

بسم الله الرحمن الرحيم

نقاط کوانتومی؛

مهرنی، سنشروکار برد

حمیدرضا رجبی (دانشگاه یاسوج)

مجتبی شمس پور (دانشگاه رازی کرمانشاه)

امید خانی (دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان)

مقدمه نویسندگان

در سال‌های اخیر موضوع نانو تکنولوژی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به خصوصیات منحصر به فرد و کاملاً متفاوت نانومواد از مواد توده‌ای، این دسته از مواد کاربردهای فراوانی را در زمینه‌های مختلف پیدا نموده و جذابیت‌های روز افزونی را برای محققان به دنبال داشته است. یک دسته از این مواد جالب و نوظهور «نقاط کوانتومی» می‌باشد که زمان زیادی از کشف آنها نمی‌گذرد. نقاط کوانتومی؛ نانوذرات نیم‌رسانا نورتاب صفر بعدی زیر ۱۰ نانومتر هستند که متشکل از ترکیب عنصری گروه‌های II-VI یا III-V بوده و به عنوان ذرات با ابعاد فیزیکی کوچکتر از شعاع اکسیتونی بوهر تعریف شده‌اند. همان‌طور که مشخص شده است با کاهش اندازه ذرات از توده یا کلوخه به مقیاس نانو، ویژگی‌های مواد دستخوش تغییرات کاملاً مشخصی می‌گردد که این تغییر را می‌توان در خصوصیات مکانیکی، مغناطیسی، الکترونی، رسانایی، نوری و ... به روشنی مشاهده کرد. این نانوذرات نیم‌رسانای معدنی، کاربردهای بسیاری در علوم و صنایع مختلف مانند ساخت سلول‌های خورشیدی، دستگاه‌های نشر نور، نشان‌دار کردن و تصویربرداری زیستی، فناوری‌های شیمیایی، بیولوژیکی، پزشکی، مهندسی و ... پیدا کرده و در داخل کشور نیز مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. نظر به اهمیت این نانوذرات نیم‌رسانا و کاربرد آنها در علوم مختلف، این کتاب در مجموعه‌ای چهار فصلی نوشته شده بطوری که بتواند به شناسایی هر چه بیشتر این نانومواد جادویی کمک کند.

در فصل اول ابتدا مقدمه‌ای درباره نانوفناوری ارائه و سپس به معرفی و تاریخچه نقاط کوانتومی پرداخته شده است. در ادامه، برخی از ویژگی‌ها و خصوصیات این نانوذرات در فصل دوم آورده شده و مقایسه خواص آنها با فلوروفورهای آلی صورت گرفته است و در آخر فصل نیز یافته‌های اخیر درباره بررسی و کشف خصوصیات جدید آنها توضیح داده شده است.

فصل سوم به روش‌های سنتز نقاط کوانتومی می‌پردازد که روش‌های فیزیکی و شیمیایی، آبی و غیر آبی، پیوسته و ناپیوسته و همچنین سایر روش‌های غیر متداول گزارش شده را در بر می‌گیرد بطوری که به جرأت می‌توان گفت این دسته‌بندی یکی از جامع‌ترین دسته‌بندهای سنتز این مواد می‌باشد. در بخشی از این

فصل به روش‌های کاملاً نوینی که در سال‌های اخیر گزارش شده‌اند مانند سنتز در میکروکانال‌ها، سنتز در پردازنده‌های دیسک چرخان و سنتز با روش اسپری حرارتی اشار شده است.

در فصل چهارم و پایانی، سعی شده است که به کاربردهای نقاط کوانتومی در علوم مختلف پرداخته شود که با توجه به کاربردهای گسترده آنها در زمینه‌های مختلف صنعتی و تحقیقاتی به سه زیر فصل کاربردهای زیستی، کاربردهای فیزیکی و صنعتی و کاربردهای تجزیه شیمیایی تقسیم شده است. باید گفت که بدلیل رقابت بسیار شدید نقاط کوانتومی با فلوروفورهای آلی، قابلیت کاربرد این نانوذرات نورتاب در علوم زیستی، کشاورزی، پزشکی و بالینی بیشتر از سایر رشته‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است؛ بطوری‌که این مطالعات به نتایج بسیار امیدوار کننده‌ای منجر شده است. از طرفی دست‌اندرکاران بخش‌های مختلف صنعت نیز شهادت وارد نمودن این نانوذرات به صنعت را برای کاربردهای مختلف تجاری و سودآور نیز پیدا کرده‌اند. نقاط کوانتومی در شیمی تجزیه و علوم محیطی نیز کاربردهای زیادی پیدا کرده‌اند. در این میان می‌توان به کاربرد آنها در زمینه‌های مختلف شیمی تجزیه از جمله مطالعات الکتروشیمیایی، شیمی لومینسانس و الکتروشیمی لومینسانس، الکتروفورز، رزونانس پلاسمون سطحی اشاره کرد. همچنین در سال‌های اخیر استفاده از این نانوذرات نیم‌رسانا به‌عنوان دسته جدیدی از نانوفوتوکاتالیست‌های سبز توجه زیادی را به خود جلب کرده است.

