

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

## بررسی خواص ترمولومینسانس نانوذرات $MgSO_4:Mn$ در پرتودهی گاما

صادقی، احسان<sup>۱</sup>؛ زاهدی فر، مصطفی<sup>۱</sup>؛ الماسی فرد، فاطمه<sup>۲\*</sup>؛ هارونی آرانی، سمیه<sup>۲</sup>؛ محرابی، محسن<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> پژوهشکده علوم و فناوری نانو، دانشگاه کاشان،

<sup>۲</sup> کاشان دانشکده فیزیک، دانشگاه کاشان، کاشان

### چکیده

نانوذرات  $MgSO_4:Mn$  برای اولین بار با استفاده از روش هیدروترمال ساخته شدند. اندازه نانوذرات با استفاده از آنالیز  $XRD$ ،  $45.6$  نانومتر به دست آمد که با اندازه‌ی به دست آمده از تصویر  $SEM$  در توافق کامل است. منحنی درخشش ترمولومینسانس به دست آمده حاصل از پرتودهی گاما توسط برنامه کامپیوتری برازش شد و پارامترهای سینتیک با استفاده از مدل مرتبه عام به دست آمد. چهار قله‌ی همپوش در دماهای  $408$ ،  $441$ ،  $485$  و  $554$  K در منحنی درخشش ترمولومینسانس این نانوذره مشاهده شد.

## Thermoluminescence features of $MgSO_4:Mn$ nanoparticles in gamma irradiation

Sadeghi, Ehsan<sup>1</sup>; Zahedifar, Mostafa<sup>1,2</sup>; Almasifard, Fateme<sup>2\*</sup>; Mehrabi, Mohsen<sup>1</sup>; Harooni, Somaye<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Nanoscience and Nanotechnology, University of Kashan, Kashan

<sup>2</sup> Department of Physics, University of Kashan, Kashan

### Abstract

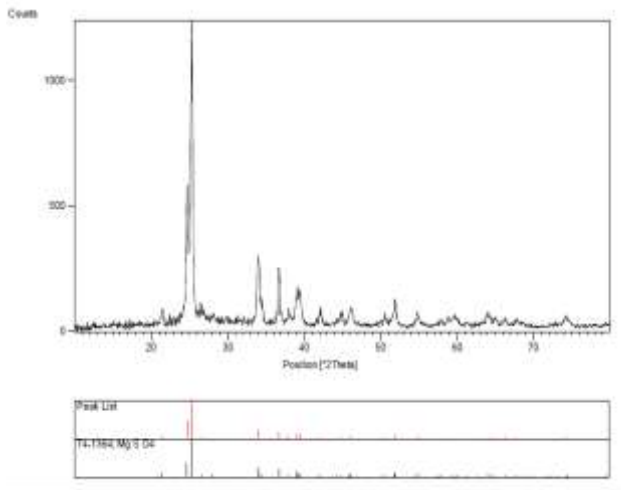
Magnesium sulfate nanoparticles doped with manganese were synthesized for the first time by using the hydrothermal method. The crystalline structure of the synthesized nanoparticles was characterized by X-ray diffraction (XRD) analysis. The size of 45.6 nm estimated from XRD pattern is in agreement with that obtained from scanning electron microscope (SEM) images. The thermoluminescence glow curve was deconvolved by a computer program based on general order model and four overlapping glow peaks were obtained at 408, 441, 485 and 554 K.

### مقدمه

سولفات‌ها به عنوان یک نمونه از مواد دزیمتری پرتوها برای حدود بیست سال مورد توجه بوده‌اند [۱]. نتایج تجربی نشان می‌دهند که حساسیت ترمولومینسانس منیزیم سولفات بدون ناخالصی برای کاربرد دزیمتری ترمولومینسانس مناسب نیست. به منظور گسترش مواد دزیمتری جدید و برای به دست آوردن درک بهتری از مکانیسم فیزیکی اثرات پرتو، نمونه منیزیم سولفات با ناخالصی‌های مختلف ساخته شده است [۵ و ۶]. در سال‌های اخیر نانو مواد در شاخه‌های مختلف علوم محض و کاربردی توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده‌اند [۷]. مشخص شده که مواد در مقیاس نانو خواص متفاوتی نسبت به حالت‌های توده‌ای نشان دهند. به همین دلیل در این تحقیق نانوذرات  $MgSO_4$  با ناخالصی منگنز

