پژوهش در علوم باغبانی
Journal of Reserch in Horticultural Science
جلد۲، شماره۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲ (ص۲۰۸-۱۹۱)
Vol. 2, No.2 Autumn and Winter 2023 (191-208)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir
مقاله علمی پژوهشی
10.22092/RHSJ.2023.361212.1047

اثر تیمارهای پوششی و حفاظتی در میزان انبارمانی دو رقم نارنگی پیج و انشو در سردخانه

جواد فتاحی مقدم[1*]

۱- دانشیار، گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹

چکیده

این پژوهش جهت حفظ کیفیت و افزایش انبارمانی نارنگی پیج و انشو انجام شد. تیمارها شامل واکس Britex Ti، پاکت پلی‌اتیلنی، قارچ‌کش تیابندازول (تکتو ۶۰) یک در هزار، پاکت پلی‌اتیلنی با قارچ‌کش تیابندازول (تکتو ۶۰) و شاهد بود. میوه‌های تیمار شده نارنگی انشو به مدت ۶۰ روز و نارنگی پیج به مدت ۴۰ روز در سردخانه (۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد) نگهداری شدند. در زمان‌های ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ در نارنگی انشو و صفر، ۲۰ و ۴۰ روز در نارنگی پیج شاخص‌های کیفی میوه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد تیمارهای پاکت پلی‌اتیلنی به تنهایی یا در تلفیق با قارچ‌کش سبب جلوگیری از کاهش وزن، حفظ ضخامت پوست، حفظ آب‌میوه، شاخص فناوری (TI) و مواد جامد محلول (TSS) شدند. صفات TSS/TA و pH طی انبارداری در هر دو رقم به‌طور معناداری افزایش یافت. روشنایی پوست نارنگی انشو طی انبارداری کاهش یافت. در نارنگی پیج روشنایی پوست در میوه‌های تحت تیمار واکس و قارچ‌کش تکتو ۶۰ (متوسط ۵۸) به‌طور معناداری کم‌تر از سایر تیمارها (متوسط ۶۱) بود. میزان a^* در انشو (از ۱۴/۳۷ به ۱۹/۸۳) و پیج (از ۲۹/۰۳ به ۳۲/۵۴) طی انبارداری افزایش یافت ولی میوه‌های پیج درون پاکت پلی‌اتیلنی و در پایان ۴۰ روز انبارداری بالاترین (۳۴/۹) بود. دامنه زاویه رنگ در انشو بین ۶۵/۵۴ (مربوط به پوشش واکس) تا ۹۲/۶۱ (مربوط به شاهد) در روز ۶۰ انبارداری بود. در نارنگی پیج میوه‌های درون پاکت پلی‌اتیلنی به تنهایی (۶۷/۲۵) و یا تلفیق با قارچ‌کش (۶۵/۷۹) میزان زاویه رنگ بالاتری داشتند. ارزیابی حسی نشان داد میوه‌های انشو ضدعفونی شده با قارچ‌کش درون پاکت پلی‌اتیلنی ظاهر مناسب‌تری داشتند. نتیجه کلی این‌که میوه‌های هر دو رقم که با قارچ‌کش تیابندازول ضدعفونی و سپس در پاکت پلی‌اتیلنی قرار داده شده بودند کیفیت ظاهری و درونی مطلوبی به مدت ۴۰ روز برای نارنگی پیج و ۶۰ روز برای نارنگی انشو داشتند.

واژگان کلیدی: انبارداری، پوشش‌دهی، کیفیت، مرکبات

Effect of coating and protection treatments on the storability of Page and Unshio mandarin varieties in cold storage

Javad Fatahi Moghadam[1*]

1- Associate Professor, Postharvest Physiology and Technology department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

Received: January 2023 Accepted: March 2023

Abstract

The aim of this research was increasing quality and storability of Unshio and Page mandarin fruits. Therefore, harvested fruits were invited to 5 groups (120 fruits) with three replications (40 fruits per replicate). The treatments were including: Britex Ti wax (18 wt% wax, 0.2% w/w Imazalil, 0.5 wt% thiabendazole), polyethylene pack (25mm×35cm, 0.01mm thick), thiabendazole fungicide (Tecto 60), Polyethylene pack with Tecto 60 and control. The treated fruits were kept for 60 days (Unshio) and 40 days (page) in cool storage (5°C and 85% RH). Six fruits were randomly selected from each treatment every 20 days intervals, and then measured some quality indices. The results showed that polyethylene pack alone or in combination with fungicide prevented weight loss, kept the peel thickness and reduced the juice percentage, TI and TSS. Also, TSS/TA and pH were significantly increased during storage in both cultivars. The amount of peel lightness decreased during storage. Peel lightness in page fruits which were treated by wax and fungicide was 60 (mean 58). It was significantly less than other treatments (mean 61). The amount of a^* increased in Unshio (from 14.77 to 19.83) and Page during storage, but in Page fruits that were covered by polyethylene pack was the highest (34.9) at the end of 40 days storage period. The range of hue angle in Unshio was between 65.54 (wax) and 92.61 (control) at the end of storage. Page fruits had the higher hue angle when treated by polyethylene pack alone (67.25), or in combination with Tecto 60 (65.79). According to sensory analysis, the fruits were treated by Tecto 60 and covered by a polyethylene pack, had significantly the better appearance during 60 (Unshio) and 40 (page) days after beginning of storage.

Keywords: Citrus, Coating, Quality, Storage

* نویسنده مسئول: j.fattahi@areeo.ac.ir

۱- مقدمه

در حال حاضر در ایران سالانه بیش از ۵۳۱۶ هزار تن انواع مرکبات تولید می‌شود. از این مقدار بیش از ۲/۷ میلیون تن به استان مازندران تعلق دارد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۰). با توجه به اهمیت مرکبات در امر صادرات و هم‌چنین نگهداری این محصول در انبار به‌منظور مساعد شدن زمان فروش، یافتن راه‌کارهای مقابله با مشکلات انبارمانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از میان مشکل‌های موجود، کاهش کیفیت و کمیت میوه مرکبات در انبار یا سردخانه، مسأله بسیار مهمی است که خسارت زیادی را به تولیدکنندگان و صادرکنندگان تحمیل می‌نماید. ضایعات این محصول‌ها در انبار، بر اثر آلودگی به تعدادی از قارچ‌ها، رعایت نکردن اصول صحیح برداشت، جابه‌جایی، حمل و نقل و نگهداری ایجاد می‌شود. معمولاً توصیه می‌شود میوه‌ی مرکبات را در زمان مناسب برداشت نموده و تحت تیمارهای خاصی به‌منظور کاهش ضایعات در انبار نگهداری نمود. خسارت ناشی از پوسیدگی انباری در میوه‌های تیمار شده مرکبات، حدود ۴-۲ درصد می‌باشد، ولی در میوه‌های بدون تیمار، در عرض ۳-۱ هفته بعد از برداشت، ممکن است خسارت به ۱۵-۳۰ درصد افزایش یابد (Smilanick *et al.,* 2006; Naqvi, 2004).

آلودگی میوه‌ها به‌وسیله میکروارگانیسم‌ها، در فاصله‌ی زمانی بین برداشت تا مصرف و در مناطق گرمسیری که دما و رطوبت نسبی محیط بالا است، به‌سرعت صورت می‌گیرد. پوسیدگی‌های قارچی مهم‌ترین عامل از بین رفتن میوه در انبار و سردخانه می‌باشند. قارچ‌های *Penicillium italicum* Wehmer و *Penicillium digitatum* (Pers.:Fr.) Sacc. عوامل اصلی پوسیدگی میوه پس از برداشت بوده و حدود ۸۰ درصد آلودگی مربوط به کپک سبز است (Agrios, 2005).

