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 نشت 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 معنی داری 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.

واژه های کلیدی: پرتقال، درصد پوسیدگی، نشت الکترولیت، نانوذرات نقره

* نویسنده مسئول، تلفن: ۱۳-۰۳۴۳۳۷۷۶۶۱۱ ، پست الکترونیکی: s.mirzaei@kgut.ac.ir

مقدمه

ایران جزء هفت کشور تولید کننده 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 نیمه گرمسیری بوده است. پرتقال اولیه کوچک، تلخ و پر از هسته که در اثر مهندسی ژنتیک و همچنین انتخاب نوع برتر و کود کافی درشت تر و شیرین تر شده است در نواحی خشک و بیابانی میوه شیرین‌تر و عطر آن بیشتر است (۴). بهره برداران مرکبات برای مقابله با رشد قارچ های انباری در حال حاضر از روش های غیر متعارف همچون قارچ کش بنومیل و قارچ کش تکتو ۶۰ استفاده می کنند. قارچ کش بنومیل به علت نفوذ در میوه برای سلامت مصرف کنندگان 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 میوه های مرکبات پس از برداشت می‌باشد. به این منظور شیوه‌های

متفاوتی مورد پژوهش و بررسی قرار گرفته است که در این میان نقره مزیت های بیشتری از دیگر عوامل ضدمیکروبی دارد و برای گونه های بی شماری از باکتری ها، قارچ ها، جلبک ها، و برخی از ویروس ها سمی است. پس از اولین گزارش منتشر شده از خواص ضد میکروبی نقره کلوئیدها، نانوذرات نقره یافت شدند که عاملی قوی در برابر بسیاری از عوامل بیماری زا هستند (۵). یکی از راه های دسترسی بیشتر مصرف کنندگان به تولیدات مرکبات جلوگیری از ضایعات زمان برداشت تا هنگام مصرف است که به آن توجه نمی شود. میوه های مرکبات را در شرایط معمولی تا مدت زیادی نمی توان نگهداری کرد و اگر بتوان آن ها را نگه داشت به تاسیسات، تجهیزات فنی و صنعتی و صرف هزینه و سرمایه زیادی نیاز است. با توجه به اهمیت مرکبات به‌عنوان یکی از مهمترین محصولات باغی و صادارتی ایران و به‌منظور افزایش عمر نگهداری و بهبود کیفیت پرتقال، تحقیق در این زمینه ضروری است. نیترات نقره یکی از رایج ترین عوامل ضدباکتریایی است که به دلیل خطرات آن برای سلامتی انسان و محیط زیست امروزه از آن استفاده نمی شود (۱۱). اما به منظور بررسی نتایج حاصل از آن در ماندگاری میوه ناچار به استفاده از آن بوده و مطمئنا 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 بی ضرر 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 بعلت تعرق از جمله عوامل مهم و محدود کننده برای نگهداری میوه پرتقال به شمار می آیند. کپک‌های سبز و آبی از راه زخم‌هایی که در حین برداشت و حمل و نقل روی میوه ها ایجاد می شود میوه ها را آلوده می کنند و در صورتیکه کنترل موثری انجام نشود باعث ضایعات پس از برداشت میوه مرکبات قبل از رسیدن به دست مصرف کننده می شوند. 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 ضدمیکروبی را نشان داده اند چرا که اثر ضد میکروبی خوبی بر علیه باکتری، ویروس و سایر میکروارگانیسم های 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 می یابد (۱۸). نقره در یونجه تجمع می یابد (۶) و حضور یون مس و نقره در محیط از طریق تولید گونه های فعال اکسیژن و با افزایش بیان ژنهای درگیر در مسیر بیوسنتز فلاونوئیدها و افزایش محتوای فلاونوئیدها وآنتوسیانین باعث کاهش تنشهای محیطی می شود(۹).

