بررسی تغییرات چهار رقم آلو در طول دوره انبارداری در دو دمای صفر و پنج درجه سانتی‌گراد

زهرا فلاتی* [۱]، محمدرضا فتاحی مقدم [۲] و علی عبادی [۳]

[۱] فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه دانشگاه تهران

[۲] استاد گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

[۳] استاد گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

نویسنده مسئول: zahra.falati@alumni.ut.ac.ir

چکیده

مدیریت دمایی در شرایط انبارمانی میوه‌ها به دلیل تنظیم تمامی فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آن یکی از مهم‌ترین ابزارهای افزایش عمر پس از برداشت میوه‌ها می‌باشد. در این تحقیق انبارمانی ۴ رقم آلو (ژاپنی، قطره‌طلا، سیمکا و Flavor supreme pluot) مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری برداشت شده و در دمای صفر و پنج درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد انبار شدند و هر دو هفته یکبار برای صفات مختلفی از قبیل سفتی بافت میوه، مقدار مواد جامد محلول، مقدار اسید قابل تیتراسیون، مقدار ویتامین ث، شاخص‌های رنگ پوست و گوشت و ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول مدت انبارداری بر تمام فاکتورهای اندازه‌گیری شده تأثیر معنی‌دار دارد ولی دمای انبار تأثیر چندانی بر کیفیت انبارمانی ارقام بررسی شده نداشت. ارقام Flavor supreme pluot و سیمکا بالاترین میزان سفتی بافت میوه و بیشترین میزان TSS را در پایان دوره انبارداری داشت درحالیکه رقم قطره طلا پایین‌ترین کیفیت انبارمانی را دارا بود. بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ویتامین ث نیز در رقم ژاپنی مشاهده شد.

کلمات کلیدی: بلوغ تجاری، سفتی، شاخص رنگ میوه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

مقدمه

امروزه به دلیل تغییر در سیستم‌های تأمین مواد غذایی، تغییر در شیوه زندگی و الگوی مصرف، توسعه تکنولوژی و قوانین مصرف، مدیریت کیفیت محصولات غذایی اهمیت یافته است. میوه‌ها و سبزیجات با دارا بودن ارزش غذایی فراوان و اهمیت بالا در رژیم غذایی انسان، به دلیل بافت نرم مستعد آسیب و تلفات بالایی در مراحل مختلف قبل از برداشت، زمان برداشت و جابه‌جایی و پس از برداشت آن می‌باشند. خنک کردن اولیه، نگهداری در دمای پایین و رطوبت نسبی مناسب و ترکیب مطلوب گازهای اتمسفری برای کاهش تلفات پس از برداشت ضروری می‌باشد (Khorshidi et al, 2010). در این میان مدیریت دمایی به دلیل تنظیم سرعت تمامی فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی یکی از مهم‌ترین ابزارهای گسترش عمر پس از برداشت میوه‌ها می‌باشد (Lee and Kader, 2000).

آلو (*Prunus domestica*) متعلق به خانواده گل‌سرخیان می‌باشد. میوه آلو فسادپذیری بالایی دارد. میوه آلو بعد از برداشت متحمل نرم‌شدن سریع است که منجر به کاهش عمر قفسه‌ای در دماهای بالا می‌شود (Menniti et al., 2004). انبار کردن آلو در دماهای پایین موجب تأخیر در نرم شدن میوه و افزایش عمر پس از برداشت آن می‌شود ولی ممکن است با ناهنجاری‌های مربوط به سرمازدگی شامل: قهوه‌ای شدگی، رنگ پریدگی، عدم رسیدن و قرمز شدن محدود شود (Crisosto et al., 2004). بنابراین تأخیر و یا کاهش نرم شدن میوه و جلوگیری از زوال میوه در دمای پایین از استراتژی‌های مهم در گسترش عمر قفسه‌ای و حفظ کیفیت میوه آلو است. هدف از این تحقیق بررسی کیفیت انبارمانی ۴ رقم آلو بوده است. در همین راستا بررسی کیفیت انبارمانی ارقام مختلف تابستانه و پاییزه آلو نشان داد که انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوا آنتوسیانین ارقام آلوی پاییزه می‌شود (Arion et al., 2014). تأثیر انبار سرد و آمینو وینیل گلایسین (AVG) بر آلوی رقم Black Amber نشان داد که شاخص‌های رنگ میوه آلو در طول دوره انبارمانی به صورت خطی کاهش یافت و کاربرد AVG کاهش سفتی میوه را در طول دوره انبامانی کاهش داد (Ozturk et al., 1012).