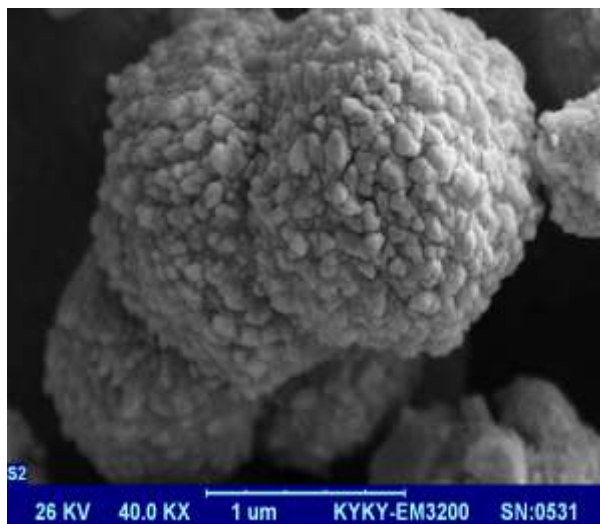
تحریک‌های لومینسانسی در مواد را می‌توان با انواع مختلفی از چشمه‌ها مانند اشعه فرابنفش، میدان الکتریکی (الکترو لومینسانس)، پرتوی کاتدی (کاتدولومینسانس)، صوت (سونولومینسانس)، بیوشیمیایی (بیولومینسانس)، گرما (ترمولومینسانس) و..... ایجاد کرد [۱]. ترمولومینسانس یک پدیده لومینسانس از یک عایق یا نیمه رسانا است که هنگامی که جامد به صورت گرمایی تا دمای تابکاری تحریک می‌شود، قابل مشاهده است [۲]. امروزه دزیمتری ترمولومینسانس (TLD) یک روش دزیمتری مناسب در حوزه‌های دزیمتری پزشکی، محیطی و شخصی است [۳].

است. از روی طیف XRD و با استفاده از فرمول دبای شرر می-توان اندازه ذرات را تخمین زد.



شکل (۱): طیف XRD نانو ذرات  $MgSo_4:Mn$ .

در این تحقیق اندازه ذرات حدوداً ۴۵/۶ نانو متر به دست آمد که با اندازه به دست آمده از آنالیز SEM به خوبی در توافق است. شکل (۲) تصویر SEM نانو ذرات  $MgSo_4$  را نشان می دهد.



شکل (۲): تصویر SEM مربوط به نانو ذرات  $MgSo_4:Mn$ .

برای تعیین پارامترهای سیتیک نانو ذرات از مدل سیتیک مرتبه عام استفاده شد. برآزش منحنی درخشش به وسیله

برای اولین بار ساخته شد و خواص ترمولومینسانس آن مورد بررسی قرار گرفت.

## روش کار

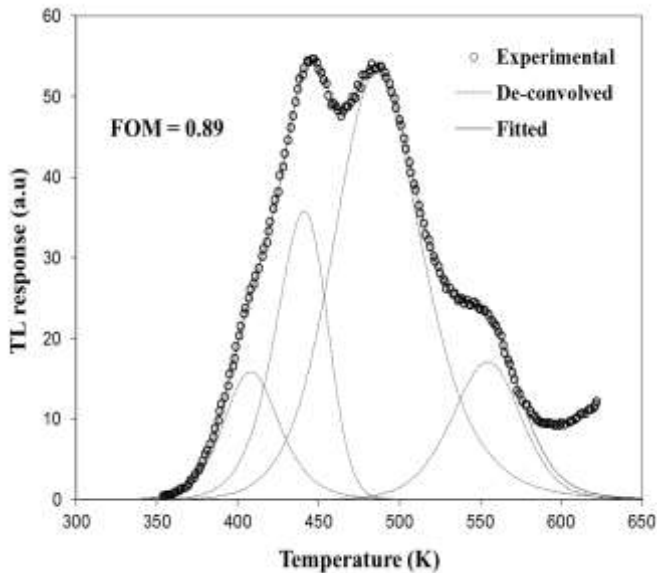
برای سنتز نانو ذرات  $MgSo_4$ ، مقداری منیزیم نیترات در اتانول حل شد. (محلول ۱). مقدار مورد نیاز از منگنز کلراید در اتانول حل شد (محلول ۲). در ادامه، محلول ۲ به محلول ۱ در حالی که بر روی همزن مغناطیسی قرار داشت، اضافه شد. همچنین به مقدار مورد نیاز از محلول دی متیل سولفات در اتانول به صورت قطره قطره به محلول مخلوط منیزیم نیترات و ناخالصی مس اضافه شد. این مرحله توام با بهم خوردن مداوم مخلوط منیزیم نیترات و ناخالصی مس انجام می شود. سپس محلول حاصل در اتوکلاو برای مدت ۱۲ ساعت و دمای  $150^{\circ}C$  قرار گرفت. پس از طی این مدت رسوب حاصل ۵ مرتبه با اتانول و به وسیله سانتریفیوژ شست و شو داده شد. سپس ماده به مدت ۲ ساعت در دمای  $90^{\circ}C$  خشک گردید. رسوب حاصل نانو ذرات  $MgSo_4:Mn$  است.

