



بررسی اثر تابش پرتوهای گاما بر ویژگی‌های ساختاری و نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe

سیما دهقان^۱، مهدی ملایی^{۱*}، فرزاد فرهمندزاده^۱، حسن اله داغی^۲ و مسعود کریمی پور^۱

^۱ فیزیک، علوم پایه، ولی عصر (عج)، رفسنجان، کرمان
^۲ فیزیک، علوم پایه، حکیم سبزواری، سبزواری، خراسان رضوی

چکیده: در این پژوهش، اثر تابش پرتوهای یونیزان گاما بر ویژگی‌های ساختاری و نورتابی نقاط کوانتومی هسته/پوسته CdTe/CdSe برای نخستین بار مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) ساختار بلوری مکعبی را برای نقاط کوانتومی تولید شده نشان داد، که این ساختار بلوری در اثر تابش گاما تغییر محسوسی نکرده است. همچنین نتایج آنالیز فروسرخ تبدیل فوریه (FT-IR) تایید کننده این امر است که نقاط کوانتومی CdTe/CdSe هیچ گونه تغییر ساختاری محسوسی پس از تابش گاما نداشته‌اند. آنالیز فوتولومینسانس (PL) نمونه‌ها، نشان داد که شدت نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe بعد از تابش گاما افزایش چشم گیری پیدا کرده است. اندازه ضخامت پوسته CdSe و غلظت نقاط کوانتومی به عنوان دو عامل مهم در تغییرات ویژگی نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe در مقابل تابش گاما، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ضخامت پوسته کمتر و غلظت کمتر نمونه، باعث تغییرات بزرگتری در نورتابی و شکاف انرژی نقاط کوانتومی پس از تابش گاما شد و همچنین، با کاهش غلظت جا به جایی قرمز بیشتری در قله طیف PL مشاهده شد. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که جذب و گسیل نقاط کوانتومی CdTe/CdSe نسبت به تابش گاما حساسیت نشان داده و این نقاط کوانتومی می‌تواند کاندیدای مناسبی در استفاده به عنوان یک دزیمر گاما باشند.

واژگان کلیدی: CdTe/CdSe، نقاط کوانتومی، تابش گاما، دزیمتری، نورتابی

*m.molaie@vru.ac.ir

تلوراید (CdTe) یکی از مشهورترین نقاط کوانتومی گروه II-VI هستند که به واسطه نورتابی بالا و گسیل نور باریک، اهمیت زیادی در کاربردهای متفاوت از جمله سلول‌های خورشیدی، دیوهای نور گسیل و بیوسنسورها برخوردار هستند [۷-۱۱]. رشد دادن پوسته غیر آلی به دور نقاط کوانتومی CdTe و ایجاد ساختارهای هسته/پوسته و هسته/پوسته/پوسته باعث افزایش شدت نورتابی و پایداری شیمیایی نقاط کوانتومی CdTe می‌شود که در این زمینه کارهای پژوهشی زیادی با گروه‌های متفاوت انجام شده است. فرهمندزاده و همکارانش، رشد پوسته ZnSe را به دور نقاط کوانتومی CdTe و ایجاد ساختار

۱- مقدمه

نانو ذرات صفر بعدی که اندازه آنها کوچکتر از شعاع اکسایتون بوهر (حدوداً ۱۰ نانومتر) باشد، نقاط کوانتومی نامیده می‌شوند [۱]. ویژگی‌های نورتابی نقاط کوانتومی وابسته به اندازه و شکل آنها است که منجر به اثر محدودیت کوانتومی در آنها می‌شود. این ویژگی منجر به کاربردهای گسترده از جمله استفاده در دیوهای نور گسیل، حسگرها، لیزرها و سلول‌های خورشیدی برای نقاط کوانتومی شده است [۲-۷]. نقاط کوانتومی کادمیوم

استات کادمیم - دوآبه ($C_4H_6CdO_4 \cdot 2H_2O$)، پودر تلوریم، تیوگلوکولیک اسید (TGA)، سدیم برموهیدرات ($NaBH_4$) و سلنیت سدیم (Na_2SeO_3) که همگی از شرکت مرک خریداری شدند.

۲-۲- روش تولید نقاط کوانتومی CdTe/CdSe

نقاط کوانتومی CdTe و CdTe/CdSe توسط یک روش تابش امواج میکروویو که در گذشته توسط ملایی و همکاران گزارش داده شده است، تولید شدند [۱۸-۱۹]. شکل شماره ۱- طرح واره مراحل تشکیل نقاط کوانتومی هسته/پوسته CdTe/CdSe را نشان می‌دهد. به طور خلاصه، پیش ماده‌های استات کادمیم، پودر تلوریم و TGA بصورت همزمان داخل ظرف مناسب ریخته شدند و تحت تابش امواج میکروویو قرار گرفتند که منجر به تولید نقاط کوانتومی CdTe شد. سپس، نقاط کوانتومی ساخته شده به همراه استات کادمیم، سلنیت سدیم و TGA درون ظرف مناسبی ریخته شدند و دوباره تحت تابش امواج میکروویو قرار گرفتند که در نهایت منجر به تشکیل نقاط کوانتومی هسته/پوسته CdTe/CdSe شد.

