نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۵۵-۱۴۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 25, No. 2, Summer 2011, P. 147-155
ISSN: 2008 - 4730

تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی و کیفیت پس از برداشت میوه پرتقال های تامسون ناول و خونی در طی انبارداری

آزاده شجاع[۱]- محمود قاسم نژاد[۲*]- سید نجم الدین مرتضوی[۳]

تاریخ دریافت:۸۹/۱/۲۱
تاریخ پذیرش:۹۰/۲/۶

چکیده

ظرفیت آنتی اکسیدانی و کیفیت میوه ها در طی انبارداری معمولا تغییر می کند. در این پژوهش، تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی و کیفیت پس از برداشت میوه دو رقم پرتقال گوشت قرمز (خونی) «مورو» و «تاراکو» و پرتقال «تامسون» پس از ۶۰ روز انبارداری در دمای ۷ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد بررسی گردید. صفاتی چون کاهش وزن میوه، TSS، TA، TSS/TA، ویتامین ث، فنل کل، میزان آنتوسیانین و همچنین ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره با آزمون فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH تعیین گردید. کاهش وزن میوه ارقام خونی بطور معنی داری بیشتر از تامسون بوده و در طی نگهداری به تدریج افزایش یافته است. میزان TSS پرتقال های خونی در طی انبارداری کاهش معنی داری یافت، اما در پرتقال تامسون تقریبا بدون تغییر ماند. بلعکس، کاهش TA در پرتقال «تامسون» بیشتر بوده است. میزان ویتامین ث میوه در ضمن انبارداری اندکی افزایش یافته اما میزان فنل کل تنها در رقم تاراکو افزایش یافته است. نتایج نشان داد که ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه مرکبات در طی انبارداری کاهش یافت. رقم مورو با سنتز و تجمع آنتوسیانین در مرحله پس از برداشت بالاترین ظرفیت آنتی اکسیدانی را داشته است. در مجموع، نتایج نشان داد که کیفیت پرتقال در طی نگهداری طولانی مدت در انبار کاسته شد، اما ارقام خونی به دلیل سنتز آنتوسیانین و ترکیبات فنلی کمتر تحت تاثیر انبارداری طولانی مدت قرار گرفت.

واژه های کلیدی: پرتقال خونی، آنتوسیانین، فنل کل، ظرفیت آنتی اکسیدانی، انبارداری

مقدمه

مصرف میوه و سبزی در رژیم غذایی روزانه باعث کاهش خطر ابتلا به بسیاری از بیماری ها از قبیل سرطان، بیماری های قلبی و عروقی می شود (۹). اثرات مفید مصرف آنها به خاطر وجود ترکیبات آنتی اکسیدانی متعدد مثل ویتامین ث، پلی فنل ها، فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها است (۹). میوه مرکبات سرشار از ویتامین ث و مواد موثره دیگری از جمله فنل ها و فلاونوئیدها می باشد که برای سلامتی انسان بسیار مفید است. فلاونوئید موجود در میوه مرکبات مقادیر قابل توجهی از اسید هیدروکسی سینامیک، فرولیک، کوماریک، سینامیک و کافئیک با خواص آنتی اکسیدانی زیاد می باشد که نقش مهمی در کنترل بیماری های سرطان دارد (۹). همچنین وجود رنگیزه آنتوسیانین در پرتقال گوشت قرمز (خونی) باعث افزایش کیفیت و فعالیت آنتی اکسیدانی آن نسبت به ارقام معمولی گردیده است (۱۵). نوع آنتوسیانین غالب در پرتقال های خونی سیانیدن ۳ گلوکوزید و سیانیدن ۳ مالونیل گلوکوزید می باشد که فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری نسبت به سایر آنتوسیانین ها دارند (۱۵).

اگرچه میوه مرکبات جزء میوه های نافرازگرا می باشد، اما ترکیبات موجود در میوه آن بسته به دما و مدت نگهداری تغییر می کند یعنی هر چقدر مدت انبارداری طولانی تر باشد این ترکیبات بیشتر ممکن است تغییر کند (۱۶). آرنا و همکاران (۱) کاهش میزان ویتامین ث آب پرتقال های تجاری در طی نگهداری طولانی مدت را گزارش کردند. کاهش میزان ویتامین ث با کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی و کیفیت میوه همراه می باشد. همچنین در مطالعات کلیمزاک و همکاران (۱۳) نشان داده شد که میزان پلی فنل های موجود در میوه مرکبات بسته به دما و مدت نگهداری به طور معنی داری تغییر می کند. کاهش میزان پلی فنل کل در طول انبارداری بستگی زیادی به شرایط انبارداری دارد. در پرتقال های خونی مقدار

۱و۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول: Email: Ghasemnezhad@guilan.ac.ir)
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

آنتوسیانین میوه معمولا در ضمن نگهداری افزایش می یابد. مطالعه پائولو و همکاران (۲۱) نشان دادند که مقدار آنتوسیانین، فلاونون ها و اسید هیدروکسی سینامیک در طی انبارداری افزایش ولی مقدار ویتامین ث در پرتقال های خونی کاهش می یابد. بنابراین، بالا رفتن فعالیت آنتی اکسیدانی میوه ها پرتقال های خونی در طی نگهداری می تواند به خاطر سنتز ترکیبات فنلی فوق از جمله آنتوسیانین ها باشد. افزایش میزان آنتوسیانین در میوه پرتقال خونی در ضمن نگهداری ارتباط زیادی با نوع رقم دارد. نتایج تحقیقات لواسکالز و همکاران (۱۸) نشان داد که میزان آنتوسیانین در رقم تی ملی به ۵ برابر و در رقم تی مسینا ۹ برابر شد در حالی که در رقم مورو فقط ۲ برابر افزایش یافت، علاوه بر ترکیبات فوق ترکیبات دیگر میوه نیز ممکن است در طی انبارداری تغییر کند. آنها همچنین نشان دادند که میزان مواد جامد محلول (TSS) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در پایان انبارداری در تمام گونه ها بجز پرتقال والنسیا که افزایش جزئی نشان داد، کاهش یافت. همچنین آنها نشان دادند که میزان فنول در طی انبارداری کاهش می یابد که دلیل آن را به پدیده پیری نسبت دادند. بنابراین، از اهداف این پژوهش بررسی تغییرات ترکیبات آنتی اکسیدانی و کیفیت پس از برداشت میوه سه رقم پرتقال در دمای پایین سردخانه می باشد.

مواد و روش ها

مواد گیاهی و شرایط نگهداری

میوه های پرتقال تامسون ناول و پرتقال های گوشت قرمز (خونی) مورو و تاراکو از موسسه تحقیقات مرکبات کشور- رامسر تهیه شدند. میوه ها در زمان رسیدن برداشت گردیدند (میزان TSS ۹/۱۳، ۶/۲ و ۸/۱۷ درصد به ترتیب در پرتقال خونی تامسون ناول، مورو و تاراکو) و بلافاصله برای انجام آزمایش به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه گیلان منتقل گردیدند. پس از جدا کردن میوه های سالم و یکنواخت به مدت ۶۰ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد انبار شدند. صفاتی چون کاهش وزن، TSS، TA، ویتامین ث، فنل کل، آنتوسیانین کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل در ۶ مرحله با فاصله ۱۰ روز یکبار اندازه گیری گردید. برای هر مرحله اندازه گیری نیز سه تکرار در نظر گرفته شد.

برای اندازه گیری کاهش وزن، میوه ها در سه گروه ۲۴ تایی به عنوان تکرار دسته بندی و با فاصله هر ۱۰ روز یکبار وزن شدند. میزان کاهش وزن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

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

اندازه‌گیری TSS با کمک دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی (مدل CETI-BELGIUM) انجام گرفت و به صورت درصد بیان گردید. میزان TA از طریق تیتراسیون با هیدورکسید سدیم تعیین گردید. برای این کار ۵ میلی لیتر آب پرتقال را با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر به حجم رسانده و آنگاه ۳ قطره محلول فنل فتالئین به آن اضافه گردید. محلول حاصل با هیدورکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیتر گردید. مقدار TA به صورت درصد اسید سیتریک بیان گردید. برای اندازه گیری ویتامین ث از روش تیتراسیون با دی کلروفنل ایندوفنل (DIP) استفاده گردید (۱۵). به این صورت که ابتدا به ۵ میلی لیتر آب پرتقال ۱۵ میلی لیتر میلی لیتر اسید متافسفریک ۳٪ اضافه گردید و با کمک DIP دارای بی کربنات سدیم تا ظهور رنگ صورتی تیتر گردید. مقدار ویتامین ث به صورت میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان گردید. اندازه گیری میزان فنل کل از طریق فولین- سیوکالچو انجام گرفت (۶). به ۳۰ میکرولیتر عصاره سانتریفیوژ شده ۴۷۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه گردید، سپس به آن ۲/۵ میلی لیتر فولین ۱۰٪ اضافه شد و پس از ۳ دقیقه ۲ میلی لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد افزوده گردید. پس از ۱/۵ ساعت نگهداری در دمای اتاق با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Jenway 4506 میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید و به صورت میلی گرم اسید گالیک (mg GAE/100g) نشان داده شد.

اندازه گیری آنتوسیانین از روش تفاوت در pH مطابق روش رلاستاد (۱۹۷۶) صورت گرفت. برای این منظور از دو بافر با pH ۱ (KCl – HCl) و ۴/۵ (استات سدیم) استفاده شد. ۰/۵ میلی لیتر آب پرتقال سانتریفیوژ شده را با ۲/۵ میلی لیتر بافر ۱ ترکیب گردید و در دو طول موج ۵۳۰ نانومتر و ۷۰۰ نانومتر میزان جذب قرائت گردید، سپس با بافر۲ قرائت گردید. میزان جذب (A) و میزان آنتوسیانین طبق فرمول زیر محاسبه گردید.

جذب(A) = $(A530_{pH1}-A700_{pH1})-(A530_{pH4.5}-A700_{pH4.5})$

آنتوسیانین کل (میلی گرم در لیتر) $=(A/22,400a)(10^3)(433.2b)(5c)$

a = ضریب مولی سیانیدین تری گلوکوزاید، b = جرم مولکولی سیانیدین تری گلوکوزاید و C = فاکتور رقیق سازی

ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره میوه ها از طریق خاصیت خنثی کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۱و۱- دی فنیل ۲-پیکریل هیدرازیل) تعیین گردید (۵ و ۱۲). ۳۰ میکرولیتر از عصاره سانتریفیوژ شده را با ۹۷۰ میکرولیتر محلول DPPH اضافه گردید. مخلوط پس از افزودن DPPH به سرعت به هم زده شده، سپس در دمای اتاق به مدت ۱۵ دقیقه در شرایط تاریکی تا رسیدن محلول به حالت یکنواخت نگهداری گردید. کاهش میزان جذب در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Jenway 4506 تعیین گردید. سپس ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH محاسبه گردید.

$\%DPPH_{sc} = (A_{cont} - A_{samp}) \times 100/A_{cont}$

$\%DPPH_{sc}$= درصد بازدارندگی، Asamp= میزان جذب (نمونه +

DPPH)، Acont= میزان جذب DPPH

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام گردید. مقایسه میانگن ها داده ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت و نمودارها با نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

کاهش وزن

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که نوع رقم و مدت انبارداری و اثر متقابل این دو روی کاهش وزن در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین ها اثر متقابل نوع رقم و مدت انبارداری نشان داد که میزان کاهش وزن میوه هر سه رقم پرتقال در طی انبارداری افزایش یافت، بطوری که در پایان ۶۰ روز نگهداری میوه در انبار میزان کاهش وزن رقم خونی تاراکو و مورو در مقایسه با پرتقال تامسون بالاتر بود (شکل ۱).

پیگا و همکاران (۲۲) گزارش کردند که کاهش وزن میوه های مرکبات بر اثر از دست دادن آب در ضمن انبارداری بستگی زیادی به طول دوره نگهداری و دمای انبار دارد. بعلاوه لواسکالزو و همکاران (۱۸) گزارش کردند که میزان کاهش وزن میوه ها در طی انبارداری در ارقام مختلف مرکبات تفاوت معنی داری دارد. آنها نشان دادند که این تفاوت به خاطر اختلاف در ضخامت پوست یا پوشش های حفاظت کننده روی پوست مثل واکس های روی کوتیکول می باشد که موانع طبیعی در مقابل خروج آب از میوه را ایجاد می کند. یافته‌های حاصل از این پژوهش نیز موافق با گزارش های قبل می باشد.

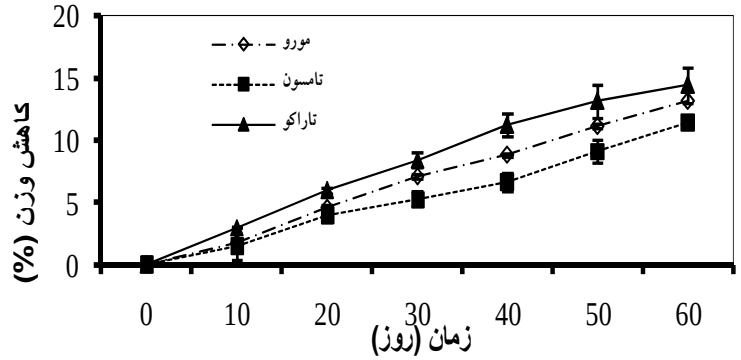
مواد جامد محلول (TSS)

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد (جدول ۳-۱) که نوع رقم و مدت انبارداری و اثر متقابل این دو روی TSS در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است (جدول ۱). مقایسه میانگین میزان TSS میوه ارقام مختلف مرکبات در این آزمایش نشان داد که در طول مدت انبارداری میزان آن کاهش می یابد.

جدول۱- تجزیه واریانس کاهش وزن و صفات کیفی پس از برداشت میوه سه رقم پرتقال در طول نگهداری در سردخانه

منابع تغییر	درجه آزادی	TSS (%)	TA (%)	TSS/TA	ویتامین ث (mg/100g)	فنول کل (mg/L)	آنتی اکسیدان (DPPHsc%)	آنتوسیانین (mg/L)	کاهش وزن (٪)
رقم	۲	۳۳/۷۰**	۰/۱۴*	۱۰/۸۲*	**۵۲۲/۷۵	۲۵۶۸۵۲**	۱۱۶/۸۸*	---	۳۵/۴۶**
مدت انبارداری	۵	۳/۵۹**	۰/۰۹*	۱/۴۲ns	۳۸/۹۹ns	۴۳۲۶۳/۷۷**	۲۲۹/۴۱**	۴۶۳۰۳/۴۳**	۷۹/۵۵**
رقم × مدت انبارداری	۱۰	۰/۷۳**	۰/۰۷ns	۲/۲۲**	۶۰/۵۷*	۷۲۶۳۵/۹۳**	۸۵/۳۸**	---	۵/۹۸**
خطا	۳۶	۰/۴۸	۰/۰۴	۰/۷	۲۴/۶۳	۹۸۵۶/۵۶	۲۹/۹۷	۸۸۰/۶۵	۲/۰۳
ضریب تغییرات (C.V.)	---	۹/۷۶	۱۴/۸۷	۱۵/۷۱	۱۱/۹۷	۱۱/۹۷	۱۲/۲۵	۱۹/۲۶	۲۱/۳۶

ns ،* و**: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و۱ درصد



شکل ۱- تغییر کاهش وزن میوه پرتقال خونی «تاراکو» و «مورو» و «تامسون» پس از ۶۰ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد

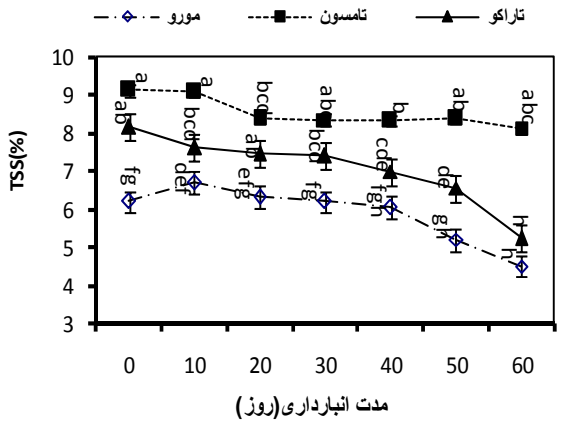
*: خط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد از میانگین می باشد

این کاهش در میوه پرتقال تامسون جزئی بوده و اختلاف معنی داری را نشان نداد، اما در پرتقال خونی مورو و تاراکو بطور معنی داری

کاهش یافته است. در پایان مدت انبارداری کمترین میزان TSS در رقم خونی مورو و تاراکو دیده شد که اختلاف معنی داری را با پرتقال تامسون داشته است. تحقیقات قبلی نیز نشان داد که کیفیت داخلی میوه های برداشت شده در طول دوره انبارداری کاسته می شود (۱۴). ربارد و همکاران (۲۴) و مونفورت و همکاران (۲۰) کاهش TSS میوه های مرکبات در طی انبارمانی طولانی مدت در انبار را گزارش کردند. لواسکالزو و همکاران (۱۸) نشان دادند که میزان TSS در مراحل اولیه انبارداری ثابت باقی ماند ولی پس از آن تا پایان انبارداری در تمام گونه ها بجز پرتقال والنسیا که افزایش جزئی را نشان داد، کاهش یافته است. کاهش میزان TSS در طی انبارمانی به خاطر مصرف آن در تنفس و تامین انرژی برای فرایندهای انرژی خواه می باشد (۱۷).

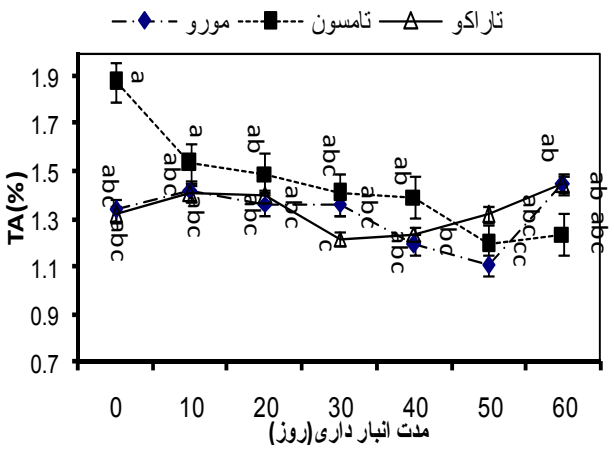
اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

تجزیه واریانس داده های حاصل از میزان TA نشان داد که نوع رقم و مدت انبارداری روی میزان TA در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است اما اثر متقابل این دو معنی دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده های مربوط به میزان TA ارقام مختلف نشان داد که در ابتدای انبارداری پرتقال تامسون بالاترین میزان TA را داشت و دو رقم خونی مورو و تاراکو کمتر از رقم تامسون قرار گرفت. تاثیر مدت انبارداری بر میزان TA نشان داد که در طی انبارداری میزان TA کاهش یافت، بطوری که در پایان۶۰ روز نگهداری میوه در سردخانه میزان TA به طور معنی داری کمتر از زمان برداشت بود. همچنین کاهش میزان TA در پرتقال تامسون در مقایسه با ارقام خونی بیشتر بود.



شکل۲- تغییرات میزان TSS میوه پرتقال تامسون، تاراکو و مورو پس از ٦٠ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد

*: خط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد از میانگین می باشد



شکل۳- تغییرات TA میوه پرتقال تامسون، تاراکو و مورو پس از ٦٠ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد

*: خط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد از میانگین می باشد

کاهش میزان TA ضمن نگهداری طولانی مدت در انبار به خاطر مصرف آن در تنفس می باشد (۱۷). پیگا و همکاران (۲۲) و کلیمزاک

و همکـاران (۱۳) نیـز کـاهش میـزان TA میـوه مرکبـات را ضـمن انبارداری گزراش کردند. لواسکالزو و همکاران (۱۸) مشاهده کردند که میزان TA در مراحل اولیه انبارداری ثابت باقی ماند ولی پس از آن تا روز آخر انبارداری در تمام گونه هـا بجـز پرتقـال والنسـیا کـه انـدکی افزایش یافته بود، کاهش یافته است.

TSS/TA

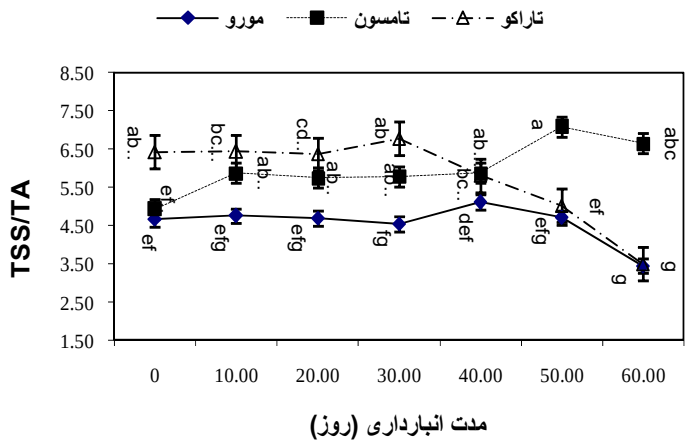
نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که نوع رقم و اثـر متقابـل نوع رقم و مدت انبارداری بر میزان TSS/TA تاثیر معنی داری داشته است (جـدول ۱). نتـایج نشـان داد کـه TSS/TA در ارقـام خـونی و پرتقال تامسون تغییرات کاملا متفاوتی از خود نشان دادند، بطوری که در میوه پرتقال تامسون که رنگیزه آنتوسیانین نداشته است به تدریج با طولانی شدن مدت انبارداری TSS/TA نیز افزایش یافته است، اما در ارقام خونی تاراکو و مورو در ابتدا انداکی افزایش یافته ولـی در پایـان انبارداری به طوری معنی داری کاهش یافت.

پیگا و همکاران (۲۲) نشان دادند که TSS/TA میوه مرکبـات در طول دوره انبارداری افزایش می یابد، البته دمای انبارداری تاثیر زیادی بر روی آن داشته است. افزایش TSS/TA بـه خـاطر کـاهش شـدید TA نسبت به TSS می باشد. کاهش این نسبت در پایـان انبـارداری میوه های پرتقال خونی می توانـد ناشـی از مصـرف شـدن قنـدها در سنتز آنتوسیانین باشد. این رنگیزه دارای جزء قندی می باشد که حلقه فنلی غیر قندی به آن اضافه گردیده است.

ویتامین ث

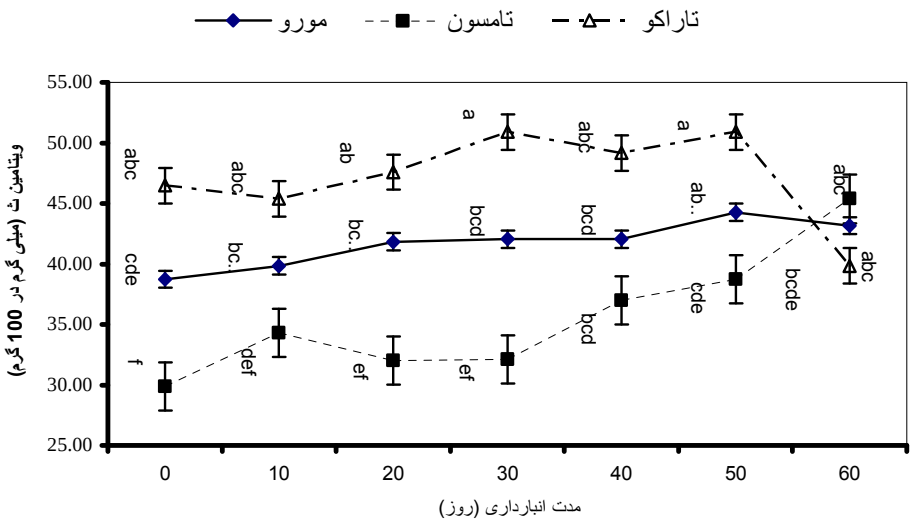
نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که نوع رقم و اثـر متقابـل نوع رقم و مدت انبارداری بر میزان ویتامین ث معنـی دار بـوده اسـت (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان ویتامین ث در میوه هر سه رقم طی انبارداری اندکی افزایش یافته تنها در پایان نگهداری در رقم تاراکو کاهش نشان داد (شکل ۵).

کلیمزاک (۱۳) نشان داد که میـزان ویتـامین ث در میـوه بیشـتر تحت تاثیر مدت نگهداری و دما قرار می گیرد. جانسـون و همکـاران (۱۱) و لواسکالزو و همکاران (۱۸) نشان دادند کاهش ویتـامین ث در میوه پرتقال ارتباط زیادی با نوع رقم دارد. مثلا در پرتقـال هـای تـی ملی و گوشت قرمز مورو کاهش یافـت ولـی در پرتقـال والنسـیا ایـن ترکیب بعد از ۴۰ روز ذخیره سازی افزایش یافت، در حالی که در تـی مسینا و اوال ابتدا افزایش و سـپس کـاهش یافـت. در ایـن پـژوهش افزایش ویتامین ث می تواند به خاطر سنتز آن یا ناشی از دست دادن آب باشد. نتایج حاصل از این پـژوهش نیـز تفـاوت معنـی دار میـزان ویتامین ث در ارقام مختلف را طی انبارداری نشان داد.



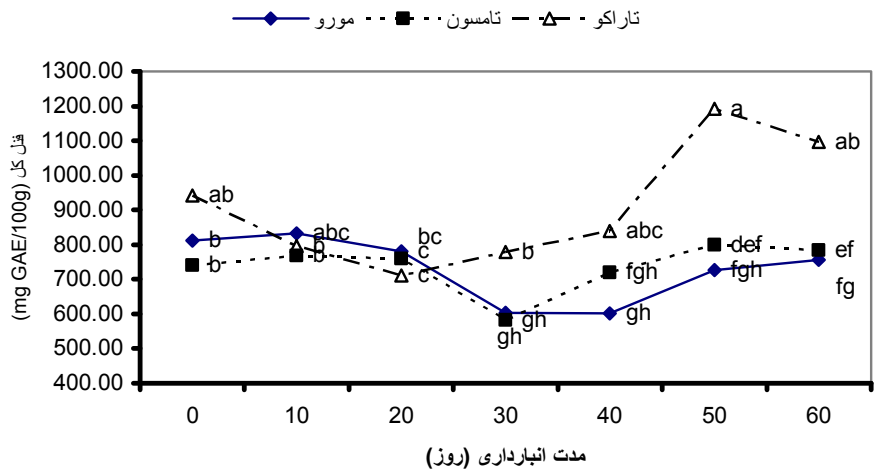
شکل٤- تغییرات TSS/TA میوه پرتقال تامسون، تاراکو و مورو پس از ٦٠ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد

*: خط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد از میانگین می باشد



شکل۵- تغییرات ویتامین ث میوه پرتقال تامسون، تاراکو و مورو پس از ۶۰ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد

*: خط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد از میانگین می باشد



شکل۶- تغییرات فنل کل میوه پرتقال تامسون، تاراکو و مورو پس از ۶۰ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد

فنل کل

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که نوع رقم و مدت انبارداری و همچنین اثر متقابل نوع رقم و مدت انبارداری در سطح ۱ درصد بر میزان فنل کل معنی داری بوده است (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که در پایان انبارداری میزان فنل کل تنها در رقم پرتقال خونی تاراکو نسبت به ابتدای انبارداری افزایش یافت، در حالیکه در ارقام مورو و تامسون در اوایل دوره نگهداری اندکی افزایش یافته ولی در اواسط دوره نگهداری کاهش یافته و در انتها نیز مجددا افزایش پیدا کرد (شکل ۶). به عبارت دیگر در رقم مورو و تامسون میزان فنل کل در طول ۶۰ روز انبارداری بدون تغییر ماند.

نتایج مطالعات کلیمزاک و همکاران (۱۳) نشان داد که مدت انبارداری و دمای نگهداری تاثیر زیادی در فنل کل میوه دارد. اسکارپا و همکاران (۶) بیان کردند که کاهش فنل کل تحت تاثیر زمان و دمای نگهداری قرار دارد، طوری که نگهداری ۶ ماهه آب پرتقال در دمای پایین مقدار فنل کل ۲۰-۱۰ درصد کاهش می یابد. لواسکالزو و همکاران (۱۸) دلیل کاهش ترکیبات فنلی در طی

انبارداری را به فرایند پیری نسبت داده اند. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که فنل کل در ضمن انبارداری ثابت یا در رقمی مثل خونی تاراکو حتی افزایش یافته است.

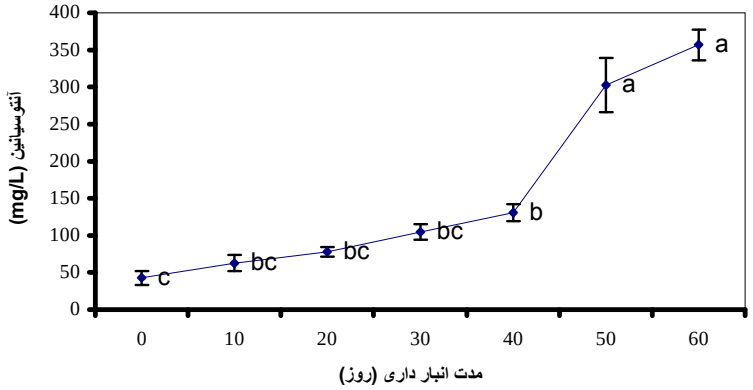
آنتوسیانین کل

از آنجایی که تنها رقم مورو دارای آنتوسیانین بود و رقم تاراکو علی رغم خونی بودن تشکیل رنگیزه های آنتوسیانین در آن خیلی پایین بود بنابراین، تنها نتایج مربوط به مورو ارائه گردید. پایین بودن آنتوسیانین پرتقال تاراکو می تواند به عوامل متعدد محیطی قبل از برداشت و پتانسیل ژنتیکی پایین این رقم در سنتز آنتوسیانین نسبت به مورو باشد. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که دوره انبارداری در سطح ۱ درصد بر میزان آنتوسیانین تاثیر داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که مقدار آنتوسیانین به تدریج طی انبارداری افزایش یافت، به طوری که در پایان انبارداری بالاترین میزان آنتوسیانین را داشت (شکل ۷). نتایج آزمایشات پائولو و همکاران (۲۱) نشان داد که مقدار آنتوسیانین میوه پرتقال خونی در طی نگهداری در سردخانه افزایش یافت. میزان سنتز آنتوسیانین در انبار بستگی زیادی به نوع رقم دارد، در برخی ارقام این میزان بالاتر و در ارقام دیگر کمتر است. سنتز آنتوسیانین در پرتقال های خونی پس از برداشت میوه ها به فعالیت آنزیم های چون فنیل آلانین آمونیلاز (PAL) ارتباط دارد که در طی انبارداری افزایش می یابد (۱۳).

ظرفیت آنتی اکسیدانی

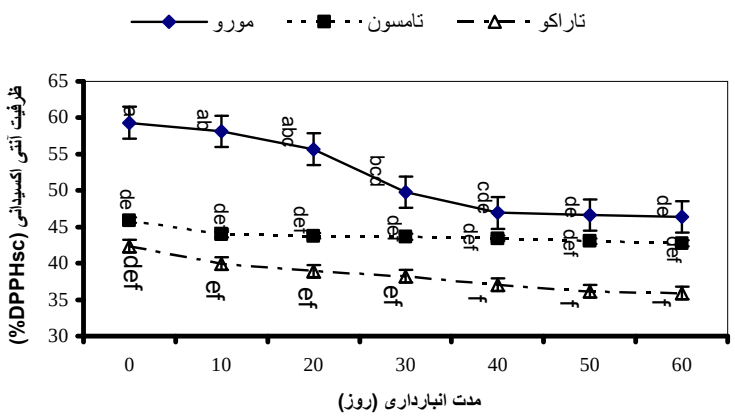
تجزیه واریانس داده ها نشان داد نوع رقم، مدت انبارداری و اثر متقابل آن دو بر ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه هر سه رقم طی انبارداری کاهش یافت، اما پرتقال مورو با سنتز آنتوسیانین بیشترین ظرفیت آنتی اکسیدانی را در طول انبارداری نشان داد و پس از آن تامسون ناول و تاراکو بوده است (شکل ۸). سنتز آنتوسیانین ها در طی انبارداری دلیلی بر بالا بودن فعالیت آنتی اکسیدانی در پرتقال های خونی می باشد (۱۸). عدم سنتز آنتوسیانین کافی در رقم تاراکو شاید دلیل بر پایین بودن ظرفیت آنتی اکسیدانی این رقم نسبت به رقم های دیگر باشد. گاردنر و همکاران (۷) با مطالعه تغییرات میزان فلاونویید ها، آنتی اکسیدان و ویتامین ث میوه پرتقال، نارنگی و گریپ فروت نشان دادند که ظرفیت آنتی اکسیدان میوه مرکبات در طی انبارداری کاهش می یابد.

در این پژوهش نیز ثابت گریدد که در طی نگهداری ظرفیت آنتی اکسیدانی کاهش یافت اما این تفاوت در ارقام مختلف متفاوت می باشد. کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه در ضمن نگهداری طولانی مدت میوه مرکبات را به کاهش ترکیبات فنلی و ویتامین ث نسبت دادند. تاوارینی و همکاران (۲۶) نشان دادند که ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه کیوی در زمان برداشت حداکثر است اما با نگهداری طولانی مدت در سردخانه میزان آن کاسته می شود. کردنیوسی و همکاران (۳) نشان دادند که ظرفیت آنتی اکسیدانی توت فرنگی طی انبارداری کاسته می شود. افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه مرکبات در ابتدا دوره انبارداری توسط آرنا وفالیکو (۱) نیز گزارش گردیده است. پلی سگودرا و همکاران (۲۳) نشان دادند که ظرفیت آنتی اکسیدانی انبه در ابتدای انبارداری تغییری نکرده اما با طولانی شدن دوره انبارداری میزان آن کاهش یافت. لواسکالزو و همکاران (۱۸) نشان دادند که فعالیت آنتی اکسیدانی میوه در سردخانه در همه ارقام پرتقال افزایش یافته است. آنها نشان دادند که سهم زیادی از ظرفیت آنتی اکسیدانی به ترکیبات فنلی و ویتامین ث بر می گردد، این نتیجه مغتیر با یافته های این پژوهش می باشد.



شکل۷- تغییرات میزان آنتوسیانین میوه پرتقال خونی مورو پس از ٦٠ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد

*: خط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد از میانگین می باشد



شکل۸- تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی پرتقال تامسون، تاراکو و مورو پس از ٦٠ روز در دمای ۷ درجه سانتی گراد

*: خط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد از میانگین می باشد

منابع

1- Arena E., Fallico B., and Maccarine E. 2001. Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituent's concentration process and storage. Food Chemistry, 74, 423-427.
2- Baldwin E.A. 1983. Citrus fruit. In: Seymour, G., Taylor, J., Tucker, G. (Eds), Biochemistry of fruit Ripening, vol.4, Chapman and Hall, London, pp.107-149
3- Cordenusi B.R., Nascimento J.R.O., and Lajolo F.M. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. Food Chemistry 83, 167-173.
4- Davies F.S., and Albrigo L.G. 1994. Citrus, CAB International Press.
5- Eberhardt M.V., Lee C.Y., and Liu R.H. 2000. Nutrition antioxidant activity of fresh apples. Nature, 405, 903–904.
6- Escarpa A., and Gonzahez M.C. 2001. Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. Analytica Chimica Avta, 427,119-127.
7- Gardner P.T., White T.A.C., Mcphail D.B., and Duthie G.C. 2000. The relative contribution of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. Food Chemistry, 68, 471-474.
8- Hand Selen B., Nuray K., and Feryal K. 2005. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. Journal of Food Engineering, 74, 211-216.
9- Huang R., Xia R., and Hu L. 2007. Antioxidant activity and oxygen-scavenging system in orange pulp during fruit ripening and maturation. Scientia Horticulturae, 113, 166-172.
10- Hodgson R.W. 1979. Horticultural varieties of Citrus. In: Reuther, W., L.D. Batchelor and H.J. Webber. The Citrus industry. University of California Press Berkeley, California, pp. 431-591.
11- Johnson J.R., Braddock R.J., and Chen C.S. 1995. Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: Experimental rate constants. Journal of Food Science, 60, 502-505.
12- Javanmardi J., and Kubota C. 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology, 41, 151-155.
13- Klimezak I., and Malecka M. 2006. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis, 20, 313-322.
14- Ladaniya M.S. 2003. Citrus. Postharvest cold chain. In: Dris, R, R. Niskanen and S.M. Jain, Crop management and postharvest handling or horticultural products. Volume II, Fruits and Vegetables. Science publisher.
15- Lee H.S., and Coates G.A. 1999. Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice: A storage study. Food Chemistry. 65, 165-168.
16- Lester G.E., and Hodges D.M. 2007. Antioxidants associated with fruit senescence and human health: Novel orange-fleshed non-netted honey dew melon genotype comparisons following different seasonal production and cold storage durations. Postharvest Biology and Technology, 48, 347-354.
17- Lo Piero A.R., Puglisi I., Rapisarda P., Petrone G. 2005. Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature. J. Agric. Food Chemistry. 53, 9083-9088.
18- LoScalzo R., Innoccari T., Summa C., Morelli R, Rapisarda P. 2004.effect of thermal treatment on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. Food Chem. 85, 41-47.

19- Moore G.A. 2001.Oranges and Lemons: Clues to the taxonomy of citrus from molecular markers. Trends in genetics.
20- Monforte M.T., Travato A., K Jrjavainen S., Forestieri A.M., and Galati E.M. 2004**.** Biological effects of hesperidin, a Citrus flavonoid: Hypolipidemic activity on experimental hypereholesterolemia in rat. Farmaco, 50, 595-599**.**
21- Paolo R., and Marisol L.B. 2008. Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes (*Citrus sinensis* (L.)Osbeck). Postharvest Biology and Technology, 49, 348-354.
22- Piga A., D Aquino S., and Agabbio M. 2000**.** Influence of cold storage and shelf-life on quality of Salustiana, orange fruits. Fruits, 55, 37-44.
23- Policegoudra R.S., and Aradhya S.M. 2007. Biochemical changes and antioxidant activity of mango ginger (*Curcuma amada* Roxb) rhizomes during postharvest storage at different temperatures. Postharvest Biology and Technology, 46, 189-194.
24- Robards K., Li X., Antolovich M., and Boyd S. 2003. Characterization of citrus by chromatographic analysis of flavonoids. Journal of the Science of Food and Agriculture 75,87-101.
25- Ray P.K. 2002. Breeding tropical and subtropical fruits. Narosa publishing house .85: 101.
26- Tavarini S., Remorini D., and Massai R. 2007. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. Food Chemistry, 107, 282-288.
27- Wrolstad R.E. 1976. Color and pigment analysis in fruit products. Station Bull.621.Agric.Exp.Sta.Oregon Sta. University.