

اثر مراحل مختلف برداشت بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه انار (*Punica granatum L.*) در شرایط آب و هوایی باغملک (استان خوزستان)

فرزانه پایمرد^۱ - مختار حیدری^{۲*} - محمد حسین دانشور^۳ - نوراله معلمی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۳

چکیده

انار (*Punica granatum L.*) یک محصول مهم باغبانی در ایران است که مصرف میوه تازه خوری و یا فرآورده‌های مختلف آن رایج است. تاخیر در برداشت میوه انار ممکن است موجب ترک خوردگی میوه و در نتیجه افزایش ضایعات شود. با این حال برداشت زودهنگام ممکن است شاخص های فیزیکی و بیوشیمیایی میوه را تحت تاثیر قرار دهد. این آزمایش در سال ۱۳۹۰ به منظور تعیین اثر سه مرحله برداشت (بلوغ میوه) بر کیفیت سه رقم محلی انار (ملس پوست سبز، ملس پوست قرمز و ملس پوست زرد) در باغملک (شمال شرقی اهواز، استان خوزستان) انجام گردید. وزن میوه، چگالی، درصد آب، پوست و آریل، ویتامین ث، کل مواد جامد محلول، اسیدیته کل قابل تیتراسیون، آنتوسیانین، مواد ایجاد کننده رنگ قهوه ای و شاخص بلوغ (نسبت مواد جامد محلول به اسید) برای ارزیابی کیفیت مورد استفاده قرار گرفت. ارتباط نزدیکی بین کیفیت میوه و زمان برداشت (بلوغ میوه) وجود داشت. کیفیت میوه بر اساس مواد جامد محلول، شاخص بلوغ (نسبت مواد جامد محلول به اسید)، کیفیت و شدت رنگ آب میوه و آنتوسیانین در ارقام برداشت شده در برداشت دوم و سوم بهتر بود. نتایج نشان دادند بیشترین وزن آریل، مواد جامد محلول و کیفیت رنگ آب میوه در رقم پوست سبز بود. هم چنین، کمترین نسبت طول به قطر میوه، آب میوه، نسبت آنتوسیانین به مواد ایجاد کننده رنگ قهوه ای و شدت رنگ آب میوه در رقم پوست سبز بود. درصد آب میوه، نسبت طول به قطر میوه، ویتامین ث، نسبت آنتوسیانین به مواد ایجاد کننده رنگ قهوه‌ای و شدت رنگ آب میوه در میوه‌های پوست زرد بیشتر بود. در مجموع، میوه‌های انار برداشت شده در اواخر تابستان به طور معنی‌داری کیفیت پایین تری نسبت به میوه‌های برداشت شده در مراحل بعدی داشتند.

واژه های کلیدی: انار، بلوغ، کیفیت، رقم، میوه

مقدمه

تن در هکتار است (۳).

میوه انار حاوی مقادیر قابل توجهی آنتوسیانین، فنول‌ها، اسیدهای آلی و ویتامین‌ها می باشد. تفاوت در خصوصیات بیوشیمیایی، بستگی به رقم، شرایط آب و هوایی، بلوغ و عملیات نگهداری و پرورش دارد (۲۰). میوه‌های انار بین ۴/۵ تا ۶ ماه بعد از زمان مرحله تمام گل به بلوغ می‌رسند (۱۷)، رسیدن میوه تدریجی بوده و با توجه به آب و هوا و رقم از اواسط شهریورماه تا اواخر آبان‌ماه ادامه می‌یابد (۱ و ۲۲). انار یک میوه نافرازگرا است و اگر میوه انار قبل از مرحله رسیدن برداشت شود، رسیدن آن ادامه پیدا نمی‌کند (۱). اندازه، رنگ پوست، اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسید از شاخص‌های مهم در تعیین مرحله برداشت میوه انار می‌باشند (۱۵، ۱۷ و ۲۲). اگرچه انار مانند سایر درختان میوه دارای انواع زودرس، میان‌رس و دیررس می‌باشد ولی اگر میوه انار قبل از رسیدن برداشت گردد، میوه‌های نابالغ در معرض چروکیدگی و

انار با نام علمی (*Punica granatum L.*)، متعلق به خانواده انارسانان (*Punicacea*) و یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین میوه‌های خوراکی و بومی ایران می‌باشد و کشت و پرورش آن یکی از فعالیت‌های باغبانی است که با آب و هوای مدیترانه سازگار شده است (۷ و ۲۲). کشت انار در بخش‌های وسیعی از مناطق خشک و نیمه خشک ایران رایج می‌باشد. سطح زیر کشت انار در ایران حدود ۷۴۷۸۵/۶ هکتار، میزان تولید ۳۹۶۹۸۳/۷ تن با متوسط عملکرد ۱۰/۷

۱، ۲، ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان
۴- استاد گروه باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان
(*) نویسنده مسئول: (Email: mkheidari@yahoo.com)

صدمات مکانیکی بوده و فاقد قابلیت انبارمانی و صادرات می باشند. تاخیر در برداشت نیز موجب می شود دانه های داخل میوه حالت کم آبی، پوکی و بی وزنی پیدا نماید. کاهش وزن، کاهش شفافیت و مرغوبیت دانه، کاهش طعم، تغییر رنگ پوست، قهوه ای شدن داخلی پوست، افزایش درصد آلودگی به کرم گلوگاه، افزایش درصد ترکیبگی و کاهش خاصیت انباری از اثرات زمان برداشت غیر مناسب می باشد (۱ و ۲). تاخیر در برداشت موجب افزایش احتمال بروز عارضه ترک خوردگی و بروز عارضه لکه سوختگی^۱ (قهوه ای شدن سطحی پوست) می گردد. لکه سوختگی در انارهای برداشت شده در اواسط فصل کمتر از آخر فصل می باشد، این عارضه احتمالاً با پیری پوست میوه در ارتباط است (۱۳).

