

تأثیر کاربرد پس از برداشت نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه شلیل (*Prunus persica cv. Red gold*)

محمد رضا اصغری^{۱*}، هاشم زارعی^۲ و حبیب شیرزاد^۳

۱، ۲ و ۳. استاد، فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت محصولات باغبانی، دانشجوی کارشناسی ارشد و مربی، گروه علوم باغبانی،

دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۳۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۶)

چکیده

به منظور استفاده از ترکیبات سالم، حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت میوه شلیل رقم "ردگلد" طی انبارمانی، تأثیر تیمار پس از برداشت نانو اکسیدروی در سه غلظت (۰، ۰/۰۱ و ۰/۰۳ درصد) و کربوکسی متیل سلولز در سه غلظت (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) در دمای ۰-۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد و به مدت ۴۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. میزان کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، pH میوه، مقدار ویتامین C و شاخص قهوه‌ای شدن در دوره انبارمانی ارزیابی شدند. نانو اکسیدروی به همراه کربوکسی متیل سلولز به طور معنی داری باعث کاهش شاخص قهوه‌ای شدن در همه تیمارها نسبت به شاهد شد. تیمارهای نانو اکسیدروی ۰/۰۱ درصد و کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد بیشترین تأثیر را بر افت کاهش وزن داشتند. تیمار ترکیبی نانو اکسیدروی ۰/۰۱ درصد و کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد نیز تأثیر بیشتری در حفظ مواد جامد قابل حل داشت. همچنین نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز در مدت انبارمانی، باعث حفظ اسیدپته کل گردیدند. تأثیر تیمارهای نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز بر مقدار ویتامین C معنی دار نشد. نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز می‌تواند به حفظ خواص کیفی میوه شلیل "رد گلد" کمک کند.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، پوشش‌های خوراکی، فناوری نانو، کیفیت میوه، مواد جامد قابل حل.

Effects of nano-ZnO and carboxymethyl cellulose postharvest treatments on some physicochemical characteristics of nectarine (*Prunus persica cv. Red gold*)

Mohammadreza Asghari^{1*}, Hashem Zarei² and Habib Shirzad³

1, 2, 3. Professor, M. Sc. Student and Instructor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran
(Received: May 21, 2017 - Accepted: Ja. 6, 2018)

ABSTRACT

In this study the effect of nano-ZnO (at 0, 0.01 and 0.03%) and carboxymethyl cellulose (at 0, 0.5 and 1%) were studied on the quality and shelf life of "Red Gold" nectarine fruit during storage (0-1°C, 90 to 95% relative humidity) for 40 days. A factorial experiment was conducted in a completely randomized design with four replications. After treatment weight loss, total soluble solids, titratable acidity, pH, the content of vitamin C and browning index were evaluated during storage. Nano-ZnO and carboxymethyl cellulose treatments significantly reduced browning index in comparison with untreated control. 0.01% nano-ZnO and 1% carboxymethyl cellulose treatments significantly delayed weight loss. Nano-ZnO and carboxymethyl cellulose treatments also maintained total acidity and total soluble solids in comparison with control. Results revealed that the use of nano-ZnO and carboxymethyl cellulose treatments can maintain quality of "Red Gold" nectarine fruit.

Keywords: Edible coating, fruit quality, nano technology, shelf life, soluble solids.

* Corresponding author E-mail: m.asghari@urmia.ac.ir

مقدمه

شلیل با نام علمی *Prunus persica* از تیره وردسانان^۱ بوده و از هلو به وجود آمده است. میوه شلیل ویژگی پوست بدون کرک را به ارث برده که توسط یک ژن مغلوب کنترل می شود (Blake, 1932). ارقام هلو و شلیل، پتانسیل ماندگاری کوتاهی با توجه به نرم شدن سریع و رسیدن کلی دارند. شلیل میوه‌ای فرازگرا است و رسیدن سریع میوه در مدت نگهداری منجر به انبارمانی کوتاه می شود (Cantín et al., 2010). کیفیت شلیل همواره از نظر صفات مختلف میوه و عمدتاً از طریق بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی که پیشرفت بلوغ و رسیدگی را توصیف می کنند، اندازه گیری شده است. استحکام گوشت، رنگ درونی و سطحی، مواد جامد قابل حل (TSS) و اسید قابل تیتراسیون (TA) پارامترهای کلی برای کیفیت میوه هستند (Abbott, 1999). شلیل بسیار فسادپذیر بوده و به سرعت در طول دوره پس از برداشت در دمای محیط از بین می رود (Lurie & Crisosto, 2005).

