

## استفاده از پوشش های نانو نقره جهت افزایش ماندگاری محصولات تازه (مطالعه موردی پسته)



نگارندگان:

احمد شاکر اردکانی، بهمن پناهی و نجمه صابری

نشریه ۱۰۶

**وزارت جهاد کشاورزی**

**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**

**مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی**

**پژوهشکده پسته**

**استفاده از پوشش های نانو نقره جهت افزایش ماندگاری  
محصولات تازه (مطالعه موردی پسته)**

**نگارندگان:**

**احمد شاکر اردکانی، بهمن پناهی و نجمه صابری**

**۱۳۹۸**

استفاده از پوشش های نانو نقره جهت افزایش ماندگاری محصولات تازه (مطالعه موردی پسته)

---

نگارندگان: احمد شاکر اردکانی، بهمن پناهی و نجمه صابری

ویراستاران علمی: علی تاج آبادی پور، رزا درگاهی

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته

شماره نشریه: ۱۰۶

شمارگان:

تاریخ انتشار: زمستان ۱۳۹۸

مسئولیت درستی مطالب با نگارندگان است.

این نشریه با شماره ۵۷۲۰۵ مورخ ۹۸/۱۲/۲۶ از مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

---

---

نشانی: رفسنجان - میدان شهید حسینی - پژوهشکده پسته

شماره تلفن: ۰۳۴۳۴۳۲۵۲۰۱ دورنگار: ۰۳۴۳۴۳۲۵۲۰۸ نشانی سایت: [www.pri.ir](http://www.pri.ir)

## فهرست نوشتار

صفحه	عنوان
۶.....	مقدمه
۷.....	پوشش های غذایی
۸.....	کاربرد ترکیبات نقره
۱۰.....	تاریخچه نانو
۱۰.....	کاربرد نانو
۱۱.....	نانو نقره
۱۴.....	سمیت نانو ذرات نقره
۱۶.....	اهمیت غذایی پسته
۱۸.....	کاربرد نانو نقره جهت افزایش ماندگاری پسته تازه
۱۹.....	نتیجه گیری
۱۹.....	مهم ترین پیام نشریه
۲۰.....	منابع

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۹	شکل ۱. ساختارهای رایج نانوذره ها.....
۱۲	شکل ۲. مکانیسم های ضد میکروبی نانو نقره.....

## مقدمه

پسته تازه یکی از محصولات مهم کشاورزی در کشور است که به لحاظ ماندگاری بسیار پایین آن باید فرآیند خشک شدن روی آن صورت گیرد. این مسئله باعث کاهش ارزش غذایی این محصول و تبدیل آن از میوه تازه به خشکبار و همچنین پرداخت تعرفه بازرگانی بسیار بالا برای صادرات می شود. بنابراین با توجه به اهمیتی که صادرات پسته تازه از نظر حفظ ارزش غذایی و کاهش تعرفه گمرکی و اقتصاد و ارزآوری دارد، اجرای پژوهش هایی در جهت افزایش ماندگاری پسته تازه و بسته بندی های مناسب در این زمینه دارای اهمیت فراوان است. چرا که شرایط نگهداری نامناسب یا طولانی شدن مدت زمان انبارداری باعث می گردد که پوست رویی پسته تازه شکاف خورده و از طرفی مواد رنگی از پوست رویی پسته خارج شده و باعث بدرنگی پوست استخوانی گردد و در نهایت منجر به کاهش کیفیت آن می شود. یکی از راهکارهای افزایش ماندگاری محصولات، پوشش دهی میوه هاست که نه تنها ظاهر میوه را بهبود می بخشد، بلکه ماندگاری و کیفیت آن ها را افزایش می دهد. موادی که برای بسته بندی غذاها به کار می روند، دارای معایبی هستند که استفاده از آن ها را محدود کرده است. غیرقابل تجزیه بودن در محیط زیست، مقاومت و استحکام پایین و نفوذپذیر بودن در مقابل اکسیژن که باعث فساد زودهنگام مواد غذایی می شود از مواردی است که باعث شده دانشمندان به سمت فناوری های جدید برای رفع این مشکلات بروند. پلیمرهای طبیعی؛ موادی زیست تخریب پذیر هستند اما استفاده از آن ها باعث استحکام پایین بسته بندی و نفوذپذیری بالای آن می شود. نانو ذرات نقره، اکسید تیتانیوم و کیتوسان قابلیت ضد باکتریایی بسته بندی و مدت استفاده از مواد غذایی را افزایش می دهند. از آنجایی که بیشتر روش های نگهداری معمول مواد غذایی در مورد غذاهای تازه و آماده مصرف قابل کاربرد نیست؛ برای نگهداری این گونه غذاها از بسته بندی های ضد میکروب استفاده می شود. این بسته بندی ها نوعی بسته بندی فعال هستند که دارای ترکیبات ضد میکروبی می باشند (شاکر اردکانی و همکاران، ۱۳۹۸). دانشمندان به دلیل افزایش

مقاومت میکروارگانسیم ها به آنتی بیوتیک ها، به دنبال یافتن ترکیباتی جایگزین برای آنتی بیوتیک ها هستند. نانو ذرات فلزی مانند طلا، نقره و مس از این دسته مواد می باشند (اسدی و همکاران، ۲۰۰۵) که در حال حاضر نانو ذرات نقره کاربرد تجاری داشته و ادعا می شود که علیه باکتری های گرم منفی و گرم مثبت، مفید می باشد (فیاض و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین با توجه به اثر بالای نانو ذرات نقره در ماندگاری محصولات، در این نشریه به اثر استفاده از نانو نقره روی افزایش ماندگاری پسته تازه رقم اوحدی و اکبری پرداخته شد.