میوه مرکبات در شرایط پس از برداشت، همانند سایر میوه‌ها دارای تغییرهای جزیی در ترکیب‌های شیمیایی بخش خوراکی هستند. این تغییرها به‌دلیل تبدیل مواد طی فرآیند تنفس است که روش‌های کند نمودن تنفس میوه در ماندگاری میوه با کم‌ترین تغییر مؤثر است(Paul et al., 2012) . در مقابل، کنترل نادرست رطوبت محیط بدون توجه به دمای نگهداری (به ویژه در نارنگی و سایر ارقام با پوست شل و چسبنده) و سرعت هدررفت آب و نرم شدن بافت باعث کاهش سطح پکتین‌های نامحلول و افزایش پکتین‌های محلول همراه با تحریک سایر فرآیندهای فیزیولوژی منجر به پیری می‌شود (Joubert et al., 2016). از دست دادن بیش از حد آب نیز ممکن است طعم و مزه میوه را تغییر دهد و سبب کاهش ماندگاری و ارزش تجاری میوه می‌شود (Ahmad and Siddiqui, 2015).

سال‌های طولانی است که از مواد شیمیایی برای کنترل ضایعات و تلفات پس از برداشت میوه‌ها استفاده می‌شود. قارچ‌کش‌ها، باکتری‌کش‌ها و کند کننده‌های پیری در مرکبات برای کاهش پوسیدگی میوه‌ها به‌کار می‌روند. این مواد بسته به خواص فیزیکی و شیمیایی خود و سهولت استفاده از آن‌ها ممکن است به‌صورت تدخینی یا محلول در آب یا مخلوط با امولسیون واکس به‌کار برده شوند. امروزه استفاده از این ترکیب‌ها به‌دلیل داشتن عوارض جانبی و پایداری در محیط زیست و آسیب به آن، محدود شده و روش‌های غیرشیمیایی چون استفاده از اشعه گاما، نور فرابنفش، گرمادرمانی و هم‌چنین استفاده از ترکیب‌های طبیعی مانند اسانس‌های گیاهی توسعه یافته‌اند (Agrios, 2005).

تیمارهای پس از برداشت با قارچ‌کش‌های مصنوعی به‌طور مؤثری می‌توانند خطر پوسیدگی را

به‌ویژه در عرضه مستقیم میوه به بازار کاهش دهند. در بسیاری از کشورها مقررات سخت‌گیرانه در استفاده از آفت‌کش‌ها به دلیل تاثیر منفی در سلامت انسان و محیط زیست وجود دارد. وجود این محدودیت از یک طرف و تمایل مصرف کننده به استفاده از محصول‌های فاقد مواد شیمیایی (حتی با قیمت بالاتر) در کاهش مصرف مواد شیمیایی موثر است (D'Aquino et al., 2022).

در پژوهشی صفی‌زاده و راحمی (۱۳۸۳) اثر التیام‌دهی، قارچ‌کش و نوع بسته‌بندی را بر پوسیدگی و کیفیت پرتقال والنسیا بررسی کردند. در این بررسی تیمار گرمادرمانی و قارچ‌کش به‌طور مؤثر پوسیدگی را کنترل کردند. مقایسه بین پیچیدن تکی و چندتایی و هم‌چنین بین تیمارهای پیش از انبار بر اسید کل و مواد جامد محلول از روند هم‌سانی برخوردار بود.

تبادل گاز محدود و رطوبت بالا در استفاده از پوشش روی میوه می‌تواند باعث وقوع فرآیندهای بی‌هوازی و رشد پاتوژن‌ها شود. کاهش O_2 و افزایش CO_2 ممکن است منجر به فرآیندهای تخمیر، و ایجاد بدطعمی شود. از آنجایی‌که نفوذپذیری بیش‌تر پلی‌مرهای بسته‌بندی معمولی با نیازهای میوه و سبزیهای تازه مطابقت ندارد، سوراخ‌های ماکرو یا میکرو اغلب برای افزایش تبادل گاز به‌کار می‌روند. رطوبت بالای داخل بسته‌بندی باعث توسعه پوسیدگی می‌شود، به‌ویژه زمانی که میوه‌ها در دمای گرم نگهداری می‌شوند و تراکم رطوبت در بسته‌ها شکل می‌گیرد(Toivonen et al., 2009) .

استفاده از نمک‌های معدنی در کنترل پوسیدگی‌های پس از برداشت از مدت‌ها قبل رایج می‌باشد. گزارش شده است که نمک‌های اسید کربنیک مانند کربنات سدیم و بی‌کربنات سدیم تأثیر مثبتی در کنترل بیماری‌های گیاهی از جمله کاهش خسارت ناشی از کپک سبز داشت (Palou *et al*., 2001). در پژوهشی دیگر تیمارهای کربنات سدیم، بی‌کربنات سدیم و آب داغ را به منظور کنترل کپک سبز در میوه‌های نارنگی کلمانتین اعمال نمودند و آثار همه را در کاهش بیماری مؤثر گزارش کردند (Palou et al., 2002). پژوهش‌گران نشان دادند که سیلیکات سدیم و کلرید کلسیم بر کنترل پوسیدگی ناشی از قارچ پنیسیلیوم در میوه نارنگی کلمانتین، تأثیر مثبت دارد (Ligorio et al., 2007). بعلاوه کاهش درصد جوانه‌زنی اسپور قارچ *Penicillium digitatum* با استفاده از بی‌کربنات سدیم گزارش شده است (Zamani et al., 2007).

در پژوهشی نارنگی «تانگو» با واکس انباری و واکس بسته‌بندی تیمار و به مدت هفت هفته نگهداری شد. مشخص شد که در حالت کاربرد تلفیقی واکس انباری و پاکت واکسی، میوه دارای آسیب پوسته‌ای شدن و قهوه‌ای شدن بیش‌تری نسبت به میوه‌هایی بودند که فقط با واکس انباری و واکس بسته‌بندی به تنهایی تیمار شده بودند (Obenland and Arpaia, 2018). عبدالوهاب و رشید در سال ۲۰۱۲، اثر تیمارهای بی‌خطر پس از برداشت شامل کیتوزان 4%، سوربات پتاسیم 2% و یا واکس را بر کیفیت پرتقال ناول بررسی کردند. نتایج نشان داد که پوشش‌ها می‌توانند به‌خوبی پوسیدگی را کنترل کرده و کیفیت و بازارپسندی میوه را حفظ نمایند(Abdel wahab & Rashid., 2012) .

با غوطه‌وری نارنگی‌های Simeto در محلول سدیم بی‌کربنات (دو درصد به مدت دو دقیقه) همراه با پوشش فیلم (بسیار نفوذپذیر در برابر بخار آب و گازها)، مشخص شد که میوه‌ها طی نگهداری تقریبا بدون پوسیدگی، کاهش وزن و کاهش خواص حسی بودند. روند کاهشی در همه شاخص‌های رنگ طی نگهداری مشاهده شد که بیش‌ترین کاهش در میوه‌های تیمار شده با سدیم بی‌کربنات و میوه‌های

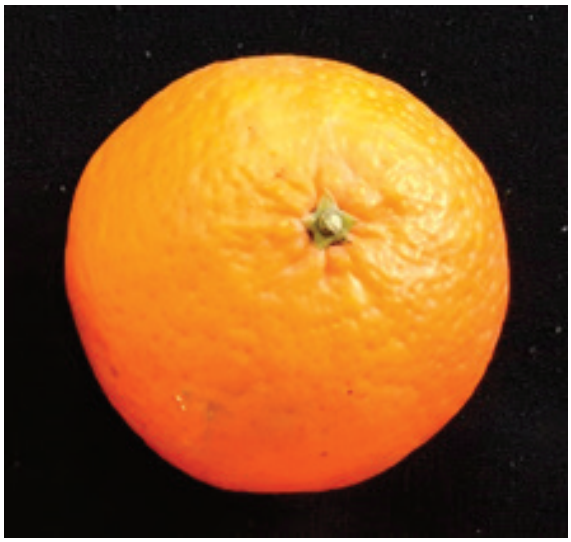
بسته‌بندی نشده به دلیل آب ازدست‌دهی پوست رخ داد چراکه سطوح رطوبت بالا از تغییر رنگ جلوگیری می‌کند (D'Aquino, et al. 2022).

