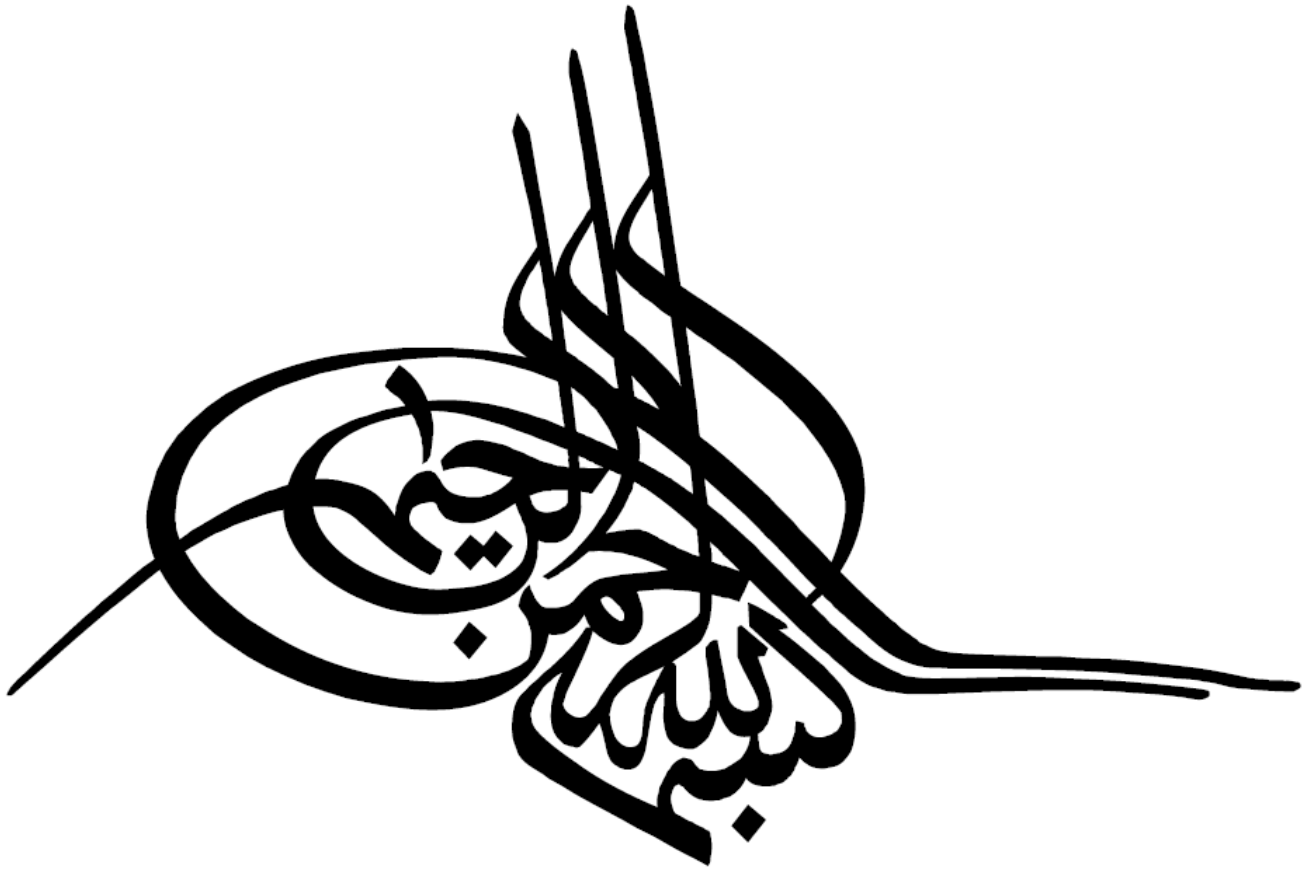
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی- بخش مهندسی مواد

نانوفناوری -گرایش نانومواد

پایان نامه کارشناسی ارشد

ساخت نانو کامپوزیت حاوی نقره ضد باکتری برای به کارگیری در مواد بدنه یخچال

نگارش: شایان نقی زاده باقی

استاد راهنما: دکتر رسول صراف مأموری

استاد مشاور: دکترسید عباس شجاع الساداتی

پاییز **۱۳۸۸**

.

