

دفاعیه دکتری

جلسه دفاعیه: ساعت ۱۵ بعد از ظهر مورخ ۹۵/۱۰/۱۹



نام و نام خانوادگی: اشکان مومنی

رتبه علمی: دانشجوی دکترا

پست الکترونیکی: a_momeni@iust.ac.ir

عنوان رساله: مطالعه تجربی خواص نوری نانوذرات سیلیکن تولید شده با استفاده از فرآیند

ماده برداری لیزری دوپالسی نانو ثانیه در محیط‌های آب و اتانول

استاد راهنما: آقای دکتر محمدحسین مهدیه

چکیده:

نانومواد سیلیکن به دلیل ویژگی زیست‌سازگاری عالی و داشتن خواص الکترونیکی، نوری و مکانیکی منحصربه‌فرد بطور فزاینده‌ای برای کاربردهای اپتوالکترونیکی و همچنین زیست‌پزشکی قابل استفاده می‌باشند. در سال‌های اخیر، مشاهده طیف گسترده‌ای از تابش‌های کوک‌پذیر مرئی و مادون قرمز از نانوذرات سیلیکن علاقه‌مندی فراوانی را برای تهیه وسایل گسیل نوری کارآمد بر اساس این نانوذرات به منظور استفاده در برنامه‌های کاربردی کم هزینه برانگیخته است. از این رو، مطالعه خواص نوری نانوذرات سیلیکن به منظور استفاده در کاربردهای اپتوالکترونیکی و همچنین زیست‌پزشکی دارای اهمیت است. به خصوص، کنترل مشخصات اکسید سطحی یکی از چالش‌های باقی‌مانده اصلی در این زمینه است که دارای اثرات مهمی بر روی خواص نوری نانوذرات سیلیکن می‌باشد و نیازمند تحقیقات بیشتری است.

هدف اصلی این کار پژوهشی، بررسی نقش پارامترهای موثر در فرآیند ماده برداری لیزری به منظور تولید نانوذرات کلئیدی سیلیکن با توزیع اندازه‌ها و اثرات سطحی مختلف و نیز مطالعه خواص فوتولومینسانس نوری متفاوت از کلئیدهای حاصل است. بدین منظور، نانوذرات سیلیکن در محیط‌های مایع آب و اتانول بطور جداگانه و با استفاده از فرآیند ماده برداری لیزر پالسی نانو ثانیه تحت شرایط آزمایشی متفاوت تولید شده است. به عنوان تغییرات اصلی مد نظر در پارامترهای لیزر، انجام این فرآیندهای ماده برداری با استفاده از باریکه‌های لیزری دوپالسی متشکل از یک پیش-پالس کم شدت و یک پالس اصلی تاخیری با مقادیر اختلاف زمانی تقریباً ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ نانوثانیه صورت گرفته است. نتایج این تحقیق بیانگر آن است که فرآیند تابش‌دهی با لیزر دوپالسی (DPLA)، در شرایط انرژی تابشی یکسان با فرآیند تک‌پالس، سبب ماده برداری با آهنگ بیشتر از سطح ویفر سیلیکن شده و تولید کلئیدهای از نانوذرات سیلیکن با اندازه‌های غالباً کمتر از ۱۰ نانومتر و مشخصات سطحی متفاوت را به همراه داشته است. برای نانوذرات کلئیدی سیلیکن در آب، نتایج تجربی بدست آمده نشان می‌دهد که فرآیند DPLA از طریق تغییر مشخصات مرتبط با اکسید در سطح نانوذرات سیلیکن، سبب تولید کلئیدهایی با تابش‌های نسبتاً شدیدتر در ناحیه سبز-قرمز از طیف مرئی (بازه طول موجی ۶۵۰-۵۵۰ نانومتر) شده است. بررسی این نتایج با استفاده از مدل‌های نظری حاکی از وجود یک رقابت بین سازوکارهای اثر محصور شدن کوانتومی و حالت‌های اکسید سطحی در خواص تابشی مشاهده شده از نانوذرات سیلیکن در محیط آب است. همچنین برای نانوذرات سیلیکن تولید شده در اتانول با فرآیند DPLA در زمان‌های تاخیری مختلف، گسیل طیف‌های فوتولومینسانس با شدت‌های تابشی متفاوتی در محدوده طول موجی ۶۰۰-۳۰۰ نانومتر مشاهده شده است. تجزیه و تحلیل این نتایج بیانگر آن است که طیف‌های فوتولومینسانس مشاهده شده ناشی از پراکندگی رامان در اتانول می‌باشد که در اثر حضور نانوذرات سیلیکن، با مشخصات سطحی متفاوت مرتبط با ترکیبات هیدروکسیل، شدت آن افزایش یافته است. در این مورد، با تهیه فیلم‌های نازک از نانوذرات سیلیکن و حذف سهم مربوط به پراکندگی رامان اتانول، طیف‌های تابشی با بیشینه‌های واقع در محدوده طول موجی ۵۵۰-۳۵۰ نانومتر ناشی از پدیده محصور شدن کوانتومی مشاهده شده است.