

بررسی تنوع بیوشیمیایی، ترکیبات فنلی و آنتوسیانین موجود در آب میوه گیاه *Punica granatum L.* بین ۲۵ ژنوتیپ از رقم ملس (Cult. Malas)

سیدعباس میرجلیلی^{۱*}، مهدی قبولی^۲، الهه پورعزیزی^۳، میترا آقاجانی^۴

^۱استادیار، گروه تولیدات گیاهی، مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

^۲استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

^۳استادیار، گروه بیوشیمی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

^۴کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۱۰

چکیده

انار (*Punica granatum L.*) یکی از گیاهان بومی ایران است که در سطح کشور کشت و کار می شود. متابولیت ها و ترکیبات زیست فعال متعددی از این گیاه گزارش شده است. این گیاه دارای توان آنتی اکسیدانی زیادی است و مقادیر قابل توجهی ترکیبات فنلی دارد. به منظور بررسی خواص فیزیوشیمیایی و صفات کیفی آب میوه در ۲۵ ژنوتیپ از رقم ملس انار به عنوان یکی از شناخته شده ترین ارقام ایرانی، این آزمایش در مهرماه ۱۳۹۴ در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی (اصفهان) انجام شد. میوه های انار از کلکسیون ذخایر ژنتیکی نژادگان انار ایران در یزد برداشت شدند و میزان آنتوسیانین، محتوای کل پلی فنل ها (به روش فولین-سیکالچو)، ظرفیت آنتی اکسیدانی (با استفاده از ماده ۲، ۲-دی فنیل-۱-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل)، مواد جامد محلول و اسیدیته کل به عنوان صفات بیوشیمیایی و صفات کیفی شامل مزه، رنگ دانه، رنگ پوست، کیفیت رنگ دانه و کیفیت آریل اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد، بیشترین میزان اسیدیته در ژنوتیپ ملس زودرس کن، بیشترین میزان مواد جامد محلول در ملس نآلوت بانه با مقدار ۱۸/۵۳ درجه بریکس، ملس نار پوست قرمز مریوان بالاترین میزان توان آنتی اکسیدانی، ملس دانه سیاه بافق یزد و ملس لرز گلوباریک اردستان به ترتیب بیشترین میزان آنتوسیانین و بالاترین میزان محتوای کل پلی فنل ها را دارا بودند. بررسی همبستگی ساده بین صفات، تفاوت معنی داری بین آن ها نشان نداد. با توجه به شرایط یکسان حاکم بر پایه های کاشته شده در کلکسیون، چنین نتیجه گیری شد که ژنوتیپ های برتر می توانند برای اهداف کاربردی همچون تولید آنتوسیانین انار و یا آنتی اکسیدانت قوی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه های کلیدی: آنتوسیانین، آنتی اکسیدان، انار ملس، پلی فنل، مواد جامد محلول

ساوه بودند، گزارش کردند. موسوی نژاد و همکاران (Mousavinejad et al., 2009) با تأکید بر ترکیبات فنلی مربوط به هشت رقم انار ایرانی، به بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی آن‌ها پرداختند. تهرانی‌فر و همکاران (Tehrani et al., 2010) نیز خواص فیزیکیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۲۰ رقم انار ایرانی را گزارش کردند که در بین آن‌ها ارقام ملس نیز وجود داشت. علی‌رغم وجود ارقام متعددی از انار (حدود ۸۰۰ ژنوتیپ بر مبنای ارقام کشت‌شده در کلکسیون ذخایر ژنتیکی نژادگان انار ایران در یزد) که در مناطق مختلف کشور کشت و کار می‌شوند، نتایج بسیار کمی روی خواص بیوشیمیایی و مقادیر هر یک از مواد زیست‌فعال در این ارقام وجود دارد (Tehrani et al., 2010; Mousavinejad et al., 2009). بنابراین غربالگری در بین ارقام انار برای مستند کردن میزان کمی و کیفی ترکیبات موجود در ارقام انار برای برنامه‌های اصلاحی آبی بسیار حائز اهمیت است.

هدف از انجام این پژوهش بررسی برخی از ویژگی‌های بیوشیمیایی تعدادی از ارقام انار ایرانی است که با عنوان ملس شناخته‌شده و معروف هستند. نظر به اینکه انار ملس در ایران یک رقم شناخته‌شده و معروف است، درک و شناخت تفاوت بیوشیمیایی بین ژنوتیپ‌های آن به اصلاح‌کنندگان و تولیدکنندگان فرصت انتخاب و کاشت ارقام مناسب و اصلاح باغات انار را می‌دهد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: این آزمایش در سال ۱۳۹۴ در پژوهشکده بیوتکنولوژی منطقه مرکزی کشور واقع در اصفهان انجام گردید در این پژوهش ارقام شناسنامه‌دار با عنوان ملس که در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در کلکسیون ذخایر ژنتیکی نژادگان انار

انار با نام علمی (*Punica granatum L.*) گیاهی مثمر از تیره انار (*punicaceae*) است که آن را بومی ایران و کشورهای همسایه می‌دانند (Mirjalili, 2016). میوه انار از محصولات باغی در کشور است و ایران یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان انار در دنیا محسوب می‌شود (Tehrani et al., 2010). ترکیبات شیمیایی موجود در میوه انار تحت تاثیر نوع رقم، محل رویش، اقلیم، کیفیت رسیدگی میوه و عملیات پرورش و انبارداری قرار می‌گیرد. بخش‌های مختلف درخت انار حاوی ترکیبات پلی‌فنلی، قندها، اسیدهای چرب، ترکیبات معطر، اسیدهای امینه، توکوفرول‌ها، استرول‌ها، ترپنوئیدها و آلکالوئیدهاست به همین دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، ضدالتهابی و ضد میکروبی به آن نسبت داده شده است (Mirjalili, 2015). برخی گزارش‌های علمی نشان‌دهنده بالا بودن توان آنتی‌اکسیدانی ترکیبات موجود در آب انار نسبت به سایر آبمیوه‌هاست (Seeram et al., 2008). در آب‌میوه، پوست میوه و بذور این گیاه آنتی‌اکسیدان‌های قوی و فعال گزارش شده است (Lansky et al., 2007). همچنین انار دارای مقادیر قابل توجهی ترکیبات فنلی است که به‌نوبه خود خواص درمانی زیادی از جمله پیشگیری از سرطان را باعث می‌شود و با ترکیبات زیستی فعال موجود در چای سبز قابل مقایسه است (Adhami and Mukhtar, 2006). همچنین آب انار به علت داشتن ترکیبات فنلی مثل آنتوسیانین‌ها، الازیک اسید و تانن‌ها جزء محصولات غذایی و آشامیدنی مهم محسوب می‌شود (Mousavinejad et al., 2009).

