

درباره آنتی باکتریال قوی با خاصیت نانویی (نانو ذرات نقره) و کاربرد های آن (LAZ_77)

این ماده آنتی باکتریال جایگزینی بسیار قوی به جای کلیه مواد آنتی باکتریال (ضد ویروس، ضد قارچ، ضد کپک، ضد باکتری) می باشد. تولید این مواد به روش سنتز سبز تولید میگردد که کاملاً برای انسان و محیط زیست بی خطر می باشد. (این محصول سنتز شده توسط آزمایشگاه های معتبر مورد تایید میباشد و تاییدیه های مربوطه را دارد در صورت نیاز ارسال می گردد.)

موارد استفاده به قرار زیر می باشد:

۱. تولید شوینده ها
۲. مواد آرایشی و بهداشتی
۳. آنتی باکتریال قوی در انواع رنگ ها
۴. پزشکی
۵. پوشاک
۶. کشاورزی
۷. تصفیه آب
۸. جواهرسازی
۹. رسانایی مواد و...

۱. ایمنی زیستی نانوذرات

در زمینه ارزیابی تنوع زیستی نانوذرات نقره با توجه به ویژگی کشندگی بالای این ذرات علیه میکروارگانیسم ها در سیستم های طبیعی مانند آب، خاک و ارزیابی تأثیرهای آن در بهمکنش با سلولهای و بافتهای جانوری در محصولات که با این نانوذرات درگیر هستند اهمیت بالایی دارد، کاربردهای فناوری نانو به ویژه نانوذرات نقره در علوم گوناگون گسترش روز افزون دارد بنابراین ضرورت دارد که اثرات افزایش بیش از حد تولید و استفاده از نانومواد بر سلامت عمومی و محیط زیست به دقت مورد توجه قرار گیرد.

۱-۱) تأثیرات نانوذرات نقره بر سیستم های خاک

به دلیل مکانیسم های ضد میکروبی نانوذرات نقره میکروارگانیسمها نمیتوانند نسبت به نقره سازگار شوند و یا مقاومت پیدا کنند این مسئله میتواند در کنار مزیت های یاد شده زنگ خطری برای ورود نانوذرات نقره به محیط زیست نیز باشد، چرا که طبیعت به ویژه محیط های خاکی سرشار از فلور میکروبی دارای عملکرد هستند. این میکروبها در شبکه پیچیده غذایی دارای اثرهای مستقیم و غیرمستقیم گوناگونی هستند، برای نمونه گیاهان زراعی گوناگون کشت شده در خاکهای زراعی به میزان زیادی تحت تأثیر فلورهای میکروبی تثبیت کننده ازت، حلکننده های فسفاتهای معدنی، حلکننده های پتاسیم، تولیدکننده های محرک رشد گیاهی و غیره قرار میگیرند. با توجه به اینکه میکروب های موجود در خاک چه از نظر فعالیت در زیست بوم خاک و چه از نظر توده زیستی، موجودات غالب خاک بوده و نقش برجسته ای در بیولوژی خاک دارند تأثیر نانوذرات نقره بر روی این میکروبها به نوبه خود در خور توجه است. نانوذرات نقره میتواند برای میکروب های خاک مانند باکتریهای هتروتروف و شیمولیتوتروف سمیت داشته باشند، باکتریهای شیمولیتوتروف مواد غیرآلی خاک را مصرف کرده و مواد غذایی حساس و مهمی را آزاد میکنند. این باکتریها همچنین در تشکیل خاک نیز ضروری هستند، آسیب به باکتریهایی که در فرآیند دنیتریفیکاسیون نقش دارند گسست برگشت ناپذیری را بر سر این فرآیند طبیعی وارد خواهد آورد. این باکتریها نیترات اضافه را به نیتروژن تبدیل نموده و با این کار نیترات تجم یافته در محیط کاسته میشود، اما با تخریب این فرآیند و حضور نیترات مازاد میزان تولید در محصولات کشاورزی کاهش یافته و همچنین زیستبوم رودخانهها و دریاچهها دچار خسارت می شوند، از طرف دیگر نیترات اضافی در آب نوشیدنی نیز ظاهر میشود. همچنین ورود ذرات نانو نقره به محیط های خاکی میتواند برخی از عوامل بیوکنترلی را نیز تحت تأثیر قرار دهد، برخی از باکتریها در فرآیند کنترل بیولوژیکی بیمارگرهای مهم گیاهی موثر هستند و سبب میشوند تا میزان مصرف سموم کشاورزی کاسته شود در حقیقت این نوع از باکتری ها دشمنان طبیعی بیمارگرها به شمار میروند. مزیت های استفاده از این باکتری ها به ویژه انواع بومی آن در مدیریت بیمارگرهای زراعی و افزایش رشد گیاهان پژوهش و گزارش شده است، ورود مقادیر بالای نانوذرات به محیط های خاکی جمعیت موثر میکروارگانیسمهای بیوکنترل و محرک رشد گیاه در طبیعت را کاسته و سبب فقر میکروبی خاک ها میشود. تأثیر ضد میکروبی نانو نقره یک تأثیر انتخابی نبوده و به صورت گسترده عمل مینماید به بیان ساده تر فلور میکروبی اعم از باکتریهای مفید و یا غیر مفید به طور همزمان تحت تأثیر نانوذرات نقره قرار میگیرد، هر چند تأثیر حذف فلور میکروبی مفید موجود در خاک بسیار معنی دار خواهد بود، بنابراین لازم است در این زمینه استانداردهای مصرف دوزهای بهینه توسط مراجع علمی تدوین شود تا از ورود بیرویه نانو نقره به محیط های خاکی جلوگیری شود.

