



انجمن هسته‌ای ایران



اصفهان، دانشگاه اصفهان، ۱۶ و ۱۷ اسفندماه ۱۳۸۵



دانشگاه اصفهان

ساخت دزیمتر ترمولومینسانس کلسیم فلوراید و بررسی منحنی درخشنده‌گی، حساسیت و تأثیر ناخالصی Dy در آن

مهدى غلام پور^{*}، علی رضا معینی، جعفر قبصى، غضنفر میر جليلی، لیلا شکاری، ارژنگ شاهور

دانشگاه يزد، دانشكده فيزيك (يزد)

سازمان انرژی اتمی، مرکز پرتو فرايند يزد (تفت)

سازمان انرژی اتمی، مرکز کشاورزی و پژوهشی هسته‌ای، بخش آزمایشگاه دزیمتری استاندارد (SSDL) (کرج)

دانشگاه تربیت مدرس، دانشكده علوم، گروه فيزيك (تهران)

چکیده

کلسیم فلوراید^۱ قرص شده را تحت تابش گاما از چشمeh کیالت^۲ قرار دادیم و بلافاصله شدت نور دهی توسط دستگاه قرائت گر TLD قرائت شد، قله هایی درخشنده‌گی^۳ تقریباً در دماهای ۱۰۰، ۱۷۰، ۲۶۰ و ۳۷۰ درجه سانتیگراد مشاهده شده، قله درخشنده‌گی اصلی در دمای ۲۶۰ درجه سانتیگراد قرار دارد. می‌توان با کالیبره کردن (بر اساس ارتفاع قله)، از این قرص های CaF_2 به عنوان دزیمتر ترمولومینسانس TLD در سنجش دز هنگاه پرتو دهی ها استفاده نمود. در این پژوهش حساسیت کلسیم فلوراید و تأثیر ناخالصی دیسپروسیم (Dy) برآن بررسی شد و که با ترکیب ۲ mol% CaF_2 بیشترین حساسیت مشاهده شد.

کلمات کلیدی : کلسیم فلوراید، ترمولومینسانس^۴، قله درخشنده‌گی، قرائت گر^۵ TLD، CaF_2

مقدمه

نور دهی بر اثر تحریک گرمایی (TL) مبحث بسیار بزرگی در دزیمتری^۶ پرتوها به شمار می‌رود. دز به کمک نور ساطع شده از تحریک گرمایی ماده اندازه گیری می‌شود. مواد مختلفی دارای این خصوصیت هستند، یکی از این مواد کلسیم فلوراید (CaF_2) است. ماده ترمولومینسانس کلسیم فلوراید هم به صورت طبیعی در طبیعت یافت می‌شود وهم به صورت تجاری خرید و فروش می‌شود. تحقیقاتی

1-Calcium Fluoride 2-⁶⁰Co Source 3- Glow Curve 4 – ThermoLuminescence 5 -TLD Reader 6 - Dosimetry

*mahdi.gholampoor@gmail.com

Tel: ۰۲۱-۷۷۵۴۷۱۲۲

روی ماده ترمولومینسانس کلسیم فلوراید طبیعی انجام گرفته است. موضوع اصلی تحقیق ما ساخت و بررسی قله درخشندگی ماده کلسیم فلوراید (CaF_2) خریداری شده است.

تحقیقات زیادی روی کلسیم فلوراید طبیعی موجود در طبیعت به علت بالا بون حساسیت، انجام گرفته است. خصوصیات ماده دزیمتری کلسیم فلوراید طبیعی محو شدگی^۷، قله درخشندگی، باز پخت^۸، پاسخ دز^۹ به پرتو گاما توسط مک‌کیور، موسکوچ و تاویند^{۱۰} [۱] مورد بحث قرار گرفته است.

بررسی روی ماده کلسیم فلوراید با درصد ترکیب فلورور به کلسیم $48/67: 51/33$ توسط ونکر^{۱۱} [۲] نیز انجام شده است. پاسخ به دز پرتو الکترون توسط منریکو و آنگولو^{۱۲} [۳] طول موج های گسیلی قله های درخشندگی ماده کلسیم فلوراید طبیعی یافت شده در معدن های مادرید اسپانیا بررسی شده است. مقایسه ای روی خاصیت دزیمتری محیطی و شخصی $\text{CaF}_2:\text{NaCl}$ و $\text{TLD}-100$ توسط جیومارس^{۱۳} [۴] انجام گرفته است. روی خاصیت نوردهی این ماده طبیعی و پیچیده بودن محو شدگی توسط اگاندار^{۱۴} [۵] تحقیقاتی شده است.

