ساخت آشکارساز سوسوزن با استفاده از نانوذرات کادمیم تنگستات برای آشکارسازی پرتو های گاما و ایکس کم انرژی

اشرف زاده،علی * [(۱)] – مصطفی،زاهدی فر [(۲ و ۱)] – رحیمی،منیجه [(۱)]

[۱] دانشکده فیزیک،گروه فیزیک هسته ای، دانشگاه کاشان

[۲] پژوهشکده علوم و فناوری نانو، دانشگاه کاشان

چکیده:

نانوذرات کادمیم تنگستات به روش هیدروترمال ساخته شد. مشخصه‌یابی، مورفولوژی نانوذرات و چگونگی مکانیزم تحریک به ترتیب به وسیله پراش پرتو ایکس(XRD)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و گسیل لومینسانس(PL) بررسی شد. اندازه تقریبی نانوذرات با استفاده از فرمول دبای-شرر ۲۰ نانومتر بدست آمد. خواص لومینسانس، مکانیزم فرآیند گسیل در طول موج تحریک۲۹۰ نانومتر با طیف‌های فتولومینسانس(PL) مورد بررسی قرار گرفت. پاسخ سوسوزنی نمونه‌ها با استفاده از چشمه آلفاز ای آمرسیم۲٤۱ با اکتیویته $۳/٤\times۱۰^{۵}$ بکرل اندازه‌گیری شد.

کلمات کلیدی: *نانوذرات کادمیم تنگستات ، ذرات آلفا، آشکارساز سوسوزن، سنتز هیدروترمال، فتولومینسانس*

Fabrication of a scintillation detector for detecting of low energy Gamma & X-ray by using $CdWO_4$ nanoparticles

Abstract: *In this research CdWO4 nanoparticles was synthesized by hydrothermal method. The effect of different reaction conditions on structural and optical properties was studied by X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM) and Photoluminescence (PL) using an excitation wavelength of 290 nm. Nanoparticle size was obtained about 20 nm by using Debye–Scherrer formula. For studying the scintillation property, 241Am with activity of 3.4 $\times 10^5$ Bq was used as alpha source.*

Keywords: CdWO4 nanoparticles, Alpha particles, scintillator detector, Hydrothermal Synthesis, Photoluminescence

مقدمه :

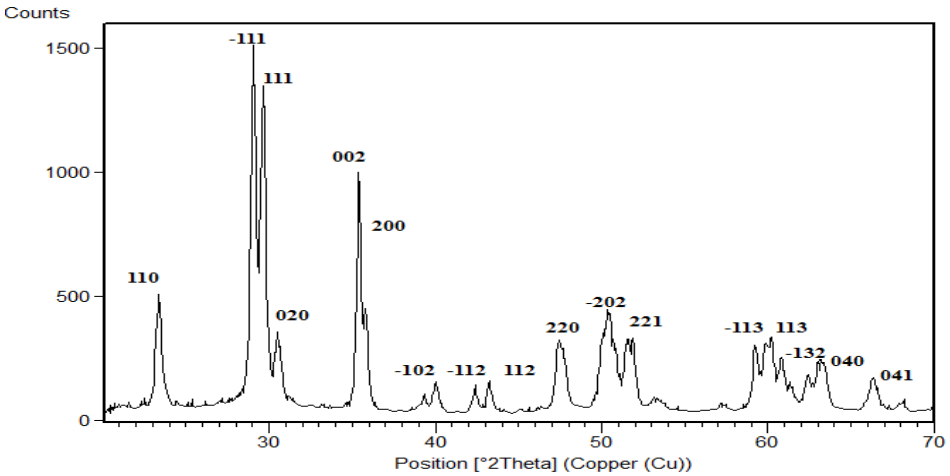
آشکارسازهای سوسوزن بخاطر خصوصیات ویژه و منحصربه‌فرد آنها همواره توجه بسیار زیادی را به خود جلب کرده اند. از جمله موادی که در آشکارسازی پرتوهای ایکس و گاما از آنها استفاده میشود، سوسوزنها می باشند. نخستین جامدی که به عنوان یک آشکارساز ذره به کار رفت، سوسوزنی بود که رادرفورد در آزمایشهای خود در زمینه ی پراکندگی ذرات آلفا مورد استفاده قرار داد [1]. سوسوزن ها در اصل مواد

