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[1*]، مهدی قبولی[2]، الهه پورعزیزی[3]، میترا آقاجانی[4]

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

[2]استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

[3]استادیار، گروه بیوشیمی، واحد نجف آباد، دانشگاه ازاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

[4]کارشناس‌ارشد، 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 می‌شود. متابولیت‌ها و ترکیبات زیست فعال متعددی از این گیاه گزارش‌شده است. این گیاه دارای توان آنتی‌اکسیدانی زیادی است و مقادیر قابل‌توجهی ترکیبات فنلی دارد. به‌منظور بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و صفات کیفی آب میوه در ۲۵ ژنوتیپ از رقم ملس انار به‌عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین ارقام ایرانی، این آزمایش در مهرماه ۱۳۹٤ در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی (اصفهان) انجام شد. میوه‌های انار از کلکسیون ذخایر ژنتیکی نژادگان انار ایران در یزد برداشت شدند و میزان آنتوسیانین، محتوای کل پلی‌فنل‌ها (به روش فولین– سیکالچو)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (با استفاده از ماده ۲، ۲– دی فنیل–۱– دی فنیل–۱– پیکریل هیدرازیل)، مواد جامد محلول و اسیدیته کل به‌عنوان صفات بیوشیمیایی و صفات کیفی شامل مزه، رنگ دانه، رنگ پوست، کیفیت رنگ دانه و کیفیت آریل اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد، بیشترین میزان اسیدیته در ژنوتیپ ملس زودرس کن، بیشترین میزان مواد جامد محلول در ملس ناآلوت بانه با مقدار ۱۸/۵۳ درجه بریکس، ملس نار پوست قرمز مریوان بالاترین میزان توان آنتی‌اکسیدانی، ملس دانه سیاه بافق یزد و ملس لرز گلوباریک اردستان به ترتیب بیشترین میزان آنتوسیانین و بالاترین میزان محتوای کل پلی‌فنل‌ها را دارا بودند. بررسی همبستگی ساده بین صفات، تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها نشان نداد. با توجه به شرایط یکسان حاکم بر پایه‌های کاشته شده در کلکسیون، چنین نتیجه گیری شد که ژنوتیپ‌های برتر می‌توانند برای اهداف کاربردی همچون تولید آنتوسیانین انار و یا آنتی اکسیدانت قوی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، انار ملس، پلی‌فنل، مواد جامد محلول

*نویسنده مسئول: abmirjalili@gamil.com

مقدمه

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 (Tehranifar *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 ضدمیکروبی 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 گزارش‌شده است (Lansky *et al.*, 2007). همچنین انار دارای مقادیر قابل‌توجهی ترکیبات فنلی است که به‌نوبه خود خواص درمانی زیادی ازجمله پیشگیری از سرطان را باعث می‌شود و با ترکیبات زیستی فعال موجود در چای سبز قابل‌مقایسه است (Adhami and Mukhtar, 2006). همچنین آب انار به علت داشتن ترکیبات فنلی مثل آنتوسیانین‌ها، الاژیک 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 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 (Tehranifar *et al.*, 2010) نیز خواص فیزیکوشیمیایی 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 زیست فعال در این ارقام وجود دارد (Tehranifar *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 آتی 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 ۱۳۹٤ 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

ایران در یزد کشت شده بودند با ۳ تکرار در اواخر مهرماه از بین میوه‌های رسیده، برداشت شدند؛ به‌نحوی‌که 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 اسیدیته 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 قرارگرفته بود، استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان دو صفت درصد مواد جامد محلول و اسیدیته کل آب‌میوه ارقام جمع‌آوری‌شده بدون سانتریفیوژ کردن استفاده شد.

