فصلنامه‌ی فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فرآورده‌های باغی
سال اول، شماره‌ی اول، تابستان ۱۳۹۱
صص ۶۱-۴۵

بررسی رسیدن روی بوته، رسیدن پس از برداشت و مدت انبارداری بر ترکیبات فنولی، مقدار کاروتنوئید و کیفیت پس از برداشت میوه گوجه فرنگی رقم فادو

مسعود زاده باقری *

استادیار، گروه علوم باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، استان فارس- ایران

سیده ندا سیف

دانشجوی دکترای تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

میوه گوجه فرنگی به دلیل قابل دسترس بودن در تمامی طول سال و داشتن ترکیبات مفید برای سلامتی، یکی از مهمترین سبزیجات در جهان است. نشان داده شده است که پروسه رسیدن و دمای انبارداری می تواند به میزان زیادی بر روی ترکیب غذایی نهایی میوه تاثیر گذار باشد و با اینکه زمان بین برداشت و مصرف میوه می تواند بیشتر از چندین هفته طول بکشد، تغییرات بیوشیمیایی در میوه اتفاق می افتد که روی ارزش تغذیه ای آن تاثیر گذار است. به منظور مطالعه تفاوت های ممکن در میزان مواد فنولی، کاروتنوئیدها و کیفیت پس از برداشت میوه گوجه آزمایشی به صورت طرح فاکتوریل (فاکتور A با ۳ سطح، مراحل رسیدن میوه و فاکتور B با ۳ سطح، مدت انبارداری) در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تکرار انجام گرفتو صفاتی از قبیل درصد کاهش وزن و ویتامین C، غلظت مواد جامد محلول، سفتی بافت، مقادیر ترکیبات فنولیک، کاروتنوئیدها و کلروفیل در ۳ مرحله رسیدن و در طول دوره انبارداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر آن بود که زمان برداشت و مرحله رسیدن تاثیر معنی داری را بر صفات فوق داشتند و بیشترین میزان مواد فنولیکی و ویتامین ث به دومین مرحله رسیدن اختصاص داشت. در طول دوره انبارداری کاهش معنی داری در میزان ترکیبات فنولیک، سفتی بافت، میزان ویتامین ث، درصد کاهش وزن و محتوای کلروفیل میوه ها و افزایش معنی داری در محتوای کاروتنوئید میوه ها مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی:گوجه فرنگی، دوره انبارداری، مواد فنولیکی، کاروتنوئید

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: zadehbagheri@iaushiraz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۵ / ۱۲ / ۱۳۹۰ ، تاریخ پذیرش: ۴/ ۴ /۱۳۹۱

مقدمه

گوجه فرنگی یک محصول غذایی قابل توجه با بیشتر از ۱۲۶ میلیون تن برداشت در جهان در سال ۲۰۰۷(FAO, 2009) و مورد توجه بودن آن از طریق مصرف بالا، قابلیت دسترسی در تمامی طول سال و مزیت های قابل توجهی که برای سلامتی انسان دارد، مشخص شده است. این میوه حاوی سطوح بالای کاروتنوئیدها، فنولیک‌ها، ویتامین ث و آنتی اکسیدانت‌ها (Abushita *et al.*, 2000; Pila *et al.*, 2010) است، که در پیشگیری از بسیاری از انواع سرطان ها و بیماری های قلبی دارای اهمیت است(Pila *et al.*, 2010). میوه گوجه فرنگی به دلیل داشتن بافت نرم و آبکی، در زمان بعد از برداشت از فسادپذیری بالایی برخوردار است به‌ویژه زمانی که بافت میوه نرم، فاصله محل تولید تا مصرف زیاد و شرایط حمل و نقل و نگهداری مناسب نباشد، درصد ضایعات میوه بسیار بالا می رود. هراندازه سفتی بافت میوه بیشتر باشد، میوه از قدرت نگداری بهتر و ضایعات کمتری برخوردار خواهد بود(Madhavi *et al.*, 1998). علاوه بر این، در میوه گوجه فرنگی رنگ یکی از مهمترین اجزا کیفی است. پروسه رسیدن گوجه فرنگی بخوبی از طریق ارزیابی رنگ سطح میوه مشخصمی شود(Hertog *et al.*, 2007). رسیدن میوه گوجه فرنگی یک پروسه پیچیده ژنتیکی و برنامه‌ریزی شده است که تغییرات نمایشی در رنگ، بافت، طعم و ترکیبات شیمیایی گوشت میوه را به اوج می رساند(Pek & Helyes, 2010). رسیدن این محصول به میزان گسترده‌ای با هدف طولانی کردن ثبات، رنگ و عمر پس از برداشت مورد مطالعه قرار گرفته است. در گوجه فرنگی به عنوان یک میوه فرازگرا، رسیدن میوه می تواند پس از برداشت اتفاق بیفتد. نشان داده شده است که پروسه رسیدن و دمای انبار می تواند به میزان زیادی بر روی ترکیب غذایی نهایی میوه تاثیر گذار باشد(Madhavi *et al.*, 1998). در مطالعات فیزیولوژی پس از برداشت زیادی به بررسی تاثیر اتمسفرهای کنترل شده و تعدیل یافته و دماهای پایین روی برخی صفات کیفی گوجه‌فرنگی از قبیل عمر پس از برداشت و تغییرات در رنگ پرداخته شده است(Bhowmik & Pan, 1992). نتایج حاصل از تحقیقات بیانگر آن است که از عوامل اصلی مفروض و موثر بر لیکوپن و فعالیت آنتی اکسیدان گوجه، تاثیرات فاکتورهای محیطی در طول رسیدن روی بوته، عملیات کشاورزی و روش های فرآوری است(Dumas *et al.*, 2003). در هر حال اطلاعات محدودی روی تاثیر شرایط انبارداری پس از برداشت بر غلظت کاروتنوئیدها و ظرفیت آنتی اکسیدان گوجه فرنگی وجود دارد(Pila *et al.*, 2010). برداشت در مرحله مناسبی از بلوغ برای رسیدن به بهترین کیفیت و اغلب برای حفظ کیفیت پس از برداشت در طول انبار لازم است(Crisosto, 1994; Tavarini *et al.*, 2008). تسریع یا تأخیر در برداشت سبب می‌شود که صفات مورد نظر (طعم، مزه و ارزش غذایی) کاهش یابد یا این که حساسیت فرآورده نسبت به بیماری‌ها و عوامل فاسد کننده تشدید شود(خوشخوی و همکاران، ۱۳۷۳). ترکیبات فنولیک از متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند و بطور معمول درگیر دفاع در برابر اشعه ماوراء بنفش یا حمله بوسیله پاتوژن‌ها

