



ساخت نانوذرات نمک طعام آلاینده با منگنز به دو روش هم رسوبی و اولتراسونیک و بررسی و مقایسه خواص دزیمتری آن در پرتودهی گاما

مصطفی، زاهدی فر^{۱*}؛ زهره، سعیدی سوق^۱؛ محسن، محرابی^۲؛ احسان، صادقی^{۲*}

۱. دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک، گروه فیزیک هسته ای

۲. دانشگاه کاشان، پژوهشکده علوم و فناوری نانو، گروه نانوفیزیک

چکیده

در این پژوهش نانوذرات نیمه رسانای سدیم کلرید آلاینده شده با منگنز به دو روش هم رسوبی و اولتراسونیک ساخته شده و خاصیت ترمولومینسانس آن مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس جهت تعیین نوع ساختار بلوری نمونه ها بوسیله ی دستگاه پراش پرتو ایکس مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه و ریخت شناسی نانوپودرها با میکروسکوپ الکترونی روشی مطالعه گردید. علاوه بر این منحنی تابش ترمولومینسانس آنها که با پرتوهای گاما از منبع ^{137}CS پرتودهی شده اند با برنامه محاسباتی برازش شده و پارامترهای گیراندازی به دست آمده است. نتایج بدست آمده نشان می دهند که نانوذرات به دست آمده از روش اولتراسونیک قله هایی با دمای بالاتر و حساسیت بالاتر ایجاد می کنند.

کلیدواژه: نانوذرات، سدیم کلرید، هم رسوبی، اولتراسونیک، ترمولومینسانس، دزیمتری

مقدمه

ترمولومینسانس یک پدیده لومینسانس است که در اثر گرم کردن یک جامد عایق یا نیمه رسانا مشاهده می شود. ترمولومینسانس (TL) و لومینسانس تحریک نوری (OSL) ابزارهای کاربردی اساسی در تابش دزیمتری برای تخمین میزان دز دریافتی از پرتو های یونیزان هستند [۱]. دزیمتری لومینسانس حالت جامد بر پایه ذخیره سازی انرژی تابش در نقایص شبکه و مراکز گیراندازی حامل های بار در ماده دزیمتر است. انرژی ذخیره شده می تواند به صورت نور در مراکز لومینسانس آزاد شود که این انرژی آزاد شده یا می تواند توسط گرما تحریک شود که به آن ترمولومینسانس (لومینسانس تحریک شده ی گرمایی TSL, TL) گویند و یا توسط تابشی با کوانتای نور دارای انرژی مناسب تحریک شود که به آن تحریک نوری (لومینسانس تحریک شده ی نوری OSL) گویند. دزیمتری های بر پایه ی TL به صورت گسترده در دز تابش مونیتورینگ استفاده می شود [۲]. نانو تکنولوژی تحقیقات گسترده ای در رشته های مختلف بویژه لومینسانس را به خود اختصاص داده است که

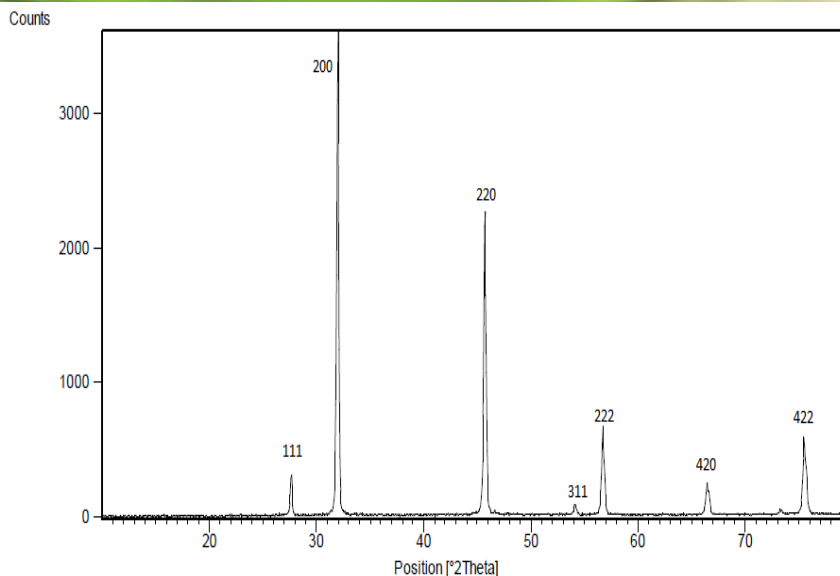
این تحقیقات نشان می‌دهند مواد در مقیاس نانومتری می‌توانند خواص متفاوتی نسبت به ذرات بزرگتر حالت توده‌ای از خود نشان دهند [۳]. اخیراً هالیدهای قلیایی بخصوص نمک طعام به منظور تعیین استفاده بالقوه شان به عنوان دزیمترها بر پایه خواص لومینسانسشان مورد بررسی قرار گرفته‌اند [۴]. کارهای اولیه انجام شده روی کریستال‌های NaCl توسط مکیور در سال (۱۹۸۵) [۵] جمع بندی شده است. خواص لومینسانس این دزیمتر در سال‌های اخیر به طور مداوم توسط پژوهشگران مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است [۶-۱۰]. در این تحقیق نانوذرات سدیم کلراید به دو روش هم رسوبی و اولتراسونیک ساخته شده و خواص دزیمتری ترمولومینسانس آنها بررسی و مقایسه شده است.