در آزمایشی میوه‌های ارقام پرتقال Msasa و Jaffa پس از تیمار غوطه‌وری در هگزانال، کلرید کلسیم همراه با شاهد در دو شرایط محیطی (2±28 درجه سلسیوس) و دمای کاهش یافته (2±18 درجه سلسیوس) نگهداری شدند. نتایج نشان داد ویتامین C و فلاونوئیدکل با افزایش مدت نگهداری میوه کاهش یافت. با افزایش مدت نگهداری قند کل نیز افزایش یافت، اما در میوه‌های تیمار شده با هگزانال و میوه‌های ذخیره‌شده در دمای محیط این افزایش بالاتر بود. بر اساس آزمون حسی، میوه‌های تیمار شده با هگزانال بیش‌ترین پسند را داشتند و پس از آن میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم و میوه‌های تیمار نشده بر اساس ظاهر، طعم، بافت و مقبولیت کلی قرار گرفتند(Baltazari et al., 2020) . در این پژوهش تلاش شد تا با استفاده از تیمارهای پوششی و حفاظت‌کننده، کیفیت میوه دو رقم نارنگی تجاری مهم در شمال کشور را در بازه نگهداری آنها در سردخانه حفظ نمود.

۲- مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: در این پژوهش از میوه‌ی ارقام نارنگی انشو و پیج ایستگاه ستادی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری استفاده شد (شکل‌های ۱ و۲). وقتی شاخص برداشت میوه یعنی نسبت TSS/TA به حد مناسب برای برداشت (حداقل ۸) رسید، عمل برداشت انجام شد (جدول ۱). میوه‌های عاری از آسیب‌دیدگی، آلودگی و با اندازه‌ی یکسان به ۵ گروه (۱۲۰ عددی) شامل سه تکرار (هر تکرار ۴۰ عدد میوه) تقسیم شدند. تیمارهای مورد استفاده شامل واکس Britex Ti (۱۸درصد وزنی واکس، ۰/۲درصد وزنی ایمازالیل، ۰/۵ درصد وزنی تیابندازول)، پاکت پلی‌اتیلنی (۳۵×۲۵ سانتی‌متر و ضخامت ۰/۰۱ میلی‌متر)، قارچ‌کش تیابندازول (تکتو ۶۰)، پاکت پلی‌اتیلنی همراه با قارچ‌کش تیابندازول (تکتو ۶۰) و شاهد بود. میوه‌های تیمار شده نارنگی انشو به مدت ۶۰ روز و نارنگی پیج به مدت ۴۰ روز در سردخانه (دمای ۵ درجه و رطوبت نسبی ۸۵ درصد) نگهداری شدند. به فواصل زمانی ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز تعداد ۶ عدد میوه به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب و شاخص‌های کیفی میوه اندازه‌گیری شدند.

شکل ۱- میوه نارنگی انشو



شکل ۲- میوه نارنگی پیج

ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی

طول و عرض میوه: برای اندازه‌گیری طول میوه (L) (فاصله گلگاه تا دم میوه) و عرض آن بر حسب میلی‌متر از دستگاه کولیس مدل Digit-Cal ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد (Ravazi & Bahram-Parvar, 2007).

حجم میوه: مقدار حجم واقعی با استفاده از اصل جابجایی آب اندازه‌گیری شد. برای این منظور، تک‌تک میوه‌ها در بشر یک لیتری لبریز از آب فرو برده شد و با اندازه‌گیری حجم آب خارج شده با استفاده از استوانه مدرج، حجم میوه بر حسب سانتی‌متر مکعب به‌دست آمد (Ravazi & Bahram-Parvar, 2007).

درصد کاهش وزن میوه: جهت اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه تعداد سه عدد میوه از هر تکرار شماره‌گذاری شد و در هر نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل و پس از اندازه‌گیری وزن آنها به سردخانه منتقل شد. درصد کاهش وزن با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد.

معادله ۱ = درصد کاهش وزن

(۱۰۰ × (وزن اولیه/وزن ثانویه – وزن اولیه)

ضخامت پوست میوه: ابتدا یک برش هلالی در قسمت میانی پوست میوه زده شد و با استفاده از دستگاه کولیس مدل Digit-Cal ساخت سوئیس بر حسب میلی‌متر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

وزن میوه و درصد آب‌میوه: وزن هر میوه با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. آب‌میوه با استفاده از آب‌میوه‌گیر دستی استخراج و با ترازوی دیجیتال وزن شد. درصد آب‌میوه با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد.

معادله ۲ = درصد آب‌میوه

(۱۰۰ × (وزن میوه/ وزن آب‌میوه)

تغییرات رنگ پوست: رنگ پوست در نقطه میانی میوه‌ها توسط دستگاه کرومومتر مدل CR400 – Mi-nolta ساخت ژاپن اندازه‌گیری شد. در این روش مقادیر L^*، a^* و b^*، زاویه رنگ (Hue angle) و کروما (Chroma) قرائت و سپس با معادله ۳ شاخص رنگ برون‌بر میوه مرکبات محاسبه شد (Jimenez et al., 1981).

معادله ۳ $CCI= 1000\ a^*/L^*.b^*$

میزان مواد جامد محلول: TSS بر حسب درصد توسط دستگاه رفرکتومتر چشمی (مدل Atago – ATC- 20 ساخت ژاپن)، در دامنه ۲۰ –۰ درصد برای هر یک از میوه‌ها اندازه‌گیری شد.

اسیدیته قابل تیتراسیون: به منظور اندازه‌گیری TA، ۱۰ میلی‌لیتر از آب‌میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و با استفاده از دو قطره شناساگر فنل فتالئین با سود یک دهم نرمال تا ظهور رنگ صورتی روشن و pH برابر ۸/۲ تیتر شد.

مقدار TI یا شاخص تکنولوژی : مقدار TI با استفاده از معادله ۴ به دست آمد (Kluge et al., 2003).

معادله ٤ = شاخص تکنولوژی

مواد جامد محلول × درصد آب‌میوه /۱۰۰

pH و هدایت الکتریکی (EC) آب‌میوه: میزان pH با استفاده از دستگاه pH متر مدل inoLab WTW ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. جهت تعیین EC آب‌میوه نیز از دستگاه EC سنج مدل Easy Mettler Toledo ساخت چین، بر اساس واحد میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر استفاده شد.

آزمون حسی: جهت آزمون حسی تعداد ۱۲ ارزیاب به‌صورت تصادفی از مجموع کارکنان زن و مرد با رده‌های سنی و شغلی مختلف از پژوهشکده

مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری انتخاب شدند. ارزیاب‌ها به ویژگی‌هایی چون خصوصیات ظاهری پوست و گوشت، عطر، طعم، شیرینی، ترشی، تلخی و پذیرش کلی میوه در دامنه ۱ تا ۱۰ نمره دادند. حدود نمره‌ها بر اساس روش هدونیک به‌صورت ۱= ضعیف، ۵= رضایتبخش و ۱۰= عالی بود (Hagenmaier and Shaw, 2002).

تجزیه‌ی آماری داده‌ها: داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C پس از آزمون نرمال به‌صورت آزمایش فاکتوریل دو عامله (نوع تیمار و مدت زمان نگهداری) در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال متناظر انجام شد. داده‌های حسی با استفاده از آزمون ناپارامتری چند گروهی وابسته فریدمن در برنامه SPSS نسخه ۱۹ محاسبه شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج مربوط به ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی میوه‌های انشو و پیج در زمان برداشت در جدول یک آورده شده است. بر این اساس میوه نارنگی انشو با TSS/TA به میزان ۹/۶۲ و پیج با مقدار ۱۱/۷ برداشت شدند. در این مرحله درصد آب و وزن نارنگی انشو بالاتر از پیج بود. رنگ پوست هر دو رقم در دامنه استاندارد تعریف شده برای مرکبات قرار داشت (جدول ۱).