در زمینه تاثیر زمان برداشت بر کیفیت میوه انار مطالعات مختلفی انجام شده است. بوروچوو- نئوری و همکاران (۱۲) پس از بررسی مواد جامد محلول، اسیدیته، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی اکسیدانی در ۱۱ رقم انار در فلسطین اشغالی در زمان های متفاوت در طول فصل برداشت گزارش دادند این شاخص ها و صفات حسی در بین ارقام و در زمان رسیدن متفاوت هستند. هیچ گونه همبستگی بین رنگ آریل با pH و یا ترکیبات فنولی مشاهده نشد، ولی بین رنگ آریل و فعالیت آنتی اکسیدانی همبستگی وجود داشت. پس از بررسی تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه انار رقم طایفی در عربستان مشخص گردید میوه های رسیده دارای درصد گلوکز بیشتری نسبت به فروکتوز بوده و مقدار ترکیبات پلی فنول در میوه های کاملاً رسیده بیشتر از میوه های نیمه رسیده بود (۸). زارعی و عزیز (۶) گزارش کردند خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی ارقام میوه انار ایران مورد مطالعه در مرحله رسیدن اختلافات قابل توجهی داشتند. تاتاری و همکاران (۴) گزارش کردند ویژگی های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی میوه ارقام انار در سازه دارای اختلاف معنی داری بودند که نشان دهنده تنوع در هر صفت است. فاوول و همکاران (۱۵) تفاوت در خصوصیات بیوشیمیایی، فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان تانن و ترکیبات فنولیک را در ارقام انار در آفریقای جنوبی گزارش کردند. کولکاری و آراهیا (۱۸) گزارش کردند تغییرات بیوشیمیایی، فیزیکی و آنتی اکسیدانی قابل توجهی در میوه انار در طی مرحله نمو ایجاد می شود. میزان مواد جامد محلول، قندها و آنتوسیانین تا صدمین روز رشد میوه افزایش و مقدار ویتامین ث و فنول کل تا ۲۰ روز بعد از میوه دهی افزایش و سپس در اواخر مرحله رسیدن کاهش می یابد و تا ۱۰۰ روز بعد از میوه دهی به میزان مطلوب بلوغ و رسیدن میوه می رسد. افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی در اواخر مرحله نمو مربوط به سنتز آنتوسیانین می باشد. تمایل به تجمع و یا تجزیه شاخص های بیوشیمیایی میوه انار در طی مراحل بلوغ و رسیدن میوه متفاوت است. غلظت رنگیزه های آنتوسیانین در یکصدمین روز رشد میوه کاهش می یابد. اسیدیته نیز در زمان رسیدن کاهش می یابد که فاکتور بیوشیمیایی مهم در افزایش

شاخص قهوه ای شدن داخلی در میوه هایی است که بیش از اندازه رسیده اند (۱۸). ویراکودی و همکاران (۲۳) تاثیر بلوغ بر خصوصیات ظاهری و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه انار رقم واندرفل در استرالیا را دو سال پیپی مورد بررسی قرار داده و گزارش دادند مواد جامد محلول، درصد آب میوه و فعالیت آنتی اکسیدانی در این دو سال متفاوت بوده و تحت تاثیر شرایط آب و هوایی و تغییرات فصلی قرار گرفت. فعالیت آنتی اکسیدانی با مقدار فنول ها، اسید اسکوربیک و آنتوسیانین در ارتباط بود. میزان تانن، فنل در زمان رسیدن میوه انار کاهش قابل توجهی داشت.

استان خوزستان دارای ۳۶۵ هکتار باغ انار غیر بارور و ۱۴۱۹/۹ هکتار باغ انار بارور با میزان تولید ۱۱۶۵۶/۲ تن و عملکرد ۸/۲ تن در هکتار یکی از استان های تولید کننده انار است. مهم ترین مناطق تولید آن، ایذه، مسجد سلیمان، باغملک و اندیمشک است. زمان شروع و خاتمه برداشت میوه انار در استان خوزستان از اوایل شهریور تا اوایل آبان ماه می باشد (۳). با توجه به اینکه میوه انار در استان خوزستان زودتر از زمان بلوغ کامل و قبل از ایجاد خصوصیات کیفی مهم و کیفیت مطلوب خوراکی، برداشت شده و با هدف کسب درآمد بیشتر حاصل از قیمت نوبرانه به بازار فرستاده می شود، کیفیت میوه های ارسال شده به بازار پایین است و اطلاعات کافی در مورد بهترین زمان برداشت میوه در شرایط آب و هوایی باغملک وجود ندارد. پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر زمان برداشت میوه انار بر خصوصیات کمی و کیفی میوه در سه رقم محلی انار شهرستان باغملک انجام شد.

مواد و روش ها

آزمایش تعیین بهترین زمان برداشت ارقام انار به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با تیمارهای سه رقم محلی خوزستان شامل رقم ملس پوست زرد، ملس پوست قرمز و ملس پوست سبز و سه زمان برداشت شامل اواخر شهریور ماه (بیست و سوم شهریور ماه)، اوایل مهرماه (هفت مهرماه)، اواخر مهرماه (بیست و یک مهرماه)، در سه تکرار (هر تکرار شامل سه میوه) و جمعاً ۲۷ تیمار انجام گردید. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این سه رقم در جدول ۱ آورده شده است. میوه های هر سه رقم انار محلی باغملک از یک باغ تجاری در شهرستان باغملک در ۱۳۵ کیلومتری شمال شرق اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱°۳۱' شمالی و طول جغرافیایی ۴۹°۵۱' شرقی و ارتفاع ۹۱۷ متر از سطح دریا برداشت گردیدند. برداشت میوه ها از درختان بالغ در صبح انجام گرفت و پس از برداشت، بلافاصله میوه ها به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه رامین منتقل گردیدند. پس از انتخاب میوه های یکنواخت از هر سه رقم، میوه ها با آب معمولی شسته شده و در هوای آزاد خشک شدند. در هر مرحله از زمان برداشت، طول و قطر میوه ها با استفاده از خط کش و کولیس