از آنجایی که این کتاب اولین مجموعه گردآوری شده در زمینه نقاط کوانتومی می‌باشد، امید است بتواند برای شناساندن این دسته از ترکیبات جدید مفید باشد. این کتاب به‌ویژه می‌تواند در قالب یک موضوع کاملاً جدید و به روز برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی در رشته‌های شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی، پزشکی و پیراپزشکی و تا حدودی دانشجویان رشته‌های فنی مهندسی قابل استفاده باشد و در صورت نیاز می‌تواند به‌عنوان یک درس دو واحدی از درس مباحث نوین در دانشگاه تدریس شود.

هیچ ادعایی درباره بی‌نقص بودن این کتاب وجود ندارد، لذا نظرات کلیه خوانندگان را مشتاقانه جهت برطرف نمودن کاستی‌ها و اشکالات این اثر پذیرا هستیم.

۱	فصل اول: نقاط کوانتومی
۱-۱	مقدمه‌ای بر نانو تکنولوژی
۲-۱	خواص مواد در مقیاس نانو
۱-۲-۱	خواص ساختاری
۲-۲-۱	خواص مکانیکی
۳-۲-۱	خواص ترمودینامیکی
۴-۲-۱	خواص مغناطیسی
۵-۲-۱	خواص نوری
۶-۲-۱	خواص تراپدی
۳-۱	تقسیم‌بندی نانومواد
۱-۳-۱	نانومواد سه بعدی
۱-۱-۳-۱	نانوکامپوزیت
۲-۱-۳-۱	نانوحفره‌ها
۲-۳-۱	نانومواد دو بعدی
۱-۲-۳-۱	نانوروشک‌ها
۲-۲-۳-۱	نانولایه‌ها
۳-۲-۳-۱	صفحات گرافن
۳-۳-۱	نانومواد یک بعدی
۱-۳-۳-۱	نانوسیم
۲-۳-۳-۱	نانولوله
۳-۳-۳-۱	نانوالیاف
۴-۳-۳-۱	نانوجوانه‌ها
۴-۳-۱	نانومواد صفر بعدی
۱-۴-۳-۱	فولرن
۲-۴-۳-۱	نانوپودرها
۳-۴-۳-۱	درخت‌سان‌ها
۴-۴-۳-۱	نانوذرات
۵-۴-۳-۱	نانوذرات کوانتومی
۴-۱	نقاط کوانتومی
۵-۱	نقاط کوانتومی هسته و هسته/پوسته