### پوشش های غذایی

امروزه در صنعت بسته بندی مواد غذایی استفاده از فیلم ها و پوشش های خوراکی مورد توجه بوده و کاربرد آنها به ویژه به جهت آنکه زیست تخریب پذیر (Biodegradation) می باشند روز افزون است. فیلم ها و پوشش های خوراکی لایه نازکی از پلیمرهای زیستی قابل خوردن می باشند که علاوه بر نقش های عمومی که می بایست یک نوع بسته بندی ماده غذایی داشته باشد، می توانند در فرم بسته بندی فعال، حاوی مواد ضد میکروبی، ترکیبات آنتی اکسیدان و مواد افزودنی دیگر (مانند مواد طعم دهنده، رنگ دهنده و غیره) باشند که در مجموع باعث حفظ ارزش غذایی، ویژگی های حسی، افزایش زمان ماندگاری و ایمنی مواد غذایی می گردند. فیلم ها و پوشش های خوراکی در صنایع مختلف غذایی از میوه و سبزیجات تازه گرفته تا لبنیات و فرآورده های گوشتی و غیره کاربرد دارند و ویژگی های آنها وابسته به فرمولاسیون و روش تولیدشان می باشد. بسته بندی در دستیابی به اهداف ایمنی و کاهش ضایعات مواد غذایی نقش به سزایی دارد. با توجه به افزایش هشدارهای زیست محیطی، امروزه توجه زیادی به فیلم های بسته بندی زیست تخریب پذیر و سازگار با محیط زیست تحت عنوان فیلم ها و پوشش های خوراکی شده است.

### نقره:

نقره، عنصری فلزی، سفید و براق میباشد که در موقعیت ۴۷ جدول تناوبی قرار دارد و با نماد Ag نشان داده می شود. یک فلز نرم، که بالاترین هدایت الکتریکی را نسبت به عناصر دیگر و بالاترین رسانایی گرمایی را نسبت به هر فلز دارد. نقره در ابعاد بزرگتر، فلزی با خاصیت واکنش دهی کم می باشد، ولی زمانی که به ابعاد

کوچک در حد نانومتر تبدیل می شود خاصیت میکروب کشی آن بیش از ۹۹ درصد افزایش می یابد، به حدی که می توان از آن، جهت بهبود جراحات و عفونت ها استفاده کرد. همچنین به علت سطح تماس بیشتر با فضای بیرون تأثیر بیشتری بر محیط می گذارد، همچنین این ذرات بر متابولیسم، تنفس و تولیدمثل میکروارگانیسم اثر می گذارند. عوامل کنترل کننده رشد میکروارگانیسم ها دارای انواع متفاوتی هستند که باعث کشتن میکروارگانیسم ها یا مهار رشد آنها می شوند. در بین این مواد گروهی به نام ضد عفونی کننده (گند زدا) قرار دارند. این مواد عوامل شیمیایی هستند که برای سطح پوست یا سایر بافت های سطحی زنده استفاده می شود و باعث مهار رشد میکروارگانیسم ها شده یا آنها را حذف می کنند. فلزات سنگین و ترکیبات آنها نیز به عنوان مواد ضد عفونی کننده استفاده می شوند (آلپ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). نقره به طور طبیعی در اغلب بافت های بدن حضور دارد، ولی نقش بیولوژیک آن دقیقاً مشخص نیست (آرورا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). اصولاً برخی معتقدند برای عملکرد مناسب سیستم ایمنی، همه افراد نیازمند وجود ذرات نقره در بدن خود هستند (اهاری<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸).

### کاربرد ترکیبات نقره:

اثرات ضد میکروبی نقره قرنهایست که برای بشر شناخته شده است. طی چند دهه اخیر، ترکیبات نقره با خواص باکتری کشی قوی خود، کاربرد گسترده ای به عنوان گندزدا در صنعت و پزشکی داشته اند. برای مثال می توان به استفاده از مشتقات نقره در محصولات بهداشتی مختلف برای رفع بوی بد پا و بدن بر اساس جلوگیری از رشد میکروب ها و یا کاربرد ترکیبات سولفیدنقره به عنوان آنتی بیوتیک چشمی در نوزادان و یا کنترل عفونت های عامل سوزاک به کمک ترکیبات نقره اشاره نمود (جاچان<sup>۴</sup> و همکاران ۲۰۱۰؛ مدهوماتی<sup>۵</sup>، ۲۰۰۹). همچنین فلز نقره و یون های آن به دلیل خاصیت ضد میکروبی در گذشته کاربردهای فراوانی داشته اند و برای نگه داری از آب آشامیدنی، ترمیم زخم های سوختگی، جلوگیری از عفونت های مجاری ادراری

<sup>1</sup> Alp

<sup>2</sup> Arora

<sup>3</sup> Ahari

<sup>4</sup> Jae-chun

<sup>5</sup> Madhumati



نوزادان و... به کار می رفتند (چپرا<sup>۶</sup>، ۲۰۰۷). با ظهور آنتی بیوتیک ها، استفاده از این مواد کم رنگ شد؛ اما امروزه به دلیل مقاومت های میکروبی و همچنین طیف گسترده اثر نقره، استفاده از این مواد رونق گرفته است (داسیلوا<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). از سال ۱۸۸۴ محلول نیترات نقره یک درصد به عنوان شستشودهنده ی چشمی به کار رفته است.

## نانو:

"نانو" عبارتی یونانی است که معنای  $10^{-9}$  را داشته و یک نانو یک میلیاردیم می باشد. کاربرد این واژه امروزه بیشتر در نانو تکنولوژی یا فناوری نانو است (نارایانان و ساکتیول<sup>۸</sup>، ۲۰۱۰). اندازه ذرات نانو در محدوده ۱-۱۰۰ نانومتر قرار دارد (ویلیامز<sup>۹</sup>، ۲۰۰۸). غالباً، نانوذرات فلزی به دلیل نسبت سطح به حجم بالایشان، نشان دهنده ویژگی های منحصر به فرد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در مقایسه با ترکیبات مشابه اما درشت تر (ماکرو) هستند. (لی<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ شارما<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸؛ ایگلسیاس<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۷؛ و یانگ<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۸). ویژگی های منحصربه فرد مواد در مقیاس نانو به طور قابل ملاحظه ای بر روی تمامی حوزه های زندگی بشر اثرگذار بوده است به طوری که نانوتکنولوژی را رشته ای با آینده درخشان برای مصارف زیست پزشکی می سازد. در طول سالیان، به دلیل ویژگی های آنتی میکروبی، نانوذرات فلزی همچون نقره ارزش قابل ملاحظه ای را به دست آورده اند. با این وجود، طبیعت سمی و انباشت این نانوذرات، استفاده از آنها را در بیشتر مصارف بهینه شده، محدود کرده است (اسواتی<sup>۱۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۳).