گزارش‌هایی روی خواص برخی ارقام انار وجود دارد. فدوی و همکاران (Fadavi et al., 2005) اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، ویتامین‌ها و مواد معدنی ۱۰ رقم انار که بیشتر مربوط به ارقام

اسیدپتته کل. برای اندازه‌گیری میزان کل آنتوسیانین، محتوای پلی‌فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از فاز رویی آب میوه ارقام که به مدت سه دقیقه در سانتریفیوژ با ۴۵۰۰ دور در دقیقه قرار گرفته بود، استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان دو صفت درصد مواد جامد محلول و اسیدپتته کل آب‌میوه ارقام جمع‌آوری شده بدون سانتریفیوژ کردن استفاده شد.

ایران در یزد کشت شده بودند با ۳ تکرار در اواخر مهرماه از بین میوه‌های رسیده، برداشت شدند؛ به‌نحوی که از هر پایه درخت یک میوه برداشت شد و به‌عنوان تکرار لحاظ گردید (جدول ۱).

ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی آب میوه: صفات متابولیتی مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، محتوای کل پلی‌فنل‌ها، محتوای کل آنتوسیانین‌ها، درصد مواد جامد محلول و

جدول ۱: فهرست ژنوتیپ‌های رقم ملس مورد استفاده در بررسی صفات بیوشیمیایی

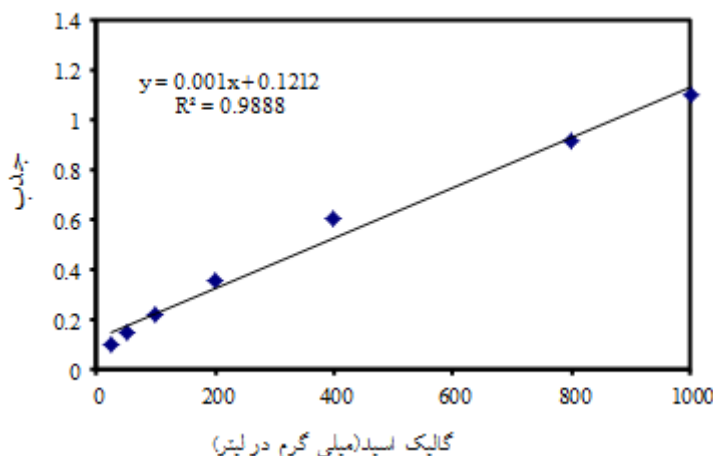
کد ژنوتیپ	خاستگاه		نام رقم (ژنوتیپ)	ردیف
	استان	شهر		
۱۷۳۸	کرمانشاه	ریجاب	ملس پوست نازک	۱
۲۳۵	فارس	استهبان	ملس ایچ	۲
۱۷۴۲	ایلام	ایلام	ملس چرمک کلم	۳
۳۶۲	اصفهان	دستجرد	ملس شهوار	۴
۶۹۶	اصفهان	زواره	ملس پوست نازک	۵
۱۷۲۵	اصفهان	اردستان	ملس لرز گلوباریک	۶
۳۳۶	اصفهان	دستجرد	ملس شماره یک	۷
۵۳۳	کرمان	راور	طوق ملس درجه یک	۸
۶۳۳	کرمان	سیرجان	ملس دانه سفید	۹
۳۲۷	کرمان	بم	ملس سرچنگل	۱۰
۵۶۱	خراسان رضوی	تربت حیدریه	ملس عقدایی	۱۱
۱۶۴	خوزستان	رامهرمز	ملس سوزک	۱۲
۴۷۷	خوزستان	رامهرمز	ملس پوست سرخ	۱۳
۷۵۵	کردستان	مریوان	ملس نار پوست قرمز	۱۴
۷۱۰	کردستان	بانه	ملس نآلوت	۱۵
۷۴۲	مرکزی	ساوه	ملس شیرین	۱۶
۹۴۸	مرکزی	ساوه	ترش ملس	۱۷
۲۴۶	سیستان و بلوچستان	سراوان	ملس پربار	۱۸
۴۸۴	تهران	کن	ملس سیاهدانه شهوار	۱۹
۴۱۱	تهران	کن	ملس زودرس	۲۰
۱۷۳	تهران	ورامین	ملس پیشوا	۲۱
۱۹۱	تهران	کن	ملس دانه قرمز	۲۲
۷۸۲	یزد	بافق	ملس دانه سیاه	۲۳
۲۹۹	یزد	یزد	ملس یزدی	۲۴
۹۱۰	زنجان	طارم	ملس پوست نازک	۲۵

$$\%RSA = \frac{OD\ control - OD\ sample}{OD\ control} \times 100 \quad (1)$$

در این فرمول، OD control: میزان جذب نمونه شاهد (محلول DPPH بدون عصاره میوه)، OD sample: میزان جذب نمونه و RSA: فعالیت حذف کنندگی رادیکال آزاد است.

(b) اندازه گیری محتوای فنل کل: اندازه گیری میزان فنل کل آب میوه‌ها با استفاده از روش فولین-سیکالچو (Folin-Ciocalteu) انجام گرفت (Singelton and Rossi, 1965). برای تهیه محلول استاندارد، ابتدا محلول استوک گالیک اسید (۰/۱ گرم گالیک اسید را با متانول خالص به حجم ۱۰۰ میلی لیتر)، فولین (۵ میلی لیتر فولین را با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر) و کربنات سدیم ۷/۵ درصد (افزودن ۷/۵ گرم کربنات سدیم در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر) تهیه شدند. حجم‌های ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۵۰ میکرولیتر گالیک اسید را داخل ظروف کوچک شیشه‌ای ریخته و به هرکدام از آن‌ها ۲/۵ میلی لیتر فولین و ۲ میلی لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد اضافه شد. میزان جذب محلول‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. سپس منحنی استاندارد از روی الگوی جذب ترسیم شد (شکل ۱).

(a) اندازه گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل: برای اندازه گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل از ماده ۲، ۲-دی فنیل-۱-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده شد. این ماده رادیکال چربی دوستی است که در طول موج ۵۱۵ نانومتر دارای بیشترین میزان جذب است. در این روش اندازه گیری DPPH با آنتی‌اکسیدان‌های موجود در آب میوه واکنش نشان داده و میزان آن کاهش می‌یابد. پس از انجام واکنش بین DPPH و آنتی‌اکسیدان‌ها رنگ محلول از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل می‌شود. این تغییر رنگ نشانگر مصرف شدن DPPH در حین واکنش بوده و در واقع میزان جذب اندازه گیری شده در طول موج ۵۱۵ نانومتر بیانگر میزان DPPH باقی مانده است (Pokorny et al., 2001). بدین منظور ۳۰ میکرولیتر از آب میوه با محلول DPPH یک‌دهم میلی مولار در متانول به حجم یک میلی لیتر رسانده شد. جذب محلول پس از ۱۵ دقیقه نگهداری در تاریکی، در طول موج ۵۱۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل SHIMADZU UV-Visible متصل به نرم افزار UV-Prob خوانده شد. فعالیت بازدارندگی DPPH توسط آب میوه که معیاری از میزان فعالیت رادیکالی آب میوه است، مطابق رابطه (۱) محاسبه شد (Sun and Ho, 2005).