۲-۳- تابش دهی نمونه‌ها با پرتو گاما

نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پس از تولید درون میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری قرار گرفتند و با چشمه‌های استوانه‌ای گامای کبالت- ^{60}Co (با آهنگ دز تابشی $1/11 Gy/s$ در بازه $20-0 kGy$ در معرض تابش قرار گرفتند. در این پژوهش برای بررسی اثر غلظت بر ویژگی‌های نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پس از تابش گاما، سه غلظت متفاوت ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ مورد بررسی قرار گرفت (غلظت ۰/۵ و ۰/۲۵ به ترتیب یعنی، نقاط کوانتومی تولید شده، ۲ و ۴ بار رقیق تر شدند). همچنین، برای بررسی اثر ضخامت پوسته، چون ضخامت پوسته CdSe با زمان تابش امواج میکروویو در مرحله رشد پوسته CdSe قابل تنظیم است، دو زمان یک و دو دقیقه مورد بررسی قرار گرفت که برای سهولت این نمونه‌ها به ترتیب S۱ و S۲ نام‌گذاری شدند.

هسته/پوسته CdTe/ZnSe را با یک روش فوتوشیمیایی گزارش کردند [۱۲]، سای^۱ و همکارانش، نقاط کوانتومی هسته/پوسته نوع دو CdTe/CdSe را با استفاده از یک روش میکروویو تشکیل دادند [۱۳]. همچنین، وی^۲ و همکارانش نقاط کوانتومی هسته/پوسته/پوسته CdTe/CdS/ZnS را با استفاده از یک روش بازروانی تولید کردند [۱۴]. امروزه، بررسی اثر تابش‌های یونیزان گاما بر ویژگی‌های ساختاری و نورتابی نقاط کوانتومی به منظور معرفی کردن مواد جدید در کاربردهای دزیمتری توجه زیادی را به خود جلب کرده است، به عنوان مثال، اله داغی و همکارانش، ویژگی‌های ساختاری و نورتابی نقاط کوانتومی CdS را تحت تابش پرتوهای گاما بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که تابش گاما هیچ تغییری در ساختار نقاط کوانتومی CdS ایجاد نکرده است ولی ویژگی‌های نورتابی نقاط کوانتومی CdS بعد از تابش گاما به غلظت محلول وابسته بود [۱۵]، چانگ^۳ و همکارانش، اثر تابش گاما را بر ویژگی‌های نورتابی نقاط کوانتومی CdTe و CdSe بررسی و نتایج به دست آمده نشان داد که شدت نورتابی این نقاط کوانتومی بعد از تابش پرتوهای گاما افزایش چشم گیری پیدا کرده است [۱۶]. همچنین، ویتزر^۴ و همکارانش، اثر تابش گاما را بر ویژگی‌های نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/ZnS گزارش کردند و وابستگی شدت نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/ZnS به دز پرتو گاما دریافتی را نشان دادند [۱۷]. در پژوهش حاضر، نقاط کوانتومی CdTe/CdSe با یک روش میکروویو که پیشتر در گروه ما گزارش شده است، تولید شدند و سپس، ویژگی‌های ساختاری و نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe تحت تابش چشمه گامای کبالت- ^{60}Co (در بازه $20-0 kGy$ برای نخستین بار مورد بررسی قرار گرفت.

۲- روش های تجربی

۲-۱- مواد مورد نیاز

مواد مورد استفاده در این پژوهش به شرح زیر است که همگی دارای خلوص بالا بودند:

^۱ Sai

^۲ Wei

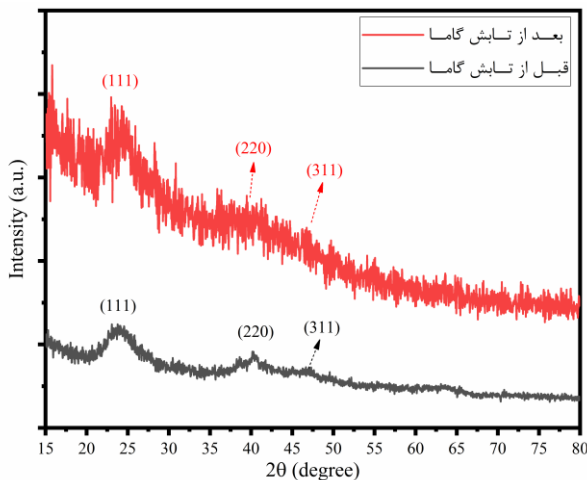
^۳ Chang

^۴ Withers

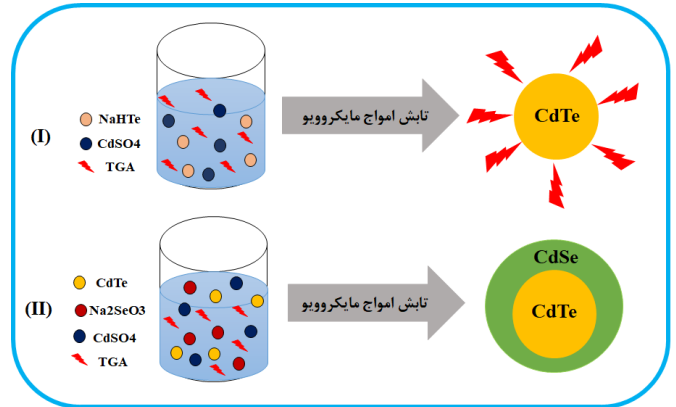
۳- نتایج و بحث

شکل شماره ۲- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM) نقاط کوانتومی تولید شده است. بر طبق این تصویر، نقاط کوانتومی تولید شده کروی شکل هستند.