زمینه هایی که نانوذرات در آن ها کاربرد دارند، شامل کاربرد نانوذرات در مواد کاتالیزور، کامپوزیت<sup>۱۵</sup>، افزودنی های سوخت و مواد منفجره، بسته بندی و روکش ها، ساینده ها<sup>۱۶</sup>، روان کننده ها، پزشکی و داروسازی، باتری ها و پیل های سوختی، دارو رسانی، محافظت کننده ها، آنالیز زیستی و تشخیص پزشکی و لوازم آرایشی

<sup>6</sup> Chopra

<sup>7</sup> Dasilva

<sup>8</sup> Narayan&Saktivel

<sup>9</sup> Williams

<sup>10</sup> Li

<sup>11</sup> Sharma

<sup>12</sup> Iglesias

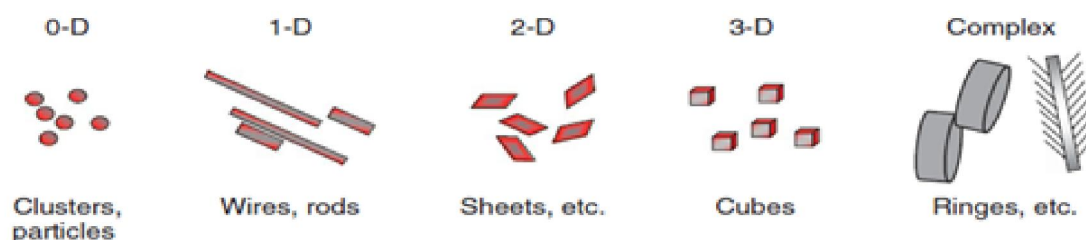
<sup>13</sup> Huang&Yang

<sup>14</sup> Aswathy

<sup>15</sup> - Composite

<sup>16</sup> - Grating

می شود. محققان نانو فناوری ابعاد گسترده ای از کاربردهای نانوذرات را شناسایی کرده اند که ممکن است نقش فراوانی در پزشکی، پیشگیری و درمان بیماری ها داشته باشد. امروزه با ظهور فناوری نانو و تولید نانوکامپوزیت های ضد باکتریایی مختلف با خواص منحصر به فرد، استفاده از پوشش های بسته بندی بیش از سایر پوشش ها مورد توجه قرار گرفته اند. بعضی از این بسته بندی ها علاوه بر خاصیت ضد میکروبی، از شفافیت بیشتر، تیرگی کم و استحکام بالایی برخوردار هستند و مقاومت بیشتری در برابر حرارت، نفوذ اکسیژن، رطوبت و مواد فرار از خود نشان می دهند. در این راستا انواع مختلف نانو مواد مانند نانوذرات منیزیم، تیتانیوم، مس، طلا و نقره مطرح شده اند، ولی نانوذرات نقره بالاترین اثر ضد میکروبی را نشان داده اند، چرا که این نانوذرات، اثر ضد میکروبی خوبی بر علیه باکتری، ویروس و سایر میکروارگانیسم های یوکاریوتیک دارد (رای و یادوا<sup>۱۷</sup>، ۲۰۰۹). نانوذره های کمتر از ۱۰۰ نانومتر شامل صفر بعدی: خوشه های، یک بعدی: نانوذره های میله ای و سیمی شکل، دو بعدی ها: ساختارهای صفحه ای، سه بعدی: نانومکعب ها و دیگر ساختارهای بی شکل می شوند. در شکل ۱ به تعدادی از ساختارهای رایج نانوذره های موجود اشاره شده است (پوکروپینوی و اسکوروکاد<sup>۱۸</sup>، ۲۰۰۸).



شکل ۱- ساختارهای رایج نانوذره ها

### تاریخچه نانو:

اولین جرعه فناوری نانو در سال ۱۹۵۹ زده شد. در این سال یک پروفیسور فیزیک دان به نام ریچارد فاینمن در یک سخنرانی در نشست در انجمن فیزیک آمریکا ایده فناوری نانو را مطرح ساخت (خادم حسینی و لانگر، ۲۰۰۶). البته در آن زمان فناوری نانو هنوز به این نام شناخته نشده بود. وی این نظریه را ارائه داد که

<sup>17</sup>Rai&Yadva

<sup>18</sup>Pokropivny&Skorokd

در آینده ای نزدیک می توانیم مولکولها و اتم ها را به صورت مستقیم دست کاری کنیم (فیمن<sup>۱۹</sup>، ۱۹۵۹). واژه ی فناوری نانو اولین بار توسط پروفیسور نوریوتاینگوچی<sup>۲۰</sup>، استاد دانشگاه علوم توکیو، در سال ۱۹۷۴ معرفی شد. او این واژه را برای توصیف ساخت مواد (وسایل) دقیقی که تلورانس ابعادی آنها در حد نانومتر می باشد به کار برد (تانیگوچی، ۱۹۷۴).

نانوذرات از زمانهای بسیار دور مورد استفاده قرار می گرفته اند. شاید اولین استفاده آنها در لعاب های چینی و سرامیک های تزئینی سلسله های ابتدایی چین در قرن ۴ و ۵ میلادی بوده است. کربن سیاه مشهورترین مثال از نانوذراتی است که ده ها سال به طور انبوه تولید شده است و در لاستیک اتومبیل به منظور افزایش طول عمر آنها به کار رفته است. در دهه ۱۹۳۰ برای اولین بار روشهای فرآوری بخار جهت تولید نانو ذرات بلوری مورد استفاده قرار گرفتند. در سال ۲۰۰۰، شرکت داروسازی الان<sup>۲۱</sup> از طرف سازمان غذا و داروی آمریکا تأییدیه فناوری تولید نانو کریستال های خود را با انجام فرمولاسیون مجدد داروی راپامون<sup>۲۲</sup> به دست آورد. این فرمولاسیون جدید با کاهش اندازه ی ذرات به زیر ۲۰۰ نانومتر توانست مشکل حلالیت خیلی پایین دارو را حل کند. شاید مهم ترین مزیت این فرمولاسیون جدید افزایش زمان نگهداری آن نسبت به محصول قدیمی باشد.

### نانونقره:

یکی از شاخه های کاربردی نانو فناوری، ساخت نانونقره می باشد. فلز نقره به اشکال نوینی تبدیل می شود. انجام این روش ها به گونه ای است که مولکول نقره را از حالت "درشت مولکول" به شکل ذرات بسیار ریز تبدیل می کند که در مقیاس نانو متر قابل اندازه گیری می باشد. وقتی این ذرات در ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر تبدیل شوند "ذرات نانو" نام گذاری می شوند (اوبردورستر<sup>۲۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۵؛ وارهیت<sup>۲۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۷).