IrHC2019

بررسی کیفیت انبارمانی ۴ رقم سیب در صفر درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸۰ روز نشان داد که ارقام بررسی شده از لحاظ کیفیت انبار مانی با هم تفاوت داشتند (Ghafir et al., 2009). بررسی تأثیر طول دوره انبارداری و دمای انبار بر کیفیت انبارمانی انار رقم Wonderful نشان داد که افزایش دما و طول دوره انبارداری کاهش وزن میوه‌ها، رنگ آریل کاهش سفتی و رنگ میوه‌ها را در پی دارد (Arendse et al., 2012).

مواد و روش‌ها

این تحقیق روی سه رقم آلوی ژاپنی، قطره طلا و سیمکا و هیبرید بین گونه‌ای آلو-زردآلوی"Flavor Supreme Pluot " واقع در ایستگاه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳ انجام شد. میوه‌ها در زمان بلوغ تجاری برداشت شده و در ظروف پلاستیکی درب‌دار در بسته‌های ۳۰۰ گرمی بسته‌بندی شده و در دو دمای صفر و پنج درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی درصد۹۰-۸۵ انبار شدند. نمونه‌برداری هر دو هفته یکبار انجام شد و پس از اینکه میوه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند مورد ارزیابی صفات کمی و کیفی شامل سفتی بافت میوه، محتوا مواد جامد محلول، محتوا اسید قابل تیتراسیون، مقدار ویتامین ث، شاخص‌های رنگ پوست و گوشت و ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه مورد قرار گرفتند.

سفتی بافت میوه با استفاده از سفتی‌سنج دستی و بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع اندازه‌گیری شد. مقدار مواد جامد محلول توسط رفرکتومتر دستی و در شرایط دمای آزمایشگاهی اندازه گیری شد. به منظور اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با محلول سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. اسید کل به صورت اسید غالب میوه بیان میشود که در آلو اسید غالب اسید مالیک میباشد. نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون به عنوان شاخص طعم میوه مورد ارزیابی قرار گرفت. رنگ میوه با استفاده از رنگ سنج مینولتا مدل CR- 400 ساخت کشور ژاپن مطالعه گردید. شاخصهای رنگ L^* (سیاه- سفید)، a^* (قرمز - سبز) و b^* (زرد- آبی) اندازه گیری شدند.

برای اندازه‌گیری ویتامین ث، ۵ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده میوه به همراه ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ میلی‌لیتر نشاسته ۱٪ با یدور پتاسیم تیتر شده و مقدار ویتامین ث در عصاره میوه با فرمول ۲ محاسبه شد.

فرمول ۱ (۵/میزان ید مصرفی × ۰/۸۸) = میلی‌گرم ویتامین ث در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه

به منظور اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی یک گرم از بافت میوه با هشت میلی‌لیتر متانول ۹۵ درصد همگن شده و مخلوط حاصل در ۱۲۰۰ دور در دقیقه دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد. ۳۴۰۰ میکرولیتر از محلول ۱،۱-دی فنیل - ۲- پیکریل هیدرازیل (DPPH) به همراه ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره متانولی تهیه شده دو ساعت در شرایط تاریکی نگهداری شد و سپس میزان جذب نوری آن در ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. ظرفیت آنتی اکسیدانی کل بر اساس فرمول ۳ به صورت درصد بازدارندگی DPPH محاسبه گردید (Javanmardi and Kubota, 2006).

فرمول ۲ ۱۰۰ × میزان جذب شاهد/ (میزان جذب شاهد - میزان جذب نمونه)= درصد فعالیت آنتی-اکسیدانی

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. داده‌های به دست آمده پس از نرمال‌سازی با استفاده از نرم افزار SAS آنالیز شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای‌دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از نرم افزار MSTAT-c انجام شد. جهت نرمال سازی، داده‌های عددی به صورت جذری و داده‌های درصدی به صورت زاویه‌ای تبدیل شدند.