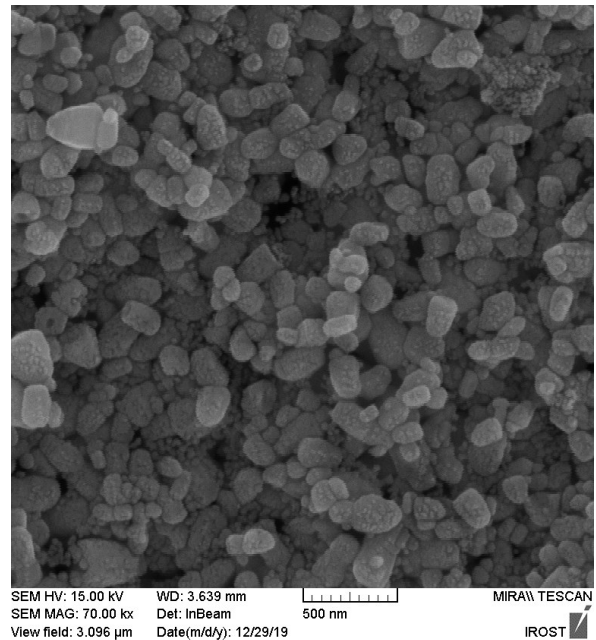
شکل شماره ۳- الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نقاط کوانتومی CdTe/CdSe را پیش و پس از تابش گاما نشان می‌دهد. با توجه به پایین بودن دمای رشد نقاط کوانتومی و سریع بودن روش ساخت و همچنین، کوچک بودن اندازه این ذرات، انتظار می‌رود که قله‌های خیلی تیز و باریکی در طیف XRD دیده نشود. الگوی XRD نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پیش از تابش گاما (الگوی مشکی رنگ) دارای سه قله اصلی در زوایای 2θ ۲۳/۵، ۴۰/۵ و ۴۷/۸ درجه است که مربوط به صفحات (۱۱۱)، (۲۲۰) و (۳۱۱) ساختار مکعبی استاندارد-JCPDS No.5-566) نقاط کوانتومی CdTe است [۱۹]. همانطور که در الگوی XRD نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پس از تابش گاما (الگوی قرمز رنگ) قابل مشاهده است، سه قله اصلی که مربوط به ساختار مکعبی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe هستند، بعد از تابش گاما همچنان حضور دارند که این نتایج نشان دهنده این است که نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پس از تابش گاما همچنان ساختار بلوری خودشان را حفظ کرده‌اند و تابش گاما باعث ایجاد تغییرات بنیادی در ساختار بلوری نقاط کوانتومی CdTe/CdSe نمی‌شود.



شکل شماره ۳. آنالیز XRD نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پیش و پس از تابش گاما



شکل شماره ۱. طرح واژه مراحل و فرآیند سنتز نقاط کوانتومی هسته/پوسته CdTe/CdSe

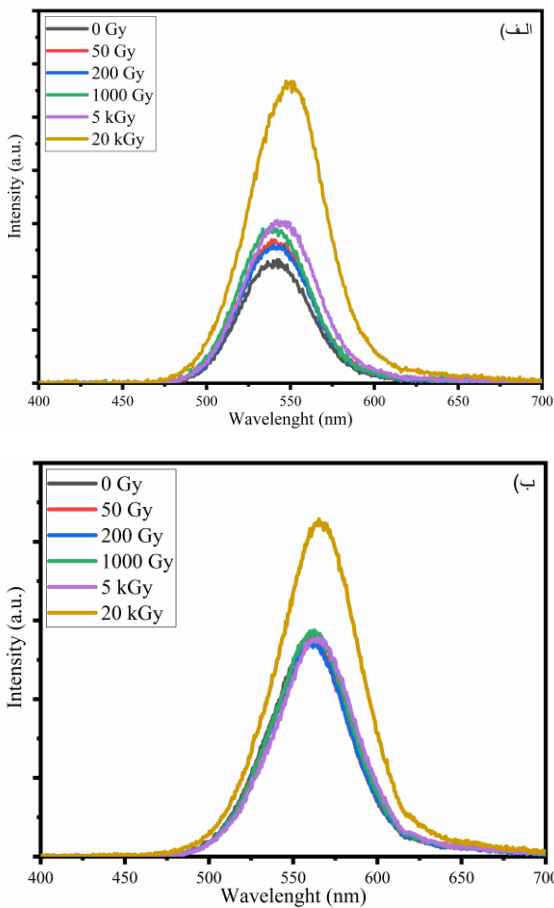


شکل شماره ۲. آنالیز FESEM نقاط کوانتومی ساخته شده CdTe/CdSe

۲-۴- مشخصه‌یابی

آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) توسط دستگاهی با مدل D8- Advance Bruker X-ray diffractometer انجام شد. تصویر الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM) توسط میکروسکوپ مدل ZEISS (SIGMA VP) تهیه شد. آنالیز فرسوخ تبدیل فوریه توسط دستگاه Nicolet 10 انجام شد. طیف فوتولومینسانس (PL) و جذب با دستگاه AvaSpec-2048 TEC انجام شدند.

