



ساخت ساده و دو مرحله‌ای نقاط کوانتومی کادمیم تلوراید با نورتابی بالا: بررسی اثر نور فرا بنفش بر نورتابی نقاط کوانتومی

محمد رضا سیدمیر^۱ | حکیمه زارع^{۲*} | محمد اسماعیل یزدان شناس^۱

۱. دانشکده مهندسی نساجی و پلیمر، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
۲. گروه حالت جامد، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

چکیده: نقاط کوانتومی کادمیم تلوراید پوشش داده شده با تیوگلیکولیک اسید با اندازه‌های متفاوت (۲/۷، ۳ و ۳/۴ نانومتر) به روش آبی ساخته شدند. سپس، نقاط کوانتومی تحت نور فرابنفش، نوردهی شدند. اثر نوردهی بر ویژگی نوری نقاط کوانتومی به صورت نظام بند بررسی شد. براساس نتایج، مقدار تغییر در شدت فلورسانس و محل قله با اندازه ذرات تغییر می‌کند. شدت قله فلورسانس نقاط کوانتومی با اندازه ۳/۴ نانومتر، ۵/۲ برابر شدت اولیه پس از ۱۰۲ ساعت نوردهی شده است. در حالی که، نقاط کوانتومی با اندازه ۳ نانومتر، شدت قله به طور قابل توجهی افزایش یافته است (۳۱ برابر پس از ۸۸ ساعت نوردهی). در سه نمونه، محل قله فلورسانس به سمت طول موج‌های کمتر جابجا شده است. نقاط کوانتومی با اندازه کمتر، جابجایی آبی بیشتری در محل قله گسیل دارد. در این مقاله، سازوکار این تغییرات در ویژگی نوری نقاط کوانتومی بررسی شده است.

واژگان کلیدی: نقاط کوانتومی، نوردهی، اثر اندازه، فلورسانس، حاکای نوری.

hzare@yazd.ac.ir

زیست فناوری [۱۳ و ۱۲] قابلیت کاربرد دارند. بنابراین، در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. ویژگی نوری و فیزیکی نقاط کوانتومی، تحت تاثیر نور محیط ممکن است تغییر کند. چون واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی مانند اکسایش نوری و جدا شدن لیگاندها، پایین آمدن کیفیت سطح نقاط کوانتومی، کلوخه شدن ذرات و تجزیه یون‌ها بر روی سطح هسته و تشکیل پوسته بر سطح ذرات می‌تواند بر ساختار و ویژگی فیزیکی نقاط کوانتومی تاثیرگذار باشد [۱۴]. ویژگی فتوفیزیکی نقاط کوانتومی در برخی از کاربردها مانند حسگرهای فلورسانس در سامانه‌های زیستی بسیار اهمیت دارد [۱۵]. آلدانا و همکارانش [۱۶] دریافتند نقاط کوانتومی اصلاح شده بوسیله مولکول‌های آبدوست سولفوهیدریل (sulfhydryl) در معرض اکسیژن و نور ناپایدارند. فرایندهای اکسایش

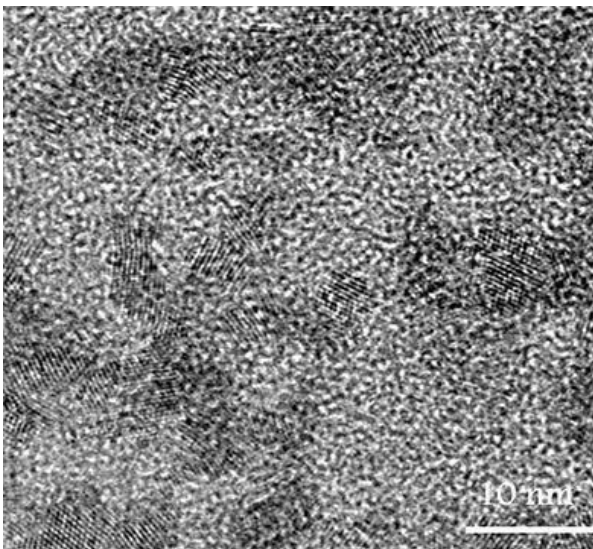
۱- مقدمه

نقاط کوانتومی، نانوبلورهای نیم‌رسانا هستند که به‌طور معمول از عناصر گروه‌های II-IV و یا III-V ساخته شده‌اند. ابعاد پایین نقاط کوانتومی (معمولاً چند نانومتر) باعث ایجاد نسبت سطح به حجم بالا شده است. آنها دارای ویژگی نوری، الکترونیکی منحصر به فردی هستند که به دلیل اثر اندازه و محدودیت کوانتومی سه‌بعدی جفت الکترون-حفره تولید شده توسط نور است [۲ و ۱]. نقاط کوانتومی به دلیل داشتن گستره‌ی گسیل باریک، گستره‌ی تحریک پهن، بازدهی کوانتومی بالا، آنها را نسبت به رنگ‌های آلی نورتاب برتر کرده است [۳-۵]. بنابراین، در طیف وسیعی از کاربردها مانند افزاره‌های الکترونیک نوری، حسگرهای فلورسانس [۶-۸]، سلول‌های خورشیدی [۹-۱۱] و

