



## بررسی کاربرد بسته‌بندی نانو بر ماندگاری و خواص کیفی میوه هلو رقم آبرتا

محمد رضا اصغری<sup>۱</sup> - محمد توحیدیان<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۱۵

### چکیده

هلو به‌عنوان میوه‌ای فرازگرا سرعت و شدت تنفس بالایی داشته و عمر نگهداری بسیار پایینی دارد، به همین خاطر استفاده از تکنولوژی مناسب پس برداشت برای افزایش عمر محصول ضروریست. امروزه استفاده از فناوری نانو به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای افزایش عمر نگهداری میوه‌ها مطرح می‌باشد. به‌منظور بررسی تأثیر بسته‌بندی نانو بر ماندگاری و خواص کیفی میوه هلو رقم آبرتا از بسته‌بندی نانو نقره، نانو کامپوزیت نقره و سیلیکا و بسته‌بندی پلی‌پروپیلن استفاده شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام پذیرفت و خواص کیفی میوه پس از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز نگهداری در سردخانه با دمای صفر تا ۰/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۵ درصد اندازه‌گیری شد. خواص کیفی از جمله سفتی، کاهش وزن، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک، آنتی‌اکسیدان کل و فنل کل اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که در پایان دوره نگهداری، میوه‌های هلو بسته‌بندی شده در ظروف نانو نقره، بیشترین میزان سفتی بافت، کاهش وزن، مواد جامد محلول و آنتی‌اکسیدان کل را داشتند. بسته‌بندی نانو نقره از افزایش میزان فنل کل میوه هلو جلوگیری کرد. همچنین در بسته‌بندی‌های نانو، اسیدیته قابل تیتراسیون در طی دوره نگهداری نسبت به بسته‌بندی پلی‌پروپیلن بسیار پایین‌تر بود. نتایج نشان داد که بسته‌بندی‌های نانو نقره و نانو کامپوزیت نقره و سیلیکا باعث حفظ بهتر میزان اسید آسکوربیک در مقایسه با بسته‌بندی پلی‌پروپیلن شدند.

**واژه‌های کلیدی:** اسید آسکوربیک، آنتی‌اکسیدان کل، فنل، نانو نقره، نانو کامپوزیت

### مقدمه

محصولات غذایی می‌باشد. یک نانوذره، ذره‌ای است که ابعاد آن در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. در بسته‌بندی‌های نانو، ذرات نانو به‌صورت زیگزاگ قرار گرفته‌اند و مانند سدی از عبور اکسیژن ممانعت می‌کنند. خاصیت ضد میکروبی بسته‌های نانوذرات به این دلیل است که ذرات نانو با افزایش سطح ویژه‌ای که در مقیاس نانو پیدا کرده‌اند به سطح پوسته سلول چسبیده، کارهای معمولی سلول نظیر تنفس و انتقال مواد را مختل می‌کنند. نتایج امامی‌فر و همکاران (۶) نشان داد که میزان رشد عوامل میکروبی در نتیجه استفاده از نانو کامپوزیت به‌طور معنی‌داری در آب پرتقال تازه کاهش یافت. بسته‌بندی ساخته شده از نانو کامپوزیت حاوی نقره تأثیرات ضد میکروبی بارزتری در مقایسه با نانو اکسید روی در طی ۱۱۲ روز نگهداری آب پرتقال نشان داد (۶). بسته‌بندی نانو نقره، قهوه‌ای شدن سیب را به تأخیر انداخت و کاهش وزن قطعات سیب در طی نگهداری را کاهش داد. علاوه بر این، بسته‌بندی نانو نقره می‌تواند از فساد میکروبی قطعات سیب جلوگیری کند (۱۶). نتایج حاصل از تحقیقی دیگر که بر روی زرشک صورت گرفت نشان داد که تقریباً در مدت ۵ ماه نگهداری، رنگ ظاهری نمونه‌های مربوط به بسته‌های حاوی نانو ذرات نقره در

هلو (*Prunus persica*) از میوه‌های فرازگرا می‌باشد و باید در مرحله کمی بالغ یا بلوغ کامل اما کاملاً نرسیده زمانی که آماده خوردن است برداشت شود. آغاز رسیدن میوه هلو باید قبل از رسیدن به دست مصرف‌کننده صورت پذیرد (۱۲). مشکل اساسی در نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده از مواد شیمیایی می‌باشد که باعث باقی‌گذاشتن بقایای شیمیایی و آسیب به سلامت انسان و محیط زیست می‌شوند از این‌رو امروزه یافتن راه‌های غیرشیمیایی و سالم برای نگهداری و افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه‌ها و مواد غذایی از اهمیت خاصی نزد محققان علم فیزیولوژی پس از برداشت برخوردار است (۲). یکی از این راه‌ها که در سال‌های اخیر نظر محققان را به خود جلب نموده، استفاده از نانو تکنولوژی در بسته‌بندی و نگهداری

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

\*-نویسنده مسئول: (Email: m.tohidian7008@yahoo.com)

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.30298

محاسبه گردید (۱۱).

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

**pH آب میوه:** pH آب میوه با دستگاه pH متر دیجیتال مدل (pH-Meter CG 824) کالیبره شده با بافرهای ۴ و ۷ اندازه‌گیری شد (۱۰).

**اسیدیته قابل تیتراسیون:** برای اندازه‌گیری اسیدهای قابل تیتراسیون ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه در داخل ارلن‌مایر ریخته شد و به آن ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و سپس با قرار دادن الکتروود pH متر دیجیتال مدل (pH-Meter CG 824) عمل تیتراسیون توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال (۴ گرم در لیتر) تا  $\text{pH}=8/2$  صورت پذیرفت (۳).

**مواد جامد محلول:** برای این منظور چند قطره از آب‌میوه در دمای اتاق روی رفاکتومتر دستی مدل Atago Manual قرار گرفت و عدد مربوطه از روی ستون مدرج قرائت شد و داده‌ها برحسب بریکس یادداشت گردید (۱۰).

**اسید آسکوربیک:** مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین C) عصاره میوه نیز به روش تیترسنجی (روش یدومتری) انجام شد و نتایج برحسب میلی‌گرم اسیدآسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه بیان گردید (۱۰).

