

بررسی تاثیر نانو ذرات نقره بر ماندگاری میوه پرتقال *Citrus Sinensis*

رضا تدین^۱، سعید میرزایی^{۲*}، مهدی رحیمی^۲ و حسن سالاری^۳

^۱ جیرفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت، گروه باغبانی

^۲ کرمان، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، گروه بیوتکنولوژی

^۳ کرمان، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، گروه اکولوژی

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۷

چکیده

در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف نانو ذرات نقره بر ماندگاری میوه چند رقم پرتقال مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نانو ذرات نقره در ۶ غلظت شامل (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر)، ارقام پرتقال در ۳ رقم شامل (محلی، والنسیا و خونی) و دوره انبارداری هم در سه سطح (زمان برداشت، یک و سه ماه پس از برداشت) بودند. صفات قطر و طول میوه، مواد جامد، اسیدیته، درصد پوسیدگی، وزن گوشت و تفاله میوه، ویتامین ث و نشأت الکترولیت در روز صفر، یک ماه و سه ماه بعد از انبارداری اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد نانو ذرات تأثیر معنی‌داری بر تمام صفات مورد اندازه‌گیری داشت. غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات سبب کاهش ۹۰ درصدی درصد پوسیدگی میوه نسبت به شاهد شد. بین غلظت ۲۰ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. رقم خونی طول و قطر میوه کمتر و همچنین مواد جامد و وزن گوشت و وزن تفاله کمتری نسبت به دو رقم دیگر داشت. میزان درصد پوسیدگی نیز در رقم خونی کمتر از دو رقم دیگر بود. به طور کلی نتایج رقم خونی و غلظت ۲۰ و ۲۵ پی پی ام نانو ذرات بیشترین تاثیر را در کاهش ضایعات پس از برداشت نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پرتقال، درصد پوسیدگی، نشأت الکترولیت، نانوذرات نقره

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۴۳۳۷۶۶۱۱-۱۳، پست الکترونیکی: s.mirzaei@kgut.ac.ir

مقدمه

(۴). بهره برداران مرکبات برای مقابله با رشد قارچ‌های انباری در حال حاضر از روش‌های غیر متعارف همچون قارچ کش بنومیل و قارچ کش تکتو ۶۰ استفاده می‌کنند. قارچ کش بنومیل به علت نفوذ در میوه برای سلامت مصرف‌کنندگان بسیار خطرناک است و مصرف آن برای این مورد غیر مجاز اعلام شده است (۷). قابل ذکر است امروزه در سطح جهان سعی در به حداقل رساندن استفاده از تیمارهای شیمیایی برای کاهش ضایعات و افزایش عمر نگهداری میوه‌های مرکبات پس از برداشت می‌باشد. به این منظور شیوه‌های

ایران جزء هفت کشور تولیدکننده عمده مرکبات به شمار می‌رود. بر مبنای گزارش فائو (۲۰۱۰) کشور ایران از نظر میزان تولید مرکبات دنیا با ۱۸ تن در هکتار در رتبه هشتم و از نظر صادرات مرکبات با ۵۵ هزار تن در رتبه ۲۵ قرار دارد (۱). پرتقال *Citrus sinensis* از خانواده Rutaceae بومی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری بوده است. پرتقال اولیه کوچک، تلخ و پر از هسته که در اثر مهندسی ژنتیک و همچنین انتخاب نوع برتر و کود کافی درشت‌تر و شیرین‌تر شده است در نواحی خشک و بیابانی میوه شیرین‌تر و عطر آن بیشتر است

در حین برداشت و حمل و نقل روی میوه‌ها ایجاد می‌شود میوه‌ها را آلوده می‌کنند و در صورتیکه کنترل موثری انجام نشود باعث ضایعات پس از برداشت میوه مرکبات قبل از رسیدن به دست مصرف‌کننده می‌شوند. اثرات ضد میکروبی انواع مختلف نانومواد مانند مس، روی، تیتانیوم، منیزیم، طلا و نقره مورد مطالعه قرار گرفته است. ولی نانو ذرات نقره بیشترین اثر ضد میکروبی را نشان داده اند چرا که اثر ضد میکروبی خوبی بر علیه باکتری، ویروس و سایر میکروارگانیسم‌های یوکاریوتیک دارد (۱۲، ۱۹). نقره از جمله فلزهایی است که به عنوان ماده ضدباکتری موثر مطرح شده است که می‌تواند بیش از ۶۵۰ نوع میکروارگانیسم از قبیل باکتری و ویروس را از بین ببرد. با افزایش نسبت سطح به حجم نقره در مقیاس نانو خاصیت ضدباکتری آن بهبود می‌یابد (۱۸). نقره در یونجه تجمع می‌یابد (۶) و حضور یون مس و نقره در محیط از طریق تولید گونه‌های فعال اکسیژن و با افزایش بیان ژنهای درگیر در مسیر بیوسنتز فلاونوئیدها و افزایش محتوای فلاونوئیدها و آنتوسیانین باعث کاهش تنش‌های محیطی می‌شود (۹).