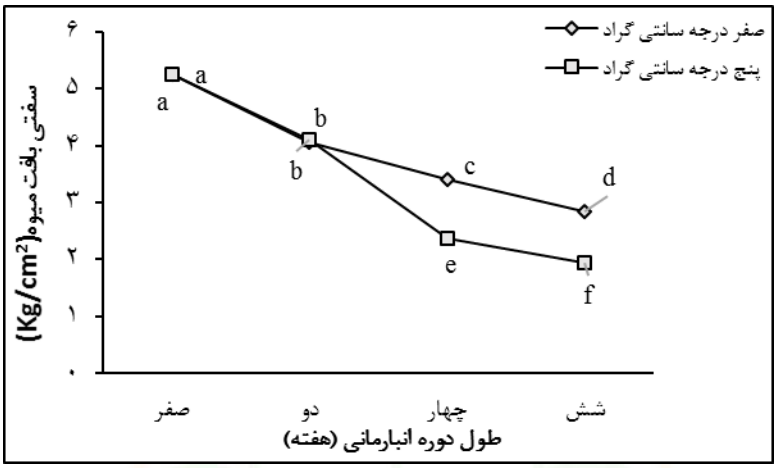
نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد طول دوره انبارمانی ارقام بررسی شده بر تمام فاکتورهای اندازه‌گیری شده به جز میزان ویتامین ث مؤثر بود. اثر متقابل دما و طول دوره انبارمانی بر درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی، سفتی بافت میوه مقدار ویتامین ث و میزان شاخص*b پوست میوه تأثیر معنی‌دار داشت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار ویتامین ث و برخی شاخص-های رنگ مربوط به پوست و گوشت میوه در ارقام مختلف بررسی شده متأثر از دمای انبارمانی بود.

سفتی بافت میوه: در طول دوره انبارمانی سفتی بافت میوه تمام ارقام بررسی شده کاهش یافت. در بین ارقام بررسی شده در پایان دوره انبارمانی رقم "سیمکا" با ۵/۷۰ Kg/cm^2 و "Flavor Supreme Pluot " با ۵/۱۷ Kg/cm^2 بالاترین میزان

IrHC2019

سفتی را دارا بودند (جدول ۱). کاهش سفتی بافت میوه در طول فرایند انبارمانی در میوه‌های سیب (Ghafir et al., 2009) و کیوی (Park et al., 2015) نیز گزارش شده است. در مورد تأثیر دما بر سفتی بافت میوه نیز مشاهده شد که با افزایش دما به ۵ درجه سانتی‌گراد سفتی بافت میوه کاهش یافت (شکل ۱). سفتی بالای میوه‌ها در دمای پایین را می‌توان به کاهش فعالیت آنزیم‌های تأثیر گذار بر دیواره سلولی مربوط دانست. نتایج مشابه در سیب (Khorshidi et ali, 2010)، مشاهده شده است.



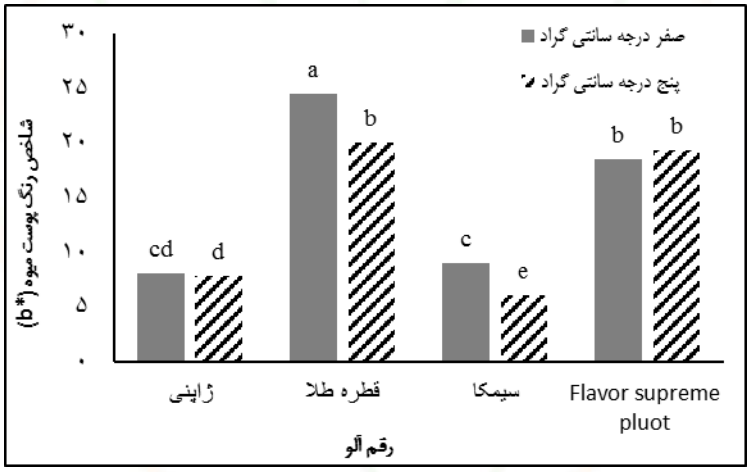
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل دما و طول دوره انبارمانی بر میزان سفتی بافت میوه.. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری با استفاده از مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در $p\leq ۰/۰۵$ نداشتند.

TSS و TA: میزان مقدار مواد جامد محلول برای ارقام "قطره طلا" و "Flavor Supreme Pluot" در طول دوره انبارمانی ثابت بود در حالیکه در رقم "ژاپنی" و "سیمکا" افزایش در میزان TSS میوه‌ها مشاهده شد (جدول ۱). رقم "سیمکا" با ۱۵/۵۰٪ بالاترین میزان TSS را دارا بود. افزایش میزان قند میوه‌ها در طول فرایند انبارمانی می‌تواند در اثر کاهش میزان آب موجود در میوه‌ها باشد (Roongruangsri et al., 2013). اما دلیل اصلی آن تبدیل اسیدهای آلی به قندها طی فرایند گلکونئوژنز (Roongruangsri et al., 2013) و همچنین تجزیه پلی ساکاریدهای پیچیده دیواره سلولی شامل سلولز، همی‌سلولز و پکتین به قندهای ساده و نرم شدن میوه می‌باشد. میزان اسید قابل تیتراسیون ارقام بررسی شده روند کاهشی را در ارقام "قطره طلا"، "سیمکا" و "Flavor Supreme Pluot" نشان داد در حالیکه در رقم "ژاپنی" ثابت بود (جدول ۱). رقم "ژاپنی" با ۱/۵۳ ٪ بالاترین میزان اسید قابل تیتراسیون را داشت. تغییرات در اسیدهای قابل تیتراسیون به طور معنی‌داری با سرعت فرایندهای متابولیکی به خصوص تنفس تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Ghafir et al., 2009). اسید موجود در میوه‌ها به دمای انبار و طول دوره انبارمانی حساس می‌باشد. افزایش میزان TSS، کاهش میزان TA و افزایش نسبت TSS/TA در تحقیقات (Roongruangsri et al., 2013) در مورد نارنگی و (Jan and Rab, 2012) در مورد سیب نیز گزارش شده است. دما تأثیری بر میزان TSS و TA ارقام مورد بررسی نداشت.

