

اثر دما و نوع بسته‌بندی بر ماندگاری میوه تمشک سیاه وحشی تابستانه

مهدی حدادی‌نژاد^۱، کامران قاسمی^{۲*} و امیرعلی محمدی^۳

۱- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- *نویسنده مسئول: استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
(kamranghasemi63@gmail.com)

۳- دانشجوی کارشناس ارشد علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۰۶

چکیده

تمشک سیاه به علت فسادپذیری سریع و عمر پس از برداشت کوتاه، امکان نگهداری به مدت طولانی را ندارد. جهت ارزیابی شرایط بهینه نگهداری تمشک، سه دمای نگهداری (صفر، ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس) و دو نوع بسته‌بندی (ظروف تجدیدپذیر و پلاستیک تجدیدناپذیر) طی چهارده روز مقایسه شدند. صفات مختلف کیفی در قالب کیفیت ظاهری، کیفیت خوراکی و ارزش غذایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد وزن میوه‌ها طی مدت نگهداری در ظروف و دمای مختلف کاهش یافت. با گذشت زمان علاوه بر وزن، رنگ، عطر، طعم و بازارپسندی میوه نیز کاهش یافت. کیفیت ظاهری میوه‌ها در دمای صفر درجه سلسیوس در ظرف پلاستیکی بهتر از ظرف تجدیدپذیر بود و مواد جامد محلول در ظرف تجدیدپذیر به طور معنی‌داری بیشتر از ظرف پلاستیکی بود. بیشترین مقدار فنل کل (به مقدار ۶۲/۳۳ گرم گالیک اسید در گرم آب‌میوه) در روز سوم، دمای چهار درجه سلسیوس و در ظرف پلاستیکی ثبت شد. دمای صفر درجه سانتی‌گراد، در هر دو ظرف، نسبت به دو دمای دیگر، میزان کاهش فلاونوئید کمتری را نشان داده است. میزان آنتوسیانین در طول آزمایش روند کاهشی نشان داد به طوری که در دمای صفر درجه سانتی‌گراد از ۲۲۴/۹۹ در روز نخست به ۵۷/۸۹ و ۹۰/۷۳ میلی‌گرم سیانیدین در لیتر آب‌میوه به ترتیب در ظروف تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در روز چهاردهم رسید اثر مثبت دمای صفر درجه در نگهداری تمشک سیاه کاملاً معنی‌دار بوده است. استفاده از ظروف تجدیدپذیر با وجود اهمیت زیست محیطی که دارد به دلیل نفوذپذیری بالاتر نسبت به گازها و رطوبت از کارآیی کمتری در مقابل ظروف پلاستیکی برای نگهداری پس از برداشت تمشک سیاه برخوردار است و نیازمند پژوهش‌های تکمیلی با بکارگیری فناوری‌های نوین همچون نانو فناوری در ظروف جهت کنترل تبادلات رطوبتی می‌باشد.

کلید واژه‌ها: عمر انباری، کیفیت خوراکی، فعالیت پاداکسایشی، آنتوسیانین.

مقدمه

تمشک سیاه (*Rubus* spp. L.) گونه‌ای از خانواده Rosaceae است و عمدتاً میوه رشد کرده آن خوراکی می‌باشد. میوه تمشک در رژیم غذایی منبع مهمی از ترکیبات پاداکسایشی، به خصوص پلی‌فنل‌ها می‌باشد (Kahkonen et al., 2001). در سال‌های اخیر به دلیل نقش مهم پاداکساینده‌های طبیعی در سلامت بشر و کاهش خطر بیماری‌های قلبی، سرطان و

دیابت، توجه زیادی به مصرف این ترکیب‌ها معطوف گردیده است. ترکیب‌های فنلی موجود در نمونه‌های گیاهی یکی از بهترین منابع پاداکسایشی طبیعی می‌باشند و میوه تمشک یکی از منابع مهم ترکیبات پلی‌فنولیک است که تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Pedramnia et al., 2014).

تولید تمشک سیاه (Blackberry) در ۱۵ تا ۲۰ سال گذشته توسعه یافته است و در این مدت به محصولی

حرارت برای کاهش تنفس و در نتیجه کاهش زوال آن بسیار حیاتی است. از طرفی بسته‌بندی منجر به ماندگاری بیشتر میوه سالم یا برش یافته و سبزی‌های تازه می‌شود، زیرا سرعت تنفس، آسیب سطح و قهوه‌ای شدن را کاهش می‌دهد (Gorny, 2003).

در ایران و به‌خصوص مازندران تمشک سیاه به‌صورت دست‌چین از منابع وحشی و با زحمت فراوان برداشت می‌شود اما به دلیل عدم آگاهی کشاورزان از روش‌های مناسب نگهداری و بسته‌بندی، بخش زیادی از تمشک‌ها دچار فساد می‌شوند و سود کمی را عاید تمشک‌چینان می‌کنند. اخیراً برخی افراد برای دستیابی به سود بیشتر از بسته‌بندی در ظروف کوچک پلاستیکی استفاده می‌کنند که در کنار مزایایی که به همراه داشته به دلیل ناسازگاری با محیط‌زیست و تجدیدنپذیر بودن در طبیعت، مایه نگرانی طرفداران محیط‌زیست است. ظروف یکبار مصرف غالباً از مواد پلی‌استایرن تولید می‌شود که محصول فرآوری استایرن است. این ظروف از مونومرهای خطرناک ساخته شده که در حالت پلیمری خنثی و بدون خطر می‌باشد. مواد سمی بالقوه این ظروف هنگام گرم شدن نمایان شده و حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ سال زمان می‌برد تا تجزیه شوند. مواد تشکیل‌دهنده ظروف تجدیدنپذیر مورد استفاده که از نوع یکبار مصرف گیاهی بودند، از مواد طبیعی گیاهی نظیر نشاسته، ذرت، سیب‌زمینی و گندم ساخته می‌شود. نشاسته به‌طور طبیعی یک پلیمر گیاهی ضعیف است که خاصیت هیدروفیلی (آب‌دوست) دارد، بنابراین شرکت سازنده ظروف برای تبدیل آن‌ها به پلیمر قوی اقدام به افزودن اسیدهای چرب گیاهی مانند اسید استاریک و اسید اولئیک نموده تا تغییراتی در ترکیب اولیه به وجود آید و با تشکیل گروه استری با زنجیره طویل کربنی خاصیت آب‌گریزی ایجاد شود (Galgano et al., 2015; Kimia Co, 2006).

در پژوهشی که عمر انباری ارقام تمشک سیاه در ظروف پلاستیکی حاصل از مشتقات نفتی نسبت به نگهداری آن‌ها در ظروف حاصل از مواد گیاهی تجدیدنپذیر (زیستی)

مهم تبدیل شده است (Strik et al., 2007). در ایالات متحده و برخی کشورهای اروپایی، این محصول پس از توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa*)، بلوبری (گونه‌های *Vaccinium*) و تمشک‌فرنگی‌های قرمز (*Rubus idaeus*)، به چهارمین ریزمیوه مهم در بازار محصولات تازه تبدیل شده است (Clark, 1992)؛ (Strik, 1992)، که نزدیک به ۹۰ درصد محصول تولیدی آن، در صنایع فرآوری مصرف می‌شود و مابقی تولید به‌صورت‌های مختلفی در مزرعه یا در فروشگاه‌های محلی، به فروش می‌رسد (Finn and Clark, 2012). در آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی سال ۱۳۹۴ آمده است که میزان تولید تمشک برداشت شده از منابع طبیعی و باغات و حتی برخی گلخانه‌ها در کشور ۱۰۳ تن بوده که ۹۰ تن آن در استان مازندران تولید شده است و این استان رتبه اول را در میان دیگر استان‌های کشور دارا می‌باشد. به دلیل داشتن خواص پاد اکسایشی قوی تمشک سیاه از یک سو و دسترسی به منابع طبیعی و خدادادی این میوه از دیگر سو، توجه بیش از پیش ساکنان استان مازندران به این محصول را شاهد هستیم (Ahmadi et al., 2015).