نیترات نقره یکی از رایج‌ترین عوامل ضدباکتریایی است که به دلیل خطرات آن برای سلامتی انسان و محیط زیست امروزه از آن استفاده نمی‌شود (۱۱). در سال‌های اخیر استفاده از نانوذرات نقره به دلیل خواص ضد میکروبی آن رواج یافته است (۱۷). وجود نانوذرات نقره در طی دوره انبارداری عامل موثری در کنترل و از بین بردن میکروارگانیسم‌های عامل بیماری است. نانوذرات نقره به علت داشتن منطقه سطحی بالا که منجر به تماس بهتر با باکتری‌ها می‌شود، در مقایسه با سایر ترکیبات نقره کارایی بیشتری دارند (۱۹). در آزمایشی مارتینز رومیرو و همکاران در سال ۲۰۰۶ با تلفیق بین انبار با اتمسفر تغییر یافته و پوشش دهی با ژل آلونه ورا توانستند کیفیت میوه گیلان را در مقایسه با شاهد حفظ و عمر انباری آن را به طور قابل توجهی افزایش دهند

متفاوتی مورد پژوهش و بررسی قرار گرفته است که در این میان نقره مزیت‌های بیشتری از دیگر عوامل ضد میکروبی دارد و برای گونه‌های بی‌شماری از باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها، و برخی از ویروس‌ها سمی است. پس از اولین گزارش منتشر شده از خواص ضد میکروبی نقره کلونیدها، نانوذرات نقره یافت شدند که عاملی قوی در برابر بسیاری از عوامل بیماری‌زا هستند (۵). یکی از راه‌های دسترسی بیشتر مصرف‌کنندگان به تولیدات مرکبات جلوگیری از ضایعات زمان برداشت تا هنگام مصرف است که به آن توجه نمی‌شود. میوه‌های مرکبات را در شرایط معمولی تا مدت زیادی نمی‌توان نگهداری کرد و اگر بتوان آن‌ها را نگه داشت به تاسیسات، تجهیزات فنی و صنعتی و صرف هزینه و سرمایه زیادی نیاز است. با توجه به اهمیت مرکبات به عنوان یکی از مهمترین محصولات باغی و صادراتی ایران و به منظور افزایش عمر نگهداری و بهبود کیفیت پرتقال، تحقیق در این زمینه ضروری است. نیترات نقره یکی از رایج‌ترین عوامل ضدباکتریایی است که به دلیل خطرات آن برای سلامتی انسان و محیط زیست امروزه از آن استفاده نمی‌شود (۱۱). اما به منظور بررسی نتایج حاصل از آن در ماندگاری میوه ناچار به استفاده از آن بوده و مطمئناً به داخل بافت میوه نفوذ می‌کند. جهت استفاده کاربردی آن در ماندگاری میوه بهترین راه کاهش اثرات زیانبار آن پوشش این نانو ذره با مواد بی‌ضرر خواهد بود. در سال‌های اخیر استفاده از نانوذرات نقره به دلیل خواص ضد میکروبی آن رواج یافته است (۱۷). وجود نانوذرات نقره در کنترل و از بین بردن میکروارگانیسم‌های عامل بیماری به علت داشتن منطقه سطحی بالا که منجر به تماس بهتر با باکتری‌ها می‌شود، در مقایسه با سایر ترکیبات نقره کارایی بیشتری دارند (۱۹). پوسیدگی و اتلاف وزن میوه بعلمت تعرق از جمله عوامل مهم و محدودکننده برای نگهداری میوه پرتقال به شمار می‌آیند. کپک‌های سبز و آبی از راه زخم‌هایی که

خونی) به عنوان عامل دوم و عامل سوم شامل دوره انبارداری بود که در سه سطح (پس از برداشت، یک ماه پس از انبارداری و سه ماه پس از انبارداری) انجام شد. ابتدا غلظت‌های مختلف نانوذرات با مخلوط کردن میزان‌های متفاوت از محلول اولیه نانوذرات نقره تهیه گردید. برای مثال غلظت ۵ میلی گرم در لیتر نانو نقره، از مخلوط کردن ۱ سی سی از محلول اولیه نانو ذرات نقره به غلظت ۴۰۰۰ پی پی ام خریداری شده از شرکت نانو نصب پارس در ۷۹۹ سی سی آب مقطر به دست آمد و برای سطوح بعدی با جدول تناسب به همین روال عمل نمودیم. ابتدا میوه‌ها جهت ضد عفونی در غلظت‌های متفاوت ترکیبات نانو که از قبل تهیه شده به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس میوه‌ها در هوای آزاد خشک و برای انبارداری به سردخانه بین ۱۴ تا ۱۶ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۰ درصد منتقل شدند. آزمایشات کمی و کیفی در سه زمان، مرحله اول در زمان صفر انبارداری مرحله دوم یک ماه بعد از انبارداری و سه ماه بعد از انبارداری اندازه‌گیری شدند. در هر دوره از نگهداری در انبار سه میوه از پلات جهت اندازه‌گیری انتخاب و و صفات درصد نشأت الکتروولت با استفاده از دستگاه سنجش هدایت الکتریکی مدل AZ-8361 (EC)، مواد جامد با استفاده از دستگاه انکسارسنج مدل VBR 90 میزان املاح جامد محلول موجود در عصاره هر میوه، اسیدیته با روش تیتراسیون سود ۰/۱ نرمال، ویتامین ث با استفاده از تیتراسیون ید در یدور پتاسیم، درصد پوسیدگی به صورت مشاهده چشمی و بر اساس شمارش تعداد میوه‌های پوسیده شده در هر تکرار، قطر و طول میوه با دستگاه کولیس، وزن میوه پس از جداسازی پوست میوه با ترازوی دیجیتال و وزن تفاله پس از آبگیری آب میوه‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین طبق آزمون دانکن انجام شد.