محلول نقاط کوانتومی با غلظت 0.2 mg/ml تهیه و سپس در فاصله‌ی ۵ سانتی‌متر از لامپ فرا بنفش قرار داده شد و در زمان-ها متوالی از محلول نمونه برداری شد و از نمونه‌ها طیف فلورسانس و جذب گرفته شد. مطالعه‌ی ساختار بلوری نانوبلورهای نیم‌رسانا با استفاده از دستگاه X'PertPro انجام شد. ویژگی نوری نانوبلورها با دستگاه طیف‌سنجی فوتولومینسانس Cary Eclipse Varia و طیف‌سنج نوری فرابنفش-مرئی Perkin Elmer Lambda 35 اندازه‌گیری شد. از میکروسکوپ الکترونی عبوری مدل FEI Tecnai G2F30 برای بررسی شکل و اندازه نقاط کوانتومی استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

شکل ۱، تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری از نقاط کوانتومی کادمیم تلوراید که به مدت ۵ ساعت حرارت‌دهی شده را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد ذرات ساخته شده به نسبت کروی با اندازه متوسط 2.8 نانومتر هستند. ساختار تک بلور بودن نقاط کوانتومی نیز در تصویر واضح است که نشان از کیفیت بالای نقاط کوانتومی است.



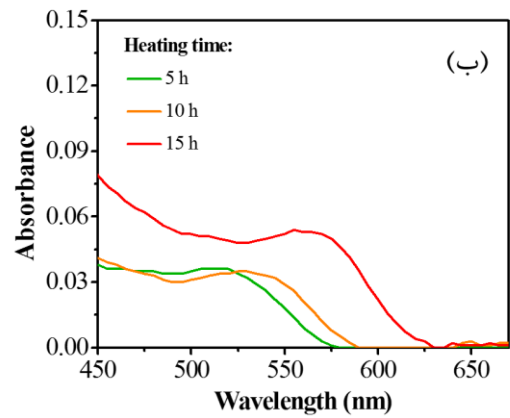
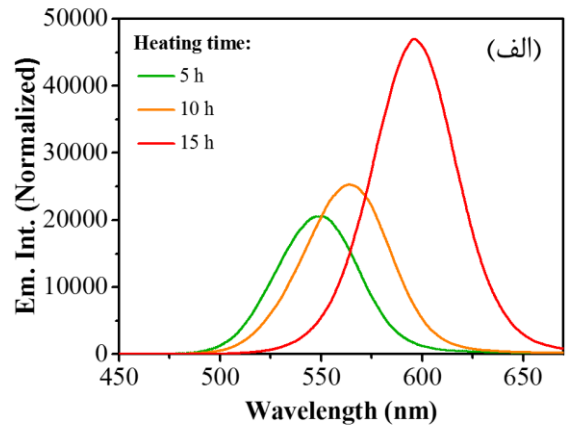
شکل ۱. تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری نقاط کوانتومی کادمیم تلوراید ساخته شده به روش آبی پس از ۵ ساعت حرارت‌دهی.

فتوکاتالیستی لیگندهای تیول بر سطح نقاط کوانتومی، اکسایش سطحی نانوبلورهای نیم‌رسانا باعث کلوخه شدن و رسوب نقاط کوانتومی از محلول شده است. ما و همکارانش [۱۷]، از لیزر کانونی برای مطالعه اثر نوردهی نقاط کوانتومی در داخل سلول استفاده کردند. مشاهده شد زمانی که نوردهی با لیزر با چگالی نوری $10 \times 8 \text{ W } \mu\text{m}^{-3}$ انجام می‌شود نقاط کوانتومی بسیار پایدارند اما زمانی که چگالی نوری تا $6/4 \times 10^3 \text{ W } \mu\text{m}^{-3}$ افزایش یابد، نقاط کوانتومی در فاصله زمانی چند ثانیه، خاموش می‌شوند. به‌تازگی، نانوبلورهای CsPbBr_3 در معرض نوردهی دیوده‌های نورتاب توان بالا قرار داده شد به دلیل رشد نانوبلورها و افزایش دام‌های سطحی، کاهش فلورسانس گزارش شد [۱۸]. همانطور که مشخص است، نوردهی، نقش اساسی در پایداری ساختاری نقاط کوانتومی دارد. تاکنون، گزارش‌های کمی به اثر نوردهی بر ویژگی‌های نوری نقاط کوانتومی پرداخته شده و همچنین، شناخت سازوکار این رخداد نیز حائز اهمیت است. در این پژوهش، نقاط کوانتومی کادمیم تلوراید پوشش داده شده با تیوگلیکولیک اسید، به روش آبی با اندازه‌های متفاوت ساخته شدند. سپس، با نور فرابنفش نوردهی شدند. ویژگی نوری نقاط کوانتومی با اندازه‌های متفاوت در طول زمان نوردهی با استفاده از طیف‌های جذب فرا بنفش-مرئی و فلورسانس بررسی شدند.