<sup>19</sup> Feynman

<sup>20</sup> Norio Taniguchi

<sup>21</sup> Elan

<sup>22</sup> Rapamune®

<sup>23</sup> Oberdorster

در طول سالیان، نانوذرات فلزی همچون نقره، به دلیل ویژگی های ضد میکروبی ارزش قابل ملاحظه ای را به دست آورده اند. با این وجود، طبیعت سمی و انباشت این نانوذرات، استفاده از آنها را در بیشتر مصارف بهینه شده، محدود کرده است (اسواتی<sup>۲۵</sup>، ۲۰۱۳).

نانو ذرات نقره به دلیل نسبت سطح به حجم بسیار بالا و بالا بودن تعداد زیادی از اتم های فلز در واحد سطح، تماس بهتری با میکروارگانیسم ها داشته و ویژگی های ضد میکروبی منحصر به فردی را نسبت به فلز نقره در ابعاد بزرگتر نشان می دهند (سالام<sup>۲۶</sup>، ۱۹۸۹). به دلیل اثرات ضد میکروبی نقره، این مواد در بسیاری از محصولات تجاری، بهداشتی، پزشکی، دندانپزشکی و... به کار می روند. نانوذرات نقره می توانند بیش از ۶۵۰ نوع باکتری شناخته شده را از بین ببرند. از جمله خصوصیات نانو ذرات نقره میتوان به تأثیر بسیار زیاد، غیر محرک برای بدن، قابلیت تحمل شرایط مختلف، آب دوست بودن، مقاومت در برابر حرارت، سازگاری با محیط زیست، تأثیر داشتن روی باکتری ها، قارچ ها و ویروس ها و صرفه ی اقتصادی را نام برد (تهان و همکاران<sup>۲۷</sup>، ۲۰۰۶). نقره در ابعاد بزرگتر، فلزی با خاصیت واکنش دهی کم می باشد ولی زمانی که به ابعاد کوچک در حد نانو متر تبدیل می شود اولاً خاصیت میکروب کشی آن بیش از ۹۹ درصد افزایش می یابد به حدی که می توان از آن جهت بهبود جراحات و عفونت ها استفاده کرد. ثانیاً به علت سطح تماس بیشتر با فضای بیرون، تأثیر بیشتری بر محیط می گذارد، همچنین این ذرات بر متابولیسم تنفس و تولید مثل میکروارگانیسم ها اثر می گذارند. مصرف آنتی بیوتیک ها، راه اصلی درمان عفونت های باکتریایی است. متأسفانه با افزایش مقاومت باکتری ها به آنتی بیوتیک های قوی تر، خطر افزایش بیماری های عفونی جان انسان ها را تهدید می کند. امروزه روش های مختلفی به یاری انسان ها آمده تا مصرف این آنتی بیوتیک ها روز به روز کاهش یابد. نانو ذرات نقره بدون افزایش مقاومت دارویی، باعث مهار سیستم تنفسی باکتری ها می شود (مودجی و روبرتس<sup>۲۸</sup>، ۲۰۰۶؛ تهان<sup>۲۹</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). چندین نانو ذره طبیعی و مصنوعی از

<sup>24</sup> Warheit

<sup>25</sup> Aswathy

<sup>26</sup> Salame

<sup>27</sup> Danesh nameh.roshd

<sup>28</sup> Moudyi&Roberts

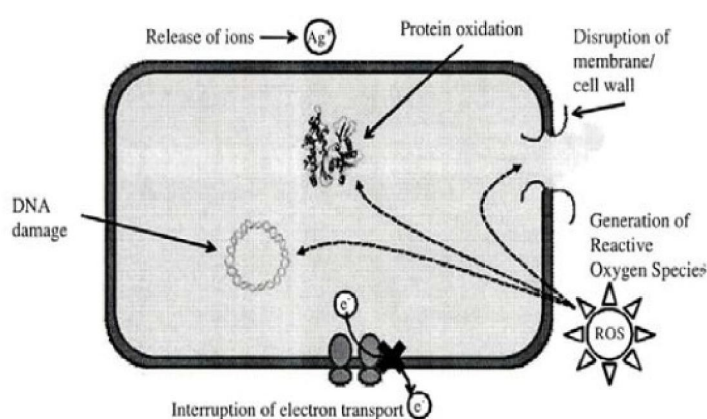
<sup>29</sup> Tahan

جمله کیتوزان<sup>۳۰</sup>، کاتالیست های نوری اکسید تیتانیوم، نانو لوله های کربنی و نانو ذرات نقره خواص ضد میکروبی قوی از خود نشان داده اند. اما در میان آنها، نانو ذرات نقره از همه پر کاربرد ترند. دانشمندان مکانیسم های متفاوتی را برای بیان اثرگذاری نقره بر میکروب ها یافته اند. به دلیل تعدد مکانیسم ها است که میکروب ها نمی توانند نسبت به نقره سازگار شوند و یا مقاومت پیدا کنند.

### مکانیسم ضد میکروبی نانونقره:

امروزه مکانیسم های بسیاری برای خواص ضد میکروبی نانو ذرات نقره مشخص شده اند:

- چسبیدن نانوذرات به سطح هوشیار موادغشایی. نانوذرات نقره، مولکول های لیپیدی ساکارید را تجزیه نموده، سپس وارد سلول و سبب افزایش زیاد نفوذپذیری غشا می شوند.
- نانوذرات نقره وارد سلول باکتری شده، منجر به تخریب DNA می شوند.
- تجزیه نانوذرات نقره که باعث انتشار یون های نقره با بار مثبت ضد میکروبی می شود. خواص فیزیکوشیمیایی نقش مهمی را در فعالیت ضد میکروبی نانوذرات نقره ایفا می کنند. به طور کلی، ذرات کمتر از ۱۰nm برای باکتری هایی نظیر اشرشیاکلی و سودوموناس آئروژینوزا<sup>۳۱</sup>، سمی هستند (مورنس<sup>۳۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵).