(۱۵). پژوهش انجام شده توسط هاگن مایر و شاو در سال ۱۹۹۱ نشان داد که تیمار پوشش دهی میوه‌ها در مواردی ممکن است که باعث ایجاد طعم و بوی الکی و در نتیجه کاهش کیفیت خوراکی گردد (۱۴). میکائیل و همکاران در سال ۲۰۰۷ در تحقیقات خود بر روی گوجه فرنگی نشان دادند که پوشش سیلیکونی نانو تکنولوژی گوجه فرنگی‌ها را از اکسیژن و رطوبت محافظت می‌کند و گوجه فرنگی‌های پوشش دار شده ماندگاری طولانی تری داشتند (۱۶). ایکانی و همکاران در سال ۱۳۹۲ به بررسی اثر نانوذرات نقره و اسانس‌های گیاهی بر برخی شاخص‌های ریختی و فیزیولوژی پس از برداشت گل بریده ژربرا پرداختند که طبق نتایج حاصله، تیمار نانوذرات نقره با غلظت ۱ پی پی ام و اکالیپتوس ۲۵ پی پی ام موجب تعویق پیری گل‌های بریده ژربرا شد (۳). اما در ارتباط با بررسی اثر نانو ذرات نقره روی ماندگاری پرتقال در ایران و جهان هیچ مطالعه‌ای صورت نگرفته است. لذا این تحقیق به منظور بررسی اثر غلظت‌های متفاوت نانو ذرات نقره در بالا بردن ماندگاری میوه چند رقم پرتقال رایج در منطقه جیرفت انجام شد.

مواد و روشها

به منظور بررسی تاثیر ذرات نانو نقره بر ماندگاری ارقام پرتقال در منطقه جیرفت آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان، بخش فنی و مهندسی صنایع غذایی انجام شد. به این منظور میوه ارقام پرتقال والنسیا، خونی و محلی از منطقه جیرفت در استان کرمان تهیه شدند. میوه‌های سالم از هر طرف شاخه درخت بصورت تصادفی برداشت شدند. میوه‌های تهیه شده عاری از هرگونه بیماری و آلودگی بودند. آزمایش به صورت طرح فاکتوریل با سه عامل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد که عامل اول نانو ذرات نقره در ۶ سطح: (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی گرم در لیتر) و ارقام پرتقال در ۳ سطح شامل: (محلی، والنسیا و

نتایج و بحث

توانسته باعث افزایش این صفات گردد. از لحاظ صفت پوسیدگی رقم خونی و به دنبال آن رقم والنسیا کمترین مقدار را دارا بود و همچنین برای بقیه صفات هم رقم خونی و بعد از اون هم والنسیا بیشترین مقدار را دارا باشد (جدول ۲). اثر متقابل نانو ذرات با رقم هم بجز برای اندازه قطر، اندازه طول و پوسیدگی برای تمام صفات معنی دار بود که مقایسه میانگین تیمارها برای این اثر متقابل نشان داد که بهترین تیمارها برای اکثر صفات رقم خونی در سطح ۲۰ میلی گرم در لیتر و به دنبال آن رقم خونی در سطح ۲۰ میلی گرم در لیتر و بعد از این هم رقم والنسیا در این دو سطح بود. همچنین اثر متقابل نانو ذره با دوره انبارداری برای تمامی صفات بجز اندازه قطر در سطح یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین این اثر متقابل نشان داد که برای اکثر صفات سطح ۲۰ و ۲۵ میلی گرم در لیتر در دوره سوم و بعد از آن دوره دوم انبارداری بیشترین مقدار و همچنین کمترین مقدار پوسیدگی هم را نشان داده است. با توجه به نتایج بهترین سطوح نانو ذرات نقره برای افزایش عمر نگهداری میوه پرتقال سطوح ۲۵ و ۲۰ میلی گرم در لیتر می باشد. همچنین نتایج نشان داد که رقم خونی و به دنبال آن رقم والنسیا برای نگهداری مناسب تر هستند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نانو ذرات بر تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). همچنین بین ارقام برای تمامی صفات بجز پوسیدگی اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. از لحاظ دوره انبارداری نیز بجز صفات اندازه طول، مواد جامد، وزن گوشت میوه و وزن تفاله برای بقیه صفات تفاوت معنی داری مشاهده گردید. مطابق نتایج مقایسه میانگین بیشترین قطر میوه (۶۰/۷۴ و ۶۰/۲۲) در سطح ۱۵ پی پی ام و ۲۵ پی پی ام نانو ذرات نقره حاصل شد. بین سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۵ پی پی ام نانو ذرات نقره تفاوت معنی داری از لحاظ قطر میوه مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین قطر میوه مربوط به رقم خونی ۶۲/۶۴ و بعد از آن رقم والنسیا بیشترین قطر میوه را داشت (جدول ۲). بیشترین اندازه طول هم در سطح ۱۰ و ۲۵ پی پی ام مشاهده شد که نشان می‌دهد این سطوح ذرات نقره سبب نگهداری میوه و کاهش طول میوه شده است. همچنین کمترین پوسیدگی هم در سطح ۲۵ پی پی ام اتفاق افتاده که نشان دهنده این است که ذرات نانو نقره توانسته به خوبی باعث افزایش عمر نگهداری میوه شود. برای بقیه صفات هم سطوح ۲۰ و ۲۵ پی پی ام نیز

