بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و چهاردهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شهید چمران اهواز،
خوزستان، ایران.
۱۴-۱۲ بهمن ۱۴۰۰

بررسی اثر تابش گاما بر خواص نورتابی و ساختاری نقاط کوانتومی هسته/پوسته/پوسته CdTe/CdSe/CdS

سیما دهقان قهفرخی[۱*]، فرزاد فرهمندزاده [۱]، مهدی ملایی [۱]،حسن اله داغی[۲]و مسعود کریمی پور[۱]

[۱]فیزیک, علوم پایه, ولی عصر(عج), رفسنجان

[۲] فیزیک، علوم پایه، حکیم سبزواری، سبزوار

*ایمیل نویسنده مسئول:sdphysic@yahoo.com

چکیده- در این تحقیق نقاط کوانتومی هسته/پوسته/پوسته CdTe/CdSe/CdS توسط یک روش جدید و رویکرد ساده فتوشیمیایی سنتز شده اند. تیوگلیکولیک اسید (TGA) به عنوان یک عامل پوششی و به عنوان منبع S^{2-} برای رشد پوسته CdS در اطراف نقاط کوانتومی CdTe/CdSe استفاده شد. XRD تشکیل موفق ساختار هسته/پوسته/پوسته CdTe/CdSe/CdS را تایید کرد.تأثیر تابش گاما کبالت-۶۰ بر خواص نوری و ساختاری نقاط کوانتومی CdTe و هسته/پوسته/پوسته CdTe/CdSe/CdS مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که پایداری ساختار بلوری نقاط کوانتومی پس از تابش گاما وجود دارد و شدت نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS بتدریج با دریافت دوزهای مختلف تابش گاما افزایش پیدا کرد و فقط در تابش ۲۰ KGy کاهش پیدا کرد و همچنین یک جابه جایی طول موج به سمت قرمز مشاهده شد.

کلید واژه- CdTe/CdSe/CdS، نقاط کوانتومی، تابش گاما، دوزیمتری، نورتابی

Investigation effect of gamma radiation on the optical and structural properties of CdTe / CdSe / CdS core/shell/shell QDs

Sima Dehghan Ghahfarokhi*[۱], Farzad Farahmandzadeh[۱], Mehdi Molaei[۱], Hassan Alehdaghi[۲] and Masoud Karimipour[۱]

۱. □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□, □□□□□□□ □□ □□□□□□□, □□□□-□-□□□ □□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□

۲. □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□, □□□□□□□ □□ □□□□□□□, □□□□□ □□□□□□□□□, □□□□□□□□□□, □□□□□□□□

***Corresponding author email:sdphysic@yahoo.com**

Abstract- In this research CdTe/CdSe/CdS core/shell/shell QDs were synthesized by a novel and simple photochemical approach. Thioglycolic acid (TGA) was used as simultaneously as both of the capping agent molecule and S^{2-} source for CdS shell growth around CdTe/CdSe QDs. XRD results confirmed successful formation of CdTe/CdSe/CdS core/shell/shell structure. Effect of ^{60}Co gamma irradiation on optical and structural properties of CdTe and CdTe/CdSe/CdS core/shell/shell QDs was investigated. source for CdS shell growth around CdTe/CdSe QDs. The obtained results indicated stability of crystalline structure of QDs after gamma irradiation but PL intensity of the CdTe/CdSe/CdS QDs was decreased gradually after receiving different doses of gamma irradiation with a red shift in PL peak position.

[Downloaded from opsi.ir on 2025-10-16]