شکل ۲ - مکانیسم های ضد میکروبی نانونقره

<sup>30</sup> Chitosan

<sup>31</sup> Pseudomonas aeruginosa

<sup>32</sup> Morones

## تاریخچه استفاده از نانو ذرات نقره:

اثرات ضد باکتریایی نقره قرن هاست که برای بشر شناخته شده است. مصری ها مومیایی های خود را برای حفاظت بیشتر با لعاب نقره ای اندود می کردند. همچنین سربازان در جنگ ها از سکه های نقره ای برای بستن زخم ها به منظور کنترل عفونت استفاده می کرده اند. در طی چند دهه اخیر ترکیبات نقره با خواص باکتری کشی قوی خود، کاربرد گسترده ای به عنوان گندزدا در صنعت و پزشکی داشته اند. برای مثال می توان به استفاده از مشتقات نقره در محصولات بهداشتی مختلف برای رفع بوی بد پا و بدن بر اساس جلوگیری از رشد میکروب ها و یا کاربرد ترکیبات سولفید نقره، به عنوان آنتی بیوتیک چشمی در نوزادان و یا کنترل عفونت های عامل سوزاک به کمک ترکیبات نقره اشاره نمود (جا چون و همکاران، ۲۰۱۰؛ مدهوماتی و همکاران، ۲۰۰۹).

قبل از اختراع پنی سیلین در سال ۱۹۲۸ کلوئید نقره برای درمان بسیاری از عفونت ها و بیماری ها استفاده شده است. نقره از زمان های خیلی قدیم به شکل های مختلف (نقره فلزی، نیترات نقره و سولفادiazین<sup>۳۳</sup>) برای درمان سوختگی ها، زخم ها و عفونتهای باکتریایی استفاده می شده است. اما امروزه نانو تکنولوژی که در قرن اخیر پیشرفت زیادی کرده است با تبدیل فلزات به سایز نانو، خواص شیمیایی و فیزیکی فلزات را تغییر می دهد. برای مثال نقره به شکل نانو، پتانسیل فوق العاده ای به عنوان ضد باکتری دارد و به همین خاطر نانونقره در پزشکی کاربرد زیادی پیدا کرده است (رای و همکاران، ۲۰۰۹).

## سمیت نانوذرات نقره:

نانونقره یکی از مهمترین نانومواد است که امروزه از آن در صنعت و تجارت به صورت وسیعی از آن استفاده می شود و این موضوع باعث نگرانی هایی در مورد تاثیر آن بر محیط و سلامتی انسان شده است. نانوذرات ممکن است از مسیرهای مختلف وارد بدن شوند و این موضوع تعیین خطرات مربوط به هر ماده را با دشواری روبرو می کند. اغلب تحقیقات برای ارزیابی تأثیرات سمی نانوذرات، در سیستم تنفسی گزارش شده است، اما

<sup>33</sup>Sulfadiazine

مسیر ورود معدی روده ای هم به تحقیقات بیشتر نیاز دارد. زیرا نانوذرات می توانند مستقیماً از طریق آب، غذا، داروها، وسایل انتقال دارو، مواد آرایشی و غیره وارد سیستم گوارش شوند (اوبردرستر و همکاران، ۲۰۰۵). افزایش ذراتی با اندازه های مختلف در سیستم گوارش می تواند منجر به تأثیرات سمی گوناگون گردد (باکمن<sup>۳۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۰).

در بسیاری از منابع و مطالعات نشان داده شده است که نانوذرات نقره در مقادیر اندک غیر سمی و بی ضرر می باشند و دارای سازگاری بالایی هستند. با این حال به دلیل اندازه کوچک و خواص قابل تغییر این نانوذرات، احتمال خطرناک بودن آن در محیط بیرون وجود دارد (برایدیچ-استول و همکاران، ۲۰۰۵). سمیت نانو ذرات، به فاکتورهای زیادی بستگی دارد که شامل اندازه، شکل، سطح و ترکیب شیمیایی می باشند. ذرات ریز، سطح فعال وسیع تری نسبت به ذرات درشت تر دارند (جانستون<sup>۳۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). بعضی گزارشات در زمینه های پزشکی و بیولوژیکی ثابت کردند که بسیاری از وسایل پزشکی نقره دار، یون های نقره آزاد می کنند که وارد خون و در کبد، کلیه، ریه و مغز انباشته شده، باعث سمی شدن آنها و در نهایت منجر به مرگ می شوند (پارکا<sup>۳۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین نانوذرات نقره ممکن است اثرات سمی داشته باشند که مکانیسم سمیت آنها روشن نیست (تانگ و ایکسی<sup>۳۷</sup>، ۲۰۰۸) و نگرانی های زیادی را در ارتباط با طبیعت برای سلامتی انسان ها به وجود آورده است (مارتینز-گوتیرز<sup>۳۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). در نانو مواد اندازه هر ذره بسیار با اهمیت است که نقش کلیدی در تعیین ویژگی های نهایی نانوذره دارد. اندازه ذره می تواند ویژگی های فیزیکی- شیمیایی نانوماده را تغییر دهد و احتمال جذب و تعامل با بافت های بیولوژیکی را افزایش دهد (تانگ و ایکسی، ۲۰۰۸؛ کیم و همکاران، ۲۰۰۹). امروزه نتیجه بررسی ها نشان می دهد که فعالیت بیولوژیکی نانو مواد با کاهش اندازه ذره افزایش می یابد (جانستون و همکاران، ۲۰۱۰).

<sup>34</sup> Bockmann

<sup>35</sup> Johnston

<sup>36</sup> Parka

<sup>37</sup> Tang&Xi

<sup>38</sup> Martines – Gutierrez

نانو نقره دارای خواص فیزیکی و سطحی است که می تواند تهدیدی برای سلامت انسان و محیط زیست مطرح کند (لی<sup>۳۹</sup> و همکاران ۲۰۰۷). نانو مواد از جمله نقره، در درجه اول به دلیل اندازه بسیار کوچک خود، که قابل مقایسه با اندازه ویروس ها هستند ممکن است توانایی ورود به اندام ها و آسیب به موجودات زنده را داشته باشند. برخی از نانو ذرات می توانند به ریه ها یا پوست نفوذ کرده و وارد گردش خون و سیستم لنفاوی انسان و حیوانات شده و به بافت ها و اندام های بدن رسیده و به طور بالقوه اختلال در فرآیندهای سلولی ایجاد کرده و باعث بیماری شوند. برای درک سمیت نانو ذرات می توان به این موضوع اشاره کرد که نانوذرات اندازه ای کوچکتر از سلول و اندامک های سلولی دارند و می توانند به ساختارهای بیولوژیکی نفوذ کنند و باعث اختلال در عملکرد طبیعی سلول ها شوند. نمونه هایی از اثرات سمی عبارتند از التهاب بافت و تغییر تعادل سلولی نسبت به اکسیداسیون که باعث عملکرد غیر طبیعی یا مرگ سلولی می شود (سامبرگ<sup>۴۰</sup> و همکاران). مصرف خوراکی نانو ذرات منجر به تجمع آن هادر کبد، کلیه ها، طحال، مغز، دستگاه گوارش و ریه می شود. برخی از نانو ذرات از طریق دستگاه گوارش منتقل و حتی می توانند از طریق گوارش به گردش خون منتقل شوند و جذب شوند (هاگنس<sup>۴۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۷).

