



دانشگاه اراک

دانشکده علوم پایه

کارشناسی ارشد رشته شیمی (گرایش تجزیه)

تهیه نانوذرات نقره پایدارشده با پلی وینیل پیرولیدون و کاربرد آن در اندازگیری اسپکتروفوتومتری ال - سیستمین

پژوهشگر

فاطمه خرم

استاد راهنما

دکتر فرزاد بامداد

استاد مشاور

دکتر محمدرضا سنگی

زمستان ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسم الله الرحمن الرحيم

تهیه نانوذرات نقره پایدار شده با پلی وینیل پیرولیدون و کاربرد آن در اندازه گیری

اسپکترو فو تو متری ال سیستئین

توسط:

فاطمه خرم

پایان نامه ارائه شده به مدیریت تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیت

های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی تجزیه

از

دانشگاه اراک

اراک-ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه *خوب*.....

دکتر فرزاد بامداد (استاد راهنما).....*بامداد*.....استادیار

دکتر محمد رضا سنگی (استاد مشاور).....*سنگی*.....استادیار

دکتر علی رضا صلابت (داور داخلی).....*صلابت*.....دانشیار

زمستان ۱۳۹۰

سپاس باد یزدان دانا و توانا را که آفریدگار جهان است و داننده ی آشکار و نهان

تقدیم به مادر عزیزم

همه هر چه هست و نیست، از شماست

بی نفس شما من هیچ ام

اگر صدائی و نفسی هست

از شماست، مادر!

با عطر نجیب مادرم از عطرافشانی تمام گل ها بی نیازم

نیاز به بوسیدن دست های سخاوتمند شماست

مادر

تمام آنچه که بودم، هستم و خواهم بود

همه وهمه مدیون شماست.

با تقدیر و تشکر شایسته از استاد فرهیخته و گرانقدرم جناب آقای دکتر فرزاد
بامداد که در محضرشان بسیار آموخته ام و راهنمایی های ارزشمندشان، همواره
روشنگر راهم بوده است و اتمام این پایان نامه بدون حمایت های بی دریغ ایشان
ناممکن بود.

چکیده

میزان نامتعادل غلظت سیستمین و مشتقاتش در خون با بیماری‌هائی نظیر ایدز، سرطان، سپسیس و بسیاری دیگر از بیماری‌ها مرتبط است. از این رو لزوم شناسائی و اندازه‌گیری سیستمین مبرهن است. در این کار روش ساده اسپکتروسکوپی بر اساس انباشتگی نانوذرات نقره در حضور سیستمین بررسی شد. محلول سیستمین به محلول حاوی نانوذرات نقره پایدارشده با پلی‌وینیل‌پیرولیدون و کاتیون باریم اضافه گردید. با اضافه کردن سیستمین انباشتگی نانوذرات نقره رخ داده و رنگ محلول کلونیدی از زرد به صورتی تغییر پیدا می‌کند، و قله پیک پلاسمونیک نانوذرات نقره کلونیدی در طول موج ۳۹۷ نانومتر به سمت طول موج‌های بلندتر شیفت کرده و شاهد ظاهر شدن پیک جدیدی در طول موج ۵۲۰ نانومتر خواهیم بود. در واقع کاتیون باریم نقش عامل پل‌زننده را برای نانوذرات نقره متصل شده با سیستمین ایفا می‌کند. نقطه ایزوبستیک در طول موج تقریبی ۴۴۰ نانومتر، وجود دو نوع نانوذرات نقره، که شامل نانوذرات نقره آزاد در محلول و کمپلکس نانوذرات نقره با سیستمین و کاتیون باریم است، را تأیید می‌کند.

این روش دارای رنج خطی برای اندازه‌گیری سیستمین در محدوده ۳/۲-۸/۲ میکرومولار و حد تشخیص ۲/۵ میکرومولار می‌باشد. جهت بررسی حساسیت این روش، میزان درصد بازیابی سیستمین در حضور دیگر اسیدهای آمینه محاسبه گردید. بدلیل حساسیت بالای روش مذکور برای شناسائی سیستمین در مقایسه با سایر اسیدهای آمینه، از این روش می‌توان برای اندازه‌گیری سیستمین خون استفاده نمود.

