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

# روش ساده برای ساخت نقاط کوانتومی CdSe و Gd:CdSe پخش شده در آب

**شکیلا محمدی[۱]، دکترحکیمه زارع[۱](استادیار)، دکتر زینب پورقبادی[۲](استادیار)، دکتر مجتبی پنجه پور[۳](دانشیار)، دکتر فاطمه استواری[۱](استادیار)**

[۱]. دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد، یزد ( shakilamohammadi74@yahoo.com, H.Zare@yazd.ac.ir,ostovari@yazd.ac.ir). [۲]. دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد، خرم آباد (zpourghobadi@gmail.com). [۳]. دانشکده بیوشیمی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان (panjehpour@pharm.mui.ac.ir).

**چکیده- در این مقاله رو شی ساده و اقت صادی برای سنتز نقاط کوانتومی CdSe و CdSe: Gd محلول در آب گزارش شده ا ست. خواص ساختاری، فلور سانس و نوری این کوانتوم دات‌ها با ا ستفاده از پراش ا شعه X، پراکندگی انرژی ا شعه ایکس، جذب نوری و اندازه گیری طیف سنجی فلور سانس مورد برر سی قرار گرفت. XRD تأیید کرد که نقاط کوانتومی CdSe و CdSe: Gd دارای یک ساختار مکعبی با تبلور خوب ا ست. تجزیه و تحلیل EDX وجود $Gd^{3+}$ را در نقاط کوانتومی تأیید می‌کند. نقاط کوانتومی آماده شده ویژگی‌های فلورسانس خوبی دارد. حضور یونهای گادولینیوم در ساختار کریستالی نقاط کوانتومی شدت فلوئورسانس نقاط کوانتومی را کاهش می‌دهد. اما هنوز هم می‌توان از آن در تصویربرداری زیستی استفاده کرد.**

کلید واژه- خاصیت نوری ، فلورسانس ، گادولینیوم ، نقاط کوانتومی کادمیوم سلناید

# A simple method to synthesize water soluble CdSe and Gd: CdSe QDs

Shakila Mohammadi[1], **Dr.** Hakimeh Zare[1], Dr. Zeinab Pourghobadi[2], Dr. Fatemeh Ostovari[1], Dr. Mojtaba Panjehpour[3]

[1]. Physics Department, Faculty of Science, Yazd University, Yazd. [2]. Department of Chemistry, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad [3]. Department of Clinical Biochemistry and Bioinformatics Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Abstract- This paper reports the A simple and economical method to synthesize water soluble CdSe and CdSe: Gd QDs. The structural, luminescence and optical properties of these QDs were investigated by X-ray diffraction, Energy dispersive X-ray, optical absorption and photoluminescence spectroscopy measurements. XRD confirmed that CdSe and CdSe: Gd QDs had a cubic structure with good crystallinity. EDX analysis confirms the presence of $Gd^{3+}$ in quantum dots. The as-prepared QDs exhibit good fluorescence properties. The presence of gadolinium ions in the crystal structure of quantum dots decrease the fluorescence Intensity of the quantum dots. But it can still be used in bio-imaging.

**Keywords**: CdSe, quantum dots, gadolinium, photoluminescence, optical property.

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-10 ]