شکل ۱: منحنی و معادله استاندارد فنل کل برحسب اسید گالیک

جذب نمونه‌ها در دو pH مختلف بوده که به وسیله رابطه ۳ محاسبه شد.

رابطه (۳)

$$A = (A520 - A700) \text{ pH}1.0 - (A520 - A700) \text{ pH}4.5$$

(d) سنجش درصد مواد جامد محلول (TSS): مواد جامد محلول در عصاره‌های انار با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی Three in one مدل MTD045nD دارای تصحیح کننده دما با دامنه بریکس ۰ تا ۴۵ درصد در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری و با درجه بریکس نشان داده شد. برای این منظور ابتدا برای اولین اندازه‌گیری دستگاه توسط آب مقطر کالیبره شد سپس توسط پیت متعلق به دستگاه میزانی از عصاره برداشته شده و در چشمی دستگاه ریخته شد پس از آن میزان درصد ماده جامد محلول عصاره اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که برای اندازه‌گیری هر نمونه چشمی دستگاه توسط آب مقطر تمیز و با دستمال خشک شد سپس نمونه بعدی خوانده شد.

(e) سنجش اسیدیته کل: اندازه‌گیری میزان اسیدیته کل برحسب اسید غالب در انار (اسیدسیتریک) با استفاده از دستگاه اسیدسنج G-Won مدل GMK-825 اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا کالیبراسیون دستگاه با محلول استاندارد انجام شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته کل بیش از ۱۰ میلی‌لیتر از آب‌میوه در یک بشر ریخته شد، پس از آن حس‌گر دستگاه را درون بشر گذاشته و به آرامی تکان داده شد. سپس نتایج اندازه‌گیری در طی ۲۵ ثانیه روی صفحه‌نمایش ظاهر شد.

(f) صفات کیفی: با توجه به ارتباط برخی از مواد متابولیتی با صفات کیفی، برخی از صفات همچون مزه، رنگ‌دانه، رنگ پوست و کیفیت رنگ‌دانه به‌عنوان سایر صفات به‌صورت کیفی با حواس بصری و

برای قرائت میزان جذب آب‌میوه، ۳۰ میکرولیتر آب‌میوه را با آب مقطر به حجم ۱ میلی‌لیتر رسانده و سپس به آن ۲/۵ میلی‌لیتر فولین اضافه شد، پس از گذشت ۵ دقیقه از افزودن فولین، مقدار ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم اضافه شد. پس از ۱/۵ ساعت نگهداری نمونه‌ها در دمای اتاق و شرایط تاریکی، میزان جذب در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. میزان فنل کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد بیان شد.

(c) محاسبه آنتوسیانین کل: برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل در دانه‌های انار، از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف و با استفاده از دو بافر ۱ و ۲ انجام شد (Giusti and Wrolstad, 2001). بافر ۱ شامل کلرید پتاسیم و اسید کلریدریک ۰/۲ مولار با PH=1 و بافر ۲ شامل اسید استیک و استات سدیم هر کدام به غلظت ۰/۲ مولار با PH= ۵/۴ تهیه شدند.

برای قرائت آنتوسیانین کل از دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر استفاده شد. برای این منظور ابتدا دستگاه اسپکتروفتومتر با بافر ۱ کالیبره شد، سپس ۵۰۰ میکرولیتر از عصاره‌ها توسط بافر ۱ رقیق شد و در دو طول موج قرائت شد. پس از این مرحله دستگاه با بافر ۲ کالیبره شد و ۵۰۰ میکرو لیتر از عصاره‌ها با بافر ۲ مخلوط شد و مانند مرحله قبل قرائت شد. میزان آنتوسیانین طبق رابطه (۲) محاسبه شد.

رابطه (۲):

$$\text{آنتوسیانینی مونومری (میلی گرم بر لیتر)} = (A \times MW \times DF \times 1000) / (\epsilon \times 1)$$

در این رابطه، MW (Molecular Weight) وزن مولکولی آنتوسیانین غالب (سیانیدین-۳-گلوکوزید) در عصاره‌های انار بوده و مقدار آن ۲۶۹۰۰ هست. ϵ ضریب جذب مولی برای آنتوسیانین غالب بوده و مقدار آن برابر با ۴۴۹/۲ هست. DF (Dilution Factor) فاکتور رقیق‌سازی نمونه‌ها است. A اختلاف

چشایی توسط ۵ نفر اندازه‌گیری شد و در آنالیز داده‌ها به صورت کمی (عددی بین یک تا سه برای مزه، کیفیت رنگ دانه و کیفیت آریل و برای رنگ پوست و رنگ دانه از یک تا چهار) لحاظ شد.

آنالیز داده‌ها: تجزیه واریانس برای کلیه صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد.

نتایج

الف) میزان اسیدیته (TA) آب میوه: تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از اختلاف معنی‌دار میزان اسیدیته آب میوه‌ها در سطح یک درصد بود. کمترین میزان آن در ژنوتیپ ۷۵۵ (ملس نار پوست قرمز مریوان) با میانگین ۰/۵۷ و بیشترین میزان آن در ژنوتیپ ۴۸۴ (ملس زودرس کن) با میانگین ۲/۰۶ بود. با توجه به جدول ۲، ژنوتیپ‌های موردبررسی را می‌توان به سه گروه دسته‌بندی کرد. گروه اول که تنها شامل ژنوتیپ ۴۸۴ است و میانگین اسیدیته بالای ۲ دارد. ارقام ۴۷۷، ۷۱۰، ۲۳۵، ۱۷۴۲، ۲۴۶، ۳۳۶ و ۱۶۴ اسیدیته بین ۱ تا ۲ را دارا هستند و مابقی اسیدیته زیر ۱ را دارند.

ب) درصد مواد جامد محلول: اختلاف درصد مواد جامد محلول در بین ژنوتیپ‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده بیشترین میزان مواد جامد محلول به ژنوتیپ ملس نآلوت بانه کردستان با مقدار ۱۸/۵۳ درجه بریکس و کمترین میزان به ژنوتیپ ملس شاهوار دستجرد (۳۶۲) با مقدار ۱۳/۹۶ متعلق بود. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به لحاظ مواد جامد محلول نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۷۱۰، ۹۱۰ و ۱۶۴ میانگین بالای ۱۸ بریکس را دارا هستند. کمترین میزان مواد جامد محلول به ژنوتیپ‌های ۳۶۲، ۳۲۷، ۱۹۱ و ۲۳۵ تعلق دارد که میانگین آن‌ها کمتر از ۱۵ بریکس است.