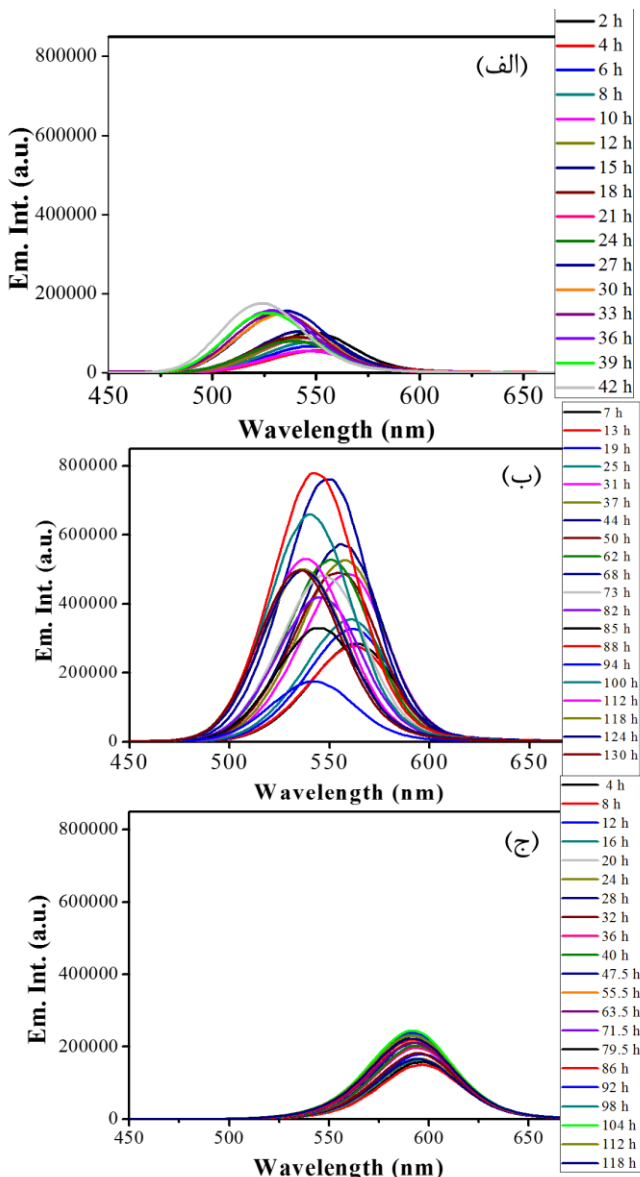
۲- بخش تجربی

ساخت نقاط کوانتومی کادمیم تلوراید از دو بخش اصلی تشکیل شده است. در بخش تلوراید، 0.755 گرم پودر تلوراید با $3/5$ میلی-لیتر آب و 0.138 گرم پودر NaH_4B مخلوط و به بالن اضافه شد. این محلول به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق تحت گاز آرگون به-هم‌زده شد. پس از آن، NaHTE بدست آمده به 21 میلی‌لیتر آب مقطر منتقل می‌شود. در بخش کادمیم، ابتدا 0.118 گرم از تیوگلیکولیک اسید 75 میلی‌لیتر آب و 0.306 گرم سولفات کادمیم افزوده شد. سپس، pH محلول با افزودن محلول سدیم هیدروکسید تنظیم، و محلول NaHTE به این محلول به‌دست آمده افزوده شد. برای رشد نقاط کوانتومی محلول در دمای 100°C حرارت‌دهی شد. در زمان‌های متوالی ۵، ۱۰ و ۱۵ ساعت از محلول نمونه‌برداری شد.

ترتیب در ۵۵۰، ۵۶۵ و ۵۹۶ نانومتر قرار دارد. شدت نورتایی نقاط کوانتومی با ۵ ساعت زمان حرارت دهی دارای کمترین مقدار است با افزایش زمان رشد، شدت نورتایی افزایش می‌یابد به طوری که پس از ۱۵ ساعت شدت نورتایی به بیش از ۲ دوبرابر شدت نورتایی در زمان ۵ ساعت می‌رسد. یعنی حرارت‌دهی نه تنها باعث رشد نقاط کوانتومی شده بلکه باعث بهبود سطح و کاهش دام‌های سطحی شده است.

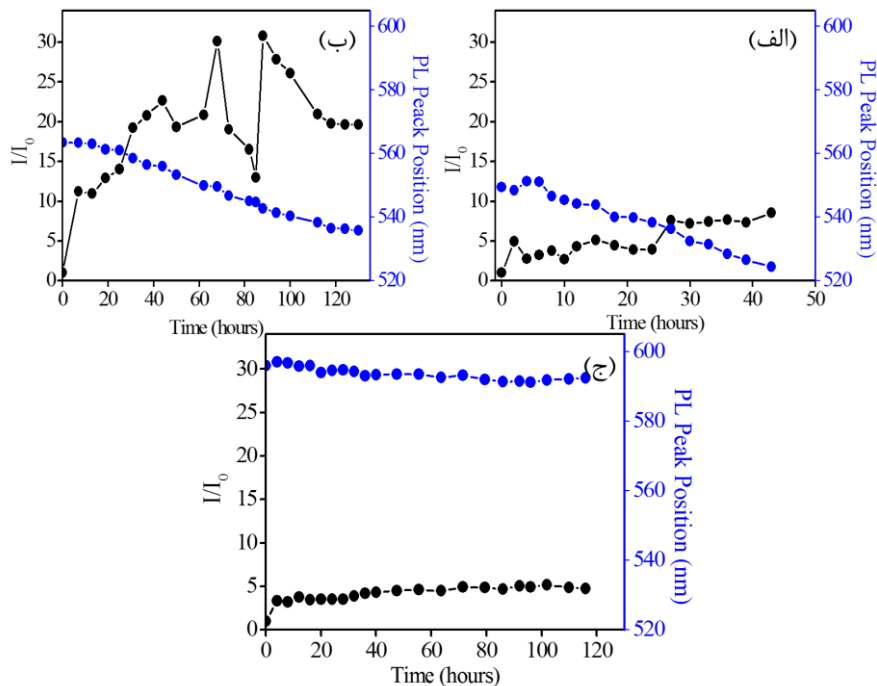


شکل ۲. الف) طیف‌های فلورسانس و ب) جذب نقاط کوانتومی ساخته شده در زمان‌های متفاوت رشد.