۱-۲) تأثیر نانوذرات بر سیستم های آبی

نقره میتواند از کانال های گوناگون صنعتی، خانگی و کشاورزی در آب تجم پیدا کند، یکی از خطراتی که در مورد تجم نانو نقره در محیط های آبی مطرح است تأثیرات منفی آن بر روی ماهیان است، همچنین اهمیت تنوع زیستی فلور میکروبی سیستم های آبی و نقش برجسته آنها در چرخه های غذایی و سامانه های تجزیه مواد بر هیچ کس پوشیده نیست، تجم بیش از اندازه نانوذرات نقره در این سیستمها میتواند بر چرخه های زیستی تأثیرگذار باشد. اگر چه تأثیرات منفی ناشی از ورود مقادیر زیادی نانو نقره در اثر مصرف کنترل نشده بر سیستم های آبی طبیعی جبرانناپذیر است، اما جنبه مثبت این موضوع در زمینه تصفیه آب و فاضلاب با در نظر گرفتن استانداردهای مصرف میتواند منشأ اثرهای مثبت باشد.

۱-۳) تأثیرات نانوذرات نقره در سیستم های جانوری

علم سم شناسی نانومواد نقش بسیار مهمی در توسعه و گسترش نانوفناوری پایدار و ایمن خواهد داشت، با توجه به ویژگی های فیزیکی شیمیایی نانومواد پیشبینی میشود که این مواد با اجزای زیستی برهمکنش داشته باشد و اثرهای زیادی بر رفتار و خصوصیات ماکرومولکولها، سلول و بدن موجود زنده به جای بگذارند. بیشتر بررسی های پزشکی در مورد اثر نانوذرات بر روی سلول ها و بافت های بدن نشان میدهند که نانوذرات میتوانند از راه های تنفسی وارد اعضای بدن انسان شوند. این در حالی است که نشانه های تأیید نشده های درباره انتقال نانوذرات به جریان خون وجود دارد این فرآیند با رسیدن نانوذرات به دستگاه تنفس و ریه ها صورت میگیرد، ورود نانوذرات به اندام های اصلی از جمله کبد، کلیه، شش، طحال، گره های لنفاوی و مغز استخوان در موش ها گزارش شده است.

در محلول های نانو نقره شکل ذره های یا فلزی نقره نسبت به شکل یونی بیشتر است، نقره یونیزه در معده و خون به شکل کلرید نقره کم محلول در میآید که اثرگذاری بسیار کمی دارد در حالی که نقره فلزی به اسید معده مقاوم بوده و درون بدن به صورت فعال باقی میماند، تنها پنج تا ده درصد یونهای نقره در معده و خون فعالیت خود را حفظ میکنند. از طرفی نقره در کبد متابولیزه نشده و از کلیه ها دفع نمیشود و پیشبینی می - شود که در اثر مصرف زیاد در بدن تجمیع یابد. اثر نانو نقره بر عوامل خونی، هورمونی و ادراری موش های صحرائی نژاد ویستار مورد بررسی قرار گرفته است در این پژوهش با جایگزین کردن محلول نانو نقره به جای آب اثر دوزهای مختلف نانوذرات نقره را بر شاخصهای اشاره شده مورد ارزیابی قرار گرفت نتایج این پژوهش کاهش تعداد گلبولهای سفید خون از طریق آپوپتوز سلولی از مسیرهای مختلف و کاهش سطح ایمنی حیوانات را نشان داد. کم کاری غدد آدرنال و تیروئید برخی از عوارض مصرف این ذرات است با توجه به گزارش های وجود چنین اثرات منفی از نانوذرات نقره به نظر میرسد بررسیهای بیشتر در این حوزه بسیار اهمیت دارد و میتواند حوزه سلامت را به خطر اندازد.

