بسم الله الرحمن الرحيم

پردیس بین المللی ارس

گروه مهندسی فتونیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی‌ارشد در رشته مهندسی نانوفتونیک گرایش نانوفتونیک

عنوان

طراحی سنسور پلاسمونیک مبتنی بر فیبر نوری

استاد راهنما

دکتر علی رستمی

استادمشاور

دکتر قاسم رستمی

پژوهشگر

سیده مریم سیدی

شهریور ۱۳۹۳

تقدیم به خانواده عزیزم

تقدیم به مقدسترین واژه‌ها در لغت نامه دلم، مادر مهربانم که زندگیم را مدیون مهر و عطوفت آن می‌دانم، پدر بزرگوارم که مشوق و حامی من و راهنمای من در مسیر زندگی است و همچنین برادر عزیزم که همراه همیشگی من و پشتوانه زندگیم می‌باشد، از این رو، خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نسیبم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو وجود، پس از پروردگار، مایه هستی‌ام بوده‌اند، دستم را گرفتند و راه رفتن را در این زندگی پر از فراز و نشیب به من آموختند. آموزگارانی که برایم زندگی و انسان بودن را معنا کردند...

سپاسگزاری

سپاس خداوند حکیم را که با لطف بی کران خود، آدمی را زیور عقل آراست.

در آغاز وظیفه خود می‌دانم از زحمات بی دریغ استاد راهنمای خود **جناب آقای دکتر علی رستمی**، صمیمانه تشکر و قدردانی کنم که قطعاً بدون راهنمایی‌های ارزنده ایشان، این مجموعه به انجام نمی‌رسید. همچنین از **جناب آقای دکتر قاسم رستمی** که زحمت مطالعه و مشاوره این پایان نامه را تقبل فرمودند و در آماده سازی این پایان نامه، به نحو احسن اینجانب را مورد راهنمایی قرار دادند، کمال امتنان را دارم. به ویژه بر خود لازم می‌دانم که از راهنمایی‌های ارزنده اساتید بزرگوار **سرکار خانم دکتر محبوبه دولتیاری** و **جناب آقای دکتر حامد باغبان** و همچنین از **جناب آقای مهندس یدالله میرزایی** کمال تشکر را داشته باشم، که پیشنهادات سازنده خود را از من دریغ نکردند.

اگر انسان می‌خواست صبر کند تا کاری را آنقدر خوب انجام دهد که هیچ کس نتواند اشتباهی در آن بیابد، هرگز کاری انجام نمی‌داد.

کاردینال نیومن

نام خانوادگی دانشجو:سیدی نام: سیده مریم
عنوان پایان نامه: طراحی سنسور پلاسمونیک مبتنی بر فیبر نوری
استاد راهنما: دکتر علی رستمی استاد مشاور: دکتر قاسم رستمی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی نانو فتونیک گرایش: فتونیک دانشگاه تبریز پردیس بین الملل ارس تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۳ تعداد صفحات: ۱۲۰
واژگان کلیدی: نانوذرات، رزونانس پلاسمون سطحی، پلاسمونیک، فیبر نوری، انتشار، انکسار، انعکاس، متامواد
چکیده: با توجه به اهمیت تشخیص بیماریها، غذا و شناسایی عوامل بیولوژیکی محیط و انتقال داده‌ها در دنیای امروز، ضرورت بحث در رابطه با سنسورهای فیبر نوری احساس می‌شود. همچنین با رویکرد تکنولوژی به سمت تجمع مدارات الکترونیک نوری و به دلیل وجود مشکلاتی که از فشرده سازی ساختارها جلوگیری می‌کند، استفاده از ساختارهای پلاسمونیک توسعه یافته است. علاوه بر این، با توجه به تلفات کم و سرعت پاسخ گویی بالای فیبرهای نوری، استفاده از آنها مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین این پایان نامه، در راستای سنسورهای پلاسمونیک مبتنی بر فیبر نوری تعریف شده است. در این پایان نامه هدف تحلیل سنسورهای مبتنی بر فیبر نوری و استفاده از خواص پلاسمونی می باشد. برای این کار ابتدا تحلیل فیبر نوری با غلاف فلزی، جهت تعیین شکل مد و بردار موج قابل انتشار صورت خواهد پذیرفت. سپس تاثیر مواد بر شکل مد و بردار انتشار ارزیابی شده و از طریق اندازه‌گیری کمیت‌های نوری پی به مواد و کمیتهای فیزیکی مورد نظر خواهیم برد. طراحی محیط پلاسمونی و نحوه ارتقای حساسیت عملکرد سنسوری از اهداف اصلی این پروژه است. از این رو جهت ارتقای حساسیت، مزایای سنسورهای فیبر نوری و رزونانس پلاسمون سطحی موضعی نانوذرات نقره را ترکیب کرده و به مقایسه سنسورهای فیبر نوری اصلاح شده با نانوذرات نقره و بدون آن و همچنین مقایسه سنسورهای فیبر نوری با درصدهای مختلفی از حضور نانوذرات پرداختیم و تاثیر حضور نانوذرات، مدهای مختلف و تغییرات دمایی را بر فرکانس کات‌آف بررسی نمودیم که مشاهده نمودیم که با افزایش حضور نانوذرات و افزایش دما، می توان فرکانس کات‌آف را کنترل نمود. در نتجه توانستیم سنسور با حساسیت بالا را شناسایی و بررسی نماییم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه---------- ۲