رنگ پوست و گوشت میوه: میزان درخشندگی پوست میوه (L^*) در رقم "ژاپنی" کاهش یافت ولی در دو رقم "قطره طلا" و "سیمکا" تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. میزان درخشندگی پوست میوه در رقم "Flavor Supreme Pluot" در طول دوره انبارمانی افزایش یافت. میزان شاخص a^* (رنگ قرمز-سبز) پوست نیز در دو رقم "Flavor Supreme Pluot" و "ژاپنی" در طول دوره انبارمانی افزایش یافت ولی در دو رقم "سیمکا" و "قطره‌طلا" روند ثابتی داشت. بالاترین میزان شاخص a^* پوست در ارقام "ژاپنی" و "سیمکا" مشاهده شد. رقم "Flavor Supreme Pluot" در زمان برداشت دارای رنگ پوست متمایل به سبز بود که در طول انبارمانی رنگ پوست به قرمز کم رنگ تغییر یافت. در پایان طول دوره انبارمانی میزان شاخص b^* (رنگ زرد-آبی) پوست در رقم "قطره طلا" در بالاترین سطح بود و روند افزایشی نشان داد. شاخص b^* در دو رقم "سیمکا" و "Flavor Supreme Pluot" ثابت بود ولی در رقم "ژاپنی" افزایش یافت (جدول ۱). تغییرات قابل توجهی در رنگ گوشت ارقام مورد آزمایش نیز در طول دوره انبارمانی مشاهده شد. میزان شاخص L^* گوشت میوه در ارقام "ژاپنی" و "قطره طلا"

IrHC2019

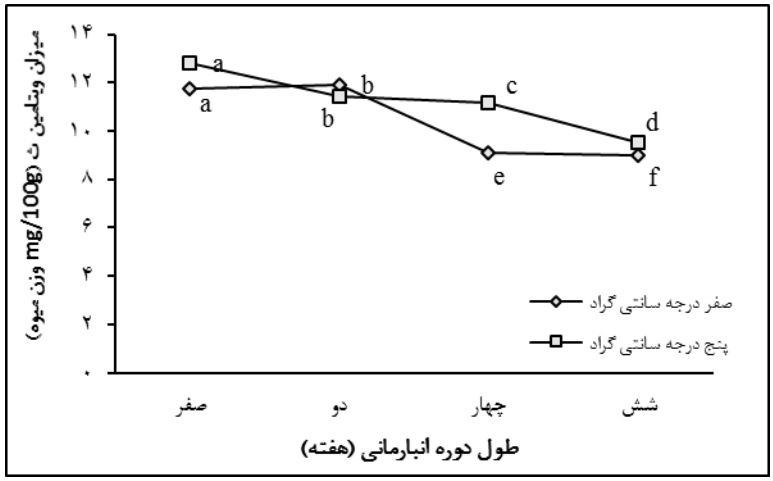
ثابت بود ولی در دو رقم "سیمکا" و "Flavor Supreme Pluot" کاهش یافت. میزان شاخص a^* گوشت در دو رقم "ژاپنی" و "Flavor Supreme Pluot" افزایش یافت که در مورد رقم "Flavor Supreme Pluot" بالاترین میزان شاخص a^* گوشت میوه مشاهده شد. در مورد دو رقم "قطره طلا" و "سیمکا" این شاخص در حالت ثابتی قرار داشت. میزان شاخص b^* گوشت میوه در رقم "سیمکا" کاهش یافت. میزان شاخص b^* در رقم "قطره طلا" ثابت و در دو رقم "ژاپنی" و "Flavor Supreme Pluot" پس از ۱/۵ ماه نگهداری میوه‌ها در شرایط انباری افزایش یافت (جدول ۱). بررسی اثرات متقابل دما و طول مدت انبارمانی بر شاخص‌های رنگی ارقام بررسی شده تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. تنها در مورد شاخص b^* پوست میوه در هفته چهارم و ششم انبارمانی در دمای پنج درجه سانتی‌گراد کاهش در میزان این شاخص نسبت به دمای صفر درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بررسی تغییرات شاخص a^* پوست و آریل میوه انار در طول انبارمانی و در دماهای مختلف نگهداری نشان داده که دمای خنک‌تر نگهداری اثر بهتری در حفظ رنگ پوست میوه انار دارد. در مورد رنگ آریل نیز گزارش شده که رنگ آریل انار نسبت به رنگ پوست در طول انبارمانی حالت ثابت‌تری را دارد (Fawole and Opara, 2013). بررسی اثرات متقابل رقم و دمای نگهداری نیز اثرات متفاوت دماهای نگهداری را بر شاخص‌های مختلف رنگ در مورد ارقام مختلف نشان داد. ارقام مورد بررسی در فاکتورهای b^* پوست میوه و a^* گوشت میوه اختلافات معنی‌داری را در دو دمای نگهداری نشان دادند. دو رقم "سیمکا" و "قطره طلا" در دمای پنج درجه سانتی‌گراد کاهش در میزان شاخص b^* پوست میوه را نسبت به دمای صفر درجه سانتی‌گراد نشان دادند ولی تأثیر دو دمای مذکور در این شاخص در ارقام "ژاپنی" و "Flavor Supreme Pluot" معنی‌دار نبود. دمای پنج درجه سانتی‌گراد سبب افزایش میزان شاخص a^* گوشت میوه در رقم "ژاپنی" گردید ولیکن در سایر ارقام اثر دمای نگهداری بر این شاخص معنی‌دار نبود (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و دمای دوره انبارمانی بر شاخص b^* پوست میوه. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری با استفاده از مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در $p\leq ۰/۰۵$ نداشتند.

