌ی مگاولتاژ لازم بوده و همچنین روش هایی به منظور تولید قرص های کلسیم سولفید با غلظت بهینه طراحی شده تا ارتباط بین غلظت ماده‌ی مورد بررسی و سیگنال حاصل، به طور دقیق مقایسه شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه با عنوان((شبیه سازی ترابرد پرتوهای هسته ای ومشخصه یابی بلور کلسیم سولفید آلاییده شده با عناصر خاکی کمیاب به عنوان حساسه دزیمتر OSL)) به شماره ثبت

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]

۲۸۰۳۲۵ در مقطع کارشناسی ارشد رادیوبیولوژی، گروه علوم پرتوی دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران می باشد. از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش یاری رسانده اند به ویژه گروه فیزیک بهداشت دانشگاه صنعتی مالک اشتر، سپاسگزاری می شود.

منابع

1. Akselrod MS, Kortov VS, Kravetsky DJ & Gotlib VL. Highly sensitive thermoluminescent anion-defective Alpha-Al203: C single crystal detectors. Radiation Protection Dosimetry 1990; 32(1): 15-20.

2. Oliveira LC, Yukihara EG & Baffa O. MgO: Li, Ce, Sm as a high-sensitivity material for optically stimulated luminescence dosimetry. Scientific Reports 2016; 6(1): 243-48.

3. McKeever SWS & Akselrod MS. Radiation Dosimetry using Pulsed Optically Stimulated Luminescence of Al2O3:C. Radiation Protection Dosimetry 1999; 84(1-4): 317-20.

4. Huston AL, Justus BL, Falkenstein PL, Miller RW, Ning H & Altemus R. Remote optical fiber dosimetry. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 2001; 184(1-2): 55-67.

5. Sadel M, Høye EM, Skyt PS, Muren LP, Petersen JBB & Balling P. Three-dimensional radiation dosimetry based on optically-stimulated luminescence. Available at: http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/847/1/012044/pdf. 2017.

6. Aghaei A. Propertion of OSL dosimeter reader and proposal plan for OSL dosimetry system calibration [Thesis in Persian]. Tafresh: Tafresh University; 2012.

7. Yukihara EG, Sawakuchi GO, Guduru S, McKeever SW, Gaza R, Benton ER, et al. Application of the optically stimulated luminescence (OSL) technique in space dosimetry. Radiation Measurements 2006; 41(9-10): 1126-35.

8. Yukihara EG & McKeever SW. Optically stimulated luminescence: Fundamentals and applications. USA: John Wiley & Sons; 2011: 203-19.

9. Bøtter-Jensen L, McKeever SWS & Wintle AG. Optically stimulated luminescence dosimetry. Netherlands: Elsevier; 2003: 119-30.

10. Sharma G, Lochab S & Singh N. Investigation of thermoluminescence characteristics of CaSrS: Ce nanophosphors. Physica B: Condensed Matter 2010; 405(21): 4526-9.

11. Keir PD, Wager JF, Clark BL, Li D & Keszler DA. Alkali metal coactivators in SrS: Cu, F thin-film electroluminescent devices. Applied physics letters 1999; 75(10): 1398-400.

12. Pandey R & Sivaraman S. Spectroscopic properties of defects in alkaline-earth sulfides. Journal of Physics and Chemistry of Solids 1991; 52(1): 211-25.

13. McKeever SWS. Thermoluminescence of solids. United Kingdom: Cambridge University Press; 2011: 234-7.

14. Lapraz D, Prévost H, Idri K, Angellier G & Dusseau L. On the PL, TSL and OSL properties of SrS: Ce, Sm phosphor. Physica Status Solidi (A) 2006; 203(15): 3793-800.

15. Yazdanmehr M, Sadeghi H, Tehrani MK, Hashemifar SJ & Mahdavi M. Effects of nanostructuring on luminescence properties of SrS: Ce, Sm phosphor: An experimental and phenomenological study. Optical Materials 2018; 75(1): 304-13.

16. Kumar A & Chaudhary V. Time resolved emission studies of Ag-adenine-templated Cds (Ag/Cds) nanohybrids. Nanotechnology 2009; 20(9): 9570.

17. Jursinic PA. Characterization of optically stimulated luminescent dosimeters, OSLDs, for clinical dosimetric measurements. Medical physics 2007; 34(12): 4594-604.

18. Hu B. Optically stimulated luminescence and its applications in radiation therapy dosimetry [Thesis]. Australia: University of Wollongong; 2010.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]

Evaluation of the Basic Dosimetric Properties of Calcium Sulfide Crystals with Rare Earth Elements as a Sensor of OSL Dosimeter

Vahid Changizi[1] (Ph.D.) - Hossein Sadeghi[2] (Ph.D.) - Maryam Alizadeh[3] (M.S.) - Atefeh Aghaei[4] (M.S.) - Mohsen Yazdanmehr[4] (M.S.)

1 Professor, Radiation Sciences Department, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2 Assistant Professor, Physics Department, School of Physics Sciences, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran

3 Master of Science in Radiobiology & Radiation Protection, Radiation Sciences Depertment, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4 Instructor, Physics Department, School of Physics Sciences, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract

Received: Dec 2017

Accepted: Apr 2018

Background and Aim: Today, OSL (Optically Stimulated Luminescence) dosimetry system based on optical stimulation, includes systems that can meet many requirements for radiation protection in the field of medicine and space. The Calcium Sulfide (CaS) is one of the earth's alkaline sulfide materials which can be used as a detector in this system. In this research, some of the dosimetry properties of CaS doped with Cerium, (Ce), and Samarium, (Sm) elements were investigated as OSL dosimeter sensor.

Materials and Methods: First, attenuation of x-rays through the sensors were analyzed and the absorbed dose rate was evaluated using MCNP code. After calcium sulfide tablets were fabricated and their concentration optimized, the maximum waiting time prior to readout was obtained. In addition, the repeatability and linear response of the detector were determined as a function of CaS concentration.

Results: Eight minutes after radiation exposure of detectors, the detection output signals became stable. This stability was monitored for at least 30 minutes after irradiation. The repeatability in measurements was observed within the dose ranges of 100 to 860 mGy. The dosimeter response was observed linear over this dose ranges.

Conclusion: According to the above-observed results and statistical evaluations, one can conclude that the CaS:Ce,Sm crystal is a proper sensor for OSL dosimeter systems in medicine and space studies.

Keywords: OSL, CaS, Dosimetery

*** Corresponding Author:**
Alizadeh M
Email:
radiobiology1991@gmail.com

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2024-07-02]