روش کار

پودر کلسیم فلوراید (شکل ۱) و دیسپروسیم مورد استفاده در این تحقیق از شرکت آلمانی مرک^{۱۵} تهیه شده است. Dy را با درصد های متفاوت به صورت فیزیکی با کلسیم فلوراید ترکیب کردیم. با طراحی و تهیه یک قالب از جنس فولادخشک (شکل ۲) این ماده ها را توسط دستگاه پرس سرد که ساخت کشور انگلیس است و تا فشار ۱۵ تن قابل تنظیم است، تبدیل به قرص شدند.



شکل ۲- قالب فولادی تهیه شده برای قرص کردن پودر ها.

شکل ۱- ماده پوردری CaF_2 .

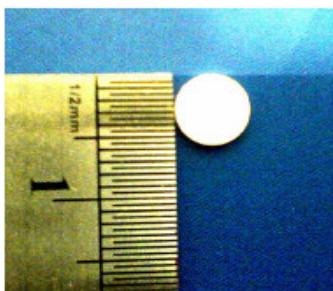
7-Fading 8-Annealing 9-Dose response 10-McKeever,Moscovitch and Townsend (1995) 11-S.Vynckier
12-Manrique, angulo (2006) 13- Giumaraes(2003) 14 - Ogundare(2004) 15- Merk

آنالیز قرص توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی FEM ساخت شرکت فیلیپس هلند مدل XL30 مجهز به سیستم آنالیز EDAX انجام شد. قرص های تهیه شده را تحت دماهای متفاوت در کوره قرار دادیم و محکم شدن قرص ها را بررسی کردیم، کوره استفاده شده در این تحقیق تا دمای ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد و آهنگ گرم کردن از ۲۰ تا ۱۰۰ درجه و خطای ۲۰ درجه قابل تنظیم و ساخت ایران است. در مرحله بعد قرص های کوره شده را در معرض پرتو چشمی گاما (γ -Co) قرار دادیم چشمی گاما (γ -Co) مدل V9 Picker ساخت آمریکا که در 80 cm ، 37 Gy/min . دز تابش می کند. سپس قرص ها توسط قرائت گر TLD که ساخت کشور مجارستان است خوانده شد. کلیه فرمان های قرائت گر TLD از طریق کامپیوتر قابل تنظیم است و قابلیت اجرای برنامه حرارتی دارد. در قسمت ثبت منحنی درخشنده با آهنگ کم کردن ۱ تا ۲۰ درجه سانتیگراد در هر ثانیه می توان برنامه ریزی کرد.

نوع TLD هایی که دستگاه می تواند سرویس دهی کند قرص ، میله ای و پودر است. سپس بعد از قرائت، قرص ها را برای استفاده دوباره توسط کوره فرایند باز پخت را انجام دادیم. کوره مورد استفاده در این پژوهش ۲ لیتری، المتنی، ساخت ایران، تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد قابل تنظیم است.

نتایج

در صد وزنی فلوئور به کلسیم ۴۰/۲۳:۵۷/۳۷ است که ۹۷/۶٪ وزن ماده راتشکیل می دهد درصداتمی آنها ۵۹/۱۵:۳۹/۰۴:۹۸/۱۹٪ که اتمهای ماده متعلق به آنهاست و دیگر عنصر های موجود در ماده شامل درصد کمی سدیم، مس، آلمونیم و پتاسیم است، که در جدول ۱ میزان ناخالصی این عناصر داده شده است. در ماده مورد تحقیق به هیچ میزانی آهن و سریم وجود ندارد در صورتی که با آنالیز کلسیم فلوراید طبیعی [۲] صدها میکروگرم در گرم از این دو ماده وجود دارد که در ماده مورد تحقیق اثری از این دو ماده وجود ندارد . قطر قرصهای تهیه شده ۶ میلیمتر(شکل ۳) و ضخامت آن ۰/۹ میلیمتر و وزن آنها ۰/۵۵۵ گرم است.