این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

## مقدمه

کادمیم سلناید نیمرسانای نوع n و دارای گاف انرژی مستقیم ۱/۷۴eV است که قابلیت استفاده در حوزه‌های مختلف پژوهشی مانند سلول‌های خورشیدی، تصویربرداری زیستی، دیودهای نورتاب، افزاره‌های الکترونیک نوری را داراست[۱]. در اکثر پژوهش‌های انجام شده، نقاط کوانتومی کادمیم سلناید، به روش آلی-فلزی ساخته شده است. اما به منظور استفاده از نقاط کوانتومی در کاربردهای زیست فناوری، بایستی نقاط کوانتومی در آب پخش شده باشند. بنابراین ساخت نقاط کوانتومی با کیفیت در محیط آبی اهمیت دارد. در سال‌های اخیر، ساخت نقاط کوانتومی با قابلیت تصویربرداری چندگانه مانند فلورسانس و تشدید مغناطیسی مورد توجه قرار گرفته است. روش‌های مختلفی مانند افزودن یون‌های مغناطیسی در ساختار نقاط کوانتومی، اتصال نقاط کوانتومی به نانوذرات اکسید آهن و ایجاد پوسته مغناطیسی بر روی سطح نقاط کوانتومی، به منظور مغناطیسی کردن نقاط کوانتومی وجود دارد [۲و ۳]. از مزیت‌های روش آلایش نقاط کوانتومی با یون‌های مغناطیسی این است که اندازه نقاط کوانتومی تقریبا تغییر زیادی ندارد که در زیست فناوری اهمیت دارد[۴]. از جمله عناصر مغناطیسی که در تصویر برداری تشدید مغناطیسی استفاده می‌شود گادولینیوم است. یون گادولینیوم به صورت آزاد سمی است ولی می‌توان با قرار دادن یون در ساختار نقاط کوانتومی سمیت آن را به حداقل رساند. تاکنون مقالات بسیار کمی، ساخت نقاط کوانتومی کادمیم سلناید آلاییده به گادولینیوم را گزارش داده‌اند. در این مقاله، ساخت نقاط کوانتومی کادمیم سلناید و کادمیم سلناید آلاییده به گادولینیوم پخش شده در آب با روشی آسان شرح داده شده و اثر زمان رشد بر خواص نوری نقاط کوانتومی قبل و بعد از افزودن یون گادولینیوم بررسی می‌شود.

## روش آزمایش

در این آزمایش نقاط کوانتومی کادمیوم سلناید ساخته شد. برای ساخت این نقاط کوانتومی از کادمیوم سولفات، سلنید و سدیم بوروهیدرید و تیوگلیکولیک اسید به عنوان لیگاند استفاده شد. (۳/۷mmol) بورو هیدرید به ۷ میلی لیتر اب مقطر و ( ۰،۸۷mmol) پودر سلنید اضافه شد و تحت گاز ارگون قرار گرفت. بعد از ۱ ساعت، محلول بی‌رنگ شد (محلول اول ). به ۱۶mM محلول کادمیوم سولفات، (۳،۹۲mmol ) از TGA به عنوان عامل پوششی نقاط کوانتومی اضافه و با استفاده از محلول NaOH، pH آن تنظیم شد (محلول دوم). پس از طی این مراحل محلول اول به محلول دوم تزریق و حدود ۸ ساعت تحت حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و در این مرحله هر یک ساعت از آن ۸ نمونه برای بررسی خواص نوری برداشته شد. ساخت نقاط کوانتومی کادمیوم سلناید آلاییده به گادولینیوم نیز باهمین روش انجام شده و گادولینیوم به مقدار ۰،۰۱۱ گرم به محلول دوم اضافه شد.

از این نمونه‌ها طیف پراش اشعه ایکس با دستگاه MPD Philips X'Pert Pro و طیف‌سنج پراش انرژی پرتو ایکس با دستگاه RONTEC EDS و همچنین طیف‌های جذب و فلورسانس به ترتیب با دستگاه‌های طیف سنج نوری UVS-2500 و طیف سنج فلورسانس G9800A Agilent گرفته شد.

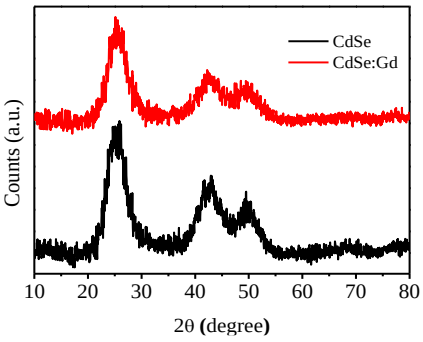
## نتایج و بحث

شکل۱، الگوی پراش اشعه ایکس نقاط کوانتومی کادمیم سلناید و کادمیم سلناید الاییده به گادولینیوم را بعد از ۸ ساعت حرارت‌دهی نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۱ مشخص است هر دو نقاط کوانتومی در ساختار مکعبی متبلور شده اند. قله‌ی مجزایی از سلنیم و یا ترکیبات دیگر نیز در الگوی پراش مشاهده نمی‌شود که نشان‌دهنده خالص



این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

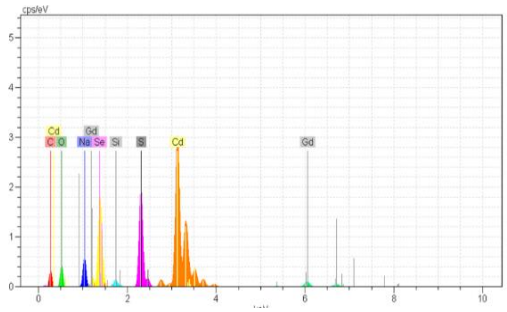
[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-10 ]