شکل ۳. طیف‌های فلورسانس نقاط کوانتومی با اندازه‌های متفاوت (الف) ۲/۷ ب) ۳ و ج) ۳/۴ نانومتر تحت تابش نور فرا بنفش.

نقاط کوانتومی پایه ساخته شده در دماهای ۱۰ و ۱۵ ساعت حرارت دهی شدند. طیف‌های فلورسانس و جذب نقاط کوانتومی با اندازه‌های متفاوت در شکل ۲ نشان داده شده است. نخستین قله اکسایتون نقاط کوانتومی حرارت دهی شده در زمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ ساعت به ترتیب در ۵۱۵، ۵۳۰ و ۵۶۵ نانومتر قرار دارد. براین اساس با افزایش زمان حرارت دهی، محل قله جذب به سمت طول موج‌های بلندتر جابجا شده که نشان دهنده‌ی بزرگتر شدن اندازه ذرات است. اندازه‌های نقاط کوانتومی از محل نخستین قله جذب براساس پروتکل استاندارد [۱۹]، به ترتیب ۲/۷، ۳ و ۳/۴ نانومتر پیش‌بینی شد. جذب نور نقاط کوانتومی در طول موج‌های بلندتر از ۶۵۰ نانومتر، نزدیک به صفر است، نشان می‌دهد نقاط کوانتومی با اندازه کمتر از ۱۰ نانومتر در محلول پخش هستند که هیچ گونه پراکندگی نور از آنها مشاهده نمی‌شود. براساس طیف‌های گسیل نقاط کوانتومی، محل قله گسیل نقاط کوانتومی به

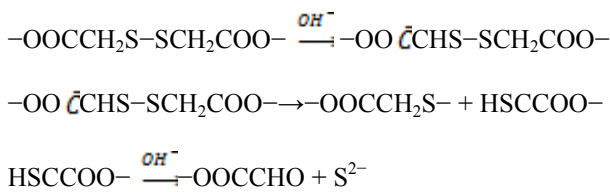
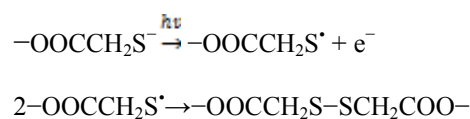


شکل ۴. سیر تکامل زمانی محل قله‌های فلورسانس و شدت نسبی قله‌های نقاط کوانتومی با اندازه‌های متفاوت (الف) ۲٫۷ ب) ۳ و ج) ۳٫۴ نانومتر تحت تابش نور فرا بنفش.

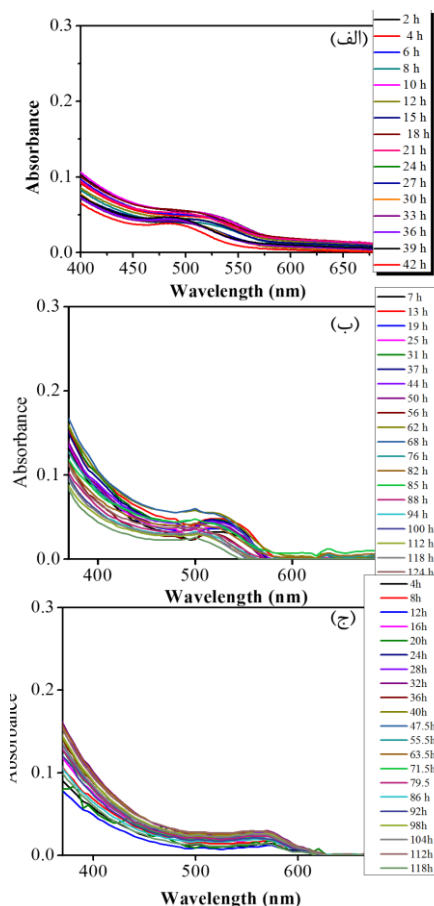
محل قله، در نقاط کوانتومی با اندازه‌ی کمتر بیشتر است. در طی فرایند نوردهی در نقاط کوانتومی با اندازه ۲٫۷ در برخی از زمان-های نوردهی کاهش شدت فلورسانس مشاهده می‌شود اما روند کلی شدت قله‌ها در این نمونه، روندی افزایشی است به طوری که بعد از ۴۳ ساعت نوردهی، شدت نسبی ۸٫۵ برابر شده است. مقدار تغییرات شدت فلورسانس نقاط کوانتومی با اندازه ۳ نانومتر، زیاد است. در این نمونه، تا زمان ۶۸ ساعت شدت فلورسانس زیاد شد به طوری که شدت به ۳۰ برابر شدت اولیه خود می‌رسد. سپس شدت نسبی افت می‌کند ولی دوباره پس از ۸۸ ساعت نوردهی شدت به ۳۱ برابر مقدار اولیه خود می‌رسد. و بعد از این زمان، کاهش شدت فلورسانس را همراه دارد. در نقاط کوانتومی با اندازه ۳٫۴ نانومتر روند کلی افزایشی را در شدت قله فلورسانس مشاهده می‌شود گر چه در بعضی از زمان‌ها، شدت نسبی کاهش یافته اما تغییرات کم است. در این نمونه، بعد از ۱۰۲ ساعت، شدت ۵٫۲ برابر شده است و سپس، با شیب بسیار کمی روند کاهشی در شدت فلورسانس مشاهده می‌شود. در نقاط کوانتومی دو فرایند همزمان در رقابت هستند.