ضایعات پس از برداشت میوه‌ها ناشی از پوسیدگی، در شرایط بدون استفاده از قارچ کش، تا ۵۰ درصد است ولی با اعمال قارچ کش‌ها، پوسیدگی‌ها ۱۰ تا ۱۵ درصد کاهش می یابند (Margosan et al., 2008). کاربرد قارچ کش‌های مصنوعی یک روش رایج برای کنترل ضایعات پس از برداشت است. مشکلات مربوط به استفاده گسترده از قارچ کش‌ها و افزایش آگاهی مصرف کنندگان در مورد خطرات سلامتی، محیطی و افزایش حساسیت مصرف کنندگان به مصرف محصولات باغبانی فاقد سم، انجام تحقیقاتی را برای یافتن جایگزین‌های سالم ایجاب می کند (Ballester et al., 2010).

پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی از جمله بسته بندی‌های زیست تخریب پذیر هستند که تمایل به استفاده از آن‌ها به دلیل دارا بودن مواد طبیعی و عدم ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی، روز به روز در حال افزایش می باشد (Ghanbarzade, 2009). اکسیدروی (Zinc Oxide) ترکیب غیرآلی با فرمول ZnO و به

شکل پودری سفید رنگ و غیرمحلول در آب است که می تواند به عنوان منبع روی برای گیاهان استفاده شود. اکسیدروی دارای خواص مرطوب کننده و آنتی بیوتیکی است (Takahashi et al., 2007). روی از عناصر کم مصرفی می باشد که در بسیاری از فعالیت‌های آنزیمی گیاه، نقش تسریع کننده یا فعال کننده دارد و نیز نقش ساختاری در غشاءها و دیواره‌های سلولی داشته و در ساخته شدن و تجزیه پروتئین‌ها شرکت دارد. گیاهان دارای کمبود روی از نظر تولید هورمون‌ها، به ویژه اکسین، دچار مشکل می شوند (Malakouti & Homaei, 1994). امن و بی ضرر بودن نانو ذرات روی بر سلامت انسان توسط سازمان غذا و دارو آمریکا به رسمیت شناخته شده است (Espitia et al., 2012; Ding et al., 2012; Li et al., 2011). نشان دادند که استفاده از بسته بندی فعال حاوی نانو اکسیدروی، ماندگاری برش‌های تازه سیب را بهبود می بخشد. نتایج به دست آمده از مطالعه‌ای که تأثیر نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز بر روی آریل‌های انار در مدت انبارداری بررسی شد، نشان داد که در این میوه‌ها میزان آنتوسیانین، اسید آسکوربیک، فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود و میزان افت وزن، به طور قابل توجهی در این تیمارها کاهش یافت (Saba & Amini, 2017). ترکیبی از تیمار اولتراسوند و پوشش نانو اکسیدروی به طور قابل توجهی تولید اتیلن و دی اکسید کربن در میوه تازه برش شده کیوی را کاهش می دهد. همچنین به دلیل کاهش سرعت ازدست دادن وزن و حفظ سفتی میوه، به میزان زیادی رسیدن و پیری میوه را به تأخیر می اندازد (Meng et al., 2014).

پوشش کربوکسی متیل سلولز به عنوان یک پوشش خوراکی طبیعی از جمله پلی ساکاریدهای مهم و ارزان قیمت است که از طریق واکنش سلولز با هیدروکسید سدیم و اسید کلرواستیک تولید می شود. این ترکیب محلول در آب بوده و پس از حل شدن حالتی کاملاً شفاف پیدا می کند و فیلم‌های شفاف و مقاوم از نظر مکانیکی تشکیل می دهد (Ghanbarzade et al., 2009). کاربرد پوشش کربوکسی متیل سلولز در میوه توت فرنگی (Gol et al., 2013)، خیار

که هر تیمار شامل ۴ تکرار و در هر واحد آزمایشی ۳ میوه قرار گرفت. میوه‌ها به مدت ۴۰ روز در سردخانه در دمای صفر تا ۱ درجه سلسیوس نگهداری شدند. اندازه‌گیری‌ها در زمان‌های صفر، ۲۰ و ۴۰ روز انجام شد که یک روز قبل از هر اندازه‌گیری میوه‌ها را از سردخانه بیرون آورده شدند و در دمای اتاق قرار گرفتند و سپس اندازه‌گیری‌ها انجام شدند.

صفات مورد اندازه‌گیری

کاهش وزن میوه

اندازه‌گیری کاهش وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی مدل CANDGL300 انجام شد و درصد کاهش وزن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

= درصد کاهش وزن میوه

$$100 \times \frac{\text{وزن میوه در انتهای انبارداری} - \text{وزن میوه قبل از انبارداری}}{\text{وزن میوه قبل از انبارداری}}$$

مواد جامد قابل حل

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی مدل (Atago Manual) ساخت آمریکا در دمای اتاق بر حسب درجه بریکس قرائت گردید.

اندازه‌گیری pH آب میوه

pH آب میوه با دستگاه pH متر دیجیتالی مدل (CG 24) کالیبره شده با بافرهای ۴ و ۷ اندازه‌گیری شد.

اسید قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با محلول ۰/۱ نرمال NaOH تا رسیدن به pH=۸/۲ استفاده شد و نتایج بر حسب گرم اسیدمالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیترا گردید (Hernandez-Munoz et al., 2008).