Spectrophotometer، ساخت کشور آمریکا) در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماري MSTAT-C صورت گرفت و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد، نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج

وزن میوه: بیشترین وزن میوه در رقم ملس پوست قرمز در اواخر مهر بود (۳۵۳/۹ گرم) که با وزن میوه رقم ملس پوست قرمز در زمان‌های برداشت اواخر شهریور و اوایل مهر تفاوت معنی داری داشت (به ترتیب ۲۴۷/۳ و ۲۸۱/۱ گرم). وزن میوه در ارقام ملس پوست زرد، ملس پوست قرمز و ملس پوست سبز در سایر زمان‌های برداشت تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۲).

چگالی میوه: بیشترین چگالی میوه در رقم ملس پوست سبز برداشت شده در اواخر شهریور وجود داشت (۱/۶۲ گرم بر سانتی مترمکعب) که با چگالی میوه رقم ملس پوست سبز در اواخر مهر (۱/۲۴۳ گرم بر سانتی متر مکعب) و یا چگالی میوه رقم پوست سبز در اواخر مهر (۱/۲۴۳ گرم بر سانتی متر مکعب) تفاوت معنی داری داشت. چگالی میوه در هر سه رقم در سایر زمان‌های برداشت تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲).

تعیین شد. حجم میوه با اندازه‌گیری حجم میوه در آب و وزن مخصوص میوه از نسبت وزن میوه به حجم میوه به دست آمد. پس از جداسازی پوست میوه از آریل و توزین آن، درصد آریل و درصد آب میوه و درصد پوست میوه نسبت به وزن هر میوه بر اساس رابطه پیشنهادی زارعی و عزیزی (۶) محاسبه گردید:

$$۱۰۰ \times (\text{وزن میوه} / (\text{وزن پوست} + \text{وزن میوه})) = \text{درصد پوست}$$

$$۱۰۰ \times (\text{وزن میوه} / (\text{وزن آریل} + \text{وزن میوه})) = \text{درصد آریل}$$

$$۱۰۰ \times \{ (\text{وزن بذر} + \text{وزن پوست}) - \text{وزن میوه} \} = \% \text{ آب میوه}$$

مواد جامد محلول در آب میوه بر اساس درجه بریکس با رفاکتومتر دستی (مدل MT-03، ساخت ژاپن) و pH آب میوه با دستگاه pH سنج (قابل حمل مدل P-775، ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شد. از روش تیتراسیون با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال و معرف فنل فتالین تا رسیدن به pH در حد ۸/۱ جهت اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه انار بر اساس اسید غالب (اسید سیتریک) استفاده گردید (۱۴). نسبت مواد جامد محلول به اسید (شاخص طعم) نیز محاسبه گردید. اندازه گیری ویتامین ث به روش تیتراسیون بر اساس دستورالعمل پیشنهادی برکات و همکاران (۱۱) با استفاده از یدور پتاسیم، معرف نشاسته و تیتراسیون با سولفات مس ۰/۰۱ مولار صورت گرفت. میزان آنتوسیانین به روش پیشنهادی هولکرافت و همکاران (۱۶) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-2100

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سه رقم محلی انار باغملک مورد استفاده در آزمایش

میانگین	ملس پوست زرد	ملس پوست قرمز	ملس پوست سبز
وزن (گرم)	۲۹۸/۳	۲۷۴	۳۱۱
حجم (میلی لیتر)	۲۲۴/۷	۱۹۵/۹۷	۲۲۱
چگالی	۱/۳۵	۱/۴۴	۱/۴۵
درصد آریل	۶۰/۲	۵۴/۷۷	۵۷/۶
درصد پوست و پیل	۴۰/۴	۴۴/۸	۴۳/۰۳
وزن بذر در صد گرم آریل (گرم)	۱۹	۱۹/۹۷	۲۱/۴۷
درصد کل آب میوه	۴۱/۲	۳۴/۸	۳۶/۱
طول میوه (میلی متر)	۷۹	۷۶	۷۸
قطر میوه (میلی متر)	۷۰/۲	۶۹	۷۲
نسبت طول به قطر میوه	۱/۱۴	۱/۱	۱/۰۷
طول تاج (میلی متر)	۲۱/۷	۲۴/۲	۲۰/۵
قطر تاج (میلی متر)	۶/۷	۶/۷	۵/۸
نسبت طول به قطر تاج	۳/۶	۵/۱۷	۴/۴۶
رنگ پوست میوه	کرم با رگه های قرمز	قرمز	سبز روشن
رنگ آریل	قرمز	قرمز تا قرمز سیاه	صورتی
مزه	ملس	ملس	ملس
اسیدیته	۰/۸۱	۰/۶۸	۰/۷۸
پ هاش	۳/۲	۳/۱	۳/۲
میزان مواد جامد محلول	۱۸	۱۷/۷	۱۶/۷

*- اطلاعات فوق مربوط به میانگین داده های چهار باغ انار مختلف در منطقه باغملک می باشد.

