



بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۱۶-۱۵ بهمن ۱۳۹۸



نقاط کوانتومی هسته-پوسته CdTe/ZnSe: سنتز با روش فوتوشیمیایی و بررسی ویژگی های نورتابی آن

فرزاد فرهمندزاده^۱، مهدی ملایی^۲، مسعود کریمی پور^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته نانو فیزیک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

۲. هیئت علمی (دانش یار) دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

Masoud.Karimipour@gmail.com & Farahmand.f1996@gmail.com & M.molaei@vru.ac.ir

چکیده: در این تحقیق نقاط کوانتومی CdTe توسط یک روش ماکروبو آماده شده اند و سپس با استفاده از یک روش ساده تابش نور UV نقاط کوانتومی ZnSe به عنوان پوسته بر روی نقاط کوانتومی CdTe رشد کرده اند. نقاط کوانتومی CdTe تابش لبه نواری از خودشان نشان می دهند و بعد از آن که پوسته ZnSe بر روی آن رشد کرده است طول موج آن به سمت نور قرمز انتقال پیدا می کند و این پدیده در اثر ساختار هسته - پوسته نوع دوم رخ می دهد. نقاط کوانتومی سنتز شده توسط آنالیزهای XRD, PL, UV-Vis, FESEM, EDS و HRTEM مشخصه یابی شده اند.

کلید واژه: CdTe/ZnSe, نقاط کوانتومی, نورتابی, هسته-پوسته, نانوذرات نورتاب

CdTe/ZnSe core-shell QDs: synthesis via a photochemical method and investigating optical properties

Frazad Farahmandzadeh, Mehdi Molaei, Masoud Karimipour

Masoud.Karimipour@gmail.com & Farahmand.f1996@gmail.com & M.molaei@vru.ac.ir

Abstract: In this research, CdTe QDs prepared using a microwave activated approach. Then via a simple UV-assisted approach CdTe QDs were shelled by ZnSe. CdTe QDs indicated a band edge emission which it indicate a red shift after ZnSe shell growth confirming formation of a type II core-shell structure. Synthesized QDs were characterized by means of XRD, FESEM, HRTEM, EDS, UV-vis and PL analysis.

Keywords: CdTe/ZnSe, QDs, Photoluminescence, Core-Shell, Photo luminescent NPs



مقدمه

امروزه نانو ذرات نیمه رسانا از اهمیت خاصی برخوردارند. مخصوصاً نانو کریستال های گروه II-IV به دلیل ویژگی های منحصر به فرد نورتایی و کاربردهای فراوانشان به عنوان یکی از معروف ترین مواد هستند. [1-8] نقاط کوانتومی CdTe توجه زیادی را به دلیل کاربردهای فراوانش در دیودهای گسیل کننده نوری - سلول های خورشیدی - فعالیت های فتوکاتالیستی و بیولوژیکی به خودش جلب کرده است. [1-2] مولکول های عامل پوششی آلی می توانند به عنوان کنترل کننده اندازه نانو ذرات و کاهش دهنده اثر سطحی آن ها و پیوندهای آویزان نقاط کوانتومی عمل کنند اما استفاده کردن از عامل های پوششی غیر آلی علاوه بر این می توانند پایداری شیمیایی نقاط کوانتومی را افزایش دهد و همچنین می توانند خواص نورتایی آن ها را ارتقا دهد. [9] گروه های متفاوتی بر روی ساختارهای پوسته - هسته نقاط کوانتومی کار کرده اند. [10-11] نقاط کوانتومی CdTe/ZnSe توسط روش های متفاوتی سنتز شده اند برای مثال مولیک و هکارانش نقاط کوانتومی CdTe/ZnSe را پس از ۲ ساعت هم خوردن با استفاده از یک روش ماکروویو سنتز کرده اند. [12] باشنگ و همکاران نیز سنتز نانوذرات نورتاب CdTe/ZnSe را با استفاده از NaHSe و یک روش دمای بالا انجام داده اند. [13] در تحقیقات انجام شده تا به حال گروهی رشد نقاط کوانتومی ZnSe را بر روی نانوذرات CdTe با استفاده از روش فوتو شیمیایی گزارش نداده اند.