عمر کوتاه و فسادپذیری بالای میوه تمشک مانع نگهداری طولانی مدت آن است. یک مشکل شایع برای میوه‌های ریز فساد سریع آن‌ها می‌باشد که در یک دوره سریع رسیده و به مرحله پیری می‌رسند و در نتیجه انبارداری و بازاریابی مناسب آن‌ها با مشکل مواجه می‌شود (Han et al., 2004). در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد، میوه تمشک می‌تواند تنها ۴۸ ساعت پس از برداشت قابل عرضه می‌باشد و بنابراین نگهداری در دمای مناسب می‌تواند طول دوره عرضه محصول در بازار را زیاد کند (Raseira et al., 2004). در روش تجاری پس از خنک کردن اولیه محصول، اقدام به حمل و نقل آن تا رسیدن به بازار هدف می‌کنند (Perkins-Veazie and Collins, 1997). میوه تمشک بسیار فاسدشدنی است لذا کاهش سریع درجه

بیش از چهار برابر نیز اعلام شده است و فراهم شدن اطلاعات فیزیولوژیکی حاصل از تحقیق جامع پس از برداشت تمشک و اطلاع‌رسانی آن می‌تواند به ایجاد توسعه پایدار و تداوم بهره‌وری از این ریز میوه ارگانیک کمک نماید. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی شرایط بهینه نگهداری تمشک شامل دما، ظروف مناسب و اثر آن بر طول زمان نگهداری پس از برداشت برای تمشک وحشی تابستانه در مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها

تمشک سیاه گونه *R. sanctus* وحشی تابستانه از منطقه شرق پل سفید رسیده براساس رنگ (در مرحله سیاه شدن رنگ) از افراد مطمئن محلی منطقه جنگلی سوادکوه مازندران در تیرماه ۱۳۹۴ خریداری شد. میوه‌های برداشت شده جهت ارزیابی اولیه و بسته‌بندی به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شدند. طرح به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه سطح دمای نگهداری (صفر، ۴ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد)، دو نوع بسته‌بندی (ظروف تجدیدپذیر و پلاستیک تجدیدناپذیر) و چهار زمان نگهداری (صفر، ۳، ۸ و ۱۴ روز پس از برداشت) با سه تکرار (هر تکرار حداقل ۱۰۰ گرم میوه) انجام شد. در این آزمایش از ظروف یکبار مصرف و درب‌دار تجدیدناپذیر پلاستیکی (از جنس پلی‌استایرن) و ظروف تجدیدپذیر گیاهی از جنس نشاسته ذرت و ساخت شرکت آملون ایران استفاده شد. صفات مختلف کیفی در قالب کیفیت ظاهری (وزن میوه، درصد کاهش وزن و بازارپسندی)، کیفیت خوراکی (مواد جامد محلول، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، TSS/TA، عطر و مزه) و ارزش غذایی (فعالیت پاد اکسایشی کل، فنل کل، فلاونوئید و آنتوسیانین کل) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

تغییرات وزن میوه، با ترازوی دیجیتالی (مارک A & D مدل Fx-300GD ساخت ژاپن با دقت یک هزارم گرم)، برای پنج میوه هم اندازه و یکنواخت از میان میوه‌های موجود در هر تکرار ارزیابی شدند. درصد کاهش وزن با فرمول زیر محاسبه گردید:

مورد بررسی قرار گرفت، مشخص شد که سفتی بافت میوه، میزان آنتوسیانین و رشد قارچ‌ها تحت تأثیر نوع ظرف قرار نمی‌گیرد و استفاده از ظروف تجدیدپذیر برای ارابه محصول درجه یک به بازار امکان‌پذیر می‌باشد هر چند در صفاتی همچون کاهش وزن میوه، مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون ظروف پلاستیکی برتری معنی‌داری نسبت به ظروف تجدیدپذیر داشت (Joo et al., 2011). در پژوهش دیگری با بررسی اثر انواع ظروف و پوشش‌های رایج نسبت به انواع زیستی و تجزیه‌پذیر بر نگهداری فلفل مشخص شد که ظروف تجزیه‌پذیر همراه با پوشش‌های ترکیبی حاوی آویشن می‌تواند ضمن داشتن اثر بازدارنده بر رشد میکروبی، از کاهش وزن، تنفس بی‌هوازی و تغییر نرمی و میزان ویتامین ث جلوگیری نموده و ضمن حفظ خصوصیات چشایی، عمر پس از برداشت آن را نیز افزایش دهد (Qin et al., 2016). در پژوهشی Rezaee Kivi et al. (2014) اثر دماهای مختلف نگهداری بر ترکیبات زیستی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانتی تمشک منطقه کیوی در اردبیل را بررسی نمودند و دریافتند عمر انباری در دمای پایین‌تر افزایش یافته ولی حداکثر ظرفیت آنتی‌اکسیدانتی، میزان فنل و آنتوسیانین را در دمای نگهداری بالاتر از ۵ درجه سانتی‌گراد و دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند. در پژوهشی دیگر Edgley (2015) نحوه افزایش عمر پس از برداشت ارقام مختلف و تجاری تمشک را تحت شرایط انبار سرد مورد بررسی قرار داد. هم‌چنین بررسی اثر نگهداری در دماهای مختلف روی رقم بی‌خار "ناواهو" نشان داد با توجه به این که در روش تجاری بازاررسانی تمشک، ابتدا محصول در دمای صفر درجه در سردخانه نگهداری می‌شود، سپس موقع ارسال در دمای ۴ درجه (یخچال) اقدام به جابجایی آن به بازار هدف می‌شود و در بازار میوه حداقل دو روز در دمای گرم (دمای اتاق یا ۲۵ درجه) باقی می‌ماند، این رقم را می‌توان به بازارهای دور نیز صادر نمود (Perkins-Veazia and Collins, 1997).

با توجه به این که تفاوت قیمت عرضه در بازارهای محلی مازندران نسبت به بازارهای هدف همچون تهران

منظور مقدار ۲۰ میکرولیتر از آب میوه با آب مقطر و معرف فولین سیوکالتیو مخلوط شده و در نهایت کرنات سدیم به آن افزوده شد. بعد از ۳۰ دقیقه انکوبه شدن جذب این ترکیب در مقابل بلانک در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید. منحنی استاندارد اسید گالیک تهیه شده و مقادیر فنل کل معادل میلی گرم گالیک اسید در میلی لیتر آب میوه بیان شد.

