

۱۶۰۵ شماره ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

ساخت و بررسی خواص اپتیکی و سوسوزنی نانوذرات سولفید روی آلیایده با سریم

مجیری فروشانی، روح اله*^(۱) - رضانی مقدم آرانی، احمد^(۱) - زین العابدینی مقدم، مونا^(۱)

^(۱) دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک، گروه فیزیک هسته‌ای

چکیده:

در این تحقیق نانوذرات سولفید روی آلیایده با سریم و بدون ناخالصی به روش هیدروترمال به منظور آشکارسازی پرتو آلفا تولید شدند. ساختار، مورفولوژی و خواص اپتیکی نمونه‌های تهیه شده بوسیله طیف نگاری پراش پرتو ایکس (XRD)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و اسپکتروفلوریمتری (PL) تعیین شده‌اند. همچنین خاصیت سوسوزنی نانوذرات تولید شده تحت تابش پرتو آلفا و با استفاده از لامپ تکثیر کننده فوتونی (PMT) و تجهیزات مناسب برای تبدیل تپ ولتاژ تولیدی در PMT به شمارش، مورد بررسی قرار گرفت. دو نمونه با یکدیگر و نمونه‌های شناخته شده قبلی مقایسه شدند که تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: نانوذرات، هیدروترمال، سوسوزن، آشکارساز

مقدمه:

با توجه به توسعه فناوری هسته‌ای در کشورمان و لزوم آشکارسازی و اندازه‌گیری انواع تابش‌های هسته‌ای وجود آشکارسازهای هسته‌ای امری ضروری است. به دلیل مشکلات پیش‌رو در تهیه آشکارسازها از جمله هزینه تولید بالا، وجود تحریم‌ها و غیره لزوم دستیابی به روش‌های ساده و ارزان قیمت برای تهیه آشکارسازهای متداول فیزیک هسته‌ای احساس می‌شود. یکی از موضوعات مهم در زمینه آشکارسازی تابش‌ها تحقیق بر روی موادی با تفکیک انرژی بالاست که بتوان آنها را در ابعاد بزرگ تولید و در دمای اتاق استفاده نمود. یکی از آشکارسازهای پرکاربرد در این زمینه سوسوزن‌ها می‌باشند. تاکنون برای دستیابی به سوسوزنی با این ویژگی‌ها بیشتر بر روی تک بلورهای غیرآلی تمرکز شده بود [1,2] که دارای مشکلاتی از قبیل هزینه تولید بالا، فرآیند دشوار تولید، شکنندگی و محدودیت در ابعاد و شکل تک بلور است. لذا تحقیق بر روی نسل جدیدی از سوسوزن‌ها آغاز گردید که با تولید همان سوسوزن‌های شناخته شده در ابعاد نانومتر و سپس پخش آن در بستری شفاف آشکارساز مورد نظر فراهم می‌گردد [3,4]. با کاهش ابعاد ذرات پراکندگی نوری کاهش می‌یابد به گونه‌ای که در ابعاد کمتر از ۱۰ نانومتر بیشترین طول میرایی نوری حاصل می‌گردد.

۱۶ و ۱۷ شهریور ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

شود [5]. همچنین با کاهش ابعاد ذرات بازده سو سوزنی افزایش می یابد که ناشی از افزایش سطح مقطع برهمکنش و همچنین ایجاد اختلاف بیشتر میان طیف فوتولومینسانس برانگیختگی و تابش نسبت به بالک ماده می باشد [6]. در میان تعداد اندک ترکیبات نیمرسانا، روی سولفید (ZnS) به علت دارا بودن گاف نواری پهن (3.7 eV در دمای اتاق) و همچنین انرژی بالای نوار برانگیختگی (حدود 40 MeV) و فلورسانس قوی به عنوان یکی از بهترین مواد شناخته شده برای این منظور می باشد. همچنین سولفید روی دارای کاربردهای فراوانی در زمینه های مختلف از جمله لامپ های فرابنفش، دیودهای تابشی، دستگاههای الکترو لومینسانس، پنجره های مادون قرمز، سلول های خورشیدی، لیزر، حسگرها و نمایشگرها می باشد [7].