نیترات نقره یکی از رایج ترین عوامل ضدباکتریایی است که به دلیل خطرات آن برای سلامتی انسان و محیط زیست امروزه از آن استفاده نمی شود (۱۱). در سال های اخیر استفاده از نانوذرات نقره به دلیل خواص ضد میکروبی ان رواج یافته است (۱۷). وجود نانوذرات نقره در طی دوره انبارداری عامل موثری در کنترل و از بین بردن میکروارگانیسم های عامل بیماری است. نانوذرات نقره به علت داشتن منطقه سطحی بالا که منجر به تماس بهتر با باکتری ها می شود، 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 تغییریافته و پوشش دهی با ژل آلوئه ورا توانستند کیفیت میوه گیلاس را در مقایسه با شاهد حفظ و عمر انباری آن را به طور قابل توجهی افزایش دهند

(۱۵). پژوهش انجام شده توسط هاگن مایر و شاو در سال۱۹۹۱ نشان داد که تیمار پوشش دهی میوه ها در مواردی ممکن است که باعث ایجاد طعم و بوی الکلی و در نتیجه کاهش کیفیت خوراکی گردد(۱۴). میکائیل و همکاران در سال۲۰۰۷ در تحقیقات خود بر رو ی گوجه فرنگی نشان دادند که پوشش سیلیکونی نانو تکنولوژی گوجه فرنگی ها 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 اسانس های گیاهی بر برخی شاخص های 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 گل های بریده ژربرا شد (۳). اما در ارتباط با بررسی اثر نانو ذرات نقره روی ماندگاری پرتقال در ایران وجهان هیچ مطالعه ای 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. به‌این منظور میوه ارقام پرتقال والنسیا، خونی و محلی از منطقه جیرفت در استان کرمان تهیه شدند. میوه های سالم از هر طرف شاخه درخت بصورت تصادفی برداشت شدند. میوه های تهیه شده عاری از هرگونه بیماری و آلودگی بودند. آزمایش به صورت طرح فاکتوریل با سه عامل در قالب طرح کاملا 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 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 غلظت های مختلف نانوذرات با مخلوط کردن میزان های 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 میوه ها جهت ضد عفونی در غلظت های متفاوت ترکیبات نانو که از قبل تهیه شده به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس میوه ها 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 بعداز انبارداری اندازه گیری شدند. در هر دوره از نگهداری در انبار سه میوه از پلات جهت اندازه گیری انتخاب و و صفات درصد نشت الکترولیت با استفاده از دستگاه سنجش هدایت الکتریکی مدل AZ- 8361 (EC) ، مواد جامد با استفاده از دستگاه انکسارسنج مدلVBR 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 به‌صورت مشاهده چشمی و بر اساس شمارش تعداد میوه های 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 میوه ها با ترازوی دیجیتال اندازه گیری شدند. داده ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین طبق آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر نانوذرات 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 ام ام مشاهده شد که نشان می دهد این سطوح ذرات نقره سبب نگهداری میوه و کاهش طول میوه شده است. همچنین کمترین پوسیدگی هم در سطح ۲۵ پی ام 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 ام ام نیز 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.

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات مورد مطالعه								
		اندازه قطر(mm)	اندازه طول(mm)	پوسیدگی	درصد نشت الکترولیت	مواد جامد	اسیدیته	ویتامین	وزن گوشت میوه (mg)	وزن تفاله (mg)
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**	۱۱/۷ns	۷۱۷۴/۶**	۲۳/۲**	۲۸۷**	۱۶۶/۹۵	۸۷۲۴/۶**	۶۶۲/۷**
دوره انبار داری	۲	۰/۵ns	۱۶/۸*	۱۹۲۴/۲**	۱۴۱۲/۲**	۰/۲ns	۵۱/۹**	۴۵۶/۲**	۹/۲ns	۳/۳ns
نانو ذرات× رقم	۱۰	۳/۹ns	۷/۲ns	۱۲/۵ns	۲۰۹/۸**	۴/۱**	۴/۱**	۱۲**	۸۰**	۲۵/۳**
نانو ذرات× دوره انبار داری	۱۰	۱/۲ns	۱۶/۲*	۲۲۲/۲**	۴۱۲/۱**	۴/۷**	۲۶/۵**	۳۴/۲**	۴۰/۳**	۱۸/۴**
رقم × دوره انبار داری	۴	۰/۷ns	۳۰/۱**	۱۷/۳ns	۵۰۴۹/۷**	۱/۲*	۵۳/۶**	۱۲۵/۴**	۳۸/۳**	۱۰/۸**
نانو ذرات× رقم× دوره انبار داری	۲۰	۲/۲ns	۶/۴ns	۶/۴ns	۲۳۹/۲**	۱/۴**	۲/۵*	۴/۱ns	۱۷/۳**	۴/۵ns
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

