مقاله پژوهشی

ارزیابی برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی میوه دوازده رقم انار (*Punica granatum* L.) در شرایط آب و هوایی یزد

حسین میغانی[1]*، آرزو محمدحسینی‌زاده[2] و زهرا امیرمحمدی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۱۵- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶)

چکیده

انار بومی ایران است و رقم‌های زیادی از آن در ایران کشت می‌شود. این پژوهش به‌منظور ارزیابی و مقایسه دوازده رقم انار استان یزد انجام شد. میوه‌ها در مرحله رسیدگی از درختان ۳۲ ساله واقع در کلکسیون انار شهرستان یزد برداشت و با استفاده از ۲۲ ویژگی کمی، کیفی و بیوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین رقم‌های انار مورد مطالعه در تمامی صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. میانگین وزن میوه از ۱۳۴/۸۵ گرم (رقم سوسکی اشکذریزد) تا ۳۱۵/۵۵ گرم (رقم ملس ساوه) متفاوت بود. نسبت پوست، بذرپوشینه، آب‌میوه و بذر به کل میوه بین رقم‌های انار متغیر بود. مقدار مواد جامد محلول از ۱۳/۵۳ تا ۱۸/۶۷ درجه بریکس، اسیدیته قابل تیتراسیون از ۰/۴۴ تا ۱/۸۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر و شاخص بلوغ از ۹/۵۱ تا ۳۴/۴۹ متغیر بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که میزان فنل و فلاونوئید کل در رقم‌های انار به‌ترتیب در دامنه ۳۳۲/۷۸-۱۵۸/۸۱ و ۹۱/۳۱-۴۳/۷۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر قرار داشتند. میزان آنتوسیانین کل از ۱۳/۷۸ تا ۱۶۵/۴۱ میلی‌گرم در لیتر و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از ۳۶/۵۷ در رقم پوست سفید دزفول تا ۸۹/۴۵ درصد در رقم سوسکی اشکذریزد متفاوت بود. بطور کلی این یافته‌ها نشان دادند که رقم اصلی‌ترین عاملی است که ویژگی‌های کمی، کیفی و بیوشیمیایی میوه انار را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

کلمات کلیدی: انار، آنتوسیانین، تنوع، ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی، فنل کل

۱ - استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

۲ - دانشجوی کارشناسی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

* پست الکترونیک: hmeighani@ujiroft.ac.ir

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. متعلق به تیره انارسانان[1] است. یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های خوراکی شناخته شده است که در مناطق نیمه‌گرمسیری رشد می‌کند (آلکاراز-مارمول[2] و همکاران، ۲۰۱۷). ایران خاستگاه و مبدأ اصلی انار است و از دیرباز در ایران کشت می‌شده است (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰). انار در حوزه دریای مدیترانه (اسپانیا، ایتالیا، ترکیه، یونان، و غیره) و در جنوب آسیا، هند و آمریکای شمالی و جنوبی نیز کشت می‌شود، جایی‌که دمای زیاد اجازه می‌دهد میوه به‌خوبی برسد (فرارا[3] و همکاران، ۲۰۱۴). در حال حاضر ایران با تولید بیش از ۹۱۷ هزار تن یکی از بزرگترین کشورهای تولیدکننده انار است که تولید آن هر ساله درحال افزایش است. استان یزد یکی از قطب‌های تولید انار در ایران است که بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۷ با بیش از ۱۱۳ هزار تن پس از استان فارس مقام دوم کشور را دارد (بی‌نام، ۱۳۹۸). علاوه بر تولید بالا، ایران با داشتن بیش از ۷۶۰ رقم انار دارای غنی‌ترین ذخایر ژنتیکی و تنوع رقم‌ها در جهان است و پس از ایران کشورهای هندوستان، ترکیه و اسپانیا قرار دارند (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ موسوی‌نژاد[4] و همکاران، ۲۰۰۹). بخش خوراکی انار بذرپوشینه (آریل[5]) نام دارد که حدود ۵۲ درصد وزن میوه را تشکیل می‌دهد و شامل ۷۸ درصد آب و ۲۲ درصد بذر است (زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹). آب‌انار، حاوی ۸۵ درصد آب، ۱۰ درصد قند و ۱/۵ درصد پکتین، اسیدآسکوربیک و ترکیب‌های فنلی (آنتوسیانین، اسیدالاجیک، فلاونوئیدها و تانن‌ها) است (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷؛ موسوی نژاد و همکاران، ۲۰۰۹). هم‌چنین آب انار دارای مقدار قابل توجهی اسیدهای آلی، ترکیب‌های زیست‌فعال و ماده‌های معدنی است (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷). میزان بالای ترکیب‌های فنلی در آب انار سبب شده که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن بیشتر از سایر آب‌میوه‌ها و نوشیدنی‌ها باشد. انار به‌دلیل داشتن ارزش غذایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی زیاد و نقش مؤثر آن در سلامتی انسان در سال‌های اخیر محبوبیت زیادی پیدا کرده و تولید جهانی آن نیز رو به افزایش است (فرارا و همکاران، ۲۰۱۴؛ تهرانی‌فر[6] و همکاران، ۲۰۱۰). گزارش‌های قبلی نشان دادند که ترکیب شیمیایی میوه انار به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر نوع رقم، منطقه، اقلیم، مرحله رسیدن و عملیات باغی قرار می‌گیرد (فرارا و همکاران، ۲۰۱۴؛ زائویی[7] و همکاران ۲۰۱۲؛ تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰). سرخوش[8] و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی میوه ۲۱ رقم انار نرم‌دانه (بی‌بذر) پرداختند که در کلیه صفت‌های مورد بررسی، تنوع قابل توجهی بین رقم‌های انار مشاهده گردید. هم‌چنین تاتاری و همکاران (۱۳۹۰) با مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تعدادی از رقم‌های انار کشت شده در منطقه ساوه گزارش کردند که از نظر صفات کمی و کیفی اختلاف معنی‌داری بین رقم‌های مورد مطالعه وجود دارد که نشان‌دهنده تنوع در هر صفت است و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده کردند. در پژوهش دیگری که بر روی تعدادی از رقم‌های انار اسپانیا انجام شد اختلاف معنی‌داری بین رقم‌های مورد مطالعه وجود داشت و گزارش گردید که رقم‌های نرم‌دانه (بی‌دانه) و با قند بالا برای مصرف تازه‌خوری و رقم‌های با رنگ قرمزتیره و سخت‌دانه برای فرآوری و تولید آب‌میوه مناسب هستند (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷). در تعدادی از رقم‌های انار ایرانی اصلی‌ترین عامل مؤثر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نوع رقم بیان گردیده است (تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج گزارش‌های فوق نشان‌دهنده تفاوت بین رقم‌های انار در شرایط آب و هوایی مختلف است. با توجه به تنوع بسیار بالای رقم‌های انـار در ایران، شناخت ویژگی‌های کیفی و فیزیکوشیمیایی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. گرچه پژوهش‌هایی در برخی از رقم‌های انار ایرانی انجام شده است (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹؛ تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰؛ موسوی‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۹) اما به‌نظر می‌رسد برای شناخت و مقایسه بهتر رقم‌های انار، مطالعه و پژوهش بیش‌تری نیاز است. شناخت ویژگی‌های مورفولوژی، ترکیب‌های شیمیایی و زیست‌فعال میوه انار از یک طرف می‌تواند در انتخاب رقم‌های مناسب برای مصرف تازه‌خوری، فرآوری و دارویی مورد استفاده قرار گیرد (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷)