**آنتی‌اکسیدان کل:** برای تعیین میزان آنتی‌اکسیدان کل از روش فرپ<sup>۱</sup> با کمی تغییرات استفاده شد. ۲/۸۵ میلی‌لیتر محلول فرپ (شامل ۲۰۰ میلی‌لیتر بافر استات، ۲۰ میلی‌لیتر کلرور آهن، ۲۰ میلی‌لیتر TPTZ و ۲۴ میلی‌لیتر آب مقطر) برداشته شد و با ۱۵۰ میکرولیتر از عصاره میوه مخلوط گردید و بعد از ۱۰ دقیقه در اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۳ نانومتر قرائت شد و در نهایت با رسم منحنی استاندارد میزان آنتی‌اکسیدان کل بر حسب معادل آهن بدست آمد (به منظور تهیه محلول استاندارد از سولفات آهن<sup>۲</sup> استفاده شد) و بر حسب معادل میلی‌مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان گردید (۴).

**فنل کل:** اندازه‌گیری ترکیبات فنلی با استفاده از روش فولین سیوکالتو<sup>۳</sup> صورت گرفت و مقادیر فنل کل بر اساس معادل اسیدگالیک (GAE) و بر حسب میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد و منحنی استاندارد رسم گردید. اسید گالیک از شرکت مرک آلمان تهیه گردید (۲۵).

مقایسه با نمونه‌های مربوط به بسته‌های پلی‌اتیلنی از کیفیت بهتری برخوردار بودند (۲۴). نتایج بینش و همکاران نشان داد که استفاده از تکنولوژی نانو در بسته‌بندی محصولات نظیر خرما که به دلیل شرایط خاص برداشت، بسته‌بندی، حمل‌ونقل و نگهداری دارای آلودگی میکروبی بالایی هستند، می‌تواند تأثیر قابل توجهی در کنترل آلودگی و افزایش زمان ماندگاری داشته باشد (۵).

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر بسته‌بندی نانو نقره و نانو کامپوزیت نقره و سیلیکا و پلی‌پروپیلن بر ماندگاری و خواص کیفی از جمله میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک، آنتی‌اکسیدان کل و فنل کل در میوه هلوی رقم آلبرتا در دوره پس از برداشت در شرایط سردخانه بود.

## مواد و روش‌ها

ظروف نانو توسط شرکت نانو بسپار آیتک تهران در سه نوع ظروف نانو نقره، نانو کامپوزیت (دارای ذرات نانو نقره و نانو سیلیکا) و پلی‌پروپیلن ساخته شدند. غلظت ذرات نانو در هر ظرف ۵ درصد و اندازه ذرات نانو نقره در ظروف حداکثر ۲۰ نانومتر و نانو سیلیکا حداکثر ۵۰ نانومتر (۱۵ تا ۵۰) بود. میوه‌های هلوی رقم آلبرتا از باغی در شهرستان ارومیه برداشت و بلافاصله به سردخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه منتقل شدند. میوه‌هایی که از لحاظ اندازه، رنگ و میزان رسیدگی مشابه و یکسان بودند انتخاب شده و در ظروف قرار گرفته و به سردخانه دانشکده با دمای صفر تا ۰/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۵ درصد منتقل شده و به مدت ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز نگهداری شدند و پس از آن مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفاتی نظیر سفتی بافت میوه، کاهش وزن، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک، آنتی‌اکسیدان کل و فنل کل در فواصل زمانی ۱۵ روز در سردخانه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

## روش ارزیابی صفات

**سفتی بافت میوه:** به‌منظور تعیین سفتی بافت میوه از پنترومتر دستی مدل (FT327) با پروب ۸ میلی‌متری استفاده شد. میزان فشاری که بر حسب کیلوگرم در اثر مقاومت بافت میوه به نوک سفتی‌سنج وارد آمد از روی دستگاه قرائت گردید (۱۰). از هر دو طرف میوه نمونه‌گیری صورت گرفت و میانگین محاسبه شد.

**کاهش وزن:** برای ارزیابی میزان کاهش وزن، میوه‌ها در ابتدای آزمایش و قبل از شروع نگهداری با ترازوی دیجیتال مدل CANDGL300 با دقت ۵ گرم وزن شده و سپس در روزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ مجدداً توزین شدند و میزان کاهش وزن میوه‌ها که در واقع ناشی از کاهش آب و قندهای محلول میوه‌ها می‌باشد از فرمول زیر

1 - Frap

2 - FeSO4.7H2O

3 - Folin ciocalteu

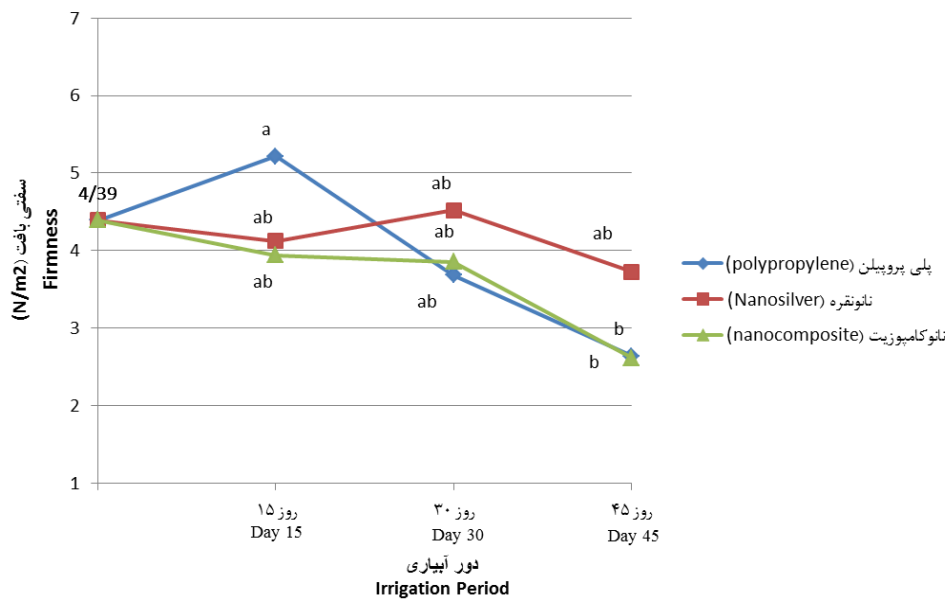
نرم شدن محصولات کشاورزی در دوره پس از برداشت ناشی از تفاوت در تغییرات فیزیکی شیمیایی محصول در دوران قبل، حین و بعد از برداشت می‌باشد که بخشی از آن توسط تیمارهای اعمال شده در مرحله پس از برداشت، قابل کنترل می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سفتی بافت میوه هلو و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. طی ۳۰ روز اول نگهداری، سفتی بافت در ظروف نانو نسبت به ظروف پلی‌پروپیلن حفظ گردید. در پایان دوره نگهداری بیشترین میزان سفتی بافت هلو مربوط به ظروف نانو نقره بود که با نتایج هونگمی لی و همکاران (۹) مطابقت داشت. ظروف نانو کامپوزیت نیز کمترین میزان سفتی بافت را نشان داد که بر خلاف نتایج کیوهوئی و همکاران (۲۲) بود و تاکنون هیچ گزارشی در این زمینه ارائه نشده است. علت اصلی نرم شدن میوه، تخریب اجزای دیواره سلولی به‌ویژه پکتین است که توسط آنزیم‌های خاصی از قبیل پلی‌گالاکتوناز صورت می‌گیرد (۱۷).