عنصر	درصد وزنی	درصد اتمی
F	۴۰/۲۳	۵۹/۱۵
Ca	۵۷/۳۷	۳۹/۰۴
Na	۰/۶۱	۰/۴۱
Sr	۰/۳	۰/۰۹
Cr	۰/۱۱	۰/۰۶
Al	۰/۹۹	۱/۰۲
Cu	۰/۳۸	۰/۲۲

جدول ۱- درصد وزنی و اتمی ماده مورد تحقیق. شکل ۳- قرص و قطر قرص CaF_2 تهیه شده نشان داده شده است.

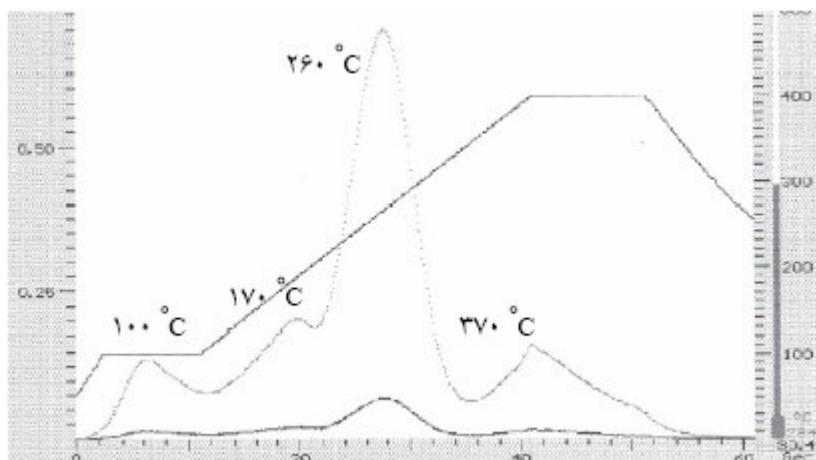
مدت زمان(ساعت)	آهنگ گرم شدن دما (انتیگراد)	کاهش وزن(درصد)
2	800	40
1	800	50
1	900	50
1	700	50
1	700	30

جدول ۲- تاثیر دما و آهنگ گرم شدن بر کاهش وزن.

فرص ها را ۴ دقیقه یعنی تقریبا $1/5 \text{ Gy}$ ^{60}Co پرتو گاما (Co⁶⁰) دادیم و بلا فاصله با قرائت گر TLD آنها را خواندیم در ابتدا قرائت گر TLD را بدینگونه تنظیم کردیم: با پیش گرمادهی ۱۰ ثانیه ۱۰۰ درجه سانتیگراد ، با آهنگ گرم کردن ۱۰ درجه سانتیگراد بر ثانیه تا ۴۰۰ درجه، بعد گرما دهی ۱۰ ثانیه ۴۰۰ درجه و آهنگ سرد کردن ۱۰ درجه بر ثانیه در مجموع ۶۱ ثانیه قرائت طول می کشید. قله درخشندگی بدست آمده در شکل ۴ نشان داده شده است.

قله های درخشندگی مشاهده شده کلسیم فلوراید تقریبا در دماهای ۱۰۰، ۱۷۰، ۲۶۰ و ۳۷۰ درجه سانتیگراد قرار دارند سه قله اول که در مقاله ای [۳] برای کلسیم فلوراید طبیعی به ترتیب دماهای ۱۱۵، ۲۰۵، ۳۱۰ درجه سانتیگراد و در مرجعی دیگر [۱] دماهای ۱۱۰، ۲۰۰ و ۳۱۰ درجه سانتیگراد گزارش شده است، قله اصلی این ماده در 260°C قرار دارد که 260°C نیز گزارش [۴] شده است.

با مقایسه آنها، تفاوت کلسیم فلوراید مورد مطالعه با کلسیم فلوراید طبیعی مشخص می شود و می توان وجود ناخالصی در کلسیم فلوراید طبیعی (آهن و سریم) را دلیل بالاتر رفتن قله درخشندگی کلسیم فلوراید طبیعی در نظر گرفت. البته نداشتن شرایط آزمایشگاهی کاملا استاندارد بی تاثیر نیست.