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر نانو ذرات نقره، دوره انبارداری و رقم بر صفات مورد مطالعه

| منابع تغییرات | درجه آزادی | اندازه | | پوسیدگی | درصد نشن الکترولیت | مواد جامد | اسیدپته | ویتامین | وزن گوشت میوه (mg) | وزن تفاله (mg) |
|-----------------------------------|------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | | قطر (mm) | طول (mm) | | | | | | | |
| نانو ذرات نقره | ۵ | ۱۰/۵** | ۳۱/۶** | ۸۲۶/۹** | ۳۵۹/۹** | ۲۴/۷** | ۱۳۳/۴** | ۱۴۱/۳** | ۳۰۷/۳** | ۱۰۶/۴** |
| رقم | ۲ | ۳۴۷/۷** | ۵۹۶/۸** | ۱۱/۸ ^{ns} | ۷۱۷۲/۶** | ۲۳/۲** | ۲۸۷** | ۱۶۶/۹۵ | ۸۷۲۴/۶** | ۶۶۲/۷** |
| دوره انبار داری | ۲ | ۰/۵ ^{ns} | ۱۶/۸* | ۱۹۲۴/۲** | ۱۴۱۲/۲** | ۰/۲ ^{ns} | ۵۱/۹** | ۴۵۶/۲** | ۹/۲ ^{ns} | ۳/۳ ^{ns} |
| نانو ذرات × رقم | ۱۰ | ۳/۹ ^{ns} | ۷/۲ ^{ns} | ۱۲/۵ ^{ns} | ۲۰۹/۸** | ۴/۱** | ۴/۱** | ۱۲** | ۸۰** | ۲۵/۳** |
| نانو ذرات × دوره انبار داری | ۱۰ | ۱/۲ ^{ns} | ۱۶/۲* | ۲۲۲/۲** | ۴۱۲/۱** | ۴/۷** | ۲۶/۵** | ۳۴/۲** | ۴۰/۳** | ۱۸/۴** |
| رقم × دوره انبار داری | ۴ | ۰/۷ ^{ns} | ۳۰/۱** | ۱۷/۳ ^{ns} | ۵۰۴۹/۷** | ۱/۲* | ۵۳/۶** | ۱۲۵/۴** | ۳۸/۳** | ۱۰/۸** |
| نانو ذرات × رقم × دوره انبار داری | ۲۰ | ۲/۲ ^{ns} | ۶/۴ ^{ns} | ۶/۴ ^{ns} | ۲۳۹/۲** | ۱/۴** | ۲/۵* | ۴/۱ ^{ns} | ۱۷/۳** | ۴/۵ ^{ns} |
| خطا | ۱۰۸ | ۲/۳ | ۴/۶ | ۸/۵ | ۹/۳ | ۰/۵ | ۱/۳ | ۲/۵ | ۳/۵ | ۲/۹ |
| ضریب تغییرات | | ۲/۵۳ | ۳/۴۱ | ۴۳/۲۹ | ۴/۷۲ | ۵/۴۳ | ۶/۷۷ | ۷/۷۳ | ۲/۳۱ | ۴/۱۸ |

*، **، ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیرمعنی دار.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی برای صفات مورد مطالعه