درصد کاهش وزن میوه: طی انبارداری، میزان کاهش وزن در میوه‌های پیج شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود و در تیمار تلفیقی قارچ‌کش تکتو و پاکت پلی‌اتیلنی کمترین بود. در میوه‌های انشو نیز همین الگو مشاهده شد (جدول ۲). کاهش وزن میوه‌ها در اثر انتقال آب از میان روزنه‌های پوست اتفاق می‌افتد. پوشش واکس با حفظ رطوبت اطراف میوه و هم‌چنین تبادلات گازی، در ازدست‌دادن آب میوه ایجاد محدودیت نمود. میزان کاهش وزن میوه‌ها به‌دلیل اختلاف در ضخامت پوست یا پوشش‌های حفاظت‌کننده مثل واکس‌ها روی کوتیکول پوست است که مانعی طبیعی در مقابل خروج آب از میوه محسوب می‌شود (شجاع و همکاران، ۱۳۹۰). به‌طور مشابه در یک مطالعه پوشش موم کارنوبا علاوه‌بر جلوگیری از رشد کپک پنسلیومی بر روی سطح نارنگی، میزان کاهش وزن میوه را نیز طی نگهداری به تاخیر انداخت (Won and Min, 2018). استفاده از قارچ‌کش به تنهایی نمی‌تواند در جلوگیری از کاهش وزن میوه نقش چشم‌گیری داشته باشد. در این راستا در تحقیق چاین و همکاران (۲۰۰۷) مشخص شد که استفاده از پوشش کیتوزان و قارچ‌کش تیابندازول کاهش وزن در دوره انبارداری افزایش یافت. کاهش وزن میوه‌های مرکبات طی انبارداری بستگی زیادی به طول دوره نگهداری و دمای انبار دارد.

ضخامت پوست میوه: میوه‌های هر دو رقم تیمار شده با پاکت پلی‌اتیلنی ضخامت پوست خود را نسبت به سایر تیمارها به ویژه شاهد حفظ نمودند (جدول‌های ۲ و ۳). کم‌ترین میزان ضخامت پوست هر دو نارنگی انشو و پیج به ترتیب در پایان ۶۰ و ۴۰ روز انبارداری مشاهده شد (جدول‌های ۴ و ۵). حفظ ضخامت پوست میوه طی انبارداری نشان‌دهنده حفظ رطوبت و شادابی پوست است و آب از دست‌دهی پوست به فعالیت متابولیکی مانند تنفس و تعرق مربوط است (Gol et al., 2013). در واقع تیمارهایی که نقش پوشش روی میوه را دارند (در این آزمایش پاکت پلی‌اتیلنی و واکس) با حفظ رطوبت پوست، ساختار سلولی میوه را حفظ و از چروکیدگی، کاهش ضخامت و پیرشدن پوست میوه جلوگیری می‌نمایند (Arnon et al., 2014).

جدول ۱- میزان خصوصیات فیزیکی شیمیایی نارنگی انشو و پیچ در زمان برداشت (sd ± میانگین)

نام نارنگی	وزن (g)	طول (mm)	عرض (mm)	حجم (cm^3)	ضخامت (mm)	(%) TSS	(%) TA	TSS/TA	درصد آب‌میوه
انشو	94.59±0.52	47.66±1.25	56.85±0.79	78.52±0.5	2.82±0.38	11.27±0.66	1.18±0.13	9.62±1.11	42.38±4.67
پیچ	70.01±2	48.04±1.05	51.95±0.62	32.27±0.87	2.64±0.34	11.03±0.68	0.95±0.1	11.7±1.31	37.13±4.05

ادامه جدول ۱- میزان خصوصیات فیزیکی شیمیایی و شاخص‌های رنگ پوست میوه انشو و پیچ در زمان برداشت (sd ± میانگین)

نام نارنگی	(%) TI	EC (ms/cm)	pH	L*	a*	b*	Chroma	hue
انشو	5.43±0.63	2.09±0.21	3.52±0.24	63.01±3.57	6.61±4.75	72.47±3.15	71.7±3.5	76.41±3.62
پیچ	4.09±0.35	1.9±0.15	3.72±0.1	62.37±2.58	27.48±4.98	68.52±3.47	74.01±1.8	68.01±4.43

درصد آب‌میوه: در هر دو نارنگی انشو و پیج که از پاکت پلی‌اتیلنی به تنهایی و یا همراه با قارچ‌کش استفاده شد میزان درصد آب‌میوه نیز تقریبا کم‌تر بود (جدول‌های ۲ و ۳). این مقدار طی نگهداری تغییر معناداری نداشت. به نظر می‌رسد آب‌ازدست‌دهی پوست میوه در سایر تیمارها و شاهد سبب کاهش وزن کلی میوه می‌شود و در فرمول محاسبه نسبت وزن آب‌میوه به وزن میوه، مقدار درصد آب‌میوه افزایش می‌یابد. در کاربرد پاکت پلی‌اتیلنی به‌تنهایی و یا همراه با قارچ‌کش نتایج معکوس مشاهده شد. چنین هم‌بستگی منفی بین آب‌میوه کل و کاهش وزن در مطالعه‌های فتاحی مقدم و ببری (۱۳۹۶) نیز در بررسی میزان آب‌میوه میوه ارقام پرتقال تامسون و مورو در انبارمعمولی و سردخانه مشاهده شد. در صورت استفاده از تیمارهای قارچ‌کش، تأمین رطوبت در انبار ضروری است.

شاخص تکنولوژی (TI): نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنادار عوامل ساده مدت انبارداری و نوع پوشش روی میزان TI در نارنگی انشو و فقط نوع پوشش روی نارنگی پیج داشت. پوشش پلی‌اتیلن در نارنگی پیج سطح TSS میوه را نیز پایین نگه داشت که به تبع آن میزان TI نیز در این تیمار کم‌تر بود. به‌طور کلی میزان TI نارنگی انشو طی انبارداری روند کاهشی داشت و در هر دو رقم در تیمار پاکت پلی‌اتیلنی کم‌ترین مقدار را نشان داد (جدول‌های ۲ تا ۵). به نظر می‌رسد پوشش پاکت سبب تنظیم بهتر تنفس میوه و ممانعت از افزایش میزان TSS (جدول ۳) می‌شود. به همین دلیل نارنگی انشو بر اساس ارزیابی حسی (جدول ۱۰) بیش‌ترین امتیاز (۲/۸۷) ترشی را دریافت نمود. شاخص تکنولوژی برای پرتقال تامسون، نارنگی انشو، نارنگی یاشار به ترتیب ۴/۵۴، ۵/۱۳ و ۶/۵ گزارش شده است (طاهری و همکاران، ۱۳۹۴؛ فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). تعیین میزان این شاخص و روند تغییر آن در شرایط انباری نیز مهم است. ممکن است در زمانی که بازار از میوه اشباع بوده و قیمت پایین است از میوه‌های انباری با شاخص فناوری بالا نیز جهت صنایع آب‌میوه‌گیری استفاده شود.

میزان مواد جامد محلول یا TSS، اسیدیته قابل تیتراسیون یا TA و TSS/TA: تیمارها فقط اثر معناداری روی درصد TSS در نارنگی پیج داشت. میوه‌های نارنگی پیج داخل پاکت پلی‌اتیلنی با مقدار ۱۱/۰۴ درصد کم‌ترین میزان TSS را داشتند هرچند تفاوت معناداری با تیمار تلفیقی با قارچ‌کش (۱۱/۴۶ درصد) نداشت (جدول ۳). اثر ساده مدت انبارداری تاثیر معناداری روی درصد TA در هر دو نارنگی انشو و پیج داشت. بدین صورت که در هر دو رقم میزان TA طی انبارداری کاهش یافت (جدول‌های ۴ و ۵). میزان TSS/TA فقط طی نگهداری در هر دو رقم تغییر معناداری داشت طوری‌که طی انبارداری افزایش یافت (جدول‌های ۴ و ۵).