شکل ۱: الگوی پراش اشعه ایکس نقاط کوانتومی کادمیم سلناید و کادمیم سلناید آلاییده به گادولینیوم

بودن ماده است. قله‌های پراش واقع در زوایای ۲۵ ، ۴۱,۷ و ۴۹,۴ درجه مربوط به صفحات بلوری (۱۱۱)، (۲۲۰) و (۳۱۱) است (JCDS-2-330). از طرفی، ساختار بلوری نقاط کوانتومی کادمیم سلناید با ورود گادولینیوم حفظ شده است و قله جداگانه‌ای در الگوی پراش ایجاد نشده است. بر اساس رابطه دبای شرر، اندازه متوسط نقاط کوانتومی کادمیم سلناید و کادمیم سلناید آلاییده به گادولینیوم هردو ۳نانومتر است. شکل ۲ :طیف پراش انرژی اشعه ایکس از نقاط کوانتومی (شکل ۲) حضور یون گادولینیوم را در ساختار نقاط کوانتومی آلاییده به گادولینوم را تایید می‌کند.

در شکل ۳: طیف‌های فلورسانس نقاط کوانتومی قبل و بعد از ورود یون گادولینیوم در طول زمان رشد (۸ ساعت) نشان داده شده است.




شکل ۲: طیف پراش انرژی اشعه ایکس نقاط کوانتوم آلاییده به گادولینیوم

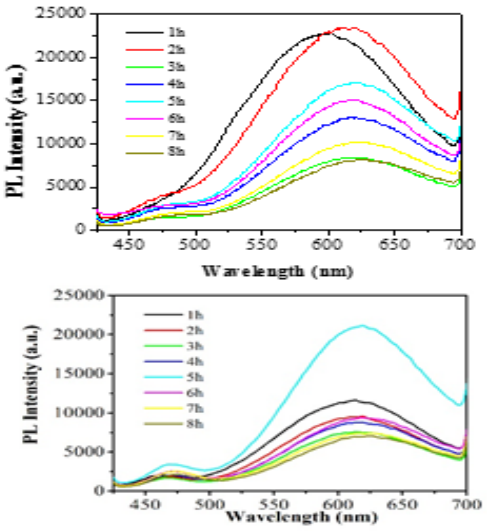
شدت نورتابی نقاط کوانتومی کادمیم سلناید بعد از ۲ ساعت به بیشترین مقدار می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد. در حین رشد افزایش و کاهش‌هایی در شدت فلورسانس نقاط کوانتومی در طول فرایند رشد مشاهده می‌شود. افزایش نورتابی مربوط به بهبود سطح و کاهش نقص‌های سطحی است و کاهش نورتابی مربوط به ایجاد نقص‌های سطحی و کاهش کیفیت بلور نقاط کوانتومی است که هر دو عامل در حین رشد در رقابت هستند [۵]. همانطور که در طیف فوتولومینسانس مشاهده می‌شود، تغییر نورتابی به سمت طول موج های قرمز با زمان افزایش یافته که مربوط به اندازه ذرات می‌باشد که باند گپ نیز کاهش می‌یابد. پیک‌های بین ۵۰۰ و ۷۰۰ نانومتری متناظر با انتقالات باند به باندی و پیک‌های باریک بین ۴۲۰ تا ۴۷۰ نانومتری، پیک‌های گسیل نقاط کوانتومی CdSe می‌باشند. لومینسانس از سطح نقاط کوانتومی رخ می‌دهد و هنگامی که یک فوتون از یک الکترون تحریک می‌شود افزایش می‌یابد و الکترون پرش‌هایی از تراز انرژی ظرفیت به تراز انرژی بالاتر رفته و یک حفره در باند ظرفیت ایجاد می‌کند. این الکترون پرانرژی مقداری از انرژی جنبشی خود را آزاد کرده و در کمترین سطح انرژی خالی مستقر می‌شود. و در نهایت الکترون با یک حفره بازترکیب شده و نور با انرژی معادل با اختلاف بین ترازهای انرژی در باند ظرفیت و رسانش تابش می‌کند [۶]. با ورود یون گادولینیوم در ساختار نقاط کوانتومی کاهشی در شدت فلورسانس نسبت به نقاط کوانتومی کادمیم سلناید مشاهده می‌شود که این ممکن است به دلیل تفاوت شعاع یونی گادولینیوم نسبت به کادمیم باشد. که می‌تواند به عنوان دام برای اکسایتون‌ها عمل کند. نتایج طیف فلورسانس نقاط کوانتومی آلاییده به گادولینیوم نشان می‌دهد که ابتدا تا زمان ۴ ساعت رشد، کاهش نورتابی مشاهده شده و سپس در ۵ ساعت، بازدهی نورتابی نقاط کوانتومی به بیشترین مقدار خود رسیده و سپس کاهش می‌یابد. همانطور که ذکر شد، افزایش زمان حرارت‌دهی



