فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۱۰، شماره ۳۹، تابستان ۱۳۹۳

تأثیر دما بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی آلو رقم سانتارزا (*Prunus salicina* CV., Santa Rosa)

مسعود زاده‌باقری[۱]*، فرناز حیدریان[۲]، عبدالحسین ابوطالبی جهرمی[۲]

چکیده

آگاهی از زمان بلوغ از جنبه‌های مختلف ازجمله تعیین زمان مناسب برداشت حائزاهمیت می‌باشد. آلو میوه‌ای است که سریع فاسد شده و براساس نوع رقم ممکن است که زندگی تجاری بین ۶-۲ هفته داشته باشد. استفاده از انبار سرد یکی از ابزارهای مهم برای به‌تأخیرانداختن تغییرات پس از برداشت در میوه‌ها محسوب می‌شود. به‌منظور بررسی اثر زمان برداشت بر طول مدت انبارداری و ویژگی‌های کمی و کیفی آلو رقم سانتارزا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل (فاکتور A با ۳ سطح، روزهای بعد از تمام گل و فاکتور B با ۲ سطح، مدت زمان انبارداری) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. صفات کمی و کیفی بررسی‌شده در این پژوهش شامل ترکیبات فنولیک، پکتات کلسیم، پکتین، pH، مواد جامد محلول (TSS)، پتاسیم، ویتامین ث و وزن میوه در سه زمان برداشت مختلف و همچنین این صفات در شروع، پایان و در خلال یک دوره ۴۰ روزه انبارداری بررسی و ارزیابی شدند. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان داد، درصورتی‌که برداشت رقم موردنظر، ۱۱۵ روز بعد از تمام گل انجام گیرد، می‌تواند تا ۴۰ روز طول مدت انبارداری را با دمای پایین تحمل کرده و ویژگی‌های کمی و کیفی خود را حفظ یا بهبود بخشد و همچنین با افزایش دوره انبارداری میزان ترکیبات فنولیک کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: آلوسانتارزا، بلوغ، پس از برداشت، ترکیبات فنولیک

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، گروه علوم باغبانی، شیراز، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، گروه علوم باغبانی، جهرم، ایران
* مکاتبه‌کننده: (mzadehbagheri@yahoo.com)

تاریخ دریافت: زمستان ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: زمستان ۱۳۸۹

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در علم فیزیولوژی، بلوغ میوه به مرحله‌ای اطلاق می‌شود که محصول به حد مناسبی از رشد رسیده باشد که بعد از برداشت، کیفیت آن برای مصرف‌کننده قابل‌قبول باشد (Crisosto, 1994). آگاهی از زمان بلوغ میوه از جنبه‌های مختلف ازجمله در تعیین زمان مناسب برداشت حائز اهمیت است. تسریع یا تأخیر در برداشت سبب می‌شود که صفات موردنظر (طعم، مزه و ارزش غذایی) کاهش یافته و یا حساسیت فرآورده نسبت به بیماری‌ها و عوامل فاسدکننده تشدید شود (خوشخوی، ۱۳۸۱). برداشت میوه می‌بایست در مرحله مناسبی از بلوغ صورت گیرد تا بهترین کیفیت حاصل شود و زمان برداشت میوه برای حفظ کیفیت پس از برداشت در طول انبار بسیار مهم است (Crisosto & Johnson, 1994; Tavarini *et al.*, 2008). میوه‌های آلو انواع مختلفی از الگوهای رسیدن را نشان می‌دهند که به ژنوتیپ، بلوغ در زمان برداشت و عملیات پیش از برداشت و پس از برداشت بستگی دارد. مطالعات اخیر نشان داده است که در میوه آلو، بلوغ در زمان برداشت با توانایی میوه برای رسیدن مناسب به‌طوری‌که انتظار مصرف‌کننده را برآورده سازد، در ارتباط است. همچنین دما و طول دوران انبار، سطوح قند و اسیدهای آلی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Singh & Sattar, 2010). تحقیق بر روی گریپ‌فروت نشان داده است که برداشت زودهنگام یا دیرهنگام این میوه‌ها طول مدت انبارداری را افزایش یا کاهش می‌دهد، بنابراین زمان برداشت یک فاکتور کلیدی در افزایش عمر پس از برداشت این میوه‌ها می‌باشد (Pailly *et al.*, 2004). همچنین در آلوهای رقم گرین گیج[1] میوه‌هایی که در زمان برداشت، بلوغ کمتری دارند، انبار سرد را بهتر از میوه‌هایی که بیشتر بالغ هستند تحمل می‌کنند گرچه این نوع میوه‌ها کیفیت کمتری نسبت به میوه‌های بالغ‌تر خواهند داشت (Guerra & Casquero, 2008; Subedi *et al.*, 2007).

آلو میوه‌ای است بسیار فاسدشونده و براساس نوع رقم ممکن است که زندگی تجاری بین ۶-۲ هفته داشته باشند، حتی زمانی‌که در صفر درجه سانتی‌گراد انبار می‌شوند، به‌دلیل ظهور بیماری‌های فیزیولوژیکی مانند قهوه‌ای شدن درونی و ژله‌ای شدن از عمر پس از برداشت کمی برخوردار است (Guerra & Casquero, 2008). از آن جایی که میوه‌های آلو به‌طور طبیعی فسادپذیر هستند، استفاده از انبار سرد (به شرط اجتناب از دماهایی که سرمازدگی را در ارقام حساس تحریک می‌کند) به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم در تکنولوژی پس از برداشت برای به‌تأخیرانداختن تغییراتی که با رسیدن مرتبط هستند مورداستفاده قرار می‌گیرد (Diaz-Mula *et al.*, 2009; Manganaris *et al.*, 2007). طبیعت فسادپذیر بالا، پوست حساس، حساسیت به سرمازدگی و سایر بیماری‌های فیزیولوژیکی و تأمین میوه‌هایی سالم با کیفیت بالای گوشت برای مصرف‌کننده، نگرانی بزرگی برای فیزیولوژیست‌های پس از برداشت به‌همراه دارد (Singh & Sattar, 2010). ترکیبات