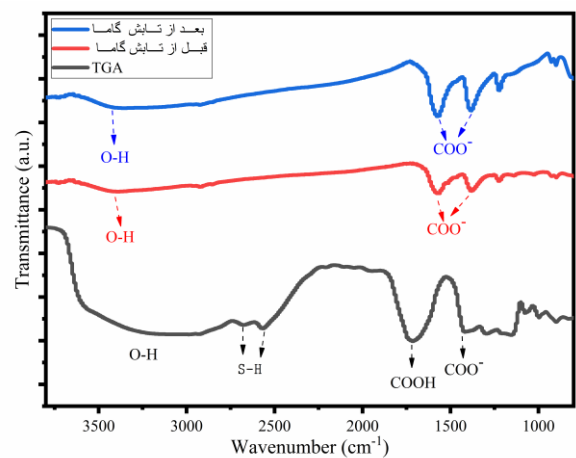
می‌کند و احتمالاً باعث بهبود نقص‌های سطحی شده که در نتیجه منجر به افزایش شدت نورتابی می‌شود. تغییرات در نورتابی نقاط کوانتومی هسته/پوسته که دارای پوسته نازک‌تری (نمونه S1) است نسبت به پوسته ضخیم‌تر (نمونه S2) بیشتر است. در پوسته نازک‌تر به دلیل اینکه تمام پیش ماده‌ها در محلول (میکروتیوب حاوی ۲ میلی لیتر از نقاط کوانتومی CdTe/CdSe) هنوز واکنش نداده‌اند، واکنش پذیری بیشتری در مقابل پرتوهای گاما دارند که در نتیجه منجر به افزایش نورتابی می‌شوند. اما در مورد پوسته ضخیم‌تر که پیش ماده‌ی بیشتری در حین ساخت به عنوان پوسته مصرف شده است، انرژی پرتو گاما تاثیر گذاری کمتری دارد.



شکل شماره ۵. طیف PL نمونه S1 (الف) و S2 (ب)

شکل شماره ۶- طیف جذب نقاط کوانتومی کوانتومی CdTe/CdSe برای نمونه های S1 و S2 را نشان می دهد. همانطور که در این تصویر مشخص است با افزایش شدت دز دریافتی، مقدار جذب نقاط کوانتومی CdTe/CdSe نیز افزایش یافته است که علت آن این است که با افزایش شدت دز دریافتی،

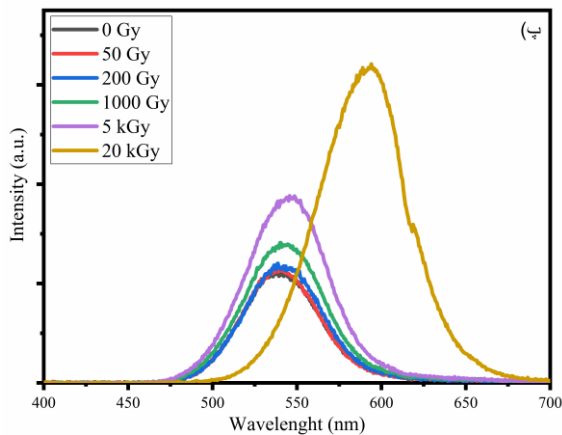
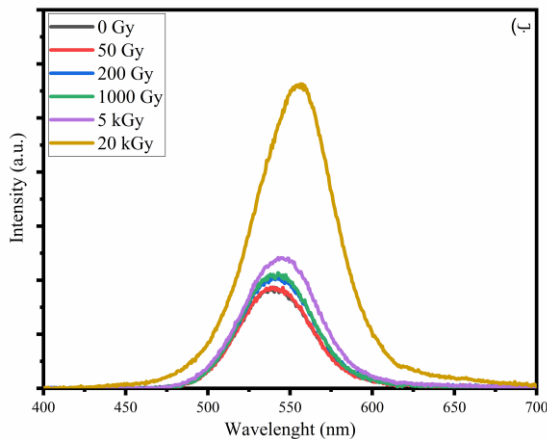
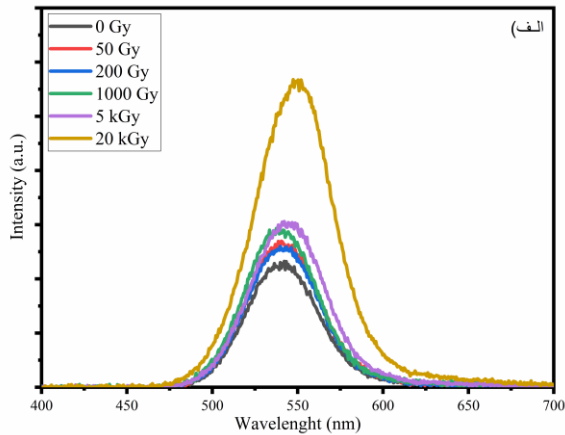
شکل شماره ۴- آنالیز FT-IR نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پیش و پس از تابش گاما و مولکول TGA را نشان می‌دهد. همانطور که در این تصویر مشخص است، طیف FT-IR نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پیش و پس از ۲۰ kGy تابش گاما تغییری نکرده است که نشان می‌دهد، تابش گاما تغییری در ساختار نقاط کوانتومی CdTe/CdSe ایجاد نکرده است. در این پژوهش، از مولکول TGA به عنوان عامل پوششی برای ساخت و کنترل اندازه نانوذرات استفاده شد. در طیف FT-IR مولکول TGA دو قله در $2568/4 \text{ cm}^{-1}$ و 2690 cm^{-1} وجود دارد که مربوط به پیوند S-H است، این دو قله در طیف نقاط کوانتومی CdTe/CdSe از بین رفته است که دلیل آن اتصال مولکول‌های TGA به نقاط کوانتومی CdTe/CdSe است، همچنین، این دو قله در طیف جذب نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پس از تابش گاما نیز وجود ندارند که این امر بیان کننده این موضوع است که تابش گاما نمی‌تواند باعث جدا شدن مولکول‌های TGA از سطح نقاط کوانتومی CdTe/CdSe شود [۲۰-۲۲].