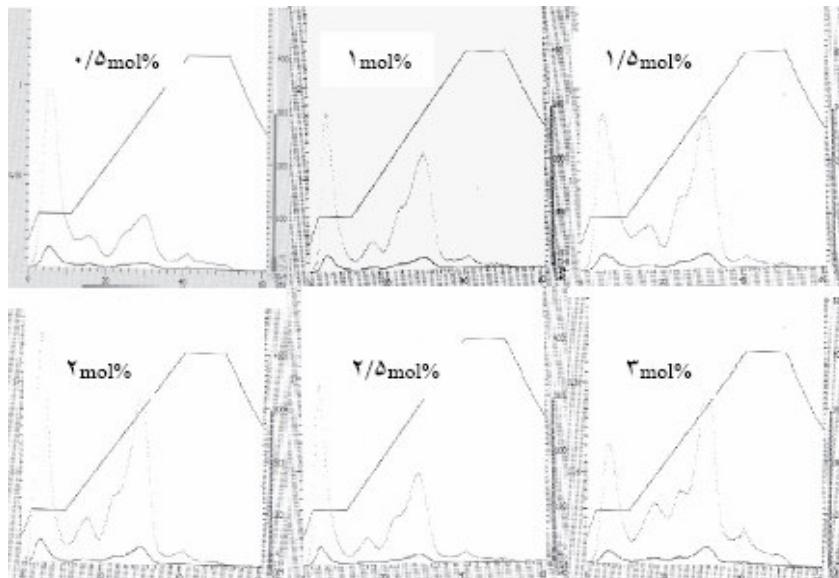
شکل ۴- قله درخشندگی اصلی کلسیم فلوراید تقریبا در 260°C قرار دارد آهنگ گرم کردن $10^{\circ}\text{C}/\text{S}$ در 100°C .

میزان تبخیر در دماهای متفاوت را بررسی کردیم در دمای ۹۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد حدود ۲ درصد تبخیر شد که قابل چشم پوشی است بهترین دما و مدت زمان، ۸۰۰ درجه سانتیگراد و ۲ ساعت برای سیستر شدن بود که قرص ها به خوبی سخت و محکم می شدند.

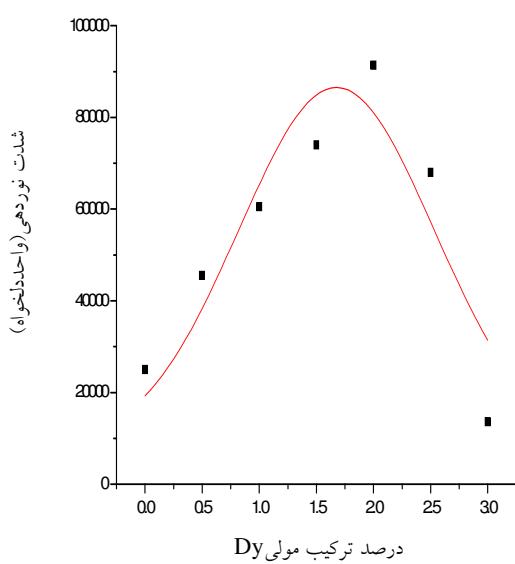
حساسیت S برابر است با سطح زیر نمودار (cont) که توسط قرائت گر داده می‌شود، تقسیم برداز داده شده

$$S = \frac{Cont}{Dose} = \frac{25071}{1.5} = 16714$$

همزمان با مراحل بالا Dy را با کلسیم فلوراید ترکیب کرده و باهمان شرایط قرص‌ها را ساخته و پرتو دهی کردیم. با ترکیب mol% ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ به کلسیم فلوراید حساسیت قرص‌ها تا ۲ mol% بیشتر شده و به بیشترین مقدار میرسد (شکل ۵) سپس به شدت کاهش می‌یابد به طوری که در ترکیب ۳ mol% ۳ کمتر از کلسیم فلوراید ترکیب نشده، شدت نوردهی دارد. که در نمودار ۱ به خوبی مشخص شده است.



شکل ۵- منحنی درخشندگی
برحسب میزان ترکیب
متغیر کلسیم فلوراید با
. Dy



نمودار ۱- تغییر شدت نوردهی بر اثر تغییر غلظت Dy.

