Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 4, Winter 2019 (1025-1033)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.233690.1257

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۷ (ص ۱۰۳۳-۱۰۲۵)

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

**محمدرضا اصغری[1*]، هاشم زارعی[2] و حبیب شیرزاد[3]**
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

به‌منظور 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 کربوکسی‌متیل‌سلولز در سه غلظت (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) در دمای ۱-۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد و به‌مدت ٤٠ روز مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. میزان کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، pH میوه، مقدار ویتامین‌ث و شاخص قهوه‌ای‌شدن در دوره انبارمانی ارزیابی شدند. نانو اکسیدروی به‌همراه کربوکسی‌متیل‌سلولز به‌طور معنی‌داری باعث کاهش شاخص قهوه‌ای‌شدن در همه تیمارها نسبت به شاهد شد. تیمارهای نانواکسیدروی ۰/۰۱ درصد و کربوکسی‌متیل‌سلولز ۱ درصد بیشترین تأثیر را بر افت کاهش وزن داشتند. تیمار ترکیبی نانو اکسیدروی ۰/۰۱ درصد و کربوکسی‌متیل‌سلولز ۱ درصد نیز تأثیر بیشتری در حفظ مواد جامد قابل حل داشت. همچنین نانواکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز در مدت انبارمانی، باعث حفظ اسیدیته کل گردیدند. تأثیر تیمارهای نانو اکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز بر مقدار ویتامین‌ث معنی‌دار نشد. نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای نانو اکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز 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 Zarei[2] and Habib Shirzad[3]**
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℃, 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

www.SID.ir

Archive of SID



## مقدمه

شلیل با نام علمی *Prunus persica* از تیره وردسانان[1] بوده و از هلو به‌وجود آمده است. میوه شلیل ویژگی پوست بدون کرک را به ارث برده که توسط یک ژن مغلوب کنترل می‌شود (Blake, 1932). ارقام هلو و شلیل، پتانسیل ماندگاری کوتاهی با توجه به نرم‌شدن سریع و رسیدن کلی دارند. شلیل میوه‌ای فرازگرا است و رسیدن سریع میوه در مدت نگهداری منجر به انبارمانی کوتاه می‌شود (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 می‌کنند، اندازه‌گیری 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 به‌سرعت در طول دوره پس از برداشت در دمای محیط از بین می‌رود (Lurie & Crisosto, 2005).

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

پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی از جمله بسته‌بندی‌های زیست تخریب‌پذیر هستند که تمایل به استفاده از آن‌ها به‌دلیل دارا بودن مواد طبیعی و عدم ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی، روز به روز در حال افزایش می‌باشد (Ghanbarzade, 2009). اکسیدروی (Zinc Oxide) ترکیب غیرآلی با فرمول ZnO و به شکل پودری سفید رنگ و غیرمحلول در آب است که می‌تواند به‌عنوان منبع روی برای گیاهان استفاده شود. اکسیدروی دارای خواص مرطوب‌کننده و آنتی‌بیوتیکی است (Takahashi *et al*., 2007). روی از عناصر کم‌مصرفی می‌باشد که در بسیاری از فعالیت‌های آنزیمی گیاه، نقش تسریع‌کننده یا فعال‌کننده دارد و نیز نقش ساختاری در غشاءها و دیواره‌های سلولی داشته و در ساخته‌شدن و تجزیه پروتئین‌ها شرکت دارد. گیاهان دارای کمبود روی از نظر تولید هورمون‌ها، به‌ویژه اکسین، دچار مشکل می‌شوند (Malakouti & Homaei, 1994). امن و بی‌ضرر بودن نانو ذرات‌روی 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 بسته‌بندی فعال حاوی نانو اکسیدروی، ماندگاری برش‌های تازه سیب را بهبود می‌بخشد. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه‌ای که تأثیر نانو اکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز بر روی آریل‌های انار در مدت انبارداری بررسی شد، نشان داد که در این میوه‌ها میزان آنتوسیانین، اسید آسکوربیک، فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود و میزان افت وزن، به‌طور قابل‌توجهی در این تیمارها کاهش یافت (Saba & Amini, 2017). ترکیبی از تیمار اولتراسوند و پوشش نانو اکسیدروی به‌طور قابل‌توجهی تولید اتیلن و دی‌اکسیدکربن در میوه تازه برش‌شده کیوی را کاهش می‌دهد. همچنین به‌دلیل کاهش سرعت ازدست‌دادن وزن و حفظ سفتی میوه، به‌میزان زیادی رسیدن و پیری میوه را به تأخیر می‌اندازد (Meng *et al*., 2014).

پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز به‌عنوان یک پوشش خوراکی طبیعی از جمله پلی‌ساکاریدهای مهم و ارزان‌قیمت است که از طریق واکنش سلولز با هیدروکسیدسدیم و اسید کلرواستیک تولید می‌شود. این ترکیب محلول در آب بوده و پس از حل‌شدن حالتی کاملاً شفاف پیدا می‌کند و فیلم‌های شفاف و مقاوم از نظر مکانیکی تشکیل می‌دهد (Ghanbarzade *et al*., 2009). کاربرد پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز در میوه توت‌فرنگی (Gol *et al*., 2013)، خیار

1. Rosaceae

www.SID.ir

Archive of SID


(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، هنگامی‌که حدودا ۵۰ درصد رنگ گرفته بودند، برداشت شدند. سپس میوه‌های سالم، یکنواخت و هم‌شکل انتخاب شده و با غلظت‌های مختلف نانواکسیدروی و کربوکسی متیل‌سلولز 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 نانواکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز

میوه‌ها جهت ضدعفونی به‌مدت ۲ دقیقه در محلول هیپوکلریت‌سدیم ۵ درصد فرو برده شده و در هوای اتاق خشک شدند. سپس سوسپانسیون‌های پوششی نانواکسیدروی در ۳ غلظت (صفر، ۰/۰۱ و ۰/۰۳ درصد) و پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل‌سلولز در ۳ غلظت (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) به‌وسیله حمام اولتراسونیک به‌مدت نیم ساعت آماده شدند و سپس میوه‌ها به‌مدت ۵ دقیقه در محلول‌های تهیه‌شده غوطه‌ور شدند. پس از تیمارکردن میوه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برای ۱ ساعت خشک شدند و در ادامه به‌طور تصادفی در بسته‌بندی‌های پلاستیکی یک‌بار مصرف قرار داده شدند که هر تیمار شامل ۴ تکرار و در هر واحد آزمایشی ۳ میوه قرار گرفت. میوه‌ها به‌مدت 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:

$$\text{درصد کاهش وزن میوه} = \frac{\text{وزن میوه در انتهای انبارداری} - \text{وزن میوه قبل از انبارداری}}{\text{وزن میوه قبل از انبارداری}} \times ۱۰۰$$

#### مواد جامد قابل‌حل

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفرکتومتر 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 برحسب گرم اسیدمالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه بیان شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیتر گردید (Hernandez-Munoz *et al.*, 2008).

#### ویتامین ث

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

www.SID.ir

Archive of SID



**شاخص قهوه‌ای شدن میوه**

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

**تجزیه و تحلیل داده‌ها**

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل (۲×۳×۳) 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 نانواکسیدروی و کربوکسی متیل‌سلولز معنی‌دار نشد (جدول ۱). کمترین میزان کاهش وزن در شلیل "*رد‌گلد*" تیمارشده با نانواکسید روی با غلظت ۰/۰۱ درصد (۱/۵۲٪) و تیمار کربوکسی‌متیل‌سلولز با غلظت ۱ درصد (۱/۲۳٪) و بیشترین میزان در میوه‌های شاهد (۴/۲۷٪) مشاهده گردید (شکل۱). از دست‌دادن 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 دست‌دادن آب توسط تعرق و ذخایر کربن توسط تنفس رخ می‌دهد (Vogler & Ernst, 1999). سرعت از دست‌دادن وزن به اختلاف فشار بخار آب میان‌بافت میوه و محیط اطراف میوه بستگی دارد. گزارش شده است که پوشش کیتوسان دارای نانواکسید روی از دست‌دادن 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 دی‌اکسیدکربن شده که در نتیجه کاهش سرعت تنفس، ایجاد می‌شود (Hernandez-Mun˜oz *et al.*, 2008). استفاده از پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز باعث کاهش افت وزن در میوه خیار نسبت به شاهد شده است (Oluwaseun *et al.*, 2013). در واقع پوشش‌های کربوکسی‌متیل‌سلولز و نانو اکسید روی به‌صورت یک مانع نیمه‌تراوا عمل می‌کنند و انتقال آب را به تعویق می‌اندازند و در نتیجه کاهش وزن را کنترل می‌کنند.