ویتامین ث

اندازه‌گیری ویتامین ث به روش تیترسنجی (روش یدومتريک) انجام شد و نتایج بر حسب میلی‌گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه بیان گردید (Cioroi, 2007).

(Oluwaseun et al., 2013) و برش‌های تازه میوه سیب (Saba & Sogvar, 2016) باعث افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت آن‌ها شده است. استفاده از تیمار کربوکسی‌متیل‌سلولز و تیمار ترکیبی کربوکسی‌متیل‌سلولز و اشعه گاما در طی انبارداری میوه هلو باعث جلوگیری از بروز بیماری و پوسیدگی، حفظ سفتی بافت میوه و کاهش افت وزن گردید (Hussain et al., 2015). هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر نانو اکسیدروی، کربوکسی‌متیل‌سلولز و زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها با همدیگر در حفظ خصوصیات کیفی میوه شلیل رقم رد گلد بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انجام شد. برای انجام آزمایش، میوه‌های شلیل رقم ردگلد در مرحله‌ی بلوغ تجاری، هنگامی که حدوداً ۵۰ درصد رنگ گرفته بودند، برداشت شدند. سپس میوه‌های سالم، یکنواخت و هم‌شکل انتخاب شده و با غلظت‌های مختلف نانو اکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز مورد تیمار قرار گرفتند. ذرات نانو اکسید روی از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان (ساخت آمریکا) که اندازه ذرات بین ۳۰-۱۰ نانومتر و درجه خلوص بیش از ۹۹ درصد بود، تهیه شد.

تیمار میوه‌ها با محلول‌های نانو اکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز

میوه‌ها جهت ضد عفونی به مدت ۲ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد فرو برده شده و در هوای اتاق خشک شدند. سپس سوسپانسیون‌های پوششی نانو اکسیدروی در ۳ غلظت (صفر، ۰/۰۱ و ۰/۰۳ درصد) و پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل‌سلولز در ۳ غلظت (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) به وسیله حمام اولتراسونیک به مدت نیم ساعت آماده شدند و سپس میوه‌ها به مدت ۵ دقیقه در محلول‌های تهیه شده غوطه‌ور شدند. پس از تیمار کردن میوه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برای ۱ ساعت خشک شدند و در ادامه به‌طور تصادفی در بسته‌بندی‌های پلاستیکی یک‌بار مصرف قرار داده شدند

شاخص قهوه‌ای شدن میوه

برای ارزیابی قهوه‌ای شدن میوه از روش نمره‌دهی استفاده شد. بر این اساس میوه‌ها به پنج دسته تقسیم شدند و به صورت زیر نمره‌های ۱ تا ۵ به آنها داده شد: (۱) بدون قهوه‌ای شدن، (۲) کم (تا ۵ درصد قهوه‌ای شدن)، (۳) در حد متوسط (۲۰- درصد قهوه‌ای شدن)، (۴) متوسط تا شدید (۵۰- ۲۰ درصد قهوه‌ای شدن) و (۵) شدید (بیش از ۵۰ درصد قهوه‌ای شدن) (Lin et al., 2013).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل (۳×۳×۲) در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) صورت گرفت و جهت مرتب‌نمودن داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد کاهش وزن میوه

وزن شلیل در طی انبارمانی کاهش یافت ولی اثر متقابل زمان نگهداری با نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز معنی‌دار نشد (جدول ۱). کمترین میزان کاهش وزن در شلیل "ردگلد" تیمار شده با نانو اکسید روی با غلظت ۰/۰۱ درصد (۱/۵۲٪) و تیمار کربوکسی متیل سلولز با غلظت ۱ درصد (۱/۲۳٪) و بیشترین میزان در میوه‌های شاهد (۴/۲۷٪) مشاهده گردید (شکل ۱). از دست دادن رطوبت، کیفیت ظاهری میوه را کاهش می‌دهد که منجر به از دست دادن حالت آماس میوه و متعاقب آن نرم شدن محصول می‌شود (Chien et al., 2005). کاهش وزن به طور عمده به علت از دست دادن آب توسط تعرق و ذخایر کربن توسط تنفس رخ می‌دهد (Vogler & Ernst, 1999). سرعت از دست دادن وزن به اختلاف فشار بخار آب میان‌بافت میوه و محیط اطراف میوه بستگی دارد. گزارش شده است که پوشش کیتوسان دارای نانو اکسید روی از دست دادن آب در زردآلو را کاهش داده و باعث افزایش ماندگاری می‌شود (Zhao et al., 2009). پوشش‌های خوراکی باعث کاهش تعرق آب و

کنترل تبادل اکسیژن و دی‌اکسید کربن شده که در نتیجه کاهش سرعت تنفس، ایجاد می‌شود (Hernandez-Munoz et al., 2008). استفاده از پوشش کربوکسی متیل سلولز باعث کاهش افت وزن در میوه خیار نسبت به شاهد شده است (Oluwaseun et al., 2013). در واقع پوشش‌های کربوکسی متیل سلولز و نانو اکسید روی به صورت یک مانع نیمه‌تراوا عمل می‌کنند و انتقال آب را به تعویق می‌اندازند و در نتیجه کاهش وزن را کنترل می‌کنند.