۱- Green Gage

Archive of SID

www.SID.ir

فنولیک متابولیت‌های ثانویه‌ای[۱] از مشتقات مسیر پنتوز فسفات[۲]، شیکیمیت[۳] و فنیل پروپانوئید[۴] در گیاهان هستند. ترکیبات فنولیک موجود در گیاهان، یک بخش ضروری در رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند و به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی که دارند موردتوجه هستند. این ترکیبات به سلامت انسان کمک می‌کنند (خاصیت ضدحساسیت، ضدمیکروب، آنتی‌اکسیدان، جلوگیری از بیماری‌های قلبی - عروقی و...) و جذب این ترکیب‌ها به‌وسیله مصرف زیاد میوه و سبزی امکان‌پذیر است. اثرات مفید ترکیبات فنولیک ناشی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها است. در گیاهان این ترکیبات نقش مهمی را در رشد و تکثیر و حفاظت در برابر پاتوژن‌ها ایفا می‌کنند، همچنین به رنگ‌گیری و افزایش کیفیت میوه‌ها و سبزی‌ها کمک می‌کنند (Balasundram, 2006). از آن‌جایی که بسیاری از ترکیبات فنولیک به‌طورمستقیم در پاسخ گیاهان به انواع تنش‌های مختلف در ارتباط هستند، برخی تیمارها ازجمله سرمادهی ممکن است متابولیسم این ترکیبات را در میوه‌ها تغییر دهد. درجه رسیدن به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای غلظت و مقدار ترکیبات فنولیک مختلف را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. غلظت این ترکیبات به‌طور معمول در طول دوران رسیدن میوه کاهش می‌یابد اما مقدار کل آن زمانی که میوه از لحاظ اندازه بزرگ می‌شود، افزایش می‌یابد (Hamauzu, 2006). درمیان عواملی که می‌تواند سطوح فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنولیک را در میوه‌ها تحت‌تأثیر قرار دهد گونه، اندازه و بافت میوه‌ها، نحوه آماده‌کردن نمونه‌ها و شرایط انبار (برای مثال زمان و دما) می‌تواند موردتوجه باشد (Patthamakanokporn, 2008).

تأثیر سرما بر تغییرات ترکیبات فنولیک در ۸ رقم آلوی اروپایی موردبررسی قرار گرفته است (Diaz-Mula *et al.*, 2009). همچنین درخصوص تأثیر سرما بر تغییرات ترکیبات فنولیک بر روی محصولاتی ازجمله کیوی (Tavarini *et al.*, 2008)، کنگر فرنگی (Gil-Izquierdo, 2001) و سیب زمینی شیرین (Padda & Picha, 2008) یافته‌های تحقیقاتی ارائه شده است. همه تحقیقات اشاره شده بر افزایش میزان ترکیبات فنولیک در طول انبار سرد تأکید دارند. با این‌حال گزارش‌هایی نیز از کاهش ترکیبات فنولیک در طول انبار سرد در اسفناج (Bunea *et al.*, 2008)، میوه‌های هلو رقم هارو دیاموند[۵] (Tsantili *et al.*, 2010) و سیب گرانی اسمیت (Perez *et al.*, 1997) دردسترس است.هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر زمان برداشت بر تغییرات پس از برداشت آلو، اندازه‌گیری مواد فنولیک و ارتباط این مواد با دیگر خواص کمی و کیفی رقم مورد مطالعه و یافتن زمان مناسب برداشت به‌منظور افزایش عمر انبارداری و حفظ کیفیت بازارپسندی ضمن حفظ حداکثر مواد مغذی رقم مورد مطالعه است.

۱- Secondary Metabolite
۲- Pantose phosphate
۳- Shikimate
۴- Phenylpropanoid
۵- Harrow Diamond

Archive of SID
www.SID.ir

مواد وروش‌ها

در این پژوهش رقم سانتارزا از ارقام آلوهای ژاپنی (*Prunus salicina* CV., Santa Rosa) مورداستفاده قرار گرفت. این رقم از یکی از باغات منطقه سپیدان فارس (دالین) در تاریخ‌های ۲ تیر ۱۳۸۹، ۱۰۵ روز بعد از تمام گل (Full Bloom)، ۱۲ تیر ۱۳۸۹، ۱۱۵ روز بعد از تمام گل و ۲۲ تیر ۱۳۸۹، ۱۲۵ روز بعد از تمام گل برداشت گردید. مرحله تمام گل در رقم موردمطالعه زمانی که ۷۵ درصد گل‌ها باز شده بودند، تعیین گردید. در این پژوهش تعدادی میوه به‌صورت تصادفی که عاری از آسیب‌دیدگی و بیماری بودند در انبار معمولی (Refrigerator air) در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ درصد به‌مدت چهل روز نگه‌داری شدند. هر ۲۰ روز یک‌بار، میوه‌ها به مقدار موردنیاز از سردخانه خارج و صفات کمی و کیفی آنها در دمای محیط اندازه‌گیری شد.

مواد فنولیک

اندازه گیری مواد فنولیک به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UVD-2960 در طول موج ۷۶۵ نانومتر با استفاده از روش فولین کالتیو (Folin-ciocalteus) و با رسم منحنی استاندارد توسط ماده اسید گالیک انجام شد. در این روش یک گرم از عصاره میوه با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ ٪ پس از تکان‌دادن در شرایط تاریکی به‌مدت ۱۰ دقیقه با قدرت ۳۵۰۰ دور در دقیقه ساتریفیوژ شد. سپس ۵۰ میکرولیتر از عصاره به‌دست‌آمده با ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین کالتیو مخلوط گردید. بعد از ۳ دقیقه، ۲ سی‌سی از Na_2co_3 ۷/۵ ٪ به آن اضافه شد. محلول حاصل‌شده به‌مدت ۱۵ دقیقه در بن‌ماری ۴۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری و سپس میزان جذب اندازه‌گیری شد.

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه استخراج‌شده به‌وسیله آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شده و با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تیتر شد. سپس نتایج برحسب درصد اسیدمالیک بیان شد (Saini *et al.*, 2005).