ویتامین ث: ویتامین ث در ارقام "ژاپنی"، "قطره طلا" و "Flavor Supreme Pluot" در طول دوره انبارمانی کاهش یافت ولی برای رقم "سیمکا" ثابت بود (جدول ۱). بالاترین میزان ویتامین ث در ارقام "Flavor Supreme Pluot" با ۱۳/۶۶ و "ژاپنی" با ۱۳/۱۶ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم بافت میوه مشاهده شد. آسکوربات اکسیداز به عنوان اصلی‌ترین آنزیم مسئول تخریب آنزیمی آسکوربیک اسید شناسایی شده که تحت تنش‌های مختلفی میزان آن افزایش پیدا می‌کند (Lee and Kader, 2000). مقدار ویتامین ث در رقم ژاپنی در دمای صفر درجه سانتی‌گراد کاهش بیشتری نسبت به دمای پنج درجه سانتی‌گراد نشان داد ولی دمای انبارمانی بر میزان ویتامین ث سایر ارقام بی‌تأثیر بود. مقدار ویتامین ث ارقام مورد بررسی در هر دو دمای انبارمانی در طول زمان روند کاهشی نشان داد ولیکن کاهش آن در دمای پنج درجه سانتی‌گراد شدیدتر بود (جدول ۱). در بررسی (Koyuncu and Dilmacunal, 2010) میزان ویتامین ث در میوه‌های توت فرنگی از ابتدا تا انتهای دوره انبارمانی کاهش یافت ولی این کاهش به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. کاهش میزان ویتامین ث با افزایش طول دوره انبارمانی و دمای انبار در میوه‌های مختلفی مانند انار (Arendse et al., 2012) و نارنگی (Roongruangsri et al., 2013) نیز گزارش شده است.

IrHC2019



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل دما و طول دوره انبارمانی بر محتوای ویتامین ث میوه‌ها. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری با استفاده از مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در $p\leq ۰/۰۵$ نداشتند.

IrHC2019

جدول۱- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و طول دوره انبارداری بر صفات کمی و کیفی ارقام مختلف آلو. مقایسه میانگین با آزمون چند دامنهای دانکن در $p\leq 0/01$ میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری نداشتند.