روش کار :

سولفید روی بدون ناخالصی و همچنین با ناخالصی سریم (0.5 مول درصد) با استفاده از روش هیدروترمال ساخته شدند. در این سنتز از استات روی $[Zn(Ac)_2]$ ، تیوره $[CSN_2H_4]$ و $CeNO_3$ به عنوان مواد اولیه استفاده شده که از شرکت مرک آلمان تهیه شده اند. (0.25 M, 50 ml) محلول آبی استات روی تهیه و سپس (0.001 M, 30ml) محلول آبی سریم نیترات به منظور ورود ناخالصی به محلول استات روی اضافه گردید و در نهایت محلول آبی تیوره (0.5 M, 50 ml) به صورت قطره قطره به محلول فوق که شدیداً در حال هم خوردن توسط همزن مغناطیسی بود اضافه گردید و برای حدود 30 دقیقه مخلوط شدند. سپس محلول شفاف بدست آمده داخل اتوکلاو قرار داده شد و برای مدت 15 ساعت داخل آون با دمای 150 درجه سانتی گراد نگهداری شد و پس از اتمام سنتز به صورت طبیعی تا دمای محیط خنک شد. پس از اتمام این مراحل، مواد مورد نظر چندین بار با آب مقطر و اتانول خالص جهت حذف مواد اضافی شسته شد و برای مدت 2 ساعت در دمای 90 درجه سانتیگراد خشک گردید.

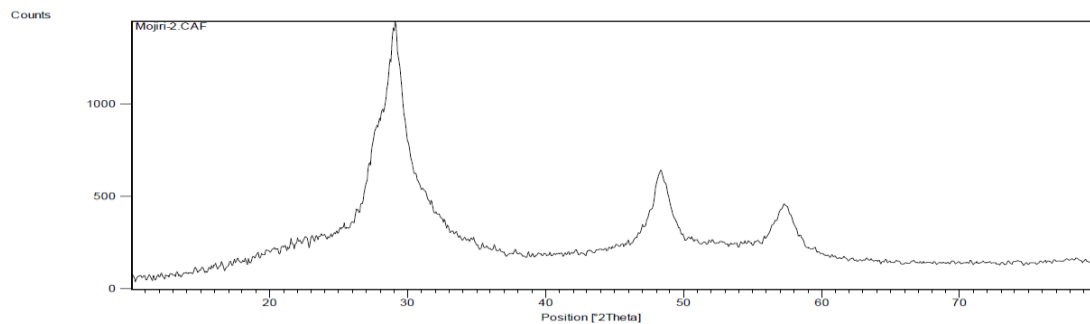
نتایج :

شکل 1 و 2 نمودار پراش اشعه X (XRD) نمونه ها را نشان می دهد که با توجه به قله های نمودار تشکیل ساختار ZnS در نمونه ها تایید می شود. همچنین بر اساس این الگو نمونه ها دارای ساختار مکعبی می باشند. میانگین اندازه کریستالیت ها توسط رابطه دبی-شرر محاسبه می گردد:

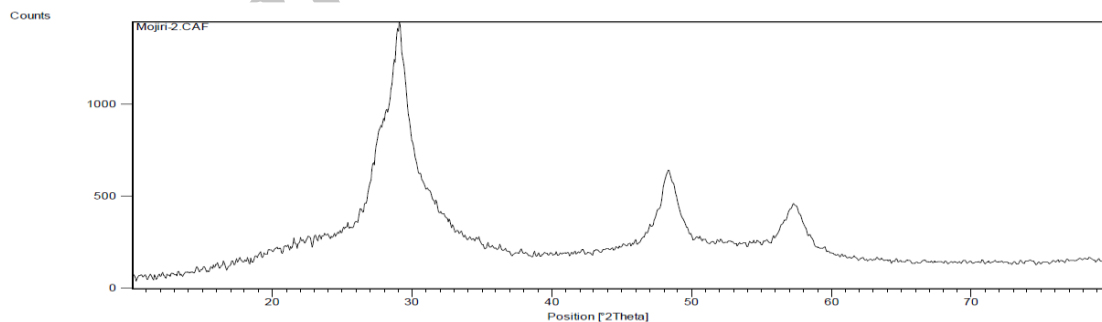
$$D = k\lambda / \beta \cos\theta \quad (1)$$

۱۶۵ شماره ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

که در آن، D معرف اندازه کریستالیت ها، k ثابت شکل (برای ذرات کروی تقریباً برابر ۰٫۹)، λ طول موج اشعه X و β پهناي قله در نصف ارتفاع شدت بیشینه (FWHM) می باشد. متوسط اندازه محاسبه شده با استفاده از فرمول دبای-شرر برای نمونه های ZnS و $ZnS:Ce$ به ترتیب برابر با 11.26 nm و 11.93 nm بدست می آید.. همانطور که مشاهده می شود با افزایش ناخاصی اندازه نانوذرات افزایش یافته است.