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و با تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل ظروف نانو نقره، نانو کامپوزیت و پلی‌پروپیلن و فاکتور دوم شامل مدت نگهداری در سردخانه به مدت ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز بود. در کل، آزمایش شامل  $3 \times 3 \times 4 = 36$  واحد آزمایشی، و هر واحد آزمایشی شامل یک ظرف با ۴ میوه هلو رقم آلبرتا بود. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و برای رسم نمودارها از نرم افزار Microsoft Office Excel 2010 استفاده شد. برای مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### سفتی بافت

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عمر محصولات برداشت شده، میزان و سرعت نرم شدن بافت میوه است. تفاوت در میزان و سرعت



شکل ۱- اثر متقابل ظروف بسته‌بندی × زمان نگهداری بر میزان سفتی بافت میوه هلو رقم آلبرتا

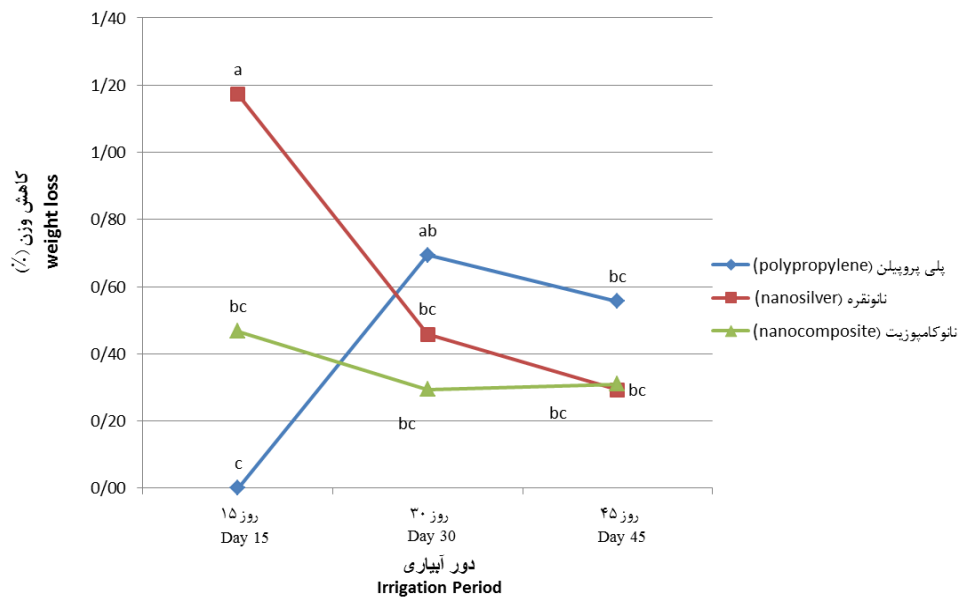
حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن می‌باشد

Figure 1- Interaction effect of packaging × storage time on firmness of elberta peach  
Non-identical letters show a significant difference at 1% probability level using Duncan's multiple test

مشاهده شد (شکل ۱). با افزایش زمان نگهداری، ظروف پلی‌پروپیلن کاهش وزن بیشتری در مقایسه با ظروف نانو کامپوزیت نشان دادند که با نتایج کیوهوئی و همکاران (۲۲) و نتایج هونگمی لی و همکاران (۹) مطابقت داشت. درصد کاهش وزن در ظروف نانو نقره نیز با افزایش زمان نگهداری، کاهش نشان داد که نتایج لینگ ژو و همکاران (۱۶) مؤید این نتایج است. این نتایج نشان داد که بسته‌بندی نانو اثر بیشتری در پیشگیری از کاهش وزن میوه داشت که می‌تواند به ایجاد مانع بهتر در مقابل مولکول آب نسبت داده شود (۹).

### کاهش وزن

اتلاف آب محصول و تنفس مهم‌ترین عوامل کاهش وزن محصولات کشاورزی در دوره پس از برداشت می‌باشند و به‌طور معمول میزان کاهش وزن با افزایش زمان نگهداری محصول افزایش می‌یابد. اتلاف آب محصول همچنین باعث تغییرات متابولیکی و فعال سازی آنزیم‌ها، تسریع پیری، کاهش عطر و طعم و بو، کاهش ارزش تغذیه‌ای، افزایش حساسیت به سرما زدگی و تهاجم پاتوژن‌ها به محصول می‌گردد (۱۹). در این پژوهش در همه تیمارها کاهش وزن



شکل ۲- اثر متقابل ظروف بسته‌بندی × زمان نگهداری بر میزان کاهش وزن میوه هلو رقم آلبرتا

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن می‌باشد

Figure 2- Interaction effect of packaging × storage time on weight loss of elberta peach

Non-identical letters show a significant difference at 1% probability level using Duncan's multiple test

متقابل نوع ظرف و زمان نیز بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون معنی‌دار بوده است. تیمارهای به کار رفته موجب حفظ اسیدهای آلی در طی ۱۵ روز نگهداری گردیدند. کمترین میزان کاهش اسیدهای آلی در تیمارهای پلی پروپیلین و نانو نقره ثبت شد. به طور معمول اسیدهای آلی در اثر تنفس و یا تبدیل شدن به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن‌ها رابطه مستقیم با فعالیت‌های متابولیکی دارد. حفظ اسیدهای آلی در میوه‌ها نتیجه کاهش سرعت فرایندهای مربوط به رسیدن و پیری و کاهش تنفس و سایر فعالیت‌های متابولیکی است. همچنین می‌تواند به دلیل نفوذپذیری کم اکسیژن و ایجاد اتمسفر تغییر یافته و میزان تنفس کمتر و در نتیجه جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای آلی باشد (۲۶).