مواد جامد قابل حل (TSS)

اثر سه فاکتور نانو اکسیدروی، کربوکسی متیل سلولز و زمان نگهداری و اثر متقابل نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز بر میزان مواد جامد قابل حل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مواد جامد قابل حل در مدت نگهداری افزایش یافت؛ ولی میزان آن در میوه‌های شاهد (۱۲/۰۷) به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های تیمار شده بود. کمترین افزایش در میزان مواد جامد قابل حل در تیمار ترکیبی نانو اکسیدروی ۰/۰۱ درصد و کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد (۹/۸۸) مشاهده شد (شکل ۲). یکی از دلایل افزایش میزان قند در طول دوره انبارداری می‌تواند در اثر کاهش آب میوه و تغلیظ محتویات آب میوه در طول انبارداری باشد (Sayari et al., 2009). یکی دیگر از دلایل افزایش شدید مواد جامد قابل حل در میوه‌های شاهد، شکستن پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی و تبدیل آنها به قندهای محلول است که در نتیجه پیشرفت پیری و تخریب سلولی صورت می‌گیرد و هر عاملی که با کاهش سرعت پیری از شکستن دیواره‌های سلولی جلوگیری کند و یا آن را کاهش دهد باعث جلوگیری از افزایش غیرعادی مواد جامد قابل حل خواهد شد (Salunkha et al., 1974). شلیل میوه‌ای فرازگرا است و رسیدن آن توسط تولید اتیلن تحریک می‌شود (Cantín et al., 2010). پوشش‌های خوراکی با ایجاد مانعی در مقابل جریان هوا، اتمسفر داخل بافت را تغییر داده و باعث کاهش تنفس و کاهش تولید اتیلن و در نتیجه کاهش روند پیری می‌شوند (Hernandez-Munoz et al., 2008).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی میوه شلیل رقم ردگلد

Table 1. Analysis of variance of some qualitative parameters of 'Red Gold' nectarine fruits

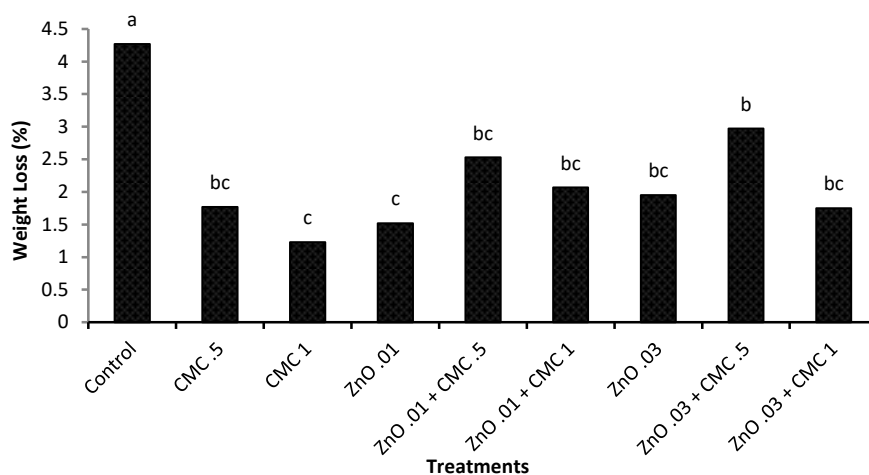
S.O.V	df	Mean square					
		Weight loss	TSS	pH	Titrateable acidity	Vitamin C	Browning Index
ZnO	2	0.872 ^{ns}	4.627 ^{**}	0.027 ^{**}	0.002 ^{ns}	0.108 ^{ns}	0.628 ^{**}
CMC	2	5.54 ^{**}	4.808 ^{**}	0.015 ^{**}	0.001 ^{ns}	0.135 ^{ns}	1.098 ^{**}
Time	1	33.05 ^{**}	11.6 ^{**}	3.845 ^{**}	0.925 ^{**}	14.28 ^{**}	5.928 ^{**}
ZnO×CMC	4	10.502 ^{**}	2.324 [*]	0.003 ^{ns}	0.007 ^{**}	0.613 ^{ns}	1.05 ^{**}
ZnO×Time	2	0.060 ^{ns}	0.277 ^{ns}	0.019 ^{**}	0.004 [*]	0.644 ^{ns}	0.252 ^{**}
CMC×Time	2	0.434 ^{ns}	0.517 ^{ns}	0.012 [*]	0.001 ^{ns}	0.108 ^{ns}	0.308 ^{**}
ZnO×CMC×Time	4	0.547 ^{ns}	0.347 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.005 ^{**}	0.215 ^{ns}	0.424 ^{**}
Error	54	0.386	0.756	0.003	0.0013	1.098	0.044
C.V (%)		27.82	8.23	1.29	7.54	15.40	4.57