کاهش میزان TSS طی انبارداری به‌دلیل مصرف آن در تنفس و تامین انرژی برای فرآیندهای انرژی‌خواه است (شجاع و همکاران، ۱۳۹۰). در مقابل در گزارشی مقدار قندکل میوه پرتقال طی نگهداری بدون توجه به شرایط نگهداری و تیمار پس از برداشت افزایش یافت (Baltazari *et al.*, 2020). کاهش جزئی اسیدیته نیز با نتایج به دست آمده از نتایج عالم‌زاده و فریدون (۲۰۰۷) مطابقت داشت. آن‌ها دریافتند که تیمار میوه‌ی پرتقال سیاورز و والنسیا با قارچ‌کش تیابندازول و واکس ارگانیک سبب کاهش TA میوه طی نگهداری شد. کاهش در مقدار سیتریک‌اسید طی نگهداری میوه مرکبات ممکن است به‌علت استفاده از اسیدهای آلی برای تولید انرژی، تبدیل به قند و یا تخمیر الکلی در میوه‌های برداشت شده باشد (Roongruangsiri *et*

al., 2013) با افزایش عمر میوه و شروع پدیده پیری، اسیدها در واکنش تنفس و در چرخه کربس مصرف می‌شوند. در نتیجه نگهداری طولانی مدت میوه‌ها با کاهش اسید قابل تیتر همراه است. بنابراین تیماری که بیش‌ترین اسید را دارد پیری را به تعویق انداخته و در نتیجه عمر انباری را زیاد می‌کند. با حفظ شدن مقدار اسید در سطح بالا، نگهداری میوه از نظر کیفیت خوراکی در زمان طولانی‌تری امکان‌پذیر خواهد بود (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۸).

میزان pH آب‌میوه و هدایت الکتریکی آب‌میوه یا EC: میزان pH میوه هر دو رقم فقط تحت تاثیر مدت انبارداری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان pH نارنگی انشو در روز ۶۰ انبارداری و پیج در روز ۴۰ انبارداری بالاترین بود (جدول‌های ۴ و ۵). اسیدهای آلی معمولاً در میوه‌های بالغ و یا میوه‌هایی که در مراحل اولیه رسیدن هستند کم بوده و طی نگهداری در انبار نیز تا مدتی پایدار می‌ماند. در حالتی که میوه‌ها به‌طور رسیده برداشت می‌شوند سطح pH افزایش می‌یابد که همراه با شیرینی میوه است چون میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه کاهش و TSS افزایش می‌یابد (Cepeda et al, 1993).

مقدار EC میوه نارنگی انشو و پیج تحت تاثیر تیمارهای اعمالی و طی نگهداری قرار نگرفت (جدول ۱۲). این شاخص به‌طور غیرمستقیم میزان نرم و آبکی شدن غشای سلولی بافت گوشت میوه را بیان می‌کند. نتایج نشان داد که تیمارها از این نظر تاثیر معناداری نداشتند.

جدول ۲- اثر تیمارهای پس از برداشت روی میزان صفات مرتبط با آب‌ازدست‌دهی گوشت و پوست میوه نارنگی انشو

تیمار	کاهش وزن	ضخامت پوست (mm)	درصد آبمیوه (٪)	TI (%)
شاهد	3.11 ^{a*}	1.64 ^{c}	42.66 ^{a}	5.02 ^{ab}
قارچ‌کش تکتو ۶۰	2.48 ^{b}	1.72 ^{bc}	45.62 ^{a}	5.45 ^{a}
واکس	2.25 ^{bc}	1.76 ^{bc}	41.85 ^{ab}	4.90 ^{bc}
پاکت پلی‌اتیلنی	2.51 ^{b}	1.94 ^{ab}	38.45 ^{bc}	4.52 ^{cd}
قارچ‌کش تکتو ۶۰ و پاکت پلی‌اتیلنی	1.85 ^{c}	2.05 ^{a}	37.32 ^{c}	4.37 ^{d}
میانگین مربعات	1.87**	0.26*	100.70**	1.64**

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

**تفاوت معنادار در سطح ۱%؛ *اختلاف معنادار در سطح ۵ %؛ ^{ns} غیر معنادار

جدول ۳- اثر تیمارهای پس از برداشت روی میزان صفات مرتبط با آب‌ازدست‌دهی و شیمیایی میوه نارنگی پیج

تیمار	کاهش وزن (g)	ضخامت پوست (mm)	درصد آبمیوه (%)	TSS (%)	TA (%)	TI (%)	pH
شاهد	3.11 ^{a*}	1.56 ^{b}	32.40 ^{b}	11.86 ^{a}	0.77 ^{ab}	3.84 ^{bc}	4.59 ^{ab}
قارچ‌کش تکتو ۶۰	2.29 ^{ab}	1.34 ^{c}	34.90 ^{ab}	12.12 ^{a}	0.83 ^{a}	4.24 ^{ab}	4.45 ^{b}
واکس	2.33 ^{ab}	1.53 ^{bc}	37.38 ^{a}	11.81 ^{a}	0.81 ^{ab}	4.41 ^{a}	4.50 ^{ab}
پاکت پلی‌اتیلنی	2.18 ^{b}	1.86 ^{a}	31.95 ^{b}	11.04 ^{b}	0.70 ^{ab}	3.52 ^{c}	4.67 ^{a}
قارچ‌کش تکتو ۶۰ و پاکت پلی‌اتیلنی	1.83 ^{b}	1.82 ^{a}	35.03 ^{ab}	11.46 $^{a}_{b}$	0.67 ^{b}	4.02 ^{abc}	4.48 ^{b}
میانگین مربعات	1.32^{ns}	0.28**	29.32*	1.04*	0.03^{ns}	0.72*	0.05^{ns}

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

**تفاوت معنادار در سطح ۱%؛ *اختلاف معنادار در سطح ۵ %؛ ^{ns} غیر معنادار

جدول ٤- اثر مدت انبارداری روی میزان ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی میوه نارنگی انشو

مدت انبارداری (روز)	کاهش وزن	ضخامت پوست (mm)	TSS/TA	TA (%)	TI (%)	pH
۲۰	2.43 ^{ab*}	2.10 ^{a}	12.14 ^{c}	0.99 ^{a}	4.97 ^{a}	3.86 ^{b}
۴۰	2.28 ^{b}	1.83 ^{b}	14.25 ^{b}	0.85 ^{b}	5.04 ^{a}	3.96 ^{b}
۶۰	2.61 ^{a}	1.54 ^{c}	15.19 ^{a}	0.76 ^{c}	4.56 ^{b}	4.49 ^{a}
میانگین مربعات	0.43^{ns}	1.21^{**}	36.73^{**}	0.21^{**}	1.01^{*}	1.69^{**}

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

**تفاوت معنادار در سطح ۱%؛ *اختلاف معنادار در سطح ۵ %؛ ^{ns} غیر معنادار

جدول ۵- اثر مدت انبارداری روی میزان ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی میوه نارنگی پیچ

مدت انبارداری (روز)	کاهش وزن	ضخامت پوست (mm)	TSS (%)	TA (%)	TSS/TA	pH
۲۰	2.26 ^{a*}	1.7 ^{a}	11.7 ^{a}	0.85 ^{a}	14.31 ^{c}	4.26 ^{b}
۴۰	2.44 ^{a}	1.54 ^{b}	11.63 ^{a}	0.67 ^{b}	17.61 ^{b}	4.82 ^{a}
میانگین مربعات	0.24^{ns}	0.19^{**}	0.03^{ns}	0.24^{**}	81.93^{**}	2.35^{**}

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

**تفاوت معنادار در سطح ۱%؛ *اختلاف معنادار در سطح ۵ %؛ ^{ns} غیر معنادار

شاخص‌های رنگ پوست میوه

شاخص روشنایی پوست (L^*): در نارنگی انشو مدت انبارداری (جدول ۸) و در نارنگی پیچ اثرات ساده مدت انبارداری و نوع پوشش (جدول‌های ۷ و ۹) اثر معناداری روی میزان روشنایی پوست داشت. میزان روشنایی پوست نارنگی انشو طی انبارداری کاهش یافت (جدول ۸). در نارنگی پیچ روشنایی پوست در میوه‌های تحت تیمار واکس و قارچ‌کش تکتو ۶۰ (متوسط ۵۸) به‌طور معناداری کمتر از سایر تیمارها (متوسط ۶۱) بود (جدول ۷).

شاخص a^*: میزان a^* پوست در نارنگی انشو از ۱۴/۳۷ به ۱۹/۸۳ طی انبارداری افزایش یافت ولی در نارنگی پیچ به‌طور کلی طی انبارداری همه تیمارها افزایش یافت و در میوه‌های درون پاکت پلی‌اتیلنی و در پایان ۴۰ روز انبارداری بالاترین (۳۴/۹) بود.