مواد جامد محلول کل (TSS)

مواد جامد محلول کل توسط دستگاه رفراکتومتر (Refractometer) مدل Atago GT-3 اندازه‌گیری شد. این دستگاه میزان قند عصاره میوه را به‌صورت بریکس یا درصد نشان می‌دهد (Saini *et al.*, 2005).

اندازه‌گیری ویتامین ث

برای اندازه‌گیری ویتامین ث (میلی‌گرم آسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه) میوه‌ها، از روش ۲ و ۶- دی کلروفنل ایندو فنل (2,6-Dichloro-phenol Indophenol) استفاده شد (Saini *et al.*, 2005).

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

این تحقیق به‌صورت فاکتوریل (فاکتور A با ۳ سطح، روزهای بعد از تمام گل و فاکتور B با ۲ سطح، مدت زمان انبارداری) با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار به‌اجرا درآمد. آنالیز واریانس داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها به کمک نرم‌افزار Excell انجام پذیرفت. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها به‌وسیله آزمون دانکن و در سطح یک و ۵ درصد انجام شد.

نتایج

میوه‌هایی که ۱۲۵ روز بعد از تمام گل برداشت شدند (۲۲ تیر) پس از ۴۰ روز انبارمانی به‌دلیل

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرات آناتومیکی و مورفولوژیکی و همچنین بروز علایم سرمازدگی ازبین رفته و صفات موردنظر در آنها قابل‌اندازه‌گیری نبود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که زمان‌های مختلف برداشت و طول مدت انبارمانی درمورد مواد فنولیک در سطح یک درصد، تأثیر معنی‌داری داشته و اثر متقابل زمان برداشت و طول مدت انبارمانی نیز بر مواد فنولیک در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). در زمان برداشت ۲ تیر بیشترین میزان مواد فنولیک دیده می‌شود که به‌تدریج روند کاهشی پیدا کرده و اختلاف معنی‌داری را با میزان این مواد در زمان برداشت ۲۲ تیر نشان می‌دهد (شکل ۱). میزان مواد فنولیک به‌تدریج در طول دوره انبار کاهش یافته و بین زمان‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود (شکل ۲). باتوجه به جدول مقایسه میانگین اثر متقابل زمان برداشت در مدت زمان انبارمانی میزان مواد فنولیک (جدول ۲) می‌توان بیان نمود که میزان مواد فنولیک در زمان‌های برداشت ۲، ۱۲ و ۲۲ تیر در طول مدت انبار کاهش یافته است.

تجزیه واریانس پکتات کلسیم نشان می‌دهد که زمان‌های مختلف برداشت بعد از تمام گل و طول مدت انبارداری درمورد صفت پکتات کلسیم در سطح یک درصد معنی‌دار شده‌اند. اثر متقابل زمان برداشت و طول مدت انبارداری بر پکتین در سطح ۵ درصد نیز معنی‌دار شده است (جدول ۱). همچنین باتوجه به شکل (۴) و جدول (۲) میزان پکتین نیز همانند پکتات کلسیم برای تمامی زمان‌های برداشت درطول مدت انبار کاهش یافته است و میزان کاهش آن در تاریخ ۱۲ تیر پس از ۴۰ روز انبار از ۲ تاریخ موردمطالعه دیگر کمتر است.

تجزیه واریانس pH میوه نشان می‌دهد که زمان‌های مختلف برداشت برای این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. طول مدت انبارمانی برای صفت pH میوه معنی‌دار نشده است و اثر متقابل زمان برداشت و طول مدت انبارمانی بر pH میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است. با مشاهده شکل (۵) و رجوع به جدول (۲) درخصوص میزان pH می‌توان اظهار داشت که میزان pH در ۳ تاریخ موردنظر درطول انبار بدون تغییر باقی مانده است. تنها در تاریخ ۲ تیر پس از ۴۰ روز انبار میزان pH افزایش بسیار ناچیزی را نشان می‌دهد.

تجزیه واریانس نتایج مواد جامد محلول بیانگر آن است که زمان‌های مختلف برداشت و طول مدت انبارمانی در مورد میزان مواد جامد محلول در سطح یک درصد معنی‌دار شده‌است. اثر متقابل زمان برداشت و طول مدت انبارمانی نیز در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. باتوجه به شکل (۶) و جدول (۲) می‌توان اظهار داشت که در تاریخ ۲ تیر در طول مدت انبار میزان مواد جامد محلول افزایش یافته که میزان افزایش آن پس از ۴۰ روز انبار نسبت به تاریخ ۱۲تیر پس از ۴۰ روز انبار بیشتر است ولی تفاوت معنی‌داری بین این دو تاریخ ازنظر آماری وجود ندارد. در تاریخ ۲۲ تیر نیز میزان این مواد

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش یافته که میزان افزایش آن نسبت به ۲ تاریخ دیگر کمتر است.

با مشاهده جدول تجزیه واریانس پتاسیم می‌توان نتیجه گرفت که زمان‌های مختلف برداشت بعد از تمام گل و همچنین اثر متقابل زمان برداشت و طول مدت انبارداری بر پتاسیم معنی‌دار نشده‌اند ولی طول مدت انبارداری درمورد صفت موردنظر در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). باتوجه به شکل (۷) و جدول (۲) می‌توان اظهار داشت که میزان پتاسیم در تمامی زمان‌های برداشت درطول مدت انبار به‌میزان کمی افزایش یافته که ازلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ولی میزان این یون در تاریخ ۱۲ تیر پس از ۴۰ روز انبار نسبت به دو زمان برداشت موردمطالعه دیگر روند بیشتری نشان داده است.