فصل اول---------- ۵

پیشینه تحقیق و بررسی منابع ---------- ۵

۱-۱ سنسورهای الکترونیکی----------۵

۱-۱-۱ مقدمه ای در رابطه با سنسور ----------۵

۱-۱-۲ دسته بندی سنسورهای الکترونیکی----------۶

۱-۱-۳ مزایا ومعایب سنسورهای بدون تماس ----------۶

۱-۲ سنسورهای نوری ----------۷

۱-۲-۱ مقدمه ای در رابطه با سنسور نوری----------۷

۱-۲-۲ مزایای سنسور نوری----------۹

۱-۲-۳ انواع سنسور نوری ----------۹

۱-۳ فیبر نوری و نانو ذرات پلاسمونیک ----------۱۰

۱-۳-۱ فیبر نوری ----------۱۰

۱-۳-۲ کاربردهای فیبر نوری----------۱۰

۱-۳-۳ مزایای فیبر نوری ----------۱۰

۱-۴ سنسورهای فیبر نوری----------۱۱

۱-۴-۱ مقدمه ای در رابطه با سنسورهای فیبر نوری----------۱۱

۱-۴-۲ سنسورهای فیبر نوری در باندهای فرکانسی ----------۱۲

۱-۵ سنسورهای پلاسمونیک ----------۱۳

۱-۵-۱ مقدمه ای در رابطه با سنسورهای پلاسمونیک ----------۱۳

۱-۵-۲ کاربردهای پلاسمونیک----------۱۴

۱-۶ سنسورهای پلاسمونیک مبتنی بر فیبر نوری----------۱۷

۱-۶-۱ مقدمه ای در رابطه با سنسورهای پلاسمونیک مبتنی بر فیبر نوری ----------۱۷

۱-۶-۲ تحقیقات پیشین درباره سنسورهای پلاسمونیک مبتنی بر فیبر نوری--------۱۸

فصل دوم ---------- **۲۴**

روش انجام تحقیق ---------- **۲۴**

۲-۱ آنالیز سنسورهای پلاسمونیک مبتنی بر فیبر نوری----------۲۴

۲-۲ خواص نوری و تئوری Effective Medium ----------۲۶

۲-۲-۱ خواص نوری فلزات، دی‌الکتریک و نیمه‌هادی----------۲۶

۲-۲-۲متامواد نوری----------۲۷

۲-۲-۳مشخصات نوری دی‌الکتریک و فلز و معرفی مدلهای درود، الکترون آزاد، لورنتز-درود و براندل-بروگمن ----------۲۹