جهت تعیین مقدار فلاونوئیدها از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم استفاده شد (Chang et al., 2002). عصاره میوه با کلرید آلومینیوم، استات پتاسیم یک مولار و آب مقطر مخلوط شده و جذب آن بعد از ۳۰ دقیقه انکوبه شدن در طول موج ۴۱۵ نانومتر با دستگاه طیف‌سنج نوری قرائت گردید. منحنی استاندارد کوئرستین رسم شده و مقادیر فلاونوئید کل معادل میلی گرم کوئرستین در میلی لیتر آب میوه بیان شد. اندازه‌گیری آنتوسیانین به روش pH افتراقی طبق دستورالعمل (Wroslstad, 1976) صورت گرفت. ابتدا دو سیستم بافری شامل بافر استات سدیم (pH=1) و بافر کلرید پتاسیم (pH=4.5) تهیه شد. مقدار مشخصی از آب میوه با هر یک از بافرها به‌طور جداگانه مخلوط شده و هر یک در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر قرائت شدند. نتایج برحسب میلی گرم سیانیدین ۳- گلوکوزید در لیتر آب میوه معادل رنگدانه اصلی آنتوسیانین محاسبه و گزارش شد. داده‌ها پس از ارزیابی در نرم‌افزار اکسل (2010) وارد و پس از حذف داده‌های پرت با نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه گردید و مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح یک درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

کمیت و ظاهر میوه

همان‌طور که در جدول‌های (۱، ۲ و ۳) دیده می‌شود میوه‌های انبار شده هم در ظرف پلاستیکی و هم در ظرف تجدیدپذیر، در دمای صفر درجه سانتی‌گراد تا ۱۴ روز، در دمای چهار درجه سانتی‌گراد تا هشت روز و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تا سه روز قابل مصرف بودند.

۱۰۰×وزن اولیه/(وزن ثانویه-وزن اولیه)=درصد کاهش وزن ارزیابی چشایی (panel taste) برای صفات کیفی بازار پسندی، عطر و مزه به‌صورت مقدار از ۱۰۰ درصد توسط داوران با تجربه شامل ۶ نفر از اعضای مرد و زن گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری که دارای آموزش‌های پایه‌ای مربوطه بودند، انجام پذیرفت. داوران در تمام مراحل آزمایش ثابت بوده و در شرایط یکنواخت بدون دانستن جزئیات طرح آزمایشی صرفاً با بررسی میوه کدگذاری شده نظر خود را در مورد صفات مورد نظر به صورت درصد (۱۰۰ بهترین و صفر کمترین) در برگه‌های مشخص ثبت می‌نمودند. ملاک قابل مصرف بودن میوه‌ها براساس بر خورداری از امتیاز بالاتر از ۵۰ درصد در ارزیابی چشایی بود (Qin et al., 2016). میزان pH توسط pH متر (Sartorius مدل PT/15/P ساخت آلمان) ارزیابی شد و مواد جامد محلول از طریق دستگاه انعکاس سنج دیجیتالی (ATAGO مدل PR-32 ساخت ژاپن) اندازه‌گیری گردید.

میزان اسید آب تمشک سیاه از طریق تیتراسیون با سود (NaOH) ۰/۱ نرمال انجام و میزان اسید برحسب گرم اسید سیتریک (اکی‌والان برابر ۰/۰۶۴۰۴) در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه بیان شد (Rana and Singh, 1992). جهت اندازه‌گیری فعالیت پاد اکسایشی کل از رادیکال پایدار دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده گردید (Ebrahimzadeh et al., 2010). به دو میلی لیتر از آب میوه رقیق شده، DPPH اضافه کرده و بعد از آماده شدن لوله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در محیط تاریک قرار داده و در نهایت جذب ترکیب فوق‌الذکر به همراه یک لوله حاوی DPPH خالص به‌عنوان شاهد، در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج نوری (MAPADA مدل uv-1800PC ساخت چین) قرائت شد. اعداد جذب در نهایت به درصد مهار تبدیل شده و به‌صورت درصد مهار آب میوه گزارش شد.

محتوای فنل کل با روش فولین سیوکالتیو تعیین مقدار گردید (Waterhouse et al., 2006). بدین

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر شرایط پس از برداشت بر کمیت و ظاهر تمشک سیاه وحشی

Table 1. Mean comparison of postharvest conditions effect on blackberry appearance

بازار پسندی Market acceptance	درصد کاهش وزن Weight loss (%)	وزن میوه (گرم) Fruit weight (gr)	روز Day	دما (درجه سانتی گراد) Temperature (°C)	ظروف Containers	
86.66 ^a	0.00 ^g	1.56 ^a	0	0	تجدید پذیر Biodegradable	
76.67 ^{bc}	18.78 ^{de}	1.27 ^{cd}	3			
63.33 ^{ef}	26.38 ^{bc}	1.15 ^{ef}	8			
56.67 ^f	28.13 ^{abc}	1.12 ^{efg}	14			
86.66 ^a	0.00 ^g	1.56 ^a	0	4		
71.67 ^{bcd}	23.22 ^{cd}	1.20 ^{de}	3			
56.67 ^f	29.15 ^{ab}	1.11 ^{efg}	8			
-	0.00 ^g	-	14			
86.66 ^a	0.00 ^g	1.56 ^a	0	25		
16.67 ^g	32.80 ^a	1.05 ^g	3			
-	-	-	8			
-	-	-	14			
86.66 ^a	0.00 ^g	1.56 ^a	0	0		تجدید ناپذیر Non-biodegradable
78.33 ^b	11.69 ^f	1.38 ^b	3			
71.67 ^{bcd}	27.08 ^{bc}	1.14 ^{efg}	8			
70.00 ^{cde}	27.00 ^{abc}	1.12 ^{efg}	14			
86.66 ^a	0.00 ^g	1.56 ^a	0	4		
78.30 ^b	16.35 ^e	1.31 ^{bc}	3			
66.67 ^{de}	31.48 ^{ab}	1.07 ^{fg}	8			
-	-	-	14			
86.66 ^a	0.00 ^g	1.56 ^a	0	25		
16.67 ^g	27.76 ^{abc}	1.13 ^{efg}	3			
-	-	-	8			
-	-	-	14			

* عدم وجود نمونه جهت ارزیابی به علت فاسد شدن و از دست رفتن میوه، حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم معنی داری در سطح ۱ درصد می باشد.

* no sample due to fruit deterioration, share letters showed no significant differences in 0.01 percent level.

روز سوم نگهداری در دمای صفر درجه و روز هشتم نگهداری در دمای چهار درجه و به میزان ۱۱/۶۹ و ۳۱/۴۸ درصد بود. در حالی که در ظروف تجدیدپذیر در همین زمان و دما کمینه و بیشینه دما برابر با ۱۸/۷۸ و ۲۹/۱۵ درصد رخ داد که مورد اخیر اختلاف معنی داری نشان نداد (جدول ۱).