در این مقاله سنتز نقاط کوانتومی CdTe/ZnSe با استفاده از یک روش تک ظرف و در دمای اتاق انجام شده و زمان بهینه آن فقط در ۱۰ دقیقه قرار گرفتن در زیر تابش نور UV بدست آمده است.

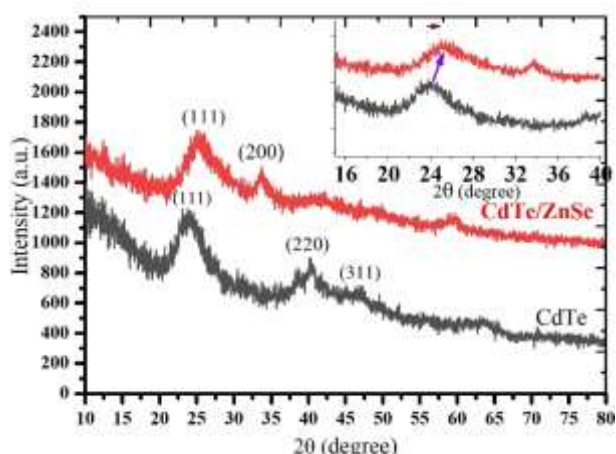
سنتز نقاط کوانتومی هسته - پوسته CdTe/ZnSe

سنتز نانو ذرات نورتاب CdTe قبلاً توسط ملایی و همکاران گزارش داده شده است. [1] برای سنتز CdTe/ZnSe از استات روی به عنوان منبع Zn^{+2} و از Na_2SeO_3 به عنوان منبع Se^- استفاده شده است. ابتدا مقدار 0.1 گرم از استات روی را داخل 30 میلی لیتر آب دیونیزه حل کرده و سپس 50 میکرولیتر

TGA به عنوان عامل پوششی با آن اضافه می کنیم سپس با استفاده سدیم هیدروکسید ۱ مولار PH محلول را بین 7 و 8 می رسانیم. سپس در یک بشر دیگر مقدار 0.07 گرم از Na_2SeO_3 را درون ۱۰ میلی لیتر آب دیونیزه حل می کنیم و پس از حل شدن ظرف حاوی یون Se^{-2} را به ظرف حاوی Zn^{+2} اضافه می کنیم و بعد از آن ۱۰ میلی لیتر آب دیونیزه به منظور رقیق سازی به آن اضافه کرده و سپس مقدار ۱۵ میلی لیتر از CdTe را به آن اضافه می کنیم. حجم محلول نهایی به ۶۵ میلی لیتری رسد و ۱۰ میلی لیتر

تصویر ۱. الگوی XRD نقاط کوانتومی CdTe/ZnSe

از آن را در فاصله مشخص و در زمان های متفاوت در زیر لامپ



جیوه پرفشار قرار می دهیم .

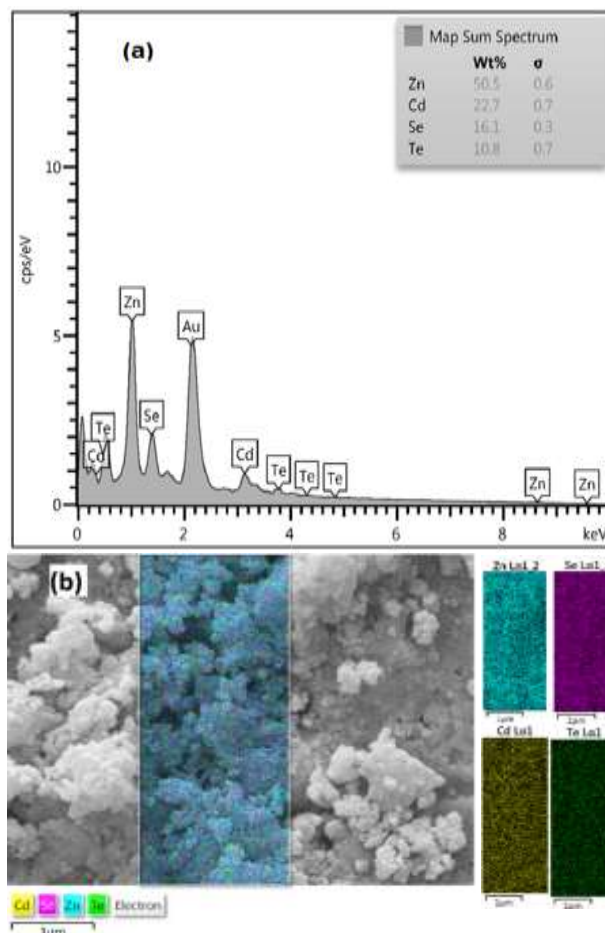
نتایج و بحث:

در تصویر شماره ۱ الگوی پراش پرتو X مربوط به نقاط کوانتومی CdTe/ZnSe و CdTe نمایش داده شده است.

مکان سه پیک که به صفحات (111), (220), (311) ساختار مکعبی CdTe تعلق دارند مشخص شده است برای CdTe/ZnSe در اثر رشد پوسته ZnSe زوایای الگوی پراش انتقال پیدا کرده اند و به زوایای بزرگ تر به دلیل کاهش ثابت شبکه انتقال پیدا کرده

اند. یک پیک اضافه که متعلق به صفحه (200)، ZnSe است. نشان دهنده رشد موفقیت آمیز ZnSe دارد.

ضخامت ZnSe به راحتی و باقرار دادن در زیر تابش نور UV قابل کنترل است. به علاوه پیک های طیف سنجی PL به سمت نور قرمز حرکت کردند. از نورتایی با طول موج حدود 535nm به طول موج حدود 638nm برای CdTe/ZnSe (در ۳۰ دقیقه) رسیده اند (تصویر شماره ۳ (b)). تصویر شماره ۴ (a) نورتایی رنگ های متفاوت ساختار پوسته - هسته رادریز تابش نور UV نشان می دهد تصویر شماره ۴ (b) طیف جذب CdTe/ZnSe را در زمان های متفاوت نشان می دهد.



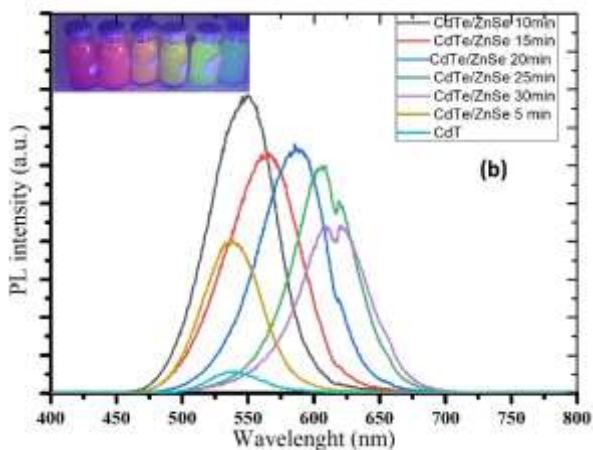
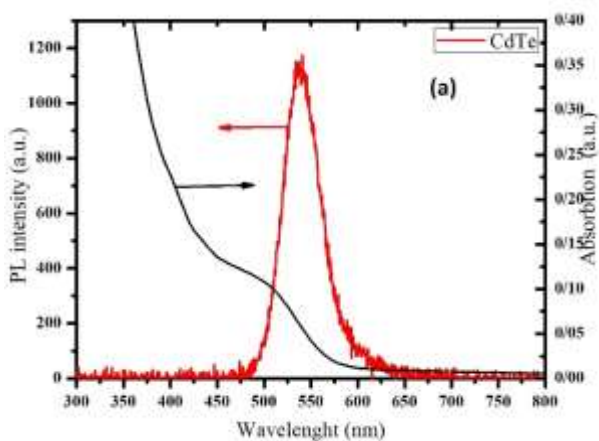
تصویر شماره ۲. آنالیز (a) EDS و (b) mapping نقاط کوانتومی CdTe/ZnSe

در تصویر شماره ۲. (a) آنالیز EDS و (b) FESEM image elemental mapping.