### اهمیت غذایی پسته

پسته یکی از قدیمی ترین آجیل هایی است که از حدود ۶۰۰۰ سال پیش از میلاد در جهان مورد استفاده قرار می گیرد. این طلای سبز دارای فواید بسیار برای سلامتی می باشد و یکی از محدود مواد غذایی است که حاوی بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز برای سلامتی کامل انسان می باشد و این واقعیت سبب افزایش ارزش اقتصادی بالای این محصول ارزشمند گردیده است. پسته حاوی مواد مغذی شامل: کربوهیدرات ها، پروتئین ها، چربی ها، فیبر رژیم غذایی، آنتی اکسیدان ها، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، منیزیم، روی، مس، منگنز، ویتامین ب ۱، بتا کاروتن<sup>۴۲</sup>، لوتئین<sup>۴۳</sup> و زآگزانتین<sup>۴۴</sup>، ویتامین ب ۲ (ریبوفلاوین<sup>۴۵</sup>)، ویتامین ب ۳

<sup>39</sup> Lee

<sup>40</sup> Samberg

<sup>41</sup> Hagens

<sup>42</sup> beta-Carotene



(نیاسین<sup>۴۶</sup>)، ویتامین ب ۵ (اسید پانتوتنیک<sup>۴۷</sup>)، فولات<sup>۴۸</sup>، ویتامین ب ۶، ویتامین ث، ویتامین E، ویتامین آ و ویتامین K می باشد. این ترکیبات سبب سلامت قلب و کبد، مدیریت وزن، حفاظت در برابر دیابت و فشار خون بالا، بهبود کارکرد دستگاه گوارش و هضم غذا، تقویت قوای جنسی و جلوگیری از بروز انواع سرطانها می گردد (لی و همکاران، ۲۰۱۰؛ بزرگی و همکاران ۲۰۱۳؛ طایفه علی اکبرخانی، ۲۰۱۷).

پسته تازه یکی از محصولات مهم کشاورزی در کشور است که به لحاظ ماندگاری بسیار پایین آن باید فرآیند خشک شدن روی آن صورت گیرد. این مسئله باعث کاهش ارزش غذایی این محصول و تبدیل آن از میوه تازه به خشکبار و پرداخت تعرفه بازرگانی بسیار بالا برای صادرات می شود. یکی از راهکارهای افزایش ماندگاری محصولات، پوشش دهی میوه هاست که نه تنها ظاهر میوه را بهبود می بخشد، بلکه ماندگاری و کیفیت آنها را افزایش می دهد. میوه ها و سبزی های تازه برداشت شده بافت های زنده ای می باشند که تا زمان مصرف، فرآوری و یا پختن، خصوصیات بیولوژیکی خود را حفظ می کنند. کنترل فرآیند تنفس در محصولات برداشت شده باعث کاهش فرآیند های متابولیکی و در نتیجه افزایش عمر پس از برداشت می شود. نتایج حاصل از پژوهش های انجام شده نشان می دهد که شاخص های کیفیت میوه ها و سبزی ها پس از برداشت کاهش پیدا می کند و در نهایت باعث کاهش کیفیت خوراکی و افزایش ضایعات پس از برداشت می گردد. بسیاری از این خسارت ها و تغییر در کیفیت فرآورده ها در اثر فعالیت آنزیم ها و تغییرات متابولیکی درون بافت خوراکی است.

مهمترین ناهنجاری که باعث کاهش کیفیت و در نهایت پژمردگی فرآورده ها می شود، کاهش وزن از طریق تبخیر از سطح فرآورده می باشد. علاوه بر از دست دادن آب، کاهش سفتی بافت میوه و ترکیبات فنلی و افزایش فعالیت قارچی و باکتریایی در میوه های پس از برداشت گزارش شده است (راحی، ۱۳۷۳). روش های زیادی برای کنترل تنفس، حفظ کیفیت، کاهش ضایعات و افزایش عمر انبارداری فرآورده های باغبانی

<sup>43</sup> Lutein

<sup>44</sup> Zeaxanthin

<sup>45</sup> Riboflavin

<sup>46</sup> Niacin

<sup>47</sup> Pantothenic acid

<sup>48</sup> Folate

مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از ترکیبات نانو، یکی از مؤثرترین روشهای کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات باغبانی می باشد. متداول ترین نانو ماده ای که در صنعت بسته بندی نقش ضد باکتریایی دارد، نانو ذرات نقره هستند. نانوذرات نقره مانع تقسیم و رشد قارچ ها و باکتری های عامل عفونت و بو می شوند. مکانیسم عمل نانو ذرات نقره به این صورت است که این مواد با غیر فعال کردن ترکیبات گروه تیول موجود در آنزیم های تنفسی سلول باکتری باعث مرگ آن می شوند.

### کاربرد نانوذرات نقره جهت افزایش ماندگاری پسته تازه

در تحقیقی توسط احمدی و همکاران (۱۳۹۲) دانه های پسته غلظت های متفاوت ژل آلونته ورا و نانوسید با غلظت های ۸۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر غوطه ور و در دمای  $4 \pm 2$  درجه سانتی گراد برای مدت ۴۰ روز قرار گرفتند. کاهش وزن، کیفیت ظاهری و بازارپسندی پسته ها به فاصله هر ۵ روز یک بار اندازه گیری شد و میزان چربی و کربوهیدرات های قابل حل در پایان دوره نگهداری نیز محاسبه شد. نتایج نشان داد که فیلم های نانو در مقایسه با شاهد، به طور معنی داری در کنترل کاهش وزن و حفظ خصوصیات ظاهری پسته های تازه مؤثر بوده اند.