شکل شماره ۴. آنالیز FT-IR نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پیش و پس از تابش گاما

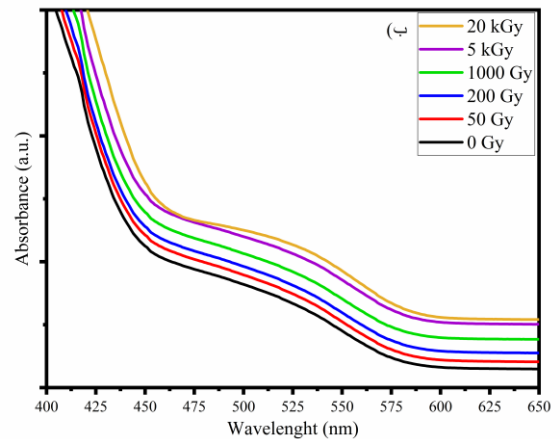
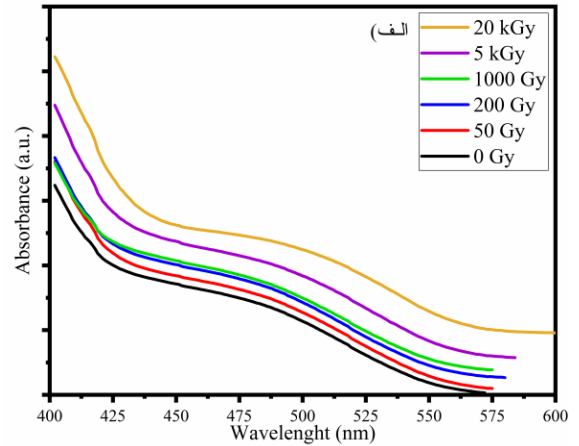
شکل شماره ۵- طیف PL نقاط کوانتومی هسته/پوسته CdTe/CdSe را برای دو نمونه S1 و S2 را نشان می‌دهد. همانطور که در تصویر مشخص است پس از دریافت پرتوهای گاما، شدت نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe افزایش پیدا کرده است و بیشترین شدت نورتابی نانوذرات پس از دریافت دز تابشی ۲۰kGy رخ داده است. در توجیه این پدیده می‌توان گفت که پرتو گامای فرودی، انرژی لازم را برای واکنش بین یون‌های کادمیم و سلنیمی که درون محلول کلئیدی قرار دارند را فراهم

مقابل تابش گاما است. وقتی تابش گاما وارد محلول می‌شود عوامل فعال از قبیل رادیکال‌های آزاد، فوتون‌های پرانرژی ثانویه و فتوالکترون‌های پرانرژی تولید می‌شود که هرچه غلظت نقاط کوانتومی در محلول کمتر باشد، قدرت تاثیر پذیری بیشتر می‌شود. احتمالاً به همین دلیل جا به جایی به قرمز در نمونه‌ها با غلظت کمتر بیشتر رخ می‌دهد.



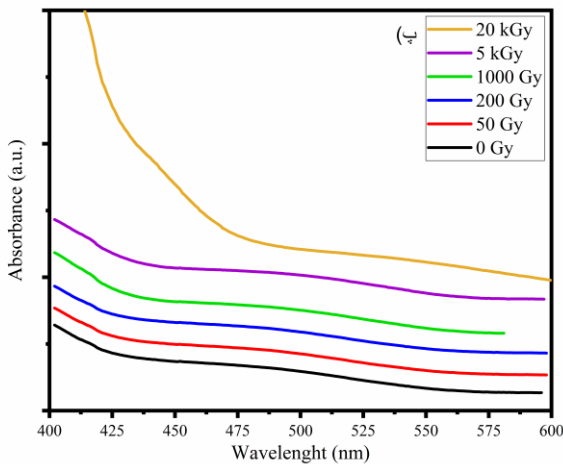
شکل شماره ۷. طیف PL نقاط کوانتومی CdTe/CdSe با غلظت‌های ۱ (الف)، ۰/۵ (ب) و ۰/۲۵ (پ)

رشد ذرات بیشتر می‌شود. در نتیجه جذب نانوذرات نیز افزایش پیدا کرده است. در اینجا نیز میزان تغییرات برای نمونه S۱ بیشتر از S۲ است.

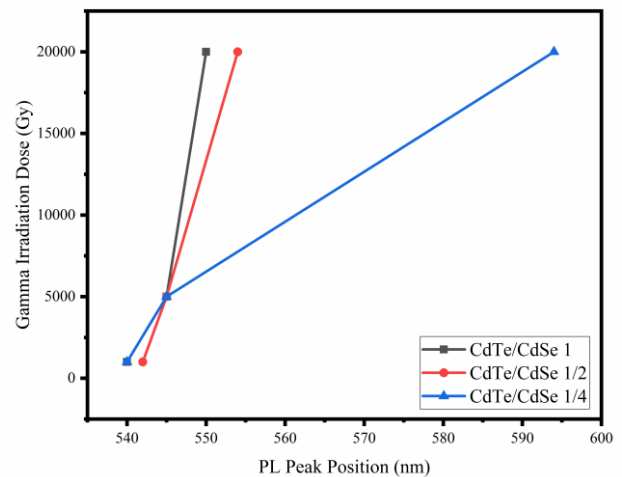


شکل شماره ۶. طیف جذب نمونه S۱ (الف) و S۲ (ب)