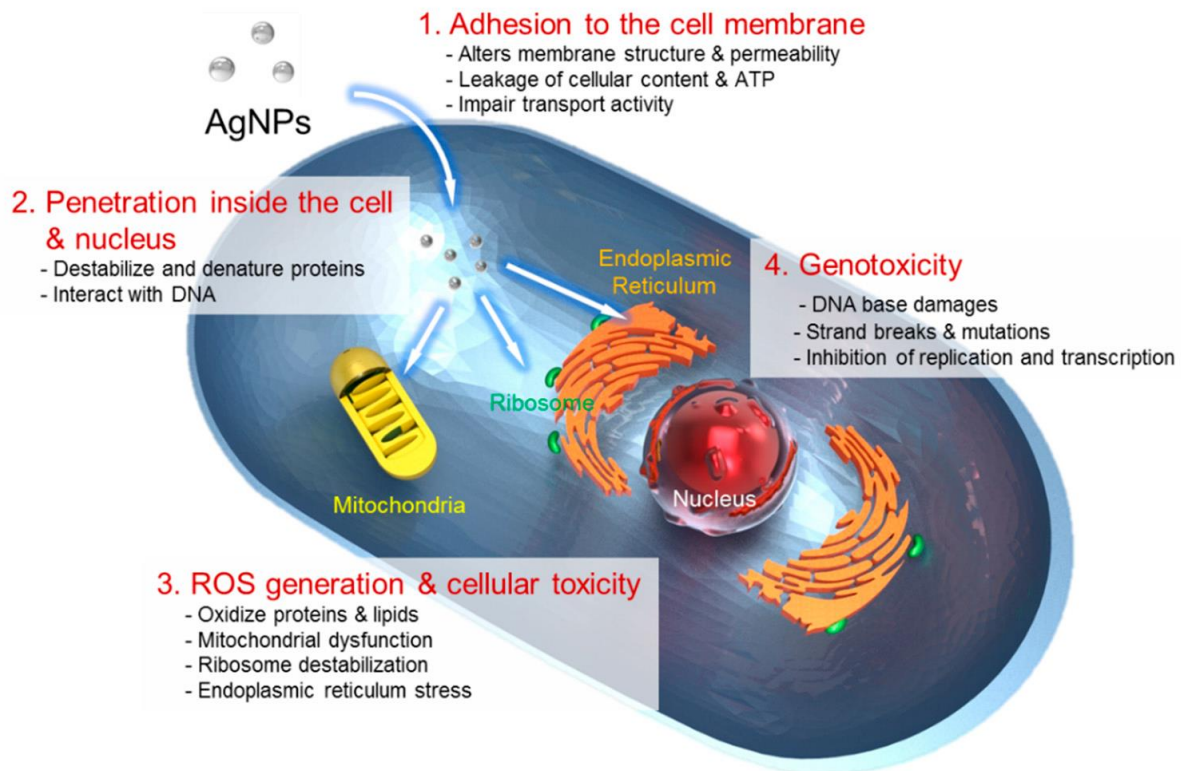
۲. ویژگی ها و خصوصیات نانوذرات نقره

ویژگی ضد میکروبی نقره داستانی معاصر نیست بلکه دارای سابقه های طولانی با بیش از ۶۰۰۰ سال قدمت به عنوان داروی درمانی است، بقرط به ویژگی درمانی و خواص ضدبیماری نقره معتقد بود و برای بهبود زخم ها از آن استفاده میکرد. مصریها مومیاییهای خود را برای حفاظت بیشتر با لعاب نقره های اندوه میکردند، همچنین در جنگ ها جهت ترمیم زخمهای سربازان روی زخم سکه ای از جنس نقره قرار میدادند و سپس محل زخم را میبستند. در گذشته برای نگهداری مواد غذایی از ظروف نقره های استفاده میشد، بهره گیری از نقره در مدیریت زخم ها را تا قرن ۱۸ میلادی میتوان ردگیری نمود که در آن از نقره نیترات استفاده میشد. البته با معرفی پنسیلین در دهه ۱۹۴۰ آنتیبیوتیکها به عنوان تیماری استاندارد برای زخمها و آلودگی های باکتریایی جایگزین تیمارهای نقره شدند و کم کم کاربرد ترکیبات نقره از رونق افتاد.