اثر نوردهی نقاط کوانتومی با اندازه‌های ۲٫۷، ۳ و ۳٫۴ نانومتر بر طیف‌های گسیل در شکل ۳ نشان داده شده است و در شکل ۴ نیز تغییرات محل قله و شدت نسبی فلورسانس (شدت فلورسانس نسبت به نمونه پایه) بر اساس شکل ۳ ترسیم شده است. همان-طور که مشخص است، در همه نمونه‌ها، در اثر نوردهی محل قله و شدت قله تغییر کرده که در نمونه‌های متفاوت، مقدار این تغییرات متفاوت است. در مجموع، محل قله‌های همه نمونه‌ها، دارای جابجایی آبی است در نمونه‌ی نقاط کوانتومی با اندازه‌های ۲٫۷ و ۳٫۴، در بعضی از زمان‌های نوردهی دارای جابجایی قرمز است که این جابجایی‌های قرمز در نقاط کوانتومی با اندازه‌ی ۲٫۷ نانومتر بیشتر مشهود است. مقدار جابجایی آبی محل قله در نمونه‌ی نقاط کوانتومی اندازه‌های ۲٫۷، ۳ و ۳٫۴ نانومتر بعد از گذشت ۴۳، ۱۳۰ و ۱۱۶ ساعت نوردهی به ترتیب ۲۵، ۲۷٫۷ و ۳٫۴ نانومتر است. شیب تغییرات محل قله در نقاط کوانتومی با اندازه ۲٫۷ از همه بیشتر است و در نقاط کوانتومی با اندازه ۳٫۴ نانومتر از همه کمتر است. این نشان می‌دهد تاثیر نوردهی بر