1. Punicaceae
2. Alcaraz-Mármol
3. Ferrara
4. Mousavinejad
5. Aril
6. Tehranifar
7. Zaouay
8. Sarkhosh

و از طرف دیگر می‌تواند اطلاعات مهمی در اختیار مصرف کننده قرار دهد (تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰).
بنابراین، هدف از انجام این پژوهش مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی دوازده رقم انار تولید شده در شرایط آب و هوایی یزد است که داده‌های به‌دست آمده می‌تواند در تصمیم‌گیری برای انتخاب رقم‌های مناسب جهت مصارف مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش دوازده رقم انار شامل پوست‌سفید دزفول، آلک ساوه، ملس ساوه، گلوباریک هرات یزد، اردستانی خراسان، بجستانی، پوست‌نازک کرمانشاه، ملس یزدی، کله‌گاوی یزد، نادری کاشان، قجاق قم و سوسکی‌اشکذر یزد مورد استفاده قرار گرفتند. متوسط بارندگی منطقه ۱۰۶ میلی‌متر و بیشینه و کمینه دما به ترتیب ۴۵ و ۱۲- درجه سلسیوس ثبت شده است. سیستم آبیاری درختان به صورت کرتی هر ۱۲ روز یکبار و منبع آب مورد استفاده چاه بود. برخی ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش در جدول شماره ۱ آمده است. میوه‌ها در مرحله رسیدن از درختان ۳۲ ساله واقع در کلکسیون انار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان یزد در آبان‌ماه سال ۱۳۹۸ برداشت و به آزمایشگاه علوم باغبانی منتقل شدند. از هر رقم ۱۵ عدد میوه به‌طور تصادفی از جهات مختلف درخت برداشت و برای اندازه‌گیری صفات زیر مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

ویژگی خاک	مقدار	عنصر غذایی	مقدار	ویژگی خاک	مقدار
بافت خاک	شنی- لومی	فسفر (mg/l)	۹۴	آهن (mg/l)	۹/۵۲
هدایت الکتریکی (ds/m)*	۴/۲۱	پتاسیم (mg/l)	۳۸۴	منگنز (mg/l)	۸/۲۲
pH	۷/۱۳	روی (mg/l)	۸/۰۶	کلسیم (meq/l)	۲۰
نیتروژن کل (درصد)	۳۵	مس (mg/l)	۱/۹۴	منیزیم (meq/l)	۱۲

* ds/m: دسی‌زیمنس بر متر؛ mg/l: میلی‌گرم بر لیتر؛ meq/l: میلی‌اکی‌والان بر لیتر

صفات کمی

پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، وزن تازه میوه‌ها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱گرم اندازه‌گیری شد. طول و قطر میوه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتالی تعیین و از تقسیم آن‌ها نسبت طول به قطر محاسبه شد. میوه‌ها از قسمت استوایی با استفاده از یک چاقوی تیز بریده و بذرپوشینه‌ها به روش دستی از پوست جدا شدند. پس از جداسازی و توزین پوست میوه و بذرپوشینه، نسبت هر یک به وزن کل میوه به صورت درصد محاسبه شد. سپس بذرپوشینه با استفاده از آب‌میوه‌گیر دستی آبگیری و آب‌میوه و بذر توزین شد و نسبت آن‌ها به کل میوه بر حسب درصد محاسبه شد. تعداد ۱۰۰ بذرپوشینه با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و برای اندازه‌گیری وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد.

صفات کیفی

برای اندازه‌گیری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون[1] (TA)، مقدار ۵ میلی‌لیتر آب‌میوه با ۳۵ میلی‌لیتر آب‌مقطر مخلوط شد. سپس با استفاده از هیدروکسید سدیم یک‌دهم نرمال تا رسیدن به pH برابر ۸/۲ تیتر و مقدار اسید کل بر حسب درصد اسیدسیتریک محاسبه و بیان شد (آیالا-زاوالا[2] و همکاران، ۲۰۰۷). میزان ماده‌های جامد محلول (TSS) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی (Euromex, RD 5635) و اسیدیته با دستگاه pHمتر (Milwaukee Mi 150) کالیبره شده با بافرهای ۴ و ۷ اندازه‌گیری شد. شاخص بلوغ[3] (MI) از تقسیم مقدار TSS بر TA به‌دست آمد (زائویی و همکاران، ۲۰۱۲).

صفات بیوشیمیایی

برای اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی، ابتدا آب انار به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و از محلول روشناور استفاده شد. آنتوسیانین کل به‌روش اختلاف جذب در pHهای ۱ و ۴/۵ در دو طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل

1. Titratable acidity
2. Ayala-Zavala
3. Mature index

PerkinElmer Lambda 25 UV/VIS Spectrophotometer) اندازه‌گیری شد. در نهایت میزان آنتوسیانین بر اساس آنتوسیانین غالب (سیانیدین ۳-گلوکوزید) از رابطه‌های زیر به‌دست آمد (گیوستی و رولستد[1]، ۲۰۰۱).

$$\text{جذب (A)} = (A510_{pH1} - A700_{pH1}) - (A510_{pH4.5} - A700_{pH4.5})$$

$$\text{آنتوسیانین کل (mg/100ml)} = A \times MW \times DF \times 100/\varepsilon$$

در رابطه فوق A، میزان جذب؛ MW، وزن ملکولی آنتوسیانین غالب (۴۴۹/۲)؛ ε، ضریب‌خاموشی آنتوسیانین غالب (۲۶۹۰۰) و DF، درجه رقیق‌سازی.