۲-۱ اثرات ضدباکتریایی

نانو نقره گستره بالایی از باکتریهای گرم منفی و گرم مثبت را تحت تأثیر خود قرار میدهد، نتایج پژوهش سندی و سالوپک سندی نشان داد که ویژگی بازدارنده از رشد نانو نقره در برابر باکتری وابسته به میزان غلظت نانوذرات نقره و همچنین غلظت اولیه باکتریهای کشت شده داشت برخی پژوهشها نشان میدهد که شکل نانوذرات نیز با میزان بازدارنده از رشد ارتباط دارد به طوری که اشکال سه گوش و مثلثی در مقایسه با اشکال میله ای و کروی و همچنین فرم یونی نقره به مراتب کشنده تر هستند.

نانو ذره نقره به دیواره ی سلول میچسبد و به داخل سلول نفوذ میکند سپس در غشای سلول انباشته می شود و باعث تغییر غشای سلول و در نهایت مرگ سلول میگردد.



نحوه عملکرد نانوذره نقره در سلول

۲-۲ اثرات ضدقارچی

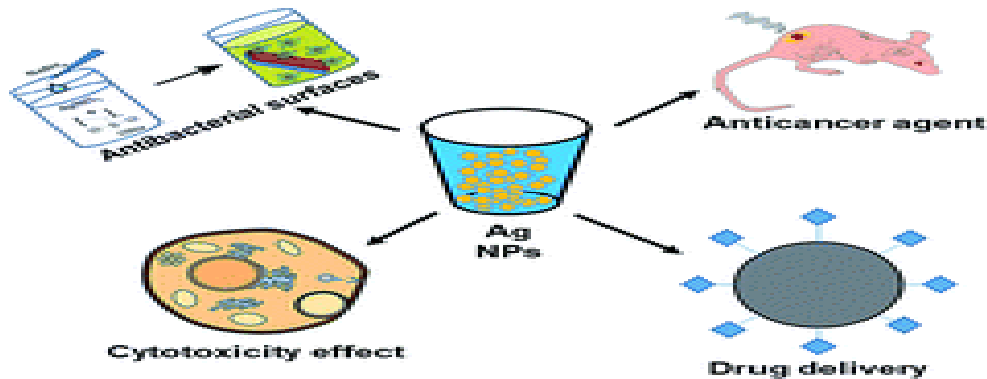
فعالیت ضدقارچی نانوذرات نقره در برابر قارچ *Candida albicans* به واسطه درهم گسیختن ساختار غشای سلولی و بازداری از فرآیند طبیعی جوانه‌زنی به دلیل تخریب یکنواختی غشا تشریح شده است به طور کلی ویژگی ضدقارچ نانوذرات نقره ویژگی تأیید شده آن به شمار می‌رود و می‌تواند ما را در تولید ابزارها و مواد پر کاربرد در صنعت کشاورزی، پزشکی و غیره با ویژگی ضدقارچی مورد نیاز کمک نماید.

۲-۳ اثرات ضدویروسی

نخستین گزارش در این زمینه در سال ۲۰۰۵ ارائه شد، در این تحقیق ضدیت نانو ذرات نقره با ویروس *HIV-1* بررسی شده بود، نتایج این بررسی نشان داد که این برهمکنش تحت تأثیر اندازه نانوذرات (به طور منحصر در گستره ۱ تا ۱۰ نانومتر) است. نانوذرات نقره با اتصال به بخشهای نمایان گوگردی قسمت گره های گلیکوپروتئینی ویروس را تحت تأثیر خود قرار میدهند و از اتصال ویروس به سلولهای میزبان جلوگیری میکند. گزارش مشابهی از ضدیت نانوذرات نقره با *HIV* نیز وجود دارد که این سازوکار در مراحل اولیه همانندسازی ویروس اعمال شده بود. علاوه بر این نانوذرات نقره مراحل پس از ورود را نیز در چرخه زندگی ویروس *HIV-1* تحت تأثیر قرار میدهند در گزارش دیگری به بازدارندگی کارآمد نانو نقره در برابر ویروس *influenza A/H1N1* پرداخته شده است، به طور خلاصه این گونه پیشنهاد شده که این ذرات به پروتئین های خارجی ذرات ویروسی میچسبند و بدین ترتیب از اتصال آنها به سلولهای کشت شده و همچنین از همانندسازی ذرات ویروسی جلوگیری به عمل می‌آورند.