ZnO نانو اکسیدروی، CMC کربوکسی متیل سلولز.

ns، * و **: نبود اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

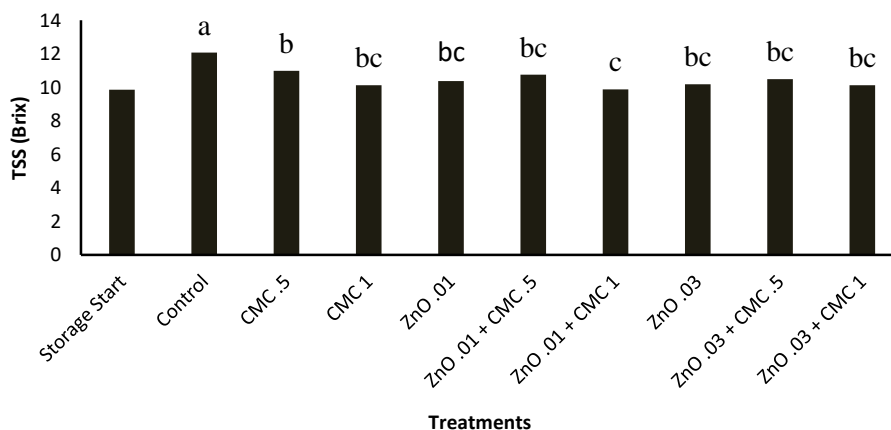
ZnO: zinc oxide, CMC: carboxymethyl cellulose.

ns, *, **: Non-significant and significant at 5 and 1% of probability levels, respectively.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز بر درصد کاهش وزن میوه شلیل رقم "ردگلد" در سطح احتمال ۱ درصد (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند).

Figure 1. Mean comparisons of nano ZnO and carboxymethyl cellulose interaction on nectarine weight loss (%) at 1% level of probability.



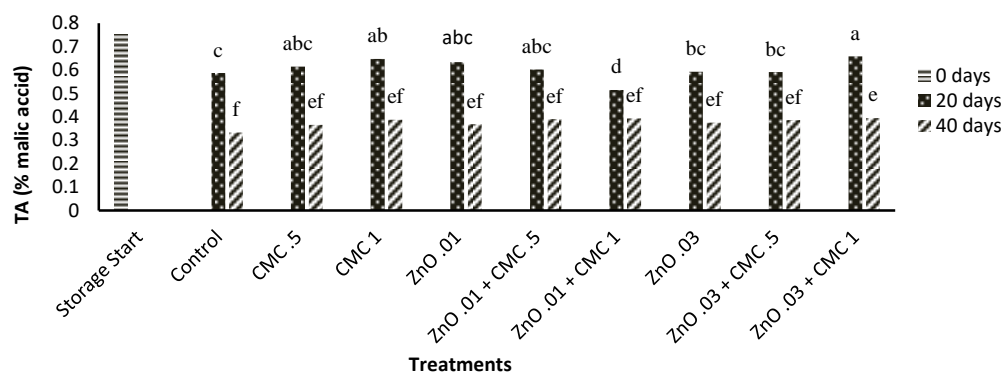
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل نانو اکسیدروی، کربوکسی متیل سلولز بر میزان مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس میوه شلیل رقم "ردگلد" در سطح احتمال ۵ درصد (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند).

Figure 2. Mean comparisons of nano ZnO and carboxymethyl cellulose interaction on nectarine total soluble solids (°Brix) at 5% level of probability

اسید قابل تیتراسیون و pH عصاره میوه

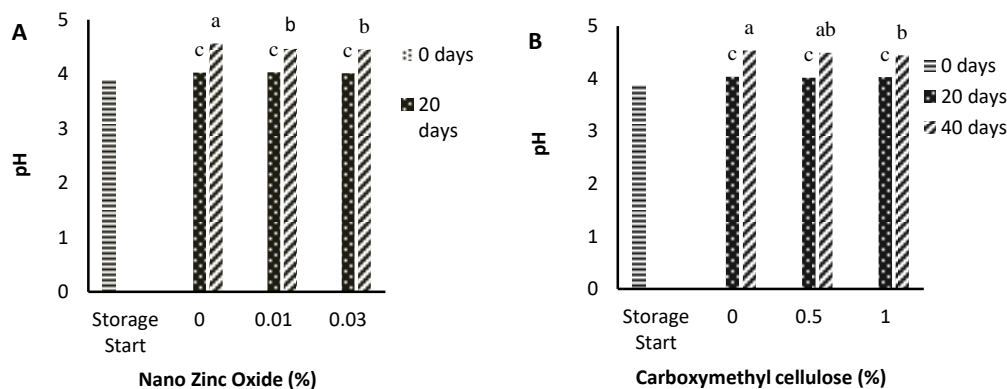
میزان اسیدهای آلی میوه‌های شاهد در طی دوره انبارمانی به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. تیمارهای نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز تا حد زیادی باعث حفظ اسیدهای آلی میوه در طی انبارداری شدند و بیشترین میزان اسیدهای آلی مربوط به میوه‌های تیمار شده با نانو اکسیدروی ۰/۰۳ و کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد بود (شکل ۳). pH آب میوه طی دوره نگهداری روند افزایشی داشت که این افزایش در میوه‌های شاهد بیشتر بود (شکل ۴). اثر هر دو فاکتور نانو اکسیدروی و کربوکسی متیل سلولز بر pH آب میوه در طی زمان نگهداری به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۱). کاهش میزان اسیدهای آلی و افزایش pH طی دوره انبارمانی به دلیل