رقم آلو		زمان ارزیابی (هفته)	سفتی بافت میوه	TSS	TA	L* پوست میوه	a* پوست میوه	b* پوست میوه	L* گوشت میوه	a* گوشت میوه	b* گوشت میوه	ویتامین ث	ظرفیت آنتی اکسیدانی
ژاپنی		صفر	2.9 ef	9.16 f	1.57 ab	32.18 d	10.07 c	13 d	26.62 g	4.23 f	12.94 fg	14.5 b	91.06 1
ژاپنی		دو	2.21 g	13.13 d	1.57 ab	28.40 e	16.38 ab	9.11 e	29.86 efg	6.58 e	16.56 de	14.23 bc	86.95 bcd
ژاپنی		چهار	1.42 h	13.41 cd	1.49 b	25.83 e	21.36 ab	5.35 gh	29.18 fg	9.31 de	16.61 cde	13.16 cd	88.45 abc
ژاپنی		شش	1 hi	13.55 cd	1.5 b	25.25 e	22.19 a	4.4 h	28.87 fg	12.07 bc	17.25 cde	10.66 e	88.32 abc
قطره طلا		صفر	2.83 f	11.26 e	1.76 a	48.84 a	0.88 g	19.98 bc	32.98 cde	1.7 g	17.11 cde	7.66 f	28.05 g
قطره طلا		دو	2.02 g	11.15 e	1.44 bc	46.35 ab	0.95 fg	23.16 a	33.17 cd	1.64 g	17.9 cde	6.33 g	43.55 f
قطره طلا		چهار	1.47 h	10.61 ef	0.88 ef	44.32 bc	1.4 ef	22.74 a	31.66 def	1.88 g	19 cde	5.16 h	45.05 f
قطره طلا		شش	1.92 i	10.31 ef	0.88ef	44.32 bc	1.23 efg	22.34 ab	31.52 def	2.29 g	19.46 c	3.83 i	44.6 f
سیمکا		صفر	8.73 a	14.83 bc	1.58 ab	32.99 d	15.63 b	7.52 ef	51.73 a	9.09 cd	31.05 a	10.61 e	90.13 ab
سیمکا		دو	6.03 b	14.5 bcd	1.25 c	32.70 d	16.54 ab	7.44 ef	38.1 b	8.4 de	26.46 b	11 e	90.85 abcd
سیمکا		چهار	4.11 c	15.45 b	0.76 g	33.20 d	17.3 ab	7.24 fg	31.16 bc	8.08 de	23.69 b	10.5 e	84.77 abcd
سیمکا		شش	3.92 de	17.23 a	0.71 g	33.57 d	17.17 ab	8.07 ef	35.75 bc	7.1 de	19.23 cd	10.84 e	73.49 e
Supreme Pluot	Flavor	صفر	6.58 b	14.6 bcd	1.29 c	44.55 c	0.92 fg	19.59 bc	33.01 cde	11.69 bc	9.23 h	16.33 a	83.42 cd
Supreme Pluot	Flavor	دو	6.06 b	14.5 bcd	0.98 de	44.68 bc	1.97 e	19.32 bc	29.66 fg	12.44 b	10.67 gh	15 ab	85.95 abcd
Supreme Pluot	Flavor	چهار	4.54 cd	14 bcd	1.06 d	48.70 a	3.99 d	18.65 c	29.55 fg	13.59 b	11.73 g	11.66 de	85.87 bcd
Supreme Pluot	Flavor	شش	2.5 de	13.98 bcd	0.99 de	47.71 ab	5.67 d	18.23 c	29.11 fg	18.06 a	14.75 ef	11.66 de	82.53 d

ظرفیت آنتی اکسیدانی: ظرفیت آنتی اکسیدانی ارقام "ژاپنی" و "Flavor Supreme Pluot" در طول زمان ثابت بود ولی در رقم "قطره طلا" افزایش یافت. در رقم "سیمکا" تا پایان هفته چهارم ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روند ثابتی را داشت ولی در هفته ششم کاهش یافت (جدول ۱). رقم ژاپنی با ۸۸/۶۹ درصد ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاترین ظرفیت آنتی اکسیدانی را در بین ارقام مورد آزمایش در پایان دوره آزمایشی دارا بود و کمترین میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی در رقم "قطره طلا" با ۴۰/۳۱ درصد مشاهده شد. عمده ترکیبات فنلی میوه‌های آلو در پوست میوه تجمع دارند و همبستگی مثبتی بین شدت رنگ پوست میوه و مقدار ترکیبات فنلی کل در آلوها وجود دارد (Tomas-Barberan et al., 2001) و همبستگی مثبتی بین مقدار ترکیبات فنلی میوه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها وجود دارد (Kim et al., 2003). رقم "ژاپنی" با دارا بودن بالاترین میزان شاخص a^* پوست میوه و احتمالا به دلیل بالا بودن مقدار ترکیبات فنلی و به خصوص آنتوسیانین‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی را در طول دوره انبار دارا بوده است. همچنین بالاترین میزان ویتامین ث به عنوان یکی از ترکیبات بیواکتیو دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی، در رقم "ژاپنی" و "Flavor Supreme Pluot" و پایین‌ترین میزان آن در رقم "قطره طلا" مشاهده شد.