تقدیم به

مادر دلسوزم؛

که سرودن از عشق بدون او هدر دادن واژه است و بس.

تقدیم به

همسر عزیزم؛

که شنا در اقیانوس وسیع زندگی و پرواز در آسمان نیلگون محبت را به من آموخت.

تقدیم به

پدر مهربان و **برادران** عزیزم شاهین و شانیا؛

که همواره مشوق و پشتیبان من بوده اند.

.

تشکر و قدردانی

بعد از حمد و ثنای ایزد منان، بر خود لازم می دانم از کلیه کسانی که به نحوی در تهیه، اجرا و تدوین این پایان نامه مرا یاری نمودند، تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد ارجمند و دانشمند، جناب دکتر رسول صراف ماموری که در طول تحصیل و اجرای مراحل مختلف این پژوهش، اینجانب را از راهنمایی ها و مساعدت های بی دریغ شان بهره مند ساخته اند و در کلیه مراحل تحقیق، قدم به قدم و مرحله به مرحله از پروژه پشتیانی کردند، تشکر و قدردانی می نمایم.

همچنین از استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر عباس شجاع الساداتی تشکر و قدردانی می شود.

از دوستان بزرگوار در آزمایشگاه های XRD و SEM قدردانی می نمایم.

در پایان بر خود لازم می دانم از مادر، پدر و همسر عزیزم که همیشه مشوق و پشتیبان من بوده اند و تمامی موفقیت های خود را مدیون زحمات بی دریغ این عزیزان می دانم، کمال تشکر و سپاس را داشته باشم.

چکیده

نانو ذره نقره به عنوان پر کاربردترین و موثرترین نانو ذره ضد باکتریائی از سال ها پیش شناخته شده است. در میان تمامی روش های بکارگیری نانو ذره نقره، استفاده از زئولیت، آلومینوسیلیکات متخلخلی که می تواند از طریق تبادل یونی، یون های مختلف از جمله نقره را در خود قرار بدهد به دلیل دارا بودن سازوکار رهایش انتخابی بیشترین توجه را به خود جلب کرده است.

در این پروژه یون های نقره حاصل از انحلال نیترات نقره در آب بوسیله تبادل یونی با سدیم موجود در کریستال زئولیت مبادله شدند و عوامل مهم مؤثر بر تبادل یونی بررسی شدند، عوامل برگزیده شامل pH، زمان و غلظت اولیه نقره در محلول بودند که هر کدام از این عوامل در سه سطح بررسی شدند.

با آنالیز محلول زئولیت با روش جذب اتمی و EDS، حضور یون نقره در شبکه زئولیت تأیید شده، تصاویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نیز وجود نقره در زئولیت را ثابت کرد. پس از انجام این آزمایش ها، نتایج، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و شرایط بهینه تبادل یونی (pH 5، زمان۳۰۰ دقیقه و نقره اولیه ۸٪ وزنی زئولیت) بدست آمد. در نهایت با قرار دادن پودر ضد باکتریائی حاصل (زئولیت حاوی نانو ذره نقره) در پلیمر ABS مورد مصرف در ساخت بدنه داخلی یخچال، خواص ضد باکتریائی آن نیز بررسی شد.