نقاط کوانتومی CdTe/ZnSe که آماده شده اند را نشان داده است. ذرات بصورت دایره ای هستند و حضور عناصر Cd, Te Zn, Se را که تشکیل دهنده ساختار CdTe/ZnSe هستند را به نمایش می گذارد. برای نشان دادن توزیع عناصر تشکیل دهنده، آنالیز EDS انجام شده است. که تصویر مقدار نزدیک به هم عناصر Cd, Zn, Se, Te را نشان می دهد.

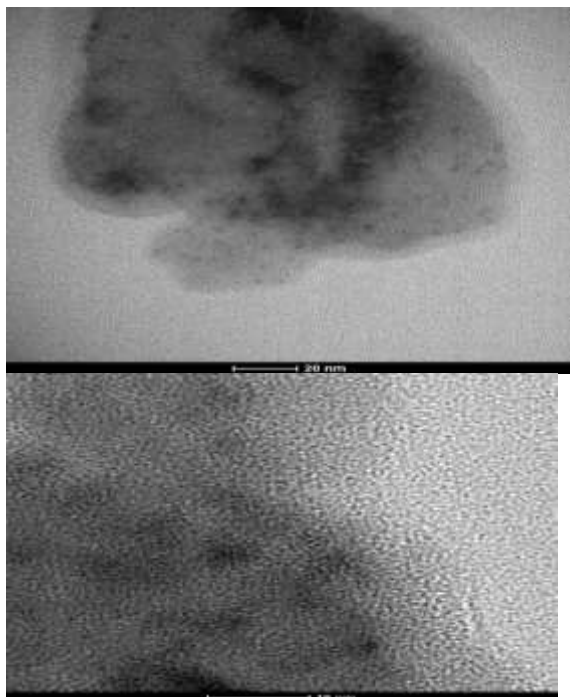
ایده اصلی انجام این کار بهبود خواص نورتایی نقاط کوانتومی CdTe توسط رشد پوسته غیرارگانیک ZnSe است.

نقاط کوانتومی CdTe نورتایی لبه نواری سبز رنگ در حدود طول موج 535nm با FWHM حدود 44nm دارند. (تصویر شماره ۳ (a)). رشد پوسته ZnSe باعث کاهش تله های سطحی و در نتیجه افزایش نورتایی می شود. در این روش



تصویر شماره ۳. (a) طیف جذب و PL نقاط کوانتومی CdTe و (b) طیف PL نقاط کوانتومی سنتز شده در زمان های متفاوت

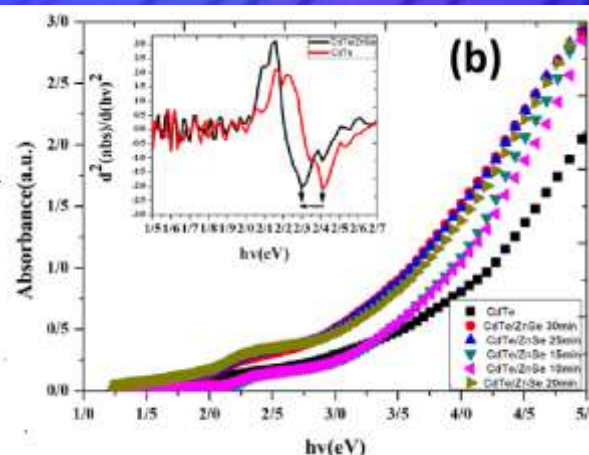
شکل داخلی تصویر شماره ۴ (b) اندازه گاف انرژی نانوذرات CdTe سنتز شده توسط روش ماکروبیو و نانوذرات CdTe/ZnSe در ۳۰ دقیقه قرار گرفتن زیر تابش



مرجع ها:

- [1] M. Molaei, H. Hasheminejad, M. Karimipour, *Electron. Mater. Lett.* 11 (2015) 7–12.
- [2] M. Molaei, A.R. Bahador, M. Karimipour, *J. Lumin.* 166 (2015) 101–105.
- [3] M. Kuppayee, G.K. VanathiNachiyaar, V. Ramasamy, *Appl. Surf. Sci.* 257 (2011) 6779–6786.
- [4] M. Molaei, M. Marandi, E. Saievar-Iranizad, N. Taghavinia, B. Liu, H.D. Sun and X.W. Sun, *J. Lumin.* 132, 467–473 (2012).
- [5] ChR. Kagan, E. Lifshitz, E.H. Sargent and D.V. Talapin, *Science*. 535, 5523–5529 (2016).
- [6] F. Amirian, M. Molaei, M. Karimipour, A.R. Bahador, *J. Lumin.* 192, 147–180 (2018).
- [7] Z. Luo, G. Qi, K. Chen, M. Zou, L. Yuwen, X. Zhang, W. Huang, L. Wang, *Adv. Funct. Mater.* 26, 2739–2744.
- [8] V. Gupta, N. Chaudhary, R. Srivastava, G.D. Sharma, R. Bhardwaj, S. Chand, *J. Am. Chem. Soc.* 133, 9960–9963 (2011).
- [9] F. Dehghan, M. Molaei, F. Amirian, M. Karimipour, A. R. Bahador, *Materials Chemistry and Physics* 206 (2018) 76–84.
- [10] R. S. Mane and C. D. Lokhande, *Mater. Chem. Phys.* 65 (2000) 1.
- [11] G. Henshaw, I. P. Oarkin, and G. Shaw, *Chem. Commun.* 10 (1996) 1095.
- [12] A. Moulick, Iva. Blazkova, V. Milosavijevic, Z. Fohlerova, J. Hubalek, P. Kopel, M. Vaculovicova, V. Adam and R. Kizek *photochemistry and photobiology* 91(2), 417–423 (2015).
- [13] C. Yan, F. Tang, L. Li, H. Li, X. Huang, D. Chen, X. meng and J. Ren. *nanoscale research letters* 189, 5074 (2009).
- [14] A.S. Perepelitsa, M.S. Smirnov, O.V. Ovchinnikov, A.N. Latyshev, A.S. Kotko, *Luminescence*, 198 (2018) 357–363.

نور UV را نشان می دهد. طبق گزارش پرپلیس و همکاران [14] گاف انرژی CdTe در حدود 2.41 eV و گاف انرژی نانو ذرات نورتاب CdTe/ZnSe پس از گذشت ۳۰ دقیقه سنتز به روش فوتوشیمیایی در حدود 2.3 eV بدست آمده است.



تصویر شماره ۴. (a) نورتابی (b) طیف جذب نقاط کوانتومی CdTe/ZnSe در زمان ها ۱۰ تا ۳۰ دقیقه

تصویر شماره ۵. عکس آنالیز HRTEM نانوذرات CdTe/ZnSe رابه نمایش می گذارد. درون شکل مشخص است که شکل نانوذرات به صورت کروی است و اندازه آن ها نیز کمتر از 5nm است.

نتیجه گیری:

نانو ذرات نورتاب CdTe سنتز شده توسط روش ماکروویو گسیل نور لبه نواری دارند که با رشد پوسته ZnSe به روش فوتوشیمیایی و قرار دادن نمونه در زیر لامپ جیوه پر فشار تنها پس از گذشت ۱۰ دقیقه به افزایش نورتابی ۱۳ برابری دست پیدا می کند و به دلیل ایجاد شدن ساختار هسته – پوسته نوع دوم , طیف PL آن به سمت طول موج های بند تر انتقال پیدا می کند و علاوه بر بهبود خواص نورتابی آن باعث افزایش پایداری نانو ذرات CdTe نیز می شود.

تصویر شماره ۵. تصویر آنالیز HRTEM نانوذرات CdTe/ZnSe