۳. کاربردهای نانوذرات نقره

نانوذرات نقره به علت خواص ضدباکتریایی خود کاربردهای گسترده پیدا کرده‌اند، این ذرات بسته به نوع کاربرد، خواص فیزیکی و سیستم زنده درگیر در اندازه و شکل‌های مختلفی به کار می‌روند. البته مقدار استفاده از نانوذرات بایستی در محدودهای باشد که ضمن تخریب میکروارگانیسم‌ها و عوامل بیگانه به سلول‌های انسانی بی‌اثر باشد، نانوذرات نقره علاوه بر خواص ضدباکتریایی ویژگی‌هایی از قبیل عدم ایجاد مقاومت در برابر میکروارگانیسم‌ها، مقاومت در برابر حرارت و پایداری زیادی را دارا هستند.



برخی از کاربردهای نانو ذرات

۳-۱- پاک سازی هوا

ذرات ریزگردها با خاستگاه بیولوژیکی (شامل باکتریها، ویروسها و قارچها) هستند که میتوانند باعث ایجاد آلودگی، آلرژی و یا سمیت شوند این زیست ریزگردها به ویژه در فیلترهای تجهیزات خانگی مانند سیستم‌ها تهویه مطبوع به میزان زیادی انباشته میشوند، گذشته از این موضوع نشست مواد آلی و غیرآلی در جریان استفاده از فیلترها نیز به رشد میکروب‌ها کمک میکنند. جهت کاهش خطر ایجاد حساسیتها و آلودگی‌ها، استفاده از نانوذرات نقره در ساختار فیلترها پیشنهاد و توسعه یافته است. اثر ضد میکروبی نانوذرات نقره روی آلودگی باکتریایی فیلترهای کربن فعال (ACF)^۱ مطالعه شده است، فعالیت ضدباکتریایی این نوع فیلتر نشان داد که باکتریهای *Bacillus subtilis* و *E. coli* به ترتیب در طی ۸۱ و ۶۱ دقیقه باز داشته شدند. همچنین مشخص شد که ترکیب نانوذرات نقره با ساختار فیلتر بر روی ویژگیهای فیزیکی فیلتر مانند کارایی فیلتراسیون بی‌تأثیر بود در حالی که از درجه تأثیر مکش کاسته شده بود. پژوهشگران بهینه‌سازی میزان نانوذرات نقره در ترکیب با این نوع فیلترها را جهت جلوگیری از کاهش درجه تأثیر مکش پیشنهاد نمودند.

۳-۲ کاربرد نانوذرات نقره در کشاورزی

تحقیقاتی در زمینه به کارگیری نانو نقره در کنترل باکتری عامل آتشک گلابی و قارچ فوزاریوم عامل پوسیدگی خوشه و طوقه ذرت و برنج وجود دارد که پتانسیل بکارگیری نانو نقره را به عنوان آفتکش مطرح می‌سازد. نتایج پژوهش بر روی اثر نانوذرات نقره بر عملکرد دانه و ویژگیهای زراعی گندم مشخص کرد که استفاده از نانوذرات نقره باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گندم

¹ Activated Carbon Filters

شد در این بررسی نشان داده شد که افزایش غلظت نانوذرات نقره در این زمینه بی تأثیر بوده و در غلظت های پایین میتوان تأثیر مثبت داشته باشد، در بررسی دیگری نشان داده شد که تیمار نانوذرات نقره موجب افزایش درصد جوانه زنی طول ساقه و ریشه و در نهایت بهبود استقرار گندم شد .