۲-۲-۳-۱ مشخصات نوری دی‌الکتریک----------۲۹

۲-۲-۳-۲ مشخصات نوری فلز----------۳۲

۲-۲-۳-۳معرفی مدلهای درود، الکترون آزاد، لورنتز-درود و براندل-بروگمن----------۳۵

۲-۲-۳-۴معرفی مدلهای ماکسول-گارنت، PVs و LLL----۴۰

۲-۳ ثابت انتشار و مدهای مختلف در فیبر نوری----۴۳

۲-۳-۱ آنالیز فیبرهای Step-index----۴۳

۲-۳-۲ مدهای پلاریزه خطی (مد LP):----۴۵

۲-۳-۲-۱ معادله مشخصه فیبر نوری ----۴۵

۲-۳-۲-۲ مدهای نصف النهاری $\boldsymbol{\nu = 0}$----۴۸

۲-۳-۲-۳ مدهای مورب $\boldsymbol{\nu \neq 0}$----۵۱

۲-۴ بررسی تاثیر دما----۶۰

۲-۴ -۱ بررسی تاثیر دما بر رزونانس پلاسمون سطحی----۶۰

۲-۴-۲ ملاحظات طراحی برای یک سنسور SPR دما----۶۰

۲-۵ نحوه ساخت سنسورهای فیبر نوری و نانو ذرات فلزی----۶۲

۲-۵-۱ نحوه ساخت تراشه کانال میکروسیالات *MEMS*----۶۲

۲-۵-۲ نحوه ساخت نانو ذرات نقره----۶۴

۲-۵-۳ ساخت فیبر نوری با نقره اصلاح شده ----۶۵

۲-۵-۴ نحوه تثبیت نانوذرات پوشش داده شده با $\mathbf{SiO2}$ توسط عکس ناشی از رسوب بخار شیمیایی----۶۷

۲-۵-۴-۱ نحوه ثبات نانوذرات و جلوگیری از انباشتگی در محلول----۶۷

۲-۵-۴-۲ نتایج و بررسی‌های صورت گرفته جهت تثبیت نانوذرات و جلوگیری از انباشتگی در محلول ----۷۰

فصل سوم ---- ۷۶

نتایج حاصل از شبیه سازی---------- ۷۶

نتیجه گیری----------۹۰

پیشنهادات ----------۹۰

منابع و مراجع ----------۹۱

پیوست‌ها ----------أ

فهرست اشکال و نمودارها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱) دیاگرام شماتیک سنسور SPR فیبرنوری [18] ۲۰

شکل ۴-۱)شماتیک کلی از سنسور SPR فیبر نوری دو کاناله [18] ۲۰

شکل ۵-۱) دقت طیف جذبی در سنسور SPR فیبر نوری [18] ۲۱

شکل ۶-۱) شماتیک فیبر به صورت چند لایه با نانوذرات فلزی[19] ۲۱

شکل ۷-۱) شماتیک فیبر به صورت چند لایه با نانوذرات فلزی با اعمال دما [19] ۲۲

شکل ۱-۲) نمایش شماتیک از مسیر نور در فیبرهای نوری[10] ۲۴

شکل ۲-۲) نمودار باند انرژی برای دی‌الکتریک، نیمه‌هادی و فلز معمولی. مناطق خاکستری هاشور خورده و خاکستری روشن به ترتیب نشانگر باند ظرفیت و باند رسانش است و منطقه خالی نشاندهنده باند گپ است.[20] ۲۷

شکل ۳-۲) فضای پارامتری ε و μ. محورها مربوط به بخش حقیقی گذردهی و نفوذپذیری است. خط پر رنگ مواد غیر مغناطیسی با $\mu = 1$ را نشان می‌دهد.[20] ۲۸

شکل ۴-۲) تابع دی‌الکتریک $\varepsilon\omega$ برای ماده دی‌الکتریک معمولی با شبکه رزونانسی و رزونانس انتقال الکترون که به ترتیب با $\omega 1$ و $\omega 2$ نشان داده می‌شوند.[20] ۳۱

شکل ۵-۲) پاسخ الکترومغناطیسی مثبت و منفی در اطراف رزونانس. سه اسیلاتور جرم و فنر به عنوان راهنمایی استفاده شده است.[20] ۳۲