درصد ترکیب Dy	Dose	Cont	حساسیت (S)
۰/۵	۱/۵	۴۵۵۲۱	۳۰۳۴۷
۱	۱/۵	۶۰۵۵۱	۴۰۳۶۷
۱/۵	۱/۵	۷۴۰۲۱	۴۹۳۴۷
۲	۱/۵	۹۱۳۴۲	۶۰۸۹۴
۲/۵	۱/۵	۶۸۰۱۸	۴۵۳۴۵
۳	۱/۵	۱۳۵۷۱	۹۰۴۷

جدول ۳- حساسیت کلسیم فلوراید ترکیب شده با Dy.

حساسیت برای کلسیم فلوراید ترکیب شده با Dy به صورت جدول ۳ است.
بعد از قرائت قرص‌ها، آنها را در کوره در دمای C^{400} به مدت ۲۰ دقیقه قرار دادیم تا فرایند باز پخت صورت گیرد سپس در دمای اتاق ($30^{\circ}C$) قرار دادیم تا سرد شود. بعد از انجام این فرایند قرص‌ها دوباره قابل پرتودهی و استفاده می‌شدند.

بحث و نتیجه گیری

با مشاهده قله درخشندگی کلسیم فلوراید (شکل ۴) تقریباً در دماهای ۱۰۰، ۱۷۰، ۲۶۰ و ۳۷۰ درجه سانتیگراد، نتیجه می‌شود که تغییر در درصد ترکیب فلوئور و کلسیم باعث تغییر در دمای قله درخشندگی شده است، عدم وجود بعضی از ناخالصی‌ها مثل آهن و سریم ممکن است دلیل دیگر پایین ترآمدن قله‌های درخشندگی باشد. همان طور که در نمودار و جدول مشاهده می‌شود ترکیب ۲ mol% بیشترین حساسیت و شدت نوردهی را دارد.

سپاسگزاری

در پایان از آقای دکتر گرجی و آقایان مهندس منصوری و غفوری و پارسائیان و شفائی و خانم‌ها مهندس میرزا جانی که در تهیه و انجام این پژوهش مرا یاری کردند تشکر می‌نمایم.

مراجع

- [1]- S.W.S.McKEEVER,M. MOSCIVITCH, P.D.TOWNSEND, "THERMOLUMINESCENCE DOSIMETRY MATERIALS: PROPERTIES AND USES", Nuclear Technology Publishing, ashford,kent, (1995)74-79,109-111.
- [2]- prof.S.Vynckier, "Fundamentals of radiation dosimetry RDTH 3120", UCL, Brussels
- [3]-J.Manrique, S.Angulo, M.P.Pardo, R.Gastesi, A.Dela Cruz, A.Perez, "Termoluminescence spectra of natural CaF_2 irradiated by 10 Mev electrons", Radiation Measurements 41 (2006) 145-153.
- [4]-C.C.Guimaraes, E.Okuno, "Blind performance testing of personal and environmental dosimeters based on TLD-100 and natural $CaF_2:NaCl$ ", Radiation Measurements 37 (2003) 127-132.
- [5]- Ogundare, F.O., Balogun, F.A., Hussain, L.A., Kinetic characterization of the thermoluminescence of natural uorite. Radiat. Meas. 38 (2004) 281–286.



انجمن هسته‌ای ایران



اصفهان، دانشگاه اصفهان، ۱۶ و ۱۷ اسفندماه ۱۳۸۵



دانشگاه اصفهان

شماره: ۱۴۰۸/۸/۸۵
تاریخ: ۱۴۰۸/۸/۸۵
پیوست:

بسمه تعالیٰ



دییر محترم کارگروه علمی کنفرانس هسته‌ای ایران

با سلام

احتراماً به استحضار می‌رساند که مقاله با عنوان^{*} ساخت
دریمتر ترمولیمنسانس کلسیم فلوراید و بررسی منحنی
درخشندگی، حساسیت و تاثیر ناخالصی Dy در آن^{*} حاصل
تحقیق آقای مهدی غلامپور در پژوهه کارشناسی ارشد ایشان تحت
راهنمایی اینجانب می‌باشد.

استاد راهنمای
دکتر جعفر قیصری

بزد: صنایع - دانشگاه بزد
صندوق پستی ۸۹۱۹۵-۷۲۱
تلفن: ۰۳۵۱-۸۲۱۱۶۷۰-۹
نمبر: ۰۳۵۱-۸۲۱۰۶۶۶

Science@yazduni.ac.ir