کلمات کلیدی: نانو ذرات نقره، زئولیت، ضد باکتریائی، آلومیناسیلیکات، پلیمر ABS

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ---------- ۱

فصل دوم: مروری برمنابع مطالعاتی ---------- ۵

۲-۱- نانو مواد ضد باکتری ---------- ۶

۲-۱-۱-نانو طلا ---------- ۷

۲-۱-۲-نانو دی اکسید تیتانیوم ---------- ۸

۲-۱-۳-نانو مس ---------- ۹

۲-۱-۴-نانو منیزیا ---------- ۱۰

۲-۱-۵-نانو اکسید روی ---------- ۱۱

۲-۱-۶-نانو نقره ---------- ۱۱

۲-۱-۶-۱-مکانیزم ضد باکتری نقره ---------- ۱۷

۲-۱-۶-۲-کاربردهای ضد باکتری نقره ---------- ۱۹

۲-۲-زئولیت ---------- ۲۰

۲-۲-۱-تاریخچه ---------- ۲۰

۲-۲-۲-ساختمان زئولیت ---------- ۲۲

۲-۲-۲-۱-ساختمان کانال‌های داخلی در زئولیت‌ها ---------- ۲۴

۲-۲-۲-۲-طبقه‌بندی زئولیت‌ها از نقطه نظر ساختمانی ---------- ۲۵

۲-۲-۳-ویژگی‌ها و موارد استفاده زئولیت‌ها ---------- ۲۷

۲-۲-۴-خواص ویژه تبادل یونی زئولیت‌ها ---------- ۲۸

۲-۲-۴-۱-مبادله کننده‌های یونی ---------- ۲۹

۲-۲-۴-۲-تبادل یونی در زئولیت‌ها ---------- ۳۱

۲-۲-۴-۳-تبادل یونی زئولیت با یون فلزی ---------- ۳۲
۲-۲-۴-۴-بررسی پدیده نفوذ در زئولیت‌ها ---------- ۳۴
۲-۲-۴-۵-عوامل مؤثر بر ضریب نفوذ یک یون در تعویض‌گر یون ---------- ۳۴
۲-۲-۴-۶-محدودیت‌های عملیاتی در استفاده از زئولیت‌ها در فرآیند تبادل یون ------ ۳۵
۲-۳-زئولیت حاوی نقره ---------- ۳۶
۲-۳-۱-مزیت زئولیت حاوی نقره ---------- ۳۸
۲-۳-۲-خاصیت ضد باکتری زئولیت حاوی نانو نقره ---------- ۴۰
فصل سوم: فعالیت های آزمایشگاهی ---------- ۴۹
۳-۱-مواد مورد مصرف ---------- ۵۰
۳-۲-تجهیزات به کار رفته ---------- ۵۲
۳-۳-روش آزمایش ---------- ۵۳
۳-۳-۱-مرحله سنتز زئولیت حاوی نقره ---------- ۵۳
۳-۳-۲-مرحله اختلاط زئولیت حاوی نقره ---------- ۵۵
۳-۳-۳-مرحله انجام آزمایش ضد باکتری ---------- ۵۷
۳-۳-۳-۱-تهیه پیش کشت باکتریایی ---------- ۵۸
۳-۳-۳-۲-آماده سازی نمونه ها ---------- ۵۸
۳-۳-۳-۳-آماده سازی مایه تلقیح ---------- ۵۹
۳-۳-۳-۴-تلقیح نمونه ها ---------- ۵۹
۳-۳-۳-۵-گرم خانه‌گذاری نمونه‌های تلقیح شده ---------- ۶۰
۳-۳-۳-۶- بازیابی باکتری ها از نمونه ---------- ۶۰
۳-۳-۳-۷-شمارش کولونی ها ---------- ۶۱
فصل چهارم: نتایج و بحث ---------- ۶۲

۴-۱- نتایج تصاویر میکروسکوپ الکترونی ---------- ۶۳
۴-۲-اثر پارامترهای مختلف بر راندمان جابجایی نقره ---------- ۶۷
۴-۲-۱-بررسی اثرpH ---------- ۶۹
-
۴-۲-۲-بررسی اثر زمان تبادل یونی ---------- ۷۳
۴-۲-۳-بررسی اثر غلظت ---------- ۷۷
۴-۳-نتایج مربوط به آزمایش ضد باکتری ---------- ۸۱
فصل پنجم: نتیجه گیری نهایی و پیشنهادها ---------- ۸۵
۵-۱-نتیجه گیری نهایی ---------- ۸۶
۵-۲-پیشنهادها ---------- ۸۷
منابع ---------- ۸۸

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- تاثیر افزایش غلظت نانو نقره بر نرخ ثابت رشد باکتری های متفاوت ------- ۱۴

شکل ۲-۲- تصاویرمیکروسکوپ TEM از تقابل نانو ذرات نقره با باکتری *E.coli* ----- ۱۷

شکل۲-۳- تصویری از زئولیت کلینوپتیلولیت ---------- ۲۳

شکل۲-۴- سیستم تک بعدی کانال‌هایی که همدیگر را قطع نمی‌کنند(I) ، سیستم دو بعدی برای کانال‌ها(II) ، سیستم سه بعدی با کانال‌های متقاطع متساوی البعد(III) -- ۲۴