میزان فنل کل آب‌میوه با استفاده از معرف فولین‌سیوکالچو مطابق روش سینگلتون[2] و همکاران (۱۹۹۹) انجام شد. میزان جذب نمونه‌ها و استاندارد اسیدگالیک در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. در نهایت میزان فنل کل بر حسب میلی‌گرم معادل اسیدگالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه (mg GAE 100 ml^{-1}) بیان شد. اندازه‌گیری فلاونوئید کل با استفاده از کلریدآلومینیوم و استات‌پتاسیم به‌روش رنگ‌سنجی انجام شد (میغانی[3] و همکاران، ۲۰۱۵). میزان جذب نمونه‌ها و استاندارد کاتچین توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۶ نانومتر خوانده شد و در نهایت میزان فلاونوئید کل بر حسب میلی‌گرم معادل کاتچین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه (mg CE 100 ml^{-1}) بیان شد.

برای سنجش میزان ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی از معرف ۲و ۲-دی‌فنیل ۱-پیکریل‌هیدرازیل[4] (DPPH) استفاده شد. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد و بر مبنای میزان احیاء رادیکال آزاد DPPH توسط آب‌میوه، ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی بر حسب درصد بازدارندگی (DPPHsc%) از رابطه زیر به‌دست آمد (براند-ویلیامز[5] و همکاران، ۱۹۹۵).

$$\text{ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی (DPPHsc\%)} = [(\text{جذب شاهد} - \text{جذب نمونه})/\text{جذب شاهد}] \times 100$$

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل ۵ عدد میوه) انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (V. 9.1) و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0.05$) استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات کمی

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به صفت‌های کمی رقم‌های انار در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین رقم‌های انار از نظر صفات کمی بررسی شده است. متوسط وزن رقم‌های انار بین ۱۳۴/۸۵ گرم (سوسکی‌اشکذر یزد) و ۳۱۵/۵۵ گرم (ملس ساوه) قرار داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین طول میوه با میانگین ۸۳/۰۶ و ۵۸/۳۵ میلی‌متر به‌ترتیب مربوط به رقم‌های ملس یزدی و اردستانی‌خراسان بود. انار رقم ملس ساوه و سوسکی‌اشکذر یزد به‌ترتیب با میانگین ۸۶/۱۳ و ۶۲/۶۶ میلی‌متر دارای بیش‌ترین و کم‌ترین قطر میوه بودند. نسبت طول به قطر میوه در بین رقم‌های مختلف انار متفاوت بود. بیش‌ترین مقدار این نسبت با میانگین ۱/۰۵ مربوط به رقم ملس‌یزدی و کم‌ترین مقدار از رقم قجاق قم با میانگین ۰/۸۶ به‌دست آمد (جدول ۲).

هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که انار رقم ملس ساوه دارای بیش‌ترین مقدار ضخامت پوست (۴/۴۴ میلی‌متر)، وزن پوست (۱۶۸/۹۰ گرم)، نسبت پوست به میوه (۵۳/۵۸ درصد) و وزن خشک ۱۰۰ بذرپوشینه (۹/۵۷ گرم) بود. درحالی‌که بیش‌ترین وزن تر ۱۰۰ بذرپوشینه (۴۶/۲۸ گرم) از رقم پوست سفید دزفول، وزن بذرپوشینه (۱۴۴/۷۵ گرم) و وزن آب‌میوه (۱۱۴/۶۶) از رقم بجستانی ثبت شد. هم‌چنین بیش‌ترین نسبت بذرپوشینه و آب‌میوه به میوه به‌ترتیب با میانگین ۶۴/۱۳ و ۵۳/۶۱ درصد از رقم سوسکی‌اشکذر یزد به‌دست آمد (جدول ۲).

کم‌ترین مقدار ضخامت پوست (۱/۴۱ میلی‌متر)، وزن پوست (۴۸/۰۱ گرم)، نسبت پوست به میوه (۳۵/۶۰ درصد)، وزن تر ۱۰۰ بذرپوشینه (۲۳/۳۷ گرم) و وزن خشک ۱۰۰ بذرپوشینه (۴/۲۷) از رقم سوسکی‌اشکذر یزد، وزن بذرپوشینه (۷۰/۰۱ گرم) و وزن آب‌میوه از کل میوه (۵۱/۷۹ گرم) از رقم قجاق قم، نسبت بذرپوشینه به میوه

1. Giusti and Wrolstad
2. Singleton
3. Meighani
4. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
5. Brand-Williams

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات کمی میوه دوازده رقم انار استان یزد

رقم	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلی‌متر)	قطر میوه (میلی‌متر)	نسبت طول به قطر میوه	ضخامت پوست (میلی‌متر)	وزن پوست (گرم)	نسبت پوست به میوه (درصد)
PSD	۲۳۹/۰۲ bc	۷۴/۰۲ abc	۷۸/۴۵ abc	۰/۹۴ bcd	۲/۳۶ cde	۱۰۳/۶۲ bc	۴۳/۲۵ e
AS	۱۶۰/۲۱ efg	۶۷/۶۴ b-e	۶۶/۸۹ de	۱/۰۱ ab	۳/۵۰ b	۷۵/۳۹ de	۴۷/۱۱ cd
MS	۳۱۵/۵۵ a	۸۲/۳۵ a	۸۶/۱۳ a	۰/۹۶ bcd	۴/۴۴ a	۱۶۸/۹۰ a	۵۳/۵۸ a
GHY	۲۵۱/۸۸ b	۶۸/۹۸ bcd	۷۵/۴۴ bcd	۰/۹۱ cde	۳/۵۴ b	۱۱۸/۲۲ b	۴۶/۸۴ cd
AKH	۱۸۱/۵۹ def	۵۸/۳۵ e	۶۷/۲۱ de	۰/۸۷ e	۲/۶۰ cde	۹۱/۵۲ cd	۴۹/۹۹ bc
BJ	۳۰۲/۰۴ a	۷۷/۳۹ ab	۸۳/۰۳ ab	۰/۹۳ cde	۲/۷۶ cde	۱۵۵/۰۶ a	۵۱/۳۶ ab
PNK	۲۰۹/۱۷ cd	۶۵/۹۲ cde	۷۳/۲۲ cd	۰/۹۰ de	۲/۱۳ ef	۹۰/۵۶ cd	۴۳/۲۵ e
MY	۱۴۵/۴۶ fg	۸۳/۰۶ a	۷۸/۷۰ abc	۱/۰۵ a	۲/۹۴ bc	۶۵/۶۹ ef	۴۵/۱۷ de
KGY	۱۸۹/۶۷ de	۶۷/۸۵ b-e	۶۹/۱۰ de	۰/۹۸ abc	۲/۳۷ cde	۹۸/۳۸ bc	۵۱/۷۸ ab
NK	۱۷۲/۵۲ d-g	۶۹/۰۱ bcd	۶۸/۱۳ de	۱/۰۱ ab	۲/۸۹ bcd	۸۸/۱۲ cde	۵۰/۹۵ ab
GHQ	۱۴۱/۵۶ fg	۵۸/۷۰ de	۶۸/۰۵ de	۰/۸۶ e	۲/۱۹ de	۷۰/۵۲ def	۴۹/۸۷ bc
SAY	۱۳۴/۸۵ g	۵۸/۴۴ e	۶۲/۶۶ e	۰/۹۳ cde	۱/۴۱ f	۴۸/۰۱ f	۳۵/۶۰ f