نسبت طول به قطر میوه: بیشترین نسبت طول به قطر در میوه‌های رقم ملس پوست قرمز در اواخر شهریورماه وجود داشت (۱۱/۸۷ میلی متر) که با این نسبت در میوه های رقم ملس پوست قرمز برداشت شده در اواخر مهرماه (۱۰/۵۳ میلی متر) و یا نسبت طول به قطر میوه در رقم ملس پوست سبز در زمان های برداشت اوایل مهر و یا اواخر مهر تفاوت معنی داری داشت (به ترتیب ۱۰/۳۳ و ۱۰/۵۷ میلی متر) تفاوت معنی داری داشت ولی با نسبت طول به قطر میوه در سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲).

آب میوه: بررسی نتایج مربوط به اثر زمان برداشت و رقم بر میزان آب میوه نشان داد بیشترین میزان آب میوه در رقم ملس پوست زرد در زمان برداشت اواخر شهریور وجود داشت (۴۳/۵۳ درصد) که به طور معنی داری بیشتر از آب میوه رقم ملس پوست قرمز در زمان های برداشت اوایل مهر و اواخر مهر (به ترتیب ۳۲/۹۲ و ۳۱/۲۲ درصد) و یا آب میوه در رقم ملس پوست سبز در زمان برداشت اواخر مهر ماه (۲۸/۸۳ درصد) تفاوت معنی داری داشت ولی با آب میوه در سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲).

پوست و بافت اسفنجی میوه: بیشترین میزان پوست و بافت اسفنجی میوه در رقم ملس پوست سبز در اواخر مهرماه وجود داشت (۴۸/۰۸ درصد) که با میزان پوست و بافت اسفنجی میوه در رقم ملس پوست سبز در زمان های برداشت اواخر شهریور و اوایل مهرماه (به ترتیب ۳۶/۷۱ و ۴۰/۱۰ درصد) و یا این شاخص در میوه های رقم ملس پوست زرد در اواخر شهریور و اوایل مهرماه (به ترتیب ۳۷/۰۲ و ۳۷/۲۴۴ درصد) تفاوت معنی داری داشت ولی با درصد پوست و بافت اسفنجی میوه در سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲).

بذر (درصد): کمترین وزن بذر در سومین زمان برداشت (اواخر مهرماه) بود (۱۸/۶۷ درصد) بود که با درصد بذر در میوه های رقم ملس پوست زرد در اواخر شهریور (۱۹/۴۵ درصد) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری کمتر از وزن بذر در سایر تیمارها بود. در رقم پوست سبز، در مرحله اول برداشت (اواخر شهریور) وزن بذر (۲۴/۸۷ درصد) به طور معنی داری بیشتر از وزن بذر در مرحله دوم و سوم برداشت در رقم ملس پوست سبز و یا وزن بذر در رقم های ملس پوست سبز و یا ملس پوست قرمز در هر سه مرحله برداشت بود (جدول ۲).

ویتامین ث آب میوه: بیشترین ویتامین ث آب میوه در رقم ملس پوست قرمز در برداشت اواخر شهریور وجود داشت (۴۳/۸۵ میلی گرم در صد گرم آریل) که به طور معنی داری بیشتر از ویتامین ث آب میوه در سایر تیمارها بود. کمترین ویتامین ث در رقم ملس پوست سبز برداشت شده در اواخر مهر وجود داشت که به طور معنی داری کمتر از ویتامین ث آب میوه در رقم های ملس پوست زرد و ملس پوست قرمز در زمان های برداشت اواخر شهریور و یا اوایل مهر بود ولی با مقدار ویتامین ث آب میوه در سایر تیمارها تفاوت معنی داری

نداشت.

مواد جامد محلول آب میوه: میزان مواد جامد محلول در رقم ملس پوست زرد و ملس پوست قرمز در در اواخر مهرماه (به ترتیب ۱۸ و ۱۸/۱۳ درصد) با مواد جامد محلول در رقم ملس پوست زرد در زمان برداشت اوایل مهرماه (۱۸/۱۷ درصد) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از مواد جامد محلول در سایر تیمارها بود. کمترین مواد جامد محلول در میوه های برداشت شده رقم ملس پوست سبز در اواخر مهرماه وجود داشت (۱۵/۶ درصد) که به طور معنی داری کمتر از مواد جامد محلول در سایر تیمارها بود (جدول ۳).

pH آب میوه: در رقم ملس پوست قرمز، pH آب میوه در مرحله برداشت اول (۲/۸۰) به طور معنی داری کمتر از pH آب میوه در سایر تیمارها بود. بیشترین pH آب میوه در میوه های رقم پوست سبز در مرحله دوم برداشت وجود داشت (۳/۷۱) که با pH آب میوه رقم پوست زرد در مرحله دوم برداشت (۳/۶۷) یا میوه های رقم ملس پوست سبز در مرحله سوم برداشت (۳/۵۸) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از pH آب میوه در سایر تیمارها بود (جدول ۳).

اسیدیته کل قابل تیتراسیون: مقایسه اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه ارقام انار در زمان های مختلف برداشت (جدول ۳) نشان داد کمترین میزان اسیدیته آب میوه مربوط به رقم ملس پوست قرمز برداشت شده در زمان برداشت دوم (اوایل مهرماه) وجود داشت (۰/۵۱۷ درصد) که به طور معنی داری کمتر از اسیدیته آب میوه رقم های ملس پوست سبز در اواخر شهریور (۰/۸۵ درصد) و یا اسیدیته آب میوه در رقم ملس پوست زرد در زمان های برداشت اواخر شهریور و یا اوایل مهرماه بود (به ترتیب ۰/۷۳۳ و ۰/۹۷ درصد) ولی با اسیدیته آب میوه در سایر تیمارها بود. اسیدیته آب میوه در رقم ملس پوست زرد برداشت شده در اوایل مهرماه به طور معنی داری بیشتر از اسیدیته آب میوه در سایر تیمارها بود (۰/۹۷ درصد).