دمای انبار بر ظرفیت آنتی اکسیدانی ارقام "ژاپنی"، "قطره طلا" و "Flavor Supreme Pluot" اثر معنی‌داری نداشت ولی در رقم "سیمکا" کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در دمای صفر درجه سانتی‌گراد رخ داد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ارقام مورد بررسی در طول دوره انبارمانی در دمای پنج درجه سانتی‌گراد ثابت بود ولی در دمای صفر درجه سانتی‌گراد در هفته دوم آزمایش افزایش ناگهانی در آنتی‌اکسیدان کل ارقام مشاهده شد که احتمالاً به دلیل تنش وارد شده به ارقام در هفته دوم ارزیابی و ورود میوه‌ها از شرایط مزرعه به شرایط سرد انبار بوده است، سپس ظرفیت آنتی اکسیدانی ارقام تا هفته چهارم روند ثابتی داشت و در هفته ششم کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد. زمان و دمای انبار بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه-های مختلف اثرات متفاوتی را نشان داده است. افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیب در بررسی (Tarozzi et al., 2004)، عدم تأثیر انبار بر خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گوجه فرنگی در بررسی (Toor etb al., 2006) کاهش فعالیت آنتی رادیکالی میوه ها با انباردری طولانی مدت میوه انار در بررسی (Arendse et al., 2012) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج به دست آمده اثر معنی‌دار طول مدت انبارمانی را بر بیشتر فاکتورهای اندازه‌گیری شده نشان داد ولی دمای انبار تأثیر چندانی بر کیفیت انبارمانی ارقام بررسی شده نداشت. تنها در برخی از فاکتورهای اندازه‌گیری شده مانند سفتی و درصد کاهش وزن میوه تأثیر مطلوب دمای پایین (صفر درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد و به نظر می‌رسد که انبارمانی آلو در دماهای خنک‌تر می‌تواند نتایج مطلوب‌تری را به همراه داشته باشد. ارقام "Flavor Supreme Pluot" و "سیمکا" با بالاترین میزان سفتی،کمترین کاهش وزن، بیشترین میزان TSS و بالاترین میزان ماده خشک بهترین کیفیت انبارمانی و رقم" قطره طلا" پایین‌ترین کیفیت انبارمانی را دارا بودند. ارقام "سیمکا" و "Flavor Supreme Pluot" نسبت به دو رقم دیگر دیررس‌تر بوده و در زمان برداشت کیفیت مناسبی را از لحاظ میزان سفتی بافت میوه، شاخص طعم میوه، وزن خشک و خصوصیات بیوشیمیایی داشتند و در پایان دوره ۱/۵ ماهه انبارمانی نیز هم از لحاظ ویژگی‌های ظاهری میوه و هم از جنبه فاکتورهای کیفی اندازه‌گیری شده کیفیت انبارمانی بالایی را نشان دادند. رقم "قطره طلا" در پایان دوره آزمایشی با قهوه‌ای شدگی هم در پوست میوه و هم در گوشت میوه مواجه شد و میزان بسیار پایین سفتی بافت میوه و درصد کاهش وزن بالای این رقم حاکی از کیفیت نامطلوب انبارمانی در این رقم می‌باشد که از هفته دوم ارزیابی‌ها این روند نزولی در تمام فاکتورهای اندازه‌گیری شده نمایان گشت. بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ویتامین ث نیز در رقم ژاپنی مشاهده شد. با توجه به اینکه عمده ترکیبات فنلی میوه‌های آلو در پوست میوه تجمع دارند و همبستگی مثبتی بین شدت رنگ پوست میوه و مقدار ترکیبات فنلی کل در آلوها وجود دارد و همبستگی مثبتی بین مقدار ترکیبات فنلی میوه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها وجود دارد رقم "ژاپنی" با دارا بودن بالاترین میزان شاخص a^* پوست میوه و احتمالا به دلیل بالا بودن مقدار ترکیبات فنلی و به خصوص آنتوسیانین‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی را در طول دوره انبار دارا بوده است.