لومینسانسی هستند که فوتون های با انرژی بالا را جذب و پس از آن نور مرئی ساطع می کند. این مواد می توانند به صورت گازی، مایع و یا جامد، آلی یا غیر آلی (شیشه ای، تک کریستال، سرامیک) باشند.
یکی از مواد سوسوزن که به صورت قابل توجهی در پزشکی و توموگرافی رایانه ای به کار گرفته می شود کادمیوم تنگستات است.از جمله بارزترین خواص این سوسوزن جذب بالای پرتو های پر انرژی ، چگالی بالا و پایداری بالای شیمیایی آن است[2]. مواد سوسوزنی که امروزه در آشکارسازی استفاده می شود اکثرا تک کریستال بوده و قیمت مواد اولیه و روش تولید و ساخت این مواد به اندازه مورد نظر و شکل مورد دلخواه همگی در هزینه نهایی تاثیر دارد که این هزینه معمولا بالاست. در راستای رفع مشکلات مذکور پژوهش هایی در دهه اخیر بر روی نانومواد انجام شده است. در این مطالعه نانوذرات کادمیم تنگستات به روش هیدروترمال ساخته شد و مشخصه یابی ساختاری و سوسوزنی آن بررسی شد.

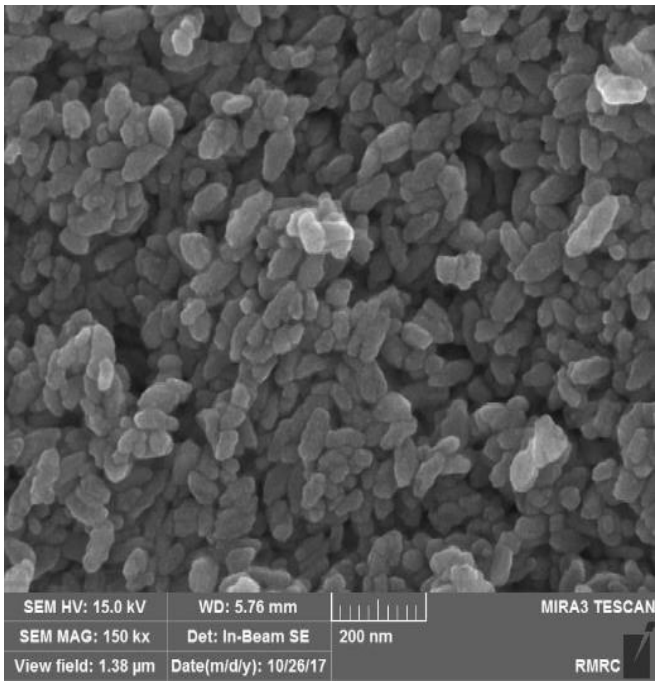
روش کار :

سنتز نانو ذرات کادمیم تنگستات به روش هیدروترمال انجام شد. در ابتدا به منظور سنتز نانو ذرات کادمیم تنگستات از سدیم تنگستات و کادمیم نیترات با درجه خلوص ۹۹٪ به عنوان مواد اولیه و همچنین از تری سدیم سیترید به عنوان سوخت واکنش و از بریج به عنوان سورفکتانت استفاده شد. به این منظور ۲/۵میلی مول سدیم تنگستات در ۱۵سی سی از آب دوبار یونیزه شده به مدت ۱۵دقیقه بر روی هیتر استیرر ۵۰ درجه سانتی گراد در دمای اتاق حل گردید(محلول۱). سپس بر اساس نسبت استوکیومتری، ۲/۵ میلی مول کادمیم نیترات در ۱۵سی سی آب یون زدایی شده در دمای اتاق حل گردید(محلول۲).در ادامه ۰/۱میلی مول از تری سدیم سیترید درون ۱۵میلی لیتر آب یون زدایی شده حل شد. به مقدار مولی مناسب سورفکتانت واکنش هم به محلول ذکر شده اضافه شد، تا حل گردد(محلول۳). سپس محلول ۳ به محلول ۲ اضافه شد و پس از آن محلول۱ به آرامی به محلول ۲ که توسط یک همزن مغناطیسی هم زده میشد، در دمای اتاق اضافه گردید. محلول حاصل درون اتوکلاو قرار داده شد و به مدت ۸ ساعت درون آون در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. بعد از طی این مدت رسوب سفید رنگی در ته ظرف تشکیل شد. این رسوب حدود ۵ مرتبه با آب یون زدایی شده و در دستگاه سانتریفیوژ شست و شو داده شد. سپس رسوب شست و شو داده شده به مدت ٦ ساعت در دمای $80^{\circ}C$ در کوره خشک شد.
برای آنالیز XRD از دستگاه پراکندگی اشعه ایکس (XRD) Panalytical مدل X'PertPro استفاده شد. طیف XRD نانوذرات کادمیم تنگستات در شکل ۱ نمایش داده شده است. این طیف با طیف مرجع به شماره ۰۱-۰۱-۰٤۸۸ مطابقت دارد که نشان می دهد نانو بلور کادمیم تنگستات به درستی تشکیل شده است. با استفاده از این طیف و فرمول دبای-شرر سایز ذرات حدودا بین ۲۰ تا ۲۵ نانومتر تخمین زده شد. که با