هستند. بسیاری از ترکیبات فنولیک بویژه اسیدهای فنولیک، بطور مستقیم در پاسخ گیاهان به انواع تنش‌های مختلف درگیر هستند. برای مثال، اسیدهای فنولیک به وسیله لیگنینی شدن ناحیه آسیب دیده به التیام دادن کمک می‌کنند. به علاوه این ترکیبات دارای بخش‌های ضدمیکروبی هستند و غلظت آنها ممکن است بعد از عفونت افزایش یابد.هم‌چنین برخی از فلاونوئیدها و ترکیبات ستیل بن نیز می‌توانند با مقاومت میزبان در برابر پاتوژن در ارتباط باشند.پیشنهاد می‌شود که پروآنتوسیانیدین‌ها به وسیله التیام و بهبود بخشیدن استحکام دیواره سلولی، جلوگیری از رشد اسپور قارچ‌ها و محدود کردن رشد باکتریایی به وسیله یک سد حفاظتی درگیر دفاع در برابر پاتوژن‌ها هستند. سایر وظایف مهم ترکیبات فنولیک در سیستم دفاعی میوه‌ها، نقش آنها به عنوان فیلترها است که از ساختارهای سلولی حساس در برابر اشعه ماوراء بنفش حفاظت می‌کنند. این فیلترها به طور عمده شامل فلاونول‌ها هستند و در پوست میوه‌ها قرار دارند. به علاوه به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی آنها، این ترکیبات می‌توانند به عنوان محافظ در برابر اکسیداسیون نوری به وسیله نور ماوراء بنفش باشند(Hamauzu, 2006). این ترکیبات هم‌چنین می‌توانند به رنگ‌گیری گیاهان کمک کنند. ترکیبات فنولیک به عنوان یکی از کاربردی‌ترین اجزای تشکیل دهنده مواد غذایی در میوه‌ها شناخته می‌شوند و با کیفیت حسی میوه‌ها از جمله رنگ، سفتی، طعم و بو (Hamauzu, 2006; Kim *et al.*, 2003)، گسی و تلخی(Dumas *et al.*, 2003) و جنبه‌های دیگر کیفیت از جمله سلامتی در ارتباط هستند(Hamauzu, 2006). اسیدهای فنولیک به دو گروه می‌توانند تقسیم شوند: مشتقات هیدروکسی بنزوئیک اسید[۱] و مشتقات هیدروکسی سینامیک اسید[۲]. هیدروکسی سینامیک اسیدها که اجزای اصلی تشکیل دهنده آنها پی ـ کوماریک اسید[۳]، کافئیک اسید[۴]، فرولیک اسید[۵] و سیناپیک اسید[۶] هستند، معمولاً بیشتر از مشتقات هیدروکسی بنزوئیک اسید مشاهده می‌شوند. این اسیدهای فنولیک به طور معمول به شکل‌های ترکیبی وجود دارند از جمله مشتقات گلوکوزیدی یا استرهای کوئینیک اسید[۷]، شیکیمیک اسید[۸] و تارتاریک اسید[۹].هیدروکسی بنزوئیک اسیدها به طور معمول جزء ترکیبات فنولیک فرعی در گیاهان می‌باشند(Bunea *et al.*, 2008). از بین ترکیبات فنولیکی، فلاونوئیدها بهتر از بقیه شناخته

[1]Hydroxybenzoic acid
[2]Hydroxycinnamic acid
[3]P-Coumaric acid
[4]Caffeic acid
[5]Ferulic acid
[6]Sinapic acid
[7]Quinic acid
[8]Shikimic acid
[9]Tartaric acid