شکل ۲-۵-واحدهای ساختمانی ثانویه در زئولیت ها ---------- ۲۷

شکل۲-۶- چند نمونه از چند وجهی های موجود در زئولیت ---------- ۲۷

شکل۲-۷- تصاویری شماتیک از رهایش یون از ساختار قفس مانند زئولیت ---- ۳۰

شکل۲-۸- ایزوترم تبادل یونی برای Li^+، K^+، Ag^+، Ca^+ بر روی زئولیت A در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ---------- ۳۳

شکل۲-۹- تصاویر SEM ZS(a)، ZSNa(b)، ZSAg(c).. ---------- ۳۷

شکل۲-۱۰- زئولیت A نقره دار ---------- ۳۷

شکل۲-۱۱- نمایش محل α -cage و β -cage در زئولیت A ---------- ۳۸

شکل۲-۱۲- تصویر شماتیک رهایش یون نقره موجود در پلیمر در حضور باکتری ------ ۳۸

شکل۲-۱۳- جابجایی یون نقره با یون سدیم در شبکه زئولیت ---------- ۳۹

شکل۲-۱۴- محل های استقرار یون های نقره در شبکه زئولیت ---------- ۴۰

شکل۲-۱۵- تصویر SEM مونت موریلونیت (a)نمونه کلسین شده (B550T)، (b)نمونه ساده(B300S)، (c)نمونه کلسینه شده حاوی نقره (B550T/Ag) ، (d)نمونه ساده نقره دار(B300S/Ag) ---------- ۴۱

شکل۲-۱۶- مقایسه منطقه ممانعت زئولیت تنها (B-N) ماده ضد باکتری استاندارد (Ampicillin/Sulbactam، SAM) با(a) نمونه کلسینه شده در ^{o}C ۵۵۰ (B550T) با و بدون Ag و (b) نمونه ساده با و بدون Ag. ---------- ۴۱

شکل۲-۱۷- تصاویر SEM (a)زئولیت حاوی نقره منطقه Oaxaca و (b) زئولیت حاوی نقره منطقه Sonora ---------- ۴۲

شکل۲-۱۸- کل Ag^{+} آزاد شده از کامپوزیت های PP/Ag حاوی ضد باکتری های حاوی نقره ---------- ۴۴

شکل۲-۱۹- تصاویر SEM از کامپوزیت های حاوی JMAC(a)، AM91455(b)، (c)فیلر ساخته شده ---------- ۴۴

شکل۲-۲۰- تغییرات تعداد سلول های زنده باکتری *E.Coli* نسبت به زمان (دقیقه) در حضور a) زئولیت فاجاسیت بدون یون فلزی b) زئولیت فاجاسیت حاوی سدیم c) زئولیت فاجاسیت حاوی نقره ---------- ۴۵

شکل۲-۲۱- تاثیر افزایش درصد وزنی زئولیت بر (چپ) استحکام کششی (راست) مدول یانگ ماده مورد آزمایش ---------- ۴۶

شکل۲-۲۲- نمایش جذب مجدد نقره بعد از چند چرخه ---------- ۴۷

شکل۲-۲۳- تأثیر زمان (پایین) و pH (بالا-چپ) و غلظت اولیه (بالا-رلست) بر تبادل یونی زئولیت کلینوپتیلولیت ---------- ۴۸

شکل۳-۱- نمایی از دستگاه میکسر مورد استفاده به منظور اختلاط پودر ضد باکتری و پلیمر ABS. ---------- ۵۶

شکل۳-۲- کامپوزیت خمیری شکل تولیدی بوسیله Mixer ---------- ۵۷

شکل۳-۳- تصاویری از مراحل مختلف آزمایش ضد باکتری ---------- ۵۸

شکل۳-۴- نمای یکی از نمونه ها ---------- ۵۹

شکل۳-۵- تلقیح نمونه و جایگذاری غشاء محافظ ---------- ۶۰

شکل ۴-۱- تصویر SEM از زئولیت A پیش از ورود نقره به شبکه آن ---------- ۶۳

شکل ۴-۲- تصویر SEM مربوط به زئولیت A حاوی نانونقره ---------- ۶۴

شکل ۴-۳- تصاویر SEM مربوط به زئولیت حاوی یون نقره در پلیمر ABS با بزرگنمایی های ۱۰۰۰۰ و ۲۵۰۰۰ برابر ---------- ۶۵