تصـویر SEM نیـز همـاهنگی مناسـبی دارد. شـکل ۲ تصـویر SEM نانوذرات کادمیم تنگستات را نشـان می دهد.

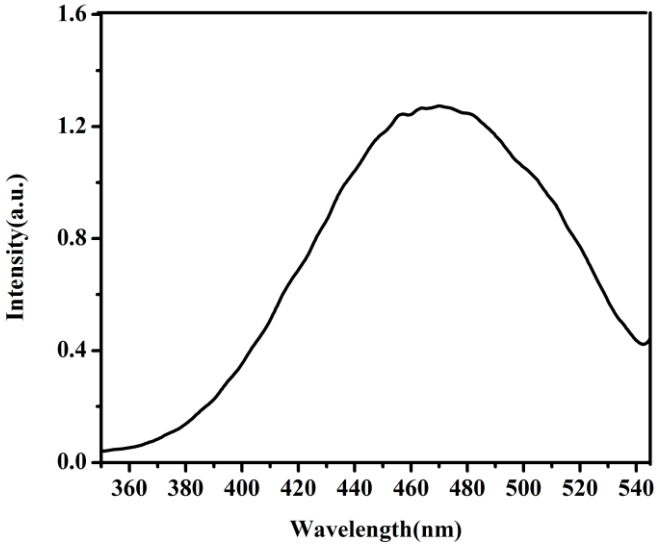


شکل-۱ طیف XRD نانوذرات CdWO4 *به روش هیدروترمال*



شکل -۲ تصویر SEM **نانوذرات** *CdWO4*

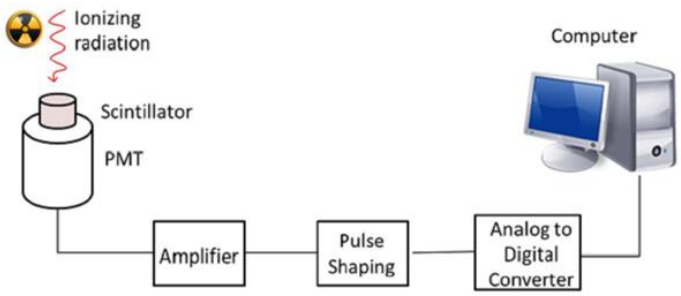
شکل ۳ طیف نشر نـانو بلـورهای کادمیم تنگستات در طول موج برانگیختگی ۲۹۰ نانومتر را نشان می دهد. همانطور که در شکل مشاهده می شود این ذرات دارای قله گسیلی در طول موج ٤٧٠ نانومتر می باشد.
شدت فوتولومینسانس کادمیم تنگستات به عوامل مختلفی از جمله مورفولوژی، pH محلول ، دما و زمان پخت بستگی دارد[3-6].



شکل -۳ طیف فوتولومینسانس نانوذرات کادمیم تنگستات با طول موج برانگیختگی 290نانومتر

بررسی پاسخ سوسوزنی نانوذرات *کادمیم تنگستات* توسط چشمه آلفازا ی آمریسیم ۲٤۱ (^{241}Am) با اکتیویته ۳/٤×۱۰^{۵} بکرل و با استفاده از لامپ تکثیرکننده فوتونی با مدل R6095HA با حداکثر حساسیت در ٤۲۰ نانومتر و مجموعه طیف نگاری مطابق باچیدمان شکل ٤ انجام شد.