۶-۱	سمیت نقاط کوانتومی	۲۸
فصل دوم: ویژگی های نقاط کوانتومی		
۱-۲	ویژگی های نقاط کوانتومی	۳۱
۲-۲	تراز فرمی	۳۲
۳-۲	حبس اندازه کوانتومی	۳۴
۴-۲	خواص نوری نقاط کوانتومی	۴۰
۴-۲-۱	جذب نور	۴۱
۴-۲-۲	فوتولومینسانس	۴۲
۵-۲	آزمایش رهاکردن تخم پرندگان	۴۴
۶-۲	نقاط کوانتومی در مقایسه با فلوروفورهای الی	۴۵
۷-۲	یافته های اخیر	۵۰
۷-۲-۱	کشف راز چشمک زدن نقاط کوانتومی	۵۰
۷-۲-۲	حل مشکل چشمک زدن نقاط کوانتومی	۵۱
۷-۲-۳	بررسی تاثیر ابعاد نقاط کوانتومی در سوسو زدن آنها	۵۱
فصل سوم: سنتز نقاط کوانتومی		
۱-۳	روش های سنتز نقاط کوانتومی	۵۳
۱-۳-۱	روش های فیزیکی	۵۶
۱-۳-۱-۱	روش اپتاکسی پرتومولکولی	۵۶
۱-۳-۱-۲	نانولیتوگرافی قلم آغشته	۵۷
۱-۳-۲	روش های شیمیایی	۶۲
۱-۳-۲-۱	روش های سنتز مبتنی بر آب	۶۳
۱-۳-۲-۲	سنتز الی - فلزی نقاط کوانتومی: روش تزریق داغ	۶۵
۱-۳-۲-۳	تنوعی در روش تزریق داغ	۶۷
۱-۳-۲-۴	سنتزهای سبزر از تزریق داغ	۷۰
۱-۳-۲-۵	سنتزهای الی - فلزی بر اساس روش هایی غیر از روش تزریق داغ	۷۱
۱-۳-۲-۶	شیوه محلول مایع - جامد برای سنتز نقاط کوانتومی	۷۲
۱-۳-۲-۷	لایه نشانی بخار شیمیایی	۷۴
۱-۳-۲-۸	روش سولوترمال	۷۵
۱-۳-۲-۹	روش ذرات کلوییدی	۷۷
۱-۳-۲-۱۰	روش سل - ژل	۷۸
۱-۳-۲-۱۱	سنتز نقاط کوانتومی در سیستم های واکتوری پیوسته	۸۳
۱-۳-۲-۱۱-۱	نکته مقدماتی	۸۳

- ۱-۲-۱۱-۲-۱-۳ سنتز در میکروکانال‌ها ۸۴
- ۱-۲-۱۱-۳-۱-۳ سنتز در پردازنده‌های دیسک چرخان ۸۵
- ۱-۲-۱۱-۴-۱-۳ سنتز نقاط کوانتومی با روش اسپری حرارتی ۸۷
- ۱-۲-۱۱-۱۲-۲-۱-۳ سنتز نقاط کوانتومی با روش هیدروترمال و تسهیل شده با میکروموج ۸۷
- ۲-۳-۲ سایر دسته‌بندی‌ها برای سنتز نقاط کوانتومی ۸۸
- ۳-۳-۳ یافته‌های اخیر ۸۹
- ۱-۳-۳-۱ روش‌های جدید سنتز نقاط کوانتومی ۹۱
- ۲-۳-۳-۲ تولید نقاط کوانتومی از فولرن ۹۱
- ۳-۳-۳-۳ ساخت نقاط کوانتومی گرافنی برای افزاره‌های فوتوولتائیک الی ۹۲
- ۴-۳-۳-۳ روش خودآرایی و ویروسی ۹۲
- ۵-۳-۳-۳ روش سنتز نقاط کوانتومی بدون کادمیوم ۹۳
- ۶-۳-۳-۳ تولید نانونقاط کربنی کوانتومی از قهوه ۹۳
- ۷-۳-۳-۳ کشف مهم محققان برای بهبود درخشش نقاط کوانتومی ۹۴
- ۴-۳-۴ نانوبلورهای دوپه شده ۹۴
- ۱-۴-۳ چرا نانوبلور نیم‌رسانا دوپه شده؟ ۹۵
- ۲-۴-۳ سنتز و خواص نانوبلورهای آلاییده ۹۵
- ۳-۴-۳ مدل‌های نظری ۹۷
- فصل چهارم: کاربرد نقاط کوانتومی** ۹۹
- ۱-۴-۱ دلایل اهمیت نقاط کوانتومی ۹۹
- ۲-۴-۱ کاربرد نقاط کوانتومی در علوم زیستی ۱۰۰
- ۱-۲-۴-۱ کاربردهای پزشکی ۱۰۲
- ۲-۲-۴-۲ آنالیز انتقال انرژی رزونانس فلورسانس / بیولومینسانس ۱۰۳
- ۳-۲-۴-۲ برچسب سلولی و ردیابی سلول‌ها ۱۰۵
- ۴-۲-۴-۲ ردیابی سلول‌ها ۱۰۶
- ۵-۲-۴-۲ فن‌آوری ژن ۱۰۹
- ۶-۲-۴-۲ تصویربرداری و هدف‌گیری تومورهای سرطانی ۱۱۱
- ۱-۶-۲-۴-۲ تصویربرداری از تومورها با نقاط کوانتومی زیست‌سازگار ۱۱۳
- ۲-۶-۲-۴-۲ امکان استفاده از نقاط کوانتومی در سلول‌های زنده با به‌کارگیری ۱۱۴
- پوشش دوگانه‌دوست ۱۱۴
- ۳-۶-۲-۴-۲ درمان موضعی سرطان با استفاده از نقاط کوانتومی ۱۱۶
- ۴-۶-۲-۴-۲ استفاده از نقاط کوانتومی ایمن در تشخیص و درمان سرطان ۱۱۷
- ۵-۶-۲-۴-۲ مشاهده مرگ سلولی با استفاده از نقاط کوانتومی ۱۱۸
- ۶-۶-۲-۴-۲ پایداری نقاط کوانتومی در سلول‌های زنده ۱۱۹