**مواد جامد قابل‌حل (TSS)**

اثر سه فاکتور نانواکسیدروی، کربوکسی‌متیل‌سلولز و زمان نگهداری و اثر متقابل نانو اکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز بر میزان مواد جامد قابل‌حل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مواد جامد قابل‌حل در مدت نگهداری افزایش یافت؛ ولی میزان آن در میوه‌های شاهد (۱۲/۰۷) به‌طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های تیمارشده بود. کمترین افزایش در میزان مواد جامد قابل‌حل در تیمار ترکیبی نانواکسیدروی ۰/۰۱ درصد و کربوکسی‌متیل‌سلولز 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 قابل‌حل 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 قابل‌حل 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-Muñoz *et al.*, 2008).

www.SID.ir

Archive of SID


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

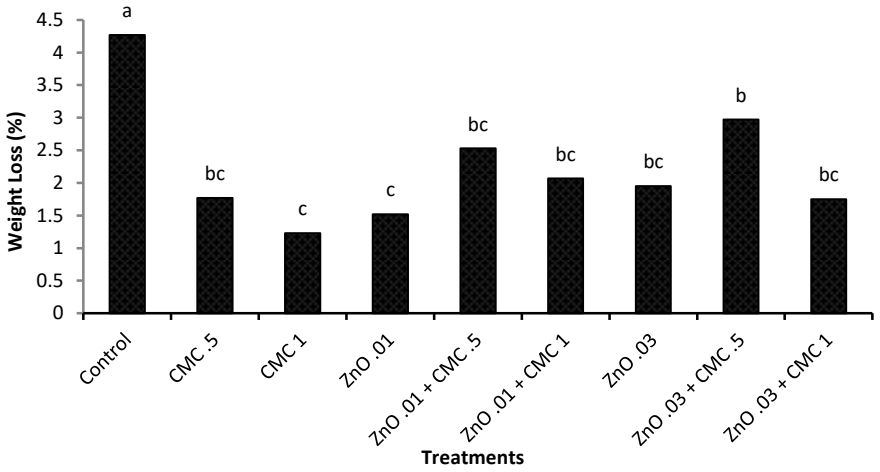
Table 1. Analysis of variance of some qualitative parameters of 'Red Gold' nectarine fruits

| S.O.V | df | Mean square | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Weight loss | TSS | pH | Titratable 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$^{**}$ |
| Erorr | 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 کربوکسی‌متیل‌سلولز.

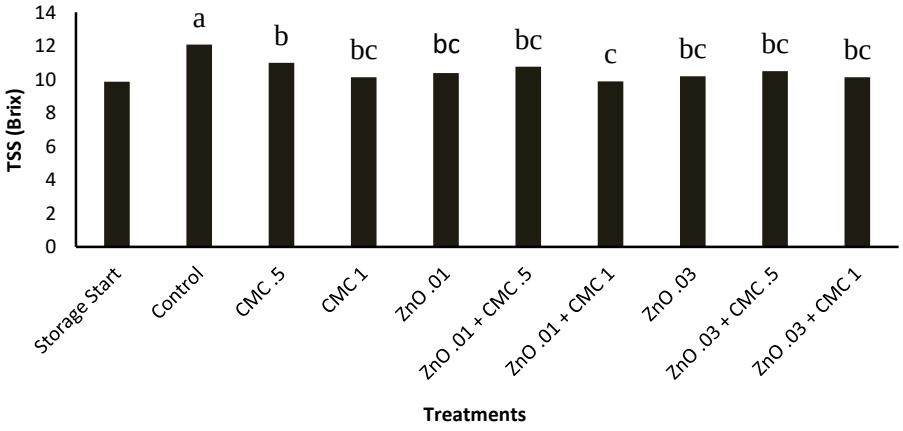
ns، * و **: نبود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد.

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 نانواکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز بر درصد کاهش وزن میوه شلیل رقم "*ردگلد*" در سطح احتمال ۱ درصد (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند).

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 نانواکسیدروی، کربوکسی‌متیل‌سلولز بر میزان مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس میوه شلیل رقم "*ردگلد*" در سطح احتمال ۵ درصد (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند).