شکل ۶-۲) بخش حقیقی و موهومی تابع دی‌الکتریک نقره $\varepsilon 1\omega = \varepsilon 1'\omega + i\varepsilon 1''\omega$ با استفاده از مدل الکترون آزاد رسم شده است.[23] ۳۵

شکل ۷-۲) تعامل بین امواج الکترومغناطیسی و سیستم کامپوزیت که با گذردهی موثر εeff توصیف شده است.[25] ۴۰

شکل ۸-۲) در مورد ذرات کوچک در مقایسه با طول موج، مدلهای شبه استاتیک کافی است. در غیر این صورت اثرات پراکندگی منظور گردد.[25] ۴۱

شکل ۹-۲) راه اندازی مدل MG، قطبش حاصل از ذره کروی[25] ۴۲

شکل ۱۰-۲) اساس اصلی مدل LLL: کسر حجمی داده شده از ذرات که در یک کره مجازی تعبیه شده است. با افزایش‌های متفاوت در کسر حجمی F، تقریب تیلور می‌تواند جهت محاسبه نتایج گذردهی εeff در سیستم مورد استفاده قرار گیرد.[25] ۴۳

شکل ۱۱-۲) ساختار موجبر در فیبر نوری[26] ۴۵

شکل ۱۲-۲) تواع بسل اصلاح شده نوع اول $Iv(x)$ و نوع دوم $Kv(x)$. [27] ۴۶

شکل ۱۳-۲) منحنی معادله مشخصه مدهای $TE0\mu$ و $TM0\mu$.[27] ۵۱

شکل ۱۴-۲) منحنی معادله مشخصه مد $HE1\mu$. [27] ۵۵

شکل ۱۵-۲) تعداد مدهای ممکن در فیبر STEP-INDEX به عنوان تابعی با شعاع نرمالیزه شده هسته[27] ۵۶

شکل ۱۶-۲) پارامتر انتشار نرمالیزه B به عنوان یک تابع در فرکانس نرمالیزه Vبرای مدهای $LPm\mu$. شامل $HEm+1\mu$ و $EHm+1\mu$ برای M>1 و $HE2\mu$، $TM0\mu$، $TE0\mu$ برای M=1 و $HE1\mu$ برای M=0 است.[27] ۵۹

شکل ۱۷-۲) رابطه بین Ka و γa و V.[27] ۵۹

شکل ۱۸-۲) پروسه ساخت و الگوی ماسک[10] ۶۳

شکل ۱۹-۲) A) عکس جلویی از تراشه میکرو کانال B) عکس سنسور فیبر تکمیل شده[10] ۶۳

شکل ۲۰-۲) تصاویر SEM از نانو ذرات نقره ای آماده شده[10] ۶۵

شکل ۲۱-۲) A) شماتیک سطح SILANEشده سنسور فیبر و روش پردازش نانو ذرات نقره ای اصلاح شده B) تصویر سنسور فیبری اصلاح شده با نانو ذرات نقره ای[10] ۶۶

شکل ۲۲-۲) شماتیک راکتور پوششی عکس CVD. [15] ۶۸

شکل ۲-۲۳) (A)اندازه گیری TDMA توزیع اندازه ذرات نرمال، $dN/dLlog(dP)$، در ذرات نقره با و بدون پوشش. (B) تصویر TEM ذرات نقره پوشش داده شده که به صورت همزمان با اندازه گیری TDMA جمع آوری شده.[15] ۷۰

شکل ۲-۲۴) A)شماتیک از پیکربندی محفظه پوشش. B)ضخامت پوشش ذرات نقره برای نرخ جریان پیشرو TEOS مختلف وپیکربندی سیستم‌های مختلف[15] ۷۱

شکل ۲-۲۵) نانوذرات نقره پوشانده شده روی شبکه STEM کربن نواری(A) تصاویر زمینه تاریک و (B)تصاویر زمینه روشن و(C) اسکن خط عنصر EDX نرمالیزه[15] ۷۱

شکل ۲-۲۶) نانوذرات نقره پوشش داده شده در دماهای مختلف در غلظت 106 ذره بر سانتی متر مکعب [15] ۷۲