از دست دادن رطوبت در اثر تنفس و تبخیر، مهم ترین علت کاهش وزن میوه در دوره پس از برداشت می باشد که در تمشک به دلیل نداشتن لایه محافظتی روی میوه بیشتر است. رطوبت نسبی بالا در اطراف میوه ناشی از بسته بندی مناسب می تواند تا اندازه زیادی از کاهش وزن میوه ممانعت کند. کاهش وزن میوه ها در

بررسی میزان کاهش وزن میوه نشان می دهد که تیمارهای اعمال شده (نوع ظرف و دمای پایین) نتوانست به طور کامل از کاهش وزن میوه ممانعت کند به طوری که در تمامی تیمارها بیشترین وزن میوه در روز نخست بوده و با گذشت زمان به صورت معنی داری کاهش نشان داده است. روند کاهش وزن تحت تأثیر دما و نوع ظرف نیز قرار داشت. به طوری که در دماهای بالاتر از صفر این کاهش بیشتر بوده تا جایی که در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در روز سوم بیش از ۳۲ درصد وزن میوه کاهش یافت. در این بین ظروف نیز روی کاهش وزن اثر معنی داری داشتند. به طوری که کمینه و بیشینه کاهش وزن در ظرف پلاستیکی تجدیدناپذیر به ترتیب مربوط به

این پژوهش هم‌خوانی دارد (Joo *et al.*, 2011). بکارگیری لایه‌های نانو ذره سیلیکات و رس می‌تواند منجر به بهبود خاصیت نفوذپذیری و حرارتی پلیمرها گردد، بنابراین برای رفع مشکل اتلاف آب بالاتر در ظروف تجدیدپذیر استفاده از فناوری نانو قابل پیشنهاد و بررسی می‌باشد (Pegoretti *et al.*, 2007). با افزایش زمان نگهداری در همه ظروف و دماها از میزان بازارپسندی میوه‌ها کاسته شد. از نظر بازارپسندی میوه‌های تازه نیز به دلیل مشکلات مربوط به برداشت از طبیعت حدود ۸۶ درصد بازارپسندی داشتند که رفع آن نیازمند احداث باغ و برداشت در شرایط قابل کنترل از لحاظ زمان و مکان جهت مدیریت بهتر می‌باشد.

ظروف تجدیدپذیر ناشی از نفوذپذیری بالاتر آن ظروف به بخار آب می‌باشد که موجب از دست رفتن رطوبت و کاهش وزن میوه می‌گردد، این در حالیست که ظرف پلاستیکی نسبت به بخار آب نفوذپذیری کمتری دارد (Joo *et al.*, 2011).

میزان انتقال بخار آب از ظرف‌های تجدیدپذیر (اسید لاکتیکی)، حدود سه برابر بیشتر از ظروف پلی‌استایرنی (به ترتیب ۱۵/۳ و ۵/۲ گرم بر مترمربع در روز) گزارش شده است (Auras *et al.*, 2005). بررسی کاهش وزن دو رقم تمشک سیاه نشان داد میوه‌های درون ظروف پلی‌استایرن کاهش وزن کمتری نسبت به میوه‌های ظروف پلی‌لاکتیک اسید (تجدیدپذیر) داشتند که با یافته‌های

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر شرایط پس از برداشت بر کیفیت خوراکی تمشک سیاه وحشی
Table 2. Mean comparison of postharvest conditions effect on blackberry edible quality

مزه Taste	عطر Flavor	شاخص طعم TSS/TA	اسید قابل تیتراسیون TA	اسیدیته pH	مواد جامد محلول TSS	روز Day	دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (°C)	ظروف Containers
90.00 ^a	83.33 ^a	53.60 ^a	0.24 ⁱ	4.76 ^a	12.70 ^a	0	0	تجدیدپذیر Biodegradable
76.67 ^{abcd}	76.67 ^{abc}	43.24 ^b	0.28 ^h	4.17 ^{cd}	12.20 ^{ab}	3		
71.67 ^{de}	68.33 ^{cde}	31.62 ^e	0.38 ^e	3.95 ^{de}	11.87 ^b	8		
66.67 ^e	53.33 ^f	21.16 ^h	0.49 ^b	3.60 ^{fgh}	10.33 ^d	14		
90.00 ^a	83.33 ^a	53.60 ^a	0.24 ⁱ	4.76 ^a	12.70 ^a	0	4	تجدیدپذیر Biodegradable
73.33 ^{cd}	68.33 ^{cde}	40.22 ^c	0.27 ^h	4.28 ^c	10.90 ^c	3		
25.00 ^g	33.33 ^g	22.16 ^{gh}	0.39 ^{de}	4.18 ^c	8.57 ^f	8		
-	-	-	-	-	-*	14		
90.00 ^a	83.33 ^a	53.60 ^a	0.24 ⁱ	4.76 ^a	12.70 ^a	0	25	تجدیدپذیر Biodegradable
12.5 ^h	0.00 ⁱ	24.82 ^{fg}	0.35 ^f	3.40 ^h	8.63 ^f	3		
-	-	-	-	-	-	8		
-	-	-	-	-	-	14		
90.00 ^a	83.33 ^a	53.60 ^a	0.24 ⁱ	4.76 ^a	12.70 ^a	0	0	تجدیدپذیر Biodegradable
80.00 ^b	78.33 ^{ab}	35.54 ^d	0.31 ^g	4.24 ^c	11.07 ^c	3		
73.33 ^{cd}	73.33 ^{bcd}	22.16 ^{gh}	0.44 ^c	3.79 ^{ef}	9.67 ^e	8		
66.67 ^e	66.67 ^{de}	17.46 ⁱ	0.56 ^a	3.49 ^{gh}	9.73 ^e	14		
90.00 ^a	83.33 ^a	53.60 ^a	0.24 ⁱ	4.76 ^a	12.70 ^a	0	4	تجدیدپذیر Non-biodegradable
78.33 ^{bc}	71.67 ^{bcd}	40.99 ^{bc}	0.27 ^h	4.50 ^b	11.13 ^c	3		
66.67 ^e	63.33 ^e	20.75 ^h	0.41 ^d	4.23 ^c	8.43 ^f	8		
-	-	-	-	-	-	14		
90.00 ^a	83.33 ^a	53.60 ^a	0.24 ⁱ	4.76 ^a	12.70 ^a	0	25	تجدیدپذیر Non-biodegradable
33.33 ^f	16.67 ^h	26.58 ^f	0.32 ^{fg}	3.65 ^{fg}	8.60 ^f	3		
-	-	-	-	-	-	8		
-	-	-	-	-	-	14		

* عدم وجود نمونه جهت ارزیابی به علت فاسد شدن و از دست رفتن میوه، حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشد.
* no sample due to fruit deterioration, share letters showed no significant differences in 0.01 percent level.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر شرایط پس از برداشت بر ارزش غذایی تمشک سیاه وحشی
 Table 3. Mean comparison of postharvest conditions effect on blackberry nutritional value

آنتوسیانین (میلیگرم سیانیدین ۳ گلوکوزید در لیتر اب میوه) Anthocyanin (mg cyaniding-3-glucoside equivalents/lit fruit juice)	فلاونوید کل (میلی گرم کوئرستین در گرم عصاره میوه) Total flavonoids (mg quercetin equivalent/g of fruit juice)	محتوای فنل کل (میلی گرم اسید گالیک در گرم عصاره میوه) Total phenol content (mg gallic acid equivalent/g of fruit juice)	فعالیت آنتی اکسیدانته کل (درصد بازدارندگی رادیکال دی پی پی ای ج) Total antioxidant activity (% of DPPH radicals inhibited)	روز Day	دما (درجه سانتیگراد) Temperature (°C)	ظروف Containers
224.99 ^c	2.25 ^a	66.03 ^{cd}	93.90	0	0	
127.02 ^e	1.32 ^e	62.73 ^f	96.32	3		
109.32 ^f	1.49 ^d	63.36 ^{ef}	96.87	8		
57.89 ^h	1.82 ^b	61.02 ^g	96.58	14		
224.99 ^c	2.25 ^a	66.03 ^{cd}	93.90	0	4	تجدید پذیر Biodegradable
63.79 ^h	1.17 ^f	67.17 ^{cb}	95.48	3		
88.28 ^g	1.36 ^e	58.32 ^h	96.68	8		
-	-	-	_*	14		
224.99 ^c	2.25 ^a	66.03 ^{cd}	93.90	0	25	
53.21 ^{hi}	1.12 ^f	60.24 ^g	94.97	3		
-	-	-	-	8		
-	-	-	-	14		
224.99 ^c	2.25 ^a	66.03 ^{cd}	93.90	0	0	
19.71 ^j	1.61 ^c	63.03 ^{ef}	96.45	3		
336.87 ^b	1.81 ^b	64.68 ^{ed}	96.87	8		
359.25 ^a	1.52 ^d	68.04 ^{ab}	96.87	14		
224.99 ^c	2.25 ^a	66.03 ^{cd}	93.90	0	4	تجدید ناپذیر Non- biodegradable
40.077 ⁱ	1.33 ^e	69.33 ^a	95.61	3		
149.51 ^d	0.86 ^g	59.73 ^{gh}	96.45	8		
-	-	-	-	14		
224.99 ^c	2.25 ^a	66.03 ^{cd}	93.90	0	25	
90.73 ^g	0.90 ^g	65.46 ^{cd}	95.26	3		
-	-	-	-	8		
-	-	-	-	14		