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

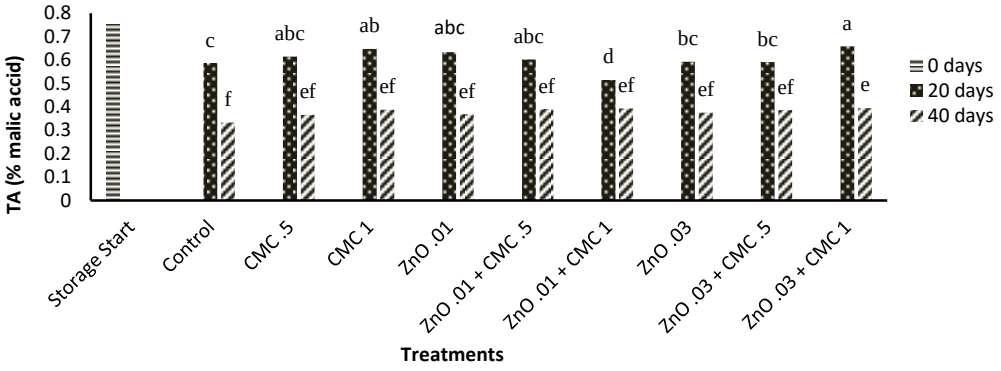
www.SID.ir

Archive of SID



**اسید قابل تیتراسیون و pH عصاره میوه**

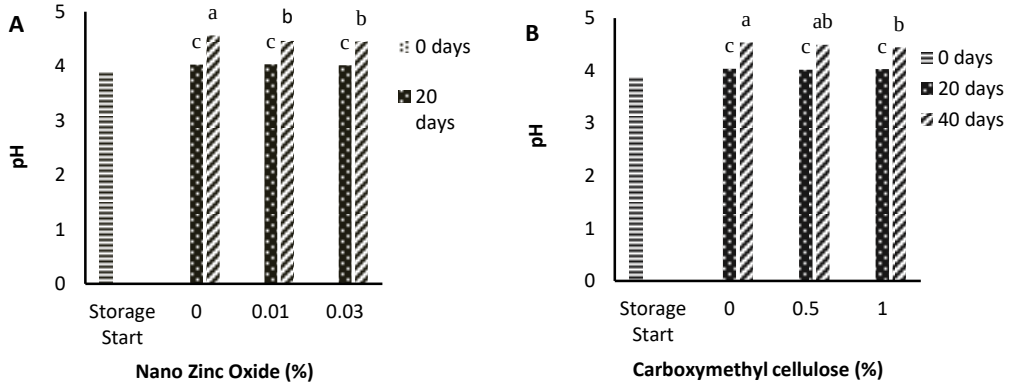
میزان اسیدهای آلی میوه‌های شاهد در طی دوره انبارمانی به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت. تیمارهای نانواکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز تا حد زیادی باعث حفظ اسیدهای آلی میوه در طی انبارداری شدند و بیشترین میزان اسیدهای آلی مربوط به میوه‌های تیمارشده با نانواکسیدروی ۰/۰۳ و کربوکسی متیل‌سلولز ۱ درصد بود (شکل۳). pH آب‌میوه طی دوره نگهداری روند افزایشی داشت که این افزایش در میوه‌های شاهد بیشتر بود (شکل ۴). اثر هر دو فاکتور نانواکسیدروی و کربوکسی‌متیل‌سلولز بر pH آب‌میوه در طی زمان نگهداری به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). کاهش میزان اسیدهای آلی و افزایش pH طی دوره انبارمانی به‌دلیل این است که اسیدهای آلی مانند اسیدمالیک و اسیدسیتریک که به‌عنوان سوبسترای 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 نانواکسیدروی در برش‌های تازه میوه سیب هم باعث حفظ اسیدیته نسبت به میوه‌های شاهد شده است (Naknaen, 2014). همچنین استفاده از پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز به‌همراه اسیدآسکوربیک و کلسیم‌کلرید موجب افزایش میزان اسیدیته و کاهش pH برش های تازه میوه سیب شده است (Saba & Sogvar, 2016).




شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل نانواکسیدروی ،کربوکسی‌متیل‌سلولز و زمان نگهداری بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه

شلیل رقم "*ردگلد*" در سطح احتمال ۵ درصد (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار 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 نانواکسیدروی و زمان نگهداری (A) و اثر متقابل کربوکسی‌متیل‌سلولز و زمان نگهداری (B) بر میزان pH میوه شلیل رقم "*ردگلد*" به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند).