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمه و تاریخچه

- ۱-۱ نانومواد ۱
- ۲-۱ نانو نقره، ویژگی و کاربردهای آن ۱۳
- ۱-۲-۱ خواص بیولوژیکی ۱۳
- ۲-۲-۱ نمک‌های نقره در سنتز نانوذرات نقره ۱۴
- ۳-۲-۱ مواد شیمیائی کاهنده در سنتز نانوذرات نقره ۱۴
- ۴-۲-۱ مواد پایدارکننده نانوذرات نقره در محلول کلوئیدی ۱۵
- ۵-۲-۱ حلالهای مورد استفاده در سنتز نانوذرات نقره ۱۶
- ۶-۲-۱ کاربرد نانوذرات نقره در صنایع ۱۷
- ۳-۱ رزونانس پلاسمون سطحی ۱۸
- ۴-۱ روشهای تولید نانوذرات فلزی ۲۱
- ۱-۴-۱ روش سنتز الکتروشیمیایی ۲۲
- ۲-۴-۱ روش سنتز فاز بخار ۲۳
- ۳-۴-۱ روش سنتز فوتولیز یا پرتوکافت گاما ۲۳
- ۴-۴-۱ سنتز با روش کاهش شیمیایی ۲۴
- ۵-۱ پایداری نانوذرات در محلولهای کلوئیدی ۲۴
- ۶-۱ اصلاح سطح نانوذرات ۲۶
- ۱-۶-۱ اصلاح سطح بعد از سنتز نانوذرات ۲۶
- ۱-۱-۶-۱ پراکندن پلیمر ۲۶

- ۲۷اصلاح شیمیائی سطح.....۲-۱-۶-۱
- ۲۸اصلاح سطح در هنگام سنتز نانوذرات.....۲-۶-۱
- ۲۸مکانیسم عمل pvp.....۷-۱
- ۳۱بررسی نقش pvp در پایداری نانوذرات نقره.....۸-۱
- ۳۴اسیدآمینه سیستئین.....۹-۱
- ۳۵تبادل پروتولیتیکی سیستئین.....۱-۹-۱
- ۳۶روشهای شناسائی و اندازه گیری سیستئین.....۲-۹-۱
- ۳۷مشکلات مربوط به اندازه گیری غلظت سیستئین.....۳-۹-۱
- ۳۷مروری بر کارهای انجام شده برای اندازه گیری غلظت سیستئین.....۴-۹-۱

فصل دوم : بخش تجربی

- ۴۰مواد شیمیائی.....۱-۲
- ۴۱تجهیزات.....۲-۲
- ۴۲مراحل انجام کار.....۳-۲
- ۴۲سنتز نانوذرات نقره پایدار شده با pvp.....۱-۳-۲
- ۴۲بررسی پایداری نانوذرات نقره پایدار شده, در حضور کاتیون باریم.....۲-۳-۲
- ۴۳بررسی تغییرات جذب نانوذرات نقره پایدار شده در حضور سیستئین.....۳-۳-۲
- ۴۳بررسی تغییرات جذب محلول نانوذرات نقره پایدار شده, در حضور سیستئین و کاتیون باریم.....۴-۳-۲
- ۴۳رسم منحنی کالیبراسیون.....۵-۳-۲
- ۴۴آماده سازی نمونه حقیقی.....۶-۳-۲

۴۴ ۷-۳-۲ اندازه‌گیری میزان سیستئین سرم خون

۴۴ ۴-۲ بررسی اثر مزاحمت‌های احتمالی

فصل سوم : بحث و نتیجه‌گیری

۴۵ ۱-۳ نانوذرات نقره پایدارشده با پلی‌وینیل‌پیرولیدون (PVP)