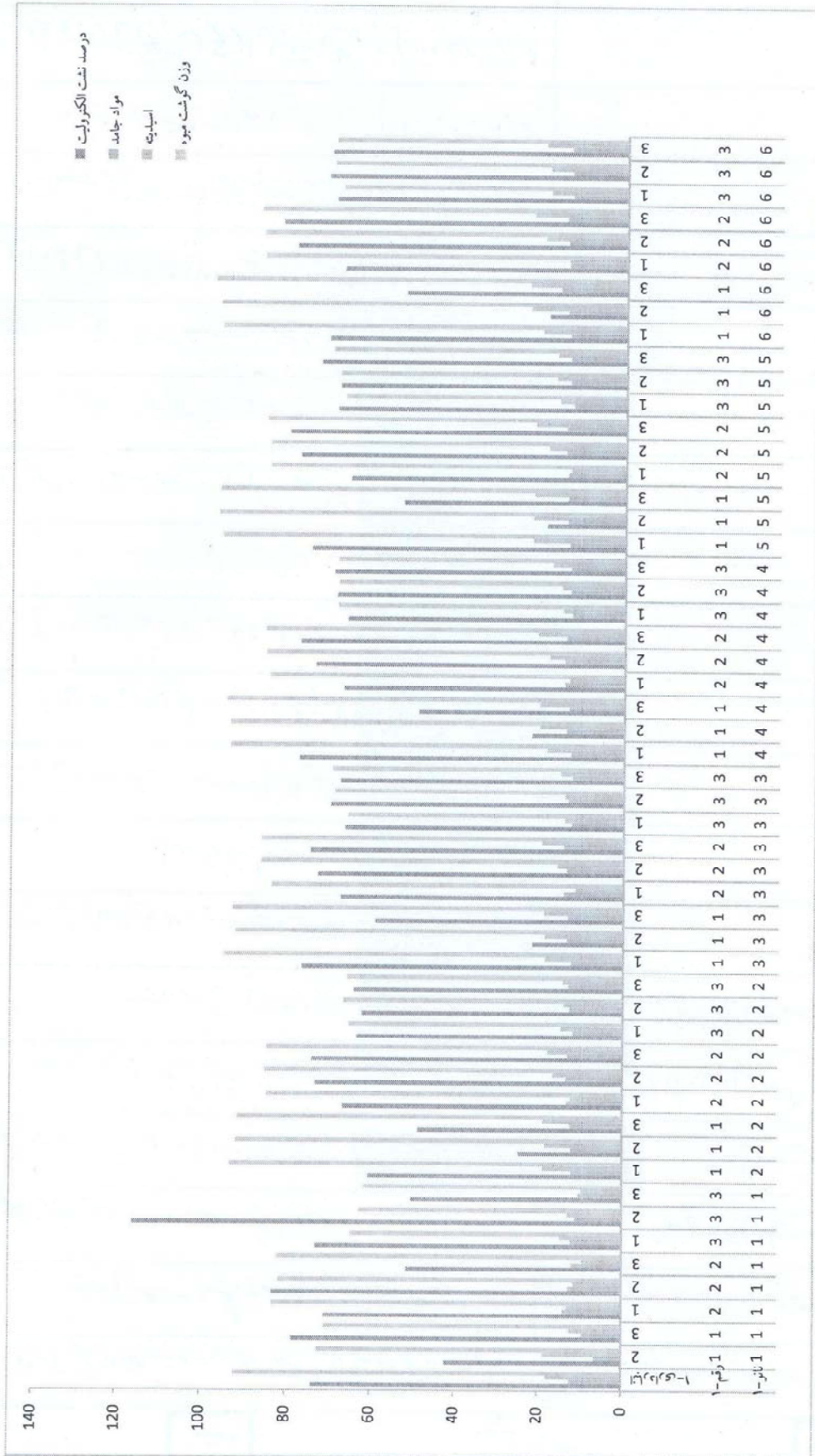
| میانگین صفات مورد مطالعه | | | | | | | | | اثرات اصلی نانو ذرات نقره |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|-----------|---------------------|---------|-----------------|-----------------|---------------------------|
| وزن تفاله (mg) | وزن گوشت میوه (mg) | ویتامین | اسیدیته | مواد جامد | درصد نشست الکترولیت | پوسیدگی | اندازه طول (mm) | اندازه قطر (mm) | |
| ۳۷/۸۲d | ۷۴/۵۲d | ۱۶/۶۶e | ۱۳/۳۳e | ۱۱/۱۶e | ۷۱/۰۲a | ۱۷/۵۹a | ۶۰/۵۵b | ۵۸/۹۳c | ۰ |
| ۳۹/۷۷c | ۸۰/۹۳c | ۱۹/۱۴d | ۱۶/۲۲d | ۱۲/۶۶d | ۵۹/۷۶c | ۶/۲۹b | ۶۲/۷۸a | ۵۹/۴۴bc | ۵ ppm |
| ۴۱/۳۱b | ۸۲/۱۷b | ۲۰/۰۶c | ۱۶/۱۸d | ۱۳/۱۲c | ۶۳/۹۵b | ۵/۵۶b | ۶۳/۴۴a | ۵۹/۸۹ab | ۱۰ ppm |
| ۴۱/۴۶b | ۸۲/۳۲b | ۲۰/۶۹c | ۱۷/۴۶c | ۱۳/۳۵bc | ۶۳/۳۳b | ۵/۱۹bc | ۶۲/۹۳a | ۶۰/۷۴a | ۱۵ ppm |
| ۴۲/۱۷b | ۸۲/۹۱ab | ۲۲/۱۵b | ۱۸/۶۱b | ۱۳/۵۲ab | ۶۴/۲۳b | ۳/۷c | ۶۳a | ۵۹/۸۵b | ۲۰ ppm |
| ۴۳/۵۳a | ۸۳/۸۷a | ۲۳/۱۱a | ۱۹/۶۹a | ۱۳/۸۳a | ۶۴/۴۴b | ۲/۰۴d | ۶۳/۴۴a | ۶۰/۲۲ab | ۲۵ ppm |
| اثرات اصلی ارقام | | | | | | | | | |
| ۴۲/۱۹b | ۹۱/۶۶a | ۲۰/۳۶b | ۱۹/۵۵a | ۱۲/۶b | ۵۱/۲۳c | ۶/۲۹a | ۶۰/۵۱b | ۵۷/۷c | رقم والنسیا |
| ۴۳/۷۷a | ۸۴/۶۹b | ۱۸/۵۱c | ۱۵/۹۲b | ۱۳/۶۹a | ۷۲/۳۱a | ۷/۲۲a | ۶۶/۵۱a | ۶۲/۶۴a | رقم خونئی |
| ۳۷/۰۷c | ۶۷c | ۲۲/۰۳a | ۱۵/۲۷c | ۱۲/۵۲b | ۶۹/۸۳b | ۶/۶۷a | ۶۱/۰۴b | ۵۹/۱۹b | رقم محلی |
| اثرات اصلی دوره انبارداری | | | | | | | | | |
| ۴۱/۲۵a | ۸۱/۵۹a | ۱۶/۹۴b | ۱۵/۸b | ۱۲/۹۵a | ۶۹/۱۵a | ۰c | ۶۲/۷۴ab | ۵۹/۹۶a | زمان برداشت |
| ۴۰/۷۶a | ۸۰/۸۳a | ۲۱/۹۷a | ۱۷/۲۹a | ۱۲/۸۸a | ۵۹c | ۸/۷۹b | ۶۲/۱۱b | ۵۹/۸۳a | پس از یک ماه |
| ۴۱/۰۱a | ۸۰/۹۴a | ۲۱/۹۹a | ۱۷/۶۵a | ۱۲/۹۸a | ۶۵/۲۲b | ۱۱/۳۸a | ۶۳/۲۲a | ۵۹/۷۶a | پس از سه ماه |