شاخص طعم (نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته): بیشترین شاخص طعم در میوه های ملس پوست قرمز برداشت شده در اوایل مهرماه وجود داشت (۳۴/۰۶ برابر) که با شاخص طعم در میوه های رقم ملس پوست قرمز برداشت شده در اواخر شهریور (۲۴/۴۵ برابر) و یا اواخر مهرماه (۳۰/۱۱ برابر) تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳) ولی به طور معنی داری بیشتر از این نسبت در سایر تیمارها بود. کمترین نسبت مواد جامد محلول به اسید در میوه های رقم ملس پوست زرد برداشت شده در اوایل مهرماه (۱۸/۹۰ برابر) وجود داشت که با این نسبت در میوه های رقم ملس پوست زرد در اواخر شهریور و اواخر مهرماه (به ترتیب ۲۳/۶۷ و ۲۳/۰۱ برابر) و یا میوه های رقم ملس پوست سبز در اواخر شهریور و اوایل مهرماه (به ترتیب ۱۸/۹۵ و ۲۳/۸۳ برابر) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری کمتر از نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته در سایر تیمارها بود.

جدول ۲- اثر زمان برداشت بر خصوصیات فیزیکی میوه سه رقم انار باغملک (خوزستان)

رقم			زمان برداشت
ملس پوست سبز	ملس پوست قرمز	ملس پوست زرد	
وزن (گرم)			
۲۹۸/۷ abc	۲۴۷/۳ c	۲۹۷/۶ abc	اواخر شهریور
۳۴۸ a	۲۸۱/۴ bc	۳۲۱/۷ ab	اوایل مهر
۳۲۵/۴ ab	۳۵۳/۹ a	۳۳۳/۹ ab	اواخر مهر
چگالی (گرم/سانتی مترمکعب)			
۱/۶۲۰ a	۱/۴۳۰ ab	۱/۵۳۳ ab	اواخر شهریور
۱/۴۷۰ ab	۱/۵۱۰ ab	۱/۳۴۷ ab	اوایل مهر
۱/۲۴۳ b	۱/۳۸۷ ab	۱/۲۴۳ b	اواخر مهر
طول به قطر میوه (میلی متر)			
۱۰/۸۰ ab	۱۱/۸۷ a	۱۱/۱۳ ab	اواخر شهریور
۱۰/۳۳ b	۱۰/۸۰ ab	۱۱/۵۷ ab	اوایل مهر
۱۰/۵۷ b	۱۰/۵۳ b	۱۱/۳۰ ab	اواخر مهر
آب میوه (درصد)			
۳۸/۴۲ ab	۳۸/۱۶ ab	۴۳/۵۳ a	اواخر شهریور
۳۸/۳۱ ab	۳۲/۹۲ bc	۴۲/۴۸ a	اوایل مهر
۲۹/۸۳ c	۳۱/۲۲ bc	۳۶/۹۳ abc	اواخر مهر
پوست و بافت اسفنجی میوه (درصد)			
۳۶/۷۱ d	۴۲/۲۹ abcd	۳۷/۰۲ d	اواخر شهریور
۴۰/۱۰ bcd	۴۶/۷۵ ab	۳۷/۲۴ cd	اوایل مهر
۴۸/۰۸ a	۴۷/۱۲ ab	۴۴/۲۴ abc	اواخر مهر
بذر (گرم/۱۰۰گرم آریل)			
۲۴/۸۷ a	۲۰/۱۷ cd	۱۹/۴۵ de	اواخر شهریور
۲۲/۲۸ b	۲۰/۲۸ cd	۲۰/۲۸ cd	اوایل مهر
۲۰/۹۴ c	۲۰/۵۰ cd	۱۸/۶۷ e	اواخر مهر

*- میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی داری ندارند.

آنتوسیانین: بررسی اثر زمان برداشت بر آنتوسیانین آب میوه (جدول ۳) نشان داد بیشترین آنتوسیانین آب میوه در رقم پوست زرد برداشت شده در اواخر مهرماه وجود داشت که با آنتوسیانین آب میوه در رقم پوست قرمز برداشت شده در اواخر مهرماه و یا رقم پوست زرد برداشت شده در اوایل مهرماه تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از آنتوسیانین آب میوه در سایر تیمارها بود. کمترین آنتوسیانین آب میوه در رقم ملس پوست سبز در مرحله دوم برداشت (اوایل مهر ماه) وجود داشت (۴/۲۳ واحد جذب در میلی لیتر آب میوه) که به طور معنی داری کمتر از آنتوسیانین آب میوه در رقم پوست زرد در مرحله دوم و سوم برداشت (به ترتیب ۷/۴۱ و ۹/۷ واحد جذب در میلی لیتر آب میوه) و یا آنتوسیانین آب میوه در رقم ملس پوست سبز در مرحله سوم برداشت (۸/۶۷۷ واحد جذب در میلی لیتر آب میوه) بود.

بحث

در آزمایش حاضر اثر زمان برداشت بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه سه رقم انار در استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. حداکثر درصد آب میوه بین سه رقم انار در مرحله اول برداشت در میوه های رقم ملس پوست زرد (۳۳/۵۳ درصد) و حداقل درصد آب میوه در رقم پوست سبز در مرحله سوم وجود داشت (۲۹/۸۳ درصد). میزان آب میوه در ارقام ترکیه بین ۱۹/۲ تا ۴۸ درصد در کل میوه گزارش شده است (۱۴). نتایج نشان دادند در رقم پوست سبز آب میوه در مرحله برداشت سوم (اواخر مهر) کاهش معنی داری نسبت به مرحله برداشت اول و دوم (به ترتیب اواخر شهریور و اوایل مهر) داشت.

