Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 48, No 3, Autumn 2017 (635-644)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.139906.914

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۶ (ص ۶۴۴-۶۳۵)

ارزیابی قابلیت انبارمانی و کیفیت پس از برداشت میوهٔ انار رقم رباب شیراز تولیدشده در نظام کشت متداول، تلفیقی و ارگانیک

حسین میغانی[1*]، محمود قاسم‌نژاد[2] و میثم احمدی[3]
۱. استادیار، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه جیرفت، ایران
۲ و ۳. دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۰/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۲۲)

چکیده

در سال‌های اخیر تقاضا برای محصولات ارگانیک به دلیل ارزش غذایی بالا و سالم‌تر بودن آن‌ها به‌سرعت در حال افزایش است. در این پژوهش تأثیر نظام مدیریت باغ به روش‌های ارگانیک، تلفیقی و متداول بر قابلیت انبارمانی و کیفیت پس از برداشت میوهٔ انار رقم رباب شیراز طی ۹۰ روز انبارداری در دمای ۵ درجهٔ سلسیوس بررسی شد. صفاتی مانند کاهش وزن، ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی میوهٔ انار در زمان برداشت، ٤۵ و ۹۰ روز پس از آغاز انبارداری ارزیابی شدند. نتایج نشان داد، درصد کاهش وزن میوه‌های ارگانیک به‌طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های نظام مدیریت متداول و تلفیقی بود. میزان مواد جامد محلول (TSS) و اسید قابل عیارسنجی یا تیتراسیون (TA) در میوه‌های تولیدشده به روش متداول بیشتر و نسبت TSS/TA کمتر از میوه‌های ارگانیک بود. بالاترین نسبت TSS/TA از میوه‌های نظام مدیریت تلفیقی به دست آمد. درحالی‌که میزان فنل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل و ظرفیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) در زمان برداشت و در مدت انبارداری در میوه‌های ارگانیک بیشتر بود. برخلاف ترکیب‌های فنلی، میزان آنتوسیانین در مدت انبارداری افزایش یافت. در کل، میوه‌های ارگانیک افزون بر داشتن ارزش غذایی بالاتر انبارمانی بیشتری دارند.

واژه‌های کلیدی: انار، انبارمانی، پس از برداشت، ظرفیت پاداکسندگی، کاهش وزن، محصول ارگانیک.

Evaluation of storage life and postharvest quality of pomegranate cv, 'Rabbab–e-Shiraz' fruits produced in conventional, integrated and organic agricultural systems

Hossein Meighani[1]*, Mahmood Ghasemnezhad[2] and Maisam Ahmadi[3]
1. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
2, 3. Associate Professor and Former M. Sc. Student, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran
(Received: Jan. 3, 2016 - Accepted: Jun. 11, 2016)

ABSTRACT

In recent years, demand for organic products because of their high nutritional value and healthier is rapidly increasing. In this research, the effects of organic, integrated and conventional garden management systems investigated on storage life and postharvest quality of pomegranate fruit cv. Rabbab -e-Shiraz at 5°C for 90 days. Characteristics such as weight loss, quality and biochemical parameters were analyzed at harvest, 45 and 90 days after storage. Results showed that the weight loss in organic fruits were significantly lower than conventional and integrated management system during storage. Total soluble solids (TSS) and titratable acidity (TA) content in fruits of conventional management system was higher and ratio of TSS/TA was lower than organic fruits. The highest TSS/TA ratio of pomegranate fruits was obtained from integrated management system. While, total phenolics and flavonoids content of organic fruits were higher at harvest and during storage, they were decreased in all fruits during storage time. Also, total anthocyanin content and antioxidant activity was higher in organic fruits, but contrary to phenolic compounds, anthocyanins content increased during storage. Overall, organic fruits showed higher nutritional value and more storage life.

Keywords: Antioxidant activity, Organic product, Pomegranate, Postharvest, Storage, weight loss.

* Corresponding author E-mail: hmeighani@ujiroft.ac.ir, benyamin_52@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

نگرانی‌های ناشی از به‌کارگیری نهاده‌های کشاورزی مانند کودها و سموم شیمیایی و چالش‌های زیست‌محیطی ناشی از آن، توجه و نظر دوستداران محیط‌زیست را به خود مشغول داشته است، تا به سمت تولید کشاورزی ارگانیک و توسعهٔ بازارهای عرضهٔ محصولات ارگانیک حرکت کنند. مصرف‌کنندگان، محصولات ارگانیک را به خاطر سلامت، ارزش غذایی، کیفیت و ماندگاری بالاتر آن‌ها نسبت به محصولات متداول خریداری می‌کنند (Wang *et al*., 2008). بنابراین افزایش تقاضای روزافزون محصولات ارگانیک نتیجهٔ اطمینان از سلامت و ارزش غذایی این محصولات است.

میوه‌های رشدیافته در نظام‌های تولید ارگانیک ممکن است میزان رشد کمتر و اندازهٔ کوچک‌تری داشته باشند، چراکه اندازهٔ میوه تا حدود زیادی به وضعیت تغذیه‌ای گیاه وابسته است و به میزان فراوانی کیفیت پس از برداشت آن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Roth *et al*., 2007). قابلیت انبارمانی به‌طور عمده به فصل رشد و شرایط محیطی محل کشت محصول مربوط است که این عامل‌ها با نظام‌های مدیریت باغ و در دسترس بودن عنصرهای غذایی در تعامل هستند. نیتروژن، فسفر، پتاسیم و به‌ویژه کلسیم بافت میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Roth *et al*., 2007). بنابراین، یکی از جنبه‌های مهم بررسی مقایسهٔ کشاورزی ارگانیک و متداول، نوع کود مصرفی است به‌گونه‌ای که میزان ترکیب‌های پاداکسندهٔ (آنتی‌اکسیدانی) میوه با افزایش کاربرد کود مصرفی کاهش می‌یابد (Chassy *et al*., 2006). در کشاورزی ارگانیک از کودهای آلی که افزون بر نقش تغذیه‌ای، تأثیر سودمندی بر خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) خاک دارند، استفاده می‌شود. کودهای آلی به دلیل اینکه عنصرهای غذایی آن به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند، آلودگی کمتری را در محیط‌زیست ایجاد می‌کنند (Damaceno *et al*., 2013).

انار از میوه‌های با ارزشی است که در ایران در سطح گسترده‌ای کشت می‌شود (Meighani *et al*., 2015). آب‌میوه میزان شایان‌توجهی قند، اسید آلی، ترکیب‌های فنلی، آنتوسیانین، آمینواسید، پروتئین، آسکوربیک اسید و مواد کانی دارد. همچنین انار منبع غنی از پاداکسنده‌هاست که فعالیت پاداکسندگی آن به ترکیب‌های فنلی، تانن‌های پلی‌فنولیک دارای قند و آنتوسیانین‌ها نسبت داده می‌شود (Gil *et al*., 2000). به دلیل نقش مؤثر انار در سلامتی انسان، در سال‌های اخیر این میوه محبوبیت زیادی پیدا کرده و تولید جهانی آن نیز رو به افزایش است (Borochov-Neori *et al*., 2009). اما با وجود ارزش غذایی بالای میوهٔ انار، کاربرد بیش از اندازهٔ سموم و کودهای شیمیایی باعث کاهش کیفیت میوه و صادرات آن شده است (Shakeri, 2015). بنا بر گزارش‌های پیشین کاربرد بی‌رویهٔ سموم و کودهای شیمیایی موجب کاهش ترکیب‌های پاداکسندگی و کیفیت میوهٔ کیوی در زمان برداشت و پس از برداشت شد (Damaceno *et al*., 2013). در همین راستا گزارش شد که ظرفیت پاداکسندگی میوه‌های انگور و توت‌فرنگی تولیدشده در نظام مدیریت ارگانیک نسبت به متداول بیشتر بود (Mulero *et al*., 2012; Wang *et al*., 2008). در بررسی که روی میوهٔ سیب در دو نظام مدیریت کشت متداول و ارگانیک انجام شد تفاوت معنی‌داری در میزان ظرفیت پاداکسندگی میوه‌ها مشاهده شد که نشان‌دهندهٔ ارزش کیفی بیشتر میوه‌های تولیدشده به‌صورت ارگانیک است (Petkovsek *et al*., 2010). همچنین در بلوبری (Blueberry) میوه‌های ارگانیک میزان قند (فروکتوز و گلوکز)، اسید مالیک، فنل کل، آنتوسیانین کل و ظرفیت پاداکسندگی بیشتری در مقایسه با میوه‌های تولیدشده به روش متداول داشتند (Wang *et al*., 2008). در گریپ‌فروت انبارشده در دمای ۹ درجهٔ سلسیوس بااینکه در زمان برداشت تفاوت معنی‌داری در میزان ویتامین ث بین نظام‌های مدیریت باغ وجود نداشت، اما در پایان انبارداری میزان ویتامین ث در میوه‌های ارگانیک به‌طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های تولیدشده به روش متداول بود. در این آزمایش میزان لیکوپن و بتاکاروتن در زمان برداشت و پایان دورهٔ انبارداری در میوه‌های ارگانیک بیشتر بود (Chebrolu *et al*., 2012). Ashour-

Archive of SID

www.SID.ir

Nezhad *et al.*, (2012) گزارش کردند که میزان کاهش وزن میوه‌های کیوی رقم هایوارد در پایان دورهٔ انبارداری در میوه‌های ارگانیک کمتر اما میزان ویتامین ث، فلاونوئید کل و ظرفیت پاداکسندگی بیشتر از میوه‌های تولیدشده به روش متداول بود.

با توجه به اهمیت و لزوم کاربرد هرچه کمتر مواد شیمیایی برای جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی، بالاتر بودن ارزش غذایی و همچنین به دلایل اقتصادی و ترغیب کشاورزان به روش‌های نظام مدیریت ارگانیک و استفاده از کودهای آلی، ضرورت بررسی دقیق‌تر تأثیر نظام مدیریت ارگانیک، تلفیقی و متداول بر ارزش غذایی و ماندگاری میوه‌های انار رقم رباب شیراز، که یکی از رقم‌های مهم و صادراتی استان فارس و کشور است، در این پژوهش دنبال می‌شود.

مواد و روش‌ها

مکان و زمان اجرای آزمایش

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ دریک باغ تجاری انار واقع در شهرستان نورآباد ممسنی، استان فارس روی درختان انار شش‌سالهٔ رقم رباب شیراز انجام گرفت. درختان انار مورد بررسی بافاصلهٔ ۳×۳ متر کشت شده بودند. هرس سالیانه به‌طورمعمول انجام گرفت. درختان مورد آزمایش از آغاز کشت به‌صورت ارگانیک پرورش داده شده بودند و هیچ‌گونه مواد شیمیایی مصنوعی (سنتزی) در طول شش سال دریافت نکرده بودند. روش آبیاری درختان باغ به‌صورت جوی پشته‌ای بود که هر هفته یک‌بار انجام شد.

اعمال تیمار

تیمارها شامل: الف) نظام مدیریت متداول: در این روش تغذیه با کود شیمیایی، مبارزه شیمیایی علیه آفات با استفاده از حشره‌کش کونفیدور و مبارزه با علف‌های هرز توسط علف‌کش رانداپ انجام شد.

ب) نظام مدیریت تلفیقی: در این روش تغذیه با کود شیمیایی صورت گرفت اما مبارزه با آفات و علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی (بدون استفاده از مواد شیمیایی) انجام شد.

ج) نظام مدیریت ارگانیک: در این روش تغذیه با کود دامی، مبارزه با آفات و علف‌های هرز نیز به‌صورت مکانیکی و بدون استفاده از هرگونه مواد شیمیایی انجام شد.

میزان کود شیمیایی مصرف‌شده به ازای هر درخت در تیمار متداول و تلفیقی شامل ۱۲۵ گرم کود شیمیایی کامل شامل نیتروژن کل (۲۰ درصد)، فسفات (۲۰ درصد)، پتاسیم (۲۰ درصد)،کلسیم (۰/۰۵ درصد)، گوگرد (۰/۲ درصد)، کلات منیزیم (۱ درصد)، بور (۰/۰۲ درصد)، کلات مس (۰/۰۵ درصد)، کلات آهن (۰/۰۱ درصد)، روی (۰/۰۵ درصد)، کلات منگنز (۰/۰۵ درصد)، مولیبدن (۰/۰۰۰۵ درصد) بوده است. کود شیمیایی در دو مرحله در تاریخ ۵ فروردین و ۲۰ روز بعد همراه با آب آبیاری به درختان داده شد. در تیمار ارگانیک میزان ۳۰-۲۰ کیلوگرم کود دامی پوسیده به ازای هر درخت در اواخر زمستان در محدودهٔ سایه‌انداز گیاه به‌صورت چالکود اضافه شد. کود دامی مورد استفاده ۹/۴ درصد کربن آلی، ۰/۹۳ درصد نیتروژن کل، ۱۷۴/۵ قسمت در میلیون (پی‌پی‌ام) فسفر قابل‌جذب و ۱۵۳/۳ قسمت در میلیون پتاسیم قابل‌جذب داشت. میوه‌های انار رقم رباب شیراز در زمان بلوغ تجاری برداشت و بی‌درنگ به سردخانهٔ واقع در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه گیلان منتقل شدند و در دمای ۵ درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد به مدت ۹۰ روز نگهداری شدند. میوه‌ها پیش از انبارداری (در زمان برداشت) و در مدت انبارداری بافاصلهٔ ۴۵ روز یک‌بار ارزیابی شدند.

ارزیابی صفات

برای اندازه‌گیری کاهش وزن، میوه‌های هر تکرار بی‌درنگ پس از برداشت (روز صفر) توسط ترازوی دیجیتال توزین شد و آنگاه تغییرپذیری وزن این میوه‌ها بافاصلهٔ زمانی ۴۵ روز یک‌بار در طول دورهٔ انبارداری اندازه‌گیری شد، درنهایت کاهش وزن میوه‌ها با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه شد.

= کاهش وزن (درصد)

۱۰۰ × (وزن اولیه/ وزن ثانویه - وزن اولیه)

در هر مرحله نمونه‌برداری آریل‌های مربوط به هر تکرار با آب‌میوه‌گیر دستی آبگیری و صفاتی مانند

Archive of SID

www.SID.ir

اسیدیته (pHمتر دیجیتالی مدل PB-10 کمپانی Sartorios)، TSS (شکست‌سنج یا رفرکتومتر دیجیتالی مدل Euromex RD 635)، TA (عیارسنجی با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH برابر ۸/۲)، و نسبت TSS/TA اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل از روش اختلاف جذب در pHهای متفاوت استفاده شد (Giusti & Wrolstad, 2001). میزان جذب آنتوسیانین در دو طول‌موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) UV/VIS مدل PG Instruments T80+ خوانده شد. میزان آنتوسیانین کل درنهایت برحسب میلی‌گرم در لیتر بیان شد.

اندازه‌گیری میزان فنل کل آب‌میوه با استفاده از معرف فولین سیوکالچو[1] با روش (Singleton *et al.*, 1999) انجام گرفت. میزان جذب نمونه‌ها و استاندارد در طول‌موج ۷۶۰ نانومتر با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری خوانده شد. درنهایت میزان فنل کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد برحسب میلی‌گرم گالیک اسید در لیتر آب‌میوه (mg GAE/l) بیان شد. اندازه‌گیری فلاونوئید کل با روش Park *et al.* (2008) صورت گرفت. میزان جذب توسط دستگاه طیف‌سنج نوری در طول‌موج ۵۰۶ نانومتر خوانده شد. درنهایت میزان فلاونوئید کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد برحسب میلی‌گرم کاتچین[2] در لیتر آب‌میوه (mg CE/l) بیان شد.

ظرفیت پاداکسندگی آب‌میوه با ویژگی خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH[3] تعیین شد (Brand-Williams et al., 1995). میزان جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد. این آزمایش برای هر نمونه سه بار تکرار شد. ظرفیت پاداکسندگی بنا بر رابطهٔ زیر محاسبه و به‌صورت درصد بازدارندگی (DPPHsc%) بیان شد.

$$DPPHsc\% = (a-b)/b \times 100$$

DPPHsc%، درصد بازدارندگی؛ a، میزان جذب DPPH؛ b، میزان جذب (نمونه + DPPH)

طرح آماری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو عامل نظام مدیریت باغ (متداول، ارگانیک و تلفیقی) و زمان انبارداری [۰ (زمان برداشت)، ۴۵ و ۹۰ روز انبارداری در دمای ۵ درجهٔ سلسیوس] در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل دوازده عدد میوه بود که در هر مرحله نمونه‌برداری شش عدد میوه از انبار خارج و برای ارزیابی صفات استفاده شد. تجزیهٔ آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و از آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) برای مقایسهٔ میانگین داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

کاهش وزن

نتایج نشان داد، با افزایش مدت‌زمان انبارداری میزان کاهش وزن میوه در هر سه نوع نظام مدیریت باغ افزایش یافت. میزان کاهش وزن به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع نظام مدیریت باغ قرار گرفت، به‌گونه‌ای که درصد کاهش وزن میوه در نظام مدیریت ارگانیک به‌طور معنی‌داری کمتر از مدیریت متداول و تلفیقی بود، اما تفاوت معنی‌داری بین نظام مدیریت متداول و تلفیقی وجود نداشت. در همهٔ تیمارها میزان کاهش وزن در ۴۵ روز اول نگهداری در انبار خیلی سریع رخ داد و پس از آن با سرعت کمتری تا پایان مدت انبارداری ادامه یافت. در پایان نود روز انبارداری، بیشترین میزان کاهش وزن با میانگین ۱۶/۵۶ درصد از تیمار سیستم مدیریت متداول به دست آمد (شکل۱). پوست میوهٔ انار با اینکه ضخیم و چرمی به نظر می‌رسد اما شکاف‌ها و روزنه‌های ریز زیادی در آن وجود دارد که انار را مستعد از دست دادن رطوبت می‌کند (Kader *et al.*, 1984). میزان کاهش وزن انار رقم واندرفول در مدت هشت هفته انبارداری ۱/۱ درصد (Kader *et al.*, 1984) و انار رقم مریدولا در حدود ۱۷ درصد (Barman *et al.*, 2011) گزارش شده است، که نشان‌دهندهٔ تفاوت میان رقم‌ها و شرایط انبارداری است. افزون بر این، میزان هدررفت آب از سطح میوه در شرایط پس از برداشت تحت تأثیر نوع نظام مدیریت باغ نیز می‌تواند قرار گیرد. در میوهٔ کیوی (Ashour-Nezhad *et al.*, 2012) و انگور (Cavalier *et al.*, 2010) میزان

1. Folin-Ciocalteau
2. Catechin
3. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

Archive of SID

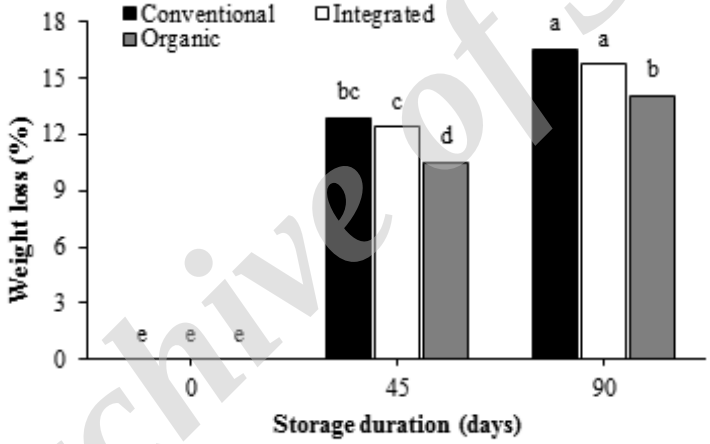
www.SID.ir

کاهش وزن در میوه‌های تولیدشده به روش ارگانیک کمتر از روش متداول بود، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های سیب (Roth *et al*., 2007) و کیوی (Amodio *et al*., 2007) تولیدشده به روش ارگانیک با روش متداول مشاهده نشد.

در این پژوهش نیز میزان کاهش وزن در مدت انبارداری در میوه‌های نظام مدیریت کشت ارگانیک کمتر از نظام مدیریت متداول و تلفیقی بود. گزارش‌های پیشین نشان داد، کاهش وزن میوهٔ انار در مدت انبارداری بیشتر به کاهش رطوبت پوست مربوط می‌شود تا رطوبت آریل (Meighani *et al*., 2015)، بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش بیشتر وزن میوه‌های نظام مدیریت تلفیقی و متداول به دلیل رطوبت بیشتر پوست آن‌ها باشد (Tavarini *et al*., 2008).

مواد جامد محلول (TSS)، اسید قابل عیارسنجی (TA) و نسبت TSS/TA

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها گویای آن است که میوه‌های ارگانیک میزان TSS و TA کمتری در مدت سه ماه انبارداری در مقایسه با میوه‌های مدیریت تغذیهٔ متداول و تلفیقی دارند. اما نسبت TSS/TA در میوه‌های مدیریت تغذیهٔ متداول کمتر از دیگر تیمارها بود (جدول ۱). همچنین با افزایش مدت انبارداری میزان TSS و نسبت TSS/TA در میوه‌های انار افزایش یافت به‌گونه‌ای که پس از ۹۰ روز انبارداری به بالاترین میزان خود رسید. برعکس با افزایش TSS، میزان TA در میوه‌ها به‌تدریج کاهش یافت، گرچه بین ۴۵ و ۹۰ روز انبارداری از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).



شکل ۱. تأثیر نظام مدیریت باغ بر میزان کاهش وزن میوهٔ انار رقم رباب شیراز در مدت انبارداری

Figure 1. Effect of garden management systems on weight loss of pomegranate fruit cv. Rabbab-e-Shiraz during storage

جدول ۱. تأثیر نوع نظام مدیریت باغ بر برخی ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی میوهٔ انار رباب شیراز در مدت انبارداری

Table 1. The effect of garden management system on some quality and biochemical characteristics of pomegranate fruit cv. Rabbab-e-Shiraz during storage

Management System	TSS (%)	TA (%)	TSS/TA	Antioxidant activity (DPPHsc%)	Total anthocyanins (mg/l)
Conventional	12.07 a	2.08 a	5.92 ab	9.54 c	153.29 b
Integrated	11.38 b	1.71 b	6.65 a	11.38 b	175.41 a
Organic	9.54 c	1.49 c	6.41 a	12.07 a	183.41 a

* Mean values in the same column followed by different letter are significantly different ($p<0.05$)

جدول ۲. تأثیر زمان انبارداری بر برخی ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی میوهٔ انار رقم رباب شیراز تولیدشده به روش متداول، تلفیقی و ارگانیک

Table 2. The effect of storage time on some qualitative and biochemical characteristics of pomegranate fruit cv. Rabbab-e-Shiraz produced by conventional, integrated and organic

Storage duration (day)	TSS (%)	TA (%)	TSS/TA	Antioxidant activity (DPPHsc %)	Total anthocyanin (mg/l)
At harvest	9.34 c	1.91 a	4.95 c	66.59 a	149.20 c
45	10.96 b	1.72 b	6.42 b	66.81 a	169.79 b
90	12.70 a	1.65 b	7.70 a	65.10 b	193.11 a

* Mean values in the same column followed by different letter are significantly different ($p<0.05$).

Archive of SID

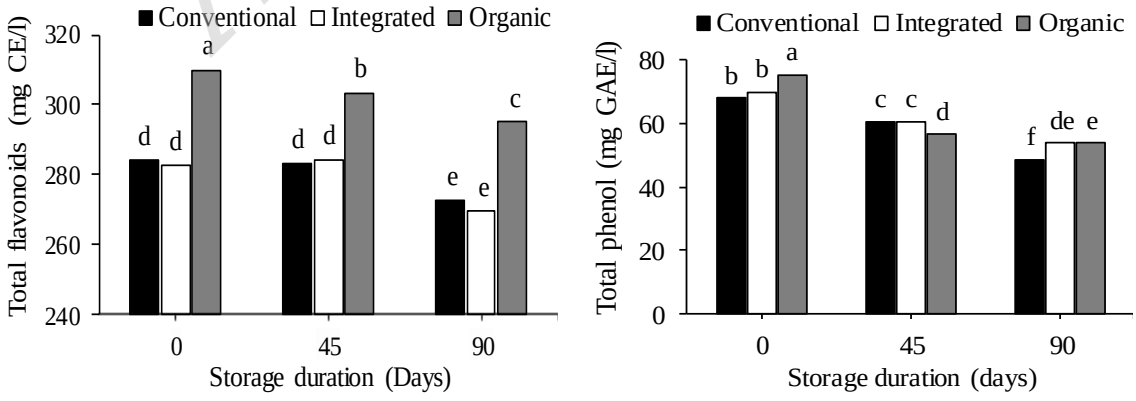
www.SID.ir

قندها و اسیدهای آلی تعیین‌کنندهٔ اصلی طعم میوه‌ها هستند. بنابراین، تغییرپذیری آن‌ها در مدت نگهداری در انبار روی طعم و کیفیت خوراکی میوه تأثیرگذار است. در تأیید یافته‌های این پژوهش در میوه‌های پرتقال واشنگتن ناول انبارشده در دمای ۴ درجهٔ سلسیوس به مدت ۵ ماه نیز گزارش شد که با افزایش دورهٔ انبارداری میزان TSS افزایش و میزان TA کاهش یافت لذا نسبت TSS/TA نیز افزایش یافت. پژوهش‌های انجام‌شده روی رقم‌های مختلف انار نشان داد، در حین انبارداری میزان TA کاهش و نسبت TSS/TA افزایش یافت. اما تغییرپذیری میزان TSS در رقم‌های مختلف انار در مدت انبارداری متفاوت بوده است به‌گونه‌ای که در انار رقم مریدولا (Barman *et al*., 2011) افزایش یافته، در انار رقم مولار (Sayyari *et al*., 2011) و ملس ساوه (Meighani *et al*., 2015) تغییری مشاهده نشده است و در انار رقم رابی (Fawole & Opara, 2013) کاهش یافته است. به نظر می‌رسد کاهش وزن میوه‌ها در مدت انبارداری می‌تواند دلیلی بر افزایش میزان TSS میوه‌ها به‌واسطهٔ غلیظ‌تر شدن آب انار باشد، چراکه انار میوه‌ای نافرازگرا است و در مدت انبارداری تبدیل نشاسته به قند و افزایش قند محلول در آن رخ نمی‌دهد. کاهش TA طی مدت انبارمانی می‌تواند به دلیل استفادهٔ بیشتر آن‌ها در فرآیند تنفس باشد، زیرا گزارش‌های پیشین نشان داد، اسیدهای آلی پیش مادهٔ اصلی فرآیند تنفس در میوهٔ انار هستند (Sayyari *et al*., 2011).

در این پژوهش میزان TSS و TA در میوه‌های انار ارگانیک پس از نود روز انبارداری کمتر و نسبت TSS/TAبیشتر از دیگر نظام‌های مدیریت باغ بود که با نتایج گزارش‌شده در میوهٔ کیوی (Ashour-Nezhad *et al*., 2012) و پرتقال (Candir *et al*., 2013) همخوانی دارد. درحالی‌که شاخص‌های بالا در میوهٔ سیب (Roth *et al*., 2007) و گریپ‌فروت (Chebrolu *et al*., 2012) در مدت انبارداری تحت تأثیر نوع نظام مدیریت باغ قرار نگرفت. بالاتر بودن نسبت TSS/TA در میوه‌های ارگانیک و همچنین افزایش این نسبت در طول مدت انبارداری می‌تواند ناشی از کاهش میزان TA باشد.

ترکیب‌های فنلی و فلاونوئید کل

همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده، میزان ترکیب‌های فنلی و فلاونوئید کل در زمان برداشت در میوه‌های ارگانیک به‌طور معنی‌داری بیشتر از دیگر تیمارها بود. در طول مدت انبارداری در همهٔ نظام‌های مدیریت باغ میزان فنل و فلاونوئید کل کاهش یافت. اما در پایان ۹۰ روز انبارداری میزان ترکیب‌های فنلی و فلاونوئید کل در میوه‌های ارگانیک به ترتیب با میانگین ۵۳/۸ و ۲۹۵ میلی‌گرم در لیتر آب‌میوه به‌طور معنی‌داری بیشتر از نظام‌های مدیریت تلفیقی و متداول بود. از نظر میزان فلاونوئید کل تفاوت معنی‌داری بین نظام‌های مدیریت تلفیقی و متداول در هر سه مرحله نمونه‌برداری وجود نداشت (شکل ۲).



شکل ۲. تأثیر نوع نظام مدیریت باغ بر میزان فنل و فلاونوئید کل انار رقم رباب شیراز در مدت انبارداری

Figure 2. Effect of garden management systems on total phenolics and flavonoids content of pomegranate fruit cv. Rabbab-e-Shiraz during storage

Archive of SID

www.SID.ir

ساخت (سنتز) ترکیب‌های فنلی در گیاهان تحت تأثیر تنش‌های زنده و غیر زنده مانند میزان بالای تشعشع‌های فرابنفش، دمای کم، کمبود مواد غذایی، حملهٔ حشرات و بیمارگر (پاتوژن)ها و همچنین عملیات باغی قرار می‌گیرد (Zhao *et al*., 2007). در انار رباب شیراز میزان فنل و فلاونوئید کل در زمان برداشت در میوه‌های ارگانیک بالاتر بود که با نتایج گزارش‌شده در میوهٔ کیوی (Ashour-Nezhad *et al*., 2012; Amodio *et al*., 2007)، بلوبری (Wang *et al*., 2008)، رقم‌های مختلف آلو (Cuevas *et al*., 2015) و گوشت رقم‌های سیب (Veberic *et al*., 2005) همخوانی دارد. بالاتر بودن میزان ترکیب‌های فنلی در میوه‌های ارگانیک در زمان برداشت می‌تواند به دلیل قرار گرفتن بیشتر این میوه‌ها در معرض تنش‌های زنده و غیر زنده باشد که ساخت فنل‌ها را القا می‌کنند (Veberic *et al*., 2005). تنش‌های زنده و غیرزنده میزان فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز[1] (PAL) که از آنزیم‌های کلیدی مسیر ساخت ترکیب‌های فنلی است را افزایش می‌دهد، بنابراین میزان فعالیت آن می‌تواند به‌طور مستقیم با میزان ترکیب‌های فنلی در ارتباط باشد (Zhao *et al*., 2007). بالاتر بودن میزان ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی در انگورهای ارگانیک به استفاده نکردن از سموم شیمیایی و کودها نسبت داده شده است (Mulero *et al*., 2010). زیرا سموم و کودهای شیمیایی باعث تجزیهٔ ترکیب‌های فنلی می‌شوند (Amodio *et al*., 2007). در کل، اطلاعات کمی در ارتباط با نقش نظام مدیریت باغ بر میزان متابولیت‌های ثانویه وجود دارد.

بسته به نوع تیمار و شرایط انبارداری میزان ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی میوه‌ها و سبزی‌ها در شرایط پس از برداشت می‌تواند کاهش یا افزایش یابد (Wang *et al*., 2008). در این پژوهش میزان ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی در پایان مدت انبارداری در مقایسه با زمان برداشت کاهش یافت که با نتایج گزارش‌شده در میوهٔ رقم‌های مختلف انار (Meighani *et al*., 2015; Fawole & Opara, 2013; Sayyari *et al*., 2011)، کیوی (Ashour-Nezhad *et al*., 2012) و گریپ‌فروت (Chebrolu *et al*., 2012) همخوانی دارد. در حالی که در کاهو میزان ترکیب‌های فنلی کل پس از شانزده روز انبارداری در مقایسه با زمان برداشت افزایش یافت، اما تفاوت معنی‌داری بین مدیریت تغذیهٔ ارگانیک و متداول وجود نداشت (Zhao *et al*., 2007). کاهش ترکیب‌های فنلی طی مدت انبارداری ممکن است به دلیل تخریب ساختار یاخته‌ای در نتیجهٔ فرآیند پیری و اکسایش (اکسیداسیون) ترکیب‌های فنلی توسط آنزیم پلی‌فنول اکسیداز[2] باشد (Fawole & Opara, 2013). همچنین ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدها از متابولیت‌های ثانویهٔ گیاهی هستند که در زدودن رادیکال‌های آزاد اکسیژن مؤثرند و برای انجام این کار خودشان اکسید می‌شوند (Fawole & Opara, 2013). بنابراین کاهش ترکیب‌های بالا در مدت انبارداری تا حدودی می‌تواند نتیجه افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در نتیجهٔ فرآیند پیری باشد. در پژوهشی پس از چهار هفته نگهداری میوهٔ گریپ‌فروت در دمای ۹ درجهٔ سلسیوس میزان لیمونین[3] و نومیلین[4] در میوه‌های با مدیریت ارگانیک بیشتر از میوه‌های تولیدشده به روش متداول بود (Chebrolu *et al*., 2012) که با نتایج گزارش شده در این پژوهش مبنی بر کاهش بیشتر فلاونوئیدها در پایان انبارداری همخوانی دارد.

آنتوسیانین کل و ظرفیت پاداکسندگی

میزان آنتوسیانین کل و ظرفیت پاداکسندگی در میوه‌های با مدیریت ارگانیک انبارشده در دمای ۵ درجهٔ سلسیوس به‌طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های نظام مدیریت متداول بود (جدول ۱). در مدت انبارداری میزان آنتوسیانین کل به تدریج افزایش یافت و پس از نود روز انبارداری با میانگین ۱۹۳/۱۱ میلی‌گرم در لیتر آب‌میوه به بیشترین میزان خود رسید (جدول ۲). بر عکس، ظرفیت پاداکسندگی آب میوهٔ انار در مدت انبارداری به تدریج کاهش یافت، به طوری که در پایان انبارداری به ۶۵/۱۰ درصد رسید (جدول ۲).

1. Phenylalanine ammonia-lyase (PAL)

2. Polyphenol oxidase
3. Limonin
4. Nomilin

Archive of SID

www.SID.ir

در هماهنگی با یافته‌های این پژوهش میزان رنگیزه آنتوسیانین در میوه‌های توت‌فرنگی (Camargo *et al*., 2011)، بلوبری (Wang *et al*., 2008) و رقم‌های مختلف آلو (Cuevas *et al*., 2015) رشد یافته به روش ارگانیک نیز بیشتر از میوه‌های روش متداول بود. همچنین در این پژوهش میزان آنتوسیانین آریل انار در مدت انبارداری افزایش یافت که با نتایج گزارش شده در رقم‌های مختلف انار (Meighani *et al*., 2015; Miguel *et al*., 2004) همخوانی دارد. همان‌طور که پیشتر اشاره شد میزان فعالیت آنزیم PAL در نتیجهٔ تنش‌های زنده و غیر زنده افزایش می‌یابد که افزایش ساخت ترکیب‌های فنلی را به همراه دارد (Zhao *et al*., 2007)، لذا افزایش آنتوسیانین در میوه‌های ارگانیک و در زمان انبارداری می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت آنزیم PAL باشد. گزارش شده که در میوهٔ انار میزان فعالیت آنزیم PAL در نتیجهٔ دمای پایین انبار تحریک می‌شود که تجمع بیشتر آنتوسیانین را به همراه دارد (Miguel *et al*., 2004). از سویی افزایش غلظت آب‌میوه و درپی افزایش غلظت آنتوسیانین می‌تواند به دلیل از دست رفتن رطوبت میوه‌ها در طول دورهٔ انبارداری باشد (Fawole & Opara, 2013).

ظرفیت پاداکسندگی بالای آب انار به وجود پلی‌فنل‌هایی از جمله فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، مشتقات الاجیک اسید، تانن‌های قابل آبکافت (هیدرولیز) و دیگر ترکیب‌های فنلی نسبت داده شده است (Fawole & Opara, 2013; Gil *et al*., 2000). بنابراین ظرفیت پاداکسندگی بالاتر میوه‌های ارگانیک در این پژوهش می‌تواند به دلیل میزان بیشتر ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی آن‌ها باشد. با اینکه در مدت انبارداری میزان آنتوسیانین کل افزایش یافت، اما ظرفیت پاداکسندگی آب انار همگام با کاهش ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی در این مدت کاهش یافت که نشان می‌دهد آنتوسیانین عامل اصلی ظرفیت پاداکسندگی آب انار نیست (Borochov-Neori *et al*., 2009). نتایج این پژوهش با یافته‌های گزارش شده در میوهٔ کیوی همخوانی دارد (Ashour-Nezhad *et al*., 2012; Amodio *et al*., 2007).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد، نظام مدیریت ارگانیک باغ و بدون کاربرد سموم و کودهای شیمیایی نقش مهمی در افزایش ارزش غذایی و قابلیت انبارمانی میوهٔ انار رقم رباب شیراز دارد. میوه‌های ارگانیک کاهش وزن کمتری در مقایسه با نظام مدیریت تلفیقی و متداول داشت بنابراین میوه‌های مدیریت ارگانیک می‌توانند به مدت طولانی‌تری کیفیت ظاهری خودشان را حفظ کنند. همچنین میوه‌های ارگانیک پس از نود روز انبارداری در دمای ۵ درجهٔ سلسیوس میزان فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین کل و همچنین ظرفیت پاداکسندگی بالاتری دارند که نشان می‌دهد میوه‌های ارگانیک ارزش غذایی بالاتری در مقایسه با میوه‌های تولید شده در نظام مدیریت متداول و مرسوم دارند. در طول مدت انبارداری میزان آنتوسیانین کل آریل‌های انار افزایش یافت که نشان‌دهندهٔ ادامهٔ ساخت آنتوسیانین در شرایط پس از برداشت است. با اینکه آنتوسیانین در مدت انبارداری افزایش نشان داد، اما ظرفیت پاداکسندگی کاهش یافت که نشان‌دهندهٔ نقش کمتر آنتوسیانین در مقایسه با دیگر ترکیب‌های فنلی در میزان فعالیت پاداکسندگی آب انار است.

REFERENCES

1. Amodio, M. L., Colelli, G., Hasey, J. K. & Kader, A. A. (2007). A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1228-1236.
2. Ashour-Nezhad, M., Ghasemnezhad, M., Aghajanzadeh, S., Fattahi-Moghadam, J. & Bakhshi, D. (2012). Evaluation of storage life and postharvest quality of kiwifruit cv, 'Hayward' fruits produced in conventional and organic agricultural systems. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22, 1-12. (in Farsi)
3. Barman, B., Asrey, R., Pal, R. K., Kaur, C. & Jha, S. K. (2011). Influence of putrescine and carnauba wax on functional and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 111-117.

Archive of SID

www.SID.ir

4. Borochov-Neori, H., Judeinstein, S., Tripler, E., Harari, M., Greenberg, A., Shomer, I. & Holland, D. (2009). Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 189-195.
5. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25-30.
6. Camargo, L. K. P., Resende, J. T., Tominaga, T. T., Kurchaidt, S. M., Camargo, C. K., Figueiredo, A. S. T. (2011). Postharvest quality of Strawberry fruits produced in organic and conventional systems. *Horticultura Brasileira*, 29, 577-583.
7. Candir, E., Kamiloglu, M., Ustun, D. & Kendir, G. T. (2013). Comparison postharvest quality of conventionally and organically grown 'Washington Navel' oranges. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 86, 59-65.
8. Cavaliere, C., Foglia, P., Marini, F., Samperi, R., Antonacci, D. & Laganà, A. (2010). The interactive effects of irrigation, nitrogen fertilisation rate, delayed harvest and storage on the polyphenol content in red grape (*Vitis vinifera*) berries: A factorial experimental design. *Food Chemistry*, 122, 1176-1184.
9. Chassy, A., Bui, W. L., Horn, M. V. & Mitchell, A. E. (2006). Three-year comparison of the content of antioxidant micro constituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and Bell Peppers. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54, 8244-8252.
10. Chebrolu, K. K., Jayaprakasha, G. K., Jifon, J. & Patil, B. S. (2012). Production system and storage temperature influence grapefruit vitamin C, limonoids, and carotenoids. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60, 7096-7103.
11. Cuevas, F.J., Pradas, I., Ruiz-Moreno, M. J., Arroyo, F. T., Perez-Romero, L. F. & Montenegro, J. C. (2015). Effect of organic and conventional management on bio-functional quality of thirteen plum cultivars (*Prunus salicina* Lindl.). *PLOS ONE*, 10, 1-13.
12. Damaceno, N., Ferreiro, M., Rodriguez, R. & Oderiz, V. (2013). A comparison of kiwi fruit from conventional, integrated and organic production systems. *Food Science and Technology*, 54, 291-297.
13. Fawole, O. A. & Opara, U. L. (2013). Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. *Industrial Crops and Products*, 47, 300-309.
14. Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A. Hess-Pierce, B. Holcroft, D.M. & Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4581-4589.
15. Giusti, M. M. & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV–visible spectroscopy. p. 1–13. In Wrolstad R. E. & Schwartz, S. J. (Ed) *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley and Sons, New York.
16. Kader, A. A., Chordas, A. & Elyatem, S. M. (1984). Responses of pomegranates to ethylene treatment and storage temperature. *California Agriculture*, 38, 14-15.
17. Meighani, H., Ghasemnezhad, M. & Bakhshi, D. (2015). Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 4507-4514.
18. Miguel, G., Fontes, C., Antunes, D., Neves, A. & Martins, D. (2004). Anthocyanin concentration of 'Assaria' pomegranate fruits during different cold storage conditions. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 338-342.
19. Mulero, J., Pardo, F. & Zafrilla, P. (2010). Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 569-574.
20. Park, Y. S., Jung, S. T., Kang, S. G., Heo, B. G., Toledo, F., Drzewiecki, J., Namiesnik, J. & Gorinstein, S. (2008). Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. *Food Chemistry*, 107, 640-648.
21. Petkovsek, M. M., Slatnar, A., Stampar, F. & Veberic, V. (2010). The influence of organic/integrated production on the content of phenolic compounds in apple leaves and fruits in four different varieties over a 2-year period. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 2366-2378
22. Roth, E., Berna, A., Beullens, K., Yarramraju, S., Schenk, A. & Nicola, B. (2007). Postharvest quality of integrated and organically produced apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 11-19.
23. Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Díaz-Mula, H. M. & Serrano, M. (2011). Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 60, 136-142.
24. Shakeri, M. (2015). *Production technical principles and integrate pest management of pomegranate*. Tehran University Publication. (in Farsi)
25. Singleton, V. L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventós, R. S. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau Reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
26. Tavarini, S., Innocenti, E. D., Remorini, D., Massai, R. & Guidi, L. (2008). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*, 107, 282-288.

Archive of SID

www.SID.ir

27. Veberic, R., Trobec, M., Herbinger, K., Hofer, M., Grill, D. & Stampar, F. (2005). Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1687-1694.
28. Wang, S. Y., Chen, C. T., Sciarappa, W. & Camp, M. J. (2008). Fruit quality, antioxidant capacity and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 5788-5794.
29. Zhao, X., Carey, E., Young, J. E., Wang, W. & Iwamoto, T. (2007). Influences of organic fertilization, high tunnel, and postharvest storage on phenolic compounds in lettuce. *HortScience*, 42, 71-76.

Archive of SID

www.SID.ir