شکل ۲-۲۷) نانوذرات نقره پلی پراکنده (A)بدون پوشش و (B)با پوشش در غلظت 107ذره بر سانتی متر مکعب[15] ۷۳

شکل ۳-۱) قسمت حقیقی و موهومی ضریب شکست بر حسب طول موج به ازای نانو ذرات نقره (سبز)، طلا (آبی) و مس (قرمز). ۷۶

شکل ۳-۲) قسمت حقیقی و موهومی گذردهی نسبی حاصله از مدلهای A) درود، B) الکترون آزاد، C) لورنتز-درود و D) براندل-بروگمن بر حسب طول موج بین 200 تا 2000 نانومتر ۷۸

شکل ۳-۳) قسمت حقیقی و موهومی گذردهی نسبی برای مدلهای درود، الکترون آزاد، لورنتز-درود، براندل-بروگمن، جانسون و کریستی و پالیک ۷۹

شکل ۳-۴) شبیه سازی گذردهی موثر به ازای مدل BB برای مدلهای A)MGT ، B)PVs و C)LLL..... ۸۰

شکل ۳-۵) قدر مطلق و قسمت حقیقی ثابت انتشار نرمالیزه بر حسب فرکانس نرمالیزه برای مد TE ۸۱

شکل ۳-۶) ثابت انتشار جانبی نرمالیزه در هسته بر حسب ثابت تجزیه یا فروپاشی جانبی در پوسته برای مد TE ۸۲

شکل ۳-۷) قدر مطلق و قسمت حقیقی ثابت انتشار نرمالیزه بر حسب فرکانس نرمالیزه برای مد TM ۸۲

شکل ۳-۸) ثابت انتشار جانبی نرمالیزه در هسته بر حسب ثابت تجزیه یا فروپاشی جانبی در پوسته برای مد TM ۸۳

شکل ۹-۳) قدر مطلق و قسمت حقیقی ثابت انتشار نرمالیزه بر حسب فرکانس نرمالیزه به ترتیب برای مد های HE و EH ۸۳

شکل ۱۰-۳) ثابت انتشار جانبی نرمالیزه در هسته بر حسب ثابت تجزیه یا فروپاشی جانبی در پوسته به ترتیب برای مدهای HE و EH ۸۴

شکل ۱۱-۳) قسمت حقیقی و قدر مطلق ثابت انتشار نرمالیزه بر حسب فرکانس نرمالیزه و ثابت انتشار جانبی نرمالیزه در هسته بر حسب ثابت تجزیه یا فروپاشی جانبی در پوسته برای تمامی مدها ۸۵

شکل ۱۲-۳) قسمت حقیقی ثابت انتشار نرمالیزه بر حسب فرکانس نرمالیزه برای تمامی مدها ۸۶

شکل ۱۳-۳) قسمت حقیقی ثابت انتشار نرمالیزه بر حسب فرکانس نرمالیزه در دمای ۳۰۰ و ۹۰۰ درجه کلوین ۸۷

شکل ۱۴-۳) تغییرات ضریب شکست بر حسب دما به ازای دانسیته های مختلف از نانوذرات در طول موج های A) ۶۵۰ نانومتر و B) ۱۵۵۰ نانومتر ۸۸

شکل ۱۵-۳) تغییرات میدان انتشاری در فیبر نوری برای دمای ۳۰۰ درجه کلوین در مقایسه با ۹۰۰ درجه کلوین در حضور 0.05 درصد از نانوذرات ۸۸

شکل ۱۶-۳) تغییرات شدت بر حسب دما در طول موج و دانسیته ثابت برای دو طول متفاوت از پوسته.... ۸۹

شکل ۱-پ۳) نیروهای وارده به یک مولکول در دی‌الکتریک[20] .....ت

شکل ۲-پ۳) نانوذرات طلا یا نقره در بستر سیلیکونی .....خ

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۲) فرکانس پلاسما ω_P، ثابت میرایی Γ و سرعت فرمی ν_F برای فلزات نجیب انتخاب شده[20] ۳۴