جدول ۳- اثر زمان برداشت بر خصوصیات بیوشیمیایی سه رقم میوه انار

رقم	زمان برداشت		
	ملس پوست سبز	ملس پوست قرمز	ملس پوست زرد
ویتامین ث (میلی گرم / ۱۰۰ گرم آرپل)			
	۳۱/۰۹ bc	۴۳/۸۵ a	۲۸/۳۱ bcd
	۲۵/۸۱ cd	۳۲/۸۵ b	۲۷/۱۳ bcd
	۲۳/۱۷ d	۲۳/۹۱ d	۲۷/۵۷ bcd
مواد جامد محلول (درصد)			
	۱۵/۶ c	۱۷/۲۳ b	۱۷ b
	۱۶/۶ b	۱۷/۲۰ b	۱۸/۱۷ a
	۱۷/۳ b	۱۸/۱۳ a	۱۸ a
pH آب میوه			
	۲/۲۳ f	۲/۸۰ e	۲/۳۱ f
	۳/۷۰۹ a	۳/۰۹۷ d	۳/۶۷۳ ab
	۳/۵۸ abc	۳/۴۰ c	۳/۵ bc
اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)			
	۰/۸۵ ab	۰/۶۳ cd	۰/۷۳۳ bc
	۰/۶۹۶ bcd	۰/۵۱۷ d	۰/۹۷ a
	۰/۶۶۳ bcd	۰/۶۱ cd	۰/۷۸۳ bc
نسبت مواد جامد محلول به اسید			
	۱۸/۹۵ c	۲۷/۴۵ ab	۲۳/۶۷ bc
	۲۳/۸۳ bc	۳۴/۰۶ a	۱۸/۹۰ c
	۲۶/۵۳ b	۳۰/۱۱ ab	۲۳/۰۱ bc
آنتوسیانین (واحد جذب در میلی لیتر آب میوه)			
	۴/۹ cd	۴/۳۸ d	۶/۷۶ bcd
	۴/۲۳ d	۶/۲۳ bcd	۷/۴۱ abc
	۳/۸۶۷ d	۸/۶۷۷ ab	۹/۷ a

* - میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی دار ندارند.

حاضر بین ۱/۶۲ تا ۱/۲۴ گرم بر سانتی متر مکعب متفاوت بود. این در حالیکه است که اکبرپور و همکاران (۷) گزارش دادند ارقام مختلف انار ایران دارای میزان چگالی متفاوتی بوده و مقدار آن ۰/۹ تا ۱/۰۴ گرم بر سانتی متر مکعب بود. با توجه به اینکه کاهش چگالی نشان دهنده بزرگ شدن سلول ها و افزایش فضای بین سلولی می باشد و میوه انار از دو بخش مجزا شامل آرپل و بافت اسفنجی میوه به همراه پوست تشکیل گردیده است، نمی توان مشخص نمود دقیقا تغییرات رشد در کدام یک از دو بخش فوق در تغییر چگالی میوه نقش دارد. بررسی اثر مرحله برداشت بر نسبت طول به قطر میوه (که در تعیین شکل میوه اهمیت دارد) نشان دهنده کاهش معنی دار این شاخص در میوه های رقم پوست قرمز در مرحله سوم و در میوه رقم پوست سبز در مرحله دوم و سوم بود. امیریوسفی و همکاران (۱۰) نیز کاهش در نسبت طول به قطر میوه شش رقم انار ایران در مراحل مختلف برداشت را گزارش دادند. زارعی و عزیزی (۶) نسبت طول به قطر

با توجه به اینکه پیشنهاد گردیده است بالا بودن میزان عصاره میوه یک ویژگی مطلوب در انار و بسیاری از میوه های دیگر است (۹)، به نظر می رسد لازم است دلیل کاهش درصد آب میوه در این مرحله برداشت مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه مقایسه وزن میوه ارقام در سه مرحله برداشت نشان داد وزن میوه های رقم پوست سبز در سه مرحله برداشت تفاوت معنی داری نداشت، هم چنین درصد وزنی پوست میوه رقم پوست سبز در مرحله سوم افزایش معنی داری داشت.

احتمالا ادامه رشد پوست و بخش اسفنجی پوست موجب گردیده است نسبت درصد آب میوه نسبت به وزن کل میوه کاهش یابد. به طور مشابهی در رقم پوست زرد نیز روند کاهش آب میوه و افزایش درصد پوست نیز وجود داشت. بررسی چگالی میوه نیز نشان داد تنها در رقم پوست سبز کاهش معنی دار در چگالی میوه در مرحله سوم نسبت به مرحله اول برداشت وجود داشت. چگالی میوه در آزمایش