Keywords: CdTe/CdSe/CdS, QDs, Gamma irradiation, Dosimetry, luminescence

مقدمه

به نانومواد صفر بعدی که خیلی کوچک هستند طوری که گسستگی ترازهای انرژی باعث ایجاد نوار انرژی شود نقطه کوانتومی گفته می‌شود[۱]. در نیم‌رساناها در صورتی‌که ابعاد نانوذره کمتر از شعاع اکسیتون بوهر شود، یک نقطه کوانتومی ایجاد شده و باعث تبدیل نوار انرژی ماده به تراز انرژی می‌شود. مهم‌ترین ویژگی نقاط کوانتومی ویژگی های اپتیکی است. در نقاط کوانتومی چون نوارهای انرژی به ترازهای انرژی تبدیل می شوند، با کنترل اندازه نقاط کوانتومی با دقت بالا می‌توان گاف انرژی آن‌ها را نیزکنترل نمود. همچنین در اثر کنترل گاف انرژی می‌توان طیف نشری آن‌ها را مشخص کرد. این نقاط کوانتومی کاربردهای زیادی دارند از جمله در سلول های خورشیدی، دیودهای نورگسیل و بیوسنسورها[۳-۲]. امروزه، بررسی اثر تابش‌های یونیزان گاما بر ویژگی‌های ساختاری و نورتابی نقاط کوانتومی به منظور یافتن مواد جدید در کاربردهای دوزیمتری مورد توجه قرار گرفته است، به طوری که پژوهشگران زیادی نتایج کارهای خودشان را گزارش داده‌اند به طور مثال ، چانگ و همکاران اثر تابش گاما را بر ویژگی‌های نورتابی نقاط کوانتومی CdTe و CdSe بررسی کرده‌اند و نتایج آنها نشان داد که شدت نورتابی این نقاط کوانتومی بعد از تابش پرتوهای گاما افزایش چشم گیری پیدا کرده است [۴] و همچنین ویتزر و همکاران اثر تابش گاما را بر ویژگی‌های نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/ZnS گزارش داده‌اند و در پژوهش خود نشان دادند که شدت نورتابی نقاط کوانتومی CdTe/ZnS وابسته به دز گاما دریافتی است[۵]

آزمایش‌ها

مواد

کادمیوم استات دهیدراته ($C_4H_6CdO_4*2H_2O$)، پودر تلوریم (۹۹٪)، اسیدتیوگلیکولیک (TGA) و سدیم بورموهیدرات ($NaBH_4$) از شرکت شیمیایی مرک و سلنیت همه مواد شیمیایی دارای درجه خلوص خوب و بدون تصفیه بیشتر استفاده می شود.

سنتز نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS

نقاط کوانتومی CdTe با روش مایکروویو که قبلاً گزارش شده است، سنتز شدند [۶]. برای سنتز نقاط کوانتومی هسته/پوسته CdTe/CdSe، ۰٫۰۶۴ گرم $C_4H_6CdO_4*2H_2O$ در ۳۰ میلی لیتر آب DI حل شده و پس از آن TGA به محلول و pH محلول توسط NaOH اضافه شده به ۸ تنظیم شد.در محلول دیگر۰٫۸ گرم Na_2SeO_3 در ۲۰ میلی لیتر آب DI حل شده ، سپس دو محلول آماده شده با هم مخلوط شده و ۱۵ میلی لیتر نقاط کوانتومی CdTe به محلول افزوده شده و در نهایت محلول آماده شده در سیستم مایکروویو قرار می گیرد و به مدت ۲ دقیقه گرم می شود. بخش اصلی و جدید این کار رشد پوسته CdS است. TGA یک ماده حساس به اشعه ماوراء بنفش است و تحت تابش اشعه ماوراء بنفش S^{2-} را آزاد می کنند، در این روش سنتز این ویژگی مولکول TGA برای رشد پوسته CdS در اطراف نقاط کوانتومی CdTe/CdSe مورد استفاده قرار گرفت. در این رویکرد نقاط کوانتومی CdTe/CdSe بدون استخراج فقط تحت روشنایی لامپ جیوه فشار قوی برای فواصل زمانی مختلف قرار داشت. در واقع یونهای Cd^{2+} زیادی در محلول نقاط کوانتومی CdTe/CdSe وجود دارد و همچنین برخی از مولکول‌های TGA در محلول‌های نقاط کوانتومی وجود دارد. اشعه ماوراء بنفش مولکول TGA را تجزیه کرده و S^{2-} مورد نیاز برای رشد پوسته CdS را آماده می کند.این فرآیند سنتز بسیار ساده ، سریع و در دمای پایین است در این رویکرد ضخامت پوسته CdS تنها با زمان تابش اشعه ماوراء بنفش قابل تنظیم است که یکی دیگر از جنبه های جالب آن است. برای بررسی تأثیر تابش گاما بر خواص ساختار و نوری نقاط کوانتومیهسته/پوسته/پوسته CdTe/CdSe/CdS ، نقاط کوانتومی سنتز شده تحت تابش منبع کبالت-۶۰ با میزان دوز تابش ۱٫۱ Gy/s برای دوزهای مختلف با مقدار ۵۰Gy، ۲۰۰Gy، ۱۰۰۰Gy، ۱kGy، ۵kGy و ۲۰kGy

[Downloaded from opsi.ir on 2025-10-16]

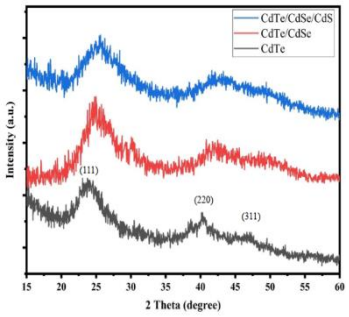
قرارگرفتند یک نمونه با Gy ۰ به عنوان مرجع در شرایط مشابه برای مقایسه دقیق نگه داشته شد.