در یک آزمایش دیگر که توسط شاکر اردکانی و همکاران (۱۳۹۸) انجام شده است نمونه های ارقام اوحدی و اکبری در محلول های مختلف شامل شاهد (آب مقطر) و نانو نقره در غلظت های ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۱۰ دقیقه غوطه ور گردیدند و در دو دمای یخچال ( $4 \pm 2$  درجه سانتی گراد) و دمای آزمایشگاه ( $20 \pm 2$  درجه سانتی گراد) قرار داده شدند. در طول ۳۰ روز، هر ۱۰ روز یک بار کاهش وزن، درصد چربی و میزان کربوهیدرات محلول اندازه گیری شد. بر اساس نتایج میزان کاهش وزن به نوع رقم بستگی نداشت. اثر دمای محیط و یخچال بر مقدار کاهش وزن نمونه ها معنی دار بود و افت وزن در دمای محیط بیشتر از دمای یخچال بوده است. بر اساس این نتایج میزان کربوهیدرات با تغییر غلظت ترکیبات نانو تغییر نکرده است، اما

استفاده از پوشش های نانو نقره جهت افزایش ماندگاری محصولات تازه (مطالعه موردی پسته)

میزان آن در ارقام متفاوت بوده است. میزان کربوهیدرات محلول به دمای نگهداری بستگی ندارد. در مجموع آنها، تیمار حاوی غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر ترکیب نانو نقره در دمای یخچال که کمترین میزان افت وزن (۲۱/۴۹ درصد) و بالاترین مقدار کربوهیدرات محلول (۰/۲۵ درصد) و چربی (۵۴/۲۵ درصد) را دارد به عنوان بهترین تیمار انتخاب نمودند.

### نتیجه گیری

استفاده از محلول حاوی ۱۵۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره در دمای یخچال (۴ درجه سانتی گراد) می تواند ماندگاری پسته تازه را تا ۳۰ روز افزایش دهد.

#### مهم ترین پیام نشریه

پسته تازه یکی از محصولات مهم کشاورزی در کشور است که پتانسیل خوبی برای صادرات دارد. یکی از مشکلات آن ماندگاری پایین آن است. استفاده از ترکیبات نانو نقره و دمای پایین می تواند باعث افزایش ماندگاری پسته تازه گردد.

## منابع:

احمدی، زهرا، میردهقان، سید حسین، حکم آبادی، حسین و شمشیری، محمدحسین. ۱۳۹۲. استفاده از بسته بندی های نانو و پوشش های خوراکی در بهبود عمر انباری و کیفیت دانه های پسته. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۷ (۴): ۳۶۷-۳۷۴.

شاکراردکانی، احمد، پناهی، بهمن، مرادی، محمد و صابری، نجمه. ۱۳۹۸. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی بررسی اثر استفاده از نانو نقره روی افزایش ماندگاری پسته تازه رقم اوحدی و اکبری. پژوهشکده پسته.

راحی. ۱۳۷۳. فیزیولوژی پس از برداشت، مقدمه ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه ها. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۵۹ ص.

Asadi, G.H., Hosseini, S.E. & Mogadam, A.D. 2005. Nanotechnology and the future of food science, Congress of Innovation in Traditional Foods (Intradfood) Congress Proceedings, Universidad Politecnica De Valencia, Valencia, Spain: 1471-1474.

Aswathy, R., Preethy, C., Sudheer K., S. 2013. Biofunctionalized silver nanoparticles: Advances and prospects. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 105 342-352.

Alp, S., 2007. Bacterial resistance to antiseptics and disinfectants. Microbiology bülteni, 41(1): 155-161.

Arora S, Jain J, Rajwadw JM, Paknikar JM. 2009. Interactions of Silver Nanoparticles with Primary. Mouse Fibroblasts and Liver Cells. Toxicol Appl Pharmacol 236(3): 310-318.

Ahari H, 2008. Nanotechnology in Medicine and Veterinary Medicine. Tehran: Jahad Daneshgahi Pub.

Bozorgi, M., Memariani Z., Mobli M., Salehi Surmaghi MH., Shams-Ardekani MR. and Rahimi R. 2013. Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk* and *P. lentiscus*): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology. The Scientific World Journal. 14: 1-33.

Braydich-Stolle L, Hussain S, Schlager J, Hofmann MC. 2005. In vitro cytotoxicity of nanoparticles in mammalian germ line stem cells. Toxicol Sci. 88: 412-9.

Cho K. H. Park J. E, Osaka T, Park S. G, 2005. The study of antimicrobial activity and preservative effects of Nano silver ingredient. *Electrochimia Acta*, 51: 956-960.

Chopra, I., 2007. The increasing use of silver-based products as antimicrobial agents: a useful development or a cause for concern? J. Antimicrob. Chemother. 59(4): p. 587-590.

Dasilva Paula, M. M. 2009. Synthesis, characterization and antibacterial activity studies of poly- $\{\text{styrene-acrylic acid}\}$  with silver nanoparticles. *Materials Science & Engineering C*, 29(2): p. 647-650.

-Fayaz, A. M., Balaji, K., Girilal, M., Yadav, R., Kalaichelvan, P. T., & Venketesan, R. 2010. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and their synergistic effect with antibiotics: a study against gram-positive and gram-negative bacteria. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 6(1), 103-109.

Feynman R. lecture at the California Institute of technology: 1974. December 29. Fox cl, Modak SM. Mecanism of silver sulfadiazine action on burn wound infections. *Antimicrob Agents Chemother*, 5(6): 582-8.

Jae-chunRya, Sungil Yang, Young-Joung Kim. 2010. Cytotoxicity and Genotoxicity of Nano-silver in Mammalian Cell Lines. *Mol Cel Toxicol*, 6: 119-125.

Li, Z., Song R., Nguyen C., Zerlin A., Karp H., Naowamondhol K., Thames G., Gao K., Li L., Tseng CH., Henning SM. and Heber D. 2010. Pistachio nuts reduce triglycerides and body weight by comparison to refined carbohydrate snack in obese subjects on a 12-week weight loss program. *J Am Coll Nutr*. 29(3):198-203.