۴۶ ۱-۱-۳ ویژگی‌های نانوذرات نقره

۴۷ ۲-۱-۳ نحوه پایداری نانوذرات نقره توسط PVP

۵۰ ۳-۱-۳ طیف نانوذرات نقره سنتز و پایدارشده با PVP

۵۰ ۴-۱-۳ تعیین غلظت بهینه PVP

۵۲ ۲-۳ بررسی اثر نمک کلریدباریم روی نانوذرات نقره اصلاح شده توسط سیستئین

۴۰ ۳-۳ انتخاب غلظت‌های مناسب از محلول کلریدباریم

۵۵ ۴-۳ استفاده از نانوذرات نقره به عنوان سنسور شناسایی سیستئین

۵۵ ۱-۴-۳ اثر سیستئین روی نانوذرات نقره

۵۵ ۲-۴-۳ اثر سیستئین روی نانوذرات نقره در حضور کاتیون باریم

۵۸ ۳-۴-۳ رسم منحنی کالیبراسیون

۵۸ ۱-۳-۴-۳ تعیین غلظت بهینه کلریدباریم

۵۸ ۲-۳-۴-۳ ترسیم رنج خطی نمودارها

۵۹ ۳-۳-۴-۳ مشخصات منحنی کالیبراسیون

۶۰ ۴-۴-۳ اندازه‌گیری میزان سیستئین سرم خون

۶۰ ۵-۴-۳ نقش کاتیون باریم در شناسایی سیستئین

۵۱	۵-۳ شناسایی مکانیسم فرآیند
۵۲	۶-۳ بررسی اثر مزاحمت‌های احتمالی
۵۳	۷-۳ جمع بندی
۵۴	مراجع

فصل اول

مقدمه و تاریخچه

۱-۱ نانومواد^۱

در یک دسته بندی نانومواد، به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: نانوذرات^۲ و مواد نانوساختار^۳ (کریستالی). مواد نانوساختار به چهار دسته نانوسیم‌ها^۴، نانولوله‌ها^۵، نانولایه‌ها و نانوذرات تقسیم می‌شوند، و نانوذرات را معمولاً در چهار گروه فلزی، سرامیکی، بین فلزی و پلیمری دسته بندی می‌کنند [۱].

در مقیاس نانو که معادل یک میلیاردم متر (10^{-9}) که حدوداً چهار برابر قطر یک اتم است، مواد شروع به تغییر رفتار کرده و رفتار سطوح بر رفتار توده ای غلبه نموده و روابط فیزیکی که برای مواد در حالت معمولی کاربرد دارند نقض می‌شوند. به عنوان مثال در مورد نانوذرات فلزی به محض قرارگیری در هوا به سرعت اکسید می‌شوند. البته این خاصیت مزایائی هم در بردارد به عنوان نمونه می‌توان با استفاده از این خاصیت کارائی کاتالیزرهای شیمیائی را به نحو مطلوبی بهبود بخشید و یا در تولید کامپوزیت‌ها با استفاده از این ذرات پیوندهای شیمیائی مستحکم‌تری بین ماده زمینه و ذرات برقرار کرد. در هر صورت اولین اثر کاهش اندازه، افزایش سطح است. افزایش نسبت سطح به حجم نانوذرات موجب می‌شود که اتم‌های واقع در سطح اثر بسیار بیشتری نسبت به اتم‌های درون حجم ذرات، بر خواص فیزیکی ذرات داشته باشند، علاوه بر این، با افزایش سطح ذرات، فشار سطحی تغییر نموده و منجر به تغییر فاصله بین ذرات یا تغییر فاصله بین اتم‌های آنها می‌شود. این فاصله با کاهش اندازه اتم‌های ذرات کاهش می‌یابد، البته این امر برای نانوذرات فلزی صادق است، همچنین این تغییر در فاصله بین اتم‌ها بر انرژی آزاد و سطح پتانسیل شیمیایی سطح نانوذرات نیز اثر می‌گذارد (نظریه DLVO^۶). اگر

^۱ Nano material

^۲ Nano particles

^۳ Nano structure

^۴ Nano wires

^۵ Nano tubes

^۶ Derjaguin and Landau, Verwey and Over beek

اندازه ذرات باز هم بیشتر کاهش یابد تغییرات شدید دیگری نیز رخ می‌دهد، از جمله این تغییرات آن است که اتم‌ها می‌توانند خودشان را در هندسه‌هایی که در جامدات توده‌ای غیر ممکن است آرایش دهند [۲].