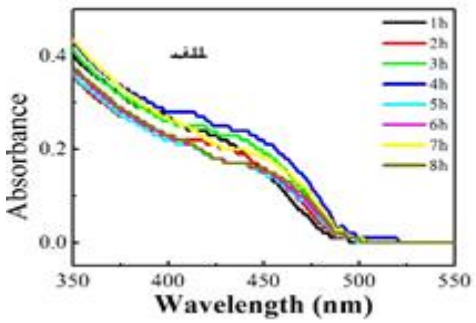
این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-10 ]

می‌تواند باعث بازسازی سطح و بهبود ساختار بلوری شود و افزایش نورتابی را به همراه داشته باشد. در زمان‌های بیش از ۵ ساعت، احتمال ایجاد نقص‌های ساختاری و سطحی وجود دارد که می‌تواند کاهش نورتابی را به همراه داشته باشد. شکل ۴ : طیف‌های جذب هر دو نقاط کوانتومی در هردو حالت خالص و آلاییده به یون گادولینیوم نشان داده شده است. بر طبق شکل، در هر دو حالت با افزایش زمان رشد، قله‌های جذب به سمت طول موج های قرمز جابجا شده که نشاندهنده‌ی رشد نقاط کوانتومی با زمان است. از طرفی با بزرگ شدن اندازه ذرات، قله جذب پهن‌تر شده است که ممکن است مربوط به کاهش محدودیت کوانتوم باشد.




شکل ۳. طیف های فلورسانس نقاط کوانتومی کادمیم سلناید (شکل بالا) و کادمیم سلناید آلاییده به گادولینیوم (شکل پایین).




شکل ۴: طیف های جذب نقاط کوانتومی کادمیم سلناید (شکل الف) و کادمیم سلناید آلاییده به گادولینیوم (شکل ب).

## نتیجه‌گیری

در این مقاله روش سنتز نقاط کوانتومی CdSe و Gd:CdSe در محلول آبی ارائه شد و اثر زمان رشد خواص نوری در این نقاط بررسی شد. هم‌چنین حضور گادولینیوم در ساختار نقاط کوانتومی، تغییری در ساختار بلوری نقاط کوانتومی ندارد اما، کاهش شدت نورتابی را باعث شد. نقاط کوانتومی آلاییده با گادولینیوم، به دلیل حضور یون‌های مغناطیسی و داشتن خاصیت فلورسانس، می توان از آن‌ها در تصویربردای فلورسانس و تشدید مغناطیسی در حوزه پزشکی استفاده کرد.

## مرجع‌ها

[1] D.V. Sridevi, E. Sundaravadivel, P. Kanagaraj,Materialsn Science in Semiconductor Processing, 2019, 101, 67-75

[2] H. Mattoussi, G. Palui and H. B. Na, Advanced Drug Delivery Reviews, 2012, 64, 138-166.

[3] R. Koole, W. J. M. Mulder, M. M. van Schooneveld, G. J. Strijkers, A. Meijerink and K. Nicolay, Wiley Interdisciplinary Reviews-Nanomedicine and Nanobiotechnology, 2009, 1, 475-491.

[4] A. P. Alivisatos, W. W. Gu and C. Larabell, Annual Review of Biomedical Engineering, 2005, 7, 55-76.

[5] P.Reiss, J. Bleuse, and A. Pron, “Highly luminescent CdSe/ZnSe core/shell nanocrystals of low size dispersion,” Nano Lett., vol.2, pp. 781-784, 2002.

[6] Surana, K., Singh, P. K., Rhee, H. W., & Bhattacharya, B. (2014). Synthesis, characterization and application of CdSe quantum dots. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, *20*(6), 4188-4193.



این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-10 ]