روش کار

در این تحقیق از روش‌های هم رسوبی و اولتراسونیک برای ساخت نانوذرات نمک طعام استفاده شد. ابتدا ۰/۳ گرم از فلز سدیم وزن شده و در ۱۰ میلی لیتر اتانول روی همزن مغناطیسی حل شد، سپس ۲/۰۸ گرم دی اتیل مالونات، ۱۰ میلی لیتر تولوئن و ۲/۵۸۲ گرم استیل کلراید به محلول تهیه شده درحالیکه با همزن مغناطیسی همزده می‌شد، افزوده شد. واکنش انجام شده و رسوب سفید رنگ تشکیل شده پس از جداسازی بوسیله سانتریفیوژ چندین بار با اتانول شستشو داده شد. به منظور به دست آوردن نمونه‌ی پودری، رسوب شسته شده در دمای ۱۰۰ درجه‌ی سانتیگراد در کوره به مدت یک ساعت خشک گردید. محصول بدست آمده نانوذرات نمک طعام می‌باشد. برای اضافه نمودن ناخالصی منگنز کلرید پس از حل شدن کامل سدیم داخل اتانول، به این محلول اضافه شد. ساختار، شکل و اندازه‌ی نانوذرات به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه اثر حضور امواج اولتراسونیک بر خواص ترمولومینسانس آن، نمونه دیگری با تکرار شرایط فوق و در حضور امواج اولتراسونیک تولید گردید.

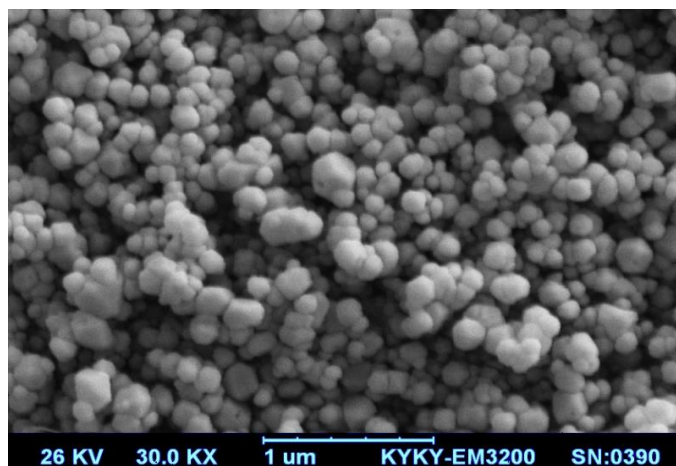
نتایج

ساختار نانوذرات ساخته شده با الگوی پراش پرتو ایکس با دستگاه kuRig D-III C max، پراش کننده اشعه ایکس با فیلتر نیکل و تابش $K\alpha$ مس، مورد بررسی قرار گرفت. همان طور که شکل ۱ نشان می‌دهد الگوی بدست آمده ساختار سدیم کلرید را تایید می‌کند که با ساختار کریستالی سدیم کلرید با شماره کارت مرجع ۲۰۶۴-۷۷ کاملاً همخوانی دارد.



شکل ۱. الگوی پراش پرتو ایکس نانوذرات سدیم کلرید آلاینده با منگنز.

تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی به دست آمده از روش هم رسوبی نانوبلورهای نمک طعام را نشان داده و عکس‌های گرفته شده از نوساختارهای به دست آمده از روش اولتراسونیک در شکل ۲ نشان داده است.