ج) ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس جدول ۴، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی، از ۵۶/۹ در ژنوتیپ ۳۲۷ تا ۹۳/۳۵ در ژنوتیپ ۷۵۵ متغیر بود. با توجه به اعداد به‌دست‌آمده، ژنوتیپ‌های ۹۴۸، ۱۹۱، ۶۳۳ و ۵۳۳ بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را دارا بودند.

جدول ۲: میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های رقم ملس

ژنوتیپ	آنتوسیانین	پلی‌فنلها	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	میزان مواد جامد محلول	اسیدیته کل
۴۸۴	۸۰/۳۳±۳/۱۱	۹۱۶/۴۹±۱۰۹/۴۹	۸۰/۷۹±۴/۲۶	۱۶/۴۱±۰/۵۲	۰/۷۳±۰/۰۸
۶۳۳	۸۱/۱۷±۴/۰۲	۶۸۲/۴۶±۷۷/۲۴	۸۴/۵۷±۵/۹۹	۱۸/۲۶±۰/۲۰	۰/۹۹±۰/۰۱
۴۷۷	۲۹/۰۷±۴/۱۷	۱۱۶۰/۸۷±۱۵۶/۴۴	۸۳/۱۶±۳/۵۸	۱۵/۶۶±۱/۱۶	۱/۷۳±۰/۲۰
۵۳۳	۴/۰۹±۱/۳۱	۵۲۰/۴۶±۳۱/۸۳	۸۴/۰۶±۰/۶۵	۱۵/۸۶±۰/۲۴	۰/۶۳±۰/۰۱
۶۹۶	۴/۲۴±۰/۳۳	۵۷۴/۴۶±۹۵/۹۴	۸۲/۲۶±۱/۳۹	۱۵/۹۳±۰/۳۰	۰/۷±۰/۰۷
۴۱۱	۴/۳۴±۰/۵۴	۸۴۳/۴۶±۲۲/۵۷	۸۳/۷۸±۱/۰۹	۱۷/۴۳±۰/۴۴	۲/۰۶±۰/۱۵
۷۱۰	۱۰/۳۸±۲/۸۷	۸۳۴/۱۲±۹۷/۲۰	۸۲/۰۹±۵/۴۱	۱۸/۵۳±۰/۱۸	۱/۲۳±۰/۰۰۴
۹۱۰	۱۰/۹۱±۱/۲۲	۹۶۴/۷۸±۳۳/۳۳	۸۴/۵۷±۱/۶۶	۱۸/۱۶±۰/۴۱	۰/۷۴±۰/۰۷
۱۷۲۵	۲۴/۸۰±۲/۹۱	۱۳۲۸/۱۶±۶۹/۴۰	۵۹/۹۶±۱/۲۰	۱۶/۸±۰/۰۸	۰/۸۱±۰/۰۶
۷۵۵	۳۷/۶۲±۴/۸۳	۸۴۹/۴۰±۹۱/۴۰	۹۳/۳۵±۱/۰۵	۱۵/۷۳±۰/۴۰	۰/۵۷±۰/۰۲
۵۶۱	۶۲/۹۴±۴/۵۶	۵۲۷/۴۶±۷۴/۸۴	۸۳/۳۸±۱/۶۴	۱۶/۹۳±۰/۶۲	۰/۷۰±۰/۰۲

۱/۰۹±۰/۱۱	۱۴/۵۳±۰/۴۴	۶۸/۰۱±۱/۴۴	۸۱۶/۴۶±۶۹/۴۴	۷/۸۴±۰/۶۶	۲۳۵
۱/۳۴±۰/۰۱	۱۷/۲±۰/۲۹	۷۸/۷۷±۰/۶۵	۷۱۰/۴۶±۲۴/۵۲	۴۴/۱۳±۴/۸۳	۱۷۴۲
۰/۷۷±۰/۱۲	۱۷/۱۳±۰/۲۸	۸۲/۶۰±۲/۹۹	۸۰۷/۵۰±۹۵/۸۷	۴۸/۱۹±۸/۱۴	۱۷۳۸
۰/۶۴±۰/۰۰۴	۱۵/۶۶±۰/۱۲	۸۷/۷۸±۰/۷۵	۶۶۴/۸۱±۱۶/۶۶	۳۹/۳۵±۶/۲۲	۹۴۸
۰/۵۸±۰/۰۱	۱۵/۳۳±۰/۵۴	۷۷/۵۳±۳/۳۵	۷۵۴/۸±۴۰/۸۹	۶۰/۵۵±۴/۲۷	۷۴۲
۰/۸۳±۰/۰۰۴	۱۳/۹۶±۰/۶۱	۷۳/۸۱±۰/۳۶	۶۹۶/۱۳±۲۵/۷۷	۴۶/۳۲±۱۲/۵۶	۳۶۲
۰/۵۸±۰/۰۰۲	۱۴/۲۳±۰/۲۸	۵۶/۹۰±۳/۶۶	۸۸۲/۱۳±۴۵/۳۱	۴۵/۱۵۲/۶۶±	۳۲۷
۰/۶۰±۰/۰۰۲	۱۵/۱۶±۰/۳۸	۶۷/۳۰±۰/۴۶	۵۹۵/۴۶±۲۲/۶۹	۳۴/۸۷±۱/۲۳	۱۷۳
۱/۴۱±۰/۱۴	۱۶/۳۶±۰/۴۹	۶۸/۶۹±۰/۸۸	۶۲۰/۱۳±۲/۸۶	۴/۲۷±۰/۱۲	۲۴۶
۱/۷۱±۰/۰۰۹	۱۷/۶±۰/۲۱	۶۷/۶۱±۱/۹۴	۱۰۹۹/۸±۵/۷۱	۱/۳۰±۰/۲۴	۳۳۶
۰/۶۹±۰/۰۰۸	۱۴/۸±۰/۱۶	۸۹/۹۸±۰/۳۹	۵۶۵/۸±۳۲/۸۷	۲/۳۸±۰/۱۱	۱۹۱
۱/۰۵±۰/۰۰۳	۱۸/۱۶±۰/۲۴	۶۷/۷۴±۰/۷۳	۱۲۱۶/۴۷±۱۰۳/۲۹	۴۲/۶۰±۰/۴۵	۱۶۴
۰/۷۷±۰/۱۲	۱۷/۴۳±۰/۲۶	۷۸/۸۱±۰/۷۰	۱۱۴۱/۷۵±۴۶/۴۱	۸۵/۱۳±۱/۸۵	۷۸۲
۰/۸۲±۰/۰۰۵	۱۷/۶±۰/۳۵	۷۵/۹۰±۰/۲۸	۶۷۴/۸±۸/۶۴	۲۲/۵۰±۰/۲۴	۱۲۵

*مقادیر، میانگین سه تکرار \pm SE (انحراف معیار) است.