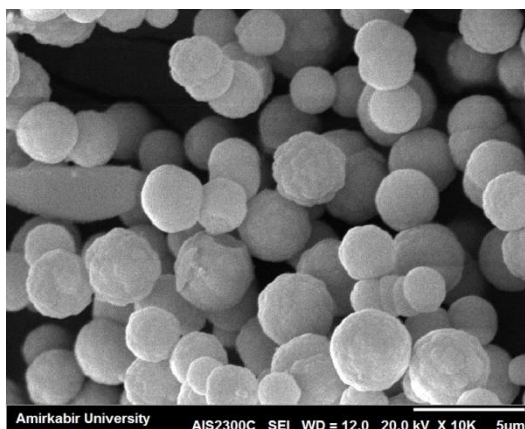
شکل ۱. طیف XRD نمونه ZnS



شکل ۲. طیف XRD نمونه $ZnS:Ce$

در شکل های ۳ و ۴ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) را می توان مشاهده کرد که مربوط به نمونه های ZnS بدون ناخاصی و با ناخاصی سریم می باشد. با توجه به این تصاویر می توان دریافت که نانوذرات دارای ساختاری همگن می باشند:

۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ اسفندماه

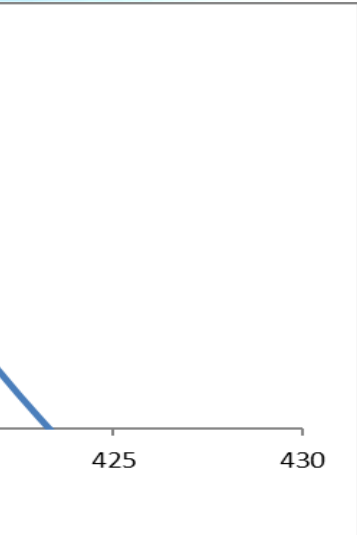


شکل 4. تصویر SEM نمونه ZnS

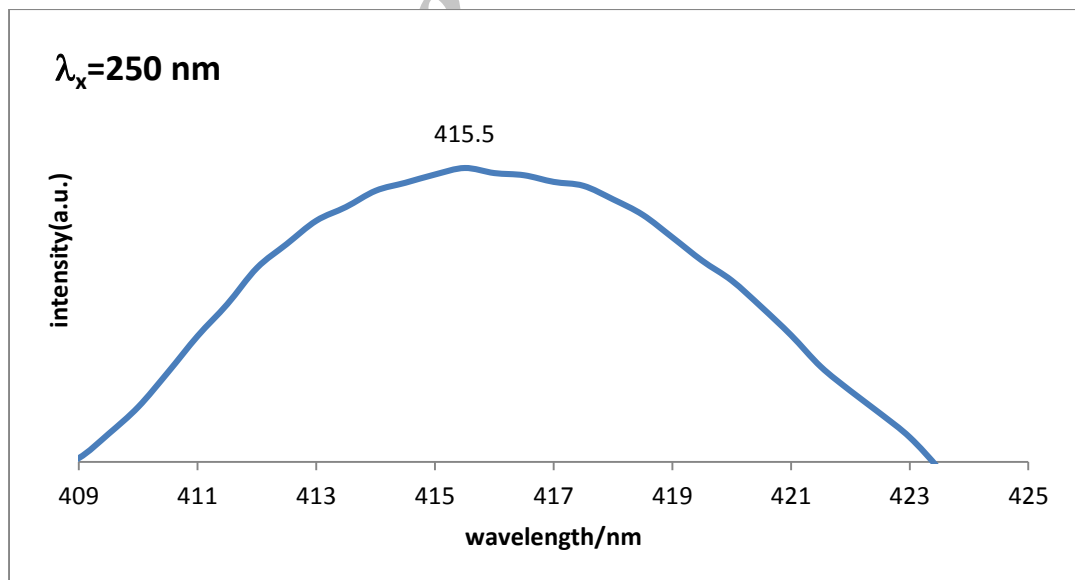
شکل 3. تصویر SEM نمونه ZnS:Ce

در شکل های ۵ و ۶ نمودارهای PL نمونه های ZnS و ZnS:Ce را می توان مشاهده نمود که برای طول موج برانگیختگی ۲۵۰ نانومتر قله ها به ترتیب در 416.5 و 415.5 نانومتر واقع شدند.