۳-۳ کاربرد نانوذرات نقره در پزشکی

در چند دهه اخیر ترکیبات نانوذرات نقره با ویژگی ضدباکتریایی قوی خود کاربرد گستردهای به عنوان ضدعفونیکننده در پزشکی داشته اند، و در سال ۸۱۱۴ پزشکان متخصص آلمانی محلول چشمی یک درصد نقره نیترات را برای جلوگیری از بیماری چشمی نوزادان با عامل *Neisseria gonorrhoeae* معرفی نمودند.

اصلیترین ویژگی نانوذرات نقره خاصیت ضدباکتریایی این ذرات است، بنابراین از این ویژگی در زخم پوششها، پمادهای زخم پوستی، ضدعفونیکنندهها و پوششهای ابزار پزشکی استفاده میشود. این نانوذرات فرآیند ترمیم زخم را به علت کاهش فعالیت متالوپروتئازها و افزایش آپاتوز نوتروفیلها را کوتاه نموده و سبب طبیعی تر شدن ظاهر اسکار میشود به علاوه در جهتگیری بهتر کلاژن و افزایش استحکام مکانیکی بافت مؤثر خواهند بود، بررسی پانسمانهای زخمی نشان داده است که به کارگیری نقره برای کاربردهای مشابه سمیت ایجاد نمیکند و همچنین بررسیهای اخیر نشان داده است که استفاده از نانوذرات نقره در پمادهای پوستی سبب نفوذ نقره به بستر زخم، جذب توسط سلولهای اپیدرمال حاشیه زخم، تجمع در بقایای زخم و در نهایت انتقال به سیستم گردش خون محیطی میشود و به فرآیند ترمیم زخم و جلوگیری از عفونت کمک میکند. از کاربردهای دیگر نانوذرات نقره میتوان به نقش این ذرات به عنوان حامل دارو و ژن اشاره نمود زیرا نانوذرات علاوه بر افزایش ورود این ترکیبات به بدن، اثرات ضد میکروبی علیه میکروارگانیسمها را ایجاد میکنند و سبب بالا رفتن کارایی این نانوذرات میشود، به کارگیری نانوذرات نقره در بیوسنسورها از دیگر کاربردهایی است که میتوان به آن اشاره کرد خواص دیالکتریک این ذرات در بیوسنسورها امکان تشخیص اختلالات و بیماریها (مانند سرطان) را فراهم میسازد. ویژگیهای پلاسمونیک نانوذرات نقره سبب شده است که از این نانوذرات در تصویر برداریهای پزشکی و حسگرهای پلاسمونیک نیز استفاده شوند، مکانیسم عملکرد به این ترتیب است که نور با الکترونهای سطح حسگرها برهمکنش داده و آنها را به نوسان در میآورد در نهایت نور جذب شده و پراش مییابد و امکان شناسایی ویروسها و باکتریها را فراهم میکند. یکی از کاربردهای بسیار سودمند این ذرات پوششدهی پروتزهای عروقی و کاترهای درون وریدی با نانوذرات نقره است، استفاده از نانوذرات نقره بدون ایجاد مقاومت باکتریایی کلونزایی را به حداقل رسانده و مقاومت به عفونت را در پروتزها بالا میبرد، از این رو با پوششدهی ابزارهای پزشکی با نانوذرات نقره از تجمع باکتریها جلوگیری میشود. از آن جا که پس از تزریق سیمان استخوان به محل ضایعه احتمال انقباضات حجمی و ایجاد فضای خالی و تجمع باکتریایی وجود دارد میتوان از کامپوزیت سیمان استخوان و نانوذرات نقره نظیر *Poly methyl methacrylate* - نانوذرات نقره استفاده نمود و از فعالیت ضدباکتریایی این ذرات بهره برد.

جدول: کاربردهای پزشکی نانوذرات نقره

حوزه های پزشکی	مثال ها
بیهوشی	پوشش ماسک تنفسی و لوله تراشه برای پشتیبانی تهویه مکانیکی