#### مواد جامد محلول

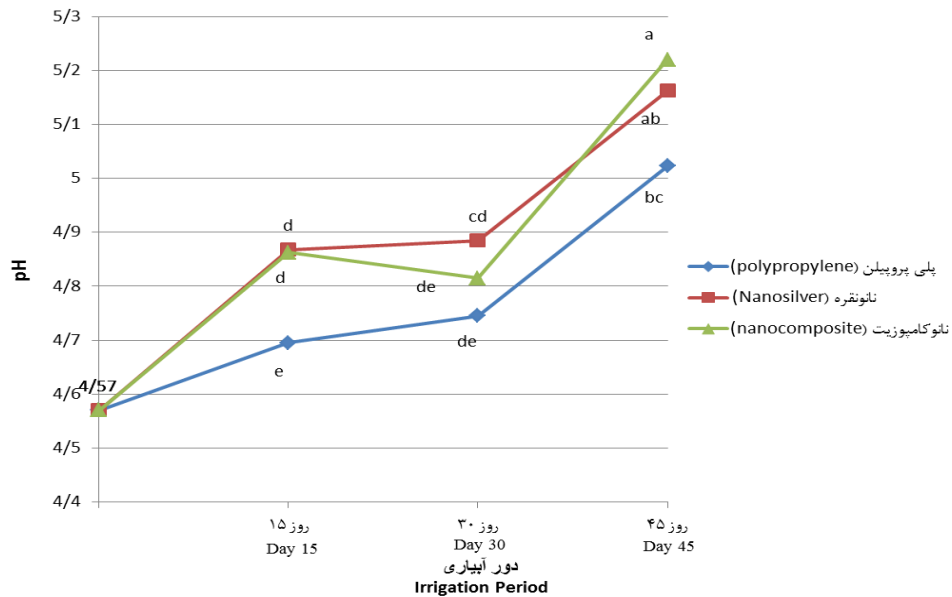
تفاوت معنی‌دار در میزان مواد جامد محلول بین میوه‌های تیمار شده با ظروف نانو و پلی پروپیلین مشاهده نشد. نتایج نشان داد که در هر سه تیمار میزان مواد جامد محلول تا روز ۱۵ روند افزایشی نشان داد که این روند افزایشی پس از پایان روز ۳۰، در تیمارهای نانو نقره و پلی پروپیلین متوقف و مواد جامد محلول حفظ گردید اما در تیمار نانو کامپوزیت کاهش نشان داد که این کاهش با نتایج کیوهوئی و همکاران (۲۲) بر روی نانو بسته‌بندی کیوی مشابه بود.

#### pH

نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بین pH نمونه‌ها در ظروف بسته‌بندی مختلف و همچنین زمان نگهداری وجود دارد. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود با افزایش دوره نگهداری میزان pH محصول افزایش یافت. ظروف نانو و پلی پروپیلین تا ۳۰ روز نگهداری، میزان pH محصول را تا حدودی حفظ و از افزایش بیش از حد آن جلوگیری کردند. اما با افزایش زمان نگهداری از ۳۰ روز به ۴۵ روز میزان pH در تمام ظروف به شدت افزایش یافت. در اکثر میوه‌ها در طول مدت نگهداری pH میوه‌ها افزایش می‌یابد و این به دلیل کاهش اسیدهای آلی است (۲۱). افزایش قندها و کاهش اسیدهای پلی نگهداری در برخی از میوه‌ها منجر به افزایش pH می‌شود ولی این افزایش در اکثر میوه‌ها متفاوت می‌باشد، چون علاوه بر اسیدها سایر مواد موجود در میوه نظیر قندها نیز امکان تأثیر بر pH را دارند (۲۳). عواملی که منجر به کاهش تنفس و کاهش سرعت فرایندهای متابولیکی سلول می‌گردند، می‌توانند از کاهش اسیدهای آلی جلوگیری کرده و در بلند مدت باعث تجمع اسیدهای آلی و پایین ماندن pH عصاره‌ی میوه گردند (۱).

#### اسیدهای قابل تیتراسیون

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد در بین ظروف مختلف و زمان‌های مختلف نگهداری وجود داشته و اثر

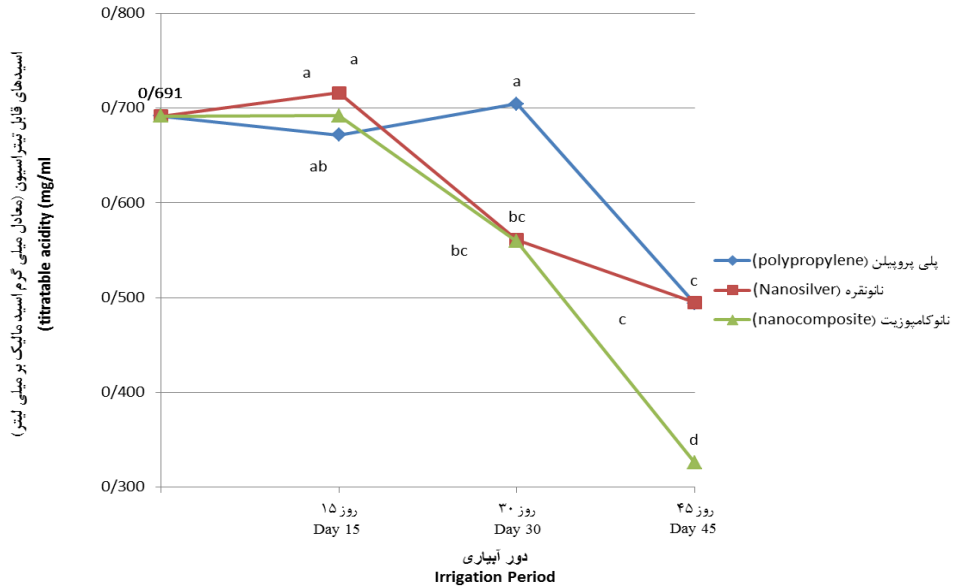


شکل ۳- اثر متقابل ظروف بسته بندی × زمان نگهداری بر میزان pH میوه هلو رقم آلبرتا

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد

Figure 3- Interaction effect of packaging × storage time on pH of elberta peach

Non-identical letters show a significant difference at 1% probability level using Duncan's multiple test