شدند. این گروه در میوه‌ها و سبزیجات (به استثناء جلبک و قارچ) خیلی معمول هستند. محصولات غذایی که از لحاظ فلاونوئیدها غنی هستند، سبزیجات برگ سبز و زرد و قرمز (برای مثال پیاز، کلم، کلم بروکلی، گل کلم، کلم بروکسل، گوجه‌فرنگی و فلفل)، میوه‌ها (برای مثال گریپ فروت، پرتقال، بری‌ها، مویز (کشمش بی‌دانه) قرمز و سیاه، انگور سیاه و سیب)، چای (به خصوص چای سبز) می‌باشند(Brant *et al*., 2006).فلاونوئیدها می‌توانند به ۶ گروه تقسیم شوند: فلاونول‌ها[1]، فلاون‌ها[2]، ایزوفلاون‌ها[3]، فلاوانون‌ها[4]، فلاوانول‌ها[5] و آنتوسیانیدین‌ها[6]. این این ترکیبات با کیفیت میوه‌ها از جمله رنگ، سفتی، طعم و بو در ارتباط هستند(Hamauzu, 2006; Tomas-Barberam *et al*., 2001; Veberic *et al*., 2008).بنابراین مهم است که تغییرات ترکیبات فنولیک میوه‌ها را بشناسیم و بدانیم که چگونه تحت شرایط محیطی خاص تغییر می‌کنند(Hamauzu, 2006).در میان عواملی که می‌تواند سطوح فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنولیک را در میوه‌ها تحت تأثیر قرار دهد گونه، اندازه و بافت میوه‌ها، نحوه آماده کردن نمونه‌ها و شرایط انبار (برای مثال زمان و درجه حرارت) می‌تواند مورد توجه باشد(Patthamakanokporn *et al*., 2008). هدف از این پژوهش بررسی تاثیر مرحله رسیدن، زمان برداشت و انبارداری بر میزان مواد فنولیک، کاروتنوئیدها و کیفیت پس از برداشت گوجه فرنگی و یافتن زمان مناسب برداشت جهت افزایش عمر انبارداری، حفظ کیفیت و حفظ حداکثر مواد مغذی است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر زمان برداشت و مدت انبارداری بر میزان مواد فنولیکی و کیفیت پس از برداشت و عمر انباری میوه گوجه فرنگی، میوه ها از یکی از گلخانه های منطقه کوار استان فارس، در ۳ مرحله رنگ گیری(۱/۳ رنگ گیری، ۲/۳ رنگ گیری و قرمز نارس) به روش صحیح برداشت وبا رعایت اصول جابجایی به آزمایشگاه حمل گردیدند.میوه های سالم توسط دستمال مرطوب به آهستگی تمیز و میوه های مربوط به هر زمان برداشت کدگذاری شدند و سپس در پاکت های پلاستیکی معمولی و سبد پلاستیکی قرار داده شده و به سردخانه با دمای ۵ درجه سانتیگراد منتقل گردیدند. جهت بررسی خصوصیات کمی و کیفی میوه ها و تاثیر تیمارهای به کار رفته، هر ۷ روز یک بار، ۴ تکرار از هر تیمار به طور تصادفی از سردخانه بیرون آورده شدو صفاتی از قبیل درصد کاهش وزن، مواد جامد محلول، سفتی بافت، مواد فنولیک،

[1]Flavonols
[2]Flavones
[3]Isoflavone
[4]Flavanone
[5]Flavanols
[6]Anthocyanidins

کاروتنوئیدها، کلروفیل a، کلروفیل bمیزان ویتامین C در ۱۰۰ سی سی آب میوه، اندازه گیری شد. این پژوهش به صورت آزمایشات فاکتوریل (فاکتور A با ۳ سطح، مراحل رسیدن میوه و فاکتور B با ۳ سطح، مدت انبارداری) بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تکرار انجام گرفت. آنالیز داده ها به کمک نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. رسم شکل‌ها به کمک نرم‌افزار Excel انجام پذیرفت.

اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل (TSS): مواد جامد محلول کل توسط دستگاه رفراکتومتر[1] مدل Atago GT-3 اندازه‌گیری شد.

اندازه گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید: میزان کلروفیل و کاروتنوئید با استفاده از روش Non-maceration اندازه گیری گردید. نمونه های برگی (۵۰ میلی گرم) در ۵میلی لیتر سولفوکسید دی متیل در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده شد. میزان جذب در طول موج های ۶۴۹، ۶۶۵ و ۴۸۰ نانومتر اندازه گیری شد و مقدار کلروفیل a و b و کاروتنوئید مطابق با روش لیچتنتیلر[2] و ولبرم[3] محاسبه شد (Lichtenthaler & Wellburm, 1983).

Chlorophyll a: (12.47×A665) – (3.62×A649)
Chlorophyll b: (25.06×A649) – (6.50×A665)
Carotenoids: (1000A480 – 1.29a – 53.78cb)/220

اندازه‌گیری سفتی بافت میوه: اندازه‌گیری میزان سفتی، استحکام یا تُردی بافت (گوشت) میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج یا نفوذسنج[4]یا فشارسنج میوه (فشار آزما) اندازه‌گیری می‌شود. در این تحقیق جهت اندازه‌گیری سفتی بافت از سفتی‌سنج دستی مدل FT 327 و پیستون با قطر ۸ میلی‌متر استفاده شد.

تعیین درصد کاهش وزن: به منظور اندازه گیری درصد کاهش وزن میوه ها، قبل از انبارداری و پس از دورهانبارداری در سردخانه و ۳ روز نگه داری در دمای اتاق، وزن خالص میوه ها با ترازوی دقیق اندازه گیری شد. سپس درصد کاهش وزن هر تکرار از طریق فرمول زیر محاسبه گردید.

درصد کاهش وزن = (وزن اولیه /وزن ثانویه - وزن اولیه) ×۱۰۰

اندازه‌گیری مواد فنولیک: ابتدا به ۱ گرم از عصاره میوه ۱۰ سی سی استون ۸۰٪ اضافه می‌شود. سپس به مدت یک ساعت در شرایط تاریکی شیک می‌شود (دور آن فویل آلومینیومی

[1]Refractometer
[2]Lichthenthaler
[3]Welburm
[4]Penetrometer

کشیده می شود) و بعد از آن به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰gسانتریفیوژ خواهد شد. ۵۰ میکرولیتر از عصاره بدست آمده با ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر و ۲/۵ سی‌سی معرف فولین کالتیو[1] (۰/۱) مخلوط و بعد از ۳ دقیقه، ۲ سی سی از Na_2CO_3 ۷/۵ ٪ به آن اضافه می‌شود. محلول در فویل آلومینیومی پیچیده و به مدت ۱۵ دقیقه در بن ماری ۴۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری می شود. بعد از آن به محلول فرصت داده می شود تا به درجه حرارت ۲۵– ۲۲ درجه سانتی‌گراد برسد. سپس جذب به وسیله دستگاه اسپکترفتومتر[2] در طول موج ۷۶۵ نانومتر بوسیله معرف شاهد تعیین می‌شود و با غلظت‌های مختلف معرف، منحنی استاندارد رسم خواهد شد(Cevallos-casals *et al*., 2006).

اندازه‌گیری ویتامین ث: برای اندازه گیری ویتامین ث (میلی گرم 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).

نتایج وبحث

ترکیبات فنولیک

بررسی جدول ۱ نشان می دهد که زمان برداشت بر میزان ترکیبات فنولیک در سطح ٪۵ آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار بود. دومین زمان برداشت بیشترین تاثیر را روی میزان ترکیبات فنولیک داشته که اختلاف آن با سایر زمان های برداشت معنی داربود. بیشترین میزان ترکیبات فنولیک (۱۹/۴۲میلی‌گرم) مربوط به دومین زمان برداشت بوده است و پس از آن به ترتیب زمان های برداشت اول و سوم با مقادیر ۱۶/۰۵ و ۱۵/۳ قرار داشتند.با توجه به جدول ۱ مدت انبارداری در سطح ۱٪ آزمون LSD تاثیر معنی داری روی میزان ترکیبات فنولیک داشت. در میزان ترکیبات فنولیک تا پایان دوره انبارداری کاهش معنی داری مشاهده شد. لازم به ذکر است که کاهش مواد فنولیک در اواسط دوره انبارداری معنی دار نبود و بین میزان مواد فنولیک در دومین و سومین مرحله اندازه گیری اختلاف معنی داری مشاهده نشد.در رابطه با تاثیر متقابل زمان برداشت و مدت انبارداری بر میزان مواد فنولیکی، در سطح ۵٪ آزمون LSD معنی دار بود. بیشترین مواد فنولیک(۲۳/۰۲میلی‌گرم) در سومین مرحله برداشت مشاهده شد و پس از آن به ترتیب دومین زمان برداشت و سومین زمان برداشت با مقادیر ۲۲/۶۶ و ۲۲/۴۷میلی‌گرم قرار داشتند. در تمام زمان های برداشت کاهش معنی داری در میزان مواد فنولیک میوه‌ها مشاهده شد. در اولین مرحله برداشت بیشترین میزان مواد فنولیک(۲۲/۴۷میلی‌گرم) مربوط به زمان برداشت و کمترین میزان(۹/۴۴میلی‌گرم) مربوط به

[1]Folin-ciocalteus

[2]Spectrophotometer

زمان ۳ هفته پس از برداشت بود. در دومین زمان برداشت بیشترین میزان مواد فنولیک(۲۳/۹۳میلی‌گرم) در زمان یک هفته پس از برداشت مشاهده شد که اختلاف آن با مقادیر مواد فنولیک در زمان برداشت(۲۲/۶۶میلی‌گرم) و ۲ هفته پس از برداشت(۲۲/۶۸میلی گرم) در سطح ٪۵ آزمون LSD معنی دار نبود. در سومین زمان برداشت بیشترین میزان مواد فنولیک(۲۳/۰۲میلی گرم) در زمان برداشت مشاهده شد که پس از آن به ترتیب مراحل اندازه‌گیری دوم، سوم و چهارم با مقادیر ۱۳/۹۷، ۱۲/۷۴ و ۱۱/۴۶ قرار داشتند که کاهش از زمان یک هفته پس از برداشت تا پایان دوره در سطح ٪۵ آزمون LSD معنی دار نبود. در پایان دوره انبارداری بیشترین میزان مواد فنولیک(۱۱/۴۶میلی گرم) مربوط به سومین زمان برداشت بود و پس از آن به ترتیب اولین و دومین زمان برداشت با مقادیر ۹/۴۴ و ۸/۴۰ میلی گرم در مراحل بعدی قرار داشتند(شکل۱).

سطوح فنولیک‌ها در منابع گیاهی به برخی فاکتورها از جمله تکنیک‌های کشت (Kim *et al*., 2003; Tavarini *et al*. 2008) و فعالیت‌های باغبانی(Kim *et al*., 2003)، رقم (Kim *et al*., 2003; Tavarini *et al*. 2008)، شرایط رشد، شرایط آب و هوایی (Tavarini *et al*. 2008)، منطقه جغرافیایی (Kim *et al*., 2003)، فصل رشد، فرآیند رسیدن و بلوغ (Kim *et al*., 2003; Tavarini *et al*. 2008) و شرایط انبار پس از برداشت (Kim *et al*., 2003)، هم‌چنین شرایط فرآوری(Naczk, 2006; Tavarini *et al*., 2008) و غیره وابسته است. از آن جایی که بسیاری از ترکیبات فنولیک به طور مستقیم در پاسخ گیاهان به انواع تنش‌های مختلف در ارتباط هستند، برخی تیمارها از جمله در معرض دمای پایین قرار دادن و کنترل گازهای محیطی ممکن است متابولیسم این ترکیبات را در میوه‌ها تحریک کند و یا تغییر دهد. فعالیت برخی آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز ترکیبات فنولیک ممکن است بوسیله دمای پایین تحریک شود و منجر به افزایش ترکیبات فنولیک خاص در برخی موارد شود (Hamauzu, 2006). به عنوان مثال فعال‌سازی آنزیم فنیل آلانین آمونیلاز به وسیله دمای پایین برای چریمویا (انبار شده در ۶°C) پرتقال قرمز (انبار شده در ۴°C) و گلابی سرخ واریته رزماری (Rosemarie) در پاسخ به هوای سرد گزارش شده است(Hamauzu, 2006). هم چنین افزایش میزان ترکیبات فنولیک در طول انبار سرد در میوه های ۸ رقم از آلوهای اروپایی(Diaz-Mula *et al*. 2009) و کیوی(Tavarini *et al*., 2008)گزارش شده است. با این حال گزارشاتی نیز از کاهش ترکیبات فنولیک در طول انبار سرد در اسفناج (Bunea *et al*., 2008)، میوه‌های هلو رقم هارو دیاموند[1] (Tsantili*et al*., 2010) و سیب گرانی اسمیت[2] (Perez-Jlzarbe *et al*., 1997) در دسترس می‌باشد. درجه رسیدن به طور قابل ملاحظه‌ای غلظت و مقدار ترکیبات فنولیک مختلف را تحت تأثیر قرار می‌دهد. غلظت این ترکیبات به طور معمول در طول دوران

[1]Harrow Diamond
[2]GrannySmith

رسیدن میوه کاهش می‌یابد اما مقدار کل آن زمانی که میوه از لحاظ اندازه بزرگ می‌شود، افزایش می‌یابد. در لوکات[1] نئوکلروژنیک اسید در مراحل اولیه رشد و نمو میوه به عنوان یک ترکیب مهم و اصلی شناخته شده درحالی که کلروژنیک اسید در طول رسیدن افزایش یافته و در میوه رسیده به عنوان یک ترکیب مهم و اصلی می‌باشد. به طور طبیعی غلظت ترکیبات فنولیک در میوه جوان بالاتر است (Hamauzu, 2006).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییر	df	میانگین مربعات							
		سفتی بافت میوه	TSS	ویتامین ث	ترکیبات فنولیک	کلروفیل a	کلروفیل b	محتوای کارتنوئید	کاهش وزن میوه
مراحل رنگ گیری میوه (A)	۲	۹/۶۸**	۰/۳۵*	۰/۸۵**	۷۶/۹۷*	۰/۰۷**	۰/۰۸**	۵/۲۰**	۰/۰۰۳**
مدت زمان انبارداری (B)	۳	۱/۷۳*	۱/۰۹**	۲/۳۷**	۳۴۷/۰۹**	۰/۰۰۸**	۰/۰۲**	۰/۰۵	۰/۰۰۵**
اثر متقابل A×B	۶	۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۱۰	۴۸/۰۰*	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۷**	۰/۰۳	۰/۰۰۰۱*
خطای آزمایشی	۳۶	۰/۴۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۱۸/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۰	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۹/۹۵	۸/۳۶	۱۴/۹۴	۱۵/۲۱	۱۸/۲۰	۱۳/۱۰	۱۰/۲۳	۴/۴۹

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

سفتی بافت و درصد کاهش وزن

با توجه به جدول ۱ زمان برداشت تاثیر معنی داری روی سفتی بافت میوه داشت. مرحله برداشت اول بیشترین تاثیر را روی سفتی بافت میوه داشت و اختلاف میزان سفتی بافت در این زمان برداشت با سایر زمان های برداشت معنی دار بود (جدول ۲). نتایج نشان دهنده آن است که مدت انبارداری در سطح ۵ درصد آزمون LSD تاثیر معنی داری روی سفتی بافت میوه ها داشته همچنین زمان برداشت تاثیر معنی داری در سطح ۱درصد آزمون LSD بر درصد کاهش وزن داشت. بیشترین درصد کاهش وزن(۰/۰۴ درصد) در زمان برداشت سوم، و به ترتیب پس از آن زمان های برداشت دوم و اول با مقادیر ۰/۰۲ درصد و ۰/۰۱ درصد در رده های بعدی قرار دارند. اختلاف بین درصد کاهش وزن در زمان های مختلف برداشت معنی دار بوده است. همان گونه که جدول ۱ نشان می دهد مدت زمان انبارداری تاثیر معنی داری در سطح ۱ درصد بر درصد کاهش داشت. بیشترین درصد کاهش وزن(۰/۰۵ درصد) مربوط به پایان دوره انبارداری و کمترین میزان پس از اولین اندازه گیری مربوط به زمان یک هفته پس از برداشت بود. به ترتیب تا پایان دوره انبارداری افزایش معنی داری در درصد کاهش وزن میوه ها مشاهده شد که اختلاف بین این مقدار در تمامی زمان های اندازه گیری با یکدیگر معنی دار بود. نتایج

[1] Loquat

نشان دهنده آن است که تاثیر متقابل زمان برداشت و طول دوره انبارداری بر درصد کاهش وزن در سطح ۵ درصد معنی دار بود. در زمان یک هفته پس از برداشت در مرحله برداشت اول کاهش وزنی مشاهده نشد. بیشترین درصد کاهش وزن در سومین برداشت و با مقدار ۰/۰۴ درصد مشاهده شد. به ترتیب در طول مدت انبارداری سفتی بافت کاهش معنی داری نشان داد که تفاوت زمان های اندازه گیری دوم، سوم و چهارم معنی دار نبود. بخش خوراکی اغلب میوه‌ها بیشتر شامل پارانشیم و دیواره سلول است. دیواره سلول از ترکیبات مختلفی تشکیل یافته که مهم‌ترین آنها سلولز، همی‌سلولز، لیگنین و ترکیبات پکتیکی است. رسیدن میوه که در واقع آغاز مرحله پیری است، باعث تجزیه دیواره سلول شده، آن را نرم و قابل خوردن می‌سازد. تاثیر اتیلن بر روی صفاتی مانند سفتی بافت، TSS، اسیدهای آلی، مواد آروماتیک، ویتامین‌ها و غیره کاملا به اثبات رسیده است. سفتی بافت میوه تحت تاثیر یک سری عوامل قبل از برداشت مانند ژنتیک، عملیات داشت و برداشت و یک سری عوامل بعد از برداشت مانند سرمازدگی و شرایط انبار قرار می‌گیرد. هم‌چنین عوامل دیگری مانند ضخامت دیواره سلولی و یکپارچگی دیواره‌سلولی در سفتی بافت موثر است. از دست دادن رطوبت و کاهش فشار تورژسانس سلول کاهش سفتی بافت میوه‌ها را در انبار به دنبال خواهد داشت. عامل مهم در تغییر بافت یا نرم شدن میوه تجزیه پلی ساکاریدهای ساختمانی به ویژه ترکیبات پکتیکی و تا حدودی همی-سلولز است. در نتیجه این تجزیه، دیواره سلول ضعیف شده و اتصالات بین آنها سست می‌شود. آنزیم‌های پکتین استراز یا پکتین متیل استراز (PME)، پلی گالاکترونازها (PG) و پکتین ترانس الیمینازها (PTE) باعث تجزیه این ترکیبات می‌شوند (اثنی عشری، ۱۳۷۸). اتیلن در از دست دادن سفتی بافت میوه نقش دارد. این هورمون به دلیل تنظیم بیان ژن‌ها و آنزیم‌های دخیل در واکنش‌های مربوط به دیواره سلولی باعث تغییر در سفتی بافت میوه می‌شود. به طور معمول دمای پایین می‌تواند سبب القا و بیان ژن‌های دخیل دربیوسنتز اتیلن از جمله ACC اکسیداز و ACC سنتتاز شود (اثنی عشری، ۱۳۷۸).

مواد جامد محلول

زمان های مختلف برداشت بر میزان مواد جامد محلول در سطح ۵ درصد (جدول ۱) معنی دار بود. زمان برداشت بیشترین تاثیر را روی مواد جامد محلول داشت که اختلاف آن با زمان برداشت اول معنی دار بود. به ترتیب از اولین زمان برداشت تا سومین زمان برداشت در میزان مواد جامد محلول افزایش معنی داری مشاهده شد. مدت انبارداری بر میزان مواد جامد محلول در سطح ۵ درصد معنی دار بود. بیشترین میزان مواد جامد محلول(۵/۰۷ درصد) در ۳ هفته پس از شروع انبارداری مشاهده شد که اختلاف آن با درصد مواد جامد محلول در سایر زمان های انبارداری معنی دار بود (جدول ۲). در طول توسعه میوه تغییراتی در طعم میوه اتفاق می‌افتد. تغییر طعم در میوه رسیده به دلیل 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 شیرین شدن و دیگری نرم شدن بافت است. تجزیه نشاسته توسط آنزیم‌های فسفوریلاز و یا آمیلاز انجام می‌گیرد. اگر میوه‌ای هنگام رسیدن فاقد نشاسته باشد، شیرینی آن تغییر نمی‌کند، بنابراین بایستی در تعیین زمان مناسب برداشت دقت نمود(اثنی عشری، ۱۳۷۸) نتایج این آزمایش با اظهاراتJavanmardi & Kubota (2006) همخوانی دارد.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل مراحل مختلف رنگ گیری و زمان برداشت میوه

صفت / مراحل رنگ گیری / مدت زمان انبارداری	محتوای کارتنوئید (میلی گرم/گرم)			کلروفیل a (میلی گرم/گرم)			کلروفیل b (میلی گرم/گرم)			ویتامین ث (mg/g 100FW)		
	A#	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
زمان برداشت	۰/۰۳a	۰/۴۳a	۱/۰۵a	۰/۱۹a	۰/۰۹a	۰/۰۳a	۰/۱۹a	۰/۱۷a	۰/۰۲a	۲/۰۰b	۲/۴۲b	۲/۰۴b
۱هفته پس از برداشت	۰/۰۴a	۰/۴۴a	۱/۱۴a	۰/۱۹a	۰/۰۹a	۰/۰۳a	۰/۱۹a	۰/۱۷a	۰/۰۲a	۲/۱۱b	۲/۴۹b	۲/۱۹ab
۲هفته پس از برداشت	۰/۰۵a	۰/۴۶a	۱/۲۱a	۰/۱۹a	۰/۱۲a	۰/۰۳a	۰/۱۹a	۰/۱۷a	۰/۰۲a	۲/۹۳a	۳/۱۳a	۲/۵۲ab
۳هفته پس از برداشت	۰/۰۵a	۰/۵۳a	۱/۲۴a	۰/۰۸b	۰/۰۸a	۰/۰۱a	۰/۰۷b	۰/۰۱b	۰/۰۲a	۳/۲۳a	۳/۲۵a	۲/۷۰a

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون LSD معنی‌دار نمی باشند

A، B و C: بترتیب مراحل مختلف رنگ گیری (A: مرحله رنگ گیری B۱/۳: مرحله رنگ گیری ۲/۳، C: قرمز نارس)

میزان ویتامین ث

زمان برداشت تاثیر معنی داری در سطح آزمون LSD بر میزان ویتامین ث میوه ها داشت. بیشترین میزان ویتامین ث (۲/۸۲میلی‌گرم) مربوط به دومین زمان برداشت و پس از آن به ترتیب اولین و سومین زمان برداشت با میانگین ویتامین ث برابر با ۲/۵۷ و ۲/۳۶ میلی گرم بودند. مدت انبارداری تاثیر معنی داری را در سطح ۱ بر ویتامین ث میوه ها داشت. به ترتیب از زمان برداشت تا پایان دوره انبارداری در میزان ویتامین ث میوه ها تغییر معنی داری مشاهده شد. بیشترین میزان ویتامین ث (۳/۰۶میلی گرم) مربوط به زمان برداشت و کمترین میزان (۲/۱۵میلی گرم) درپایان دوره انبارداری مشاهده شد که کاهش آن نسبت به اولین مرحله اندازه گیری معنی دار بود (جدول۲).

فاکتورهای بسیاری از قبیل اختلافات ژنوتیپی، شرایط آب و هوایی قبل از برداشت، عملیات زراعی و بلوغ و برداشت بر مقدار ویتامین ث در میوه ها تاثیر گذار است. مدیریت دما در پس از برداشت مهمترین فاکتور در حفظ ویتامین ث بوده و دماهای بالا و دوره انبارداری طولانی منجر به کاهش مقدار ویتامین ث می گردد. محصولات حساس به سرمازدگی در طول دوره انبارداری، کاهش بیشتری در مقدار ویتامین ث در دماهای پایین نشان می دهند و کاهش در مقدار ویتامین ث می تواند قبل از بروز هر گونه علائم ظاهری رخ دهد (Seung & Kader,

2000). ویتامین ث در محیط های فاقد اتیلن به مقدار قابل توجهی بالاتر است (Watada *et* (Agar *et al*., 1999; *al*., 1994 همچنین در رابطه با بسیاری از محصولات گزارش شده است که فرایند بلوغ باعث کاهش در مقدار ویتامین ث می گردد به علاوه از دست دادن آب در طول انبار یکی دیگر از دلایل زوال میوه‌ها است. کاهش وزن (از دست دادن آب) می‌تواند کاهش آسکوربیک اسید را سرعت بخشد (Nagy, 1980).

ادامه جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل مراحل مختلف رنگ گیری و زمان برداشت میوه

صفت / مراحل رنگ گیری / مدت زمان انبارداری	TSS (%)			سفتی بافت میوه (kg/cm^2)			مواد فنولیک (GAE mg/FW)			کاهش وزن میوه (درصد)		
	A#	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
زمان برداشت	۴/۲۲b	۴/۳۷b	۴/۶۷a	۴/۶۵a	۳/۸۷a	۳/۰۲a	۲۲/۴۷a	۲۲/۶۶a	۲۳/۰۲a	۰/۰۰c	۰/۰۰d	۰/۰۰d
۱هفته پس از برداشت	۴/۲۵b	۴/۳۷b	۴/۷۵a	۴/۱۷ab	۳/۱۲a	۲/۱۷ab	۱۷/۱۵ab	۲۳/۹۳a	۱۳/۹۷b	۰/۰۰c	۰/۰۲b	۰/۰۴c
۲هفته پس از برداشت	۴/۶۵ab	۴/۷۵ab	۴/۸۲a	۳/۷۷ab	۳/۰۷a	۲/۰۷b	۱۵/۱۵bc	۲۲/۶۸a	۱۲/۷۴b	۰/۰۱b	۰/۰۲b	۰/۰۵b
۳هفته پس از برداشت	۵/۰۵a	۵/۰۷a	۵/۱۰a	۳/۷۰b	۳/۱۷a	۲/۸۰ab	۹/۴۴c	۸/۴۰b	۱۱/۴۶b	۰/۰۴a	۰/۰۴a	۰/۰۶a

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون LSD معنی‌دار نمی باشند

A، B و C: بترتیب مراحل مختلف رنگ گیری (A: مرحله رنگ گیری B۱/۳: مرحله رنگ گیری ۲/۳، C: قرمز نارس)

محتوای کلروفیل a و کاروتنوئید

زمان برداشت در سطح ۱ درصد تاثیر معنی داری بر کلروفیل a میوه ها داشت. بیشترین مقدار کلروفیل a به اولین زمان برداشت اختصاص داشت و پس از آن تا سومین زمان برداشت مقدار کلروفیل a کاهش یافت که اختلاف بین مقدار کلروفیل در سه زمان برداشت معنی دار بود. در رابطه با تاثیر مدت انبارداری بر میزان کلروفیل a، جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که تاثیر آن بر کلروفیل میوه ها در سطح ۱ درصد معنی دار بود. مقدار کلروفیل a میوه ها از زمان برداشت تا پایان دوره انبارداری کاهش معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. لازم به ذکر است که کاهش از زمان اول به دوم و از زمان سوم به چهارم معنی دار نبود. در رابطه با تاثیر متقابل زمان برداشت و مدت انبارداری بر مقدار کلروفیل a، نتایج نشان می دهد که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار کلروفیل a در اولین زمان برداشت و کمترین مقدار در سومین زمان برداشت مشاهده شد. تا پایان دوره انبارداری در زمان های برداشت اول و دوم کاهش معنی داری در مقدار کلروفیل میوه ها مشاهده شد. در رابطه با مقدار کاروتنوئید نیز زمان برداشت تاثیر معنی داری در سطح ۱ درصد بر صفت مذکور داشت. سومین زمان برداشت بیشترین تاثیر را بر روی محتوای کاروتنوئید میوه ها داشت و اختلاف آن با سایر زمان های برداشت معنی دار بود. به طور کلی از اولین زمان برداشت تا سومین زمان برداشت کاروتنوئید میوه ها افزایش معنی‌داری را نشان داد. مدت انبارداری تفاوت معنی داری بر میزان کارتنوئید

نداشت. کمترین میزان کاروتنوئید در میوه ها در زمان برداشت و بیشترین میزان در پایان دوره انبارداری مشاهده شد که افزایش آن نسبت به زمان برداشت معنی دار بود. برهمکنش زمان برداشت و مدت انبارداری تفاوت معنی داری بر محتوای کارتنوئید نداشت. در زمان برداشت بیشترین میزان کاروتنوئید (۰/۵۵میلی‌گرم) در سومین زمان برداشت و کمترین مقدار (۰/۴۵میلی گرم) در اولین زمان برداشت مشاهده شد به همین ترتیب تا پایان دوره انبارداری نیز بیشترین میزان کاروتنوئید (۰/۶۹میلی‌گرم) در سومین زمان برداشت مشاهده شد. در تمام مراحل برداشت میزان کاروتنوئید از ابتدا تا پایان دوره انبارداری افزایش معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. Javanmardi & Kubota(2006)، گوجه‌فرنگی‌هایی را که به صورت هیدروپونیک رشد یافته بودند در طول ۲ هفته در دمای ۱۲ و ۵ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار دادند. در این آزمایش میزان فعالیت آنتی اکسیدانتی در طول انبار ۵ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با ۱۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و عنوان کردند که استرس سرما مسیرهایی که درگیر بیوسنتز ترکیبات دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانتی هستند را به سطوح بالاتر تولید انتقال می‌دهد در نتیجه لازم است که شرایط محیطی پس از برداشت برای افزایش ترکیباتی با فعالیت زیستی در میوه‌ها و سبزیجات تازه مورد توجه قرار گیرند (Ciesilk *et al*., 2006). همان گونه که گفته شد رسیدن میوه گوجه فرنگی تغییرات نمایشی را در عطر، رنگ و غیره به اوج می رساند. رنگ گیری میوه گوجه فرنگی قرمز رسیده نتیجه سنتز مجدد کاروتنوئیدها به‌ویژه لیکوپن و بتاکاروتن است که با تغییر در رنگ میوه، از سبز تا قرمز و تغییر شکل کلروپلاست‌ها به کروموپلاست مرتبط است (Brand *et al*., 2006). درتحقیقی که توسط Pek(2010) انجام شد، تغییرات رنگ و آنتی اکسیدان میوه های گوجه فرنگی رسیده روی بوته و رسیده در زمان پس از برداشت بررسی شد. تغییرات در رنگ میوه نگهداری شده در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد و میوه رسیده بر روی بوته میزان بالاتری لیکوپن در مقایسه با میوه های نگهداری شده در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد نشان دادند. دمای انبار به صورت مثبت بر اسکوربیک اسید و به صورت منفی بر لیکوپن تاثیر گذار بود (Pila *et al*., 2010).

منابع

اثنی عشری، م.، زکائی خسروشاهی، م.، ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

خوشخوی، م.، شیبانی، ب.، روحانی، ا.، تفضلی، ع.، ۱۳۸۱. اصول باغبانی. انتشارات دانشگاه شیراز.

Abushita, A. A., Daood, H. G., & Biacs, P. A., (2000). Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. J. Agr. Food Chem., 6: 2075-2081.

Agar I. T., Massantini, R., Hess-Pierce, B., & Kader, A. A., (1999). Postharvest CO2 and ethylen production on quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. J. Food sci., 64: 433-440.

Bhowmik, S. R., & Pan, J. C., (1992). Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. J. Food Sci., 57: 948-953.

Brand, S., Pek, Z., Barna, E., Lugasi, A., & Helyes, L., (2006). Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. J. Sci. Food Agr., 86: 568-572.

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

Cevallos-casals, B. A., Byrne, D., Okie, W. R., & Cisneros-Zevallos, L., (2006). Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. Food chemistry, 69: 273-280.

Ciesilk, E., & Adamus, W., (2006). contents of polyphenols in fruit and vegetables. Food chemistry, 94: 135-142.

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

Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., & Valero, D., (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.

Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., & Grolier, P., (2003). Review: Effects Of Environmental Factors And Agricultural Techniques On Antioxidant Content Of Tomatoe. J. Sci. Food Agric., 83: 369-382.

Food & Agriculture Organization of the United Nations. (2009). Crop Production Tomato FAOSTAT. 1. Nov. 2009.

http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567.

Hamauzu, Y., (2006). Role and evolution of fruit compounds during ripening and storange. Stewart Postharvest Rev. 2,5.

Hertog. M.L.A.T.M., Lammertyn, J., Scheerlinck, N., & Nicolai, B. M., (2007). The impact of biological variation on postharvest behavior: the case of dynamic temperature conditions. Postharvest biol. Technol., 43: 183-192.

Javanmardi, J., & Kubota, C., (2006). Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storange. Postharvest bioligy and technology, 41: 151-155.

Kim, D. O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y., (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums.Food chemistry, 81: 321-326.

Lichtenthaler, H. K., & Wellburm, W. R., (1983). Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem.Soc. Trans., 11: 591-192.

Madhavi, D. L., & Salunkhe, D. K., (1998). Production, Composition, Storage, And Processing. In: Salunkhe, D. K., Kadam, S. S. (Eds.), Tomato, Handbook Of Vegetable Science And Technology. Marcel Dekker, Newyork, 171-201.

Naczk, M., (2006). Phenolics in cereals, fruit and vegetables: occurrence, extraction and analysis. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41: 1523-1542.

Nagy S., (1980). Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. J. Agric., 28: 8-18.

Padda, M. S., & Picha, D. H., (2008). Effect of low tempereturestorange on phenolic composition and antioxidant activity of sweetpotatoes. Postarvest Biology and Technology, 47: 176-180.

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

Pek, Z., & Helyes, L., (2010). Color changes and antioxidant content of vine and postharvest-ripened tomato fruits. J. HortsCience., 45(3): 466-468.

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

Pila, N., Gol, N. B., & Rao. T. V. R., (2010). Effect of postharvest treatments on physicochemical characteristics and shelf life of tomato (Lycopersiconesculentum Mill.) fruits during storage. J. agric. & environ. Sci., 5: 470-479.

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

Seung K., & Kader, A. A., (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biol and Tech., 3: 207-220.

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

Tomas-Barberam, F. A., Gil, M. J., Gremin, P., Waterhouse, A. L., Hess-Pierce, B., & Kadar, A. A., (2001). Hplc-dadesims analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums.J.Agric. Food Chem, 49: 4748-4760.

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

Veberic, R., Colaric, M., & Stampar, F., (2008). Phenolic acid and flavonoids of fig fruit (Ficuscarica L.) in the northenmediterranean region. Food Chemistry, 106: 153-157.

Watada, A. E., Aulenbach, B. B., & Worthington, J. T., (1994). Vitamin A and C in ripe tomatoes as affe-cted by stage of ripeness at harvest and supplementary ethylene. J. Food Sci., 41: 856-858.

Postharvest Physiology and Technology of Horticultural Crops
No. 1, 2012: 45-61

Assessment of vine ripened, postharvest ripened and storage period on phenolic compounds, carotenoids content and postharvest quality of tomato

(*Lycopersicon esculentum* Mill. cv.Fado)

M. Zadehbagheri, S. N. Seif

Abstract

The tomato is one of the most important vegetables worldwide because of its high consumption year around availability and its large content of healt-related components. There is evidence that nutritional value of fruits can be affected from ripening process and storage temperature also with regard to this that the time between harvesting and consumption of fruit may be great and along this period biochemical changes occur, in order to surveying the variations in phenolic components, carotenoids and tomato postharvest quality as a model plant a factorial experiment (factor A with three levels, stages of ripening, and factor B with three levels, storage time) in complete randomized blocks was performed with four replications and factors such as percentage of weight loss and vit. C, soluble solids concentration(SSC), phenolic compounds, carotenoids and chlorophyll content and tissue solidity of postharvest and vine ripened tomatoes were tested. Results showed that harvest time and ripening stage had significant effect on tested traits. During storage there were observed significant decreasing in tissue solidity, vit. C and weight loss percentage, phenolic compounds and chlorophyll content and significant increasing in carotenoid content.

Key words: Tomato, Post-harvest, Phenolic compounds, Carotenoids