میلی گرم بر لیتر عصاره) در ژنوتیپ ۳۳۶ تا بیشترین
 (۸۵/۱۳ میلی گرم بر لیتر عصاره) در ژنوتیپ ۷۸۲
 دیده شد. ژنوتیپ‌های ۴۸۴، ۶۳۳ نیز از میزان
 آنتوسیانین بالایی برخوردار بودند.

(د) محتوای کل آنتوسیانین‌ها: نتایج نشان داد که
 میزان آنتوسیانین کل در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی
 دارای اختلاف معنی داری در سطح یک درصد بودند.
 تغییرات میزان آنتوسیانین از کمترین میزان (۱/۳۰)

جدول ۳: صفات کیفی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مختلف انار رقم ملس

نام رقم (ژنوتیپ)	کد ژنوتیپ	مزه	رنگ دانه	رنگ پوست میوه	کیفیت رنگ دانه	کیفیت اریل
ملس سوزک رامهرمز	۱۶۴	ترش	قرمز	سفید	خوب	خوب
ملس پیشوا ورامین	۱۷۳	ملس	سفید	سفید صورتی	متوسط	متوسط
ملس دانه قرمز کن	۱۹۱	ملس	قرمز تیره	قرمز	خوب	خوب
ملس ایچ استهبان	۲۳۵	ترش	صورتی	سفید	متوسط	متوسط
ملس پر بار سراوان	۲۴۶	ملس	صورتی	صورتی	متوسط	متوسط
ملس یزدی	۲۹۹	ملس	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس سرچنگل بم	۳۲۷	ترش	سفید	سفید	متوسط	متوسط
ملس شماره یک دستجرد	۳۳۶	ترش	سفید	سفید	خوب	متوسط
ملس شهوار دستجرد	۳۶۲	شیرین	سفید	صورتی	متوسط	متوسط
ملس زودرس کن	۴۱۱	ترش	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس پوست سرخ رامهرمز	۴۷۷	ترش	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس سیاهدانه شهوار کن	۴۸۴	شیرین	صورتی	صورتی	نامناسب	متوسط
طوق ملس درجه یک راور	۵۳۳	ترش	سفید	صورتی	متوسط	متوسط
ملس عقدایی تربت حیدریه	۵۶۱	ملس	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس دانه سفید سیرجان	۶۳۳	ترش	قرمز	سفید	خوب	خوب

متوسط	متوسط	سفید	سفید	ملس	۶۹۶	ملس پوست نازک زواره
خوب	متوسط	صورتی	سفید	ترش	۷۱۰	ملس نالوت بانه
خوب	خوب	صورتی	سفید	شیرین	۷۴۲	ملس شیرین ساوه
متوسط	متوسط	قرمز	قرمز	ملس	۷۵۵	ملس نار پوست قرمز مریوان
خوب	خوب	قرمز	قرمز تیره	ملس	۷۸۲	ملس دانه سیاه بافق
خوب	خوب	قرمز	قرمز	ترش	۹۱۰	ملس پوست نازک طارم
خوب	خوب	قرمز	قرمز	ترش	۹۴۸	ترش ملس ساوه
متوسط	متوسط	صورتی	سفید	ترش	۱۷۲۵	ملس لرز گلوباریک اردستان
خوب	خوب	صورتی	صورتی	ملس	۱۷۳۸	ملس پوست نازک ریجاب
خوب	خوب	قرمز	قرمز	ملس	۱۷۴۲	ملس چرمک کلم ایلام

لیتر در ژنوتیپ شماره ۵۳۳ (طوق ملس درجه یک راور) تا ۱۳۲۸/۱۶ میلی گرم بر لیتر در ژنوتیپ شماره ۱۷۲۵ (ملس لرز گلوباریک اردستان) مشاهده می شود. جدول ۲ نشان می دهد که ارقام ۴۷۷، ۳۳۶، ۱۶۴ و ۷۸۲ نیز از بالاترین میزان پلی فنل ها برخوردار هستند.

ه) محتوای کل پلی فنل ها: نتایج حاصل از اندازه گیری میزان کل پلی فنل ها نشان داد که تفاوت معنی داری در سطح یک درصد به لحاظ مقدار این مواد در بین ژنوتیپ های رقم ملس وجود دارد. دامنه تغییرات میزان کل پلی فنل ها از ۵۲۰/۴۶ میلی گرم بر

جدول ۴: تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی ژنوتیپ های انار رقم ملس

میانگین مربعات				درجه آزادی		
اسیدبته کل	مواد جامد محلول	ظرفیت آنتی اکسیدانی	پلی فنل	آنتوسیانین	ژنوتیپ	خطا
۰/۴۶۲۷۵۱۲۳**	۵/۱۴۱۲۸۴۱**	۲۷۹/۶۸۵۶۱۷**	۱۳۸۹۸۶/۵۱۷**	۲۱۲۲/۹۲۵۷۳**	۲۴	۵۰
۰/۰۱۲۲۱۷۳۰	۰/۷۲۷۹۳۹۳	۹/۶۹۳۱۳۶**	۵۴۳۵۵/۴۸۸	۷۵/۴۴۰۸۱	-	Cv%
۱۱/۴۳۴۳۳	۵/۱۹۵۸۷۵	۳/۹۸۷۷۲۹	۲۸/۳۶۹۷۷	۲۸/۷۸۵۹۸		

** در سطح ۱٪ معنی دار

که از جدول مذکور استنباط می شود، بیشترین میزان همبستگی بین کیفیت رنگ دانه با کیفیت آریل است (۰/۸۰۲۸) و بعد از آن مربوط به رنگ دانه با رنگ پوست است (۰/۶۱۰۴). همبستگی کلی بین صفات بیوشیمیایی با صفات کیفی بسیار ضعیف و معادل ۰/۰۰۴۱- بود. در مجموع همبستگی معنی داری بین هیچ یک از صفات مشاهده نشد.

ی) صفات کیفی میوه: برای آنالیز داده های کیفی، صفات به صورت کمی تعریف شدند و با نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به صفات کیفی، اختلاف معنی داری را بین ژنوتیپ ها نشان نداد و مقایسه میانگین آن ها، باعث گروه بندی همه ژنوتیپ ها در یک گروه شد.