Li, L. S., Hu, J., Yang, W., & Alivisatos, A. P. 2001. Band gap variation of size-and shape-controlled colloidal CdSe quantum rods. *Nano Letters*, 1(7), 349-351.

Iglesias-Silva, E., Rivas, J., Isidro, L. L., & Lopez-Quintela, M. A. 2007. Synthesis of silver-coated magnetite nanoparticles. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 353(8), 829-831.

Johnston, HJ, Hutchison, G, Christensen FM, Peters S, Hankim S, Stone V. 2010. A review of the in vivo and in vitro toxicity of silver and gold particulates: particle attributes and biological mechanisms responsible for the observed toxicity. *Grit Rev Toxicol* 40(4): 328-46.

Huang, H., & Yang, Y. 2008. Preparation of silver nanoparticles in inorganic clay suspensions. *Composites Science and Technology*, 68(14), 2948-2953.

Madhumathi, K., Kumar, P. S., Abhilash, S., Sreeja, V., Tamura, H., Manzoor, K. & Jayakumar, R. 2010. Development of novel chitin/nanosilver composite scaffolds for wound dressing applications. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 21(2), 807-813.

Narayanan KB, Sakthivel N. 2010. Biological synthesis of metal nanoparticles by microbes. *Advances in Colloid and Interface Science*. 156: 1-13.

Moudgi BM, Roberts SM. Designing a Strategies for safety evaluation of nonmaterial's. Part Nano-Interface in a Microfluidic Chip to Probe Living VI. 2006. Characterization of Nano scale Particles for Cells: Challenges and Perspectives. *Toxicological Science U.S.A*103: 6419-6424.

Morones, J. R., Elechiguerra, J. L., Camacho, A., Holt, K., Kouri, J. B., Ramirez, J. T. and Yacaman, M. J. 2005. The bactericidal effect of silver Nano particles. *Nanotechnology*, 16(10), 2346-2353.

Pokropivny V.V, Skorokhod V.V. 2008. New dimensionality classifications of nanostructures, *Physica E*, 40: 2521–2525.

Oberdorster, G., Oberdorster, E., Oberdorster, J., 2005. Nano toxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. *Environ Health Perspect.* 113: 823-839.

Sharma, V. K., Yngard, R. A., & Lin, Y. 2008. Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities. *Advances in colloid and interface science*, 145(1), 83-96.

Tahan G, Leung R, Zenner GM, Ellison KD, Crone VVC, Moller GA. 2006. Nanotechnology and Improving Packaged Food Quality and Safety. Part 2: Nano composites. *Am J physics*; 74(5): 443-448.

Taniguchi N. 1974. On the Basic Concept of Nano-Technology. Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo, Part II. Japan Society of Precision Engineering.

Rai, M., and A., Yadva. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials, *Biotechnology Advance*, 27(1): 76-83.

Bockmann J, Lahl H, Eckert T, Unterhalt B. 2000. Titan-Blutspiegelvor und nach Belastungsversuchen mit Titandioxid. *Pharmazie*; 55(2): 140-3.

Parka E, Bae E, Yi J, Kim Y, Choi K, Lee SH. 2010. Repeated-dose toxicity and inflammatory responses in mice by oral administration of silver nanoparticles. *Environ Toxicol Pharmacol*, 30(2): 162-8.

Salame, M. 1989. The use of barrier polymers in food and beverage packaging. Lancaster, Pa. U.S.A. Technomic Publishing co. Inc. p: 132-45.

Tang J, Xi T. 2008. Status of biological evaluation on silver nanoparticles. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi*; 25(4): 958-61.

Kim WY, Kim J, Park JD, Ryu HY, Yu IJ. 2009. Histological study of gender differences in accumulation of silver nanoparticles in kidneys of Fischer 344 rats. *J Toxicol Environ*, 72(21-22): 1279-84.

Martinez-Gutierrez F, Olive PL, Banuelos A, Orrantia E, Nino N, Sanchez EM, 2010. Synthesis, characterization, and evaluation of antimicrobial and cytotoxic effect of silver and titanium nanoparticles. *Nano Medicine*, 6(8): 681-8.

Lee, K.J., Lee, Y., Shim, I., Jun, B.H., Cho, H.J., Joung, J. 2007. Large-scale synthesis of polymer-stabilized silver nanoparticles. *Sol. St. Phen.* 124-126, 1189-1192.

Hagens, W.I., Oomen, A.G., de Jong, W.H., Cassee, F.R., Sips, A.J.A.M. 2007. What do we (need to) know about the kinetic properties of nanoparticles in the body?, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 49( 3): 217–229.

Meyer F.P., Jorgenson T.A., 1984. Teratological and other effects of malachite green on development in rabbits and knbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112, 818- 824.

Samberg, M.E., Oldenburg, S.J., Monteiro-Riviere, N.A. 2010. Evaluation of silver nanoparticle toxicity in skin in vivo and keratinocytes in vitro, *Environ. Health Perspect.* 118(3):407-413.

Tayefeh Aliakbarkhani, S., Farajpour M., Asadian AH., Aalifar M., Ahmadi S. and Akbari M. 2017. Variation of nutrients and antioxidant activity in seed and exocarp layer of some Persian pistachio genotypes. *Annals of Agricultural Science.* 1-6.

Warheit, D. B., Borm, P. J., Hennes, G., Lademann, J., 2007. Testing strategies to establish the safety of nanomaterials: conclusions of an ECETOG workshop. *Inhal.Toxicol.* 19: 631-643.

Weissleder R, Elizondo G, Wittenburg J, Rabito CA, Bengel HH, Josephson L. 1990. Ultrasmall superparamagnetic iron oxide: characterization of a new class of contrast agents for MR imaging. *Radiology*, 175:489-493.

WHO. World Health Organization. 2002. Silver and silver compounds: Environmental aspects. (Concise international chemical assessment document; 44). International Programme on Chemical Safety II.

# Using Nano-Silver Coatings to Increase Shelf Life of Fresh Products (Case Study of Pistachio)

By

Ahmad Shakerardekani, Bahman Panahi & Najmeh Saberi

پژوهشکده پسته

رفسنجان: میدان شهید حسینی

تلفن: ۰۳۴-۳۴۲۲۵۲۰۴

دورنگار: ۰۳۴-۳۴۲۲۵۲۰۸

[www.pri.ir](http://www.pri.ir)