جدول ۲-۲) مقادیر پارامترهای مدل LD. [24] ۳۶

جدول ۳-۲) مقادیر فرکانس‌های پلاسما $\hbar\omega_P$ بر حسب الکترون ولت[24] ۳۷

جدول ۴-۲) مقادیر پارامترهای مدل BB. [24] ۳۸

جدول ۵-۲) خلاصه ای از مدل‌ها ۴۰

جدول ۶-۲) خلاصه ای از تئوری محیط موثر[25] ۴۱

جدول ۷-۲)توابع بسل با ریشه Ka برای مدهای $\gamma a \to 0$ و $\gamma a \to \infty$ در فیبر *STEP-INDEX* [27].. ۵۸

فهرست اختصارات

ضریب شکست	n
ثابت انتشار	β
فرکانس زاویه ای	ω
شدت نور اولیه	I_0
شدت نوری عبوری	I
مقدار جذب	A
ضریب جذب ماده	a
ضخامت ماده	b
غلظت ماده	c
میدان الکتریکی	E
طول موج	λ
عمق انتشار	d_p
زاویه بازتابش	θ
چگالی قطبش	ρ
ثابت گذردهی خلا	ε_0
چگالی بار سطحی	σ
شعاع نانوذرات	r
گشتاور	P_m
تعداد نانوذرات	N
قطبش پذیری	α
ثابت گذردهی	ε
ثابت عایقی موثر	ε_{eff}
حجم نانوذرات	V
Fill Factor	f
میدان مغناطیسی	H
نفوذپذیری	μ
جابجایی الکتریکی	D
حساسیت الکتریکی	χ_e
فرکانس رزونانس	ω_j

قدرت میرایی	S_j
ثابت میرایی	γ_j
جرم موثر الکترون	m
بار الکترون	e
ثابت میرایی	Γ
فرکانس پلاسما	ω_P
سرعت فرمی	v_f
شکاف باند	E_g
سرعت نور	c
فرکانس	f
دما	t

مقدمه

مقدمه

نانو تکنولوژی، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطح مولکولی، اتمی و استفاده از خواص آنها درمقیاس نانو می‌باشد. علم نانو، عبارت است از مطالعه و پژوهش ساختارهایی که در کوچکترین واحد دیمانسیون در حدود نانومتر یا کوچکتر وجود دارند. برای نانو تکنولوژی کاربردهایی را در حوزه‌های مختلف از جمله غذا، دارو، تشخیص پزشکی و بیوتکنولوژی تا الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، حمل ونقل، انرژی، محیط زیست، مواد، هوا و فضا و امنیت ملی برشمرده‌اند. هر چند آزمایش‌ها و تحقیقات پیرامون نانوتکنولوژی از ابتدای دهه قرن بیستم به طور جدی پیگیری شده اما اثرات تحول‌آفرین و باورنکردنی آن در روند تحقیق و توسعه باعث گردید که نظر تمامی کشورهای بزرگ به این موضوع جلب گردد و فناوری نانو را به عنوان یکی از مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی خویش طی دهه اول قرن بیست و یکم محسوب نمایند. استفاده از این فناوری در کلیه علوم باعث شده است که تحقیقات در زمینه نانو به عنوان چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان باشد.

از سویی دیگر، با پیشرفت علم در دنیا و پیدایش تجهیزات الکترونیکی و تحولات عظیمی که در چند دهه اخیر و درخلال قرن بیستم به وقوع پیوست نیاز به ساخت سنسورهای دقیق‌تر، کوچک‌تر و دارای قابلیتهای بیشتر احساس شد. امروزه از سنسورهایی با حساسیت بالا استفاده می‌شود به طوریکه در برابر مقادیر ناچیزی از گاز، گرما و یا تشعشع حساس‌اند. بالا بردن درجه حساسیت، بهره و دقت این سنسورها به کشف مواد و ابزارهای جدید نیاز دارد. نانو سنسورها، سنسورهایی در ابعاد نانومتری هستند که به خاطرکوچکی و نانومتری بودن ابعادشان از دقت و واکنش پذیری بسیار بالایی برخوردارند.