<p style="text-align: center;">دندانپزشکی</p>	<p>پرکننده رزین نانو کامپوزیتی SiO₂ با نقره به عنوان افزودنی در مواد دندانی قابل پلیمریزاسیون</p>
<p style="text-align: center;">امکانات تشخیص و عیب شناسی (diagnostics)</p>	<p>< نانو نقره برای تشخیص زیستی پیشرفته < پلت فرم فوق حساس و فوق سریع برای بالینی < سنجش برای تشخیص انفارکتوس میوکارد < حسگر مغناطیسی RNA مبتنی بر فلورسانس < نانوذرات هسته/پوسته Fe₃O₄/Au/Ag با قابلیت چرخاندن < خواص پلاسمونیک</p>
<p style="text-align: center;">تحويل دارو</p>	<p>باز شدن میکروکپسول ها از راه دور ناشی از نور لیزر</p>
<p style="text-align: center;">مراقبت از چشم</p>	<p>پوشش لنز تماسی</p>
<p style="text-align: center;">تصویربرداری</p>	<p>< نانو کامپوزیت نقره برای برچسب گذاری سلولی < نانوگلوله های فلورسنت Ag@SiO₂ هسته-پوسته برای تصویربرداری سلولی تصویربرداری مولکولی از سلول های سرطانی</p>
<p style="text-align: center;">جراحی مغز و اعصاب</p>	<p>پوشش کاتتر برای تخلیه مایع مغزی نخاعی</p>
<p style="text-align: center;">ار تپدی</p>	<p>ایمپلنت برای تعویض مفصل</p>
<p style="text-align: center;">مراقبت از بیمار</p>	<p>هیدروژل سوپرجاذب برای مواد بی اختیاری</p>
<p style="text-align: center;">صنعت داروسازی</p>	<p>< درمان درماتیت مهار -HIV 1 < درمان کولیت و درمان آکنه</p>

۳-۴ کاربرد نانوذرات نقره در صنعت

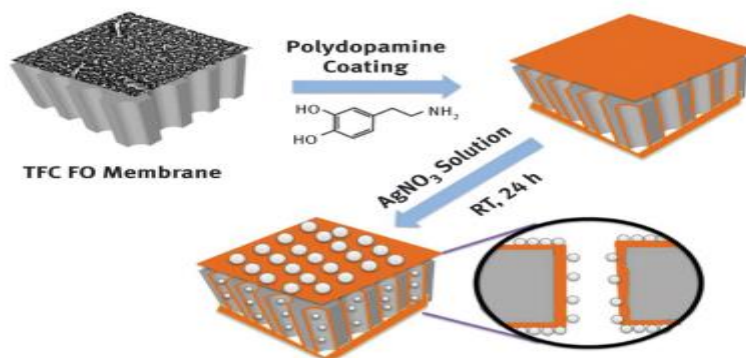
با پیشرفت فناوری ساخت نانومواد، نانوذرات نقره با سطح ویژه بالا که امکان دسترسی به میزان بیشتری از اتم ها نقره را فراهم میکنند توجه صنایع گوناگونی مانند پوشاک، آرایشی، بسته بندی غذا و مواد ساختمانی را به نقره جلب کرده است. زیرا نانوذرات نقره در غلظت های پایین نیز دارای بازده بالای میکروبیکی هستند، نقره میتواند به عنوان جزو اصلی نانو ساختارهای یک، دو و سه بعدی مورد استفاده در تجهیزات الکترونیکی و کاربرد حسگرها به کار رود از ویژگیهای لومینسانس نانوذرات نقره میتوان در کاربردهای علامت گذاری یا ردیابی بهره برد.