* عدم وجود نمونه جهت ارزیابی به علت فاسد شدن و از دست رفتن میوه، حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم معنی داری در سطح ۱ درصد می باشد.

* no sample due to fruit deterioration, share letters showed no significant differences in 0.01 percent level.

کمک شایانی به حفظ کیفیت ظاهری میوه‌های تمشک سیاه کرد. بر پایه این نتایج فروش میوه‌های تمشک در بسته‌بندی مناسب و سوپرمارکت‌های یخچال‌دار، به جای روش مرسوم دستفروشی توصیه می‌گردد و استفاده از ظروف تجدیدپذیر در صورت برخورداری از قیمت مناسب و رقابتی، مقرون به صرفه شده و قابل جایگزینی با ظروف پلاستیکی خواهد بود.

کیفیت خوراکی میوه

روند تغییرات مواد جامد محلول در طول زمان کاهشی بوده و بیشترین میزان کاهش در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد رخ داده است. کاهش میزان تنفس میوه‌ها در دمای پایین، به حفظ مواد جامد محلول و کربوهیدرات کمک می‌کند. نتایج هم‌چنین نشان می‌دهد که در روز سه، هشت و چهارده، میزان مواد جامد محلول در ظرف تجدیدپذیر به‌طور معنی‌داری بیشتر از ظرف پلاستیکی بوده است (جدول ۲). بنابراین برخلاف صفات کمیت و ظاهر میوه که با حفظ رطوبت بیشتر ظرف بهبود می‌یافتند (جدول ۱). به نظر می‌رسد حفظ بخار آب بیشتر در ظرف پلاستیکی اثر منفی داشته و به نوبه خود موجب حفظ حرارت داخل ظرف شده و در نتیجه افزایش تنفس میوه و کاهش قندها را موجب شده است (جدول ۲). یافته‌های پژوهشی در توت‌فرنگی مؤید کاهش میزان مواد جامد محلول با گذشت زمان است و دمای ۱۰ درجه بیشتر از دمای پنج و صفر درجه موجب تشدید این روند کاهشی می‌گردد (Ayala-Zavalaa et al., 2004). پژوهشگران متعددی کاهش میزان مواد جامد محلول پس از برداشت در میوه تمشک را گزارش کرده‌اند (Rezaee Kivi et al., 2014; Joo et al., 2011). میزان pH آب میوه در هر دو نوع بسته‌بندی، در طول زمان روند کاهشی داشت. با این وجود در روز سوم و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، pH در ظرف تجدیدپذیر کمتر از ظرف پلاستیکی بود (جدول ۲). Ayala-Zavalaa et al. (2004) و Rezaee Kivi et al. (2014) به ترتیب در میوه توت‌فرنگی و تمشک فرنگی قرمز اختلاف معنی‌داری را

در روز سوم بین ظرف‌ها و دماهای صفر و چهار درجه از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری دیده نشد ولی در همین روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه کمترین امتیاز بازارپسندی را دریافت نمود (۱۸/۸ درصد) که به‌طور معنی‌داری افت کیفیت بازارپسندی را نشان داد. در دمای صفر درجه سانتی‌گراد در روزهای هشتم و چهاردهم، کیفیت ظاهری میوه‌ها در ظرف پلاستیکی به‌طور معنی‌داری بهتر از ظرف تجدیدپذیر بود (جدول ۱). به دیگر سخن اگر بخواهیم میوه تمشک را تنها برای سه روز حفظ کنیم دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد دمای مناسبی نیست و باید دما صفر تا ۴ درجه باشد. در صورتی که نگهداری میوه برای مدت طولانی‌تر مد نظر باشد باید دمای صفر درجه را انتخاب نمود چرا که برای حفظ بازارپسندی میوه در طولانی مدت (دستکم تا دو هفته) مثرتر بوده و بهتر از دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بود. در یک پژوهش روی میوه بلوبری مشخص شد که صرف‌نظر از دمای انبار، تغییر رنگ بلوبری و کاهش کیفیت رنگ آن با گذشت زمان پس از برداشت، رخ می‌دهد. هم‌چنین در این گزارش تغییر رنگ و بوی نامطبوع مهم‌ترین رخداد در نگهداری بلوبری در دمای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد اعلام شد (Nunes et al., 2004). طبق نتایج ارائه شده از یک پژوهش، دمای صفر درجه جهت حفظ خصوصیات کیفی توت‌فرنگی بهتر از دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بوده است (Ayala-Zavalaa et al., 2004). هم‌چنین مشخص شده است که کاهش کیفیت کلی در تمشک در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیشتر از دماهای صفر و ۵ درجه می‌باشد (Rezaee Kivi, et al., 2014). دما عامل بسیار مهمی در عمر پس از برداشت محصولات می‌باشد زیرا تأثیر شکرگی روی سرعت واکنش‌های بیولوژیکی و رشد میکروبی می‌گذارد و از دیگر سو منجر به افزایش اتلاف آب به‌عنوان عامل چروکیدگی و از دست‌دهی مواد غذایی می‌گردد (Ayala-Zavalaa et al., 2004). هم‌چنین نفوذپذیری کمتر ظرف پلاستیکی نسبت به بخار آب،

شده نیز دانست (Perkins-Veazie *et al.*, 1993). شاخص طعم (TSS/TA) در هر دو ظرف روند کاهشی معنی داری داشته است. مقایسه دو ظرف در دمای صفر درجه سانتی گراد نشان می‌دهد که در تمام روزهای پس از برداشت (روزهای سه، هشت و چهارده) میزان TSS/TA، در ظرف تجدیدپذیر بیشتر از ظرف پلاستیکی بوده است (جدول ۲). روند کاهشی این شاخص ناشی از کاهش میزان مواد جامد محلول از یک سو و افزایش میزان اسید از دیگر سو بوده است. برخلاف یافته‌های این پژوهش، گزارش‌هایی در مورد افزایش نسبت TSS/TA در وارته‌های مختلف تمشک سیاه و دیگر میوه‌های بری وجود دارد (Perkins-Veazie *et al.*, 1999؛ Sistrunk & Morris, 1995). نتایج یک پژوهش روی تمشک سیاه نشان داد که میوه‌های ظروف تجدیدپذیر دارای TSS/TA بیشتری نسبت به ظروف پلی‌استایرنی بوده‌اند که نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کند (Joo *et al.*, 2011).