تجزیه واریانس (۱) نشان می‌دهد که زمان‌های مختلف برداشت و اثر متقابل زمان برداشت و طول مدت انبارمانی بر میزان ویتامین ث در سطح یک درصد معنی‌دار است ولی طول مدت انبارمانی درمورد صفت موردنظر معنی‌دار نشده است. شکل (۸) و جدول (۲) نشان می‌دهد که میزان ویتامین ث در تاریخ ۲ تیر پس از ۲۰ روز انبار تقریباً ثابت مانده ولی پس از ۴۰ روز انبار کاهش یافته است. در تاریخ ۱۲ تیر ماه میزان ویتامین ث درطول مدت انبار پس از ۴۰ روز تا حدودی بدون تغییر مانده است و در تاریخ ۲۲ تیر پس از ۲۰ روز انبار میزان آن کاهش یافته است. تجزیه واریانس وزن میوه نشان می‌دهد که زمان‌های مختلف برداشت بعد از تمام گل در سطح ۵ درصد و طول مدت انبارداری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. اثر متقابل زمان برداشت و طول مدت انبارداری بر وزن میوه معنی‌دار نیست (جدول ۱). باتوجه به شکل (۹) و جدول (۲) می‌توان بیان نمود که وزن میوه در تمامی زمان‌های برداشت درطول مدت انبار روند کاهشی را طی کرده است و میزان کاهش آن در تاریخ ۱۲ تیر پس از ۴۰ روز انبارداری از تاریخ ۲ تیر پس از ۴۰ روز انبارداری کمتر است ولی در تاریخ ۲ تیر پس از ۲۰ روز انبارداری وزن میوه نسبت به ۲ زمان مورد مطالعه دیگر کاهش کمتری را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیبات فنولیک از جنبه‌های مختلفی اهمیت دارند بنابراین لازم است که تغییرات آنها در شرایط مختلف بررسی شود. یکی از این شرایط، انبار با دمای پایین در دوران پس از برداشت است. در این تحقیق میزان کل ترکیبات فنولیک درطول رسیدن قبل از برداشت کاهش یافته است و همچنین درطول مدت انبارداری در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد نیز این تغییر مشاهده می‌شود. درجه رسیدن میوه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای غلظت و مقدار ترکیبات فنولیک مختلف را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. غلظت این ترکیبات به‌طورمعمول در طول دوران رسیدن میوه کاهش می‌یابد (اثنی‌عشری و خسروشاهی، ۱۳۸۷). نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق با پژوهش‌های انجام شده توسط Perez *et al* (1997)، (2008) Bunea *et al* و Tsantil *et al* (2010) که عنوان کردند نگه‌داری میوه‌های مختلف ازجمله هلو، سیب گرانی اسمیت، توت‌فرنگی و... در انبار سرد باعث روند کاهش ترکیبات فنولیک می‌شود، مطابقت دارد ولی با نتایج حاصل از تحقیقات Gil-Izquierdo *et al* (2001)، Tavarini *et al* (2008) و Diaz-Mula *et al* (2009) که نشان دادند ترکیبات فنولیک درطول انبار سرد افزایش می‌یابند، مطابقت ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

قسمت اعظم میوه‌ها و سبزی‌ها را آب تشکیل می‌دهد. برای مثال، متوسط درصد رطوبت در سیب ۸۴، در گلابی ۸۳ و در بِه ۸۲ درصد می‌باشد. بیشتر محصولات در زمان برداشت دارای بیشترین مقدار آب هستند و به‌طورکلی، میوه‌های زودرس نسبت به میوه‌های دیررس دارای آب بیشتری هستند. میزان کاهش آب در محصولات برداشت‌شده به عوامل متعددی مانند نوع بافت محصول، رطوبت نسبی، دمای محیط، نسبت سطح به حجم محصول، نوع پوشش بافت و صدمات مکانیکی بستگی دارد. پایین‌آوردن دما و یا افزایش رطوبت نسبی محیط انبار از مهم‌ترین راه‌های جلوگیری ازدست‌دادن آب فرآورده درطول دوره نگه‌داری در انبار به‌شمار می‌رود. کاهش وزن در اثر ازدست‌دادن آب میوه طی دوره نگه‌داری در انبار، افزون بر کاهش کیفیت، باعث کاهش کمیت محصول می‌گردد. رقم مورد مطالعه در این پژوهش به‌دلیل نازک‌بودن لایه کوتیکول از کاهش وزن قابل‌توجهی برخوردار است و با افزایش دوره انبارداری این روند کاهش وزن مشهودتر می‌باشد. وضعیت آب سلول نقش مهمی را در قوام سلول‌ها برعهده دارد و خواص فیزیکی سلول تحت‌تأثیر فشار تورگور ناشی از آب خواهد بود (اثنی‌عشری و خسروشاهی، ۱۳۸۷؛ Looney, 1972).پژوهش‌ها نشان می‌دهد که درطول دوره انبارداری فشار تورگور در سلول‌های اغلب ارقام کاهش یافته و هم‌زمان با کاهش فشار تورگور سفتی بافت نیز دست‌خوش تغییرات می‌شود. عامل مهم در تغییر بافت یا نرم‌شدن میوه تجزیه پلی‌ساکاریدهای ساختمانی به‌ویژه ترکیبات پکتیکی و تاحدودی همی‌سلولز است. درنتیجه این تجزیه، دیواره سلول ضعیف شده و اتصالات بین آنها سست می‌شود. آنزیم‌های پکتین‌استراز یا پکتین متیل‌استراز (PME)، پلی‌گالاکترونازها (PG) و پکتین‌ترانس‌الیمینازها (PTE) باعث تجزیه این ترکیبات می‌شوند (اثنی‌عشری و خسروشاهی، ۱۳۸۷). ترکیبات پکتیکی جزو پلی‌ساکاریدهای ساختمانی هستند که از واحدهای گالاکترونیک اسید با اتصالات الفا-۱ و ۴ تشکیل شده‌اند. علت اصلی نرم‌شدن میوه‌ها طی فرایند رسیدن، هیدرولیز ترکیبات پکتیکی است. مشاهده شده است که بین فعالیت‌های این آنزیم‌ها و افزایش پکتین محلول در میوه‌های رسیده رابطه نزدیکی وجود دارد. مقدار pH میوه‌ها و سبزی‌ها می‌تواند به‌عنوان یک شاخص کیفیت مطرح باشد. میزان pH معرف اسیدی و یا قلیایی‌بودن محصولات باغبانی می‌باشد، اما ممکن است میزان pH میوه با مقدار اسیدهای آلی محصول رابطه مستقیم نداشته باشد زیرا pH محصول به غلظت یون H^+ بستگی دارد. در میوه‌های فرازگرا که هنگام رسیدن دارای اوج تنفسی بوده، سرعت کاهش اسیدهای آلی بعد از برداشت محصول بیشتر می‌شود، اما در میوه‌های نافرازگرا که در موقع رسیدن فاقد اوج تنفسی هستند، کاهش اسیدهای آلی بعد از برداشت محصول کندتر می‌باشد. در تحقیق حاضر با گذشت مدت زمان دوره انبارداری میزان pH افزایش یافته که می‌توان این موضوع را به‌دلیل شرکت اسیدهای آلی در تنفس نسبت داد (اثنی‌عشری و خسروشاهی، ۱۳۸۷). درطول توسعه میوه تغییراتی در طعم میوه اتفاق می‌افتد. تغییر طعم در میوه رسیده به‌دلیل افزایش قند است که از کربوهیدرات ذخیره، یعنی نشاسته ساخته می‌شود. هنگام رسیدن میوه تقریباً همه نشاسته تبدیل به قند می‌شود. این تبدیل دارای دو اثر مهم، یکی شیرین‌شدن و دیگری نرم‌شدن بافت است. اگر