شاخص b^*: در نارنگی پیچ مقدار b^* تغییر معناداری نداشت لیکن میوه نارنگی انشو واکس زده با مقدار ۶۵/۱ کم‌ترین مقدار را داشت. طی انبارداری نیز مقدار b^* از ۶۸/۳۲ به ۶۵/۴۹ در پایان انبارداری کاهش یافت (جدول‌های ۶ و ۸).

شاخص زاویه رنگ (*hue*): اثر نوع پوشش و مدت انبارداری روی زاویه رنگ پوست هر دو رقم معنادار بود. این شاخص در هر دو رقم طی نگهداری کاهش یافت (جدول‌های ۸ و ۹). در بررسی اثر تیمارها مشخص شد که دامنه زاویه رنگ بین ۶۵/۵۴ (مربوط به پوشش واکس) تا ۹۲/۶۱ (مربوط به شاهد) در روز ۶۰ انبارداری نارنگی انشو بود (جدول ۸). در نارنگی پیچ میوه‌های درون پاکت پلی‌اتیلنی به تنهایی (۶۷/۲۵) و یا تلفیق با قارچ‌کش (۶۵/۷۹) میزان زاویه رنگ بالاتری داشتند (جدول ۷).

شاخص کروما (Chroma): به‌طور کلی میوه‌های پیچ پوشش داده شده با واکس طی انبارداری میزان کرومای کمتری داشتند (جدول ۷). بر خلاف نارنگی پیچ هیچ یک از منابع تغییرات تاثیر معناداری روی میزان کرومای پوست نارنگی انشو نداشت (جدول‌های ۶ و ۸).

شاخص رنگ‌گیری (CCI): در نارنگی انشو شاخص رنگ‌گیری با مقدار ۵/۳۹ در تیمار واکس بالاترین بود بالاترین میزان (۷/۵۳) مربوط به میوه‌های تحت تیمار واکس و در روز ۶۰ انبارداری بود (جدول ۶). هم چنین در نارنگی انشو میزان CCI طی انبارداری از ۳/۳۹ به ۶/۱۳ افزایش یافت (جدول ۸). مقدار عددی این شاخص در نارنگی پیچ بالاتر از انشو بود. کم‌ترین مقدار مربوط به میوه‌های پیچ تیمار شده با تلفیق قارچ‌کش و پاکت پلی‌اتیلنی بود (جدول ۷).

پوست نارنگی انشو که در زمان برداشت براق است طی نگهداری از شفافیت آن کاشته می‌شود و به همین دلیل میزان L^* طی نگهداری آن کاهش یافته است. در نارنگی پیچ هم به نظر می‌رسد تیمار واکس و قارچ‌کش مانع تغییر عمده در رنگدانه‌های پوست و تجزیه آنها شده باشند و میزان L^* افزایش نیافته است. با این‌حال نتایج اندازه‌گیری شش شاخص رنگ پوست میوه نشان داد که ظاهر میوه کمتر تحت تأثیر نوع ماده نگهداری قرار گرفت. این مقدار طی انبارداری نیز در حد استاندارد باقی‌ماند. با این‌که تغییرات جزئی مشاهده شد لیکن همه شاخص‌ها در دامنه استاندارد بود. بر اساس گزارشی مقادیر استاندارد سه شاخص روشنایی، کروما و زاویه رنگ پوست پرتقال را به ترتیب ۷۰-۶۵، بالاتر از ۶۰ و کم‌تر از ۸۰ بیان شده است (Roux and Barry, 2006). بالا بودن زاویه رنگ در ۳۰ روز اول انبارداری و سپس کاهش آن تا پایان انبارداری در هر دو رقم با یافته ماچادو و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. آن‌ها دریافتند که زاویه رنگ پوست گریپ‌فروت در شش روز اول افزایش و سپس تا پایان انبارداری کاهش یافت. مقادیر شاخص رنگ در کلیه تیمارها و شاهد در این پژوهش مطابق با دامنه تعریف شده بود. بر اساس مطالعه‌ای در خصوص تغییر شاخص‌های رنگ پوست میوه در انبار نیز مشخص شد که چنان‌چه میوه‌ها در حالت تغییر رنگ کامل برداشت شوند، طی انبارداری دچار تغییر واضحی نمی‌شوند (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ٦- اثر تیمارهای پس از برداشت روی شاخص‌های رنگ پوست میوه نارنگی انشو

تیمار	*hue*	*L**	*Chroma*	*b**	*a**	CCI
شاهد	81.17 ^{a*}	60.95 ^{ab}	71.66 ^{a}	69.27 ^{a}	20.09 ^{a}	4.80 ^{b}
قارچ‌کش تکتو ۶۰	75.43 ^{b}	61.44 ^{a}	69.58 ^{ab}	68.91 ^{a}	19.04 ^{ab}	4.57 ^{b}
واکس	70.59 ^{c}	59.57 ^{b}	68.31 ^{b}	65.10 ^{b}	20.31 ^{a}	5.39 ^{a}
پاکت پلی‌اتیلنی	74.63 ^{b}	61.35 ^{a}	69.45 ^{ab}	68.94 ^{a}	18.53 ^{ab}	4.41 ^{b}
قارچ‌کش تکتو ۶۰ و پاکت پلی‌اتیلنی	75.51 ^{b}	59.59 ^{b}	68.66 ^{ab}	67.38 ^{ab}	17.46 ^{b}	4.38 ^{b}
میانگین مربعات	128.14**	7.81^{ns}	15.25^{ns}	27.26**	12.27^{ns}	1.55**

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

**تفاوت معنادار در سطح ۱%؛ *اختلاف معنادار در سطح ۵ %؛ ^{ns} غیر معنادار

جدول ۷- اثر تیمارهای پس از برداشت روی شاخص‌های رنگ پوست میوه نارنگی پیج

تیمار	*L**	*hue*	*Chroma*	CCI
شاهد	60.42 ^{a*}	64.11 ^{b}	70.85 ^{b}	7.85 ^{ab}
قارچ‌کش تکتو ۶۰	58.36 ^{b}	65.15 ^{b}	71.35 ^{ab}	8.24 ^{a}
واکس	58.53 ^{b}	64.23 ^{b}	68.66 ^{c}	7.99 ^{a}
پاکت پلی‌اتیلنی	61.95 ^{a}	67.25 ^{a}	72.77 ^{a}	7.57 ^{ab}
قارچ‌کش تکتو ۶۰ و پاکت پلی‌اتیلنی	61.53 ^{a}	65.79 ^{ab}	73.10 ^{a}	7.27 ^{b}
میانگین مربعات	16.59**	9.96**	18.87**	0.85*

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

**تفاوت معنادار در سطح ۱%؛ *اختلاف معنادار در سطح ۵ %؛ ^{ns} غیر معنادار

جدول ۸- اثر مدت انبارداری روی شاخص‌های رنگ پوست میوه نارنگی انشو

مدت انبارداری (روز)	L*	hue	a*	b*	CCI
۲۰	62.05 ^{a*}	77.41 ^{a}	14.37 ^{c}	68.32 ^{a}	3.39 ^{c}
۴۰	61.82 ^{a}	74.23 ^{b}	19.83 ^{b}	69.95 ^{a}	4.61 ^{b}
۶۰	57.87 ^{b}	74.76 ^{b}	23.05 ^{a}	65.49 ^{b}	6.13 ^{a}
میانگین مربعات	82.86**	43.42**	289.01**	76.2**	28.23**

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

**تفاوت معنادار در سطح ۱%؛ *اختلاف معنادار در سطح ۵ %؛ ^{ns} غیر معنادار

جدول ۹- اثر مدت انبارداری روی شاخص‌های رنگ پوست میوه نارنگی پیج

مدت انبارداری (روز)	L*	hue	a*	b*	chroma	CCI
۲۰	61.46 ^{a*}	66.36 ^{a}	29.03 ^{b}	66.54 ^{a}	72.66 ^{a}	4.39 ^{b}
۴۰	58.86 ^{b}	44.25 ^{b}	32.54 ^{a}	65.61 ^{a}	70.03 ^{b}	5.61 ^{a}
میانگین مربعات	50.47**	33.33**	92.51**	6.52^{ns}	51.9**	25.23**

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معناداری با هم دارند.