منابع

IrHC2019

1. Arendse, E., Fawole, O.A., and Opara, U.L. (2014). Influence of storage temperature and duration on postharvest physico-chemical and mechanical properties of pomegranate fruit and arils. Journal of Food, 12: 389–398.
2. Arion, C.M., Tabart, J., Kevers, C., Niculaua, M., Filimon, R., Beceanu, D., and Dommes, J. (2014). Antioxidant potential of different plum cultivars during storage. Food Chemistry, 146:485–491.
3. Crisosto, C.H., Garner, D., Crisosto, G.M., and Bowerman, E. (2004). Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. Postharvest Biology Technology, 34: 237-244.
4. Fawole O.A and Opara U.A. 2013. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. Industrial Crops and Products, 47: 300– 309.
5. Ghafir, S. A. M., S. O. Gadalla, B. N. Murajei and M. F. El- Nady (2009). Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. African Journal of Plant Sciece. 3: 133-138.
6. Jan, I., and Rab, A. (2012). Influence of storage duration on physic-chemical changes in fruit of apple cultivars. The Journal of Animal and Plant Sciences, 22: 708-714.
7. Khorshidi, J., Fakhr Tabatabaei, M., & Mir Ahmadi, F. (2010) Storage Temperature Effects on the Postharvest Quality of Apple (*Malus domestica*. cv.Red Delicious). New York Science Journal, 3:67-70.
8. Kim D.O., Chun O.K., Kim Y.J., Moon H.Y., and Lee C.Y. 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51:6509–15.
9. Koyuncu M.A., and Dilmacunal T. 2010. Determination of vitamin C and organic acid changes in strawberry by HPLC during cold storage. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38: 95-98.
10. Lee, S.K., and Kader, A.A. (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin c content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology, 20: 207-220.
11. Menniti, A.M., Gregori, G., and Donati, I. (2004). 1-methylcyclopropene retards postharvest soft ening of plums. Postharv Biology and Technology, 31: 269-275.
12. Menzel, A., Fabian, P., (1999). Growing season extended in Europe. international weekly Journal of Science, 397-659.
13. Ozturk, B., Kucuker, E., Karaman, E., and Ozkan, K. (2012). The effects of cold storage and aminoethoxyvinylglycine (AVG) on bioactive compounds of plum fruit (*Prunus salicina* Lindell cv. 'Black Amber'). Postharvest Biology and Technology, 72:35–41.
14. Park, Y.S., Im, M.H., Choi, J.H., Lee, H.C., Ham, K.S., Kang, S.G., Park, Y.K., Suhaj, M., Namiesnik, N., and Gorinstein, s. (2014). Effect of long-term cold storage on physicochemical attributes and bioactive components of kiwi fruit cultivars. Journal of Food, 12:360-368.
15. Roongruangsri, W., Rattanapanone, N., Leksawasdi, N., and Boonyakiat, D. (2013). Influence of storage conditions on physico-chemical and biochemical of two tangerine cultivars. Journal of Agricultural Science, 5: 70-84.
16. Tarozzi A., Marchesi A., Cantelli-Forti M., Hrelia P. 2004. Cold-storage affects antioxidant properties of apples in caco-2 cells. American Society for Nutritional Sciences, 1105-1109.
17. Tomas-Barberan F. A., Gil M. I., Cremin P., Waterhouse A.L., Hess-Pierce B., and Kader A.A. 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches and plums. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 4748–4760.
18. Toor R.P., and Savage G.P. 2006. Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. Food Chemistry, 99:724–727.

IrHC2019

The Evaluation of variations of four plum cultivars during storage period at zero and five degree centigrade

Zahra Falati [1*], Mohamad Reza Fatahi Moghadam [2] and Ali Ebadi [3]
MS degree graduated in physiology and breeding of fruit trees in University of Tehran.
[2] Professor, Dept. of Horticultural Science and Landscape, College of Agriculture and Natural Resources, the University of Tehran
[3] Professor, Dept. of Horticultural Science and Landscape, College of Agriculture and Natural Resources, the University of Tehran
Corresponding Aouthor: zahra.falati@alumni.ut.ac.ir

Abstract
Temperature management in storage conditions because of adjustment the rate of all physiological and biochemical process, is one of the most important tools for extending the postharvest life of fruits. In this study storage of 4 plum cultivars (Japanese, Golden Drop, Simka and Flavor Supreme Pluot) was investigated. Fruits harvested at commercial maturity stage, then were stored at 0 and 5°C and 85-90% relative humidity and evaluated for different parameters such as firmness, soluble solids amount, titrable acid, fruit flavor index, skin and flesh color, vitamin C amount and antioxidant capacity every two weeks. Results showed that storage duration had a significant effect on all measured factors but temperature had no effect on fruit quality. Flavor Supreme Plout and Simka cultivars had highest firmness, minimum and maximum TSS after storage while Golden Drop had the lowest quality. The highest antioxidant activity and vitamin C amount were observed in the Japanese cultivar.

***Keywords*:** Commercial maturity, firmness, fruit color indices, Antioxidant capacity.

IrHC2019