Archive of SID

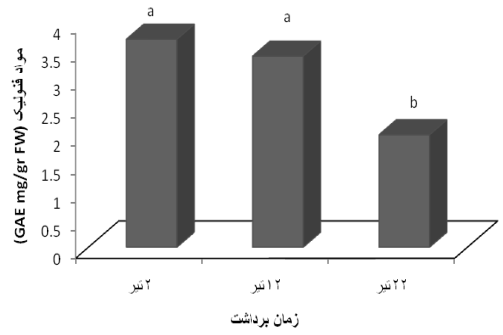
www.SID.ir

میوه‌ای هنگام رسیدن فاقد نشاسته باشد، شیرینی آن تغییر نمی‌کند، بنابراین بایستی در تعیین زمان مناسب برداشت دقت نمود (اثنی‌عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۸۷). در میوه‌های هسته‌دار نشاسته تولید نمی‌شود، بنابراین افزایش شیرینی آنها اغلب از تبدیل سوربیتول به فروکتوز و از کاهش مقدار اسید، که مزه ترش موجود در میوه‌های نارس را باعث می‌شود، حاصل می‌گردد (رسول‌زادگان، ۱۳۷۵). مقدار اسیدهای آلی پس از برداشت در میوه‌های فرازگرا به سرعت کاهش می‌یابد. این کاهش در میوه‌های نافرازگرا کندتر است. کاهش اسیدیته هنگام رسیدن میوه به‌علت شرکت اسید در تنفس یا تبدیل آن به قند است (اثنی‌عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۸۷). طی آزمایش‌هایی در سال ۲۰۰۸ بر روی تعدادی از ارقام آلوهای اروپایی نشان داده شد که فرایند رسیدن در این میوه‌ها باعث افزایش مواد جامد محلول، کاهش غلظت اسیدهای کل و کاهش سفتی بافت میوه‌ها شد (Usenic *et al.*, 2008) چنین نتایج مشابهی درمورد میوه‌های گریپ‌فروت نیز به‌دست آمده است (Pailly *et al.*, 2004). انسان نیز روزانه احتیاج به تعداد زیادی از این ویتامین‌ها در رژیم غذایی خود دارد. اسید اسکوربیک یک ماده آنتی‌اکسیدان محسوب می‌شود و درحضور اکسیژن، رطوبت و دمای بالا فاسد می‌شود. باتوجه به نتایج حاصل، فاکتورهای زمان و نوع تیمار، تأثیر معنی‌داری بر مقدار ویتامین ث عصاره میوه‌ها داشتند. مدیریت دما در پس از برداشت، مهم‌ترین فاکتور در حفظ ویتامین ث بوده و دماهای بالا و دوره انبارداری طولانی منجربه کاهش مقدار ویتامین ث می‌گردد. محصولات حساس به سرمازدگی درطول دوره انبارداری کاهش بیشتری در مقدار ویتامین ث در دماهای پایین نشان می‌دهند و کاهش در مقدار ویتامین ث می‌تواند قبل از بروز هرگونه علائم ظاهری رخ دهد (اثنی‌عشری و خسروشاهی، ۱۳۸۷). ویتامین ث در گیاهان در دوره بعد از برداشت در اثر فعالیت آنزیم آسکوربیک اسید اکسیداز، تجزیه و آنگاه هیدرولیز می‌شود درنتیجه میزان آن کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق مبنی بر کاهش ویتامین ث درطول دوره انبار با پژوهش‌های انجام شده توسط Tavarini *et al* (2008) مطابقت دارد. در این تحقیق به دلایلی ازجمله عدم وجود سرمازدگی، بهبود نسبی صفات کمی و کیفی و کمترین کاهش میزان سفتی بافت، تاریخ برداشت ۱۲ تیر (۱۱۵ روز بعد از تمام گل) به‌عنوان بهترین زمان برداشت معرفی می‌گردد. باتوجه به نتایج حاصل‌شده از این آزمایش می‌توان اظهار داشت علی‌رغم اینکه انبار با دمای پایین (۸-۲ درجه سانتی‌گراد) در اغلب موارد می‌تواند باعث بروز نشانه‌های سرمازدگی در میوه‌های آلو شود ولی درمورد رقم سانتارزا می‌توان این میوه‌ها را در منطقه مورد آزمایش (دالین) در تاریخ ۱۲ تیر یعنی ۱۱۵ روز بعد از تمام گل برداشت کرد که در این صورت هم انبار سرد را تحمل می‌کنند و هم کیفیت موردقبول مصرف‌کننده را به‌دست خواهند آورد و ازلحاظ مواد آنتی‌اکسیدانی ازجمله ترکیبات فنولیک نیز در سطح قابل‌قبولی خواهند بود. همچنین همان‌طور که قبلاً هم اشاره شد هدف از استفاده از انبار، برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا می‌باشد. میوه‌های رقم موردنظر را می‌توان در تاریخ ۲۲ تیر برداشت و بلافاصله به بازار عرضه نمود بااین‌حال هدف از استفاده از انبار در این