این است که اسیدهای آلی مانند اسیدمالیک و اسیدسیتریک که به‌عنوان سوپسترای اولیه برای تنفس می‌باشند، مصرف می‌شوند (Yaman & Bayoindirli, 2002). پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر داخل میوه میزان تنفس و متابولیسم سلولی را کاهش می‌دهند و سرعت مصرف اسیدهای آلی را در جریان واکنش‌های آنزیمی تنفس، کند می‌کنند (Bico et al., 2009). استفاده از بسته‌بندی‌های فعال حاوی نانو اکسیدروی در برش‌های تازه میوه سیب هم باعث حفظ اسیدیته نسبت به میوه‌های شاهد شده است (Naknaen, 2014). همچنین استفاده از پوشش کربوکسی متیل سلولز به همراه اسیدآسکوربیک و کلسیم کلرید موجب افزایش میزان اسیدیته و کاهش pH برش‌های تازه میوه سیب شده است (Saba & Sogvar, 2016).



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل نانو اکسیدروی، کربوکسی متیل سلولز و زمان نگهداری بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه شلیل رقم "ردگلد" در سطح احتمال ۵ درصد (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار می‌باشند).

Figure 3. Mean comparisons of nano ZnO, carboxymethyl cellulose and storage time interaction on nectarine titratable acidity at 5% level of probability



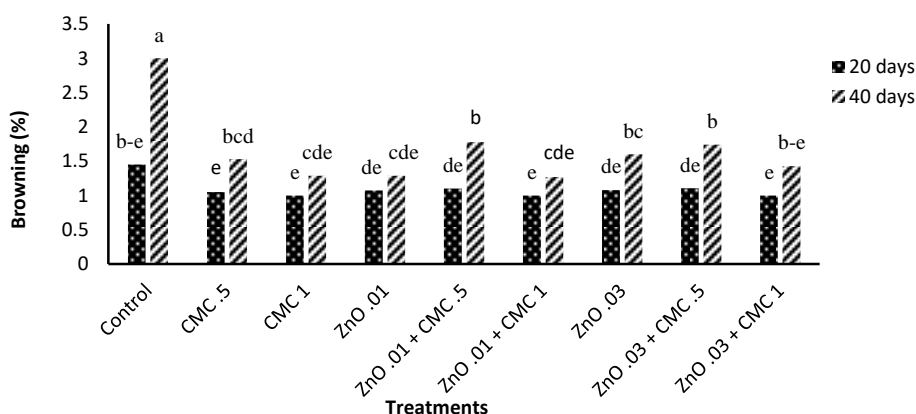
شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل نانو اکسیدروی و زمان نگهداری (A) و اثر متقابل کربوکسی متیل سلولز و زمان نگهداری (B) بر میزان pH میوه شلیل رقم "ردگلد" به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار می‌باشند).

Figure 4. Mean comparisons of nano ZnO and storage time (A) and carboxymethyl cellulose and storage time (B) interaction on nectarine pH respectively at 1 and 5% level of probability

تراوا عمل می‌کنند و میزان ورود و خروج اکسیژن و دی‌اکسیدکربن به میوه را کاهش می‌دهند (Maftoonazad *et al.*, 2007). اکسیژن یکی از سوبستراهای مورد نیاز برای واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی است. بنابراین این پوشش‌ها با کنترل اکسیژن داخل میوه باعث کاهش میزان قهوه‌ای شدن می‌شوند. استفاده از پوشش کربوکسی‌متیل سلولز ۰/۵ درصد به همراه اسیدآسکوربیک در برش‌های تازه سیب، قهوه‌ای شدن را کنترل می‌کند (Saba & Sogvar, 2016). همچنین پوشش متیل سلولز همراه با پوشش‌های افزودنی اسیدآسکوربیک، اسیدسوربیک و کلریدکلسیم باعث کنترل قهوه‌ای شدن در میوه گلابی شد (Olivas *et al.*, 2003).