بر اساس ارزیابی چشایی میزان عطر میوه در طول زمان کاهش محسوسی داشته و کمترین مقدار آن در روز سوم برای ظرف تجدیدپذیر و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ثبت شد که عملاً بوی خاصی نداشته است (جدول ۲). میزان عطر میوه در شرایط مشابه ولی در ظرف پلاستیکی به‌طور معنی‌داری بیشتر از ظرف تجدیدپذیر بوده که می‌تواند مزیت مهمی از این نظر باشد. صرف‌نظر از نوع ظرف، عطر میوه در روز سوم آزمایش در دمای صفر درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری را با روز نخست نشان نداد. اما در روز چهاردهم و دمای صفر درجه سانتی‌گراد نوع ظرف اهمیت بیشتری یافته به‌طوری‌که میوه‌های نگهداری شده در ظرف پلاستیکی به‌طور معنی‌داری عطر بیشتری داشتند. به نظر می‌رسد نفوذپذیری کمتر پلاستیک در برابر مواد فرار معطر میوه عامل اصلی در حفظ عطر میوه در ظروف پلاستیکی می‌باشد. در تأیید پژوهش حاضر، از دست رفتن بو در بلوبری‌های نگهداری شده در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز گزارش شده است در حالی که بلوبری‌های انبار صفر درجه تا ۱۱ روز

در مورد pH در طول زمان مشاهده نکردند. این در حالیست که Wu *et al.* (2010) افزایش pH آب‌میوه تمشک سیاه ارقام Marion و Evergreen را بعد از برداشت گزارش کردند.

میزان اسید قابل تیتراسیون در طول آزمایش روندی افزایشی از خود نشان داد به طوری که بیشترین مقدار آن در روز چهاردهم در ظرف پلاستیکی و بعد از آن روز چهاردهم در ظرف تجدیدپذیر (هر دو در دمای صفر درجه سانتی‌گراد) ثبت شد (جدول ۲). به‌طور کلی در دمای صفر درجه سانتی‌گراد در روزهای سه، هشت و چهارده، نسبت به روزهای مشابه در ظرف پلاستیکی میزان اسید کمتری شاهد بودیم (جدول ۲). روند تغییرات اسید قابل تیتراسیون در این آزمایش با روند کاهشی pH آب‌میوه طی زمان، مطابقت داشت. ممکن است روند افزایشی اسید قابل تیتراسیون از ویژگی‌های منحصر به فرد نمونه مورد مطالعه باشد. احتمال دیگری که می‌تواند این روند افزایشی را توضیح دهد درجه رسیدن میوه‌های برداشت شده است. رسیدن تمشک به جز در مورد برخی ارقام چهارگان از الگوی نافراز‌گرایی پیروی می‌کند و مستقل از اتیلن است. هرچند تشکیل لایه سواگر در محل جدا شدن میوه از نهج تحت کنترل اتیلن می‌باشد. میوه‌های تمشک ۱۰ روز پس از گلدهی سبز رنگ شده و پس از حدود یک ماه رشد به رنگ قرمز در می‌آیند و پس از این مرحله طی مدت ۵۵ روز رنگ آن‌ها قسمتی تا کاملاً سیاه خواهد شد و در نهایت تیره رنگ و چروکیده شده و ریزش پیدا می‌کنند (Perkins-Veazie *et al.*, 2000). با توجه به این که در برداشت تمشک از حیات وحش همه میوه‌های رنگ گرفته بوته (از کمی سیاه تا کاملاً سیاه) برداشت می‌شود احتمال حضور میوه‌های نارس تا کمی رسیده در محصول برداشت شده افزایش یافته و ممکن است همین مساله موجب برهم خوردن روند مورد انتظار اسید اندازه‌گیری شده در این پژوهش شده باشد. عدم کاهش پس از برداشت اسید در تمشک سیاه را می‌توان مربوط به حضور میوه‌های نارس در بین میوه‌های برداشت

بوی قابل قبولی داشتند (Nunes et al., 2004).

طبق نظر ارزیابی کنندگان زن و مرد کاهش مزه و طعم میوه نیز در طول آزمایش مشاهده شد. میزان کاهش طعم میوه در دو نوع ظرف در دمای صفر درجه سانتی‌گراد، در روزهای سوم و هشتم و چهاردهم آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان‌نداد ولی در هشتمین روز میوه‌های نگهداری شده در ظروف پلاستیکی و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد دارای برتری معنی‌داری بودند (جدول ۲). کاهش طعم میوه بلوبری نیز طی دوره پس از برداشت گزارش شد به طوری که کاهش طعم میوه در دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیشتر از دمای صفر درجه بوده است (Nunes et al., 2004).

ارزش غذایی میوه

میزان فعالیت پاد اکسایشی کل در این آزمایش در سطح احتمال یک و پنج درصد معنادار نشد ولی سایر صفات شامل محتوای فنل کل، فلاونوئید کل و میزان آنتوسیانین در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۳). درصد مهار رادیکال آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) در تمامی تیمارها بیشتر از ۹۰ درصد بوده است که بیانگر خاصیت پاد اکسایشی قوی تمشک سیاه وحشی می‌باشد. نتایج یک پژوهش نشان داد که غلظت دو میلی‌گرم در میلی‌لیتر عصاره تمشک بیش از ۹۵/۳۷ درصد از رادیکال‌های آزاد را بلو که نمود که در مقایسه با توت‌فرنگی با عدد ۵۸/۳۲ درصد اختلاف معنی‌داری داشت. میزان فعالیت پاد اکسایشی تمشک بیشتر از پرتقال، بروکلی، پیاز و زنجبیل اعلام شد (Huang et al., 2012).

به‌طور کلی و در غالب موارد میزان فنل با گذشت زمان کاهش یافته است اما در چند مورد افزایش فنل را شاهد بوده‌ایم. بیشترین میزان فنل کل در روز سوم، دمای چهار درجه و در ظرف پلاستیکی ثبت شد؛ این در حالیست که کمترین میزان آن در دمای مشابه و در روز هشتم در ظرف تجدیدپذیر به ثبت رسید. میزان فلاونوئید کل در ظرف تجدیدپذیر در دماهای صفر و چهار درجه سانتی‌گراد با گذشت زمان ابتدا کاهش و سپس افزایش

نشان داد اما این روند در ظرف پلاستیکی تقریباً کاهش یافته بوده است. به‌طور کلی می‌توان گفت که دمای صفر درجه سانتی‌گراد، در هر دو ظرف، نسبت به دو دمای دیگر، میزان کاهش فلاونوئید کمتری را نشان داده است. اگر روز چهاردهم را به‌عنوان حداکثر روز نگهداری در نظر بگیریم در دمای صفر درجه سانتی‌گراد میزان فلاونوئید کل در ظرف تجدیدپذیر بیشتر از ظرف پلاستیکی بوده است. Wu et al. (2010) گزارش کردند که طی دوره انبارداری در دمای دو درجه سانتی‌گراد، محتوای فنل کل تمشک سیاه رقم Marion افزایش یافته در حالی‌که این ترکیبات در رقم Evergreen کاهش یافت. آن‌ها دریافتند که در رقم Marion در روز سوم آزمایش میزان فنل کل افزایش یافت ولی در روز نهم دوباره کاهش نشان داد. آنان این‌گونه تحلیل کردند که فرآیند رسیدن میوه رقم Marion که به علت زودرسی احتمالاً به خوبی تکمیل نمی‌شود و در انبار نیز ادامه می‌یابد که موجب افزایش اولیه ترکیبات فنولی می‌شود ولی در ادامه با ورود به مرحله پیری از میزان آن کم می‌شود. کاهش میزان فنل در تمشک سیاه طی دوره انباری نیز گزارش شده است (Ali et al., 2011).