جدول ۲ (ادامه) - مقایسه میانگین برخی صفات کمی میوه دوازده رقم انار استان یزد

رقم	وزن بذرپوشینه (گرم)	نسبت بذر پوشینه به میوه (درصد)	وزن آب‌میوه (گرم)	نسبت آب‌میوه به میوه (درصد)	نسبت بذر به میوه (درصد)	وزن تر ۱۰۰ بذرپوشینه (گرم)	وزن خشک ۱۰۰ بذر پوشینه (گرم)
PSD	۱۳۳/۶۶ ab	۵۶/۰۳ b	۱۰۹/۱۵ a	۴۵/۸۱ b	۱۰/۰۴ b-e	۴۶/۲۸ a	۹/۰۳ ab
AS	۸۳/۰۸ c	۵۱/۸۷ cd	۶۴/۴۶ bc	۴۰/۳۱ cd	۹/۴۲ de	۳۷/۴۷ c	۸/۱۲ cd
MS	۱۴۴/۵۶ a	۴۵/۷۴ f	۱۱۲/۱۲ a	۳۵/۴۳ de	۹/۲۰ de	۳۶/۷۱ c	۹/۵۷ a
GHY	۱۳۰/۲۰ ab	۵۱/۷۴ cd	۹۹/۵۹ a	۳۹/۵۱ cde	۱۱/۸۶ ab	۲۹/۰۶ d	۷/۹۷ cd
AKH	۸۸/۸۹ c	۴۹/۳۹ de	۶۸/۷۹ bc	۳۸/۲۱ cde	۱۰/۸۷ a-d	۳۶/۹۷ c	۸/۱۶ cd
BJ	۱۴۴/۷۵ a	۴۷/۸۹ ef	۱۱۴/۶۶ a	۳۸/۰۶ cde	۶/۴۱ f	۳۸/۱۶ bc	۷/۰۳ e
PNK	۱۱۸/۱۸ b	۵۶/۵۵ b	۷۳/۰۴ b	۳۵/۰۴ e	۱۱/۶۹ abc	۳۰/۱۷ d	۷/۶۴ de
MY	۷۹/۸۶ c	۵۴/۹۰ bc	۶۱/۹۸ bc	۴۲/۶۳ bc	۱۲/۰۳ a	۴۳/۶۶ ab	۸/۳۲ bcd
KGY	۹۰/۰۸ c	۴۷/۵۳ ef	۷۳/۶۳ b	۳۸/۷۵ cde	۸/۵۳ e	۳۴/۳۳ cd	۷/۷۷ cde
NK	۸۳/۷۸ c	۴۸/۶۸ def	۶۵/۰۶ bc	۳۸/۰۴ cde	۹/۹۰ cde	۳۳/۶۰ cd	۸/۳۱ bcd
GHQ	۷۰/۰۱ c	۴۹/۴۲ de	۵۱/۷۹ c	۳۶/۶۴ de	۹/۴۳ de	۳۷/۱۲ c	۸/۵۰ bc
SAY	۸۶/۴۶ c	۶۴/۱۳ a	۷۲/۰۷ b	۵۳/۶۱ a	۱۰/۴۷ a-e	۲۳/۳۷ e	۴/۲۷ f

در هر ستون میانگین‌های با حرف‌های مشترک درسطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند. PSD، پوست‌سفید دزفول؛ AS، آلک ساوه؛ MS، ملس ساوه؛ GHY، گلوباریک هرات یزد؛ AKH، اردستانی خراسان؛ BAG، بجستانی؛ PNK، پوست نازک کرمانشاه؛ MY، ملس یزدی؛ KGY، کله‌گاوی یزد؛ NK، نادری کاشان؛ GHQ، قجاق قم؛ SAY، سوسکی اشکذریزد

(۴۵/۷۴ درصد) از رقم ملس ساوه، نسبت آب‌میوه به میوه (۳۵/۰۴ درصد) از رقم پوست نازک کرمانشاه و نسبت بذر به میوه (۶/۴۱ درصد) از رقم بجستانی به‌دست آمد (جدول ۲).

اندازه میوه یکی از ویژگی‌های رقم است که بسته به شرایط آب و هوایی و عملیات باغی مقدار آن در نوسان است (زائویی و همکاران، ۲۰۱۲). در این پژوهش داده‌های به‌دست آمده برای صفات کمی در محدوده مقدارهای گزارش‌شده برای سایر رقم‌های انار ایرانی و خارجی قرار دارد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹؛ آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷؛ هرناندز[1] و همکاران، ۲۰۱۴؛ زائویی و همکاران، ۲۰۱۲؛ تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰). در پژوهشی که بر روی یازده رقم انار ساوه انجام شد میانگین وزن میوه‌ها بین ۶۶/۸۹ تا ۴۰۶/۹۳ گرم گزارش شد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰) که با نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر همخوانی دارد اما میانگین وزن میوه شش رقم انار مراکشی (۵۳۵-۴۳۰ گرم) از مقدارهای به‌دست آمده در این پژوهش بیش‌تر بود (مارتینز[2] و همکاران، ۲۰۱۲).