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

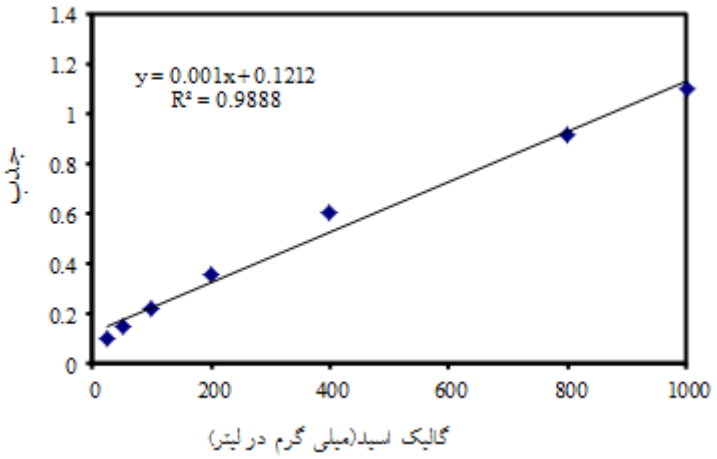
ردیف	نام رقم (ژنوتیپ)	خاستگاه		کد ژنوتیپ
		شهر	استان	
۱	ملس پوست نازک	ریجاب	کرمانشاه	۱۷۳۸
۲	ملس ایچ	استهبان	فارس	۲۳۵
۳	ملس چرمک کلم	ایلام	ایلام	۱۷۴۲
٤	ملس شهوار	دستجرد	اصفهان	۳٦۲
٥	ملس پوست نازک	زواره	اصفهان	٦۹٦
٦	ملس لرز گلوباریک	اردستان	اصفهان	۱۷۲٥
۷	ملس شماره یک	دستجرد	اصفهان	۳۳٦
۸	طوق ملس درجه یک	راور	کرمان	٥۳۳
۹	ملس دانه سفید	سیرجان	کرمان	٦۳۳
۱۰	ملس سرجنگل	بم	کرمان	۳۲۷
۱۱	ملس عقدایی	تربت حیدریه	خراسان رضوی	٥٦۱
۱۲	ملس سوزک	رامهرمز	خوزستان	۱٦٤
۱۳	ملس پوست سرخ	رامهرمز	خوزستان	٤۷۷
۱٤	ملس نار پوست قرمز	مریوان	کردستان	۷٥٥
۱٥	ملس ناآلوت	بانه	کردستان	۷۱۰
۱٦	ملس شیرین	ساوه	مرکزی	۷٤۲
۱۷	ترش ملس	ساوه	مرکزی	۹٤۸
۱۸	ملس پربار	سراوان	سیستان و بلوچستان	۲٤٦
۱۹	ملس سیاهدانه شهوار	کن	تهران	٤۸٤
۲۰	ملس زودرس	کن	تهران	٤۱۱
۲۱	ملس پیشوا	ورامین	تهران	۱۷۳
۲۲	ملس دانه قرمز	کن	تهران	۱۹۱
۲۳	ملس دانه سیاه	بافق	یزد	۷۸۲
۲٤	ملس یزدی	یزد	یزد	۲۹۹
۲٥	ملس پوست نازک	طارم	زنجان	۹۱۰

a) اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل: برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل از ماده ۲، ۲-دی فنیل-۱- دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده شد. این ماده رادیکال چربی‌دوستی است که در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر دارای بیشترین میزان جذب است. در این روش اندازه‌گیری DPPH با آنتی‌اکسیدان‌های موجود در آب‌میوه 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 درواقع میزان جذب اندازه‌گیری شده در طول موج ۵۱۵ نانومتر بیانگر میزان DPPH باقی‌مانده است (Pokorny *et al.*, 2001). بدین‌منظور ۳۰ میکرولیتر از آب‌میوه با محلول DPPH یک‌دهم میلی مولار در متانول به حجم یک میلی‌لیتر رسانده شد. جذب محلول پس از ۱۵ دقیقه نگهداری در تاریکی، در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل SHIMADZU UV-Visible متصل به نرم‌افزار UV-Prob خوانده شد. فعالیت بازدارندگی DPPH توسط آب‌میوه که معیاری از میزان فعالیت رادیکالی آب‌میوه است، مطابق رابطه (۱) محاسبه شد (Sun and Ho, 2005).