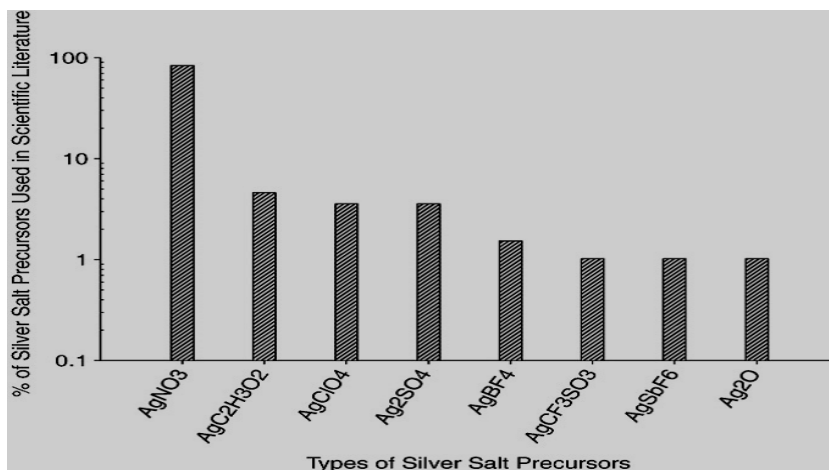
۲-۱ نانو نقره، ویژگی و کاربردهای آن

۱-۲-۱ خواص بیولوژیکی

هر چند این فناوری به تازگی مورد توجه زیادی قرار گرفته است، اما در طب قدیم بدون اطلاع از تأثیر آن کاربرد داشته است، حتی در جنگ برای کنترل عفونت زخم سربازان سکه‌های نقره مورد استفاده بوده است. قبل از کشف پنسیلین در سال ۱۹۲۸، محلول کلوئیدی نقره برای درمان برخی بیماری‌ها کاربرد داشته است. امروزه دلیل این امر را بالا بودن نسبت مساحت سطح به حجم در این مقیاس می‌دانند که منجر به افزایش واکنش‌پذیری نانوذرات نقره می‌شود، در نتیجه هنگام برخورد با سلولها خاصیت جالب توجهی از خود بروز می‌دهند که به ممانعت به متابولیسم سلولی از آن یاد می‌شود و جلوی رشد و تکثیر هر گونه باکتری، قارچ و میکروارگانیسم‌ها را گرفته و اثرات مثبتی در بهبود زخم‌ها یا بیماری‌ها بر جای می‌گذارد. دو مکانیسم ساده نانوذرات نقره در این فرآیند عبارت است از (۱): مکانیسم کاتالیستی و تولید اکسیژن فعال توسط نقره که بیشتر در مورد کامپوزیت‌های نانونقره‌ای صدق می‌کند که روی پایه‌های نیمه‌هادی مانند TiO_2 یا SiO_2 قرار گرفته می‌شود. در این وضعیت ذره مانند یک پیل الکتروشیمیایی عمل می‌کند و با اکسید کردن اتم اکسیژن، یون اکسیژن و با هیدرولیز کردن آب، یون OH^- را تولید می‌کند. که هر دو از بنیان‌های فعال و قوی ضد میکروبی می‌باشند. (۲): مکانیسم یونی و ساطع شدن یون‌های نقره از ذرات نانونقره فلزی است که این یون‌ها طی واکنش جانثینی، باندهای SH^- در جداره میکروارگانیسم‌ها را به باندهای SAG^- تبدیل می‌کنند که نتیجه این واکنش از بین رفتن میکروارگانیسم است [۳].

۲-۲-۱ نمک‌های نقره در سنتز نانوذرات نقره

نخستین بار در سال ۱۹۵۱ ترکویچ^۱ و همکارانش روشی جهت سنتز نانوذرات نقره ارائه دادند که در آن از نمک نیترات نقره به عنوان منبع تهیه یون‌های نقره و از سدیم تری‌سیترات به عنوان عامل کاهنده این یون‌ها استفاده شده بود [۴]. امروزه نیز نمک نیترات نقره (AgNO_3) به دلیل قیمت پائین و پایداری شیمیایی، در مقایسه با دیگر نمک‌های آن جهت سنتز نانوذرات نقره کاربرد بیشتری دارد. در گزارشی از لی^۲ و همکارانش در صد استفاده از انواع نمک‌های نقره در سنتز نانوذرات نقره در مطالعات علمی تا سال ۲۰۰۷ گزارش شده است که در شکل (۱-۱) نمودار آن آورده شده است [۵].