**تفاوت معنادار در سطح ۱%؛ *اختلاف معنادار در سطح ۵ %؛ ^{ns} غیر معنادار

ارزیابی حسی

نتایج آزمون آماری نشان داد که میزان کای اسکوار برای صفت ظاهر پوست در ارقام انشو و پیج به ترتیب ۰/۰۰۵ و ۰/۰۸ با سطح معناداری به ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۱ بود که حاکی از قبول فرض H_1 مبنی بر تغییر ظاهر پوست میوه تحت تیمارهای مختلف پس از برداشت است. بر این اساس میوه‌های انشو که با قارچ‌کش ضدعفونی و سپس در پاکت پلی‌اتیلنی قرار داده شده بودند به طور معناداری نسبت به سایر تیمارها و شاهد ظاهر مناسب‌تری داشتند. در نارنگی پیج نیز همین تیمار ظاهر مناسبی داشت هرچند تفاوت زیادی با شاهد نداشت. سایر شاخص‌های حسی به ویژه پذیرش کلی میوه‌ها در تیمارهای مختلف تفاوت معناداری با شاهد نداشتند. دامنه امتیازدهی به صفات مطلوب میوه در پایان انبارداری در محدوده رضایت‌بخش قرار داشت (جدول‌های ۱۰ و ۱۱).

پذیرش یک محصول معمولاً ارزش مصرف واقعی محصول را نشان می‌دهد. اولویت اول برای

جدول ۱۰- نتایج ارزیابی حسی میوه‌ی نارنگی انشو تحت تیمارهای پوششی در پایان انبارداری

تیمار	ظاهر پوست	ظاهر گوشت	عطر	طعم	شیرینی	بدطعمی	ترشی	تلخی	پذیرش کلی
شاهد	5 ± 2.07	7.62 ± 1.19	6.12 ± 1.13	6.5 ± 0.76	6.37 ± 1.68	2.87 ± 1.96	2 ± 0.76	1.75 ± 1.49	5.87 ± 1.25
قارچ‌کش تکتو ۶۰	4.62 ± 1.77	7.25 ± 1.28	6.37 ± 0.92	5.87 ± 1.46	5.87 ± 1.73	3.37 ± 1.85	2.37 ± 1.68	2.12 ± 1.55	5.5 ± 1.31
واکس	5.87 ± 1.64	7.62 ± 0.74	6.25 ± 0.46	5.62 ± 1.85	6.5 ± 1.6	4 ± 2.83	2.12 ± 0.83	1.62 ± 0.92	5.87 ± 1.46
پاکت پلی‌اتیلنی	6.62 ± 1.92	7.62 ± 0.74	6.25 ± 1.04	5.62 ± 1.5	5.37 ± 1.41	3.25 ± 1.75	2.87 ± 1.73	2.25 ± 1.75	5.62 ± 1.3
قارچ‌کش تکتو ۶۰ و پاکت پلی‌اتیلنی	7.12 ± 1.96	8 ± 1.07	6.62 ± 1.51	5.62± 1.19	5.75 ± 1.75	3.62 ± 1.3	2.5 ± 2.39	1.75 ± 0.89	5.87 ± 1.13
Chi-Square	14.77	4.37	0.93	3.36	1.96	1.94	1.01	3.12	1.26
Sig	0.005	0.36	0.92	0.5	0.74	0.75	0.91	0.54	0.87

جدول ۱۱- نتایج ارزیابی حسی میوه‌ی نارنگی پیچ تحت تیمارهای پوششی در پایان انبارداری

تیمار	ظاهر پوست	ظاهر گوشت	عطر	طعم	شیرینی	بدطعمی	ترشی	تلخی	پذیرش کلی
شاهد	8.43 ± 0.79	7.86 ± 0.69	6 ± 0.58	7 ± 0.58	7.29 ± 1.25	1.43 ± 1.14	1.57 ± 0.79	1.29 ± 0.49	7.29 ± 0.76
قارچ‌کش تکتو ۶۰	7.57 ± 1.27	7.86 ± 0.69	6.29 ± 1.38	6.86 ± 1.77	6.14 ± 2.03	1.57 ± 0.79	1.43 ± 0.53	1.14 ± 0.38	7.29 ± 1.6
واکس	7.00 ± 1.29	8.00 ± 1.00	6.29 ± 1.38	6.43 ± 1.72	6.43 ± 2.22	2.29 ± 1.98	1.57 ± 0.79	2.57 ± 2.07	6.57 ± 1.4
پاکت پلی‌اتیلنی	7.71 ± 0.76	7.71 ± 0.49	6.29 ± 1.11	6.86 ± 1.57	6.71 ± 1.8	1.43 ± 0.79	1.57 ± 0.79	1.14 ± 0.38	7.29 ± 1.25
قارچ‌کش تکتو ۶۰ و پاکت پلی‌اتیلنی	7.86 ± 0.69	8.57 ± 0.53	7 ± 0.82	7.14 ± 0.9	6.86 ± 1.34	1.29 ± 0.49	1.57 ± 0.53	1.43 ± 0.79	7.57 ± 0.98
Chi-Square	8.38	6.97	3.3	0.66	1.97	2.18	0.46	4.31	4.7
Sig	0.08	0.14	0.51	0.96	0.74	0.7	0.97	0.36	0.32

انتخاب و خوردن یک محصول خوراکی مانند میوه، خوش طعم بودن یا کیفیت خوردن محصول است، سایر پارامترهای کیفیت، مانند تغذیه و سالم بودن، در درجه دوم اهمیت قرار دارند (Lawless and Heymann, 2010). ظاهر بصری میوه تازه نیز یکی از اولین عوامل تعیین کننده کیفیت مورد استفاده برای خریداران است. طعم، کیفیت داخلی و ظاهری برای افزایش مصرف و رژیم‌های غذایی سالم از نظر مصرف کنندگان اهمیت دارد (Baltazari et al., 2020).

٤- نتیجه‌گیری

به‌طور کلی میوه نارنگی‌ها قابلیت نگهداری طولانی مدت ندارند لیکن با استفاده از تیمارهای پس از برداشت می‌توان ضمن حفظ کیفیت میوه، تا مدت حدود ۶۰ روز در سردخانه نگهداری نمود. در این پژوهش مشخص شد که تیمارهای پاکت پلی‌اتیلنی به تنهایی و یا در تلفیق با قارچ‌کش سبب جلوگیری از کاهش وزن بیش‌تر، حفظ ضخامت پوست، حفظ درصد آب‌میوه، TI و TSS شدند. به‌طور کلی شاخص‌های رنگ پوست میوه در دامنه‌ی استاندارد تعریف شده مرکبات طی انبارداری باقی‌ماند. بر اساس ارزیابی حسی میوه‌های انشو که با قارچ‌کش ضدعفونی و سپس در پاکت پلی‌اتیلنی قرار داده شده بودند به طور معناداری ظاهر مناسب‌تری داشتند. در مجموع میوه‌های هر دو رقم که با قارچ‌کش تکتو۶۰ ضدعفونی و سپس در پاکت پلی‌اتیلنی قرار داده شده بودند کیفیت ظاهری و درونی مطلوبی به مدت ۴۰ روز برای نارنگی پیج و ۶۰ روز برای نارنگی انشو داشتند.

٥- سپاس‌گزاری

این مقاله برگرفته از پروژه تحقیقاتی با شماره مصوب ۹۴۱۰۴- ۱۷۱۴- ۴ متعلق به پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری و به سفارش و حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی مازندران است که از هر دو واحد سپاس‌گزاری می‌شود.

تضاد و تعارض منافع

نویسنده هرگونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیرتجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با اثر منتشرشده است رد می‌نمایند.