شکل شماره ۷- طیف PL نقاط کوانتومی CdTe/CdSe با غلظت‌های نسبی متفاوت ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ را نشان می‌دهد. همانطور که در این تصویر مشخص است، پس از افزایش شدت دریافتی شدت نورتابی نیز بیشتر می‌شود همچنین در این تصویر علاوه بر افزایش شدت نورتابی، جا به جایی قرمز نیز در قله طیف PL مشاهده می‌شود. با توجه به این شکل‌ها مقدار افزایش شدت نورتابی زیاد وابسته به غلظت نیست ولی انتقال قله به قرمز وابستگی زیادی به غلظت دارد. شکل شماره ۸- مکان قله‌های نورتابی بر اساس دز پرتوی گاما دریافتی را نمایش می‌دهد. همانگونه که در این تصویر مشخص است با کاهش غلظت نقاط کوانتومی CdTe/CdSe، مقدار جابه‌جایی به قرمز نیز بیشتر می‌شود که این امر نشان دهنده این است که غلظت یک فاکتور مهم در بروز تغییرات نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe در



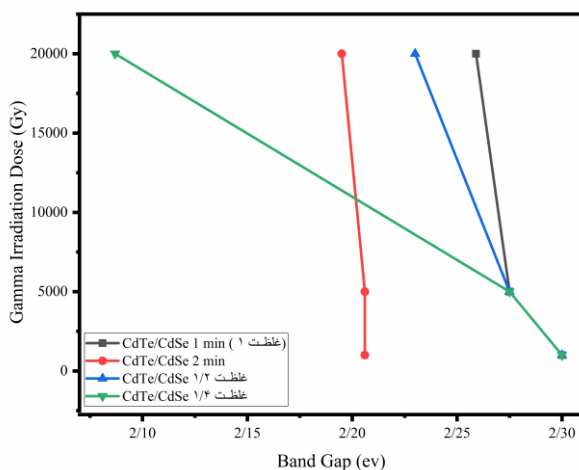
شکل شماره ۹. طیف جذب نقاط کوانتومی CdTe/CdSe با غلظت‌های ۱ (الف)، ۰/۵ (ب) و ۰/۲۵ (پ)



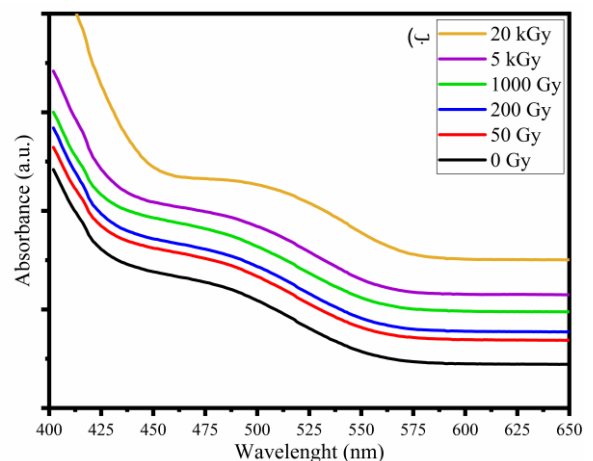
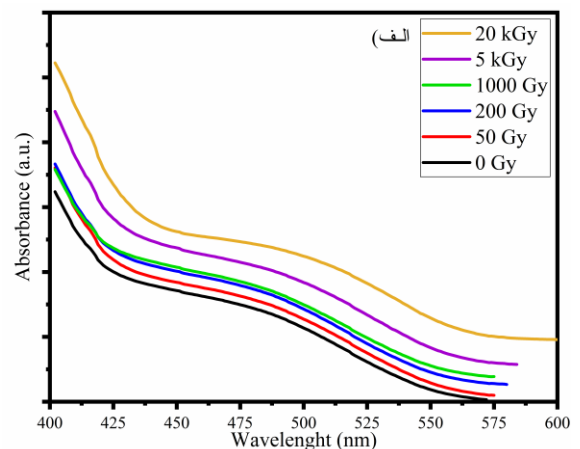
شکل شماره ۸. مکان قله نورتایی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe با غلظت‌های متفاوت بر حسب دوز گاما دریافتی

شکل شماره ۹- طیف جذب نقاط کوانتومی CdTe/CdSe با غلظت‌های متفاوت را نشان می‌دهد. همانطور که در تصویر مشخص است، با افزایش دز گامای دریافتی، مقدار جذب نقاط کوانتومی CdTe/CdSe نیز افزایش پیدا کرده است.

شکل شماره ۱۰- تغییر اندازه شکاف انرژی نمونه‌ها براساس دز گاما دریافتی را نشان می‌دهد. همانطور که در این تصویر قابل مشاهده است و در تطابق با نتایج به دست آمده، با افزایش دز گاما دریافتی، شکاف انرژی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe کاهش پیدا می‌کند و بیشترین کاهش، متعلق به نمونه با کمترین غلظت است. همچنین، مشاهده می‌شود که نمونه S_2 در مقابل تابش گاما بسیار مقاوم است و شکاف انرژی آن تغییرات بسیار کمی دارد.