همبستگی صفات: نتایج حاصل از بررسی همبستگی ساده بین صفات در جدول ۵ آمده است. همان گونه

جدول ۵: نتایج حاصل از تجزیه همبستگی ساده صفات بیوشیمیایی و کیفی در ۲۵ ژنوتیپ انار رقم ملس

کیفیت آریل	کیفیت رنگ دانه	رنگ پوست	رنگ دانه	مزه	اسیدیته کل	مواد جامد محلول	ظرفیت آنتی اکسیدانی	پلی فنلها	میزان آنتوسیانین
۱	۰/۸۰۲۸	۰/۴۸۹۳	۰/۶۴۷۹	-۰/۱۱۲۷	۰/۱۵۵۵	۰/۴۸۲۸	۰/۴۵۷۶	۰/۰۳۲۶	۰/۲۳۳۳
کیفیت رنگ دانه	۱	۰/۳۴۸۴	۰/۶۱۰۴	۰/۱۸۱۵	۰/۰۱۶۸	۰/۰۸	۰/۵۶۱۴	-۰/۰۹۶۲	۰/۰۵۳۳
رنگ پوست	۰/۳۴۸۴	۱	۰/۶۱۰۴	۰/۱۸۱۵	۰/۰۱۶۸	۰/۰۸	۰/۵۶۱۴	-۰/۰۹۶۲	۰/۰۵۳۳
رنگ دانه	۰/۶۱۰۴	۰/۳۴۸۴	۱	-۰/۰۶۸۶	۰/۱۰۸۸	۰/۲۷۷۱	۰/۵۰۸۸	۰/۰۵۸۲	۰/۲۲۴۷
مزه	-۰/۰۶۸۶	۰/۱۸۱۵	-۰/۰۶۸۶	۱	-۰/۲۶۴	-۰/۳۱۰۱	۰/۱۴۰۶	-۰/۱۰۰۴	۰/۴۱۳۴
اسیدیته کل	۰/۱۰۸۸	۰/۰۱۶۸	۰/۱۰۸۸	-۰/۲۶۴	۱	۰/۳۱۷۹	-۰/۰۷۱۲	۰/۲۹۵۹	-۰/۳۴۵۴
مواد جامد محلول	۰/۲۷۷۱	۰/۰۸	۰/۲۷۷۱	-۰/۳۱۰۱	۰/۳۱۷۹	۱	۰/۱۵۷۸	۰/۳۰۳۷	۰/۰۷۱۲
ظرفیت آنتی اکسیدانی	۰/۵۶۱۴	۰/۰۸	۰/۵۶۱۴	۰/۱۴۰۶	۰/۳۱۷۹	۱	۱	-۰/۳۶۴۷	۰/۰۷۹۱
پلی فنلها	-۰/۰۹۶۲	۰/۰۵۳۳	-۰/۰۹۶۲	-۰/۱۰۰۴	-۰/۳۶۴۷	-۰/۳۶۴۷	۱	۱	۰/۱۰۷۸
میزان آنتوسیانین	۰/۰۵۳۳	۰/۲۳۳۳	۰/۰۵۳۳	۰/۴۱۳۴	-۰/۳۶۴۷	-۰/۳۶۴۷	۱	۱	۱

بحث

(1992). افزایش اسیدیته موجب افزایش طعم ترش آب انار می شود (Mousavinezhad et al., 2009). میزان اسیدیته بر کیفیت و طعم میوه انار و بازارپسندی آن مؤثر است. جلیلی مقدم (Jalili Moghadam, 2015) معتقد است ارقام دارای اسیدیته کمتر، از نظر تجاری با ارزش اند؛ لیکن میزان بازارپسندی طعم انار، به ذائقه مردم هر کشوری بستگی دارد. در کشور ما، انارهای با طعم ترش- شیرین یا ملس، طرفداران بیشتری دارند اما در هند انارهای شیرین با هسته های نرم و دانه های پرآب بیشتر مورد توجه است (Mirjalili, 2016). این در حالی است که برای تهیه فرآورده های انار به ویژه رب انار، ارقام ترش بیشتر مورد توجه هستند. آنچه مسلم است، طیفی از طعم ها، بسته به نیاز و نوع مصرف مورداستفاده قرار می گیرد که تفکیک ارقام و ژنوتیپها را ضروری می نماید.

نتایج نشان داد که میزان مواد جامد محلول در بین ژنوتیپهای مورد بررسی تفاوت معنی داری دارند و این یافته ها، با نتایج پژوهش های گذشته مطابقت دارد. برزگر و همکاران (Barzegar et al., 2004) با تحقیق روی ۱۵ رقم انار، متوسط میزان درصد مواد جامد محلول را ۱۸/۳-۱۲/۱ درجه بریکس گزارش کردند که با دامنه میزان مواد جامد محلول اندازه گیری شده

در نتایج تحقیق حاضر، میزان اسیدیته ژنوتیپها بین ۰/۵۷ تا ۲/۰۶ تغییر می کند. این اعداد با نتایج پژوهشی که روی پانزده رقم انار جمع آوری شده از باغ کلکسیون مرکز تحقیقات یزد انجام شده و میزان اسیدیته آنها بین ۰/۴۲ تا ۲/۰۵ درصد گزارش گردید (Barzegar et al., 2004)، تطابق دارد؛ اگرچه منشأ نمونه های مورد بررسی در مطالعه حاضر و تحقیق مذکور، مشابه است و تأثیر عوامل اقلیمی و جغرافیایی حذف شده است. فیضی و همکاران (Feyzi et al., 2015) نشان دادند که رقم و شرایط اقلیمی روی عواملی همچون میزان ویتامین C، اسیدیته، EC و TSS تأثیر معنی داری دارند. مطالعات دیگری نیز متغیر بودن اسیدیته در ارقام مختلف انار را گزارش کرده اند (Poyrazoglu et al., 2002). اکبرپور و همکاران (Akbarpour et al., 2009) میزان اسیدیته را برای رقم ملس یزدی ۰/۶۸ درصد و برای ملس ساوه ۱/۵۳ درصد گزارش کردند. تاتاری و همکاران (Tatari et al., 2011) در مطالعه یازده رقم انار ساوه، اعدادی مابین ۱/۰۲ برای رقم پوست سیاه تا ۲/۳۵ درصد را برای ملس ترش ساوه گزارش کردند. اسید غالب آب انار اسیدسیتریک است (Varidi,

در این آزمایش تطابق دارد.

اکبرپور و همکاران (Akbarpour et al., 2009) میزان مواد جامد محلول در ۱۲ رقم انار ایرانی را بررسی کردند که تغییراتی بین ۱۵ تا ۲۲ درجه بریکس را نشان داد. آن‌ها میزان مواد جامد محلول را برای دو رقم ملس یزدی و ملس ساوه، حدود ۱۸ درجه بریکس گزارش کردند. بررسی ما، طیف گسترده‌تری را رقم زد و از حدود ۱۴ تا ۱۸/۵ را ثبت کرد. این اختلاف می‌تواند به دلیل انتخاب رقم‌ها ناشی شده باشد.