ارقام انار مورد مطالعه را بین ۰/۷۵۹ تا ۰/۸۶۳ گزارش دادند که کمتر از مقادیر گزارش شده در پژوهش حاضر بود. شکل میوه از لحاظ اقتصادی و بازاریابی حائز اهمیت است. همچنین این ویژگی به طراحی و انتخاب مناسب‌ترین بسته بندی به منظور جابجایی و انبارمانی میوه‌ها کمک فراوانی می‌نماید (۲). این خصوصیت مورفولوژیکی ارتباط مستقیمی با نحوه رشد و نمو میوه دارد. هر چقدر نسبت طول به قطر میوه کمتر باشد از نظر شکل زیباتر و یکنواخت‌تر است (۶). نتایج آزمایش حاضر در مورد خصوصیات بیوشیمیایی میوه سه رقم انار نشان دادند میزان آسکوربیک اسید در دو رقم پوست سبز در مرحله سوم و در میوه‌های رقم پوست قرمز در مرحله دوم و سوم کاهش معنی‌دار داشت. وجود تفاوت در میزان ویتامین ث آب میوه در ارقام انار و تاثیر زمان برداشت بر تغییرات ویتامین ث آب میوه توسط یکمزی و ارکان (۲۲) نیز مورد تایید قرار گرفته است. تغییرات ویتامین ث در ارقام مورد مطالعه در این آزمایش بین ۲۳/۱۷ تا ۴۳/۸۵ بود که از میزان ویتامین ث گزارش شده عزیزی و زارعی (۶) در سایر ارقام انار ایرانی بیشتر می‌باشد و با مقادیر گزارش شده توسط اوپارا و آل-آنی (۲۱)، (محدوده ۵۲/۸ تا ۷۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آرپیل) مشابهت دارد. بررسی مواد جامد محلول نیز نشان داد میزان مواد جامد محلول در سه رقم محلی باغملک بین ۱۵/۶ تا ۱۸/۱۷ درصد بود، در حالیکه میزان مواد جامد محلول در سه رقم انار در آفریقای جنوبی بین ۱۴/۰۷ تا ۱۵/۱ درصد (۱۵) گزارش شده است که از میزان مواد جامد محلول ارقام انار در آزمایش حاضر کمتر می‌باشد، در حالیکه اکبریور و همکاران (۷) میزان مواد جامد محلول در برخی ارقام انار ایرانی را بین ۱۵/۱۷ تا ۲۲/۰۳ (درجه بریکس) گزارش دادند که بیشتر از میزان مواد جامد محلول ارقام محلی خوزستان می‌باشد. زارعی و عزیزی (۶) گزارش دادند بین ارقام مختلف انار از نظر میزان مواد جامد محلول تفاوت معنی‌داری وجود دارد. لگوا و همکاران (۱۹) گزارش دادند با نزدیک شدن به زمان رسیدن میوه، میزان مواد جامد محلول در میوه انار افزایش می‌یابد. در مورد کاهش ویتامین ث و افزایش مواد جامد محلول انار می‌توان به گزارش زارعی و عزیزی (۶) اشاره نمود که عنوان داشتند کاهش در میزان ویتامین ث و افزایش در سطوح قندها و آنتوسیانین طی مراحل رشدی احتمالاً مربوط به تغییر فعالیت‌های متابولیکی به سمت بیوسنتز آنتوسیانین-هاست. میزان pH آب میوه سه رقم انار در این آزمایش بین ۲/۲۳ تا ۳/۷۱ بود. اکبریور و همکاران (۷) در برخی رقم‌های ایرانی، pH آب میوه انار را ۲/۵۷ تا ۴/۱۴ گزارش دادند. در هر سه رقم pH آب میوه در مرحله سوم برداشت نسبت به مرحله اول برداشت افزایش یافت. در هر سه مرحله برداشت، اسیدیته آب میوه در رقم پوست قرمز و پوست سبز تفاوت معنی‌داری نداشت در حالیکه در رقم پوست زرد بیشترین اسیدیته آب میوه در مرحله دوم برداشت وجود داشت. اگرچه در مورد تغییرات pH و اسیدیته آب میوه انار در مراحل مختلف برداشت

گزارشی منتشر نگردیده ولی فاوول و اوپارا (۱۵) کاهش اسیدیته و افزایش pH آب میوه در سه رقم انار در آفریقای جنوبی گزارش دادند. پیشنهاد گردیده است pH آب میوه انار با پیشرفت بلوغ، افزایش می‌یابد به صورتی که میوه‌های رسیده نسبت به میوه‌های نارس سبز یا نیمه رسیده کمتر اسیدی می‌باشند (۸). بنابراین می‌توان عنوان داشت با توجه به اینکه میوه‌های سه رقم مورد استفاده در این آزمایش در برداشت اول (اواخر شهریور) به دلیل اینکه دارای اسیدیته بالاتری نسبت به مراحل برداشت دوم و سوم می‌باشند، برای مصرف تازه خوری کیفیت لازم را دارا نمی‌باشند. بررسی شاخص بلوغ میوه نیز تایید کننده کیفیت پایین میوه‌های انار در برداشت زود هنگام در شرایط آب و هوایی باغملک (استان خوزستان) می‌باشد زیرا شاخص بلوغ میوه (مواد جامد محلول نسبت به اسیدیته) در آزمایش حاضر در مرحله اول و دوم برداشت در رقم پوست قرمز به طور معنی‌داری بیشتر از رقم‌های پوست سبز و پوست زرد بود ولی در مرحله سوم برداشت شاخص بلوغ میوه (مواد جامد محلول نسبت به اسیدیته) در هر سه رقم تفاوت معنی‌داری نداشت. این موضوع همچنین نشان دهنده پتانسیل رقم پوست قرمز برای برداشت زودتر میوه نسبت به رقم‌های پوست سبز و پوست زرد می‌باشد. در آزمایش حاضر نسبت مواد جامد محلول به اسید در هر سه رقم در مراحل مختلف برداشت بین ۱۸/۹ تا ۳۴/۰۶ بود، در حالیکه زارعی و عزیزی (۶) نسبت مواد جامد محلول به اسید در ارقام انار را بین ۱۴/۴۸ تا ۳۱/۳۶۴ گزارش دادند. در آزمایش حاضر برای بررسی کیفیت رنگ آب میوه انار از شاخص‌های آنتوسیانین و مواد ایجاد کننده رنگ قهوه‌ای آب میوه استفاده گردید. نتایج آزمایش نشان دادند تنها در رقم‌های پوست زرد و پوست قرمز، مرحله برداشت اثر معنی‌داری بر افزایش آنتوسیانین آب میوه داشت. هم‌چنین در مرحله دوم و سوم تفاوت معنی‌داری در آنتوسیانین آب میوه بین ارقام وجود داشت. تفاوت در میزان آنتوسیانین آب میوه در ارقام انار در ایران در مطالعات قبلی تایید شده است (۱، ۴ و ۶). حیدری و همکاران (۵) نیز تفاوت در آنتوسیانین، مواد ایجاد کننده رنگ قهوه‌ای و نسبت آنتوسیانین به مواد ایجاد کننده رنگ قهوه‌ای در برخی ارقام انار استان فارس را گزارش داده‌اند. نتایج آزمایش حاضر در مورد بالاتر بودن آنتوسیانین در آب میوه رقم ملس پوست زرد نسبت به رقم پوست قرمز نشان می‌دهد لازم است این شاخص در بررسی کیفیت میوه انار در شرایط آب و هوایی باغملک و سایر نقاط پرورش انار در استان خوزستان بیشتر مورد توجه قرار گیرد. البته باید توجه داشت تنها آنتوسیانین نمی‌تواند نشان دهنده کیفیت رنگ آب میوه انار باشد و استفاده از شاخص‌هایی مانند مواد ایجاد کننده رنگ قهوه‌ای و نسبت آنتوسیانین به مواد ایجاد کننده رنگ قهوه‌ای (۵) در تعیین زمان برداشت و کیفیت آب میوه انار پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه گیری