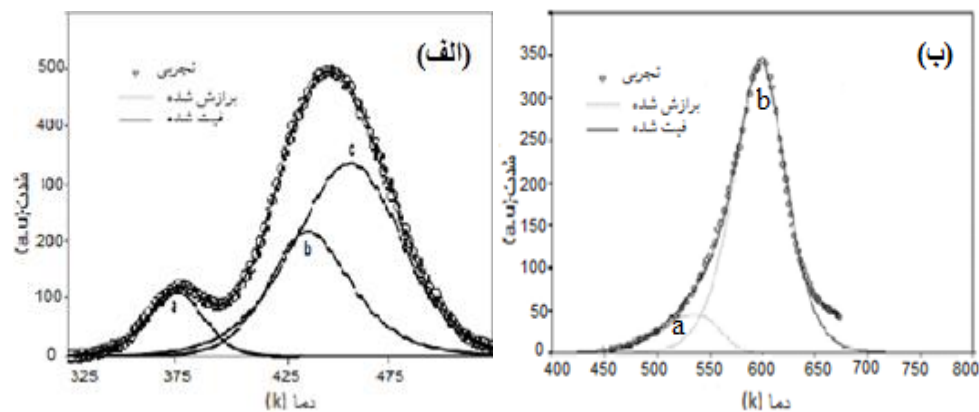
شکل ۲. تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نانوذرات سدیم کلرید آلاینده با منگنز.

نانوذرات سنتز شده سدیم کلرید آلاینده با منگنز بوسیله پرتوهای گاما از ^{137}Cs پرتودهی شدند. شکل ۳ منحنی تابش ترمولومینسانس این نانوذرات را نشان می‌دهد. برای توصیف قله‌های ترمولومینسانس می‌توان از یکی از مدل‌های توصیف کننده این پدیده استفاده کرد. در واقع میزان انطباق منحنی ترمولومینسانس تجربی و نظری را می‌توان با استفاده از یک برنامه کامپیوتری به دست آورد. این کار برای قله‌های مربوط به نانوذرات NaCl:Mn

انجام گرفت. برای ارائه تقریبی از پارامترهای سینتیک نانوذرات از مدل سینتیک مرتبه عام با رابطه زیر استفاده شد [۱۱].

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

که در آن b (پارامتر سینتیک) بین ۱ و ۲ است، E انرژی فعالسازی، T دما بر حسب کلونین، T_m دمای بیشینه و k ثابت بولتزمن می باشد. در شکل ۳ منحنی تجربی و برازش شده ترمولومینسانس نانوذره ساخته شده مشاهده می شود، همچنین پارامترهای گیراندازی مربوط به آن در جدول ۱ آورده شده است.



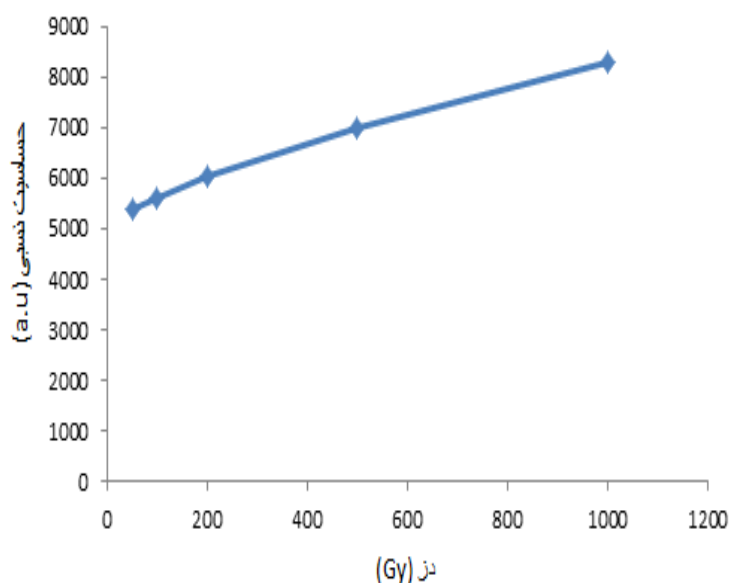
شکل ۳. منحنی برازش شده نانوذرات سدیم کلرید آلائیده با منگنز به دست آمده از روش الف: هم رسوبی، ب: اوالتراسونیک.

جدول ۱. پارامترهای گیراندازی منحنی تابش ترمولومینسانس نانوذرات سدیم کلرید آلائیده با منگنز به دست آمده از روش الف: هم رسوبی، ب: اوالتراسونیک.