میزان آنتوسیانین در طول آزمایش روند کاهش نشان داد ولی در ظروف پلاستیکی و دمای صفر درجه سانتی‌گراد در روزهای هشت و چهاردهم افزایش میزان آنتوسیانین را شاهد بودیم به‌طوری‌که بیشترین میزان آنتوسیانین در روز چهاردهم و دمای صفر درجه در ظرف پلاستیکی ثبت شد که به‌طور معنی‌داری از تمامی تیمارهای دیگر بیشتر بوده است. بر طبق نتایج یک پژوهش میزان آنتوسیانین در تمشک‌های نگهداری شده در دمای صفر و ۵ درجه طی چهار روز نخست آزمایش کاهش یافت ولی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد میزان آنتوسیانین افزایش تدریجی نشان داد (Rezaee Kivi et al., 2014). فاکتورهای زیادی مانند نوع خاک، نور، دما و شرایط کشت روی ترکیبات آنتوسیانین گیاهان مؤثر هستند (Hosseinian et al., 2007). یافته‌های پژوهشی

توصیه می‌شود. وزن میوه تمشک به‌ویژه در روزهای نخست و کیفیت ظاهری میوه در ظرف پلاستیکی به‌طور معنی‌داری بهتر از ظرف تجدیدپذیر بوده است این در حالیست که میزان مواد جامد محلول و نسبت TSS/TA، در ظرف تجدیدپذیر به‌طور معنی‌داری بیشتر از ظرف پلاستیکی بوده است. از مجموع داده‌های به‌دست آمده در مورد مزایا و معایب هر کدام از ظروف بسته‌بندی می‌توان گفت در صورتی که امکان سرد کردن در حد انجماد تمشک وجود داشته باشد، دستکم تا ۱۴ روز میوه‌ها قابلیت فروش دارند و نوع ظرف کمتر اهمیت می‌یابد زیرا در این حالت صفات مهمی نظیر وزن، طول، طعم و پاداکساینده‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ولی با توجه به مخاطرات زیست‌محیطی توصیه می‌شود از ظروف تجدیدپذیر استفاده گردد. در صورت نگهداری در دمای یخچال حداکثر تا ۸ روز می‌توان نگهداری نمود و ظرف پلاستیکی از جهت حفظ طعم، اندازه و بازارپسندی میوه بر ظرف تجدیدپذیر ارجحیت دارد.

سپاس‌گزاری

از تمام عزیزانی که ما را در راه تهیه و ارزیابی نمونه‌ها یاری نمودند به‌خصوص اساتید، کارشناسان و دانشجویان محترم گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری صمیمانه سپاس‌گزاری به عمل می‌آید.

دیگر نشان داد با وجود برخی نوسانات، روند کاهشی در میزان آنتوسیانین تمشک سیاه در دو رقم وجود دارد (Wu *et al.*, 2010). همچنین کاهش میزان آنتوسیانین تمشک سیاه طی یک دوره ۱۸ روزه گزارش شده است (Joo *et al.*, 2011). افزایش آنتوسیانین در برخی تیمارها ممکن است به علت افزایش آزادسازی آنتوسیانین‌ها طی انبارداری یا ناشی از بیوستتر آن‌ها باشد که در مورد تمشک فرنگی، تمشک سیاه و پرتقال خونی گزارش شده است (Ali *et al.*, 2011؛ Basiouny, 1995؛ Lo Piero *et al.*, 2005). با این حال در تیمارهای مذکور میزان رنگ ظاهری میوه متناسب با افزایش آنتوسیانین بهبود نیافت. این مسئله احتمالاً به علت افزایش آنتوسیانین درونی بافت میوه است زیرا تغییرات آنتوسیانین درونی و سطحی لزوماً مشابه نیستند. به‌عنوان نمونه افزایش دی‌اکسیدکربن موجب کاهش آنتوسیانین بافت‌های داخلی توت‌فرنگی شده در حالی که تأثیری روی آنتوسیانین بافت‌های خارجی میوه نداشته است (Holcroft and Kader, 1999).

نتیجه‌گیری

بر مبنای یافته‌های این پژوهش تنها در دمای صفر درجه سانتی‌گراد میوه‌های تمشک تا چهارده روز قابل نگهداری بودند لذا سرد کردن سریع و استفاده از تجهیزات خنک‌کننده جهت بازرسانی مطلوب این محصول کاملاً

References

- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H.R., Hosseinpour, R., Hatami, F., Abdshah, H., Rezaei, M.M., Kazemifard, R. & Fazli Estabragh M. (2015). Agricultural Statistics in 2013. Center for Information and Communication Technology, Department of Planning and Economic, Ministry of Agriculture, P. 147. [In Farsi]
- Ali, L., Svensson, B., Alsanis, B.W., and Olsson, M.E. (2011). Late season harvest and storage of *Rubus* berries-major antioxidant and sugar. *Scientia Horticulturae*, 129(3): 376-381.
- Auras, R., Singh, P., and Singh, J. (2005). Evaluation of oriented poly (lactide) polymers vs. existing PET and oriented PS for fresh food service containers. *Packaging Technology and Science*, 18: 207-216.

- 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. *Food Science and Technology*, 37(7): 687-695.
- Basiouny, M.F. (1995). Ethylene evolution and quality of blackberry fruit as influenced by harvest time and storage intervals. *Acta Horticulturae*, 398: 195-204.
- Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., and Chern, J.G. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3): 178-182.
- Clark, J.R. (1992). Blackberry production and cultivars in North America east of the Rocky Mountains. *Fruit Varieties Journal*, 46: 217-222.
- Ebrahimzadeh, M.A., Nabavi, S.F., Nabavi, S.M., and Eslami, B. (2010). Antihemolytic and antioxidant activities of *Allium paradoxum*. *Central European Journal of Biology*, 5: 338-345.
- Edgley, M. (2015). The use of modified atmosphere packaging to extend the shelf life of a range of commercial raspberry varieties in cool storage. In: *Proceedings of 11th International Rubus and Ribes Symposium, 21-24th June, Asheville NC, Asheville, USA*, pp: 36-37.
- Finn, C.E. and Clark, J.R. (2012). Blackberries. In M.L. Badenes, and D.H. Byrne (Eds.), *Fruit breeding, Handbook of Plant Breeding*, Springer Science. pp: 151-190.
- Galgano, F. Condelli, N. Favati, F. Dibianco, V. Perretti, G., and Caruso, M.C. (2015). Biodegradable packaging and edible coating for fresh-cut fruits and vegetable. *Italian Journal of Food Science*, 27: 1-20.
- Gorny, J.R. (2003). A summary of CA and MA requirements and recommendations for freshcut (minimally processed) fruits and vegetables. *Acta Horticulturae*, 600: 609-614.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W., and Traber, M.G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus idaeus*). *Postharvest Biology and Technology*, 33: 67-78.
- Holcroft, D.M. and Kader, A.A. (1999). Carbon dioxide-induced changes in color and anthocyanin synthesis of stored strawberry fruits. *HortScience*, 34: 1244-1248.
- Hosseini, F.S., Li, W., Hydamaka, A.W., Tsopmo, A., Lowry, L., Friel, J., and Beta, T. (2007). Proanthocyanidin profile and ORAC values of Manitoba berries, chokecherries, and seabuckthorn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(17): 6970-6976.
- Huang, W., Zhang, H., Liu, W., and Li, C. (2012). Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. *Journal of Zhejiang University Science B*, 13(2): 94-102.
- Joo, M., Lewandowski, N., Auras R., Harte J., and Almenar E. (2011). Comparative shelf life study of blackberry fruit in bio-based and petroleum-based containers under retail