نسبت طول به‌قطر میوه در تعدادی از رقم‌های انار ایرانی از ۰/۸۸ تا ۱/۶۱ متغیر بود (تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰) که

1. Hernández

2. Martínez

داده‌های به‌دست آمده در پژوهش حاضر نیز در محدوده داده‌های فوق است. هرچه مقدار این عدد بالاتر باشد نشاندهنده کشیده‌تر بودن میوه است. اندازه و شکل میوه از عواملی هستند که می‌توانند در طراحی بسته‌بندی مناسب جهت حمل و نقل و انبارداری مورد استفاده قرار گیرند (زائویی و همکاران، ۲۰۱۲). مقدار بذرپوشینه یکی از ویژگی‌های مطلوب برای صنعت فرآوری مواد غذایی، نوشیدنی و هم‌چنین مصرف تازه‌خوری است (زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹). در پژوهش انجام شده بر روی بیست رقم انار ایرانی، شاخص‌های درصد پوست، بذرپوشینه، آب‌میوه و بذر به‌ترتیب در محدوده ۵۹-۳۲، ۶۵-۴۱، ۴۶-۳۰ و ۲۰-۹ درصد قرار داشت (تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰) و درصد بذرپوشینه در سیزده رقم انار کشور تونس از ۳۸ تا ۷۲ درصد متغیر بود (زائویی و همکاران، ۲۰۱۲) که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش همخوانی دارد. اما در پژوهشی که بر روی شش رقم انار شهرستان نی‌ریز انجام شد درصد بذرپوشینه (۷۵/۵-۵۷/۹) بیش‌تر از مقدارهای به‌دست آمده در این پژوهش می‌باشد (زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹). وزن تر و خشک ۱۰۰ بذرپوشینه تا حدودی نشان‌دهنده اندازه بذرپوشینه و بذر است. در این پژوهش وزن تر و خشک ۱۰۰ بذرپوشینه رقم‌های انار با یکدیگر متفاوت بود و در دامنه داده‌های گزارش شده برای تعدادی از رقم‌های انار ساوه قرار دارد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰). باتوجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش رقم سوسکی‌اشکذر یزد با داشتن بیش‌ترین نسبت بذرپوشینه و آب‌میوه و کم‌ترین نسبت پوست مناسب‌ترین‌رقم برای صنایع فرآوری مواد غذایی و نوشیدنی است.

گزارش‌های قبلی نشان داد که ضخامت پوست رقم‌های مختلف انار متفاوت است و علاوه بر ویژگی‌های ژنتیکی، ضخامت پوست میوه تحت تأثیر عامل‌های محیطی مثل دما، رطوبت نسبی و آبیاری قرار می‌گیرد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹؛ هرناندز و همکاران، ۲۰۱۴؛ تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰). رقم‌های با ضخامت پوست بیش‌تر مثل رقم ملس ساوه برای صادرات، ارسال به مناطق دور و انبارداری مناسب‌ترند (زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹).

صفات کیفی

نتایج بررسی ویژگی‌های کیفی رقم‌های انار (pH، TSS، TA و MI) در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. هر چهار صفت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفتند ($P<0.05$). میزان pH آب‌میوه در صنعت تولید نوشیدنی‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است (زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹). میزان pH رقم‌های انار از ۳/۴۶ (رقم پوست نازک کرمانشاه) تا ۴/۳۹ (رقم نادری کاشان) متغیر بود. اما برعکس، بیش‌ترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با میانگین ۱/۸۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر مربوط به رقم پوست نازک کرمانشاه بود و کم‌ترین آن با میانگین ۰/۴۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر از رقم بجستانی به‌دست آمد اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با رقم اردستانی خراسان (۰/۴۹) نداشت. اسیدهای آلی رقم‌های انار اسیدسیتریک و مالیک است که اسید غالب در رقم‌های ترش اسیدسیتریک و در

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کیفی و بیوشیمیایی میوه دوازده رقم انار استان یزد

رقم	مادههای جامد محلول (°Brix)	pH	اسیدیته قابل عیارسنجی(%)	شاخص بلوغ	فنل کل (mg GAE 100 ml-1)	فلاونوئید کل (mg CE 100 ml-1)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH Sc%)
PSD	۱۴/۲۷ ef	۳/۹۸ c	۰/۷۸ ef	۱۸/۴۷ d	۱۵۸/۸۱ f	۴۳/۷۹ g	۳۶/۵۷ h
AS	۱۵/۴۷ c	۳/۷۳ d	۱/۰۷ cd	۱۴/۷۱ ef	۲۵۸/۵۵ c	۶۸/۷۶ c	۶۹/۲۳ de
MS	۱۵/۷۰ c	۳/۶۱ de	۱/۱۵ c	۱۳/۶۳ ef	۲۱۷/۳۳ d	۵۵/۸۱ f	۶۱/۴۴ fg
GHY	۱۶/۹۰ b	۳/۴۷ e	۱/۳۹ b	۱۲/۲۸ f	۲۷۸/۰۵ b	۵۹/۹۳ def	۷۶/۰۲ cd
AKH	۱۴/۵۳ de	۴/۲۶ ab	۰/۴۹ gh	۲۹/۷۵ b	۱۷۲/۰۱ f	۵۵/۱۵ f	۳۸/۳۸ h
BJ	۱۵/۲۰ cd	۴/۳۷ a	۰/۴۴ h	۳۴/۴۹ a	۲۸۷/۱۶ b	۹۱/۳۱ a	۸۵/۰۴ ab
PNK	۱۷/۴۰ b	۳/۴۶ e	۱/۸۳ a	۹/۵۱ g	۲۹۲/۰۲ b	۵۸/۸۵ ef	۸۱/۲۰ bc
MY	۱۳/۵۳ f	۴/۰۶ bc	۰/۷۴ f	۱۸/۳۵ d	۱۹۱/۴۱ e	۶۰/۱۵ def	۵۴/۷۲ g
KGY	۱۴/۳۳ ef	۳/۷۷ d	۰/۹۶ de	۱۵/۰۱ e	۲۸۰/۵۱ b	۶۷/۲۶ cd	۷۹/۲۳ bc
NK	۱۵/۱۷ cd	۴/۳۹ a	۰/۶۷ fg	۲۲/۸۰ c	۲۲۴/۹۴ d	۶۴/۳۴ cde	۶۴/۶۱ ef
GHQ	۱۷/۵۳ b	۴/۰۳ bc	۰/۷۰ f	۲۵/۲۲ c	۲۸۶/۲۸ b	۶۷/۸۵ cd	۸۱/۵۶ bc
SAY	۱۸/۶۷ a	۳/۴۷ e	۱/۵۱ b	۱۲/۷۲ ef	۳۳۲/۷۸ a	۸۱/۶۴ b	۸۹/۴۵ a

در هر ستون میانگین‌های با حرف‌های مشترک درسطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند. PSD، پوست‌سفید دزفول؛ AS، آلک ساوه؛ MS، ملس ساوه؛ GHY، گلوباریک هرات یزد؛ AKH، اردستانی خراسان؛ BAG، بجستانی؛ PNK، پوست نازک کرمانشاه؛ MY، ملس یزدی؛ KGY، کله‌گاوی یزد؛ NK، نادری کاشان؛ GHQ، قجاق قم؛ SAY، سوسکی اشکذریزد.