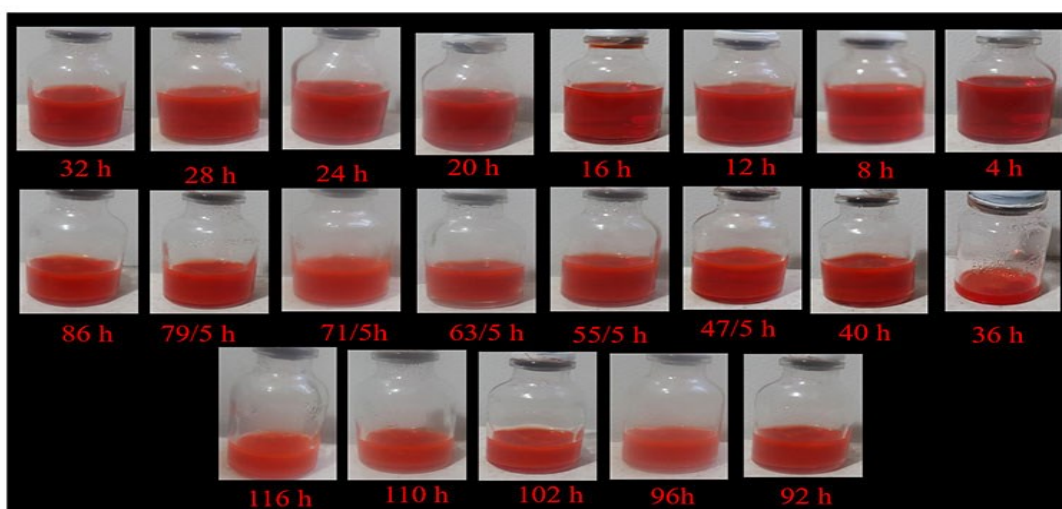
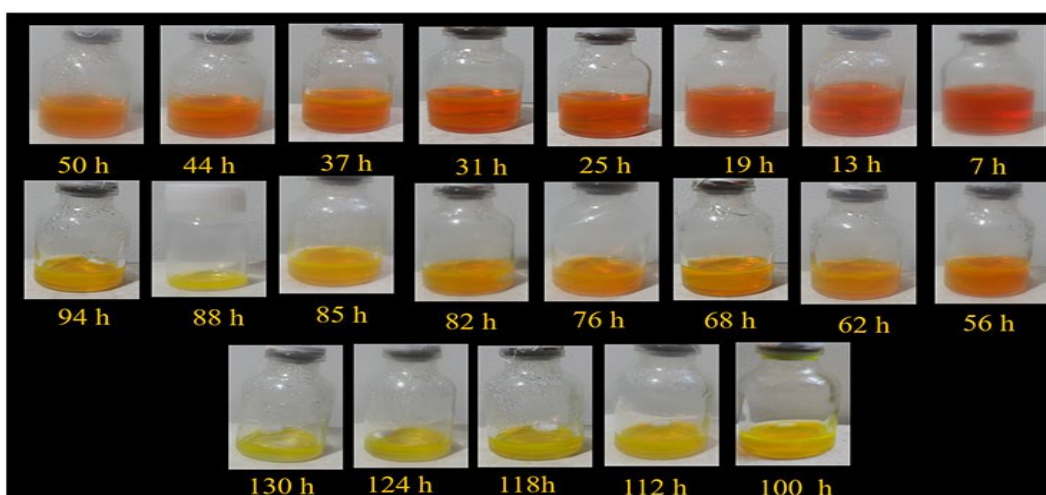
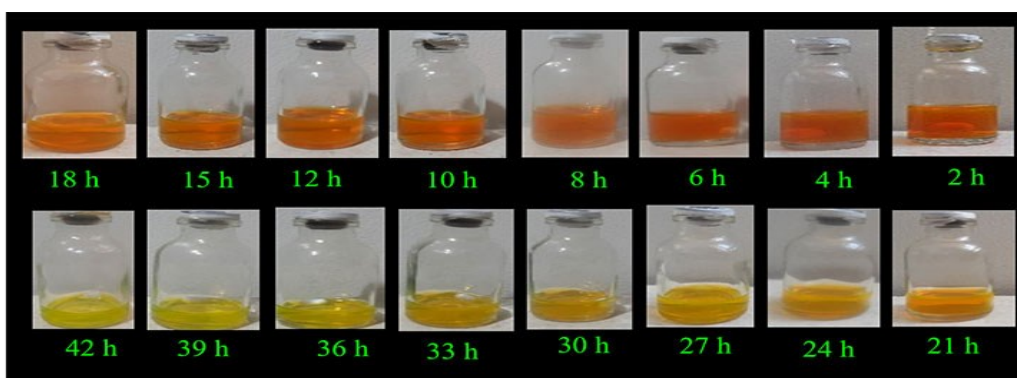
فرایندی که نورتابی را افزایش می‌دهد، در مرحله دیگر، شدت گسیل کاهش می‌یابد. در مرحله کاهش فلورسانس که جابجایی آبی مشاهده می‌شود، به طور واضح مربوط به اکسایش نوری نقاط کوانتومی با اکسیژن است که باعث ایجاد نقص‌های سطحی می‌شود. به عبارتی، اکسایش نوری نه تنها باعث حکاکی نوری سطح بلکه باعث ایجاد مسیرهای غیرتابشی می‌شود. به دلیل وجود اکسیژن در محلول آب، احتمال فرایند اکسایش نوری یا خوردگی نوری نیز وجود دارد [۱]. از طرفی، ممکن است تیول در لیگاند بر سطح نقاط کوانتومی بر اثر تابش نوری فرابنفش به دی سولفید تبدیل شده و از سطح ذرات جدا شود [۱]. این سایت‌های سطحی، به عنوان دام‌های سطحی برای حامل‌های بار عمل کرده و باعث افت شدت فلورسانس می‌شود. از طرف دیگر، فرایند افزایش نورتابی یا فعالسازی نوری نیز اتفاق می‌افتد که ممکن است به دلیل جذب سطحی نوری مولکول‌های آب باشد که باعث فعالسازی نوری شده است که در گزارش‌های متفاوت به این سازوکار اشاره شده است [۲۰ و ۲۱]. به عبارتی دیگر، جذب نوری مولکول‌های آب با نقاط کوانتومی باعث بهبود دام‌های سطحی می‌شود که کاهش فرایندهای غیر تابشی را به همراه دارد. در برخی از پژوهش‌ها، افزایش نورتابی نقاط کوانتومی همراه با جابجایی آبی محل قله فلورسانس را مربوط به حکاکی نوری اتم‌های تلور از سطح نقاط کوانتومی کادمیم تلوراید گزارش کرده‌اند [۲۲]. در برخی از زمان‌ها، شدت نورتابی افزایش یافته ولی جابجایی قرمز در محل قله‌های فلورسانس مشاهده می‌شود. این پدیده ممکن است به دلیل تشکیل پوسته کادمیم سولفید بر روی سطح نقاط کوانتومی باشد که از طریق فرایند فتوشیمیایی ایجاد شده که باعث کاهش نقص‌های سطحی و پیوندهای آزاد بر روی سطح شده و افزایش نورتابی را به همراه دارد. به عبارت دیگر، براساس تابش نور فرابنفش و واکنش‌های زیر [۲۲]، یون گوگرد تولید می‌شود که این یون با کادمیم موجود در محلول واکنش داده و باعث ایجاد پوسته‌ی کادمیم سولفید بر سطح نقاط کوانتومی شده است.



شکل ۵. طیف‌های جذب مرئی- فرابنفش نقاط کوانتومی با اندازه‌های ۲٫۷، ۳ و ۳٫۴ نانومتر تحت نوردهی در زمان‌های متفاوت نشان داده شده است. در نمونه نقاط کوانتومی با اندازه ۳٫۴ نانومتر محل قله جذب تقریب ثابت است اما در دو نمونه دیگر، جابجایی آبی جزئی در نمونه‌ها مشاهده می‌شود که ممکن است به دلیل حکاکی فتوشیمیایی نقاط کوانتومی با کیفیت پایین و یا اتم‌های تلور در سطح نقاط کوانتومی باشد [۲۲].