شکل ۴-۴- طیف EDS زئولیت A (الف)پیش از تبادل یونی نقره با سدیم و(ب) پس از تبادل یونی نقره با سدیم. ---------- ۶۶

شکل ۴-۵- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به pH در مدت زمان ۳۰ دقیقه ---------- ۷۰

شکل ۴-۶- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به pH در مدت زمان ۱۰۰دقیقه ---------- ۷۰

شکل ۴-۷- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به pH در مدت زمان ۳۰۰ دقیقه ---------- ۷۱

شکل ۴-۸- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به pH در مدت زمان ۳۰ دقیقه ---------- ۷۲

شکل ۴-۹- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به pH در مدت زمان ۱۰۰دقیقه ---------- ۷۳

شکل ۴-۱۰- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به pH در مدت زمان ۳۰۰ دقیقه ---------- ۷۳

شکل ۴-۱۱- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به زمان در غلظت ۴٪ ---- ۷۴

شکل ۴-۱۲- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به زمان در غلظت ۸٪ ---- ۷۴

شکل ۴-۱۳- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به زمان در غلظت ۱۶٪ --- ۷۴

شکل ۴-۱۴- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به زمان در غلظت ۴٪ ----- ۷۶
شکل ۴-۱۵- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به زمان در غلظت ۸٪ ----- ۷۶
شکل ۴-۱۶- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به زمان در غلظت ۱۶٪ ---- ۷۷
شکل ۴-۱۷- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به غلظت اولیه نقره در مدت زمان ۳۰ دقیقه ---------- ۷۸
شکل ۴-۱۸- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به غلظت اولیه نقره در مدت زمان۱۰۰ دقیقه ---------- ۷۸
شکل ۴-۱۹- تغییرات مقدار نقره باقیمانده در محلول نسبت به غلظت اولیه نقره در مدت زمان۳۰۰ دقیقه ---------- ۷۸
شکل ۴-۲۰- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به غلظت اولیه نقره در مدت زمان ۳۰ دقیقه ---------- ۷۹
شکل ۴-۲۱- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به غلظت اولیه نقره در مدت زمان ۱۰۰ دقیقه ---------- ۷۹
شکل ۴-۲۲- تغییرات مقدار نقره موجود در زئولیت نسبت به غلظت اولیه نقره در مدت زمان۳۰۰ دقیقه ---------- ۸۰
شکل ۴-۲۳- کولونی‌های باکتری *E.coli* در زمان صفر(تصویرچپ) و بعد از ۲۴ ساعت (تصویر راست) مربوط به نمونه IILA ---------- ۸۳
شکل۴-۲۴- تعداد کولونی‌های باکتری در نمونه شاهد بلافاصله پس از تلقیح (راست) و ۲۴ ساعت پس از تلقیح(چپ) ---------- ۸۳

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- لیست زئولیت‌های طبیعی کشف شده تا سال ۱۹۸۴ میلادی -------- ۲۱

جدول۲-۲- حداکثر ظرفیت تعویض یون برخی از زئولیت‌های معمولی ---------- ۳۲

جدول۲-۳- جزئیات ضد باکتری های تجاری قابل استفاده با PP ---------- ۴۳

جدول ۳-۱- سویه های باکتری مورد نیاز ---------- ۵۱

جدول ۳-۲- نام گذاری نمونه ها با توجه به سطوح در نظر گرفته شده ---------- ۵۴

جدول۴-۱- نتایج حاصل از طیف سنجی جذب اتمی نقره موجود در محلول باقیمانده (ppm) ---------- ۶۷

جدول۴-۲- نتایج حاصل از طیف سنجی جذب اتمی نقره موجود در پودر نهایی (بر حسب درصد وزنی زئولیت) ---------- ۶۸

جدول ۴-۳- نتایج حاصل از شمارش کولونی‌های باکتری *S.aureus* ---------- ۸۱

جدول ۴-۴- نتایج حاصل از شمارش کولونی‌های باکتری *E.coli* ---------- ۸۲

فصل اول

مقدمه

مقدمه

امروزه نانو ذرات به دلیل سطح بسیار زیادشان، کاربرد بسیار وسیعی در علوم مختلف از قبیل زیست شناسی ، فیزیک و شیمی پیدا کرده‌اند. یکی از کاربردهای مهم آنها، در بیولوژی و بخصوص در زمینه خاصیت ضد باکتریایی بعضی از ذرات فلزی می‌باشد.