رقم‌های شیرین اسیدمالیک گزارش شده است (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج این پژوهش در محدوده داده‌های گزارش شده برای شاخص‌های pH (۳/۶-۱۳/۶) و اسیدیته قابل تیتراسیون (۰/۱۵-۱/۹۲) در بیست رقم انار اسپانیا است و هم‌چنین با داده‌های گزارش شده برای تعدادی از رقم‌های انار ایرانی و آفریقای جنوبی مطابقت دارد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹؛ فاوولی[1] و همکاران، ۲۰۱۲؛ تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰). اما با داده‌های گزارش شده برای تعدادی از رقم‌های انار مراکش (pH=۴-۵/۵ و TA=۰/۲۱-۰/۴۷) متفاوت است (مارتینز و همکاران، ۲۰۱۲). میزان pH و اسیدیته قابل تیتراسیون علاوه بر ویژگی‌های ژنتیکی رقم تحت تأثیر شرایط آب و هوایی منطقه و مرحله بلوغ و رسیدگی میوه نیز می‌تواند قرار گیرد.

بخش عمده TSS آب‌میوه‌ها را قندها تشکیل می‌دهند و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین TSS و قندهای گلوکز و فروکتوز گزارش شده است (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷). بیش‌ترین میزان TSS با میانگین ۱۸/۶۷ درجه بریکس از رقم‌های سوسکی‌اشکذر یزد به‌دست آمد و کم‌ترین آن با میانگین ۱۳/۵۳ درجه بریکس مربوط به رقم ملس‌یزدی بود که با رقم‌های کله‌گاوی یزد (۱۴/۳۳) و پوست سفید دزفول (۱۴/۲۷) از این حیث تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد. شاخص بلوغ (MI) تعیین‌کننده طعم و مزه میوه است و یکی از مناسب‌ترین شاخص‌های تعیین زمان بلوغ و برداشت میوه انار می‌باشد اما تحت تأثیر نوع رقم و شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرد (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷). داده‌های به‌دست آمده در این پژوهش نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص بلوغ با میانگین ۳۴/۴۹ و ۹/۵۱ به‌ترتیب مربوط به رقم‌های بجستانی و پوست‌نازک کرمانشاه است (جدول ۳).

میزان TSS به‌دست آمده در همه رقم‌های انار این پژوهش بیش‌تر از حداقل آستانه لازم برای استفاده تجاری (۱۲ درصد) است (زائویی و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین داده‌های به‌دست آمده در محدوده مقدارهای گزارش شده برای سایر رقم‌های انار در شرایط آب و هوایی تونس (زائویی و همکاران، ۲۰۱۲)، اسپانیا (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷)، آفریقای جنوبی (فاوولی و همکاران، ۲۰۱۲) و ایران (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰) است. برخی از پژوهش‌گران از شاخص بلوغ برای طبقه‌بندی رقم‌های انار استفاده و آن‌ها را به سه گروه ترش (MI=۵-۷)، ترش-شیرین (MI=۱۷-۲۴) و شیرین (MI=۹۸-۳۱) تقسیم کردند (مارتینز و همکاران، ۲۰۱۲) که براین اساس رقم بجستانی (۳۴/۴۹) شیرین و رقم‌های پوست‌سفید دزفول (۱۸/۴۷)، ملس‌یزدی (۱۸/۳۵) و نادری‌کاشان (۲۲/۸۰) ترش-شیرین محسوب می‌شوند. گزارش‌های قبلی نشان داد که میزان شاخص بلوغ رقم‌های مختلف انار بسیار متغیر است (زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹؛ آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷؛ فاوولی و همکاران، ۲۰۱۲؛ مارتینز و همکاران، ۲۰۱۲؛ تهرانی‌فر و همکاران ۲۰۱۰). تفاوت زیاد در مقدار شاخص‌های کیفی فوق نه تنها ناشی از تغییرات ژنتیکی است بلکه به انتخاب شاخص‌های متفاوت برای تعیین زمان برداشت نیز می‌تواند مربوط باشد (هرناندز و همکاران، ۲۰۱۴).

صفات بیوشیمیایی

میانگین داده‌های مربوط به میزان فنل و فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رقم‌های انار در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین رقم‌های انار مورد مطالعه از نظر میزان فنل و فلاونوئید کل اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. بیش‌ترین میزان فنل‌کل با میانگین ۳۳۲/۷۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه از رقم سوسکی‌اشکذر یزد به‌دست آمد و پس آن رقم‌های پوست نازک کرمانشاه (۲۹۲/۰۲)، بجستانی (۲۸۷/۱۶) قجاق قم (۲۸۶/۲۷) و گلوباریک هرات یزد (۲۷۸/۰۵) قرار داشتند. کم‌ترین میزان فنل کل در رقم پوست سفید دزفول با میانگین ۱۵۸/۸۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه وجود داشت. هم‌چنین بیش‌ترین میزان فلاونوئید کل با میانگین ۹۱/۳۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر از رقم بجستانی به‌دست آمد که بیش از دو برابر میزان فلاونوئید کل به‌دست آمده از رقم پوست‌سفید دزفول (۴۳/۷۹ میلی‌گرم) می‌باشد (جدول ۳).