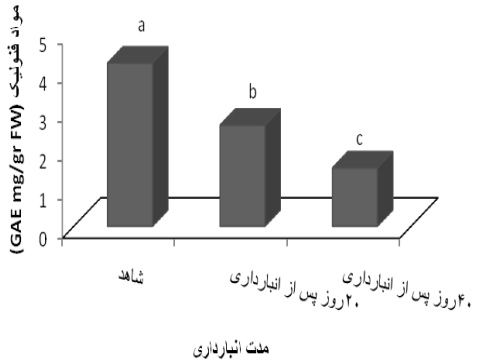
Archive of SID

www.SID.ir

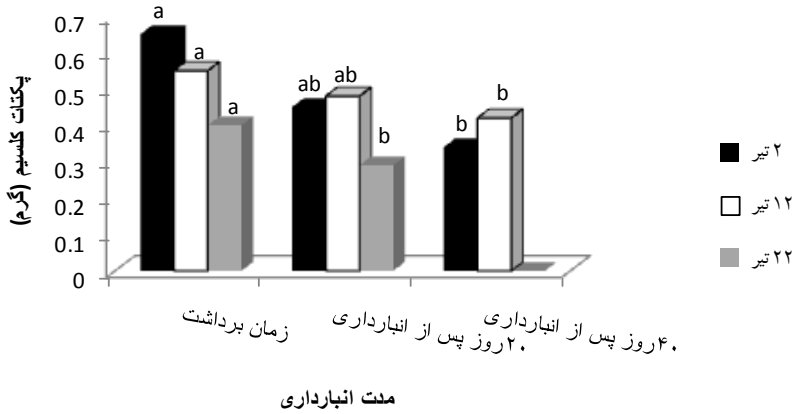
آزمایش علاوه بر بررسی تأثیر دما بر روی خصوصیات مورد بررسی، عرضه محصول در فاصله زمانی است که منفعت اقتصادی آن نیز درنظر گرفته شده باشد. درمورد ارتباط ترکیبات فنولیک با خواص کمی و کیفی رقم موردنظر می‌توان اظهار داشت که کاهش این ترکیبات در گوشت در طول رسیدن قبل از برداشت و بعد از برداشت درطول انبار باعث بهبود طعم و کیفیت خوراکی میوه‌های رقم موردمطالعه شده است.