استفاده از مواد ضد باکتری به طور چشمگیری در حال افزایش روزافزون می‌باشد که این افزایش اگر درست ساماندهی نشود خود می‌تواند اثرات سوء داشته باشد و به همان اندازه اگر با تدبیر و تحقیق درست پیش برود، می‌تواند اثرات مثبتی در زندگی بشریت داشته باشد. استفاده از موادی که ذات ضد باکتری دارند بهتر از مصرف موضعی مواد شیمیایی ضد باکتری می‌باشد، زیرا مواد شیمایی ضد باکتری می‌بایست به صورت منظم معمولاً هر چند روز یکبار استفاده شوند چون خواص آنها تغییر می‌کند وهمچنین باید به صورت درست و دقیق در همه جا استفاده شود که این خود امری دشوار است[1].

بیشترین عناصر مورد استفاده در مواد ضد باکتری در اندازه نانو، نقره، مس، تیتانیا و منیزیا می-باشند، که از این بین نقره بیشترین اثر را در مقابله با باکتری نمایش داده است. نقره تاریخچه‌ی زیادی در استفاده به عنوان مواد ضد باکتری دارد در قرن ۵ به عنوان ماده مورد استفاده در نگهداری آب آشامیدنی مصرف می‌شده است و امروزه نیز در فیلترها داخل دستگاه‌های تصفیه آب استفاده می‌شود.

مواد در ابعاد نانو گاهی خواصی از خود نشان می دهند که قابل مقایسه با خواص همان مواد در ابعاد بزرگتر(بالای ۱۰۰ نانو متر) نیستند. از جمله این مواد می توان به نانو نقره اشاره کرد، اگر چه خاصیت ضد باکتری نانو نقره از سال ها پیش مورد توجه دانشمندان علوم زیستی قرار گرفته بود اما با بررسی و تحقیقات وسیع نانونقره آنها متوجه شدند خواص ضد باکتری آن به نحو مطلوبی افزایش یافته است که از دلایل این افزایش می توان به کوچک تر شدن ذرات و در نتیجه بهره جستن از سطح موثر بیشتر اشاره کرد[3]. همچنین دانشمندان معتقدند نانو نقره به دلیل دارا بودن اندازه ای کوچکتر از باکتری امکان نفوذ به ساختار باکتری ها و در نتیجه آن ایجاد اختلال در سیستم زیست باکتری توانایی به مراتب بالاتر از نقره در ابعاد بزرگتر را دارا می با شد، مضافاً آنکه مقاومت ایجاد شده در باکتری در

مقابل نانو نقره بسیار کمتر از آنتی بیوتیک های مورد مصرف برای از بین بردن باکتری ها می باشد. به طور کلی نقره از آن جهت مناسب افزودن در پلیمرها و یا مواد دیگر است که:

۱- دارای مقاومت حرارتی بالایی است.

۲- به صورت بلند مدت فعال باقی می‌ماند.

۳- خواص ضد باکتری بالایی دارد.

۴- مسمومیت کمی به بدن و سلول‌های پستانداران می‌رساند.

در سال های اخیر، محققین بر روی روش های مختلف به کار گیری نانو نقره در ساخت مواد ضد باکتری تمرکز کرده اند که در این میان استفاده از زئولیت ها به عنوان ماده حاوی ذرات نانو نقره مؤثرترین روش بکار گیری آنها اعلام شده است. گر چه استفاده از زئولیت در ساختار مواد ضد باکتری تا حدودی باعث کاهش خواص مکانیکی این مواد شده است اما همچنان بهترین انتخاب برای به کار گیری نانو نقره به منظور ساخت مواد ضد باکتری می باشد.