شکل ۵. طیف‌های جذب نقاط کوانتومی با اندازه‌های متفاوت الف) ۲٫۷ (ب) ۳ و ج) ۳٫۴ نانومتر تحت تابش نور فرابنفش.



شکل ۶ تصاویر محلول‌های نقاط کوانتومی با اندازه‌های ۲/۷، ۳ و ۳/۴ نانومتر تحت تابش نور فرا بنفش در زمان‌های متفاوت نوردهی (به ترتیب اندازه از بالا به پایین).

در نمونه ۳/۴ نانومتر تقریبی ناچیز است. شدت نورتابی از سطح محلول‌های نقاط کوانتومی در نمونه‌هایی که نوردهی شده‌اند از تصاویر مشخص است که نشان از بهبود نورتابی نقاط کوانتومی است.

در شکل ۶ تصاویر سه نمونه نقاط کوانتومی تحت تابش نور فرا بنفش در زمان‌های متفاوت را در نور محیط نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشخص است، در طول فرایند نوردهی، کیفیت نقاط کوانتومی ثابت باقی مانده است. تغییر رنگ محلول در نقاط کوانتومی ۲/۷ و ۳ نانومتر مشهود است اما این تغییر رنگ

۴- نتیجه گیری

اثر تابش نور فرابنفش بر رفتار نوری نقاط کوانتومی کادمیم تلوراید پوشش داده شده با تیوگلیکولیک اسید با اندازه‌های ۳،۲/۷ و ۳/۴ نانومتر بررسی شد. برای این منظور از آنالیزهای فلورسانس و جذب فرابنفش-مرئی استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد در کل، محل قله گسیل همه نمونه‌ها دارای جابجایی آبی است اما مقدار این جابجایی در نمونه‌های متفاوت، متفاوت است. نقاط کوانتومی با اندازه ۳/۴ نانومتر دارای کمترین تغییر در محل قله گسیل هستند. در همه نمونه‌ها روند کلی شدت فلورسانس، افزایشی است. در نمونه با اندازه ۳ نانومتر، بیشترین تغییر در شدت فلورسانس مشاهده می‌شود، به طوری که پس از گذشت ۸۸ ساعت نوردهی، شدت نورتایی ۳۱ برابر مقدار اولیه شد این نشان می‌دهد نوردهی باعث بهبود ویژگی نوری نقاط کوانتومی از طریق فرایندهای متفاوت حکاکی نوری اتم‌های تلور، فعالسازی نوری با استفاده از مولکول‌های آب در اطراف نقاط کوانتومی و تشکیل پوسته کادمیم سولفید شده است.

مراجع

[1] L. Ding, Z. Peng, P. Zhou, G.J. Cheng, Q. Nian, D. Lin, J. Zhou, Y. Liang, "Preparation and effect of lighting on structures and properties of GSH capped ZnSe QDs" *Journal of fluorescence*, 25, 1663–1669, 2015.

[2] S. Singh, Y. M. Sabri, D. Jampaiah, P. R. Selvakannan, A. Nafady, A. E. Kandjani, S. K. Bhargava, "Easy, one-step synthesis of CdTe quantum dots via microwave irradiation for fingerprinting application" *Materials research bulletin*. 90, 260–265, 2017.

[3] N. Mobedi, M. Marandi, H. Zare Bidaki, "Effect of hydrazine hydrate on the luminescence properties of MPA capped CdTe nanocrystals in hot injection method" *Journal of luminescence*, 156, 235–239, 2014.

[4] H. Zare, M. Marandi, S. Fardindoost, V. K. Sharma, A. Yeltik, "High-efficiency CdTe / CdS core-shell nanocrystals in water enabled by colloidal hetero-epitaxy of CdS shelling at room temperature" *Nano research*, 8, 2317-2328, 2015.

[5] J. Lee, K. Ji, J. Kim, C. Park, K. H. Lim, T. H. Yoon, K. Choi, "Acute toxicity of two CdSe/ZnSe quantum dots with different surface coating in *Daphnia magna* under various light conditions", *Environmental toxicology*, 25, 593–600, 2010.

[6] R. Malik, A. K. Pinnaka, M. Kaur, V. Kumar, K. Tikoo, S. Singh, A. Kaushik, S. Singhal, "Water-soluble glutathione-CdS QDs with exceptional antimicrobial properties synthesized via green route for fluorescence sensing of fluoroquinolones" *Journal of chemical technology & biotechnology*, 94, 1082–1090, 2019.

[7] B. Chen, J. Liu, T. Yang, L. Chen, J. Hou, C. Feng, C. Z. Huang, "Development of a portable device for Ag⁺ sensing using CdTe QDs as fluorescence probe via an electron transfer process" *Talanta*, 191, 357–363, 2019.

[8] Z. Li, W. Dong, X. Du, G. Wen, X. Fan, "A novel photoelectrochemical sensor based on g-C₃N₄@CdS QDs for sensitive detection of Hg²⁺" *Microchemical journal*, 152, 104259, 2020.

[9] S. C. Lin, Y. L. Lee, C. H. Chang, Y. J. Shen, Y. M. Yang, "Quantum-dot-sensitized solar cells: Assembly of CdS-quantum-dots coupling techniques of self-assembled monolayer and chemical bath deposition" *Applied physics letters*, 90, 143517, 2007.