شکل (۱-۱) نوع و درصد استفاده از نمک‌های نقره در مطالعات سنتز نانوذرات نقره تا سال ۲۰۰۷ میلادی.

۳-۲-۱ مواد شیمیائی کاهنده در سنتز نانوذرات نقره

برای احیاء یون‌های نقره از کاهنده‌های مختلفی نظیر گاز H_2 ، سدیم بوروهیدرات، سیترات، هیدرازین اتانول، اتیلن گلیکول، واکنشگر تولنز، اسکوربیک اسید، آمین‌های آلیفاتیک و... بسته به سایز مورد نیاز نانوذرات می‌توان استفاده نمود. سدیم بوروهیدرات و سیترات خصوصاً برای سنتز نانوذرات

^۱ Turkevich

^۲ Lee

نقره با سایز کوچکتر کاربرد بیشتری دارند. البته بوروهیدرات بدلیل واکنش پذیری بالاتر (نسبت به سیترات که کاهنده ضعیفتری است چنانچه جهت تأمین انرژی واکنش بایستی محلول واکنش را حرارت داد و نیز سایز نانوذرات تولید شده توسط سیترات بزرگتر از سایز ذرات سنتز شده توسط سدیم بوروهیدرات می باشند)، سمیت کمتر (نسبت به هیدرازین و هیدروکسیل آمین) و ایمنی کار بیشتر (در مقایسه با گاز هیدروژن) مصرف بیشتری دارد. سایز نانوذرات کروی سنتز شده با واکنشگر سدیم بوروهیدرات ۱-۱۵ نانومتر بوده و جهت پایداری نانوذرات در محلول کلوئیدی نیاز به اضافه کردن مواد پایدارکننده است [۶].

۱-۲-۴ مواد پایدارکننده نانوذرات نقره در محلول کلوئیدی

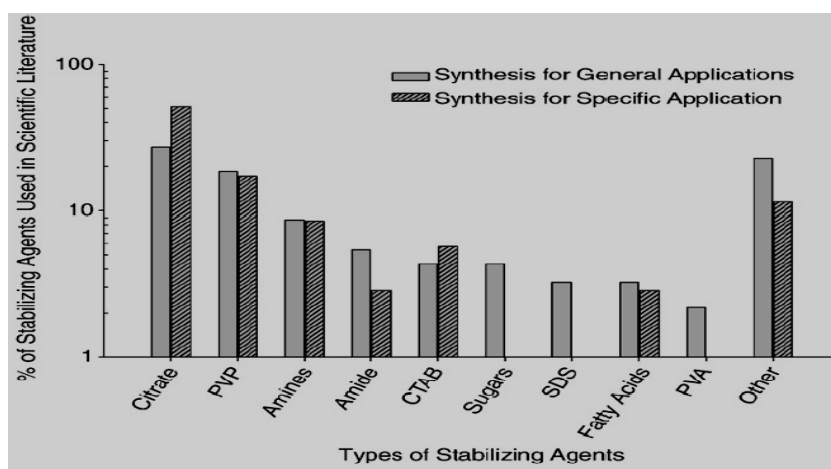
لیگاندها و پلیمرهایی که گروه عاملی نظیر تیول (-SH)، سیانو (-CN)، کربوکسیل (-COOH) و آمین (-NH₂) دارند و یا سورفکتانتی نظیر SDS^۱ می توانند به عنوان پایدارکننده محلول حاوی نانوذرات نقره بکار روند و با عنوان عوامل پوشاننده^۲ شناخته می شوند. غلظت عوامل پوشاننده عموماً از غلظت نمک نقره در محلول بالاتر است، علاوه بر آن با تغییر نسبت غلظت این مواد به غلظت نمک نقره، سایز و شکل نانوذرات نقره سنتز شده قابل کنترل می باشند. البته کارایی مواد پایدار کننده بخصوص پلیمرها به خواص محلول نیز وابسته است. علاوه بر آن برخی پلیمرها نظیر PNIPAM^۳ به دمای محلول واکنش حساس هستند. زمانی که دمای محلول واکنش زیر دمای بحرانی محلول باشد این پلیمر خاصیت هیدروفیلیک داشته و قابل حل در آب می باشد، زمانی که دما بالاتر از دمای بحرانی محلول باشد، پلیمر هیدروفوبیک و غیر قابل حل خواهد شد به طوری که در محلول انباشته می شود