شکل ۴- اثر متقابل ظروف بسته بندی × زمان نگهداری بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون میوه هلو رقم آلبرتا

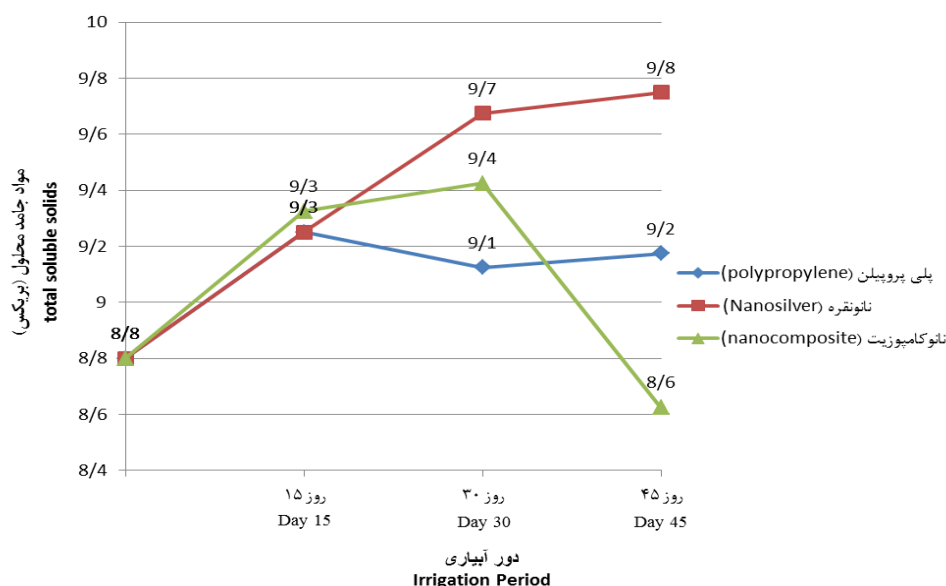
حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد

Figure 4- Interaction effect of packaging × storage time on titratable acidity of elberta peach

Non-identical letters show a significant difference at 1% probability level using Duncan's multiple test

نشان دهنده افزایش کند میزان مواد جامد محلول در انبه، موزهای تیمار شده با کیتوزان و افزایش سریع مواد جامد محلول در هلوهای تیمار شده می باشد (۱۳ و ۱۵).

افزایش مواد جامد محلول در نتیجه کاهش آب میوه و یا تجزیه قندهای مرکب به قندهای ساده در نتیجه پیشرفت پیری اتفاق می افتد. تیمارهایی که باعث کاهش تنفس و سرعت پیری می شوند از افزایش سریع مواد جامد محلول جلوگیری می کنند. گزارش های متعدد



شکل ۵- اثر متقابل ظروف بسته‌بندی × زمان نگهداری بر میزان مواد جامد محلول میوه هلو رقم آلبرتا  
Figure 5- Interaction effect of packaging × storage time on total soluble solids of elberta peach

پایین انبار باشد (۲۸). نتایج نشان داد که میزان آنتی‌اکسیدان کل در تمام تیمارها در پایان نگهداری تقریباً به میزان یکسانی کاهش یافت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی رابطه نزدیکی با ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و ویتامین‌ها دارد. البته مطابق بسیاری از پژوهش‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها بیشتر تحت تأثیر پلی‌فنل‌ها می‌باشد (۱۴). میتلر (۲۰) پیشنهاد کرده که کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آنزیم‌ها و میزان آسکوربات در طی پیری اغلب مربوط به کاهش توانایی مقابله با آسیب اکسیداتیو می‌باشد. تیمارهایی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن و در نتیجه باعث کاهش سرعت پیری می‌شوند باعث کاهش سرعت تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها می‌گردند. طی ۱۵ روز نگهداری تمامی تیمارها دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی بودند و ظروف نانو نقره بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان را نشان دادند. آنتی‌اکسیدان تمام تیمارها در روزهای سی‌ام و چهل و پنجم تقریباً مشابه بود که در روز چهل و پنجم میزان آنتی‌اکسیدان کل در تمامی تیمارها، کاهش نشان داد اما اختلاف معنی‌داری در بین ظروف مشاهده نشد.

#### فنل کل

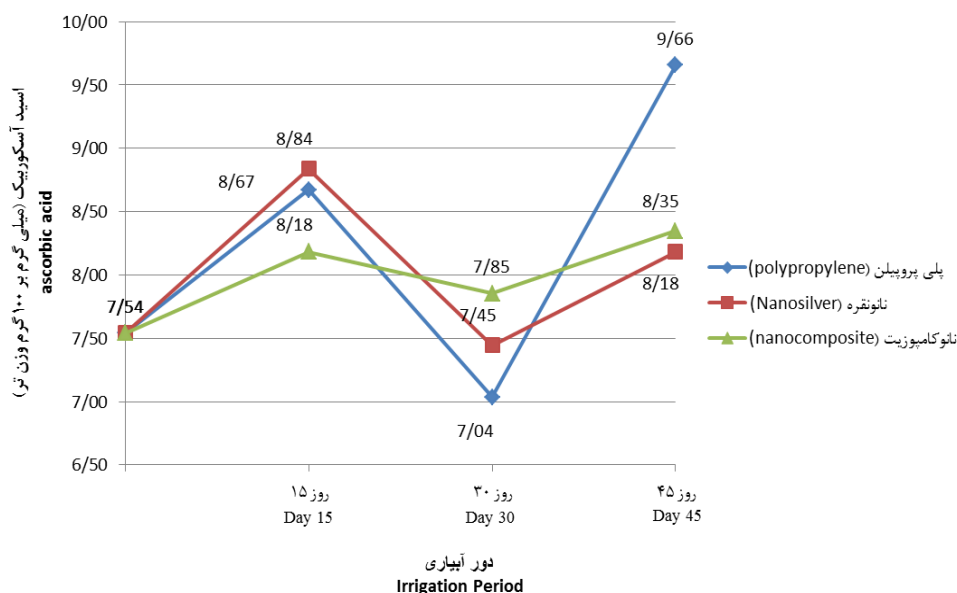
میزان فنل کل در ظروف نانو کامپوزیت تا روز سی‌ام نگهداری بالاتر از ظروف شاهد و نانو نقره بود در حالی که اختلاف معنی‌داری بین ظروف بسته‌بندی وجود نداشت. تنوع ترکیبات فنلی در میوه بستگی به عوامل بسیاری دارد و مشخص شده که میزان ترکیبات فنلی به‌طور معمول در روند توسعه رسیدن میوه‌ها کاهش می‌یابد.