شکل ۱- مقایسه میانگین مواد فنولیک در زمان‌های برداشت میوه

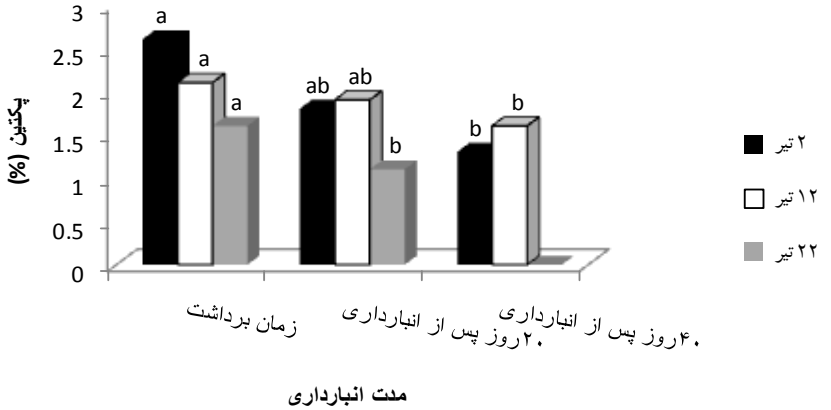


شکل ۲- مقایسه میانگین مواد فنولیک در زمان‌های مختلف انبار

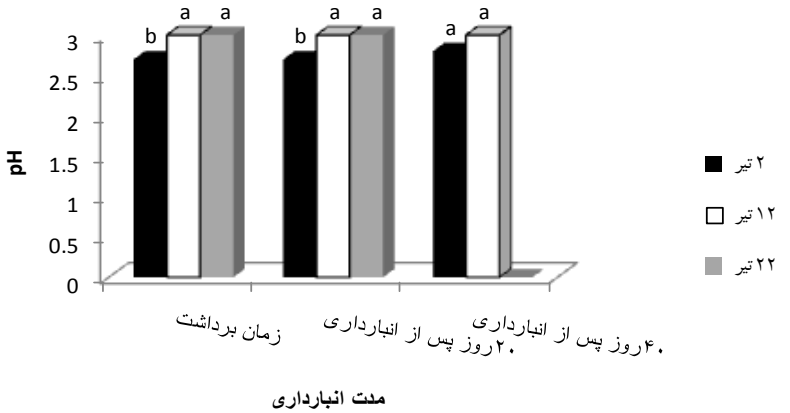


شکل ۳- مقایسه میانگین پکتات کلسیم در زمان‌های مختلف برداشت و در طول دوره انبار

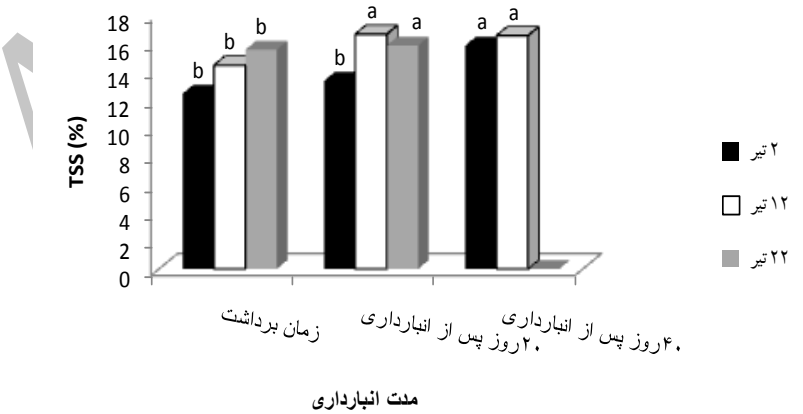
www.SID.ir



شکل ٤- مقایسه میانگین پکتین در زمان‌های مختلف برداشت و در طول دوره انبار

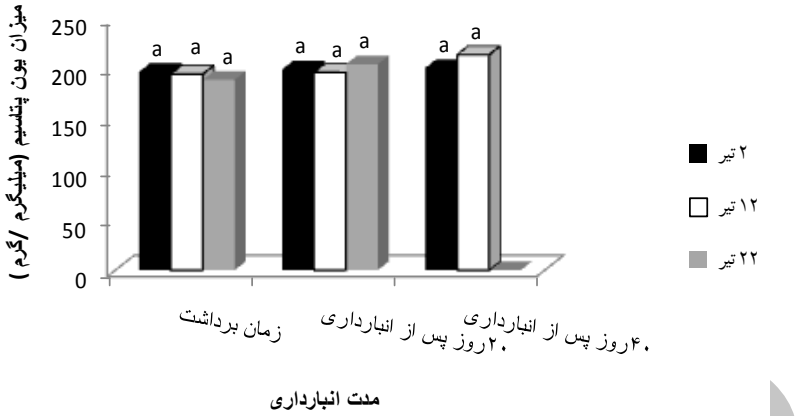


شکل ٥- مقایسه میانگین pH در زمان‌های مختلف برداشت و در طول دوره انبار

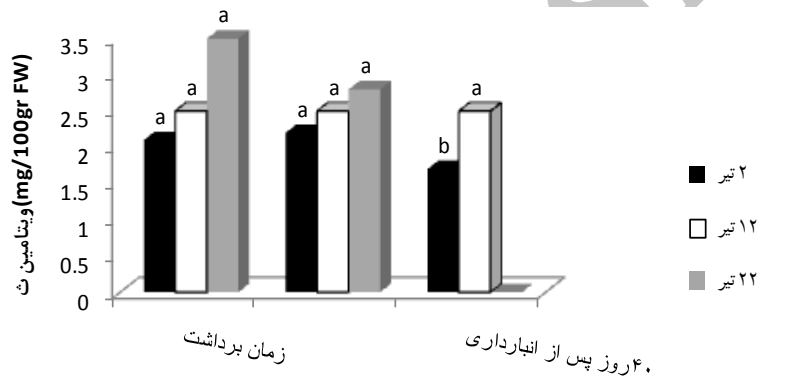


شکل ٦- مقایسه میانگین مواد جامد و محلول در زمان‌های مختلف برداشت و در طول دوره انبار

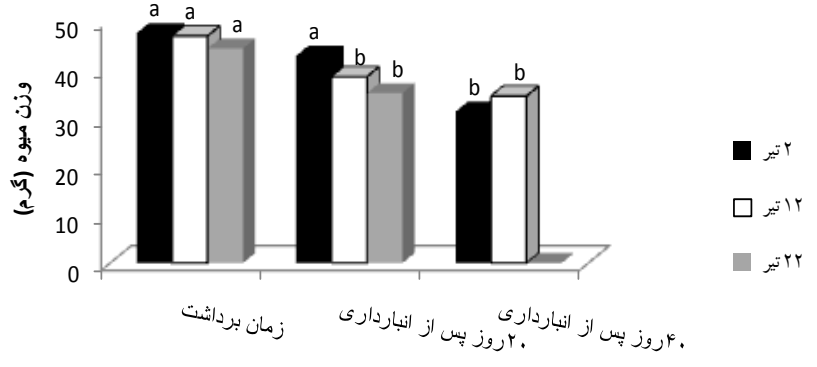
www.SID.ir



شکل ۷- مقایسه میانگین پتاسیم در زمان‌های مختلف برداشت و در طول دوره انبار



شکل ۸- مقایسه میانگین ویتامین ث در زمان‌های مختلف برداشت در طول انبار



شکل ۹- مقایسه میانگین وزن میوه در زمان‌های مختلف برداشت در طول انبار

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات

		میانگین مربعات							
صفت منابع تغییر	درجه آزادی	مواد فنولیک (میلی‌گرم گالیک اسید/۱۰۰ گرم ماده تازه)	پکتات کلسیم (گرم)	پکتین (%)	pH	TSS (%)	میزان یون پتاسیم (میلی‌گرم/گرم)	ویتامین ث (میلی‌گرم/۱۰۰گرم ماده تازه)	وزن میوه (گرم)
تکرار	۲	۰/۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۰	۳۴۰۲/۸۳**	۰/۰۴	۳/۳۵
زمان برداشت (A)	۲	۵/۰۵**	۰/۰۴**	۰/۶۷**	۰/۱۹**	۱۳/۱۹**	۱۳/۱۸^{ns}	۲/۸۸**	۳۶/۶۸*
مدت انبارداری (B)	۲	۱۲/۴۴**	۰/۰۵**	۰/۷۸**	۰/۰۰۳^{ns}	۱۰/۵۹**	۳۲۰/۸۲*	۰/۰۹^{ns}	۳۷۲/۶۸**
زمان برداشت× مدت نبارداری (A&B)	۳	۵/۱۷**	۰/۰۳*	۰/۴۵*	۰/۰۱*	۲/۰۲**	۱۴۰/۷۰^{ns}	۰/۹۸**	۱۵/۰۴^{ns}
خطای آزمایشی	۱۴	۰/۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۹	۰/۰۰۲	۰/۲۲	۸۳/۴۲	۰/۱۳	۸/۷۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۹/۸۲	۱۶/۱۶	۱۶/۳۶	۱/۷۸	۳/۱۰	۴/۵۷	۱۳/۶۶	۷/۳۹

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی

صفت انبارداری	مواد فنولیک (میلی‌گرم گالیک اسید/۱۰۰گرم ماده تازه)			پکتات کلسیم (گرم)			پکتین (٪)			pH		
	۲تیر	۱۲تیر	۲۲تیر	۲تیر	۱۲تیر	۲۲تیر	۲تیر	۱۲تیر	۲۲تیر	۲تیر	۱۲تیر	۲۲تیر
زمان برداشت(شاهد)	۲/۶ a	۴/۶ a	۵/۵ a	۰/۶۵ a	۰/۵۵ a	۰/۴۰ a	۲/۶ a	۲/۱ a	۱/۶ a	۲/۷ b	۳/۰ a	۳/۰ a
۲۰روز پس از انبارداری	۱/۷ b	۴/۳ b	۱/۸ b	۰/۴۵ ab	۰/۴۸ ab	۰/۲۹ b	۱/۸ ab	۱/۹ ab	۱/۱ b	۲/۷ b	۳/۰ a	۳/۰ a
۴۰روز پس از انبارداری	۱/۶ b	۱/۴ c	–	۰/۳۴ b	۰/۴۲ b	–	۱/۳ b	۱/۶ b	–	۲/۸ a	۳/۰ a	–