محققان در سال های اخیر تحقیقات وسیعی را در زمینه بکارگیری زئولیت های مختلف به همراه نانو نقره انجام داده اند که در بین آنها بهترین عملکرد را از زئولیت A مشاهده کرده اند. همچنین روش های مختلفی را به منظور ساخت زئولیت های حاوی نانو نقره بررسی کرده اند که در این بین می توان گفت ۲ روش به عنوان اصلی ترین روش ها اعلام شده اند که در روش اول ابتدا زئولیت را وارد ماده مورد نظر به منظور دارا شدن خواص ضد باکتری کردند و سپس یون نقره را وارد زئولیت کردند و در روش دیگر ابتدا زئولیت حاوی نانونقره را تولید کردند و سپس آنرا وارد ماده در نظر گرفته شده به منظور دارا شدن خاصیت ضد باکتری، کردند.

استفاده از پوشش‌های ضد باکتری در سال‌های اخیر به شدت افزایش یافته است که دلایل اصلی این افزایش را می‌توان تقاضای بازار و درک صحیح طراحان و تولید کنندگان از خواص مواد ضد باکتری نام برد. اگر بخواهیم تنها به تعدادی از این لوازم در گستره لوازم خانگی اشاره کنیم می‌توان به اشاره در سیستم‌های تهویه، ماشین لباسشویی، یخچال، مایکروویو، یخسازها و ... اشاره کرد که در این

بین LG، Samsung، Honeywell و Carrier را می توان سر دمداران این تولیدکنندگان در دنیا دانست.

در این پایان نامه به منظور حصول پلیمر ضد باکتری مصرفی در دیواره داخلی یخچال های خانگی ابتدا به بررسی و ساخت زئولیت نقره دار از روش دوم که اشاره شد، خواهیم پرداخت و در ادامه پس از استفاده آن در پلیمر ABS مورد مصرف در بدنه یخچال خواص ضد باکتری آن بررسی خواهد شد.

مطالب ارائه شده در پنج فصل تنظیم شده است. فصل دوم شاملِ مروری بر نانو مواد ضد باکتری که مهم ترین آن ها نانو نقره می باشد و در ادامه زئولیت، تاریخچه آن، ساختمان و تبادل یونی اش و در انتها زئولیت حاوی نانو نقره و خواص ضد باکتری آن، می باشد. فعالیت آزمایشگاهی شامل روش آزمایش و همچنین مواد و تجهیزات مورد استفاده به منظور ساخت پلیمر ABS دارای خواص ضد باکتری و آزمایش خواص ضد باکتری آن در فصل سوم صورت می گیرد. نتیجه گیری و بحث پیرامون مشخصه یابی نانو ذرات به کمک روش های مرسوم آنالیز از قبیل جذب اتمی (Atomic Absorption)، SEM و EDS انجام شد و بررسی خاصیت ضد باکتری آن از طریق آزمایش ضد باکتری مخصوص پلیمر ها انجام گردید، که در فصل چهارم به آنها اشاره شده است. در نهایت فصل پنجم به نتیجه گیری نهایی و پیشنهادات اختصاص دارد.

فصل دوم

مروری بر منابع مطالعاتی

فصل دوم

در این فصل نانو مواد ضد باکتری و در رأس آنها نانو نقره، مکانیزم باکتری کُشی و کاربردهای ضد باکتری نقره و در ادامه زئولیت (مبادله کننده یونی در نظر گرفته شده در انجام این پروژه)، تاریخچه و ساختمان آن، تبادل یونی در زئولیت ها و در انتها زئولیت حاوی نقره و بررسی های انجام شده بر خواص ضد باکتری آن مرور خواهند شد.

۲-۱- نانو مواد ضد باکتری

امروزه نانو ذرات به دلیل سطح بسیار زیادشان، کاربرد بسیار وسیعی در علوم مختلف از قبیل فیزیک و شیمی پیدا کرده‌اند. یکی از کاربرد های مهم آنها، در علم بیولوژی و بخصوص در زمینه خاصیت ضد باکتریایی بعضی از ذرات فلزی می‌باشد. به طور کل، هر ماده‌ای که قادر باشد باکتری را بکُشد و از رشد یا تکثیر آن جلوگیری کند، یک ماده ضد باکتری خواهد بود. از موارد آشنا، آنتی بیوتیک‌ها می‌باشند که برای درمان بیماری های میکروبی استفاده می‌گردند. اما موادی نیز در طبیعت موجود می‌باشند که بطور ذاتی خاصیت ضد باکتری دارند که برخی نانومواد نظیر نانومس، نانونقره، نانوطلا، نانومنیزیا، نانوتیتانیا و نانو اکسید روی در رأس نانومواد ضد باکتری قرار دارند[1].