- ۱۲۰ ۷-۲-۴ دارورسانی
- ۱۲۱ ۷-۲-۴ ۱- اتصال نقاط کوانتومی به پروتئین‌ها با روش‌های معمول
- ۱۲۲ ۷-۲-۴ ۲- دارورسانی با استفاده از نقاط کوانتومی پوشیده شده با مولکول‌های قند
- ۱۲۳ ۷-۲-۴ ۳- تحویل نقاط کوانتومی به هسته سلول با نانوسوزن
- ۱۲۴ ۷-۲-۴ ۸- کاربرد نقاط کوانتومی در کشاورزی
- ۱۲۵ ۷-۲-۴ ۹- مسمومیت سلولی
- ۱۲۸ ۷-۲-۴ ۳- کاربردهای فیزیکی و صنعتی
- ۱۲۹ ۷-۳-۴ ۱- کامپیوترهای کوانتومی
- ۱۳۱ ۷-۳-۴ ۲- دیودهای نورانی سفید
- ۱۳۲ ۷-۳-۴ ۳- ساخت دیودهای گسیلنده نور مبتنی بر نقاط کوانتومی
- ۱۳۳ ۷-۳-۴ ۴- نقاط کوانتومی در ساخت آشکارسازهای مادون قرمز
- ۱۳۴ ۷-۳-۴ ۵- سلول‌های خورشیدی
- ۱۳۶ ۷-۳-۴ ۱- افزایش بازده پیل‌های خورشیدی با تقویت نقاط کوانتومی موجود در آن
- ۱۳۷ ۷-۳-۴ ۲- ارتقاء پیل‌های خورشیدی با نقاط کوانتومی متصل به همدیگر
- ۱۳۸ ۷-۳-۴ ۶- لیزرهای نقطه کوانتومی
- ۱۴۰ ۷-۳-۴ ۷- ماشین‌های میکروسکوپی در ابعاد نانو
- ۱۴۱ ۷-۳-۴ ۸- نقاط کوانتومی در صنایع دفاعی
- ۱۴۲ ۷-۳-۴ ۹- اتم‌های مصنوعی
- ۱۴۳ ۷-۳-۴ ۱۰- اتومات‌های سلولی کوانتومی
- ۱۴۴ ۷-۳-۴ ۱۱- نمایشگرهای آینده؛ نقاط کوانتومی رنگی
- ۱۴۶ ۷-۳-۴ ۱۲- تولید رنگ خورشیدی ارزان با کمک نقاط کوانتومی
- ۱۴۷ ۷-۳-۴ ۴- کاربردهای تجزیه‌ای
- ۱۴۷ ۷-۴-۴ ۱- واکنش‌های شیمی لومینسانس (CL) و الکتروشیمی لومینسانس (ECL)
- ۱۵۱ ۷-۴-۴ ۲- کاربردهای رزونانس پلاسمون سطحی
- ۱۵۴ ۷-۴-۴ ۳- حسگرهای فلورسانسی
- ۱۵۶ ۷-۴-۴ ۴- سنجش گرهای pH مبتنی بر نقاط کوانتومی
- ۱۵۷ ۷-۴-۴ ۵- حسگرهای الکتروشیمیایی مبتنی بر نقاط کوانتومی
- ۱۵۸ ۷-۴-۴ ۶- تشخیص در چپ
- ۱۵۹ ۷-۴-۴ ۷- الکتروفورز موئینگی
- ۱۵۹ ۷-۴-۴ ۸- نقاط کوانتومی؛ نانوفونوکاتالیست‌های جدید
- ۱۶۵ ۷-۴-۴ ۹- کاربرد نقاط کوانتومی در شیمی الی
- ۱۶۷ منابع