ساختار ماده توسط دستگاه پراکندگی اشعه ایکس (XRD) مدل diffractometer Rikgu Dmax III مشخص شد. همچنین تصویر گرفته شده از ماده توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی (SEM) مدل ۳۲۰۰ EM می باشد. پرتو دهی گاما با استفاده از چشمه  $^{60}Co$  و قرائت نمونه ها با استفاده از یک دستگاه Hardshaw TLD reader مدل ۴۵۰۰ انجام شد. نمونه ها با آهنگ گرمادهی  $1^{\circ}C/s$  از دمای  $50^{\circ}C$  تا  $350^{\circ}C$  قرائت شدند.

## نتایج

شکل (۱) طیف XRD نانو ذرات  $MgSo_4$  را نشان می دهد. این طیف با طیف مرجع به شماره ۱۳۶۴-۷۴ به خوبی مطابقت دارد که نشان می دهد کریستال  $MgSo_4$  به خوبی تشکیل شده

انطباق بیشتری بین منحنی تئوری و تجربی وجود دارد. مقدار FOM کمتر از ۲/۵ انطباق قابل قبول نتایج تجربی و تئوری را در بر دارد.



شکل (۳): منحنی تابش نانو ذرات  $MgSO_4:Mn$  بعد از پرتودهی با  $500 Gy$  پرتوگاما.

همچنین پارامترهای گیراندازی مربوط به آن در جدول ۱ آورده شده است.

جدول (۱): پارامترهای سینتیک نانو ذرات  $MgSO_4:Cu$  بامدل مرتبه عام.

| peak | b    | E (eV) | $T_m$ (K) | $I_m$ (a.u) |
|------|------|--------|-----------|-------------|
| 1    | 1.98 | 1.17   | 408       | 16          |
| 2    | 1.23 | 1.15   | 441       | 36          |
| 3    | 1.92 | 1.01   | 485       | 53          |
| 4    | 1.54 | 1.56   | 554       | 17          |

همان طور که مشاهده می‌شود، منحنی درخشش ترمولومینسانس این نانو ذره دارای چهار قله در دردهای  $408 K$ ،  $441 K$ ،  $485 K$  و  $554 K$  می‌باشد. مقدار FOM بدست آمده در

برنامه کامپیوتری انجام شد که مبتنی بر الگوریتم Levenberg-Marquart است. این برنامه از پارامترهای هندسی قله تجربی از قبیل  $I_m$  و  $T_m$  استفاده می‌کند و با انطباق دادن با نتایج تئوری قله تجربی را برازش می‌کند. معادله‌ای که برای تعیین پارامترهای سینتیک مرتبه عام استفاده می‌شود به صورت زیر است [۸]:

$$I(T) = I_m b^{b-1} \exp\left(\frac{E(T-T_m)}{kTT_m}\right) \times \left\{ \frac{T^2}{T_m^2} (b-1) \left(1 - \frac{2kT}{E}\right) \exp\left(\frac{E(T-T_m)}{kTT_m}\right) + 1 + (b-1) \frac{2kT_m}{E} \right\}^{\frac{-b}{b-1}} \quad (1)$$

این معادله تابعی از شدت بیشینه  $I_m$  و دمای بیشینه  $T_m$  است. در این معادله  $b$  پارامتر سینتیک بین ۱ و ۲ است. انرژی فعال سازی  $T$ ، دما بر حسب کلوین و  $k$  ثابت بولتزمن می‌باشد.

رژیم گرمایی استفاده شده در این تحقیق  $400^\circ C$  به مدت ۱۵ دقیقه برای نانوذرات منیزیم سولفات می‌باشد بدین ترتیب نمونه مورد نظر قبل از پرتودهی تحت این رژیم قرار گرفت. پرتودهی در دز  $500 Gy$  با چشمه  $^{60}Co$  انجام شد.