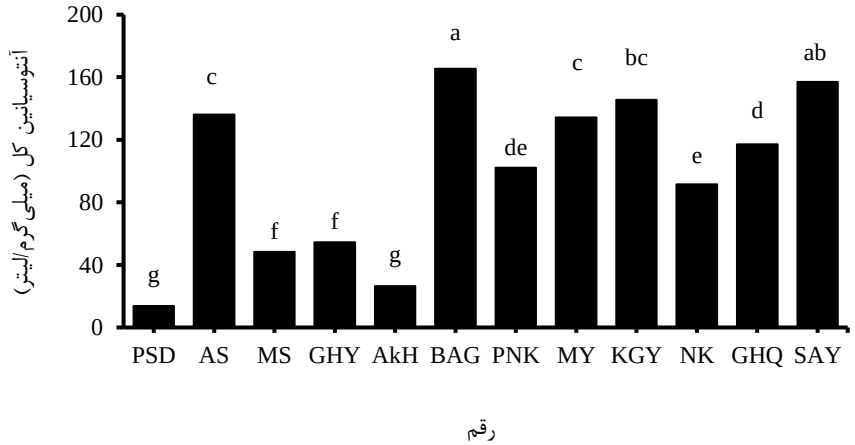
پلی‌فنل‌ها گروهی از متابولیت‌های ثانویه هستند که در بسیاری از گیاهان وجود دارند و نقش اساسی در رنگ، طعم و ویژگی‌های ارگانولپتیک (حسی) میوه‌ها دارند (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷). گزارش‌های قبلی نشان داند که میزان فنل کل رقم‌های انار با یکدیگر متفاوت است. میزان

1. Fawole

فنل کل در تعدادی از رقم‌های انار اسپانیا ۱۷۹۱-۱۲۸۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک گزارش شد (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷) در حالی‌که مقدار آن در تعدادی از رقم‌های انار ایرانی ۹۸۵-۲۹۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم (تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰) و ۹۳۰-۲۳۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بود (موسوی‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۹) که بیش‌تر از داده‌های به‌دست آمده در پژوهش حاضر است. تفاوت در میزان فنل کل گزارش شده در رقم‌های مختلف انار علاوه بر تغییرات ژنتیکی به روش عصاره‌گیری، مرحله بلوغ میوه و استاندارد مورد استفاده برای محاسبه میزان فنل نیز بستگی دارد، زیرا بخش اعظم تانن‌ها در بذر وجود دارد و با بلوغ میوه نیز میزان فنل‌کل کاهش پیدا می‌کند (فاوولی و همکاران، ۲۰۱۲؛ زائویی و همکاران، ۲۰۱۲). میزان فلاونوئید کل نیز در بین رقم‌های مختلف انار متفاوت بود. در پژوهشی که بر رروی سه رقم انار آفریقای‌جنوبی انجام شد میزان فلاونوئید کل از ۴۶/۳۸ تا ۷۲/۲۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه بود (فاوولی و همکاران، ۲۰۱۲) که در دامنه نتایج به‌دست آمده در این پژوهش می‌باشد.

همان‌طور که در شکل شماره ۱ نشان داده شده بین رقم‌های انار از نظر میزان آنتوسیانین کل اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. بالاترین میزان آنتوسیانین از رقم بجستانی با میانگین ۱۶۵/۴۱ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد که تفاوت آماری معنی‌داری با رقم سوسکی‌اشکذر یزد با میانگین ۱۵۶/۹۳ میلی‌گرم در لیتر نداشت و کم‌ترین میزان با میانگین ۱۳/۷۸ میلی‌گرم در لیتر در رقم پوست‌سفید دزفول مشاهده شد.

آنتوسیانین‌ها گروهی از ترکیب‌های فنلی هستند که رنگ نارنجی-قرمز تا آبی-صورتی میوه‌ها از جمله پوست و بذرپوشینه انار به‌دلیل وجود این رنگیزه است. آنتوسیانین‌های انار شامل مشتقات مونو و دی‌گلوکوزیدی سیانیدین، پلارگونیدین و دلفینیدین است (موسوی‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۹). رنگ پوست و بذرپوشینه یکی از فاکتورهایی است که انتخاب مصرف‌کننده را تحت تأثیر قرار می‌دهد و انارهای دارای رنگ قرمز از محبوبیت بیش‌تری برخوردار هستند و برای صنعت تولید آب‌میوه و رُب نیز مناسب‌ترند (زارعی و عزیزی، ۱۳۸۹).



شکل ۱- مقدار آنتوسیانین کل آب‌میوه دوازده رقم انار استان یزد. میانگین‌های با حرف‌های مشترک درسطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند. PSD، پوست‌سفید دزفول؛ AS، آلک ساوه؛ MS، ملس ساوه؛ GHY، گلوباریک هرات یزد؛ AKH، اردستانی خراسان؛ BAG، بجستانی؛ PNK، پوست نازک کرمانشاه؛ MY، ملس یزدی؛ KGY، کله‌گاوی یزد؛ NK، نادری کاشان؛ GHQ، قجاق قم؛ SAY، سوسکی اشکذر یزد.

گزارش‌های قبلی نشان دادند که مقدار آنتوسیانین رقم‌های انار با یکدیگر اختلاف قابل‌توجهی دارند. در تعدادی از رقم‌های انار تونس مقدار آنتوسیانین بین ۵۰/۵۲ و ۴۹۰/۴۲ و رقم‌های آفریقای‌جنوبی در دامنه ۲۶۹/۳-۱۶۵/۳ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد (فاوولی و همکاران، ۲۰۱۲؛ زائویی و همکاران، ۲۰۱۲). تهرانی‌فر و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که میزان آنتوسیانین در بیست رقم انار ایرانی در دامنه ۳۰/۱۱-۵/۵۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم قرار دارد که داده‌های به‌دست آمده برای رقم‌های انار پژوهش حاضر در محدوده داده‌های گزارش شده فوق است. اما داده‌های گزارش شده توسط موسوی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۹) برای برخی از رقم‌های انار ایرانی بین ۸۱۵ و ۶۵۴۸۳۰ میلی‌گرم

در لیتر بود که به‌میزان قابل توجهی بیش‌تر از داده‌های گزارش شده توسط سایر پژوهشگران است. تفاوت در میزان آنتوسیانین موجود در رقم‌های مختلف انار علاوه بر نوع رقم به درجه بلوغ، منطقه تولید، شرایط اقلیمی (زائویی و همکاران، ۲۰۱۲) و هم‌چنین روش اندازه‌گیری (HPLC و اختلاف جذب در pHهای مختلف) و نوع آنتوسیانین غالب استفاده شده برای محاسبه آنتوسیانین بستگی دارد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین رقم‌های انار بررسی شده از نظر میزان ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیش‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با میانگین ۸۹/۴۵ درصد از رقم سوسکی اشکذر یزد و پس از آن رقم‌های بجستانی (۸۵/۴)، قجاق قم (۸۱/۵۶) و پوست نازک کرمانشاه (۸۱/۲۰) ثبت شد اما کم‌ترین میزان از رقم پوست‌سفید دزفول با میانگین ۳۶/۵۷ درصد به‌دست آمد (جدول ۳).