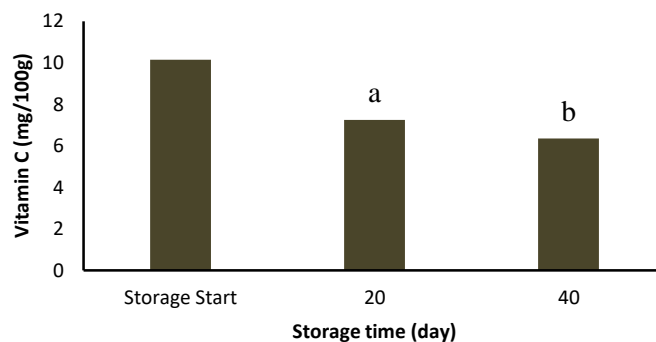
شاخص قهوه‌ای شدن پوست میوه شلیل

قهوه‌ای شدن آنزیمی نتیجه اکسیداسیون ترکیبات فنلی است که به وسیله آنزیم پلی‌فنل-اکسیداز صورت می‌گیرد و موجب ایجاد لکه‌های قهوه‌ای و تیره شدن پوست میوه شلیل می‌گردد. در این پژوهش، میوه‌های فاقد قهوه‌ای شدن نمره ۱ و میوه‌هایی با بیشترین میزان قهوه‌ای شدن (بیش از ۵۰ درصد) نمره ۵ را دریافت کردند. شاخص قهوه‌ای شدن طی دوره انبارمانی افزایش یافت. تیمارهای نانوآکسیدروی و کربوکسی‌متیل سلولز تأثیر قابل توجهی بر شاخص قهوه‌ای شدن در طول نگهداری داشتند (جدول ۱). بیشترین میزان قهوه‌ای شدن مربوط به میوه‌های شاهد بود (شکل ۵). پوشش‌های میوه مانند یک لایه نیمه



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل نانوآکسیدروی، کربوکسی‌متیل سلولز و زمان نگهداری بر شاخص قهوه‌ای شدن میوه شلیل رقم "ردگلد" در سطح احتمال ۱ درصد (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند).

Figure 5. Effect of nano ZnO, carboxymethyl cellulose and storage time interaction on nectarine browning at 1% level of probability



شکل ۶. اثر زمان نگهداری بر میزان ویتامین ث میوه شلیل رقم "ردگلد" در سطح احتمال ۱ درصد. (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند).

Figure 6. Effect of storage time on ascorbic acid (mg/100g) content of nectarine at 1% level of probability

ویتامین ث

میزان ویتامین ث در مدت نگهداری کاهش یافت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویتامین ث نشان می‌دهد که اثر زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان ویتامین ث میوه‌های شلیل معنی‌دار بود، ولی اثر بقیه‌ی تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۱). کاهش میزان ویتامین ث در طول نگهداری میوه‌ها در سردخانه، با خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد در ارتباط است (Smimoff, 1995).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاربرد پس از برداشت تیمارهای نانو اکسیدروی

و کربوکسی متیل سلولز، درصد افت وزن میوه شلیل را کاهش می‌دهد و میزان اسیدهای آلی و مواد جامد قابل حل میوه را حفظ می‌کند. شاخص قهوه‌ای شدن به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت، به‌طوری‌که درصد قهوه‌ای شدن در میوه‌های شاهد در روز بیستم، نسبت به بعضی از تیمارها در روز چهارم بیشتر بود. تیمارهای استفاده‌شده تأثیر معنی‌داری بر میزان ویتامین ث عصاره میوه نداشتند. گرچه همه تیمارها اثر مثبتی بر صفات اندازه‌گیری شده داشتند، ولی تیمار کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد به‌صورت تنها و در ترکیب با غلظت‌های مختلف نانو اکسیدروی تأثیر بیشتری بر صفات کیفی اندازه‌گیری شده داشت.

REFERENCES

- Abbott, J. A. (1999). Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 207-225.
- Ballester, A. R., Izquierdo, A. & Gonzalez-candelas, L. (2010). Biochemical agail and molecular characterization of induced resistance against *Penicillium digitatum* in citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 56, 31-38.
- Bico, S. L. S., Raposo, M. & Morais, A. (2009). Combined effects of chemical dip and/ or carrageenan coating and/ or controlled atmosphere on quality of fresh –cut banana. *Food Control*, 20, 508- 514.
- Blake, M. A. (1932). The JH Hale peach as a parent in peach crosses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 29, 131-136.
- Cantín, C. M., Crisosto, C. H., Ogundiwin, E. A., Gradziel, T., Torrents, J., Moreno, M. A. & Gogorcena, Y. (2010). Chilling injury susceptibility in an intra-specific peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] progeny. *Postharvest Biology and Technology*, 58(2), 79-87.
- Chien, P. J., Sheu, F. & Yang, F. H. (2005). Effect of edible chitosan on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*, 29, 23-29.
- Cioroi, M. (2007). Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. *Cercetări Agronomice in Moldova*, 1, 23 -27.
- Ding, Y., Yun, J., Li, X., Tang, Y. & Jiang, Y. (2012). Evaluation of nano-packaging on the shelf life of fresh cut lotus root (*Nelumbo nucifera* Gaerth). *Advances in Technology and Management*, 165(1), 775-780.
- Espitia, P. J. P., Soares, N. F. F., Coimbra, J. G., Andrade, N. J., Cruz, R. S. & Medeiros, A. A. (2012). Zinc oxide nanoparticles: synethesis, antimicrobial activity and food packaging applications. *Food Bioprocess Technology*, 5(1), 1447-1464.
- Ghanbarzade, B. (2009). *Biodegradable Edible biopolymers In Food and Drug Packaging*. Tehran polytechnic University Press, p 303. (in Farsi)
- Ghanbarzade, B., Almasi, H. & Zahedi, Y. (2009). *Biodegradable Edible biopolymers In Food and Drug Packaging*. Tehran polytechnic University Press, p 514.
- Gol, N. B., Patel, P. R. & Rao, T. V. R. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 85(1), 185-195.
- Hernandez-Munoz, P., Almena, E., Valle, V. D., Velez, D. & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combine with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerate storage. *Journal of Food Chemistry*, 110, 428-435.
- Hussain, P. R., Suradkar, P. P., Wani, A. M. & Dar, M. A. (2016). Potential of carboxymethyl cellulose and γ -irradiation to maintain quality and control disease of peach fruit. *International journal of biological macromolecules*, 82, 114-126.
- Li, X., Li, W., Jiang, Y., Ding, Y., Yun, J., Tang, Y. & Zhang, P. (2011). Effect of nano-ZnO coated active packaging on quality of fresh cut 'Fuji' apple. *International Journal of Food science and Technology*, 46(1), 1947-1955.