^۱ Sodium dodecyl sulfate

^۲ Capping agent

^۳ Poly(N-isopropylacrylamide)

خواص کاتالیتیکی نانوذرات نقره وابسته به نوع مواد پایدارکننده می‌باشد، چنانچه در سال ۲۰۰۵ در گزارشی از جیانگ^۱ و همکارانش استفاده از CTAB^۲ و SDS به عنوان پایدار کننده نانومواد نقره منجر به کاهش جذب واکنشگر به سطح نانومواد شده است [۷]. سیترات و پلی‌وینیل‌پیرولیدون عمدتاً به عنوان پایدارکننده نانوذرات نقره به کار می‌روند. در گزارشی از آلین^۳ و همکارانش درصد و انواع پایدارکننده‌های مورد استفاده در سنتز نانوذرات نقره تا سال ۲۰۰۸ ارائه شده است [۸]، که در شکل (۲-۱) آورده شده است.



شکل (۲-۱) نوع و درصد استفاده از پایدارکننده‌های شیمیایی در مطالعات سنتز نانوذرات نقره تا سال ۲۰۰۷ میلادی.

۲-۱-۵ حلال‌های مورد استفاده در سنتز نانوذرات نقره

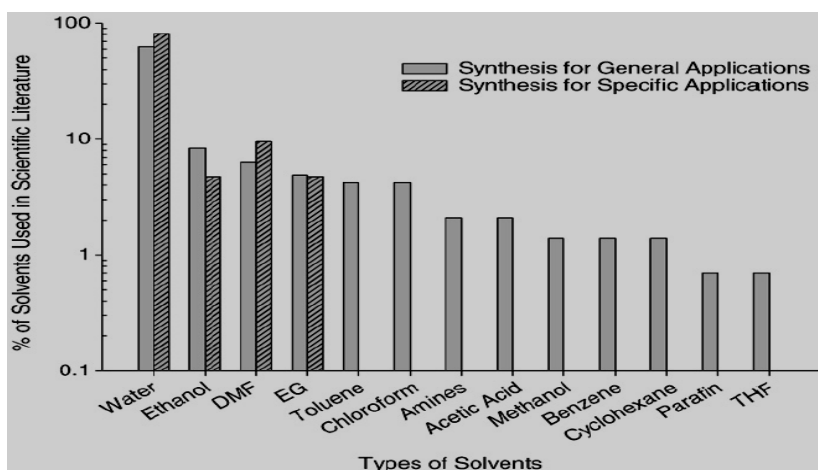
اگرچه حلال‌های آلی زیادی برای سنتز نانوذرات نقره استفاده می‌شود، اما عمدتاً از آب بعنوان حلال استفاده شده است. تنها محدودیت استفاده از آب به عنوان حلال مشکل بودن جداسازی باقیمانده پایدارکننده از سطح نانو مواد سنتز شده در برخی کاربردهای خاص می‌باشد، بنابراین در این

^۱ Jiang

^۲ Cetyltrimethylammonium bromide

^۳ Olenin

شرایط حلال آلی ارجح است. مواد آلی نظیر DMF^۱ و پلی اتیلن گلیکول علاوه بر اینکه حلال نمک نقره هستند به عنوان عامل احیاء کننده و پوشاننده نیز عمل می کنند [۹].



شکل (۱-۳) نوع و درصد استفاده از حلال ها در مطالعات سنتز نانوذرات نقره تا سال ۲۰۰۷ میلادی.