از نقطه نظر تاریخی مواد ضد باکتری برای قرن ها مورد استفاده قرار می گرفته اند. محافظت غذا به وسیله نمک زدن یا مخلوط کردن آن با ادویه جات طبیعی از زمان های دور شناخته شده بود. مواد مختلفی نظیر شراب، سرکه، عسل و کلرید جیوه برای استفاده در زخم بندی و مرهم گذاری مناسب تشخیص داده شدند[2]. بعد از آن جراحی آنتی سپتیک (با استفاده از روش های گندزدایی) در فرانسه و بریتانیا مطرح شد و استفاده وسیع از مواد ضد عفونی کننده به طور قابل توجه انتشار و شیوع بیماری های عفونی در بیمارستانها را تحت کنترل درآورد. یک واقعه مهم در سال ۱۸۹۷ این بود که Paul و Kronig, کار برجسته و مشهور خود را در مورد فعالیت عمل ضدعفونی ارائه دادند، اصولی که هنوز پایه و اساس دانش امروزی ما را در این زمینه تشکیل می دهد.

بازده ذرات ضد باکتری، رابطه مستقیمی با سطح ذرات دارد، در نتیجه هر چقدر اندازه ذرات به نانو نزدیک شود، قدرت آنها برای کشتن میکروبها نیز افزایش می‌یابد. به همین دلیل، تولید اندازه نانو این ذرات یک موضوع مورد توجه محققین و دانشمندان است. همان طور که گفته شد بسیاری از نانومواد همچون نانومس، نانوروی، نانو تیتانیا، نانو منیزیوم، نانو طلا، نانو اکسید روی و نانو نقره خواص ضد باکتری خوبی از خود نشان داده‌اند اما در این بین نانو نقره تاکنون بهترین خواص ضد باکتری را از خود نشان داده‌است[1,3].

۲-۱-۱- نانو طلا

نانوطلا به علت خواص منحصر به فردش کاربردهای منحصر به فردی نیز پیدا کرده است. مدلی که آقای بینگ-ژو و همکارانش استفاده کردند، چسباندن نانو ذرات طلا به آنتی بیوتیک ونکومایسین بود. او معتقد است اگر چه مدل ارائه شده از طرف او از پتانسیل بالایی جهت مطالعه برخوردار است، با این حال خاصیت چند بعدی طلا در برابر آنتی بیوتیکها مورد بی توجهی قرار گرفته است. او بر این باور است ذرات طلا به دلیل دارا بودن شیمی سطح خوب، قابلیت کنترل شکل ذرات، همینطور پایداری شیمیایی، یک ماده مناسب برای افزودن به مواد دیگر است. در این پژوهش، با ایجاد پیوند بین ونکومایسین و ذرات طلا، خاصیت ضد باکتری آن در برابر *E-coli* بررسی شد که نتایج بدست آمده در مقایسه با ونکومایسین تنها و یا سایر آنتی بیوتیک‌ها قابل توجه بود.

چندین پیش واکنشگر متفاوت برای سنتز نانو ذرات طلا وجود دارد که ذراتی در بردهای مختلف از نظر اندازه و شکل فراهم می‌کنند ولی شاید بتوان آنها را به دو گروه کلی تقسیم‌بندی کرد:

نانو ذرات طلایی که در محیط غیر قطبی ایجاد می‌گردند و دیگری نانو ذراتی که در محیط قطبی نظیر آب تولید می‌شوند. حلالیت ذرات طلا یکی از مشکلات پیش رو است. زیرا حلالیت آن در حلال‌های قطبی ضعیف یا قوی، بستگی بسیار زیادی به خوشه های تک لایه ای که روی سطح ذرات چسبیده‌اند دارد. با تغییر این ذرات می‌توان میزان حلالیت طلا را افزایش داد. بطور مثال، با استفاده از بیومولکول-