از این رو، در فصل اول این پایان نامه، ابتدا تعریف جامعی از سنسور ارائه داده و شرح مختصری در رابطه با سنسورهای الکترونیکی ارائه گشته است، همچنین مزایا و معایب آنها مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس به بررسی سنسورهای نوری و به معرفی انواع این نوع سنسورها پرداخته و مزایای آنها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، فیبر نوری و کاربردها و مزایای آن به اختصار توضیح داده شده است. پس از آن به معرفی سنسورهای فیبر نوری پرداخته و این نوع سنسورها، در باندهای فرکانسی مختلف مطالعه گشته است. پس از آن توضیح مختصری در رابطه با سنسورهای پلاسمونیک ارائه داده و کاربردها و اثرات آن، بررسی گشته است. در نهایت کارهای صورت گرفته در این زمینه مورد مطالعه قرار گرفته و با

توجه به بررسی‌های صورت گرفته، ارجحیت سنسورهای نوری نسبت به سنسورهای الکترونیکی معمولی نشان داده شده است، که از جمله می‌توان به پیاده سازی آسان آنها در شرایط مختلف، مقاوم بودنشان نسبت به محیط زیست، حساسیت بالا و قابلیت سنجش از راه دور آنها اشاره کرد. از طرفی با اعمال نانوذرات و ترکیب خاصیت آنها با رزونانس پلاسمون سطحی موضعی، میزان حساسیت و دقت آنها افزایش می‌یابد. از آنجایی که بسیاری از کارها نیازمند دقت و سرعت بالا جهت تشخیص و همچنین نیازمند محیطی ایمن جهت سنجش هستند، از این رو مطالعه و تحقیق در این زمینه بیش از پیش احساس می‌گردد.

در فصل دوم این پایان نامه، ابتدا نحوه عملکرد سنسورهای پلاسمونیک مبتنی بر فیبر نوری مورد بررسی قرار گرفته و آنالیز روابط ریاضی آنها صورت پذیرفته است، پس از آن با استفاده از خواص نوری فلزات و تئوری محیط موثر به معرفی مدل‌های مختلف جهت تعیین مشخصات نوری متامواد اشاره شده است و ثابت انتشار و مدهای مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس تاثیر دما بر سنسور فیبر نوری مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت، نحوه ساخت سنسورهای فیبر نوری و نانوذرات فلزی و نحوه تثبیت نانوذرات فلزی در فیبر، مورد مطالعه قرار گرفته است.

در نهایت، در فصل سوم، نخست فلزات مختلف برای یافتن نانوذره مناسب برای کامپوزیت کردن پوسته فیبر مورد بررسی قرار گرفته است. سپس، گذردهی نسبی یک نانوذره با مدل‌های مختلف مورد شبیه سازی قرار گرفته و مدل مناسب از طریق مقایسه قسمت حقیقی و موهومی گذردهی نسبی به دست آمده است. در گام بعدی به کمک تئوری محیط موثر، گذردهی موثر فیبر با استفاده از مدل های ساختارهای کامپوزیت، به ازای دانسیته های مختلف از نانو ذرات شبیه سازی گشته و مدل مناسب انتخاب شده است. سپس، منحنی پاشندگی، ثابت انتشار و فرکانس کات آف جهت تحلیل فیبر برای مدهای *TE*، *TM* و *Hybride* مورد شبیه سازی قرار گرفته و در نهایت منحنی پاشندگی برای تمامی مدها در یک نمودار رسم گشته است. همچنین منحنی پاشندگی را به ازای دانسیته های مختلف نانوذرات مورد شبیه سازی قرار داده و تغییرات فرکانس کات آف بر حسب تغییرات دانسیته و تغییرات دما مورد بررسی قرار گرفته است. در گام بعدی تغییر میزان دانسیته نانو ذرات در طول موج ثابت با افزایش دما مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین جهت درک بهتر دمایی، تغییرات میدان انتشاری در فیبر نوری در دماهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است و در گام بعدی میزان شدت را برای دو طول مختلف از پوسته کامپوزیت در طول موج ثابت بر حسب دما مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت نتیجه گیری ارائه شده و پیشنهاداتی برای ادامه کار داده شده است.