منابع

آمارنامه کشاورزی محصول‌های باغبانی وزارت جهاد کشاورزی. (۱۴۰۰). معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران. قابل دسترسی در آدرس: http://www.maj.ir

شجاع، آ.، قاسم‌نژاد، م. و س. ن. ا. مرتضوی. (۱۳۹۰). تغییرهای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پس از برداشت میوه پرتقال‌های تامسون ناول و خونی در طی انبارداری. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۲)، ۱۵۵-۱۴۷

صفی‌زاده، م. و م. راحمی. (۱۳۸۳). اثرهای التیام‌دهی و بسته‌بندی پیش از انبار بر پوسیدگی، کیفیت و عمر انباری پرتقال والنسیا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۵ (۲)، ۱۰۰- ۹۳.

طاهری، ح.، فتاحی مقدم، ج. محمدعلیان، ی.، سیدقاسمی، س. ا.، شعبانیان، ز.، جوربنیان، ا.، نجفی، ک. و ع. شیشه گران. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر قارچ‌کش پایا نسبت به پوسیدگی‌ها و کیفیت میوه‌ی مرکبات در انبار. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات مرکبات کشور.

فتاحی مقدم، ج.، سیدقاسمی، س. ا. و ی. محمدعلیان. (۱۳۹۶). اثر پایه بر کیفیت میوه نارنگی یاشار در زمان برداشت و انبارداری. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۸ (۲)، ۱۷۷-۱۹۴.

فتاحی‌مقدم، ج.، حمیداوغلی، ی.، فتوحی‌قزوینی، ر.، قاسم نژاد، م. و د. بخشی. (۱۳۹۰). ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی پوست برخی ارقام تجاری مرکبات. نشریه علوم باغبانی، ۲۵(۲)، ۲۱۷- ۲۱۱.

فتاحی مقدم، ج. و م. ببری. (۱۳۹۶). تعیین زمان برداشت پرتقال‌های تامسون ناول، محلی سیاورز و خونی مورو در غرب استان مازندران. فصلنامه یافته‌های علوم کشاورزی، ۲ (۱ و ۲)، ۷۵-۶۱.

قاسمی، ک.، قاسمی، ی. و ح. صادقی. (۱۳۸۸). اثر تیمار آب گرم، اکلریک مایع، پوشش پلی‌اتیلنی و کلرید کلسیم بر عمر انباری میوه نارنگی پیج (*Citrus reticulate* cv. Page). فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۹(۱)، ۴۳-۳۳.

Abdel Wahab, S. M. & Rashid, I. S. A. (2012). Safe postharvest treatments for controlling Penicillium molds and its impact maintaining Navel Orange fruits quality. *American- Eurasian Journal Agricalture & Environment Science,* 12(7), 973-982.

Agrios, G. N. (2005). Plant Pathology. 5th Edition Academic Press. San Diego, USA

Ahmad, M. S. & Siddiqui, M. W. (2015). Factors Affecting Postharvest Quality of Fresh Fruits. In Postharvest Quality Assurance of Fruits; Springer: Cham, Switzerland.

Arnon, H., Yana, Z., Porat, R. and Poverenov, E. (2014). Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 21–26.

Baltazari, A., Hosea, Mtui, H. D., Mwatawala, M. W., Chove, L. M., Msogoya, T., Samwel, J. & Subramanian, J. (2020). Effects of Storage Conditions, Storage Duration and Post-Harvest Treatments on Nutritional and Sensory Quality of Orange (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) Fruits, *International Journal of Fruit Science*, 20(4), 737-749.

Cepeda, J.S., Bringas, E. & Balz, M. (1993). Ascobic acid and quality losses of Valencia oranges stored on trees. *Horticulture Science*, 28, 581.

Chien, P.J., Sheu, F. & Lin, H.R. (2007). Coatingcitrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry*, 100, 1160–1164.

D'Aquino, S., Strano, M. C., Gentile, A., & Palma, A. (2022). Decay Incidence and Quality Changes of Film Packaged 'Simeto' Mandarins Treated with Sodium Bicarbonate. *Horticulturae*, 8, 354.

Gol, N., Patel, R., Rao, P. & Ramana, T. V. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 185-195.

Jimenez, C. M., Cuquerella, J. & Martinez-Javaga, J. M. (1981). Determination of a color index for citrus fruit degreening. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 2, 750-753.

Joubert, J. (2016). Influence of Rind Water Content on Mandarin Citrus Fruit Quality. Ph.D. Thesis,

Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa.

Hagenmaier, R.D. & Shaw, P.E. (2002). Changes in volatile components of stored tangerines and other specialty citrus fruits with different coatings. *Journal of Food Science*, 67, 1742–1745.

Kluge, R.A., Luiza, M., Jomori, L., Jacomino, A.P., Carolina, M., Vitti, D. & Padula, M. (2003). Intermittent warming in 'Tahiti' lime treated with an ethylene Inhibitor. *Postharvest Biology and Technology*, 29, 195-203.

Lawless, H., & Heymann H. (2010). Sensory evaluation of food science principles and practices. 2nd. Springer Science and Business Media Ithaca, New York, 596.

Ligorio, A., Schena, L., Albanese, P., Pentimone, I., Quinto, G., Mennone, C., Nogro, F., Ippolito, A. & Salerno, M. (2007). Pre-and postharvest application of salts for controlling green and blue mould of Clementine. Proceedings of the International Congress Cost Action 924: Novel approaches for the control of postharvest diseases and disorders, *Bologna Italy*, 387-393.

Naqvi, S. A. M. H. (2004). Diagnosis and management of pre and post-harvest diseases of citrus fruit. In: Diseases of fruits and vegetables – Diagnosis and management. Naqvi SAMH (editor). Dordrecht, The Netherlands: Springer Netherlands, 1, 339–359.

Obenland, D. & Arpaia, M. L. (2018). Impact of changing wax type during storage on mandarin flavor and quality attributes. *Acta Hortic*, 1194, 807-814.

Palou, L., Smilanick, J. L., Usall, J. & Vinas, I. (2001). Control of postharvest blue and green moulds of oranges by hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate. Plant Disease, 85, 371-376.

Palou, L., Usall, J. & Smilanick, J.L. (2002). Hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate for the control of blue and green molds of Clementine mandarins. *Postharvest Biology and Technology,* 24, 93–96.

Paul, V., Pandey, R. & Srivastava, G. C. (2012).The fading distinctions between classical patterns of ripening in climacteric and non-climacteric fruit and the ubiquity of ethylene—An overview. *J. Food Sci. Technol,* 49, 1–21

Ravazi, S.M.A. & Bahram-Parvar, M. (2007). Some physical and mechanical properties of kiwifruit. *International Journal of Food Engineering*, 3(6),1-16.

Roongruangsri, W., Rattanapanone, N., Leksawasdi, N. & Boonyakiat, D. (2013). Influence of storage conditions on physico-chemical and biochemical of two tangerine cultivars, *Journal of Agricultural Science*, 5 (2).

Roux, S. & Barry, G. (2006). Preharvest manipulation of rind pigments of Citrus spp. MS Thesis, Department of Hort Sci, Stellenbosch Univ.

Smilanick, J. L., Brown, G. E. & Eckert, J. W. (2006). Postharvest citrus diseases and their control. In: Fresh citrus fruits. Wardowski, W. F., Miller, W.M., Hall, D. J., Grierson, W. (editors). Long-

boat Key, FL, USA: Florida Science Source Inc; 2nd edition, 339–396.

Toivonen, P. M. A., Brandenburg, J. S. & Luo, Y. (2009). Modified atmosphere packaging for fresh-cut produce. In Modified and Controlled Atmopheres for the Storage, Transportation, and Packaging of Horticultural Commodities; Elhadi, M. Y., Ed.; CRC Press: Boca Raston, FL, USA, 463–489.

Won, M. Y. & Min, S. C. (2018). Coating Satsuma Mandarin using grapefruit seed extract incorporated carnauba wax for its preservation. *Food Science and Biotechnology*, 27(6), 1649–1658.

Zamani, M., Sharifi Tehrani, A., Ahmadzadeh, M., Hosseininaveh, V. & Mostofy, Y. (2007). Control of Penicillium digitatum on orange fruit combining pantoa agglomerans with hot Sodium bicarbonate dipping. *Journal of Plant Pathology*, 91 (2), 437-442.