#### اسید آسکوربیک

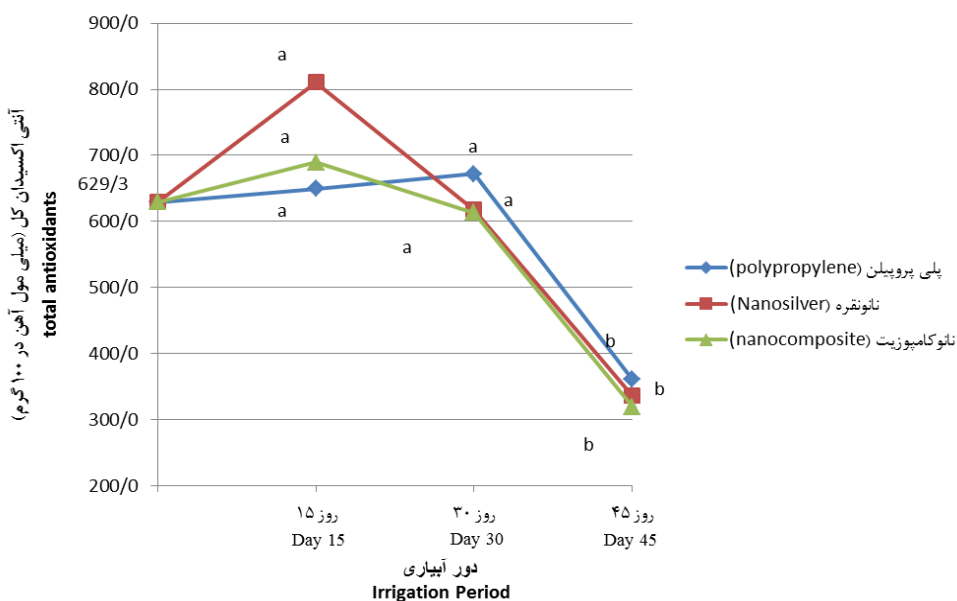
همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، ظروف نانو کامپوزیت بهترین عملکرد را در حفظ میزان اسید آسکوربیک و جلوگیری از تغییرات آن نشان دادند، این درحالی است که میزان اسید آسکوربیک در ظروف نانو نقره و پلی‌پروپیلن دامنه تغییرات زیادی داشت، اما بین تیمارها تفاوت معنی‌داری گزارش نشد. در طول دوره نگهداری میزان اسید آسکوربیک که یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم می‌باشد، کاهش می‌یابد که دلیل آن مصرف این ویتامین به عنوان دهنده الکترون به اکسیدان‌ها و کاهش متابولیسم اکسیداتیو است (۷). کاهش اسید آسکوربیک در نتیجه پیشرفت پیری و برای حذف رادیکال‌های آزاد صورت می‌گیرد درحالی‌که حفظ آن نشان دهنده کاهش سرعت پیری است. نتایج نشان داد که استفاده از نانو بسته‌بندی اثر بهتری در حفظ میزان اسید آسکوربیک نسبت به ظروف معمولی داشت که با نتایج کیهوئی و همکاران (۲۲) مطابقت دارد. محیط‌های دارای اکسیژن کم مانند ظروف بسته‌بندی می‌توانند با مهار اکسیداسیون از کاهش اسید آسکوربیک در طی نگهداری جلوگیری نمایند (۲۷).

#### آنتی‌اکسیدان کل

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزی‌ها به ترکیبات آنزیمی و غیر آنزیمی مانند ویتامین C، ترکیبات فنلی، کاروتنوئیدها و غیره مرتبط است (۲۶). آنتی‌اکسیدان‌ها، با تثبیت رادیکال‌های آزاد اثر می‌کنند. کاهش شدید ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پس از برداشت محصول ممکن است به دلیل استرس پس از برداشت میوه و یا دمای



شکل ۶- اثر متقابل ظروف بسته بندی × زمان نگهداری بر میزان اسید آسکوربیک میوه هلو رقم آلبرتا  
Figure 6- Interaction effect of packaging × storage time on ascorbic acid of elberta peach

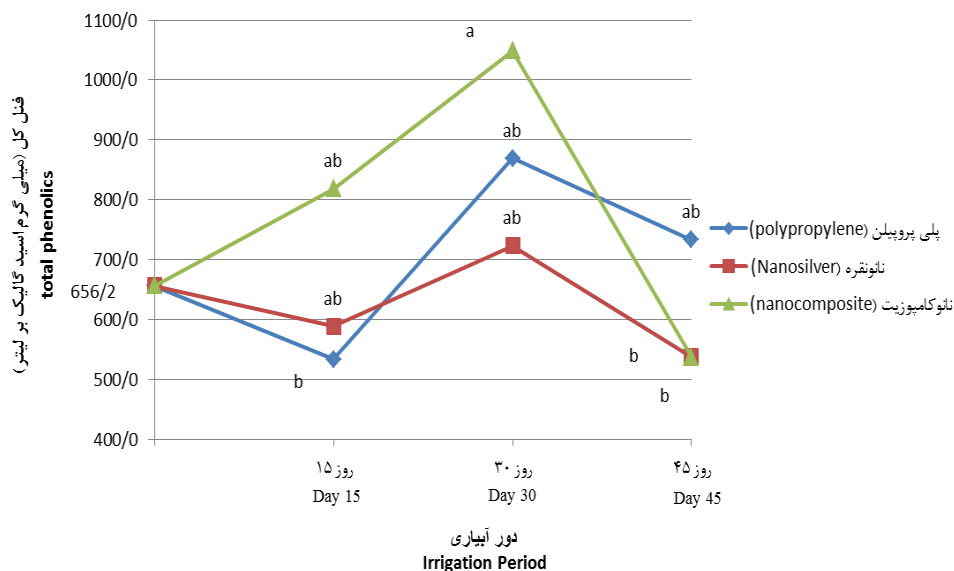


شکل ۷- اثر متقابل ظروف بسته بندی × زمان نگهداری بر میزان آنتی اکسیدان کل میوه هلو رقم آلبرتا  
حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد  
Figure 7- Interaction effect of packaging × storage time on total antioxidants of elberta peach  
Non-identical letters show a significant difference at 1% probability level using Duncan's multiple test