نتایج و بحث

شکل ۱ الگوی XRD نقاط کوانتومی CdTe/CdSe،CdTe هسته/پوسته/پوسته CdTe/CdSe/CdS را نشان می‌دهد. سه قله اصلی در الگوی XRD از نقاط کوانتومی CdTe وجود دارد مربوط به (۱۱۱) ، (۲۲۰) و (۳۱۱) صفحه فاز مکعبی CdTe است.

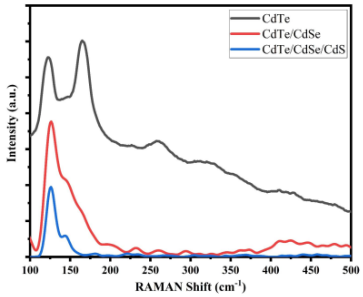
$$\theta = n\lambda \quad (1)$$

تغییر تدریجی قله های پراش به زوایای بالاتر رشد موفقیت آمیز پوسته های CdSe و CdSe/CdS را تأیید کرد.



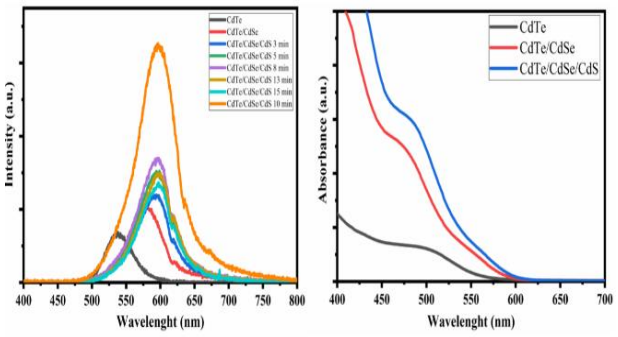
شکل ۱: الگوی XRD نقاط کوانتومی CdTe/CdSe،CdTe ، CdTe/CdSe/CdS

شکل ۲ طیف رامان از نقاط کوانتومی CdTe، CdTe/CdSe و CdTe/CdSe/CdS را نشان می‌دهد. طیف رامان نقاط کوانتومی CdTe از سه قله اصلی در حدود cm^{-1} ۱۲۱٫۹ ، ۱۴۳٫۱و ۱۶۵٫۶ تشکیل شده است که با حالت فونون طولی نوری (LO CdTe)، حالت A و E عنصر Te ، به طورقابل ملاحظه مطابقت دارد. قله(LO CdTe) و پیک A حالت عنصر Te در طیف رامان نقاط کوانتومی CdTe/CdSe و CdTe/CdSe/CdS قابل مشاهده است ، اما قله حالت E عنصر Te از بین رفته است که دلیل دیگری نیز برای موفقیت رشد پوسته های CdSe و CdSe/CdS است. [۷].



شکل ۲: آنالیز رامان نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS،CdTe

در شکل ۳ طیف PL نقاط کوانتومی CdTe/CdSe و CdTe/CdSe/CdS با نقاط کوانتومی CdTe مقایسه شده است. به وضوح شدت نورتابی به طور قابل توجهی افزایش یافت و همچنین بازده نورتابی به ترتیب برای CdTe/CdSe و CdTe/CdSe/CdS به حدود ۵۰ و ۷۰٪ محاسبه شد [۸].