در شکل ۳ منحنی تجربی و برازش شده ترمولومینسانس که با استفاده از این برنامه کامپیوتری برازش شده است مشاهده می‌شود.

برای تعیین میزان انطباق منحنی ترمولومینسانس تئوری و تجربی از رابطه FOM به صورت زیر استفاده شد:

$$FOM = \frac{\sum |y_i - f_i|}{\sum y_i} \times 100 \quad (2)$$

که در آن  $y_i$  مربوط به مقادیر اصلی یا داده های تجربی است و  $f_i$  بهترین مقداری است که از طریق این انطباق به دست می‌آید. FoM میزان خطا را در انطباق منحنی تئوری و تجربی نشان می‌دهد. هر چه این مقدار کوچکتر باشد

## مرجع‌ها

- [1] R.S. Kher and A.K. Upadhyay and S.K. Gupta a, S.J. Dhoble and M.S.K. Khokhar" Luminescence characterization of gamma-ray-irradiated rare-earth doped BaSO<sub>4</sub> and MgSO<sub>4</sub> phosphors , *Radiation Measurements* **46** (2011) 1372e1375.
- [2] A.J.J Bos , "High sensitivity thermoluminescence dosimetry" , *Nuclear Instruments and Methods Research B* ,**184**, (2001) 3-28.
- [3] Mostafa Zahedifar ,Mohsen Mehrabi ,Somayeh Harooni, "Synthesis of CaSO<sub>4</sub>:Mn nanosheets with high thermoluminescence sensitivity", *Applied Radiation and Isotopes* **69**, (2011) 1002-1006.
- [4] R S Kher and A K Apadhyay and S J Dhoble and M S K Khokhar, "Luminescence studies of MgSO<sub>4</sub>:Dy phosphors", *Indian Journal of Pure & Applied Physics*, **46**, (2008) 607-610.
- [5] Da-Ling Luo and K N Yu and Chan-Xiang Zhang and Guo-Zhen Li, "Thermoluminescence characteristics and dose responses of in MgSO<sub>4</sub>:Dy,P and MgSO<sub>4</sub>:Dy,P,Cu phosphors", *J. Phys. D: Appl. Phys.* **32**, (1999) 3068-3074.
- [6] Luo Daling and Zhang Chunxiang and Deng Zouping and Li Guozhen, "Thermoluminescence characteristics of MgSO<sub>4</sub>:Dy,Mn phosphor" ,*Radiation Measurements* **30**, (1999) 59-63.
- [7] M. Zahedifar and E. Sadeghi and S. Harooni, "Thermoluminescence characteristics of the novel CaF<sub>2</sub>:Dy nanoparticles prepared by using the hydrothermal method" , *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **291** (2012) 65-72
- [8] J.J. kitis and J.M. Gomez Ros and J.W.N Tuyn, "Thermoluminescence, glow curve deconvolution functions for first, second and general orders of kinetics" , *J. Phys. D: Appl. Phys.* **31**, (1998) 2636-2641.
- [9] H.G.Balian and N.W.Eddy, "figure of merit (FOM), an improved criterion over the normalized chisquared test for assessing goodness-of-fit of gamma-ray spectra peaks", *Nucl.Instru.Meth* **145**, (1977) 389-393.

جداسازی انجام شده، ۰/۸۹ می‌باشد که نشان دهنده‌ی برازش با دقت بسیار خوب است.

## نتیجه گیری

در این مقاله نانوذرات منیزیم سولفات با ناخالصی منگنز برای کاربرد در دزیمتری ترمولومینسانس سنتز شد. نتایج بدست آمده از آنالیزهای XRD و SEM، روش بکار گرفته شده (هیدروترمال) روشی کارآمد برای سنتز این نانوذره می‌باشد چرا که ذرات تشکیل شده اندازه مناسب دارند و ساختار بدست آمده با بلور MgSO<sub>4</sub> کاملاً در توافق است. چهار قله همپوش منحنی درخشش ترمولومینسانس این نانوذره را تشکیل می‌دهند که از دمای مناسبی جهت بهره‌گیری در اهداف دزیمتری می‌باشد. مطالعات بیشتر بر دیگر خصوصیات دزیمتری این نانوبلور از قبیل محوشدگی، تکرارپذیری و پاسخ دز قابلیت آن را در استفاده دزیمتری سطح دز بالا نشان می‌دهد.

## سپاسگزاری

از مساعدت و همیاری دانشگاه کاشان در انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را داریم.

# SID



سرویس های  
ویژه



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در  
خبرنامه



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛  
شبکه های توجه گرافی  
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی