

اثر زمان برداشت و طول مدت انبارمانی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی میوه انار رقم ملس پوست زرد ('Malas Post Zard') *Punica granatum L.*

فرزانه پایمرد^۱ و مختار حیدری^{۲*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران

۲- نویسنده مسئول: دانشیار، گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران (mkheidari@ramin.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۴

چکیده

اطلاعات محدودی در زمینه جنبه‌های قبل از برداشت که می‌تواند فیزیولوژی پس از برداشت میوه انار (*Punica granatum L.*) را تحت تأثیر قرار دهد وجود دارد. هدف آزمایش حاضر، تعیین تغییرات شاخص‌های کیفی میوه انار در ناحیه باغملک (استان خوزستان، جنوب غربی ایران) تحت تأثیر مرحله بلوغ در زمان برداشت و مدت انبارمانی بود. میوه‌های انار رقم ملس پوست زرد در سه زمان برداشت (بیست و سوم شهریورماه، هفتم مهرماه و بیست و یکم مهرماه ۱۳۹۰) برداشت شده و به مدت ۴۰ و ۸۰ روز در دمای ۷+ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. در هر مرحله برداشت و یا پس از ۴۰ یا ۸۰ روز انبارمانی، برخی شاخص‌های فیزیکی (رنگ سطحی، پوسیدگی و چروکیدگی) و بیوشیمیایی (اسکوربیک اسید، مواد جامد محلول، اسیددینه قابل تیتراسیون، pH، شاخص آنتوسیانین و شاخص‌های رنگ قهوه‌ای آب‌میوه) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان دادند بدون در نظر گرفتن دوره انبارمانی، میوه‌های انار در میزان غلظت مواد جامد محلول، اسیددینه قابل تیتراسیون، pH و شاخص آنتوسیانین در آب‌میوه تفاوت معنی‌داری داشتند. برهمکنش اثرهای زمان برداشت و مدت انبارمانی (۴۰ و ۸۰ روز) بر چگالی، تغییر رنگ و چروکیدگی میوه، ویتامین ث، پهاش، اسیددینه قابل تیتراسیون و رنگ آب‌میوه (شاخص آنتوسیانین و شاخص رنگ قهوه‌ای) معنی‌دار بود. نتایج نشان دادند برداشت میوه‌های انار در زمان‌های مختلف، شاخص‌های کیفیت ظاهری و ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه را تحت تأثیر قرار داد و در زمان برداشت اول (بیست و سوم شهریورماه) موجب کاهش کیفیت میوه گردید ولی این میوه‌ها غیرقابل مصرف نبودند.

کلید واژه‌ها: انار (*Punica granatum*)، انبارمانی، زمان برداشت، کیفیت پس از برداشت، میوه

(Arzani et al., 2009؛ Bron and Jacomino, 2006)

Kvikliene et al., Kuzucu and Sacaldas, 2008

2008). میوه انار نافرازگرا است و برای تعیین زمان

مناسب برداشت میوه انار شاخص‌های محدودی وجود

دارد. زمان برداشت میوه انار با توجه به شرایط اقلیمی

منطقه، تقویم فصلی و رقم تعیین می‌شود. در برداشت

زود هنگام، میوه‌های انار بیشتر در معرض چروکیدگی و

صدمات مکانیکی قرار گرفته، رنگ پوست و دانه کیفیت

مطلوب نداشته و دارای طعم نامطلوب هستند. هم‌چنین

تأخیر در برداشت باعث کاهش شفافیت و مرغوبیت

مقدمه

انار (*Punica granatum L.*) یکی از قدیمی‌ترین

میوه‌های خوراکی و دارویی است و در حال حاضر ایران

بیشترین میزان سطح زیرکشت و تولید انار در جهان را دارد

(Anonymous, 2015). مهم‌ترین مشکلات انبارمانی

میوه انار، آلودگی در اثر عوامل بیماری‌زای قارچی، کاهش

رطوبت پوست و وزن میوه و کاهش کیفیت ظاهری و درونی

میوه در اثر تعرق و اتلاف آب می‌باشد (Talaei et al.,

2004). بلوغ میوه در زمان برداشت یکی از عوامل

تعیین‌کننده عمر انباری و کیفیت نهایی میوه انار است

رسیدن کاهش می‌یابد که فاکتور شیمیایی مهم در افزایش شاخص قهوه‌ای شدن داخلی در میوه‌هایی است که بیش از اندازه رسیده‌اند (Kulkarni and Aradhya, 2005). با این حال در مورد اثر زمان برداشت بر کیفیت میوه در طول دوره انبارمانی گزارش‌های محدودی منتشر شده است. Sidhu et al. (2012) پس از بررسی اثر دو مرحله برداشت زود هنگام و دیر هنگام را بر کیفیت انبارمانی هفت رقم انار در شرایط انبار معمولی با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و انبار با اتمسفر کنترل شده (۳ درصد اکسیژن و ۵ درصد دی‌اکسید کربن) گزارش دادند در میوه‌های انار که دیر برداشت شدند، مواد جامد محلول و آنتوسیانین بیشتری وجود داشت. هم‌چنین استفاده از انبار با اتمسفر کنترل شده، بروز بیماری و تجزیه اسیدهای آلی را کاهش داده و آریل‌ها میزان آب بیشتری داشتند. استان خوزستان دارای ۱۱۰۰ هکتار باغ انار غیربارور و ۱۷۰۰ هکتار باغ انار بارور بوده و با میزان تولید ۱۵ هزار تن و عملکرد ۸/۹۵ تن در هکتار یکی از استان‌های تولید کننده انار در جنوب کشور است. مهم‌ترین مناطق تولید انار در استان خوزستان، شهرستان‌های ایذه، مسجد سلیمان، باغملک و اندیمشک است. زمان شروع و خاتمه برداشت میوه انار در استان خوزستان از اوایل شهریور تا اوایل آبان ماه می‌باشد (Anonymous, 2015). در مورد اثر زمان برداشت بر کیفیت انبارمانی میوه انار اطلاعات اندکی وجود دارد. این پژوهش به منظور بررسی اثر مرحله برداشت بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس پوست زرد (انار محلی باغملک، استان خوزستان) طی دوره انبارمانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۰ در گروه باغبانی دانشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ملاثانی، ۳۵ کیلومتری شرق اهواز) انجام شد. میوه رقم ملس پوست زرد (از ارقام رایج منطقه باغملک خوزستان) در این آزمایش استفاده شد. برخی خصوصیات میوه این رقم در زمان بلوغ به شرح زیر می‌باشد (Paimard, 2012): رنگ پوست میوه زرد-کرم با نقاط و رگه‌های

آریل، تغییر رنگ پوست، افزایش آلودگی به کرم گلوگاه، افزایش ترکیب‌گی و کاهش کیفیت انبارمانی میوه می‌شود (Shakeri, 2009). پیشنهاد شده برداشت میوه انار در زمان مناسب، در کاهش برخی نابسامانی‌های فیزیولوژیکی مانند عارضه لکه سوختگی^۱ (قهوه‌ای شدن سطحی پوست) مؤثر است و لکه سوختگی در انارهای برداشت شده در اواسط زمان رایج برداشت کمتر از زمان آخر برداشت می‌باشد (Defilippi et al., 2006).

Paimard (2012) با بررسی اثر زمان برداشت بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه سه رقم انار در استان خوزستان گزارش داد ارتباط نزدیکی بین کیفیت میوه و زمان برداشت (بلوغ میوه) وجود داشت و میوه‌های برداشت شده در اواخر تابستان، کیفیت پایین‌تری نسبت به برداشت در اوایل پاییز داشتند. (Khodade et al., 1990) گزارش دادند اندازه میوه، وزن و حجم میوه انار طی نمو به تدریج افزایش و چگالی میوه به تدریج کاهش می‌یابد. بررسی شاخص‌های کیفی میوه یازده رقم انار در فلسطین اشغالی، در زمان‌های متفاوت در طول فصل برداشت نشان داد مواد جامد محلول، اسیدیته، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و برخی صفات حسی (مشاهده‌ای) در بین ارقام و در زمان رسیدن متفاوت بودند. هم‌چنین غلظت مواد جامد محلول آب‌میوه‌های برداشت شده در اواخر فصل نسبت به اوائل فصل برداشت در سه رقم مورد مطالعه افزایش داشت (Borocho-Neori et al., 2009). بررسی میوه انار رقم طایفی^۲ در عربستان نشان داد میوه‌های رسیده دارای درصد گلوکز بیشتری نسبت به فروکتوز بوده و مقدار ترکیبات پلی فنولی در میوه‌های کاملاً رسیده بیشتر از میوه‌های نیمه رسیده بود (Al-Maiman and Ahmad, 2002).

یکی از مهم‌ترین تغییرات بیوشیمیایی در این زمینه، تغییر در ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه می‌باشد. افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در اواخر مرحله نمو میوه انار مربوط به سنتز آنتوسیانین می‌باشد. اسیدیته نیز در زمان

1- Scald
2- Taifi

سولفات مس انجام شد (Barakat et al., 1973). شاخص آنتوسیانین و شاخص رنگ قهوه‌ای آب‌میوه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-2100 (ساخت آمریکا) به ترتیب در طول موج‌های ۵۱۰ و ۴۴۶ نانومتر اندازه‌گیری شد (Kulkarni and Aradhya, 2005). یک میلی‌لیتر آب‌میوه با استفاده از بافر اسید سیتریک ($\text{pH} = 3/4$) به حجم پنج میلی‌لیتر رسانده شد و میزان جذب در طول موج ۵۱۰ نانومتر (مربوط به شاخص آنتوسیانین) و طول موج ۴۴۶ (مربوط به شاخص رنگ قهوه‌ای) قرائت شد. شاخص آنتوسیانین و یا شاخص رنگ قهوه‌ای آب‌میوه به ترتیب با ضرب کردن میزان جذب در طول موج در ضریب رقیق‌سازی^۱ (D.F.) محاسبه شده و به صورت واحد جذب^۲ (Au) در میلی‌لیتر آب‌میوه رقیق نشده بیان گردید. اندازه‌گیری وضعیت ظاهری پوست میوه (میزان پوسیدگی، میزان چروکیدگی، تغییر رنگ و قهوه‌ای شدن پوست) بر اساس جدول (۱) انجام شد (Defilippi et al., 2006). آنالیز داده‌ها و بررسی اثرات متقابل صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام گرفت و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات فیزیکی میوه

نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیکی میوه (جدول ۲) نشان داد اثر زمان برداشت بر شاخص‌های چگالی، تغییر رنگ و چروکیدگی پوست میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی بر پوسیدگی میوه اثر معنی‌داری نداشت. اثر دوره انبارمانی بر پوسیدگی میوه، تغییر رنگ و چروکیدگی پوست میوه در سطح احتمال یک درصد و بر چگالی میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر برهمکنش زمان برداشت و انبارمانی بر تغییر رنگ پوست و چروکیدگی میوه در سطح یک درصد و بر چگالی و پوسیدگی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

قرمز، رنگ دانه قرمز، مزه ملس، میانگین وزن میوه ۲۹۸/۳ گرم، آریل ۶۰/۲ درصد، پوست میوه ۴۰/۴ درصد، وزن صد گرم آریل ۱۹ گرم، آب‌میوه ۴۱/۲ درصد، طول میوه ۷۹ میلی‌متر، قطر میوه ۷۰/۲ میلی‌متر، نسبت طول به قطر میوه ۱/۱۴، طول تاج میوه ۲۱/۷ میلی‌متر، قطر تاج میوه ۶/۷ میلی‌متر، نسبت طول به قطر تاج ۳/۶، اسیدیته ۰/۸۱ و کل مواد جامد محلول ۱۸ درصد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای زمان برداشت (بیست و سوم شهریور ماه، هفتم مهرماه، بیست و یک مهرماه) و سه زمان اندازه‌گیری شاخص‌های کمی و کیفی (زمان برداشت، ۴۰ و ۸۰ روز انبارمانی) در سه تکرار (هر تکرار شامل چهار میوه) و در مجموع با ۲۷ تیمار انجام گردید. میوه‌های انار رقم ملس پوست زرد از یک باغ تجاری در شهرستان باغملک در ۱۳۵ کیلومتری شمال شرق اهواز، عرض جغرافیایی ۳۱ دقیقه و ۳۱ ثانیه و طول جغرافیایی ۴۹ دقیقه و ۵۱ ثانیه و ارتفاع ۹۱۷ متر از سطح دریا برداشت گردیدند. در هر مرحله برداشت، میوه‌ها در صبح قبل از افزایش دمای هوا برداشت شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. میوه‌ها پس از شستشو با آب و ضدعفونی سطحی با هیپوکلرید سدیم (۵۲۵ پی‌پی‌ام کلر فعال، سه دقیقه و سپس سه بار آبخشی با آب معمولی)، در جعبه‌های پلاستیکی به سردخانه با دمای +۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل و به مدت ۴۰ یا ۸۰ روز نگهداری شد.

در هر مرحله برداشت و یا پس از ۴۰ و ۸۰ روز انبارمانی، غلظت مواد جامد محلول در آب‌میوه با رفاکتومتر دستی (مدل MT-03، ساخت ژاپن)، pH، آب‌میوه با دستگاه پ‌هاش‌سنج (قابل حمل مدل P-775، ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شد. اسیدیته قابل تیتراسیون آب‌میوه انار به روش تیتراسیون با استفاده از هیدروکسید سدیم (۰/۱ نرمال) تا رسیدن به $\text{pH} = 8/1$ محاسبه گردید (Gil et al., 1996). شاخص طعم با تقسیم نسبت غلظت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه شد. اندازه‌گیری ویتامین ث به روش تیتراسیون با یدور پتاسیم و

1- Dilution factor

2- Absorbance unit

جدول ۱- ارزیابی شاخص صفات ظاهری میوه

Table 1. Evaluation of fruit morphological indices (Defilippi et al., 2006)

چروکیدگی Shrinkling		اسکالد Scald		کیفیت (پوسیدگی) Quality (dacy)	
1	بدون چروکیدگی No shrinkle	1	بدون اسکالد No scald	9	عالی Excellent
2	خفیف Slight	2	1-25%	7	خیلی خوب Very good
3	متوسط Moderate	3	26-50%	5	خوب Good
4	شدید Extreme	4	51-75%	3	ضعیف Weak
		5	76-100%	1	خیلی ضعیف Very good

جدول ۲- تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی و ظاهری میوه انار رقم ملس پوست زرد طی مدت انبارمانی

Table 2. Analysis of variance physical characteristics and appearance of pomegranate fruit during storage

میانگین مربعات Mean Square					منابع تغییرات Source of Variation
چروکیدگی Shrinkling	تغییر رنگ پوست Rind color changes	پوسیدگی Decay	چگالی Density	درجه آزادی df	
0.92**	0.35**	0.19 ^{ns}	0.075**	2	زمان برداشت Harvest time
4.59**	3.03**	9.36**	0.08*	2	مدت انبارمانی Storage duration
0.35**	0.21**	0.19*	0.02*	4	برهمکنش زمان برداشت × انبارمانی Harvest time × Storage duration
7.9	9.9	11.2	9.65	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال خطای یک و پنج درصد، ns عدم وجود اختلاف معنی دار.

ns: Non-significant, **and*: Significant at 1 and 5% probability level, respectively.

چگالی میوه

بیشترین چگالی میوه انار در تیمار زمان برداشت اواخر شهریور و بدون انبارمانی بود (۱/۵۳ گرم بر سانتی متر مکعب) که با چگالی میوه‌ها در برداشت اوایل مهر و بدون انبارمانی (۱/۳۵ گرم بر سانتی متر مکعب) و یا میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریور و اوایل مهرماه پس از ۴۰ روز انبارمانی (به ترتیب ۱/۳۹ و ۱/۳۷ گرم بر سانتی متر مکعب) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از چگالی میوه در سایر تیمارها بود (جدول ۳). کمترین چگالی در میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه پس از ۸۰ روز انبارمانی بود (۱/۱۳ گرم بر سانتی متر

مکعب) که به طور معنی داری کمتر از چگالی میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریورماه در اندازه گیری زمان برداشت (۱/۵۳ گرم بر سانتی متر مکعب) و یا پس از ۴۰ روز بود (۱/۳۹ گرم بر سانتی متر مکعب).

تغییر رنگ پوست میوه

بیشترین تغییر رنگ پوست میوه (۲/۴۵ درصد) در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریورماه پس از ۸۰ روز انبارمانی بود (جدول ۳) که به طور معنی داری بیشتر از تغییر رنگ پوست میوه در سایر تیمارها بود. تغییر رنگ پوست در میوه‌های برداشت شده در مرحله‌های برداشت اول، دوم و سوم در تیمار بدون انبارمانی (یک درصد) با تغییر رنگ

چروکیدگی پوست میوه

بیشترین چروکیدگی در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریورماه پس از ۸۰ روز انبارمانی وجود داشت (۳ درصد) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از چروکیدگی در سایر تیمارها بود. در هر سه مرحله برداشت، چروکیدگی در میوه‌های انبارشده پس از ۸۰ روز به‌طور معنی‌داری بیشتر از چروکیدگی در میوه‌های انبار نشده و یا میوه‌های انبار شده به مدت ۴۰ روز بود. کمترین چروکیدگی در میوه‌های برداشت شده در مرحله اول، دوم و سوم برداشت در تیمار بدون انبارمانی (۱ درصد) و یا میوه‌های برداشت شده در مرحله دوم برداشت (اوایل مهرماه) وجود داشت (۱ درصد) که تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از چروکیدگی در سایر تیمارها بود (جدول ۳).

در میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه پس از ۴۰ روز انبارمانی (۱/۲ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از تغییر رنگ پوست میوه در سایر تیمارها بود.

پوسیدگی میوه

کمترین کیفیت میوه از نظر پوسیدگی (بیشترین پوسیدگی) در میوه‌های برداشت شده در اواخر مهرماه بدون انبارمانی بود (۶/۸ درصد) که با پوسیدگی میوه‌های برداشت شده در مرحله اول و یا دوم برداشت بدون انبارمانی (به ترتیب ۷/۲۳ و ۷/۶۷ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از کیفیت میوه در سایر تیمارها بود. پوسیدگی میوه در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

جدول ۳- برهمکنش اثر زمان برداشت و مدت انبارمانی بر خصوصیات فیزیکی و ظاهری میوه انار رقم ملس پوست زرد
Table 3. The effect of harvest time and storage interaction on physical properties and appearance of pomegranate fruit

مدت انبارمانی (روز) Storage duration (day)			زمان برداشت Harvesting time
80	40	0	
کاهش وزن (درصد) Weight loss (%)			
24.2 ^{ab}	20.9 ^b	0	بیست و سوم شهریور (September 14)
26.8 ^{ab}	12.3 ^c	0	هفتم مهرماه (September 29)
29.3 ^a	25.7 ^{ab}	0	بیست و یک مهرماه (October 13)
چگالی (گرم/سانتی‌متر مکعب) Density (g/cm ³)			
1.24 ^{bc}	1.39 ^{ab}	1.53 ^a	بیست و سوم شهریور (September 14)
1.13 ^c	1.37 ^{abc}	1.35 ^{abc}	هفتم مهرماه (September 29)
1.19 ^{bc}	1.18 ^{bc}	1.24 ^{bc}	بیست و یک مهرماه (October 13)
تغییر رنگ پوست Rind color changes			
2.45 ^a	1.9 ^b	1 ^c	بیست و سوم شهریور (September 14)
2 ^b	1.2 ^c	1 ^c	هفتم مهرماه (September 29)
2 ^b	2 ^b	1 ^c	بیست و یک مهرماه (October 13)
ویتامین ث (میلی‌گرم/صد میلی لیتر آب میوه) Ascorbic acid (mg/100 ml)			
6.31 ^a	24.46 ^a	28.31 ^a	بیست و سوم شهریور (September 14)
9.1 ^{bc}	10.56 ^{bc}	27.13 ^a	هفتم مهرماه (September 29)
13.2 ^b	12.61 ^b	27.57 ^a	بیست و یک مهرماه (October 13)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter in are not significantly different from each other followed by Duncan's test (P>0.05).

صفات بیوشیمیایی

نتایج تجزیه واریانس خصوصیات بیوشیمیایی و کیفی (جدول ۴) نشان داد برهمکنش اثر زمان برداشت و مدت زمان انبارمانی بر ویتامین ث، پهاش آب میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص طعم، شاخص رنگ قهوه‌ای در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود ولی برهمکنش اثر زمان برداشت و زمان انبارمانی بر ویتامین ث، پهاش آب میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص طعم، شاخص رنگ قهوه‌ای و اثر مدت زمان انبارمانی بر کل مواد جامد محلول و شاخص آنتوسیانین آب میوه در سطح پنج درصد معنی دار بود.

ویتامین ث

بیشترین ویتامین ث در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریورماه و بدون انبارمانی وجود داشت (۲۸/۳۱ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه) که با ویتامین ث در میوه‌های برداشت شده در اوایل مهر و اواخر مهرماه بدون انبارمانی (به ترتیب ۲۷/۱۳ و ۲۷/۵۷ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه) و یا ویتامین ث در اواخر شهریور پس از ۴۰ روز انبارمانی (۲۴/۴۶ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از ویتامین ث در سایر تیمارها بود (جدول ۳). کمترین ویتامین ث (۶/۳۱ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه) در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریورماه

و پس از ۸۰ روز انبارمانی بود که با ویتامین ث در اوایل مهرماه پس از ۴۰ یا ۸۰ روز انبارمانی (به ترتیب ۱۰/۵۶ و ۹/۱ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری کمتر از ویتامین ث در سایر تیمارها بود.

مواد جامد محلول

بیشترین مواد جامد محلول در آب میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه و تیمار بدون انبارمانی وجود داشت (۱۸/۱۷ درصد) که با غلظت مواد جامد محلول در آب میوه‌های برداشت شده در اواخر مهر و تیمار بدون انبارمانی (۱۸ درصد) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از غلظت مواد جامد محلول در سایر تیمارها بود. میزان مواد جامد محلول کل در سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۵).

اسیدیته قابل تیتراسیون

بیشترین اسیدیته در میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه و بدون انبارمانی وجود داشت (۰/۹۷ درصد) که به طور معنی داری بیشتر از اسیدیته آب میوه انار در سایر تیمارها بود (جدول ۵). کمترین اسیدیته آب میوه (۰/۲۴ درصد) در میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه و پس از ۸۰ روز انبارمانی وجود داشت که با اسیدیته آب میوه‌های برداشت شده در اواخر مهرماه پس از ۸۰ روز انبارمانی تفاوتی نداشت.

جدول ۴- تجزیه واریانس خصوصیات بیوشیمیایی آب میوه انار رقم ملس پوست زرد طی مدت انبارمانی

Table 4. variance Analysis of biochemical characteristics of pomegranate juice fruit during storage

شاخص رنگ قهوه‌ای Browning index	شاخص آنتوسیانین Anthocyanin index	اسیدیته قابل تیتراسیون به اسیدیته محلول TSS/TA	مواد جامد محلول TSS	مواد جامد محلول TSS	پهاش pH	ویتامین ث Ascorbic acid	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of Variation
5.2*	8.79*	202.1*	0.73*	0.003 ^{ns}	1.07**	38.01*	2	زمان برداشت Harvest time
3.06 ^{ns}	17.6**	3072.7**	0.77*	0.59**	1.43**	782.3**	2	مدت انبارمانی Storage duration
15.8**	2.5*	376.5**	0.28*	0.038**	0.55**	84.4**	4	برهمکنش زمان برداشت × انبارمانی Harvest time × Storage duration
23.8	23.2	20.3	1.85	13.4	3	14.6		ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال خطای یک و پنج درصد، ns عدم وجود اختلاف معنی دار.

ns: Non-significant, **and*: Significant at 1 and 5% probability level, respectively.

جدول ۵- برهمکنش اثر زمان برداشت و مدت انبارمانی بر خصوصیات بیوشیمیایی میوه انار رقم ملس پوست زرد
Table 5. The effect of harvest time and storage interaction on biochemical properties and appearance of pomegranate fruit

مدت انبارمانی (روز) Storage duration (day)			زمان برداشت Harvesting time
80	40	0	
کل مواد جامد محلول (درصد) TSS (%)			
17 ^b	17.2 ^b	17 ^b	بیست و سوم شهریور (September 14)
17.2 ^b	17.4 ^b	18.7 ^a	هفتم مهرماه (September 29)
17.3 ^b	17.27 ^b	18 ^a	بیست و یک مهرماه (October 13)
اسیدیته کل قابل تیتراسیون (درصد) TA (%)			
0.42 ^{cd}	0.49 ^c	0.73 ^b	بیست و سوم شهریور (September 14)
0.24 ^e	0.52 ^c	0.97 ^a	هفتم مهرماه (September 29)
0.29 ^{de}	0.57 ^c	0.78 ^b	بیست و یک مهرماه (October 13)
پ هاش pH			
3.92 ^a	3.18 ^c	2.3 ^d	بیست و سوم شهریور (September 14)
3.87 ^a	3.2 ^c	3.67 ^b	هفتم مهرماه (September 29)
4.1 ^a	3.9 ^a	3.5 ^b	بیست و یک مهرماه (October 13)
نسبت کل مواد جامد محلول به اسید TSS/TA			
40.2 ^c	35.96 ^{cd}	23.67 ^{de}	بیست و سوم شهریور (September 14)
71.67 ^a	34.2 ^{cd}	18.9 ^e	هفتم مهرماه (September 29)
59.89 ^b	31.13 ^{cde}	23.01 ^{de}	بیست و یک مهرماه (October 13)
شاخص آنتوسیانین (واحد جذب/میلی لیتر) Anthocyanin index (AU/ml)			
6 ^{bc}	5.91 ^{bc}	6.76 ^{abc}	بیست و سوم شهریور (September 14)
6.52 ^{bc}	3.99 ^c	7.41 ^{ab}	هفتم مهرماه (September 29)
8.04 ^{ab}	5.65 ^{bc}	9.7 ^a	بیست و یک مهرماه (October 13)
شاخص رنگ قهوه‌ای (واحد جذب/میلی لیتر) Browning agents index			
3.18 ^{cd}	8.14 ^a	4.77 ^{bc}	بیست و سوم شهریور (September 14)
4.56 ^{bc}	1.71 ^d	5.92 ^b	هفتم مهرماه (September 29)
5.56 ^b	4.59 ^{bc}	6.04 ^b	بیست و یک مهرماه (October 13)

در هر شاخص، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter are not significantly different from each other followed by Duncan's test (P>0.05).

آب میوه برداشت شده در اواخر مهرماه پس از ۴۰ روز انبارمانی (۳/۹) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از پ هاش آب میوه در سایر تیمارها بود (جدول ۵). کمترین پ هاش آب میوه در زمان برداشت اواخر مهرماه پس از ۴۰ روز وجود داشت (۳/۱۸) که با

پ هاش آب میوه

بیشترین پ هاش آب میوه در تیمار برداشت اواخر مهر و پس از ۸۰ روز انبارمانی وجود داشت (۴/۱) که با پ هاش آب میوه در اواخر شهریور و یا اوایل مهرماه پس از ۸۰ روز انبارمانی (به ترتیب ۳/۹۲ و ۳/۸۷) و یا پ هاش

قهوه‌ای در سایر تیمارها بود (جدول ۵). کمترین شاخص رنگ قهوه‌ای در میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه پس از ۴۰ روز انبارمانی وجود داشت (۱/۷۱) واحد جذب در میلی‌لیتر) که با شاخص رنگ قهوه‌ای در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریورماه پس از ۸۰ روز انبارمانی (۳/۱۸) واحد جذب در میلی‌لیتر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از شاخص رنگ قهوه‌ای در سایر تیمارها بود.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد در تیمار بدون انبارمانی، چگالی میوه‌های برداشت شده در اواخر مهرماه کاهش معنی‌داری داشت. اگرچه برداشت زودهنگام میوه انار در باغملک از اواخر شهریورماه شروع می‌شود ولی کاهش چگالی میوه نشان می‌دهد رشد میوه و تغییرات فیزیکی در میوه‌های رقم پوست زرد در طول مهرماه نیز ادامه دارد. *Khodade et al.* (1990) گزارش دادند اندازه میوه، وزن و حجم میوه انار طی نمو به تدریج افزایش یافته و طی نمو میوه، چگالی میوه به تدریج کاهش می‌یابد. عدم وجود تغییر معنی‌دار در چگالی در زمان‌های انبارداری ۴۰ و ۸۰ روز و همچنین کاهش معنی‌دار وزن میوه پس از ۴۰ روز انبارمانی (جدول ۳) نشان داد در این آزمایش بخش مهمی از تغییرات فیزیکی میوه در طول دوره ۴۰ روز انبارمانی ناشی از تغییرات رطوبت میوه بوده است. همچنین وجود تفاوت معنی‌دار چروکیدگی پوست میوه پس از ۴۰ و ۸۰ روز انبارمانی (جدول ۱) نیز می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که بخشی از رطوبت از پوست میوه خارج شده است. *Talaei et al.* (2004) نیز گزارش دادند کاهش کیفیت ظاهری میوه انار طی دوره انبارداری ناشی از تعرق و اتلاف آب میوه به خصوص از پوست میوه می‌باشد. نتایج این آزمایش در مورد وجود بیشترین درصد چروکیدگی پس از ۸۰ روز انبارمانی در پوست میوه‌های انار برداشت شده در اواخر شهریور در شرایط آب و هوایی باغملک، در زمان برداشت دیر هنگام که در اواخر شهریورماه انجام می‌گیرد، احتمالاً رشد پوست

پهاش آب میوه در اوایل مهرماه پس از ۴۰ روز انبارمانی تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از پهاش آب میوه در سایر تیمارها بود (جدول ۵).

شاخص طعم

بیشترین شاخص طعم (۷۱/۶۷) در میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه پس از ۸۰ روز انبارمانی وجود داشت که به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاخص طعم در سایر تیمارها بود. کمترین شاخص طعم در میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه و بدون انبارمانی وجود داشت (۱۸/۹) که با این نسبت در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریور ماه و یا اواخر مهرماه و بدون تیمار انبارمانی (به ترتیب ۲۳/۶۷ و ۲۳/۰۱) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از شاخص طعم در سایر تیمارها بود (جدول ۵).

شاخص آنتوسیانین آب میوه

بیشترین شاخص آنتوسیانین در میوه‌های برداشت شده در اواخر مهرماه و بدون انبارمانی وجود داشت (۹/۷) واحد جذب در میلی‌لیتر) که با شاخص آنتوسیانین آب میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه بدون تیمار انبارمانی (۷/۱۱) واحد جذب در میلی‌لیتر) و یا میوه‌های برداشت شده در اواخر مهرماه پس از ۸۰ روز انبارمانی (۸/۰۴) واحد جذب در میلی‌لیتر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاخص آنتوسیانین آب میوه در سایر تیمارها بود.

کمترین شاخص آنتوسیانین آب میوه در میوه‌های برداشت شده در هفتم مهر ماه پس از ۴۰ روز انبارمانی بود که به‌طور معنی‌داری کمتر از این شاخص در میوه‌های برداشت شده در هفتم مهر بدون انبارمانی و همچنین ۲۱ مهر بدون انبارمانی و ۸۰ روز پس از برداشت بود ولی با شاخص آنتوسیانین آب میوه در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

شاخص رنگ قهوه‌ای آب میوه

بیشترین شاخص رنگ قهوه‌ای (۸/۱۴) واحد جذب در میلی‌لیتر) در اواخر شهریور و بدون انبارمانی وجود داشت که به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاخص رنگ

شاخص رنگ قهوه‌ای وجود داشت، در حالی که میوه‌های برداشت شده در اوایل مهرماه دارای کمترین شاخص رنگ قهوه‌ای بودند (جدول ۴). البته در این آزمایش شاخص آنتوسیانین و شاخص رنگ قهوه‌ای آب‌میوه انار با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر و بررسی تغییرات رنگ ظاهری پوست میوه به روش مشاهده‌ای انجام گردید. لازم است در آزمایش‌های بعدی مربوط به انبارمانی میوه، علاوه بر تعیین تغییر رنگ پوست میوه به روش مشاهده‌ای و اندازه‌گیری تغییرات رنگ پوست میوه با دستگاه‌های حساس، اندازه‌گیری ترکیبات فنولی که در تغییر رنگ پوست میوه دخالت دارند نیز انجام شود.

نتایج آزمایش حاضر در مورد برهمکنش زمان برداشت و دوره انبارمانی بر شاخص‌های بیوشیمیایی میوه انار نشان داد پس از ۴۰ و ۸۰ روز انبارمانی، اسکوربیک اسید در هر سه زمان برداشت کاهش داشت و میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریورماه ویتامین ث کمتری نسبت به میوه‌های برداشت شده در اواخر مهرماه داشتند. اسید اسکوربیک به تجزیه ناشی از اکسیداسیون بسیار حساس است و در مقایسه با سایر ترکیبات دارای ارزش غذایی، تغییرات آن بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد (Artes et al., 2000؛ Veltman et al., 2000). دلیل کاهش اسید اسکوربیک تبدیل آن به دهیدرواسکوربیک اسید می‌باشد (Abd-elghany et al., 2012). نتایج آزمایش حاضر نشان دادند در میوه‌های برداشت شده در اوایل و اواخر مهرماه و بدون انبارمانی، مواد جامد محلول بیشتری نسبت به زمان برداشت اواخر شهریور وجود داشت. احتمالاً پایین بودن مواد جامد محلول در اواخر شهریور به دلیل قطع زودهنگام روند انتقال ترکیبات کربوهیدراتی و تجمع آن در میوه می‌باشد. در رابطه با اهمیت زمان برداشت بر تجمع ترکیبات کربوهیدراتی در میوه، پیشنهاد شده میوه‌های زود برداشت شده فرصت کافی برای تجمع مواد جامد محلول و قندهای محلول ندارند (Bron and Jacomino, 2006). بین میزان نشاسته و مواد جامد محلول میوه انار ارتباط مستقیم

میوه مشابه سایر بخش‌های میوه ادامه داشته و ساختارهای حفاظتی پوست میوه کامل نشده است.

تاکنون در مورد برهمکنش اثر زمان برداشت میوه و تیمار انبارمانی بر تغییرات فیزیولوژیک سلول‌های پوست میوه انار و ضخامت پوست میوه طی مراحل رشد میوه گزارشی منتشر نگردیده است ولی پیشنهاد گردیده است میوه‌های انار در زمان رسیده کامل دارای پوشش واکسی هستند که مشابه رنگدانه‌های پوست، برای هر رقم اختصاصی می‌باشد (Abd-elghany et al., 2012). یکی دیگر از دلایلی که می‌تواند این موضوع را تأیید نماید وجود بیشترین تغییر رنگ پوست میوه پس از ۸۰ روز انبارمانی در میوه‌هایی است که در اواخر شهریورماه برداشت شده اند (جدول ۳). احتمالاً بخشی از این تغییر رنگ ناشی از تغییر در ترکیبات فنولی پوست میوه می‌باشد. واکنش ترکیبات فنولی با آنزیم پلی فنول اکسیداز تولید مواد قهوه‌ای رنگ می‌کند. هم‌چنین واکنش اکسایشی ترکیبات فنولی، موجب تولید ترکیبات با رنگ قهوه‌ای می‌شود (Mahmoodi Tabar et al., 2009) Paimard (2012). نیز گزارش داد تیمارهای زمان انبارمانی و پوشش‌دهنده‌های میوه شامل کیتوسان، صمغ عربی، پوترسین و واکس بر ترکیبات فنولی و فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در پوست و شاخص رنگ قهوه‌ای در آریل‌های رقم محلی ملس پوست زرد اثر معنی‌داری داشت. به نظر می‌رسد بخشی از این تغییر رنگ در میوه‌های زود برداشت شده در شهریورماه نسبت به میوه‌های برداشت شده در اوایل و یا اواخر مهرماه احتمالاً ناشی از اتلاف آب از پوست میوه‌های انار در برداشت زودهنگام در شهریورماه است.

Abd-elghany et al. (2012) نیز گزارش دادند اتلاف رطوبت میوه‌های انار می‌تواند منجر به ایجاد رنگ قهوه‌ای در پوست میوه و قهوه‌ای شدن آریل‌های انار گردد. البته در آزمایش حاضر شاخص آنتوسیانین آب‌میوه در هر سه زمان برداشت، پس از ۴۰ یا ۸۰ روز انبارمانی میوه تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریورماه پس از ۴۰ روز انبارمانی، بیشترین

که احتمالاً به میزان زیادی به استفاده از اسیدهای آلی به عنوان سوپسترای تنفسی و به عنوان اسکلت کربنی برای سنتز ترکیبات جدید طی دوره رسیدن میوه ارتباط دارد (Bron and Jacomino, 2006؛ Talaei *et al.*, 2004). Tehrani *et al.* (2011) نیز گزارش دادند کاهش اسیدیته کل، پس از برداشت در نتیجه مصرف اسیدهای آلی جهت فعالیت‌های متابولیکی است. Talaei *et al.* (2004) نیز گزارش دادند اسیدیته آب میوه انار در طول مدت انبارمانی انار در اثر سوختن در فرایند کند تنفسی به تدریج کاهش می‌یابد. نتایج این آزمایش در مورد وجود تغییرات معنی دار در اسیدیته آب میوه‌های برداشت شده در سه مرحله مختلف پس از ۸۰ روز انبارمانی، احتمالاً با تفاوت در فعالیت‌های متابولیکی میوه‌های برداشت شده در سه مرحله مختلف در ارتباط است. نتایج این آزمایش در مورد عدم وجود تفاوت در شاخص آنتوسیانین آب میوه در زمان‌های مختلف برداشت (جدول ۵) با نتایج Shulman *et al.* (1984) هم‌هنگی ندارد که پس از بررسی منحنی رشد میوه انار پیشنهاد گردید میزان آنتوسیانین با پیشرفت بلوغ میوه افزایش یافت. هم‌چنین نتایج آزمایش حاضر نشان دادند در هر مرحله برداشت، شاخص آنتوسیانین آب میوه انار پس از ۴۰ و ۸۰ انبارمانی تغییر معنی داری نداشت. Gil *et al.* (1996) نیز گزارش دادند رنگ آب میوه انارهای انبارشده در دمای پنج درجه سانتی‌گراد تا شش هفته تغییرات معنی داری نداشت. Abd-elghany *et al.* (2012) نیز عدم وجود تغییرات معنی دار در آنتوسیانین‌ها و مواد جامد محلول در میوه انارهای دارای پوشش پلی اولفین، تیمار شده با کلسیم دو درصد و یا میوه‌های تیمار نشده را پس از ۱۰ هفته گزارش دادند. با این حال وجود تفاوت معنی دار در شاخص رنگ قهوه‌ای پس از ۴۰ و ۸۰ روز انبارمانی در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریور و اوایل مهرماه، احتمالاً با اثر زمان برداشت و زمان انبارمانی بر میزان مواد فنولی آب میوه انار در ارتباط است. با توجه به این که پیشنهاد شده بر اثر اکسیداسیون آنتوسیانین و واکنش اکسیداتیو ترکیبات فنولی، رنگ قهوه‌ای تولید

وجود دارد، غلظت مواد جامد محلول شاخص خوبی برای میزان شیرینی میوه است. اگرچه پیشنهاد شده میوه‌هایی که دیرتر برداشت می‌شوند، دارای مواد جامد محلول بیشتر، هم در زمان برداشت و هم در انتهای دوره انبارمانی هستند (Borocho-Neori *et al.*, 2009). Kulkarni and Aradhya, 2005. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت توجه به اثر زمان برداشت بر تجمع کربوهیدرات‌ها در میوه انار و توسعه برخی شاخص‌های کیفی مربوط به آن مانند مواد جامد محلول می‌باشد. میوه انار نافرآزگرا می‌باشد و ذخیره نشاسته کافی در میوه انار وجود ندارد تا طی دوره انبار هیدرولیز شده و در غلظت مواد جامد محلول و یا اسید اسکوربیک در مرحله پس از برداشت تغییراتی ایجاد نماید (Kulkarni and Aradhya, 2005). به همین دلیل پس از ۴۰ یا ۸۰ روز انبارمانی در غلظت مواد جامد محلول آب میوه‌های برداشت شده در هر سه مرحله تغییرات معنی داری انجام نشد (جدول ۵)، با این حال پس از ۸۰ روز انبارمانی، نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته (شاخص طعم) در زمان‌های برداشت اوایل مهرماه و اواخر مهرماه به‌طور معنی داری بیشتر از میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریور بود. این تغییر با کاهش معنی دار اسیدیته در هر سه زمان برداشت پس از ۸۰ روز انبارمانی ارتباط دارد. پایین تر بودن نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته پس از ۸۰ روز انبارمانی نیز احتمالاً با میزان کمتر مواد جامد محلول در میوه‌های برداشت شده در اواخر شهریور (جدول ۵) ارتباط دارد. بررسی اسیدیته آب میوه انار در آزمایش حاضر نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی دار در اسیدیته آب میوه انار رقم پوست زرد در زمان برداشت (بدون انبارمانی) و یا پس از ۸۰ روز انبارمانی بود. اگرچه منحنی رشد و یا تغییرات ترکیبات بیوشیمیایی میوه رقم ملس پوست زرد یا سایر ارقام انار مورد مطالعه قرار نگرفته، ولی Shulman *et al.* (1984) گزارش دادند اسیدیته آب میوه انار طی نمو میوه کاهش یافت. نتایج آزمایش حاضر نشان‌دهنده کاهش اسیدیته آب میوه پس از ۴۰ و ۸۰ روز انبارمانی نسبت به زمان برداشت اول بود

نتیجه گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد زمان برداشت بر ویژگی های ظاهری و شاخص های بیوشیمیایی میوه انار رقم پوست زرد باغملک خوزستان اثر معنی داری داشت و برداشت زودهنگام، کیفیت میوه انار رقم ملس پوست زرد بدون انبارماني و یا پس از انبارماني را کاهش می دهد ولی غیرقابل مصرف نمی سازد. نتایج این آزمایش نشان داد مناسب ترین مرحله برداشت جهت انبارماني میوه رقم پوست زرد در منطقه باغملک بین اواسط تا اواخر مهرماه و مدت زمان انبارماني ۴۰ روز بود. پیشنهاد می شود در آزمایش های پس از برداشت انار، اثر زمان برداشت بر کیفیت انبارماني ارقام انار نیز بررسی شود. نتایج این آزمایش ها می تواند در جلوگیری از کاهش کیفیت میوه و بروز ضایعات انبارماني ناشی از برداشت در زمان نامناسب مؤثر باشد.

می شود (Mahmoodi Tabar *et al.*, 2009) با توجه به بالاتر بودن شاخص رنگ قهوه ای آب میوه ها در اواخر شهریور پس از ۴۰ روز انبارماني، اهمیت بررسی تأثیر زمان برداشت بر ترکیبات فنولی آب میوه و بررسی تغییرات ترکیبات فنولی آب میوه در دوره انبارماني مشخص می شود. آزمایش حاضر نشان داد پس از ۸۰ روز انبارماني، پ هاش آب میوه افزایش معنی داری داشت. (Talaei *et al.* 2004) نشان دادند در طول مدت انبارماني انار، میزان پ هاش افزایش یافت. هم چنین نتایج آزمایش حاضر در مورد کاهش اسیدیته آب میوه پس از ۸۰ روز و افزایش پ هاش آب میوه انار با گزارش قبلی در مورد ارتباط منفی بین میزان اسیدیته و پ هاش و این موضوع که کاهش اسیدیته باعث افزایش پ هاش آب انار می شود (Mahmoodi Tabar *et al.* 2009) موافقت دارد.

References

- Abd-elghany, N. A., Nasr, S. I. and Korkar, H. M. (2012). Effects of polyolefin film wrapping and calcium chloride treatments on postharvest quality of "Wonderful" pomegranate fruits. *Horticultural Science & Ornamental Plants*, 4(1), 7-17.
- Al-Maiman, S. A. and Ahmad, D. (2002). Changes in physical and chemical properties during pomegranate fruit maturation. *Food Chemistry*, 76(4), 437-441.
- Anonymous. (2015). Visual identification of pomegranates. Ministry of Agriculture-Jahad, Tehran. [In Farsi]
- Artes, F., Tudela, J. A. and Villaescusa, R. (2000). Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, 18(3), 245-251.
- Arzani, K., Khoshghalb, H., Malakouti, M. J. and Barzegar, M. (2009). Polyphenol oxidase activity, Polyphenol and ascorbic acid concentrations and internal browning in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) fruit during storage in relation to time of harvest. *European Horticulture Science*, 74(2), 61-65.
- Barakat, M. Z., Shehab, S. K., Darwish, N. and El-Zoheiry, A. (1973). A new titrimetric method for the determination of vitamin C. *Analytical Biochemistry*, 53(1), 245-251.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., Tripler, E., Harari, M., Greenberg, A., Shomer, I. and Holland, D. (2009). Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Food Composition and Analysis*, 22(3), 189-195.
- Bron, I. B. and Jacomino, A. P. (2006). Ripening and quality of Golden papaya fruit harvested at different maturity stages. *Brazilian Plant Physiology*, 18(3), 289-396.

- Defilippi, B. G., Whitaker, B. D., Hess-Dierce, B. M. and Kader, A. A. (2006). Development and control of scald on Wonderful pomegranates during long-term. *Postharvest Biology and Technology*, 41(3), 234-243.
- Gil, M. I., Sanchez, R., Marin, J. G. and Artes, F. (1996). Quality changes in pomegranates during ripening and cold storage. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 202(6), 481-485.
- Khodade, M. S., Wavhal, K. N. and Kale, P. N. (1990). Physico-chemical changes during growth and development of pomegranate. *Indian Journal of Horticulture*, 47(1), 21-27.
- Kulkarni, A. and Aradhya, S. M. (2005). Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food Chemistry*, 93(2), 319-324.
- Kuzucu, F. C. and Sakaldas, M. (2008). The effect of different harvest time and packaging type on fruit quality of *Cydonia oblonga* cv. ESME. *Journal of the Faculty of Agriculture of Harran University*, 12(3), 33-39.
- Kvikliene, N., Valiuskaite, A. and Viskelis, P. (2008). Effect of harvest maturity on quality and storage ability of apple cv. 'Ligol'. *Sodininkyste ir Darzininkyste*, 27(2), 339-346.
- Mahmoodi Tabar, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G. H., Nemati, S.H. and Zabihi, M. R. (2009). Aril paleness, new physiological disorder in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.): Physical and chemical changes during exposure of fruit disorder. *Horticultural Environmental Biotechnology*, 50(4), 300-307.
- Paimard, F. (2012). The effect of putrescine, acacia gum and wax on postharvest quality of pomegranate. M.Sc. Thesis Horticulture, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan. Mollasani. [In Farsi]
- Shakeri, D. (2009). Technical principles pomegranate harvest and post-harvest issues. Yazd: Coordination of Agricultural Extension Management. [In Farsi]
- Shulman, Y., Fainberstein L. and Lavee S. (1984) Pomegranate fruit development and maturation. *Horticultural Science*, 59(2), 265-274.
- Sidhu, H. C., Diaz-Perez, J. C. and Mac Lean, D. (2012). Harvest maturity and postharvest storage condition effects on pomegranate fruit quality. In P. Melgarejo, and D. Valero (ed.), II international symposium on the pomegranate Pomegranate (pp. 201-204). Zaragoza: CIHEAM / Universidad Miguel Hernandez.
- Talaei, A. S., Asgari Sarcheshmeh, M. A., Bahadoran, F. and Shraftyan, D. (2004). The effects of hot water treatments and polyethylene coating on storage life and quality of pomegranate fruit. *Agricultural Sciences*, 35(2), 369-377. [In Farsi]
- Tehrani, M., Chandra, S., Sharafi Hossein, B. M. and Nasrullaq-Boyce, A. (2011). Postharvest physico-chemical and mechanical changes in jambu air (*Syzygium aquem* Alston.) fruits. *Australian Journal of Crop Science*, 5(1), 32-38.
- Veltman, R. H., Kho, R. M., Van Schaik, A. C. R., Sanders, M. G. and Oosterhaven, J. (2000). Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19(2), 129-137.

Effects of Harvest Time and Storage Duration on Some Physical and Biochemical Indices in Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruits

F. Paimard¹ and M. Heidari^{2*}

- 1- M.Sc. Graduate of Horticulture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran
- 2- *Corresponding Author: Associate Professor, Department of Horticulture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran (mkheidari@ramin.ac.ir)

Received: 25 May, 2015

Accepted: 11 October, 2017

Abstract

Background and Objectives

Preharvest and harvest conditions can affect quality and biochemical composition of fruit during storage. Pomegranate (*Punica granatum* L.) is a non-climacteric fruit and there is no clear physiological index to determine the proper harvest time. Lack of standard maturity index results in prolonged period of picking pomegranate fruit within the season. The effects of different physical or chemical treatments on postharvest quality of pomegranate fruit have been investigated in many studies, but our knowledge on the pre-harvest and harvest aspects that influence pomegranate fruit postharvest physiology is scarce. The objective of the present experiment was to determine how qualitative indices of pomegranate fruit in 'Bagmalek' (Khuzestan, southwest of Iran) are affected by maturity stages at harvest and storage duration.

Materials and Methods

A factorial design including three harvesting times and three storage durations with three replications was used for statistical analysis. Fruits of 'Malas Post Zard' as an important pomegranate cultivar were harvested from a commercial orchard in 'Bagmalek' (150 Km Ahwaz, Khuzestan, southwest of Iran). Fruits were harvested at three harvest times at 14-day intervals (14 September, 29 September and 13 October 2011) and stored for 40 and 80 days at +7 °C. Some physical (weight, surface color, decay and shriveling) and biochemical characteristics (ascorbic acid, total soluble solids, titratable acidity, pH, anthocyanin index and browning index) were evaluated. The factors were evaluated at harvest time and after 40 and 80 days.

Results

Regardless of storage durations, pomegranate fruit showed significant variations in total soluble solids, titratable acidity, pH and anthocyanins. Interactions of the harvest time and storage duration (for 40 and 80 days) were significant on gravity, surface color changes, shriveling, ascorbic acid, pH, titratable acidity and fruit juice pigments (anthocyanin index and browning index). Results showed that the period 29 September until 13 October 2011 and storage duration for 40 days are the best treatments to maintaining postharvest quality of 'Malas Post Zard' fruits in 'Bagmalek' (Khuzestan, Iran).

Discussion

Results showed that quantity and quality indices of the pomegranate could be improved through the selection of proper harvesting time. Harvest of pomegranate fruit at different maturity stages altered fruit appearance quality indices and biochemical characteristics under 'Bagmalek' geographic condition, and at early harvest time (14 September), it reduced fruit quality but did not make its consumption unacceptable. More research needs to assess the effect of different climatic parameters such as temperature and light intensity on the postharvest quality of pomegranate fruits in Khuzestan.

Keywords: Harvest time, Fruit, Pomegranate (*Punica granatum* L.), Postharvest quality, Storage