۶-۲-۱ کاربرد نانوذرات نقره در صنایع

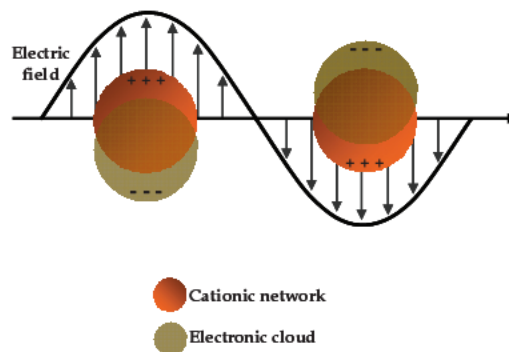
خواص فیزیکی ماده ارتباط مستقیم با ترکیب شیمیایی و آرایش اتمی ماده دارد. در ارتباط با نانوذرات گزارشات متعددی در خصوص تغییرات خواص فیزیکی در اثر کاهش اندازه ذرات ارائه شده است. از این رو در سالهای اخیر نانوذرات نقره به دلیل خواصی چون خاصیت ضد میکروبی، هدایت الکتریکی بالا (بسیار بیشتر از فلز مس که در صنایع الکتریکی کاربرد دارد) و هدایت گرمایی بالا و خواص اپتیکی منحصر به فرد مورد توجه در زمینه های گوناگونی از جمله پزشکی، الکترونیک، صنایع دارویی، شیمیایی، بیولوژیکی مثل سنسورهای بیولوژیکی و حتی در دندانپزشکی به دلیل مقاومت در برابر فعالیت های باکتریایی مورد توجه زیادی قرار گرفته است، بویژه از خواص اپتیکی تشدید نانوذرات نقره در طراحی تراشه های زیستی و حسگرهای زیستی استفاده شده است [۱۰].

^۱ N, N-dimethyl formamide

اخيراً از این ذرات و دیگر نانو ذرات کمیاب فلزی در سنسورهای رنگ سنجی به عنوان یک روش شناسائی استفاده می‌شود و آنالیز مواد را به راحتی با چشم غیر مسلح امکان پذیر می‌سازد، علاوه بر این، سادگی روش، سرعت و حساسیت بالا در اندازه‌گیری از مزیت‌های این سنسورها می‌باشد [۱۱].

۳-۱ رزونانس پلاسمون سطحی

زمانیکه اندازه‌ی ذره به مرتبه نانومتر می‌رسد، الکترون می‌تواند به صورت خودبه خودی بر روی سطح ذره شتابدار شود و امواج الکترومغناطیس در طول موج خاصی را جذب کند، شماتیکی از این پدیده در شکل (۴-۱) آورده شده است.



شکل (۴-۱) شماتیکی از پلاسمون سطحی (ابر الکترونیکی) تشدید شده در اثر میدان الکتریکی.

محلول نانوذرات کمیاب فلزی نظیر نقره و طلا (که هدایت بالایی دارند) اغلب باند جذبی قوی در طیف مرئی از خود نشان می‌دهند. در واقع هنگامی که محلول این نانوذرات با رنج سایزی یکسان، در معرض تابش الکترومغناطیسی قرار می‌گیرند، بخشی از تابش، پراکنده و بخشی توسط الکترونهای آزاد نانوذرات شتابدار می‌شوند. بنابراین در این پدیده فرکانس‌های خاصی جذب می‌شوند که منجر به تشدید رزونانس الکترونها گردیده و به صورت پیک قوی در ناحیه مرئی نمایان می‌شود، و با عنوان

رزونانس پلاسمون سطحی مستقر^۱ (LSPR) شناخته می‌شود. به عنوان مثال این پیک برای محلول کلوئیدی نانوذرات طلا در حدود ۵۲۰ نانومتر و برای نانوذرات نقره در حدود ۴۰۰ نانومتر ظاهر می‌شود. شکل و فرکانس طیف رزونانسی به سایز، شکل نانوذرات، فاصله بین نانوذرات، خواص دی‌الکتریک آنها و مهمتر از همه به خواص دی‌الکتریکی محیط در بر گیرنده نانوذرات وابسته است [۱۲]. اولین تئوری خواص نوری نانوذرات توسط مای^۲ ارائه و تا امروز مورد استفاده واقع می‌شود [۱۳]. طبق این تئوری هنگامی که فاکتور دی‌الکتریک نانوذرات فلزی با فاکتور دی‌الکتریک محیط در بر گیرنده آن برابر باشد شرایط رزونانسی بوجود می‌آید.