شکل شماره ۱۰. اندازه شکاف انرژی بر حسب دز گامای دریافتی نمونه‌های متفاوت



برای بررسی بهتر تاثیر پرتوهای گاما بر نورتایی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe، نورتایی نقاط کوانتومی با غلظت‌های ۱ و ۰/۲۵ پیش و پس از تابش گاما در زیر نور محیط و نور فرباش در شکل

مراجع

[1] M. Molaei, M. Marandi, E. Saievar-Iranizad, N. Taghavinia, B. Liu, H. D. Sun, and X. W. Sun, "Near-white emitting QD-LED based on hydrophilic CdS nanocrystals." *Journal of Luminescence*, 132, 467-473, 2012.

[2] N. Zeiri, A. Naifar, S. Abdi-Ben Nasrallah, and M. Said, "Theoretical studies on third nonlinear optical susceptibility in CdTe–CdS–ZnS core–shell–shell quantum dots." *Photonics and Nanostructures-Fundamentals and Applications*, 36, 100725, 2019.

[3] D. Oluwole, J. Britton, P. Mashazi, and T. Nyokong. "Synthesis and photophysical properties of nanocomposites of aluminum tetrasulfonated phthalocyanine covalently linked to glutathione capped CdTe/CdS/ZnS quantum dots." *Synthetic Metals*, 205, 212-221, 2015.

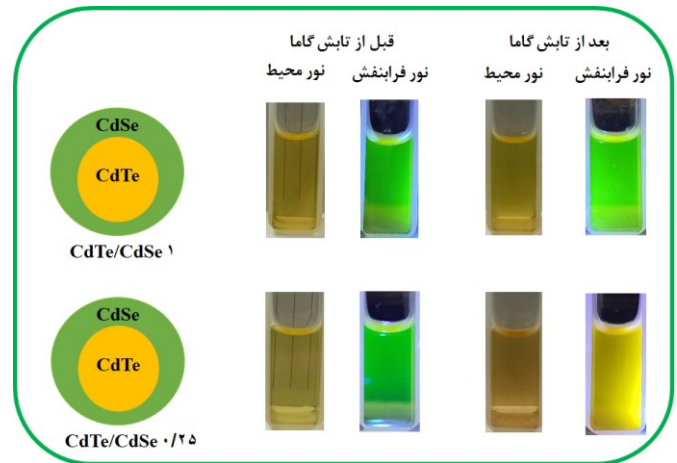
[4] E. Zillner, J. Kavalakkatt, B. Eckhardt, T. Dittrich, A. Ennaoui, and M. Lux-Steiner. "Formation of a heterojunction by electrophoretic deposition of CdTe/CdSe nanoparticles from an exhaustible source." *Thin Solid Films*, 520, 17, 5500-5503, 2012.

[5] Z. Qiu, J. Shu, Y. He, Z. Lin, K. Zhang, S. Lv, and D. Tang. "CdTe/CdSe quantum dot-based fluorescent aptasensor with hemin/G-quadruplex DNzyme for sensitive detection of lysozyme using rolling circle amplification and strand hybridization." *Biosensors and Bioelectronics*, 87, 18-24, 2017.

[6] M. M. Rahman, M. R. Karim, H. F. Alharbi, B. Aldokhayel, T. Uzzaman, and H. Zahir. "Cadmium Selenide quantum dots for solar cell applications: a review." *Chemistry–An Asian Journal*, 16, 8, 902-921, 2021.

[7] V. Ncapayi, S. Parani, S. P. Songca, T. Kodama, and O.S. Oluwafemi. "Green synthesis of MPA-capped CdTe/CdSe quantum dots at different pH and its effect on the cell viability of fibroblast histiocytoma cells." *Materials Letters*, 209, 299-302, 2017.

شماره ۱۱- نشان داده شده است. همانطور که در تصویر مشخص است، شدت نورتابی بعد از تابش گاما افزایش پیدا کرده است و جابه‌جایی به قرمز نقاط کوانتومی CdTe/CdSe با غلظت ۰/۲۵ به وضوح قابل مشاهده است.



شکل شماره ۱۱. نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe با غلظت‌های ۱ و ۰/۲۵ پیش و پس از تابش گاما در زیر نور محیط و نور فرابنفش

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش، برای نخستین بار ویژگی‌های ساختاری و نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe تحت تابش پرتوهای گاما مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیزهای XRD و FT-IR نشان داد که تابش‌های یونیزان گاما تغییر محسوسی در ساختار بلوری نقاط کوانتومی CdTe/CdSe ایجاد نکرده است. نتایج طیف سنجی نورتابی نشان داد که نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پس از تابش گاما افزایش چشم گیری پیدا کرده است. اندازه ضخامت پوسته و غلظت به عنوان دو فاکتور اصلی در بروز تغییرات نوری نقاط کوانتومی CdTe/CdSe در مقابل تابش گاما مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج بدست آمده نشان داد که غلظت نقش مهمی در این فرآیند دارد. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که نقاط کوانتومی CdTe/CdSe پتانسیل به کار رفتن در کاربردهای دزیمتری را می‌تواند داشته باشد.