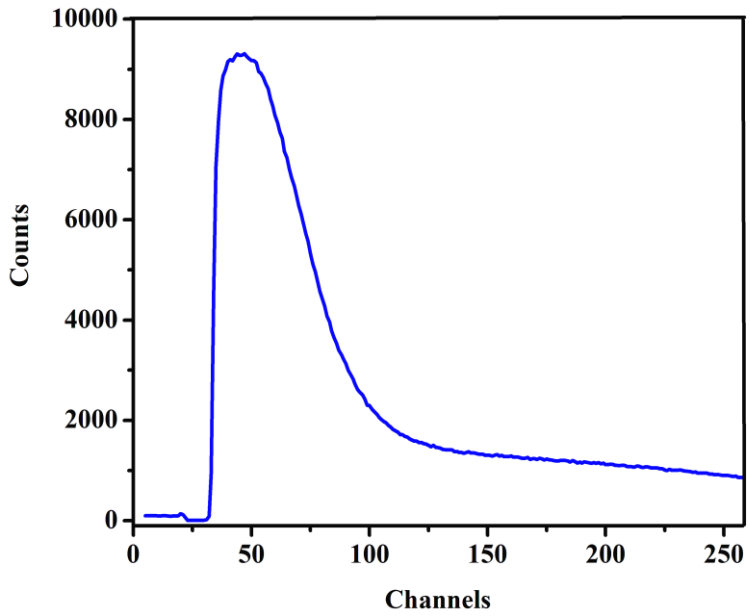
همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود ماده سنتزشده حساسیت خوبی نسبت به ذرات آلفا نشان می دهد. در واقع کوچکتر بودن اندازه ذرات، نانوبلورهای کادمیم تنگستات و جفت شدگی نسبتا خوب بین طیف گسیلی نانوذرات و لامپ تکثیرکننده فوتونی موجب حساسیت بهتر و افزایش بازدهی شمارش شده است چون با تابش آلفا بر روی نمونه تقریبا تمام انرژی ذرات آلفا توسط آن جذب شده و موجب بهبود عملکرد سوسوزنی شده است.



شکل-٤ چیدمان آزمایش برای اندازه گیری طیف سوسوزنی.

بحث ونتیجه گیری :

در این تحقیق نانو ذرات کادمیم تنگستات به روش هیدروترمال سنتز شد. الگوی پراش پرتوی ایکس حاکی از تشکیل ذرات و داشتن ابعادی به اندازه نانو می باشد. با استفاده از تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM) متوسط اندازه ذرات در حدود ۳۰ نانومتر مشاهد شد. در طیف فوتولومینسانس این ماده قله گسیلی در ٤٧٠ نانومتر دیده شد. بررسی پاسخ سوسوزنی نمونه ها تحت تابش چشمه ی آلفازای^{241}Am انجام گردید. با توجه به حساسیت خوب این نانوبلورها نسبت به ذرات آلفا، نانوذرات سوسوزن کادمیم تنگستات به عنوان ماده سوسوزن برای شمارشگری پرتوهای کم انرژی ایکس و گاما مناسب است.



شکل-٥: طیف سوسوزنی نمونه لایه نشانی شده بر روی
پلکسی گلاس تحت تابش ذرات آلفاي چشمه ^{241}Amدر مدت زمان
٥٠٠ثانیه

مراجع :

1.Tsoulfanidis N. Measurement and detection of radiation. CRC press; 2013 Nov 12.
2.Knoll, G.F Radiation Detection and Measurement. John Wiley & Sons, 4th Edition. 2000

3. H. LotemandandZ. Burshtein. Method for Complete Determination of a Refractive Index Tensor by reflectance: Application to CdWO4. Opt. Lett, vol.12, (1987) 561-563
4. Hossein Ziluei, Majid Mojtahedzadeh, Rouhollah Azimirad, Farhoud Ziaie. Preparation and optimization of new CdWO4 composite layer as an alpha particle counter. 2014. ISI

5. Xianlin Ren. Fabrication and luminescence of CdWO4 particles by a hydrothermal process. Springer Science+Business Media New York 2014
6. Hong-Wei Liao, Yan-Fei Wang, Xian-Min Liu, Ya-Dong Li, and Yi-Tai Qian. Hydrothermal Preparation and Characterization of Luminescent CdWO4 Nano rods. Chem Mater.2000.