اعداد دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

راحمی اثر تیمار پالس با غلظت های مختلف نانوذرات نقره و بنزین آذین بر گل بریده ی رز رقم "سوئیت واتر" را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که تیمار با نانوذرات نقره توانست از کاهش قطر گل ها به طور معنی داری ممانعت کند. افزایش غلظت نانوذرات نقره، سبب کاهش درصد پوسیدگی شد. کاربرد سطح ۲۵ پی پی ام نانوذرات نقره سبب کاهش ۹۰ درصدی درصد پوسیدگی میوه نسبت به شاهد شد. میزان درصد پوسیدگی در طی مدت انبارداری در تیمار شاهد افزایش و در تیمارهای نانوذرات نقره کاهش یافت. نانوذرات نقره ضد عفونی کننده های غیر سمی و غیر مقاوم هستند. استفاده از نانوذرات نقره منجر به افزایش تعداد ذرات در واحد سطح می شود که نتیجه آن این است که خواص ضدباکتری آن ماکزیمم است. بنابراین نانوذرات نقره می توانند از آلودگی میکروبی مواد غذایی که رطوبت بالا دارند تا حدودی جلوگیری کنند. نتایج مشابهی توسط موسوی و همکاران در رطب مضافتی گزارش شده است (۸).

شکل ۱ تاثیر نانو ذره بر ارقام مختلف در دوره انبار داری مختلف برای صفاتی که اثر سه جانبه آنها معنی دار شده است نشان داده شده است. همانطور که نتایج نشان می دهد برای صفت درصد نشست الکترولیت بیشترین نشست الکترولیت در رقم محلی و دوره انبارداری دوم و بدون نانو ذره بود. کمترین مقدار آن در مقدار ۲۵ میلی گرم در لیتر نانو ذره و دوره انبار داری دوم و رقم والنسیا بود و بهترین تاثیر را داشت. برای صفت مواد جامد بهترین تیمار برای رقم والنسیا و دوره انبارداری سوم و مقدار ۲۵ میلی گرم در لیتر نانو ذره بود. برای مواد جامد هم بهترین تیمار برای رقم والنسیا و دوره انبارداری سوم و مقدار ۲۵ میلی گرم در لیتر نانو ذره بود. بهترین تیمار که باعث کاهش کم مقدار گوشت میوه بود تیمار مقدار ۲۵ میلی گرم در لیتر نانو ذره برای رقم والنسیا در دوره انبارداری سوم بود. به طور کلی مقدار بیشتر نانو ذره بهترین تاثیر را در کنترل صفات پرتقال نشان داد.