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک ستون از لحاظ آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی

صفت	TSS (%)			میزان یون پتاسیم (میلی‌گرم/گرم)			ویتامین ث (میلی‌گرم/۱۰۰گرم ماده تازه)			وزن میوه (گرم)		
	۲تیر	۱۲تیر	۲۲تیر	۲تیر	۱۲تیر	۲۲تیر	۲تیر	۱۲تیر	۲۲تیر	۲تیر	۱۲تیر	۲۲تیر
زمان برداشت(شاهد)	۱۲/۴ b	۱۴/۴ b	۱۵/۵ b	۱۹۷/۳ a	۱۹۴/۹ a	۱۸۹/۳ a	۲/۱ a	۲/۵ a	۳/۵ a	۴۷/۴ a	۴۶/۸ a	۴۴/۲ a
۲۰روز پس از انبارداری	۱۳/۳ b	۱۶/۶ a	۱۵/۸ a	۱۹۹/۸ a	۱۹۶/۶ a	۲۰۴/۷ a	۲/۲ a	۲/۵ a	۲/۸ a	۴۲/۷ a	۳۸/۴ b	۳۵/۰ b
۴۰روز پس از انبارداری	۱۵/۸ a	۱۶/۶ a	–	۲۰۱/۳ a	۲۱۴/۲ a	–	۱/۷ b	۲/۵ a	–	۳۱/۲ b	۳۴/۱ b	–

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک ستون از لحاظ آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اثنی‌عشری،م.، و م.خسروشاهی. ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. چاپ اول، انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا. ص ۱۴۵- ۱۱۳ و ۳۵۳-۳۰۲.

خوشخوی،م.، و همکاران. ۱۳۸۱. اصول باغبانی، چاپ دهم، انتشارات دانشگاه شیراز. ص۳۶۹- ۳۶۱.

رسول‌زادگان،ی. میوه‌کاری در مناطق معتدله، ۱۳۷۵، چاپ اول انتشارات دانشگاه اصفهان. ص ۵۰۰ – ۴۷۹.

Balasundram,N., K.Sundrum, and S.Samman. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chemistry, 99: 191-203.

Bunea,A., M.Andjelcovic, C.Socaciu, O.Bobis, M.Neacsu, R.Verhe, and J.V.Camp. 2008. Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*spinacia oleraceae* L.). Food Chemistry, 108: 679-656.

Crisosto,C.H. 1994. Stone fruit maturity indices: a descriptive review. Postharvest News inf. 5: 65-68.

Crisosto,C.H., and R.S.Johnson. 1994. Postharvest quality in fresh market stone fruits. University of California at Davis.

Diaz-Mula,H.M., P.J.Zapata, F.Guillen, D.Martinez-Romero, S.Castillo, M.Serrano, and D.Valero. 2009. Changes in hydrophilic and lipophilic antioxidant activity and related bioactive compounds during postharvest storage of yellow and purple plum cultivars. Postharvest Biology and Technology, 51: 354-363.

Gil-Izquierdo,A., M.I.Gil, M.A.Conesa, and F.Ferreres. 2001. The effect of storage tempreatures on vitamin C and phenolics content of artichoke (*cynara scolymus* L.) heads.Innovatire Food Science and Emerging Technologies, 2: 199-02.

Guerra,M., and P.A.Casquero. 2008. Effect of harvest date on cold storage and postharvest quality of plum cv. Green Gage. Postharvest Biology and Technology, 47: 325-332.

Hamauzu,Y. 2006. Role and evolution of fruit compounds during ripening and storage. Stewart Posthorvest Rev. 2,5.

Looney,N.E. 1972. Interactions of harvest maturity, cold storage and two growth regulators on ripening of 'Bartlett' pears. J. Amm. Soc. Hort. Sci. 97, 81-83.

Manganaris,G.A. A.R.Vicente, C.H.Crisosto, and J.M.Labavitch. 2007. Effect of dips in a 1-methylcyclopropene-generating. Solution on Harrow Sun plums stored under different temperature regimes. J. Agric. Food chem., 55: 7015-7020.

Padda,M.S., and D.H.Picha. 2008. Effect of low tempereature storage on phenolic composition and antioxidant activity of sweet potatoes. Postarvest Biology and Technology, 47: 176-180.

Archive of SID

www.SID.ir

Pailly,O., G.Tison, and A.M.Amouroux. 2004. Harvest time and storage canditions of star Ruby grape fruit (*citrus paradise* L.) for short distance summer consumption. Postharvest Biology and Technology, 34: 65-73.

Patthamakanokporn,O., P.Puwastien, A.Nitithamyong, and P.P.Sirichakwal. 2008. Change of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. Journal of Food Composition and Analysis, 21: 241-248.

Perez-jlzarbe,J., T.Hernandez, I.Estrella, and M.Vendrell. 1997. Cold storage of apples (cv.Granny Smith) and changes in phenolic compounds. Z Lebensm Unters Forsch A, 204: 52-55.

Singh,Z., and A.Sattar khan. 2010. Physiology of plum fruit ripening. Stewart postharvest review. 2,3.

Saini, Sharma, Dhankhar and Kaushik. 2005. Laboratory manual of analytic techniques in horticulture (1th.). Mostofi, Y. & Najafi, F. University of Tehran Press, No 2735. (In Farsi)

Subedi,P.P., K.B.Walsh, and G.Owens. 2007. Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near inferared spectromotrry. Postharvest Biology and Technology, 43: 326-334.

Tavarini,S., E.Degl'Innocenti, D.Remorini, R.Massai, and L.Guidi. 2008. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storange of Hayward kiwi fruit. Food Chemistry, 107: 282-288.

Tsantili,E., Y.Shin, J.F.Nock, and C.B.Watkins. 2010. Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. Postharvest Biology and Technology, 57: 27-34.

Usenic,V., D.Kastelec, R.Veberic, and F.Stampar. 2008. uality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). Food Chemistry, 111: 830-836.

Archive of SID

www.SID.ir