- [16] S. Chang, X. Wu, J. Lan, Z. Li, X. Zhang, and H. Zhang. " γ -Radiation enhanced luminescence of thiol-capped quantum dots in aqueous solution." *Nanomaterials*, 9, 4,506, 2019.
- [17] N. Withers, K. Sankar, B. A. Akins, T. A. Memon, T. Gu, J. Gu, G. A. Smolyakov, M. R. Greenberg, T. J. Boyle, and M. Osinski. "Rapid degradation of Cd Se/ Zn S colloidal quantum dots exposed to gamma irradiation." *Applied Physics Letters* 93, 17, 173101, 2008.
- [18] M. Molaei, H. Hasheminejad, and M. Karimipour. "Synthesizing and investigating photoluminescence properties of CdTe and CdTe@CdS core-shell quantum dots (QDs): a new and simple microwave activated approach for growth of CdS shell around CdTe core." *Electronic Materials Letters*, 11, 1, 7-12, 2015.
- [19] M. Nozaei, M. Molaei, F. Farahmandzadeh and B. Ramazanloo, "Synthesis and improvement of the optical peroperties of CdTe/CdSe core-shell QDs by using microwave approach." *Nanomeghyas*, 7, 61-67, 2020.
- [20] A. V. Elevathoor, A. R. Jose, M. Jacob, and K. G. Kumar. "Thioglycolic acid capped CdS quantum dots as a fluorescent probe for the nanomolar determination of dopamine." *Analytical Methods*, 7, 16, 6791-6798, 2015.
- [21] R. Xie, L. Li, Y. Li, L. Liu, D. Xiao, and J. Zhu. "Fe: ZnSe semiconductor nanocrystals: Synthesis, surface capping, and optical properties." *Journal of alloys and compounds* 509, 7, 3314-3318, 2011.
- [22] K. Saikia, P. Deb, and E. Kalita. "Facile synthesis of highly luminescent ZnSe (S) alloyed quantum dot for biomedical imaging." *Current Applied Physics*, 13, 925-930, 2013.
- [8] A. Moulick, I. Blazkova, V. Milosavljevic, Z. Fohlerova, J. Hubalek, P. Kopel, M. Vaculovicova, V. Adam, and R. Kizek. "Application of CdTe/ZnSe quantum dots in in vitro imaging of chicken tissue and embryo." *Photochemistry and photobiology*, 91, 417-423, 2015.
- [9] A. Moulick, V. Milosavljevic, J. Vlachova, R. Podgajny, D. Hynek, P. Kopel, and V. Adam. "Using CdTe/ZnSe core/shell quantum dots to detect DNA and damage to DNA." *International Journal of Nanomedicine*, 12, 1277, 2017.
- [10] T. Fu, H. Qin, H. Hu, Z. Hong, and S. He. "Aqueous synthesis and fluorescence-imaging application of CdTe/ZnSe core/shell quantum dots with high stability and low cytotoxicity." *Journal of nanoscience and nanotechnology*, 10, 1741-1746, 2010.
- [11] Y. Li, W. Wang, D. Zhao, P. Chen, H. Du, Y. Wen, and X. Zhang. "Water-soluble fluorescent CdTe/ZnSe Core/Shell Quantum Dot: aqueous phase synthesis and cytotoxicity assays." *Journal of nanoscience and nanotechnology*, 15, 4648-4652, 2015.
- [12] F. Farahmandzadeh, M. Molaei, M. Karimipour, and A. R. Shamsi. "Highly luminescence CdTe/ZnSe core-shell QDs; synthesis by a simple low temperature approach." *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 31, 15, 12382-12388, 2020.
- [13] L. Sai, and X. Y. Kong. "Microwave-assisted synthesis of water-dispersed CdTe/CdSe core/shell type II quantum dots." *Nanoscale research letters*, 6, 1-7, 2011.
- [14] F. Wei X. Lu, Y. Wu, Z. Cai, L. Liu, P. Zhou, and Q. Hu. "Synthesis of highly luminescent CdTe/CdS/ZnS quantum dots by a one-pot capping method." *Chemical engineering journal*, 226, 416-422, 2013.
- [15] H. Alehdaghi, E. Assar, B. Azadegan, J. Baedi, and A. A. Mowlavi. "Investigation of optical and structural properties of aqueous CdS quantum dots under gamma irradiation." *Radiation Physics and Chemistry*, 166, 108476, 2020.



Investigation effect of gamma irradiation on structural and optical properties of CdTe/CdSe quantum dots

S. Dehghan¹, F. Farahmandzadeh¹, M. Molaie¹, H. Alehdaghi², M. Karimipour¹

¹Department of physics, Faculty of Science, Vali-e-Asr University, Rafsanjan

²Department of Physics, Faculty of Science, Hakim Sabzevari, Sabzevar

Abstract: In this paper, effect of gamma irradiation on structural and optical properties of CdTe/CdSe QDs were investigated for the first time. X-ray diffraction (XRD) results showed that synthesized QDs had cubic structure and gamma irradiation had no change in crystalline structure of CdTe/CdSe QDs. Also, Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) results confirmed that crystalline structure of CdTe/CdSe QDs had no change after gamma irradiation. The photoluminescence (PL) results showed that intensity of CdTe/CdSe QDs after gamma irradiation enhanced significantly. Shell thickness of CdSe and concentration of QDs were investigated as two important factor on optical properties of CdTe/CdSe QDs versus gamma irradiation. The results showed that less shell thickness and less concentration of sample make bigger changes in optical properties and band gap size of CdTe/CdSe QDs after gamma irradiation and with decreasing concentration of the QDs, the red-shift in PL peak was occurred stronger. Our obtained results showed that luminescence and absorption of CdTe/CdSe QDs have sensitivity versus gamma irradiation and CdTe/CdSe QDs are good candidate to use in dosimetry applications.

Keywords: CdTe/CdSe, quantum dots, gamma irradiation, dosimetry, photoluminescence