[10] G. H. Carey, A. L. Abdelhady, Z. Ning, S. M. Thon, O. M. Bakr, E. H. Sargent, "Colloidal quantum dot solar cells", *Chemical reviews*, 23, 12732-12763, 2015.

effect of photo-oxidation" *Nanotechnology*. 17, 2083–2089, 2006.

[18] S. Huang, Z. Li, B. Wang, N. Zhu, C. Zhang, L. Kong, Q. Zhang, A. Shan, L. Li, "Morphology evolution and degradation of CsPbBr₃ nanocrystals under blue light-emitting diode illumination" *ACS applied materials & interfaces*, 9, 7249–7258, 2017.

[19] W. W. Yu, L. Qu, W. Guo, X. Peng, "Experimental determination of the extinction coefficient of CdTe, CdSe, and CdS nanocrystals" *Chemistry of materials*, 15, 2854–2860, 2003.

[20] Y. Wang, Z. Tang, M.A. Correa-Duarte, I. Pastoriza-Santos, M. Giersig, N.A. Kotov, L. M. Liz-Marzán, "Mechanism of strong luminescence photoactivation of citrate-stabilized water-soluble nanoparticles with CdSe cores" *The journal of physical chemistry B*, 108, 15461–15469, 2004.

[21] J. A. Kloepfer, S. E. Bradforth, J. L. Nadeau, "Photophysical properties of biologically compatible CdSe quantum dot structures" *The journal of physical chemistry B*, 109, 9996–10003, 2005.

[22] H. Bao, Y. Gong, Z. Li, M. Gao, "Enhancement effect of illumination on the photoluminescence of water-soluble CdTe nanocrystals: Toward highly fluorescent CdTe/CdS core-shell structure" *Chemistry of materials*, 16, 3853–3859, 2004.

[11] F. Ahangarani Farahani, M. Marandi, "Co-sensitization of quantum dot sensitized solar cells composed of TiO₂ nanocrystalline photoanode with CdS and PbS nanoparticles and effect of PbS on the performance of solar cells" *Iranian journal of physics research*, 17, 499–507, 2017.

[12] S. A. Mohid, A. Ghorai, H. Ilyas, K. H. Mroue, G. Narayanan, A. Sarkar, S. K. Ray, K. Biswas, A. K. Bera, M. Malmsten, A. Midya, A. Bhunia, "Application of tungsten disulfide quantum dot-conjugated antimicrobial peptides in bio-imaging and antimicrobial therapy" *Colloids surfaces B biointerfaces*. 176, 360–370, 2019.

[13] Y. Yang, G. Mao, X. Ji, Z. He, "DNA-templated quantum dots and their applications in biosensors, bioimaging, and therapy" *Journal of materials chemistry B*, 8, 9–17, 2020.

[14] S. Patra, A. Samanta, "A Fluorescence correlation Spectroscopy, steady-state, and time-resolved fluorescence study of the modulation of photophysical properties of mercaptopropionic acid capped CdTe quantum dots upon exposure to light" *The Journal of physical chemistry C*, 117, 23313–23321, 2013.

[15] Y. H. Sun, Y. S. Liu, P. T. Vernier, C. H. Liang, S. Y. Chong, L. Marcu, M. A. Gundersen, "Photostability and pH sensitivity of CdSe/ZnSe/ZnS quantum dots in living cells" *Nanotechnology*. 17, 4469–4476, 2006.

[16] J. Aldana, Y. A. Wang, X. Peng, "Photochemical instability of CdSe nanocrystals coated by hydrophilic thiols" *Journal of the American chemical society*, 123, 8844–8850, 2001.

[17] J. Ma, J. Y. Chen, J. Guo, C. C. Wang, W. L. Yang, L. Xu, P. N. Wang, "Photostability of thiol-capped CdTe quantum dots in living cells: the



A simple and Two-step synthesis of highly fluorescent CdTe quantum dots: Investigation of the effect of UV light on fluorescence of QDs

Mohammad Reza Sayed Mir¹, Hakimeh Zare*², Mohammad Esmail Yazdanshenas¹

1 Department of textile and polymer engineering, Yazd branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.

2 Physics department, Faculty of Science, Yazd University, P.O. Box 89195-741 Yazd, Iran

Abstract: Thioglycolic acid (TGA) capped CdTe quantum dots (QDs) of different sizes (2.7, 3 and 3.4 nm) were prepared by aqueous method. Then, the fresh QDs were illuminated by ultraviolet (UV) light. Thereby effect of lighting on the optical properties of QDs were investigated systematically. It was revealed that emission spectra of QDs took a sharp change after UV illumination. The results show that the magnitude of changes in the fluorescence intensity and peak position varies with the particle sizes. The intensity of fluorescence peak of QDs with a size of 3.4 nm increases to 5.2 times after 102 h of UV illumination, whereas QDs with a size of 3 nm, peak maximum intensity considerably increases (31 times after 88 h illumination). The fluorescence peak position of samples shifts toward the lower wavelengths. As size of QDs decreases, the emission peak position shifts more towards lower wavelengths under irradiation. In this paper, the mechanism of these changes of the optical properties of the QDs is studied.

Keywords: Quantum dots, UV irradiation, Effect size, Fluorescence, Photo etching.