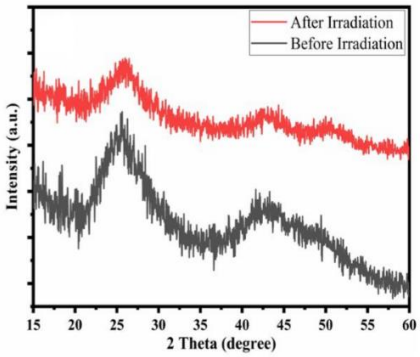


شکل۳. طیف PL نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS

نتایج تابش گاما

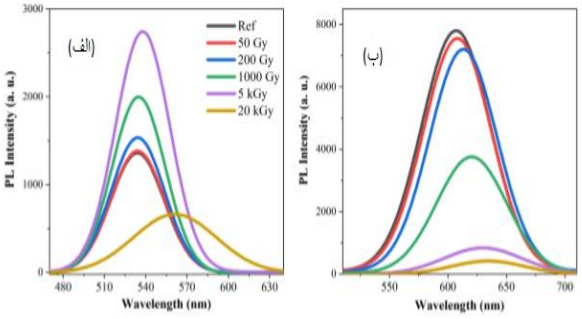
در این کار ما اثر تابش گاما بر خواص نوری و ساختاری نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS را بررسی شد و پتانسیل آنها را برای استفاده به عنوان دوزیمتر گاما مورد بررسی قرار گرفت. از پنج دز مختلف تابش گاما کبالت-۶۰ برای مطالعه تأثیر گاما بر خواص نقاط کوانتومی استفاده شد. برای بررسی ساختار بلوری نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS تجزیه و تحلیل XRD انجام شد. الگویXRD نقاط کوانتومی پس از تابش گاما قله های پراش را مشابه نمونه های آماده نشان داد (شکل۴) ، بنابراین تابش گاما ساختار بلوری نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS را تغییر نداد.

[Downloaded from opsi.ir on 2025-10-16]



شکل۴: الگوی XRD نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS قبل و بعد از تابش گاما

شکل ۵ طیف PL قبل و بعد از قرار گرفتن در معرض گاما برای CdTe و CdTe/CdSe/CdS را نشان می دهد. شدت PL ساختار هسته/پوسته/پوسته بیشتر از نقاط کوانتومی CdTe است. پاسخ PL برای نقاط کوانتومی CdTe کمی پیچیده است به طوری که شدت PL و تغییر طول موج سیستماتیک نیست. در حالی که برای نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS معمولی است و می تواند پتانسیل دوزیمتری گاما داشته باشد. شدت PL نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS پس از دوز گاما کاهش می یابد به طوری که پس از ۲۰ کیلو گری به ۵ درصد از شدت اولیه می رسد.



شکل ۴. الف)طیف نورتابی قبل و بعد از قرار گرفتن در معرض گاما برای (ب) CdTe و CdTe/CdSe/CdS

نتیجه‌گیری

نقاط کوانتومی هسته/پوسته/پوسته CdTe/CdSe/CdS با یک روش جدید و ساده فتوشیمیایی سنتز شدند. نتایج XRDترکیب CdTe/CdSe/CdS سنتزموفقیت آمیز را تایید کرد. برای بررسی تأثیر تابش گاما بر ویژگیهای ساختاری و نوری نقاط کوانتومی هسته/پوسته/پوسته CdTe/CdSe/CdS ، نقاط کوانتومی آماده شده ازمنبع گاما کبالت- ۶۰ با دزهای مختلف تابش شده است. نتایج XRD تأیید کرد که تابش گاما نمی تواند به ساختار بلوری نقاط کوانتومی CdTe/CdSe/CdS آسیب برساند. شدت PL از نقاط کوانتومی پس از تابش گاما افزایش یافت و فقط بعد از ۲۰ کیلوگری تابش کاهش یافت و قله هایPL نقاط کوانتومی به سمت رنگ قرمز منتقل شدند. بنابراین این نقاط کوانتومی بیشتر از CdTe برای دوزیمتری گاما کاربرد دارند.

مرجع‌ها

[۱] Molaei, M., 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 ۱۳۲, no. ۲: ٤٦٧-٤٧٣, ۲۰۱۲.

[۲] Zeiri, N., 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 ۳٦ , ۱۰۰۷۲٥,۲۰۱۹.

[۳] Ncapayi, Vuyelwa, Sundararajan Parani, Sandile P. Songca, Tetsuya Kodama, and Oluwatobi 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 ۲۰۹ , ۲۹۹-۳۰،۲۰۱۷.

[٤] Feynman RP. Soil engineering in the Arctic, Eng Sci,۲۳(۸):۲۲–۳٦,۱۹٦۰.

[٥] Feynman RP. There's plenty of room at the bottom. Calif Inst Technol Eng Sci Mag, ۱۹٦۰.

[٦] Molaei, M., 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 ۱۱, no. ۱ , ۷-۱۲,۲۰۱٥.

[۷] Amirtharaj, P. M., and Fred H. Pollak. "Raman scattering study of the properties and removal of excess Te on CdTe surfaces." Applied Physics Letters ٤٥, no. ۷ ۷۸۹-۷۹۱،۱۹۸۴.

[۸] Lawless, Darren, Sudhir Kapoor, and Dan Meisel. "Bifunctional capping of CdS nanoparticles and bridging to TiO۲." The Journal of Physical Chemistry ۹۹, no. ۲٥ , ۱۰۳۲۹-۱۰۳۳٥،۱۹۹٥.

[Downloaded from opsi.ir on 2025-10-16]