مربوط به افزایش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز و پیشرفت پیری می باشد و با نتایج ژنگ و همکاران (۲۹) مطابقت داشت. در نتیجه فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز، اکسیداسیون ترکیبات فنلیک صورت می پذیرد و محتوای فنلیک میوه ها به شدت کاهش می یابد. افزایش

بر اساس نتایج بدست آمده و شکل ۸، در روز سی ام در تمام تیمارها مقدار فنل ابتدا روند افزایشی داشته که در میوه های با رنگ قرمز این روند عادی است و با نتایج مارینووا و همکاران مطابقت دارد (۱۸) اما پس از آن در همه تیمارها با کاهش مواجه شده که عمدتاً

میزان فنل در روز سی ام را می توان به کاهش میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (۲۲) و استرس اکسیداتیو ناشی از غلظت بالای اکسیژن نسبت داد (۸).



شکل ۸- اثر متقابل ظروف بسته بندی × زمان نگهداری بر میزان فنل کل میوه هلو رقم آلبرتا

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد

Figure 8- Interaction effect of packaging × storage time on total phenolics of elberta peach  
Non-identical letters show a significant difference at 1% probability level using Duncan's multiple test

شفافیت، جریان خوب، خواص سطحی بهتر و قابلیت بازیافت هستند (۱۹). در نتیجه بکارگیری فناوری های نوین مانند بسته بندی نانو می تواند منجر به بهبود طعم، مزه، کیفیت خوراکی و انبارمانی محصولات کشاورزی به ویژه میوه ها و سبزی ها گردد.

## نتیجه گیری کلی

بسته بندی نانو باعث افزایش ماندگاری و خواص کیفی میوه هلو گردید. بسته بندی نانو دارای فرایند ساده و سریعی برای صنعتی شدن در مقایسه با دیگر روش های نگهداری محصولات غذایی دارا می باشد. علاوه بر آن نانو کامپوزیت ها دارای مزایایی مانند چگالی کم،

## منابع

- Asghari M.R. 2008. Determination of the effect of salicylic acid application in post-harvest stage on quality properties, decay index and storage life in some cultivars of apple, pear and grapes. Final report of the research project. (in Persian)
- Asghari, M.R., Hajitagilo, R., & Jalilimarandi, R. 2009. Postharvest application of salicylic acid before coating with chitosan affects the pattern of quality changes in table grape during cold storage. In 6th *International Postharvest Symposium*, Antalya, Turkey, 8-12.
- Ayala-Zavala J.F., Wang S.Y., Wang C.Y., and Gonzalez-Aguilar G.A. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *LWT - Food Science and Technology*. 37: 687-695.
- Benzie I.F.F., and Strain J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'Antioxidant Power': The FRAP assay. *Annual Biochemistry*. 239: 70-76.
- Binesh M., Mortazavi S., Armin M., and Moradi. M. 2010. Evaluate the effect of silver and titanium dioxide nanocomposite on packaging used for holding Mazafati date on its microbial changes during storage life. *Journal of Food Science and Technology*. second year. 1: 1-8. (in Persian).
- Emamifar A., Kadivar M., shahedi M., and Soleymanianzad S. 2011. Evaluation of the effect of silver and zinc oxide nanocomposite containing on the storage life of fresh orange juice. *Iranian Journal of Nutrition and Food Technology*. Sixth year. 1: 57-67. (in Persian)



- 7- Esteve M.J., Farre R., and Frígola A. 1995. Changes in ascorbic acid content of green asparagus during the harvesting period and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 43: 2058-2061.
- 8- González-Roncero, M.I., B.P.F. Day, 1998. The effect of elevated oxygen and carbon dioxide modified atmosphere on psychrotropic pathogens and spoilage microorganisms associated with fresh prepared produce. *CCFRA Research Summary Sheet 98*, CCFRA, Chipping Campden, UK.
- 9- Hongmei Li, Feng Li, Lin Wang, Jianchun Sheng, Zhihong Xin, Liyan Zhao, Hongmei Xiao, Yonghua Zheng and Qihui Hu. 2009. Effect of nanopacking on preservation quality of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. inermis (Bunge) Rehd). *Food Chemistry*. 114: 547-552.
- 10- Jalilimarandi R. 2007. Pomology. Urmia University Jihad Publications. (in Persian)
- 11- Jasso de Rodríguez D., Hernandez-Castillo D., Rodríguez-García R., and Angulo-Sánchez J.L. 2005. Antifungal activity in vitro of *Aloe vera* pulp and liquid fraction against plant pathogenic fungi. *Industrial Crop Production*. 21: 81-87.
- 12- Kader A.A., and Mitchell F.G. 1998. Postharvest physiology. In: La Rue, J.H. and Johnson, R.S. (eds) Peaches, plums nectarines: growing and handling for market. University of California, *Division of Agriculture and Natural Resources*, 3331: 154-164.
- 13- Kittur F., Saroja N., Habibunnisa and Tharanathan R. 2001. Polysachharide based composite coating formulations for shelf life extension of fresh banana and mango. *European Food Reserch and Technology*. 206: 44-47.
- 14- Leja M., Mareczek A., and Ben J. 2003. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. *Food Chemistry*. 80: 303-307.
- 15- Li H., and Yu T. 2001. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *Journal of Science Food Agriculture*, 81: 269-274.
- 16- Ling Zhou, Sining Lv, Guiping He, Qiang He, and Bi Shi. 2011. Effect of PE/Ag<sub>2</sub>O nanopackaging on the quality of apple slices. *Journal of Food Quality*, 34: 171-176.
- 17- Manning K. (1993) Soft fruits In: Taylor JE, Tucker GA, eds. Biochemistry of fruit ripening. Cambridge, UK: Chapman and Hall, 347-373.
- 18- Marinova D., Ribarova F., Atanassova M. 2005. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. 40: 255-260.
- 19- Milda E. E., Kerry C.H. 2009. Edible Films and Coatings for Food Applications. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- 20- Mittler R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Science*. 7: 405-410.
- 21- Perkins-Vaezie P. 2007. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. *Postharvest biology, Technology*. 10: 1005-1016.
- 22- Qihui Hu, Yong Fang, Yanting Yang, Ning Ma and Liyan Zhao. 2011. Effect of nanocomposite-based packaging on postharvest quality of ethylene-treated kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during cold storage. *Food Research International*. 44: 1589-1596.
- 23- Raskin I, 1992. Salicylic, a new plant hormone. *Plant Physiology*, 99: 799-803.
- 24- Valipur Motlaq N., Mosavian H., and Mousavian H. And Mortazavi S. 2008. Effect of packages containing silver nanoparticles on the microbial and apparent properties of barberry compared to conventional polyethylene packages. *Journal of Iranian Food Industry Researches*. Vol. 5. 2: 75-87. (in Persian)
- 25- Waterhouse A.L. 2002. Determination of total phenolics. In: Wrolstad, R.E. (ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley and Sons, New York. 1: 1.1.1-1.1.8.
- 26- Yaman O., and Bayoindirli L. 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf life and quality of cherries. *Lebensmittel- Wissenschaft and Technologie*. 35: 146-150.
- 27- Zagory D., and Kader A.A. 1989. Quality maintenance in fresh fruits and vegetables by controlled atmospheres, p. 174-188, In: J.J. Jen (ed), *Quality Factors of Fruits and Vegetables-Chemistry and Technology*. American Chemical Society, Washington, D.C.
- 28- Zandi k., Naseri N., Weisany W., Esmaili M., and Bazargan I. 2012. Effects of nano-composites packaging and calcium chloride containers on quality characteristics and storage life of Siah Mashhad cherry cultivar. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. 10: 346-353.
- 29- Zheng Y., Wang S.Y., Wang C.Y., and Zheng W. 2007. Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. *LWT. Society of Food Science and Technology*. 40: 49-57.