- storage conditions. *Food Chemistry*, 126: 1734-1740.
- Kahkonen, M.P., Hopia, A.I., and Heinonen, M. (2001). Berry phenolic and their antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4076-4082.
- Kimia Company. (2006). Amelon: Kimia company pioneers green technology. Retrieved January 1, 2107, from <http://www.Amelon.ir>.
- Lo Piero, A.R., Puglisi, I., Rapisarda, P., and Petrone, G. (2005). Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 9083-9088.
- Nunes, M.C.N., Emond, J.P., and Brecht, J.K. (2004). Quality Curves for Highbush Blueberries as a Function of the Storage Temperature. *Small Fruits Review*, 3(3,4): 423-440.
- Pedramnia, A., Elhamirad, A.H., Nematshahi, M.M., and Nematshahi, N. (2014). Evaluation of antioxidant attribute of Iranian blackberry fruit juice. In: Proceedings of National conference on advances in basic sciences and engineering, 13 Jul., Iran, pp: 1-5. [In Farsi]
- Pegoretti A., Dorigato A., and Penati A. (2007). Tensile mechanical response of polyethylene-clay nanocomposites. *EXPRESS Polym Lett*, 1: 123-131.
- Perkins-Veazie, P. and Collins, J.K. (1997). Air shipment of Navaho blackberry fruit to Europe is feasible. *Hortscience*, 32(1): 131-132.
- Perkins-Veazie, P., Clark, J.R., Huber, D.J., and Baldwin, E.A. (2000). Ripening physiology in 'navaho' thornless blackberries color, respiration, ethylene production, softening, and compositional changes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125(3): 357-363.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J.K., and Clark, J.R. (1993). Changes in blackberry fruit quality during storage. *Acta horticulturae*, 352: 87-90.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J.K., and Clark, J.R. (1999). Shelf-life and quality of 'Navaho' and 'Shawnee' blackberry fruit stored under retail storage conditions. *Journal of Food Quality*, 22: 535-544.
- Qin, Y., Zhuang, Y., Wu, Y., and Li, L. (2016). Quality evaluation of hot peppers stored in biodegradable poly(lacticacid)-based active packaging. *Scientia Horticulturae*, 202: 1-8.
- Rana, G.S. and Singh, K. (1992). Storage life of sweet orange fruits as influenced by fungicides, oil emulsion and packages practices. *Crop Research*, 5: 150-155.
- Raseira, M.C.B., Curado, T., Negrao, E., Vasconcellos, F., and Trigo, M.J. (2004). *Aspectos técnicos da cultura da framboeseira*. Embrapa Clima Temperadoas. pp: 10-24 (In Portuguese).
- Rezaee Kivi, A., Sartipnia, N., and Babai Khalkhali, M. (2014). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and bioactive compounds in raspberry fruit. *International Journal of*

- Plant, Animal and Environmental Sciences, 4(3): 343-349.
- Sistrunk, W.A. and Morris, J.R. (1995). Strawberry quality Influence of cultural and environmental factors. In H.E. Patee (Eds.), Evaluation of quality of fruits and vegetables. Westport AVI Publishing, pp: 217-256.
- Strik, B. (1992). Blackberry cultivars and production trends in the Pacific Northwest. Fruit Varieties Journal, 46: 202-205.
- Strik, C.B., Clark, J.R., Finn, C.E., and Banados, M.P. (2007). Worldwide blackberry production. Hort Technology, 17: 205-213.
- Waterhouse, A.L. and Laurie, V.F. (2006). Oxidation of wine phenolics a critical evaluation and hypotheses. American Journal of Enology and Viticulture, 57(3): 306-313.
- Wroslstad, R.E. (1976). Color and pigment analysis in fruit products. Agriculture Experiment Staation, Oregon State University. Station Bull. pp: 1-20.
- Wu, R., Frei, B., Kennedy, J.A., and Zhao, Y. (2010). Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion' and 'Evergreen' blackberries. Food Science and Technology, 43: 1253-1264.

Evaluation of Temperature and Container Material Effects on Summer Wild Blackberry Postharvest Life

M. Haddadinejad¹, K. Ghasemi^{2*} and A.A. Mohammadi³

- 1- Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran (kamranghasemi63@gmail.com)
- 3- M.Sc. Student of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 27 August, 2016

Accepted: 4 January, 2017

Abstract

Background and Objectives

Blackberry cannot be conserved for long time due to its short post-harvest shelf life and rapid perishability. Recently, using small plastic containers has become popular that but is unfortunately non-biodegradable and incompatible with the environment so these materials are dangerous for the environment. But using biodegradable packages which are made up by natural materials like starch, corn, potato and wheat can be a suitable substitution. This research aimed to evaluate optimum conditions including temperature and container material for increasing summer wild blackberry shelf life.

Material and Methods

With the aim of evaluating summer wild blackberry optimum storage conditions, its fruits were compared via three levels of temperature (0, 4 and 25°C) and two kinds of containers (biodegradable and non-biodegradable) during 14 days. Different characteristics comprising visual quality (fruit weight, fruit weight loss and market acceptance), edible quality (TSS, pH, TA, TSS/TA, flavor and taste) and health value (total antioxidant activity, total phenol content, total flavonoid content and total anthocyanin) were evaluated.

Results

The obtained results showed fruit weight loss. During postharvest maintenance in all treatments, the highest fruit weight recorded on the first day and after that decreased significantly. In addition to fruit weight, length, width, flavor, taste and market acceptance of fruit decreased during storage, significantly. Visual quality of fruits packed in polystyrene container was better than bio based one. Total soluble solids of blackberries stored in biodegradable package were significantly higher than non-biodegradable container. Inhibitory percentage of DPPH radicals in all treatments showed powerful antioxidant properties of blackberry. The highest phenol content (62.33 gGalicacid/ g fruit juice) of fruits was recorded on the 3rd day at 4°C in polystyrene container. The lowest amount of total phenol in the same temperature was observed after 8 days storage in biodegradable container. In both containers, the temperature of 0 °C showed less decrease of flavonoid content. During the experiment anthocyanin content decreased generally but on the 8th and 14th days in polystyrene container and 0°C, its content increased from 224.99 on the first day at 0°C to 57.89 and 90.3 mg Cyanidin/Lit fruit juice in both containers types on the 14th day, significantly.

Discussions

Water loss due to transpiration and respiration is the main reason for weight loss during post-harvest period. Because of this, using Nano particles in container materials around the fruits to control water exchange can reduce weight loss and influence different fruit characteristics as well. The positive effect of the 0 °C temperature on blackberry shelf life was significant. Using a biodegradable package despite its environmental importance showed less efficiency for increasing blackberry postharvest life in comparison with a plastic package and requires further research.

Keywords: *Shelf life, Edible quality, Antioxidant activity, Anthocyanin.*