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل رقم‌های انار گزارش شده است (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰، زائویی و همکاران، ۲۰۱۲؛ تهرانی‌فر و همکاران ۲۰۱۰) که در موافقت با این موضوع در پژوهش حاضر نیز رقم‌های انار با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر از محتوی فنل‌کل بیش‌تری برخوردار بودند. نتایج گزارش‌های قبلی نشان می‌دهند که از نظر ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی (فعالیت بازدارندگی DPPH) تفاوت بسیار زیادی بین رقم‌های انار وجود دارد. تاتاری و همکاران (۲۰۱۰) ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تعدادی از رقم‌های انار را ۸۵-۴۲ درصد گزارش کردند. هم‌چنین تهرانی‌فر و همکاران (۲۰۱۰) ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیست رقم انار را ۴۰/۷۲-۱۵/۵۹ درصد گزارش کردند که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. در حالی‌که میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تعدادی از رقم‌های انار تونس ۲۲/۵-۱۱/۹۱ میلی‌مول بر لیتر و یا در پژوهشی دیگر ۷/۷۴-۶/۳۹ میلی‌مول بر کیلوگرم وزن‌تر میوه گزارش گردید (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷؛ زائویی و همکاران، ۲۰۱۲). تفاوت در میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رقم‌های انار علاوه بر رقم به شرایط محیطی در زمان بلوغ میوه (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۰)، روش استخراج (آلکاراز-مارمول و همکاران، ۲۰۱۷؛ تهرانی‌فر و همکاران، ۲۰۱۰) و سینتیک واکنش (فاوولی و همکاران، ۲۰۱۲) بستگی دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده نشان داد که رقم‌های مورد مطالعه در این پژوهش از تنوع بالایی برخوردار هستند و در بسیاری از ویژگی‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری بین آنها وجود دارد که نشان‌دهنده نقش برجسته رقم در تعیین خصوصیات کمی، کیفی و بیوشیمیایی میوه انار می‌باشد. بر اساس یافته‌ای به‌دست آمده رقم‌های سوسکی‌اشکذر یزد و قجاق قم دارای TSS، فنل و فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری بودند که ویژگی‌های مفیدی برای مصرف تازه‌خوری و سلامتی می‌باشد. هم‌چنین رقم ملس ساوه با داشتن اندازه‌ی بزرگتر و پوست به‌نسبت کلفت برای انبارداری و رقم سوسکی‌اشکذر یزد با داشتن آنتوسیانین، درصد بذرپوشینه و آب‌میوه بالا و درصد پوست کم مناسب‌ترین رقم برای صنایع فرآوری مواد غذایی و نوشیدنی است. به‌طورکلی به‌دلیل تنوع بسیار زیاد رقم‌های انار در ایران برای شناخت ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن‌ها نیاز به پژوهش‌های بیش‌تری است.

سپاسگزاری

از همکاری جناب آقای دکتر محمدرضا وظیفه‌شناس معاونت محترم پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد در فراهم‌کردن نمونه‌های انار صمیمانه قدردانی و تشکر می‌شود.

منابع

بی‌نام. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم. ۱۳۹۸. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر فناوری و اطلاعات، تهران، ایران.

تاتاری، م.، فتوحی‌قزوینی، ر.، قاسم‌نژاد، م.، موسوی، س.ا. و طباطبائی، س.ض. ۱۳۹۰. ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیائی میوه تعدادی از ارقام انار در شرایط آب و هوائی ساوه. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۷(۱): ۶۹-۸۷.

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)، ۲۴(۲): ۱۷۵-۱۸۳.

Alcaraz-Mármol, F., Nuncio-Jáuregui, N., García-Sánchez, F., Martínez-Nicolás, J.J. and Hernández, F. 2017. Characterization of twenty pomegranates (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain: Aptitudes for fresh consumption and processing. Scientia Horticulturae, 219: 152–160.

Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y. and Gonzalez-Aguilar, G.A. 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Tecnology and Biotecchnology, 45(2): 166-173.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology, 28: 25–30.

Fawole, O.A., Opara, U.L. and Theron, K.I. 2012. Chemical and phytochemical properties and antioxidant activities of three pomegranate cultivars grown in South Africa. Food and Bioprocess Technology, 5(7): 2934–2940.

Ferrara, G., Giancaspro, A., Mazzeo, A., Giove, S.L., Matarrese, A.M.S., Pacucci, C., Punzi, R., Trani, A., Gambacorta, G., Blanco, A. and Gadaleta, A. 2014. Characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes collected in Puglia region, Southeastern Italy. Scientia Horticulturae, 178: 70–78.

Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E., 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry, (1): F1-2.

Hernández, F., Legua, P., Martínez, R., Melgarejo, P. and Martínez, J.J. 2014. Fruit quality characterization of seven pomegranate accessions (*Punica granatum* L.) grown in Southeast of Spain. Scientia Horticulturae, 175: 174–180.

Martínez, J.J., Hernández, F., Abdelmajid, H., Legua, P., Martínez, R., El Amine, A. and Melgarejo, P. 2012. Physico-chemical characterization of six pomegranate cultivars from Morocco: processing and fresh market aptitudes. Scientia Horticulturae, 140: 100-106.

Meighani, H., Ghasemnezhad, M. and 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(7): 4507–4514.

Mousavinejad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezaei, K. and Haddad-Khodaparast, M.H. 2009. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. Food Chemistry, 115: 1274–1278.

Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi, R., Hassani, M.E., Wiedow, C., Buck, E. and Gardiner, S.E. 2011. Genetic diversity of Iranian soft-seed pomegranate genotypes as revealed by fluorescent-AFLP markers. Physiology and Molecular Biology of Plants, 17(3): 305-311.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and 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.

Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B. and Vasifeshenas, M.R. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranates (*Punica granatum* L.) cultivars. Scientia Horticulturae, 126(2): 180–185.

Zaouay, F., Mena, P., Garcia-Viguera, C. and Mars, M. 2012. Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Industrial Crops and Products, 40: 81–89.