طعم از شاخص‌های کیفیت میوه انار محسوب می‌شود. طعم با نسبت قند به اسید محاسبه می‌شود و به نوع رقم وابسته است. میزان مواد جامد محلول، در اکثر ارقام تجاری ایران بالاتر از ۱۷ درصد مطلوب است (Jalili Moghadam, 2015). بالا بودن میزان ماده جامد محلول، ارزش صادراتی میوه را افزایش می‌دهد. بنابراین، ژنوتیپ‌های ملسی که ماده جامد محلول بالاتری داشتند برای صادرات مطلوب‌ترند که از جمله آن‌ها می‌توان به ارقام ملس دانه سفید سیرجان، ملس سوزک رامهرمز، ملس پوست نازک طارم زنجان، ملس نالوت بانه، ملس دستجرد اصفهان و ملس دانه سیاه بافق یزد اشاره کرد. بیشتر ارقام موردبررسی در این آزمایش دارای ماده جامد محلول بالاتر از ۱۷ بوده که این ویژگی آن‌ها را برای صادرات، کیفیت مطلوب‌تر و شروع یک برنامه اصلاحی مناسب می‌سازد.

نتایج نشان داد که دامنه تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی، از ۵۶/۹ در ژنوتیپ ملس سرچنگل بم تا ۹۳/۳۵ در ژنوتیپ ملس نار پوست قرمز مریوان متغیر است. این دامنه برای ارقام موردبررسی در تحقیق تاتاری و همکاران (Tatari et al., 2011) بین ۴۲ تا کمتر از ۸۰ بود که بیشترین ظرفیت مربوط به رقم ملس شیرین

ساوه گزارش شد. موسوی نژاد و همکاران (Mousavinezhad et al., 2009) در پژوهش خود روی ۸ رقم انار ایرانی، دامنه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ارقام موردبررسی را بین ۱۸ تا ۴۲/۸ گزارش کردند که در بین آن‌ها بیشترین ظرفیت مربوط به رقم استخوانی طبس بود. تهرانی‌فر و همکاران (Tehranifar et al., 2010) نیز دامنه تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ارقام ایرانی موردبررسی خود را از ۱۵/۵۹ در ترش شهوار کاشمر تا ۴۰/۷ مربوط به رقم ملس پوست سفید ثبت کرده‌اند. دامنه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی هفت رقم تجاری ترکیه نیز از ۱۰/۳۷ تا ۶۷/۴۶ گزارش شده است (Tezcan et al., 2009). این در حالی است که میانگین ژنوتیپ‌های موردبررسی در مطالعه حاضر (رقم ملس) بسیار بالاتر از گزارش‌های قبلی است.

بوروشوف نئوری و همکاران (Borochoy-Neori et al., 2009) معتقدند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی انار به نوع رقم و شرایط محیطی طی بلوغ و رسیدن میوه بستگی دارد. بدون تردید، تفاوت نوع رقم (ژنوتیپ) و شرایط کشت و پرورش، و نیز مغایرت روش استخراج و محاسبه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پژوهش‌های مقایسه شده، دلیل اصلی اختلاف بین ظرفیت‌های آنتی‌اکسیدانی است.

بررسی منابع، اعداد متفاوتی را برای محتوای کل آنتوسیانین‌های انار بیان کرده‌اند. موسوی نژاد و همکاران (Mousavinezhad et al., 2009) از ۸۱۵ تا بالغ بر ۶۵۰ هزار میلی‌گرم در لیتر را گزارش کرده‌اند که بیشترین مقدار آن مربوط به ملس اشکذر است. تهرانی‌فر و همکاران (Tehranifar et al., 2010) عدد ۳۰/۱۱ میلی‌گرم آنتوسیانین در صد گرم را برای رقم ملس یزدی به‌عنوان بالاترین میزان آنتوسیانین کل در بین ارقام خود گزارش می‌کنند. تاتاری و همکاران (Tatari et al., 2011) نیز ملس شیرین (حدود ۷۷ گرم بر لیتر) را به‌عنوان رقم برتر به لحاظ میزان

آنتوسیانین معرفی می‌کند. (Tehranifar et al., 2010) با دامنه بین ۳۰۶ تا ۹۸۵ میلی‌گرم در لیتر، بیشتر است. مقادیر گزارش شده در این آزمایش از مقدار فنل کل اندازه‌گیری شده توسط گیل و همکاران (Gil et al., 2000) در رقم Wonderful (۲۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) نیز کمتر است. با توجه به اینکه محتوای کل پلی‌فنل‌ها، آنتوسیانین‌ها را نیز شامل می‌شود (Shahidi and Naczki, 2004)، بنابراین تمامی عواملی که بر ثبات آنتوسیانین‌ها مؤثر است می‌تواند میزان پلی‌فنل‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهد. از این عوامل می‌توان به نوع رقم، دما، نور و اکسیژن اشاره کرد (Jaiswal et al., 2009; Mirdehghan and Rahemi, 2007). بررسی سوابق نشانگر همبستگی بین برخی صفات در ارقام انار است. میزان فنل کل با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رابطه مثبتی در سطح یک درصد نشان دادند (Tatari et al., 2011; Apak et al., 2007; Gil et al., 2000). تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها نشان نداد و این موضوع احتمالاً به دلیل مشابهت زیاد ژنوتیپ‌ها است. مقدار آنتوسیانین با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز در نتایج ما، همبستگی معنی‌داری نداشت که با نتایج پژوهش‌های قبلی (Madrigal et al., 2009; Tzulkar et al., 2007) هم‌راستا است. بوروشوف نثوری و همکاران (Borochoy-Neori et al., 2009) نشان دادند که آنتوسیانین‌ها در آب انار در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل دخیل نیستند.

نتیجه‌گیری نهایی

وجود منبع غنی ژنوتیپ‌های متعدد انار در کشور، ضرورت غربالگری آنها را برای یافتن مناسب‌ترین کاربرد هر رقم ضروری می‌نماید. اگرچه تاکنون مصرف تازه‌خوری انار، هدف انتخاب ارقام برتر بوده است لیکن امروزه، شناخت ارقامی که بیشترین ماده موثره را دارا باشند، مورد توجه قرار گرفته است.

گستره تغییرات میزان آنتوسیانین در تحقیق حاضر از ۱/۳۰ میلی‌گرم بر لیتر در ژنوتیپ ملس شماره یک دستجرد تا ۸۵/۱۳ میلی‌گرم بر لیتر در ژنوتیپ ملس دانه سیاه بافق یزد مشاهده شد. مقادیر به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر کمتر از مقادیر گزارش شده توسط موسوی نژاد و همکاران (Mousavinejad et al., 2009) بود. اختلاف مقادیر آنتوسیانین در ارقام مورد مطالعه می‌تواند مربوط به اختلاف در زمان برداشت و اختلاف در زمان انجام آزمایش باشد. این عوامل به‌طور معنی‌داری روی مقدار آنتوسیانین اثر دارند (Miguel et al., 2004; Mirdehghan and Rahemi, 2007). مقادیر آنتوسیانین به‌دست‌آمده در این آزمایش با مقادیر به‌دست‌آمده توسط گیل و همکاران (Gil et al., 2000) روی رقم Wonderful نزدیک است.