ث، نسبت طول به قطر، نسبت مواد جامد محلول به اسید (شاخص طعم)، آنتوسیانین آب میوه، وزن آب میوه مابین ارقام انار وجود داشت. در شرایط آب و هوایی باغملک (شرق استان خوزستان) میوه های انار برداشت شده در اوایل تا اواخر مهرماه کیفیت بهتری نسبت به میوه های برداشت شده در اواخر شهریور داشتند.

نتایج این آزمایش نشان داد زمان برداشت، شاخص های کمی و کیفی میوه انار ارقام ملس پوست سبز، پوست زرد و پوست قرمز را در شرایط آب و هوایی باغملک (خوزستان) تحت تاثیر قرار داد و تفاوت های معنی داری از نظر برخی خصوصیات مانند میزان ویتامین

منابع

- ۱- بهزادی شهرابیکی ح. ۱۳۸۹. انار میراث کویر. نشر آموزش کشاورزی- دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی. کرج. صص: ۱۷۶-۱۷۰.
- ۲- بیگی ف.، عبدوسی و. و قاسمی ا.ع. ۱۳۸۹. ویژگی های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی میوه برخی از رقم های محلی انار ایران در شرایط اقلیمی اصفهان. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۱ (۴): ۲۹۴-۲۷۷.
- ۳- بی نام. ۱۳۸۹. شناسنامه تصویری انار. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر امور میوه ها. ۴۳ صفحه.
- ۴- تاتاری م.، فتوحی قزوینی ر.، قاسم نژاد م.، موسوی س.الف. و طباطبائی س.ض. ۱۳۹۰. ویژگی های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی میوه تعدادی از ارقام انار در شرایط آب و هوایی ساوه. مجله به نژادی نهال و بذر. ۲۷ (۱): ۸۷-۶۹.
- ۵- حیدری م.، توکلی الف. و نظر پور م. ۱۳۸۴. بررسی میزان کمی و تنوع کیفی آنتوسیانین های میوه چند رقم انار در استان فارس. چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران. مشهد.
- ۶- زارعی م. و عزیزی م. ۱۳۸۹. ارزیابی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شش رقم میوه انار ایران در مرحله رسیدن. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۴ (۲): ۱۸۳-۱۷۵.
- 7- Akbarpour V., Hemmati K., and Sharifani M. 2009. Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. American-Eurasian Journal of Agricultura and Environmental Science, 6 (4): 411-416.
- 8- Al-Maiman S.A., and Ahmad D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. Food Chemistry, 76(4): 437-441.
- 9- Al-Said F.A., Opara L.U., and Al-yahyai R.A. 2009. Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in the Sultanate of Oman. Journal of Food Engineering, 90: 129-134.
- 10- Amiryousefi M.R., Zarei M., Azizi M., and Mohebbi M. 2012. Modeling some physical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit during ripening using artificial neural network. Journal of Agricultural Science and Technology. 14: 857-867.
- 11- 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: 245-251.
- 12- 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. Journal of Food Composition and Analysis, 22: 189-195.
- 13- 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: 234-243.
- 14- Eksi A., and Turkmen I. 2011. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum* L.) juice. Food Chemistry, 127 (3): 1404-1407.
- 15- Fawole O.A., Opara U.L., and Theron K.I. 2011. Chemical and phytochemical properties and antioxidant activities of three pomegranate cultivars grown in south Africa. Food Bioprocess Technology, pp. 1-7.
- 16- Holcroft D.M., Gil M.I., and Kader A.A. 1998. Effect of carbon dioxide on anthocyanins, phenylalanine ammonia-lyase and glucosyltransferase in thaw arils of stored pomegranates. Journal of the American Society for Horticultural Science, 123 (1): 136-140.
- 17- Kader A.A. 2006. Postharvest Biology and Technology of Pomegranates. pp. 211-220. In: Seeram, N. P. Pomegranates ancient roots to modern medicine. Medicinal and Aromatic Plants Industrial Profiles, 43: 263 P.
- 18- Kulkarni A., and Aradhya S.M. 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry, 93(2): 319-324.
- 19- Legua P., Melgarejo M., Martinez M., and Hernandez F. 2000. Evaluation of sugars and organic acid content in three pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.). CIHEAM - Options Mediterraneennes, 42: 99-104.
- 20- 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.

- 21- Opara L.U., and Al-Ani M.R. 2009. Physico-chemical properties, vitamin C content and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). Food Bioprocess Technology, 2:315-321.
- 22- Pekmezci M., and Erkan M. 2003. Pomegranate. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, Turkey.
- 23- Weerakkody P., Jobling J., Infante M.M.V., and Rogers G. 2010. The effect of maturity, sunburn and the application of sun screens on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. Scientia Horticulturae, 124: 57-61.