16. Lin, Y. F., Hu, Y. H., Lin, H. T., Liu, X., Chen, Y. H. & Zhang, S. (2013). Inhibitory effects of propyl gallate on tyrosinase and its application in controlling pericarp browning of harvested longan fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 2889-2895.
17. Lurie, S. & Crisosto, C.H. (2005). Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biology and Technology*, 37(3), 195-208.
18. Maftoonazad, N., Ramaswamy, H., Moalemiyan, M. & Kushalappa, A. (2007). Effect of pectin-based edible emulsion coating on changes in quality of avocado exposed to lasiodiplodia theobromae infection. *Carbohydrate Polymers*, 68, 341-349.
19. Malakouti, M. J. & Homaei, M. (1994). *Fertility of soils in arid zones*. Tarbiat Modarres University of Tehran Press, p 286. (in Farsi)
20. Margosan, D. A., Smilanick, J. L. & Henson, D. J. (2008). Combination of hot water and ethanol to control postharvest decay of peaches and nectarines. *Plant Disease*, 81, 1405-1409.
21. Meng, X., Zhang, M. & Adhikari, B. (2014). The effects of ultrasound treatment and nano-zinc oxide coating on the physiological activities of fresh-cut kiwifruit. *Food and Bioprocess Technology*, 7(3), 693-701.
22. Naknaen, P. (2014). Utilization possibilities of antimicrobial biodegradable packaging produced by poly (butylene succinate) modified with zinc oxide nanoparticles in fresh-cut apple slices. *International Food Research Journal*, 21(6), 2413-2420.
23. Olivas, G. I., Rodriguez, J. J. & Barbosa-Canovas, G. (2003). Edible coatings composed of methylcellulose, stearic acid, and additives to preserve quality of pear wedges. *Journal of Food Processing and Preservation*, 27(4), 299-320.
24. Oluwaseun, A. C., Kayode, A., Bolajoko, F. O. & Bunmi, A. J. (2013). Effects of coatings on storability of carrot under evaporative coolant system. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 485.
25. Saba, M. K. & Sogvar, O. B. (2016). Combination of carboxymethyl cellulose-based coatings with calcium and ascorbic acid impacts in browning and quality of fresh-cut apples. *LWT-Food Science and Technology*, 66(1), 165-171.
26. Koushesh Saba, M. & Amini, R. (2017). Nano-ZnO/carboxymethyl cellulose-based active coating impact on ready-to-use pomegranate during cold storage. *Food Chemistry*, 232, 721-726.
27. Salunkha, D. K., Jadhar, S. J. & Yu, M. H. (1974). Quality and nutritional composition of tomato fruits influenced by certain biochemical and physiological changes. *Qualitasplantarum*, 24, 85-113.
28. Sayari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Alizadeh, H. & Asgari, M. (2009). Effect of salicylic acid on chilling and activity of PAL of pomegranate cv. 'Malas' during storage. *Iran Horticulture Science Journal*, 3, 21-38.
29. Smimoff, N. (1995). Antioxidant system and plant response to the environment. *Biosystemic Scientific Publisher Oxford United Kingdom*, 34, 217-243.
30. Takahashi, K., Yoshikawa, A. & Sandhu, A. (2007). *Wide bandgap semiconductors*. New York, NY, USA, 393-400.
31. Vogler, B. K. & Ernst, E. (1999). Aloe vera: a systematic review of its clinical effectiveness, *British Journal of General Practice*, 49(447), 82-90.
32. Yaman, O. & Bayoindirli, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 35, 146-150.
33. Zhao, L., Liu, L. & Ma, Y. (2009). Preservation of apricot by chitosan nano-ZnO film. *Food Research and Development*, 30(2), 126-128.