از سوی دیگر، اختلاف بین اعداد به‌دست‌آمده در آزمایش‌های مختلف می‌تواند ناشی از تخریب و عدم ثبات آنتوسیانین‌ها باشد. ثبات آنتوسیانین‌ها با دما، pH، نور و اکسیژن تغییر می‌کند و به تخریب توسط آنزیم‌های اکسیدکننده حساس است (Jaiswal et al., 2009; Alighourchi et al., 2007). ضمن اینکه، مکان قرار گرفتن میوه بر روی درخت نیز بر محتوای آنتوسیانین آن تأثیرگذار است (Melgarejo, 2000) و همین دلایل می‌تواند اختلاف نتایج این آزمایش با گزارش‌های قبلی را توجیه کند

نتایج تحقیق حاضر دامنه تغییرات محتوای کل پلی‌فنل‌ها را بین ۵۲۰ تا ۱۳۲۸ میلی‌گرم در لیتر نشان داد. در مقایسه با گزارش موسوی نژاد و همکاران (Mousavinejad et al., 2009) که رقم ۲۳۷۶ تا ۹۳۰۴ میلی‌گرم در لیتر را ثبت کرده‌اند، و تاتاری و همکاران (Tatari et al., 2011) با دامنه بین ۳ تا ۸ هزار میلی‌گرم در لیتر، مقادیر کمتری به‌دست‌آمده است؛ لیکن در مقایسه با نتایج تهرانی‌فر و همکاران

فرآوری میوه انار می‌کند. در این مقاله سعی شد تا برخی ارقام مورد مطالعه و مقایسه قرار گیرند، اما تحقیق بیشتر روی تمام ارقام و معرفی ارقام برتر به لحاظ متابولیتی، ضرورتی اجتناب ناپذیر است.

گزینش و معرفی ارقامی که بیشترین آنتوسیانین، پلی‌فنل یا آنتی‌اکسیدان‌ها را تولید کنند، کمک زیادی به متخصصین و تولید کنندگان انار برای دستیابی به ارتقاء سلامت انسان و ارزش افزوده ناشی از کشت و

References

- Adhami, V.M. and Mukhtar, H. 2006. Polyphenols from green tea and pomegranate for prevention of prostate cancer. *Free radical research*, 40(10): 1095-1104.
- Alighourchi, H., Barzegar, M. and Soleiman, A. 2007. Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. *European Food Research and Technology*, 227(3): 881-887.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., Berker, K. I. and Özyurt, D. 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the cupric assay. *Molecules*, 12: 1496-1547.
- Barzegar, M., Fadavi, A. and Azizi, T.M.H. 2004. Evaluation of physico-chemical composition of cultivated pomegranates in Yazd. *Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology* 1 (2): 9-14. (in Persian)
- 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.
- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H. and Bayat, M. 2005. Physicochemical composition of ten pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Iran. *Food Science and Technology International*, 11(2): 113-119.
- Feyzi, F., Seifi E., Varasteh, F., Hemmati, Kh. and Fereydooni, H. 2015. evaluation of some biochemical properties of two pomegranate cultivars in three different region. 4th national congress on medicinal plants, Tehran, Iran.
- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M. and Kader, A.A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 4581- 4589.
- Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad, R.E., Schwartz, S.J. (Eds.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley and Sons, New York.
- Jaiswal, V., Der Marderosian, A. and Porter, J.R. 2009. Anthocyanins and polyphenol oxidase from dried arils of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Food Chemistry*, 118: 11-16.
- Jalili Moghadam Z. 2015. A comprehensive guide for pomegranate cultivation. Agricultural Education and extension publishing. Tehran (in Persian). 348 p.
- Lansky, E.P. and Newman, R.A. 2007. *Punica granatum* (pomegranate) and its Potential For prevention and treatment of inflammation and Cancer. *Journal of Ethnobotany and Pharmacology*, 109: 177-206.
- Madrigal Carballob, S., Rodriguezb, G., Kruegera, C.G., Dreherc, M. and Reeda, J.D. 2009. Pomegranate (*Punica granatum*) supplements: Authenticity, antioxidant and polyphenol composition. *Journal of Functional Foods*, 1: 324-329.
- Melgarejo, P., Salazar, D.M. and Artes, F. 2000. Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. *European Food Research and Technology*, 211(3): 185-190.
- Miguel, G., Fontes, C., Antunes, D., Neves, A. and Martins, D. 2004. Anthocyanin concentration of "Assaria" pomegranate

- fruits during different cold storage conditions. *BioMed Research International*, 5: 338-342.
- Mirdehghan, S.H. and Rahemi, M. 2007. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Scientia Horticulturae*, 111: 120-127.
- Mirjalili, S.A. 2015. A review on Biochemical constituents and medicinal properties of pomegranate (*Punica granatum* L). *Journal of Medicinal Plants*, 4(56):1-22 (in Persian).
- Mirjalili, S.A. 2016. Pomegranate, biodiversity and genetic resources. *Rostaniha*, 17(1): 1-18. (In Persian)
- Mousavinejad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezaei, K. and Khodaparast, M.H.H. 2009. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. *Food Chemistry*, 115: 1274-79.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. 2001. Antioxidants in Food. Practical pomegranates grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15: 567-575.
- Seeram, N.P., Aviram, M., Zhang, Y., Henning, S.M., Feng, L., Dreher, M. and Heber, D. 2008. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenolrich beverages in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 1415-1422.
- Shahidi, F. and Naczki, M. 2004. Phenolic in food and nutraceuticals. Pp. 131-239.
- Sun, T. and Ho, C.T. 2005. Antioxidant activity of buck wheat extracts. *Food Chemistry*, 90: 743-749.
- Tatari, M., Ghazvini, R. F., Ghasemnejad, M., Mousavi, S.A. and Tabatabaai, S.Z. 2011. Morphological and biochemical characteristics of fruit in some pomegranate cultivars in climatical conditions of Saveh. *Seed and Plant Improvement Journal*, 27(1): 69-87. (in Persian)
- Tehraniyar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B. and Vazifeshenas, M.R. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 126(2): 180-185.
- Tezcan, F., Gultekin-Ozguven, M., Diken, T., Ozcelik, B. and Erim, F.B. 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115: 873-877.
- Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Aviram, M. and Amir, R. 2007. Antioxidant activity, polyphenol content and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 9559-9570.
- Varidi, M.J. 1992. Chemical compositions and clarification probability of pomegranate extract. M. Sc. Thesis of Food Industry, Tarbiat Modarres University.