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

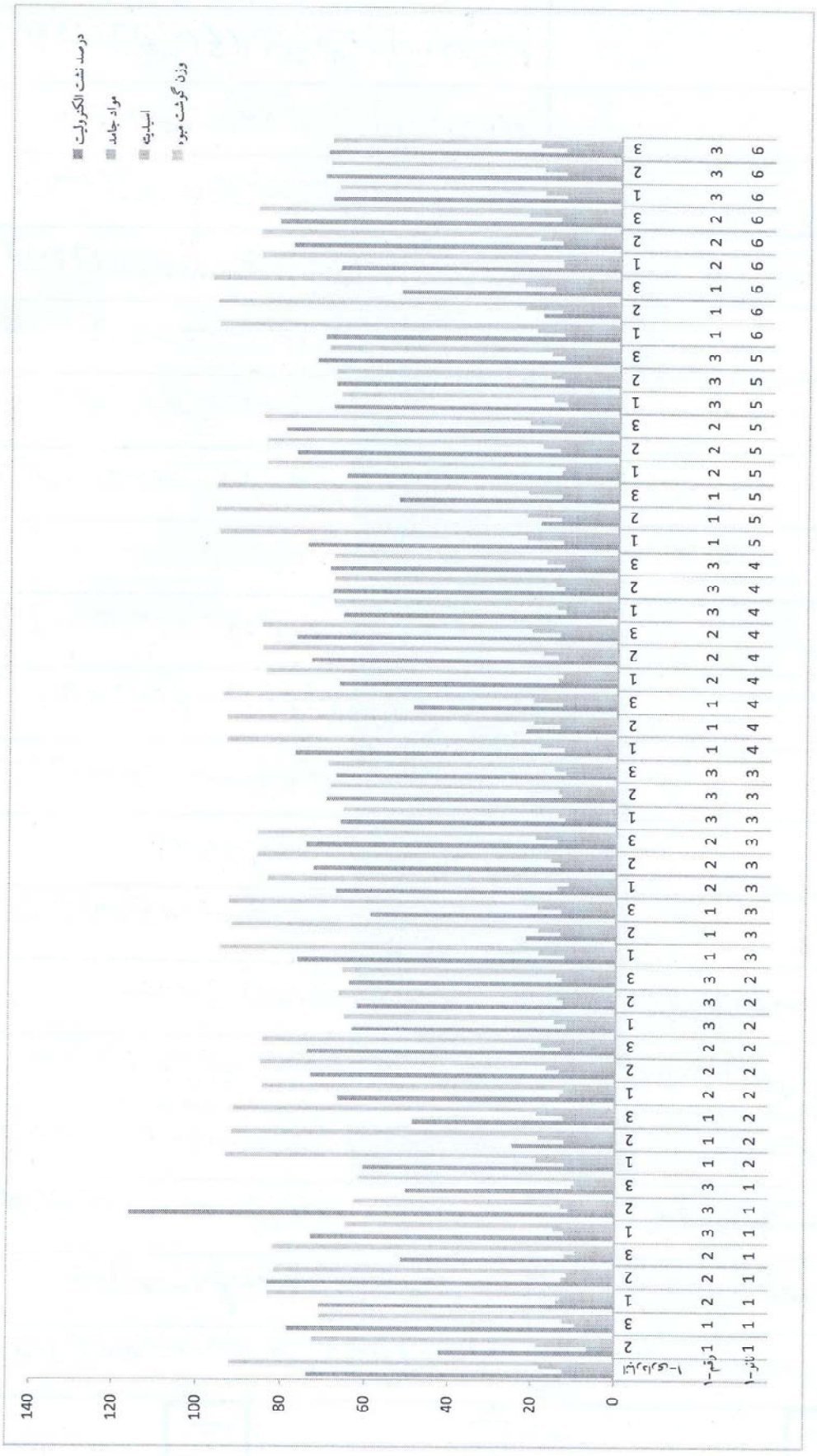
جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی برای صفات مورد مطالعه

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

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

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 نشت الکترولیت بیشترین نشت الکترویت 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 راحمی اثر تیمار پالس با غلظت های مختلف نانوذرات نقره و بنزیل آدنین 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 گل‌ها 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 ضدعفونی 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 و دوره انبارداری بر اقام مختلف پرتقال برای صفات مختلف