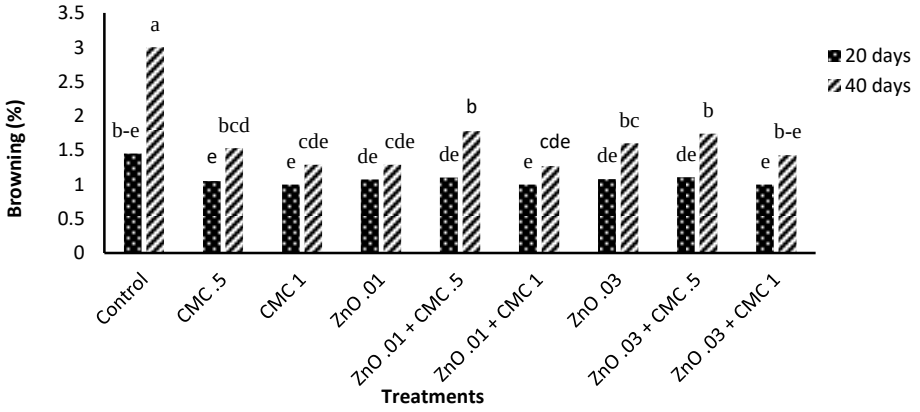
Figure 4. Mean comparisons of nano ZnO and storage time (A) and carboxymethyl cellulose and storage time (B) interaction on nectarine pH respectively at 1 and 5% level of probability

www.SID.ir

Archive of SID

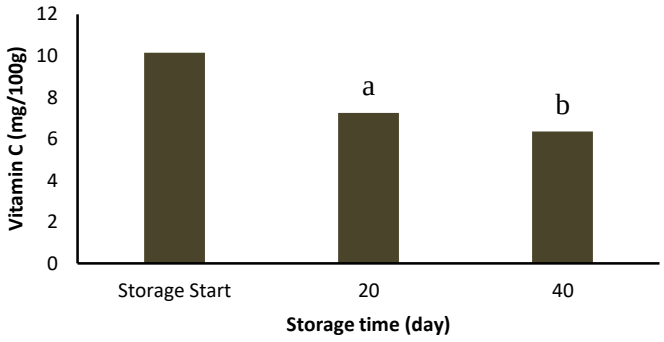

**شاخص قهوه‌ای‌شدن پوست میوه شلیل**

قهوه‌ای‌شدن آنزیمی نتیجه اکسیداسیون ترکیبات فنلی است که به‌وسیله آنزیم پلی‌فنل-اکسیداز صورت می‌گیرد و موجب ایجاد لکه‌های قهوه‌ای و تیره‌شدن پوست میوه شلیل می‌گردد. در این پژوهش، میوه‌های فاقد قهوه‌ای‌شدن نمره ۱ و میوه‌هایی با بیشترین میزان قهوه‌ای‌شدن (بیش از ۵۰ درصد) نمره ۵ را دریافت کردند. شاخص قهوه‌ای‌شدن طی دوره انبارمانی افزایش یافت. تیمارهای نانواکسیدروی و کربوکسی-متیل‌سلولز تأثیر قابل‌توجهی بر شاخص قهوه‌ای‌شدن در طول نگهداری داشتند (جدول ۱). بیشترین میزان قهوه‌ای‌شدن مربوط به میوه‌های شاهد بود (شکل ۵). پوشش‌های میوه مانند یک لایه نیمه 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 قهوه‌ای‌شدن آنزیمی است. بنابراین این پوشش‌ها با کنترل اکسیژن داخل میوه باعث کاهش میزان قهوه‌ای‌شدن می‌شوند. استفاده از پوشش کربوکسی‌متیل-سلولز ۰/۵ درصد به‌همراه اسیدآسکوربیک در برش‌های تازه سیب، قهوه‌ای‌شدن را کنترل می‌کند (Saba & Sogvar, 2016). همچنین پوشش متیل‌سلولز همراه با پوشش‌های افزودنی اسیدآسکوربیک، اسیدسوربیک و کلریدکلسیم باعث کنترل قهوه‌ای‌شدن در میوه گلابی شد (Olivas *et al.*, 2003).




شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل نانواکسیدروی، کربوکسی‌متیل‌سلولز و زمان نگهداری بر شاخص قهوه‌ای‌شدن 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 غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند).

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

www.SID.ir

Archive of SID



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

## REFERENCES


1. Abbott, J. A. (1999). Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 207-225.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Cioroi, M. (2007). Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. Cercetări Agronomice in Moldova, 1, 23 -27.
8. 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.
9. 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.
10. Ghanbarzade, B. (2009). *Biodegradable Edible biopolymers In Food and Drug Packaging*. Tehran polytechnic University Press, p 303. (in Farsi)
11. Ghanbarzade, B., Almasi, H. & Zahedi, Y. (2009). *Biodegradable Edible biopolymers In Food and Drug Packaging*. Tehran polytechnic University Press, p 514.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.


www.SID.ir

Archive of SID


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 eemulsion 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 and Technologei*, 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.

www.SID.ir