۱۳۹۴ و ۱۶ و ۵ شماره ۱۳۹۴ دانشگاه یزد



شکل ۵. طیف فوتولومینسانس ZnS



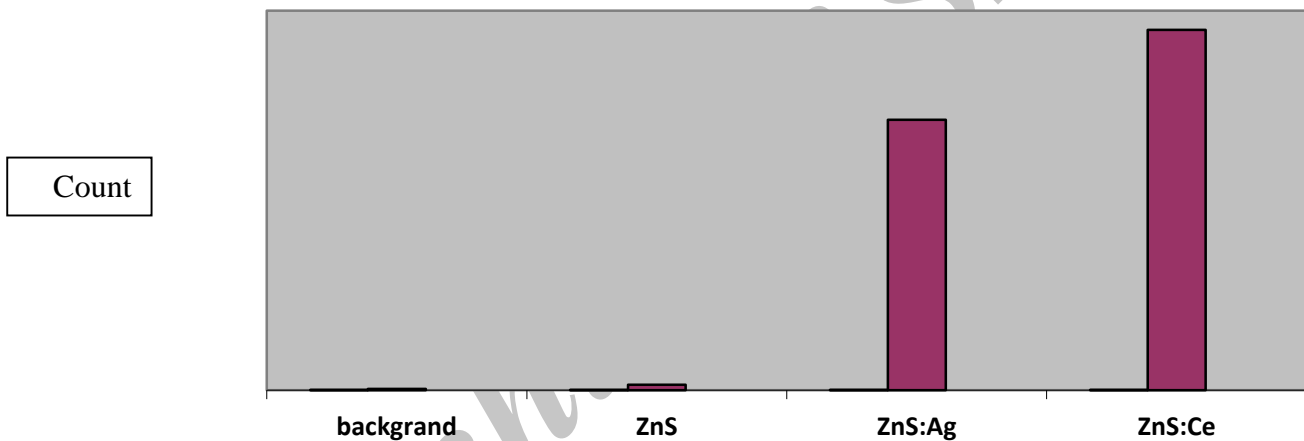
شکل ۶. طیف فوتولومینسانس ZnS:Ce

بررسی خاصیت سوسوزنی نمونه های تهیه شده با استفاده از چشمه آلفازای ^{251}Am انجام شده است. پرتوهای آلفا پس از تابش روی نمونه باعث تولید فوتونهایی می گردد. فوتونها به سمت یک لامپ تکثیر کننده فوتونی (PMT) هدایت شده

۱۶ و ۱۷ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

و با تمرکز روی فوتوکاتد آن فوتوالکترون تولید می‌شود. فوتوالکترونها بین داینودها به تدریج تکثیر یافته و در نهایت در آند جمع‌آوری می‌شوند تا پالس ولتاژ آشکارسازی را تولید کنند. این پالس پس از تقویت به یک تبعیض‌گردامنه منتقل و پس از بررسی دامنه به صورت شمارش ثبت می‌گردند.

در شکل ۷ جواب نمونه‌ها تحت تابش چشمه آلفا (^{241}Am) نشان داده شده است. در این شکل سولفیدروی آلاییده با سریم و بدون ناخالصی همچنین یکی از سوسوزن‌های شناخته شده (ZnS:Ag) با یکدیگر مقایسه شده اند که سولفیدروی آلاییده با سریم بازده نوری قابل ملاحظه‌ای نسبت به نمونه‌های شناخته شده داشت.



شکل ۷. مقایسه شمارش فوتون‌های تولیدی تحت تابش پرتو آلفا برای نمونه‌های ZnS:Ce , ZnS:Ag , ZnS

بحث و نتیجه‌گیری :

در این تحقیق نانوذرات سولفیدروی آلاییده با سریم با روش هیدروترمال و سایز حدود ۱۰ تا ۱۵ نانومتر با موفقیت تولید شدند. سپس تحت تابش پرتو آلفا قرار گرفتند که سوسوزنی قابل ملاحظه‌ای نسبت به سوسوزن‌های شناخته شده قبلی از خود نشان دادند. بنابراین نانو ذرات تولیدی قابلیت بکارگیری به عنوان یک آشکارساز مناسب برای پرتوهای آلفا قابل توصیه است.

مراجع :

۵ و ۶ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

- [1] T.Saito, T.Iwasaki, S.Kurosawa, A.Yoshikawa, T.Den, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A806 (2016) 395–400
- [2] I.I. Gnezdilov, G.L. Dedenko, R.F. Ibragimov, V.A. Idalov, V.V. Kadilin, A.A. Kaplun, Conference of Fundamental Research and Particle Physics, 18-20 February 2015
A.V. Klemetiev, V.I. Mukhin, A.A. Taraskin, E.M. Turin, R.N. Zaripov
- [3] I.H. Campbell, B.K. Crone, Adv. Mater. 18 (2006) 77.
- [4] S.E. Letant, T.F. Wang, Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 103110.
- [5] M.I. Mishchenko, L.D. Travis, A.A. Lacis, Scattering, Absorption, and Emission of Light by Small Particles, Cambridge University Press, Cambridge, 2002.
- [6] Edward A. McKigney, Rico E. Del Sesto, Luiz G. Jacobsohn, Peter A. Santi, Ross E. Muenchausen, Kevin C. Ott, T. Mark McCleskey, Bryan L. Bennett, James F. Smith, D. Wayne Cooke, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 579 (2007) 15–18
- [7] Motlan and Guanghua Zhu. (2007). Annealing of ZnS nanocrystals grown by colloidal synthesis", Optical Materials, 29: 1579-1583.

Archive of SID