## Effect of Nano Packaging on Storage Life and Quality Attributes of Elberta Peach

M.R. Asghari<sup>1</sup> - M. Tohidian<sup>2\*</sup>

Received: 29-12-2013

Accepted: 27-02-2016

**Introduction:** As a climacteric fruit, peach has a high respiration rate and very low shelf life. Nowadays these of appropriate postharvest technologies to increase fruit postharvest life is necessary. Use of nanotechnology is considered as an effective method to increase fruit postharvest life. Nanotechnology is used extensively in all stages of production, processing, storage, packaging and transport of agricultural products. The objective of this study was to investigate the effect of silver and silica nanocomposites, nanosilver and polypropylene containers on shelf-life and preservation of peach qualitative characteristics (*Prunus persica* cv. Elberta) such as titrable acidity, soluble solids, ascorbic acid, total antioxidant and total phenolics content in cold storage after the harvest.

**Materials and Methods:** To determine the effect of nanopackaging on shelf life and qualitative characteristics of Elberta peaches, the experiment was conducted in a factorial based on a completely randomized design with two treatments and four replications. The first factor consisted of nanopackaging nanosilver, silver and silica nanocomposites and polypropylene packaging, and the second factor was cold storage periods of 15, 30 and 45 days at temperatures from 0 to 5 °C and a relative humidity of 85 to 95%. In general, the experiment consisted of 36 experimental units, and each including a container with four Elberta peach fruits. Data were analyzed by using SAS software, and Microsoft Office Excel 2010 software was used to plot the graphs. Duncan's multiple range test was used to compare the means of treatments.

**Results and Discussion:** At the end of the maintenance period, the highest firmness of peach texture was related to nanosilver containers. The main cause of fruit softening is the destruction of cell wall components, especially pectin, which is caused by certain enzymes such as polygalacturonase. When storage time increased, polypropylene containers showed a higher weight loss compared to nanocomposite containers, thus the results indicated that nanopackaging had a greater effect on preventing weight loss, which could be attributed to the formation of better barrier against water molecules. Nanoparticles and polypropylene containers up to 30-day storage period preserved the pH of the product to some extent and prevented it from increasing too much. However, with an increase in storage time from 30 to 45 days, the pH of all dishes showed a sharp increase. In most treatments, fruits grew during the maintenance period, which is due to the reduction of organic acids. The lowest levels of organic acids reduction were recorded in polypropylene and nanosilver treatments. Generally, organic acids decreased as a result of respiration or becoming sugars, which can be directly related to metabolic activity. Maintaining organic acids in fruits is the result of a slowdown in the processes of ripening and aging and reduction in respiration and other metabolic activities. The results showed that in all the three treatments, the amount of soluble solids up to 15-day period showed an increasing trend, and after the end of day 30, it stopped in nanosilver and polypropylene treatments, and soluble solids were retained but reduced in nanocomposite treatment showed that this decrease. Nanocomposite containers exhibited the best performance in maintaining ascorbic acid content and preventing its changes, while ascorbic acid content in nanosilver and polypropylene containers varied greatly, though there were no significant differences among the treatments. Low oxygen environments, such as packaging containers, can inhibit ascorbic acid changes during maintenance by inhibiting oxidation. The results showed that total antioxidant level was almost identical in all treatments at the end of maintenance. Antioxidant activity has a close relationship with phenolic compounds, flavonoids and vitamins. The antioxidant capacity of fruits and vegetables is related to enzymatic and non-enzymatic compounds such as vitamin C, phenolic compounds, and carotenoids. Treatments reducing respiration and producing ethylene can reduce the rate of aging, the rate of free radical production and the consumption of antioxidants. Based on the results, on the day 30 in all treatments, the amount of phenolic compounds initially increased, which is normal in red fruits, but afterwards decreased in all treatments mainly due to the increased activity of the polyphenol oxidase enzyme and the progression of aging. Increasing the amount of phenol on the day 30 can be attributed to decreased activity of the polyphenol oxidase enzyme and the oxidative stress associated with high concentrations of oxygen.

1 and 2- Associate Professor and M. Sc. Student of Pomology, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

(\* - Corresponding Author Email: m.tohidian7008@yahoo.com)

**Conclusion:** Nanopackaging increased the shelf life and qualitative properties of peach fruit. Nanotechnology has a simple and fast process for industrialization compared to other methods of keeping food products. As a result, the use of modern technologies such as nanopackaging can improve the taste, favor, quality of food and the storage of crops, especially fruits and vegetables.

**Keywords:** Ascorbic acid, Nanocomposite, Nanosilver, Total of antioxidant, Totalphenolics.