قطر میوه در غلظت های بالای نانوذرات نقره نسبت به شاهد کاهش کمتری نشان داد. نتایج مشابهی توسط راحمی و همکاران گزارش شده است (۷). رستمی و



شکل ۱- تاثیر نانو ذره و دوره انبارداری بر اقام مختلف پرتقال برای صفات مختلف

آن تا سه ماه بعد انبارداری کاهش نشت الکترولیت در تیمارهای نانوذرات نقره نسبت به شاهد کمتر بود. کاهش وزن میوه در سطوح مختلف نانوذرات کاهش کمتری نسبت به شاهد داشت. افزایش تنفس یکی از دلایل تشدید کاهش وزن میوه‌ها می‌باشد (۲۰). تحقیقات متعددی کاهش تنفس محصولات را طی چند مدت پس از برداشت، توسط اسانس‌ها یا مواد موثره گیاهی گزارش کردند (۱۰، ۱۳).

نتیجه‌گیری

به طور کلی با توجه به نتایج، نانوذرات تأثیر معنی‌داری بر قطر و طول میوه، اسیدیته، مواد جامد، ویتامین‌ث، نشت الکترولیت، وزن تفاله، وزن گوشت میوه و درصد پوسیدگی داشت. نانوذرات تأثیر قابل توجهی بر کیفیت پرتقال در طی مدت انبارداری داشتند. غلظت ۲۵ پی‌پی‌ام نانوذرات سبب کاهش ۹۰ درصدی درصد پوسیدگی میوه نسبت به شاهد شد. بین غلظت ۲۰ و ۲۵ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. رقم خونی طول و قطر میوه کمتر و همچنین مواد جامد و وزن گوشت و تفاله کمتری نسبت به دو رقم دیگر داشت. میزان درصد پوسیدگی نیز در رقم خونی کمتر از دو رقم دیگر بود. با طور کلی و با توجه به نتایج رقم خونی و غلظت ۲۰ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات بهترین کیفیت را در طی انبارداری داشتند.

میزان اسیدیته قابل‌تیراسیون در میوه‌های تیمار شده با نانوذرات در همه غلظت‌های به کار رفته بالاتر از میوه‌های شاهد می‌باشد و این به این مفهوم است که نانوذرات نقره از تبدیل اسیدهای آلی به سایر مواد از جمله قندها جلوگیری کرده است برای همین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد کمتر از میوه‌های تیمار شده با نانوذرات می‌باشد. مواد جامد در طی انبارداری افزایش یافت. افزایش در سطح ۲۵ پی‌پی‌ام نانوذرات نقره نسبت به شاهد ۲۷ درصد بود. که با نتایج (۲) مطابقت داشت. غلظت‌های بالای نانوذرات نقره سبب افزایش ویتامین‌ث شد. نانوذرات نقره پتانسیل غشایی پلاسما را ناپایدار می‌کند که نتیجه آن کاهش سطح ATP درون سلول می‌باشد. این عمل با هدف قرار دادن غشاء سلول انجام می‌شود و باعث کاهش کارایی سلول و همچنین اتصال به گروه‌های عاملی ویتامین‌ها به ویژه ویتامین‌ث می‌شود. ویتامین‌ث از نظر ساختمانی یکی از ساده‌ترین ویتامین‌ها است که در گیاهان از گلوکز یا سایر قندهای ساده سنتز می‌شود. این ویتامین در اثر فعالیت آنزیم آسکوربیک اسید اکسیداز، تجزیه و آنگاه هیدرولیز می‌شود. مقدار اسید آسکوربیک تا وقتی که اندام گیاهی از گیاه مادر جدا نشده باشد تقریباً ثابت می‌ماند ولی بعد از جدا شدن رو به کاهش می‌گذارد (۱). نشت الکترولیت در طی مدت انبارداری کاهش یافت و تا یک ماه بعد این کاهش شدید و بعد از

منابع

۱. اثنی عشری، م. و زکایی خسروشاهی، م. ۱۳۸۷. فیزیولوژی پس از برداشت. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۲۵-۲۳.
۲. اصغری، ا.، مستوفی، ی.، شعیبی، ش. و مقومی، م. ۱۳۸۷. تأثیر اسانس ریحان بر کنترل پوسیدگی خاکستری و کیفیت پس از برداشت توت فرنگی. فصلنامه گیاهان دارویی، ۸(۲۴): ۱۳۱-۱۳۹.
۳. ایکانی، ن.، کلاته، س.، عبدوسی، و.، حسین زاده، ا. و حسین زاده، س. ۱۳۹۲. بررسی اثر نانوذرات نقره و اسانس‌های گیاهی بر برخی شاخص‌های ریختی و فیزیولوژی پس از برداشت گل بریده ژربرا. نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، ۸ (۳) پیاپی ۳۱: ۴۷-۵۷.
۴. ساعی، م. ۱۳۹۰. بررسی مزیت نسبی تولید پرتقال منطقه جیرفت و صادرات پرتقال. بررسی‌های بارگانی، شماره ۵۱.
۵. شاه بیگ، م.ع. ۱۳۸۷. آثار تیمارهای قرنطینه‌ای گرما و اتمسفر اصلاح شده در بسته‌های میوه بر روی عمر انباری پرتقال‌های واشنگتن ناول و والنسیا. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۰(۱): ۹۴-۱۰۲.
۶. قلیچ‌س، زرین‌کمر ف، نیکنام و. ۱۳۹۴. بررسی میزان انباشتگی سرب و تأثیر آن بر فعالیت آنزیم پراکسیداز، محتوای ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در مرحله جوانه زنی در گیاه یونجه (*Medicago sativa L*). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله

- بر زمان ماندگاری رطب مضافتی. مجله علوم غذایی و تغذیه، ۱۱: ۶۵-۷۲.
۹. یوسفی ک، ریاحی ع، باقی زاده ا. ۱۳۹۴. بررسی تاثیر الیستورهای نقره و مس بر بیان ژن فلاون سینتاز ۱ و برخی پارامترهای بیوشیمیایی در گیاهچه‌های زیره سبز (*Cuminum cyminum* L) بومی ایران. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). دوره ۲۸، شماره ۱، صفحه ۲۲۳-۲۱۰.
۱۰. Almenar, E., Valle, V.D., Catala, R., and Gavara, R. 2007. Active package for wild strawberry fruit (*Fragaria vesca* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55: 2240-2245.
۱۱. Damunupola, J.W., and Joyce, D.C. 2006. When is a vase life solution biocide not, or not only, antimicrobial? *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 77: 1-18.
۱۲. Gong, P., and Li, H. 2007. Preparation and antibacterial activity of Fe₃O₄ and Ag nanoparticles. *Nanotechnology*, 18: 604-611.
۱۳. Guillen, F., Zapata, P.J., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, S., and Valero, D. 2007. Improvement of the overall quality of table grapes stored under modified atmosphere packaging in combination with natural antimicrobial compounds. *Journal of Food Science*, 72(3): 185-190.
۱۴. Hagenmaier, R.D., and Shaw, P.E. 1991. Permeability of coatings made with emulsified polyethylene wax. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 39: 1705-1708.
۱۵. Martinez-Romero, D., Albuquerque, N., Valverde, J.M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., and Serrano, M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 39: 93-100.
۱۶. Michael, S., Cousin, M.E., Kastenzholz, H., and Wiek, A. 2007. Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust. *Appetite*, 49: 459-466.
۱۷. Navarro, E., Baun, A., Behra, R., Hartmann, N.B., Filser, J., Miao, A.J., Quigg, A., Santschi, P.H., and Sigg, L. 2008. Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nanoparticles to algae, plants, and fungi. *Ecotoxicology*, 17: 372-386.
۱۸. Nien Chung, Y., and Ming Chu, P. 2007. Nanosilver ver-containing preservation articles, and the preparation process and the uses thereof, Ellicott City MD US. International patent number, AA01N2512FI.
۱۹. Rai, M., and Yadav, A. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology Advances*, 27: 76-83.
۲۰. Tzortzakakis, N. G. 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8: 111-116.
۷. گنجی مقدم، ا. و راحمی، م. ۱۳۷۴. اثرات محلول گرم قارچ کش های تیابندازول و ایمازالیل قبل از انبار بر روی کاهش سرمازدگی و پوسیدگی لیموشیرین در سردخانه. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، کرج.
۸. موسوی، س.ف.، حیدری، ا.، هاشمی پور رفسنجانی، ح. و رجبعلی پور، ع.ا. ۱۳۹۲. بررسی اثر فیلم های حاوی ذرات نقره

Evaluation the effect of silver nanoparticles on shelf life of *Citrus Sinensis*

Tadayon R.¹, Mirzaei S.², Rahimi M.² and Salari H.³

¹ Horticulture Dept., Islamic Azad University, Jiroft Branch, Jiroft, I.R. of Iran

² Biotechnology Dept., Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, I.R. of Iran

³ Ecology Dept., Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, I.R. of Iran

Abstract

In this study, the effect of different concentrations of silver nanoparticles was examined on the survival of the oranges. The experiment was conducted in a factorial design with three factor based on a completely randomized design with three blocks. Treatments were included in the 6 levels of silver nanoparticles (0, 5, 10, 15, 20 and 25 ppm), Orange varieties at three levels (Local, Valensia and Blood) and storage cycle at three levels (harvest time, one and three months after harvest). Fruit diameter and length, TDS, Titratable acidity, decay percent, weight of meat and fruit pulp, Vitamin C and electrolyte leakage in zero-day, one-month and three months after storage were measured. The results showed that the nanoparticles had a significant effect on all traits. Concentration of 25 ppm nanoparticles decreased decay percent, 90 percent compared with the control. No significant difference was observed between 20 and 25 ppm concentration. The length and diameter of fruits blood figure was less than the other two varieties. Decay percent in the blood were lower than the other two varieties. The overall results of the blood and 20 and 25 ppm concentration of nanoparticles showed the greatest effect in reducing postharvest losses.

Key words: Orange, *Decay percent*, *Electrolyte leakage*, Silver Nanoparticles