(الف)				(ب)			
b	I_m	T_m	E(ev)	b	I_m	T_m	E(ev)
1.57	109.93	375.42	1.18	1.01	45	535	0.90
2.17	216.64	436.55	1.28	1.61	340	599	1.54
1.44	335.99	456.15	0.85				

منحنی پاسخ حساسیت نانو ذرات ساخته شده به روش اولتراسونیک در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به این شکل می توان نتیجه گرفت که نمودار پاسخ این نانوذرات نسبت به پرتو گاما در یک بازه گسترده تقریباً خطی بوده که می توان از آن به عنوان یک دزیومتر در دز های بالا استفاده نمود.



شکل ۴. منحنی پاسخ برای نانو ذرات سدیم کلرید آلاینده با منگنز نسبت به پرتو گاما.

نتیجه گیری

نانوذرات سدیم کلرید به دو روش هم رسوبی و اولتراسونیک سنتز شد و منحنی ترمولومینسانس آنها بررسی و مقایسه شد. نتایج بدست آمده نشان دهنده تفاوت پاسخ ترمولومینسانس نانوذرات ساخته شده NaCl در ساخت به روش هم رسوبی و اولتراسونیک است. دما و شدت قله های ترمولومینسانس نمونه ساخته شده به



روش اولتراسونیک بالاتر از نمونه دیگر است. حساسیت خوب این نانوذرات نسبت به پرتو گاما و پاسخ خطی آن در دزهای بالا آنها را برای دزیمتری در دزهای بالا بسیار مناسب می‌سازد.

مراجع:

- [۱] George S. Polymeris, George Kitis, Nafiye G. Kiyak, Ioanna Sfamba, Bhagawan Subedi, Vasilis Pagonis, Dissolution and subsequent re-crystallization as zeroing mechanism thermal properties and component resolved dose response of salt (NaCl) for retrospective dosimetry, Applied Radiation and Isotopes, ۶۹, ۱۲۵۵-۱۲۶۲, ۲۰۱۱.
- [۲] Arno Ratas, Mikhail Danilkin, Mihkel Kerikmäe, Aime Lust, Hugo Mändar, Viktor Seeman, and Georg Slavin, Li^۲B^۴O^۷:Mn for dosimetry application: traps and mechanisms, Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, ۶۱, ۴, ۲۷۹-۲۹۵, ۲۰۱۲.
- [۳] Salah N, Sahare P. D., Lochab S. P., Kumar P., TL and PL studies on CaSO_۴:Dy nanoparticles, Radiation Measurements, ۴۱, ۴۰-۴۷, ۲۰۰۶.
- [۴] Rodriguez-Lazcano Y., Correcher V., Garcia-Guinea J., Luminescence emission of natural NaCl, Radiation physics and chemistry, ۸۱, ۱۲۶-۱۳۰, ۲۰۱۲.
- [۵] McKeever, S.W.S., Thermoluminescence of Solids, Cambridge University Press, ISBN ۰ ۵۲۱ ۲۴۵۲۰ ۶, ۱۹۸۵.
- [۶] Bailey R.M., Adamiec G., Rhodes E.J., OSL properties of NaCl relative to dating and dosimetry, Radiation Measurements, ۳۲, ۷۱۷-۷۲۳, ۲۰۰۰.
- [۷] Gartia R.K., Sharma B.A., Ranita U., Thermoluminescence response of some common brands of iodised salts, Indian Journal of Engineering & Materials Sciences, ۱۱, ۱۳۷-۱۴۲, ۲۰۰۴.
- [۸] Murthy K.V.R., Pallavi S.P., Rahul G., Patel Y.S., Sai Prasad A.S., Elangovan D., Thermoluminescence dosimetric characteristics of beta irradiated salt. Radiat Prot Dosimetry, ۱۱۹ (۱-۴), ۳۵۰-۳۵۲, ۲۰۰۶.
- [۹] Tanir G., Bolukdemir M.H., Infrared stimulated luminescence decay shape from NaCl as a function of radiation doses, Radiation Measurements, ۴۲, ۱۷۲۳-۱۷۲۶, ۲۰۰۷.
- [۱۰] Cruz-zaragoza E., Ortiz A., Furetta C., Flores J, Hernandez A, H. Murrieta S, Thermoluminescence analysis of co-doped NaCl at low temperature irradiations, Applied Radiation and Isotopes, ۶۹, ۳۳۴-۳۳۹, ۲۰۱۱.
- [۱۱] H. G. Balian, 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. Instr. Meth. ۱۴۵ ۳۸۹-۳۹۳, ۱۹۷۷.