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه های تیمار شده با نانوذرات در همه غلظت های به کار رفته بالاتر از میوه های شاهد می باشد 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 میو ه های شاهد کمتر از میوه های تیمار شده با نانوذرات می باشد. مواد جامد در طی انبارداری افزایش یافت. افزایش در سطح ۲۵ پی پی ام نانوذرات نقره نسبت به شاهد ۲۷ درصد بود. که با نتایج (۲) مطابقت داشت. غلظت های بالای نانوذرات نقره سبب افزایش ویتامین ث شد. نانو ذرات نقره پتانسیل غشایی پلاسما را ناپایدار می‌کند که نتیجه آن کاهش سطح ATP درون سلول می باشد. این عمل با هدف قرار دادن غشاء سلول انجام می شود و باعث کاهش کارایی سلول و همچنین اتصال به گروه‌های عاملی ویتامین‌ها به ویژه ویتامین ث می‌شود. ویتامین ث از نظر ساختمانی یکی از ساده ترین ویتامین‌ها است که در گیاهان از گلوکز یا سایر قندهای ساده سنتز می شود. این ویتامین در اثر فعالیت آنزیم آسکوربیک اسید اکسیداز، تجزیه و آنگاه هیدرولیز می شود. مقدار اسید آسکوربیک تا وقتی که اندام گیاهی از گیاه مادر جدا نشده باشد تقریباً ثابت می ماند 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 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 اسانس ها یا مواد موثره گیاهی گزارش کردند (۱۰، ۱۳).

نتیجه گیری

به طور کلی با توجه به نتایج، نانوذرات تأثیر معنی داری بر قطر و طول میوه، اسیدیته، مواد جامد، ویتامین ث، 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 پی پی ام نانوذرات سبب کاهش ۹۰ درصدی درصد پوسیدگی میوه نسبت به شاهد شد. بین غلظت ۲۰ و ۲۵ پی پی ام تفاوت معنی داری 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 میلی گرم در لیتر نانوذرات بهترین کیفیت را در طی انبارداری داشتند.

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 اسانس های گیاهی بر برخی شاخص های ریختی و فیزیولوژی پس از برداشت گل بریده ژربرا. نشریه پژوهش های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، ۸ (۳) پیاپی ۳۱: ۴۷-۵۷.

۴. ساعی، م. ۱۳۹۰. بررسی مزیت نسبی تولید پرتقال منطقه جیرفت و صادرات پرتقال. بررسی های بارگانی، شماره ۵۱.

۵. شاه بیگ، م.ع. ۱۳۸۷. آثار تیمارهای قرنطینه ای گرما و اتمسفر اصلاح شده در بسته های میوه بر روی عمر انباری پرتقال های واشنگتن ناول و والنسیا. مجلهٔ علوم کشاورزی ایران، ۳۰ (۱): ۹۴-۱۰۲.

۶. قلیچ س، زرین کمر ف، نیکنام و.۱۳۹۴. بررسی میزان انباشتگی سرب و تاثیر آن بر فعالیت آنزیم پراکسیداز، محتوای ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در مرحله جوانه زنی در گیاه یونجه (*Medicago sativa* L). مجله پژوهشهای گیاهی (مجله

زیست شناسی ایران). دوره ۲۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، صفحه ۱۷۴- ۱۶۴.

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 بر زمان ماندگاری رطب مضافتی. مجله علوم غذایی و تغذیه، ۱۱: ۶۵-۷۲.

۹. یوسفی ک، ریاحی ع، باقی زاده ا. ۱۳۹۴. بررسی تاثیر الیسیتورهای 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 زیست شناسی ایران). دوره ۲۸، شماره ۱، صفحه ۲۲۳- ۲۱۰.

10. 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.

11. 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.

12. Gong, P., and Li, H. 2007. Preparation and antibacterial activity of Fe_3O_4 and Ag nanoparticles. *Nanotechnology*, 18: 604-611.

13. 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.

14. 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.

15. Martinez-Romero, D., Alburquerque, 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.

16. Michael, S., Cousin, M.E., Kastenholz, H., and Wiek, A. 2007. Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust. *Appetite*, 49: 459-466.

17. 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.

18. 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.

19. Rai, M., and Yadav, A. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology Advances*, 27: 76-83.

20. Tzortzakis, N. G. 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8: 111–116.

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