پدیده رزونانس پلاسمون سطحی پایه طراحی سنسورهائی است که رنج گسترده‌ای از روش‌های شناسایی با حد تشخیص کم را فراهم می‌آورند، و اساس حساسیت این روش‌ها، بر مبنای حساسیت بالای طیف جذب و پراکندگی نانوذرات کمیاب فلزی نسبت به تغییرات میدان الکترونیکی بوجود آمده در اثر جذب سطحی مولکول‌های ویژه از قبیل بیومولکول‌ها بر سطح نانوذرات می‌باشد. از این رو این سنسورها به سیستم‌های هوشمند^۳ معروف شده‌اند

در سالهای اخیر چندین نوع از سنسورها بر مبنای خواص پلاسمونیک نانوذرات کمیاب فلزی طراحی شده‌اند که بنا به نوع برهمکنش بین نانوذرات فلزی و مولکول‌های آنالیت به دو دسته تقسیم می‌شوند، اولین گروه شامل سنسورهائی است که در نتیجه برهمکنش نانوذرات و مولکول‌های هدف منجر به یک جابجائی در فرکانس LSPR می‌شوند. در این دسته دو نوع سنسور انباشتگی^۴ و سنسور شاخص انکسار^۵ طبقه بندی می‌شوند.

^۱ Localized surface plasmon resonance

^۲ Mie theory

^۳ Intelligent systems

^۴ Aggregation sensor

^۵ Refractive index

در سنسورهای انباشتگی، نانوذرات فلزی نظیر نقره ابتدا توسط آنیون‌هایی (مثل سیترات، کلرید و...) و یا پلیمرهایی نظیر پلی‌وینیل‌پیرولیدون پایدار می‌شوند. هر تغییری که پراکندگی نانوذرات در محیط را دستخوش تغییر کند، نظیر تغییرات pH، افزودن یک نمک به سیستم، عوامل تغیر دهنده آنتروپی، تغییرات در شکل فیزیکی نانوذرات (مثل تغییر شکل انبساطی)، برداشتن سد الکتروستاتیکی بین نانوذرات و یا افزایش نیروی وان‌دروالسی بین این ذرات، منجر به انباشتگی ذرات و جابجائی قرمز در پیک LSPR و پهن شدن باند جذبی می‌شود. از این ویژگی جهت شناسائی مولکول‌های کوچک، DNA، پروتئین‌ها، یون‌های فلزی سمی و آلاینده‌ها استفاده شده است.

در اثر قرار گرفتن مولکول‌های آنالیت در نزدیکی سطح نانوذرات و یا باند شدن این مولکول‌ها به سطح ذرات، شاخص انکسار محیط دستخوش تغییر قرار می‌گیرد و طیف LSPR نانوذرات را تحت تاثیر قرار می‌دهد، چنانچه میزان تغییرات در شاخص انکسار را می‌توان با اندازه‌گیری میزان جابجائی پیک LSPR تخمین زد.

دومین دسته اصلی سنسورها بر اساس ایجاد میدان مغناطیسی است که در مجاورت نانوذرات کیمیا ب فلزی ایجاد می‌شود و با عنوان طیف‌سنجی پیشرفته سطحی شناخته می‌شود مثل طیف‌سنجی رامان پیشرفته سطحی و فلوئورسانس پیشرفته فلزی. یک طبقه بندی ساده از این روش‌ها در جدول شماره (۱-۱) نمایش داده شده است [۱۴ و ۱۵].

جدول (۱-۱) سنسورهای پلاسمونیک نوری

Sensor	Mechanism		Measurment/technique
Aggregation	LSPR-Shift origin	Near- field electromagnetic coupling	Extinction/uv-vis spectroscopy
Refractive Index		Local Refractive Index changes	Extinction/uv-vis spectroscopy Elastic Scattering/Dark-field microscopy
SERS ^۱	Local electric field enhancement		Inelastic Scattering/ Raman Spectroscopy
MEF ^۲			Fluorescence

^۱ Surface Enhanced Raman Spectroscopy

^۲ Metal Enhanced Fluorescence