۳-۵ کاربرد نانوذرات نقره در بسته بندی مواد غذایی

کیتوسان یکی از پلیمرهای زیست تخریب پذیر و دارای خواص ضد میکروبی مطلوب میباشد، نانوذرات نقره را میتوان در درون بستر بایوپلیمر کیتوسان زیست تخریب پذیر جهت کاهش میزان جذب رطوبت و افزایش خاصیت ضد میکروبی آن جهت استفاده در بسته بندی مواد غذایی استفاده کرد، با توجه به اثر ضد باکتریایی فیلم نانو بایو کامپوزیت نقره/کیتوسان در برابر باکتریهای گرم منفی که موجب فساد غذاها و عفونت های بالینی است میتوان به عنوان جایگزین برای آنتیبیوتیکهای شیمیایی، تجاری استفاده نمود همچنین استفاده از این فیلم در بسته بندی مواد غذایی میتواند به دلیل ممانعت از رشد میکروب باعث افزایش ماندگاری مواد غذایی میگردد. با توجه به اینکه نانوذرات در درون مواد غذایی نفوذ نمیکند نسبت به روشهای نگهداری مواد غذایی که نانوذرات به درون ماده غذایی به منظور ماندگاری بیشتر افزوده میشود به لحاظ حفظ سلامت و بهداشت مواد غذایی مناسبتر است. افزایش میزان فعالیت آب در مواد موجب رشد بیشتر میکروارگانیسم ها خواهد شد و بنابراین موجب فساد مواد غذایی در مدت زمان کوتاهتر خواهد شد. برای سالهای متمادی دانشمندان سعی در بازداری رشد باکتریها با کنترل میزان رطوبت نمودهاند. طبیعت آب دوست فیلمهای پلی ساکارید مقاومت آنها را در عبور آب کمتر مینماید کیتوسان نیز به عنوان یکی از مشتقات پلی ساکارید علی رغم داشتن فعالیت ضد میکروبی قابل ملاحظه نسبت به نفوذ آب مقاومت کمتری نشان میدهد، حضور نانوذرات نقره در ماتریس این پلیمر موجب کاهش میزان نفوذ پذیری این پلیمر نسبت به رطوبت خواهد شد دلیل این کاهش را میتوان به ایجاد ساختار منسجمتر با پیوستگی زیاد و فضاهای آزاد کمتر در اثر افزودن نانوذرات مسیر پر پیچ و خمی را برای عبور مولکولهای آب فراهم میشود، بنابراین سرعت انتشار را کندتر و در نتیجه نفوذ پذیری را کاهش میدهد. از آنجایی که کیتوسان یک ماده زیست تخریب پذیر است حضور آن علاوه بر افزایش خواص ضد میکروبی فیلم سنتز شده و موجب تخریب سری فیلمها در محیط زیست خواهد شد.

۳-۶ کاربرد های هدایتی

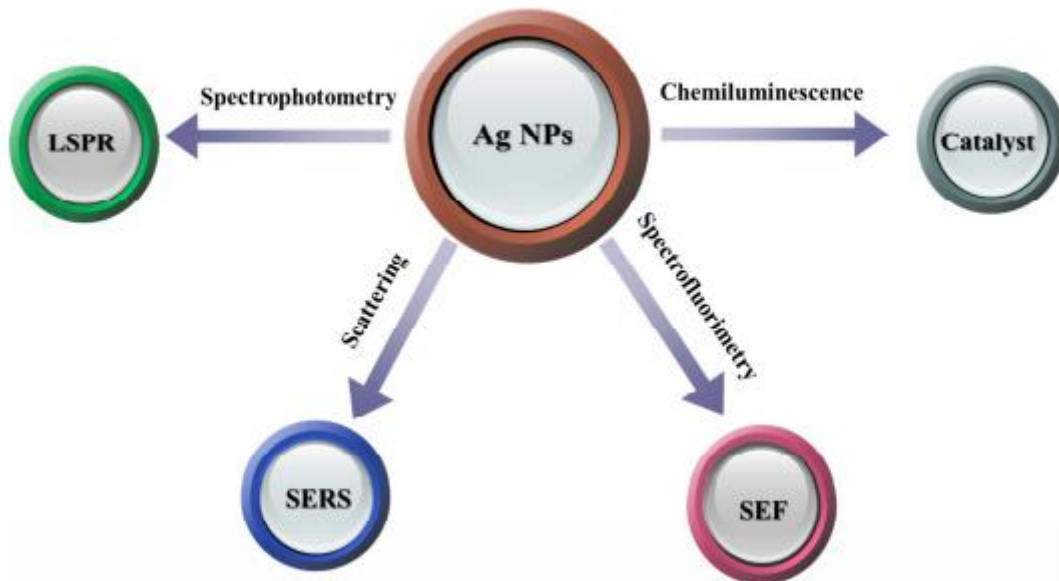
نانو ذرات نقره در جواهر رسانا و به منظور افزایش هدایت حرارتی و الکتریکی با سایر مواد ترکیب می شود.



سنتز نانوذرات نقره در دو طرف غشاء *TFC FO* و استفاده از کاربرد هدایتی مربوط به نانو ذره نقره

۳-۷ کاربردهای نوری

نانو ذرات نقره در اسپکتروسکوپی نوری تقویت شده شامل فلورسانس تقویت شده فلز با $(MEF)^2$ و پراکندگی رامان تقویت شده سطح (*SERS*)³ آبرکار می رود.



کاربرد های مختلف نوری نانوذرات نقره

این محصول سنتز شده توسط آزمایشگاه های معتبر مورد تایید میباشد و تاییدیه های مربوطه را دارد در صورت نیاز ارسال می گردد.

² Metal-enhanced fluorescence

³ Surface-enhanced Raman scattering