رابطه (۱) $\%RSA = \frac{OD\ control - OD\ sample}{OD\ control} \times 100$

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) اندازه‌گیری محتوای فنل کل: اندازه‌گیری میزان فنل کل آب‌میوه‌ها 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 میلی‌لیتر)، فولین (۵ میلی‌لیتر فولین را با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر) و کربنات سدیم ۷/۵ درصد (افزودن ۷/۵ گرم کربنات سدیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر 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 میلی‌لیتر فولین و۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵درصد اضافه شد. میزان جذب محلول‌ها در طول‌موج ۷۶۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شد. سپس منحنی استاندارد از روی الگوی جذب ترسیم شد (شکل ۱).



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

برای قرائت میزان جذب آب‌میوه، ۳۰ میکرولیتر آب‌میوه را با آب مقطر به حجم ۱ میلی‌لیتر رسانده و سپس به آن۲/۵ میلی‌لیتر فولین اضافه شد، پس از گذشت ۵ دقیقه از افزودن فولین، مقدار۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم اضافه شد. پس از ۱/۵ ساعت نگهداری نمونه‌ها در دمای اتاق و شرایط تاریکی، میزان جذب در طول‌موج 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 استات‌سدیم هر کدام به غلظت ۰/۲ مولار با PH= ۵/٤ 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 طول‌موج قرائت شد. پس‌ازاین 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):

میزان رنگ‌دانه آنتوسیانینی مونومری (میلی‌گرم بر لیتر) = $(A \times MW \times DF \times 1000)/(\varepsilon * 1)$

در این رابطه، MW (Molecular Weight) وزن مولکولی آنتوسیانین غالب (سیانیدین۳- گلوکوزید) در عصاره‌های انار بوده و مقدار آن ۲٦۹۰۰ هست. ε ضریب جذب مولی برای آنتوسیانین غالب بوده و مقدار آن برابر با ٤٤۹/۲ هست. DF (Dilution Factor) فاکتور رقیق‌سازی نمونه‌ها است. A اختلاف جذب نمونه‌ها در دو pH مختلف بوده که به‌وسیله رابطه ۳ محاسبه شد.

رابطه (۳)

$$A = (A520 - A700)\ pH1.0 - (A520 - A700)\ pH4.5$$

d) سنجش درصد مواد جامد محلول (TSS): مواد جامد محلول در عصاره‌های انار با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی Three in one مدل MTD045nD دارای تصحیح کننده دما با دامنه بریکس ۰ تا ٤۵ 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 پیپت متعلق به دستگاه میزانی از عصاره برداشته‌شده و در چشمی دستگاه ریخته شد پس‌ازآن 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، پس‌ازآن حس‌گر دستگاه را درون بشر گذاشته و به‌آرامی 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

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) آب‌میوه: تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از اختلاف معنی‌دار میزان اسیدیته آب‌میوه‌ها 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 ٤٨٤ (ملس زودرس کن) با میانگین ۲/۰٦ بود. با توجه به جدول ۲، ژنوتیپ‌های موردبررسی را می‌توان به سه گروه دسته‌بندی کرد. گروه اول که تنها شامل ژنوتیپ ٤٨٤ است و میانگین اسیدیته بالای ۲ دارد. ارقام ٤٧٧، ۷۱۰، ۲۳۵، ۱۷٤۲، ۲٤٦، ۳۳٦ و ١٦٤ 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 ناآلوت بانه کردستان با مقدار ۱۸/۵۳ درجه بریکس و کمترین میزان به ژنوتیپ ملس شاهوار دستجرد (۳٦۲) با مقدار ۱۳/۹٦ متعلق بود. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به لحاظ مواد جامد محلول نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۷۱۰، ۹۱۰ و ١٦٤ میانگین بالای ۱۸ بریکس را دارا هستند. کمترین میزان مواد جامد محلول به ژنوتیپ‌های ۳٦۲، ۳۲۷، ۱۹۱ و ۲۳۵ تعلق دارد که میانگین آن‌ها کمتر از ۱۵ بریکس است.

ج) ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس جدول ٤، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی، از ٥٦/۹ در ژنوتیپ ۳۲۷ تا ۹۳/۳۵ در ژنوتیپ ۷۵۵ متغیر بود. با توجه به اعداد به‌دست‌آمده، ژنوتیپ‌های ۹٤۸، ۱۹۱، ٦۳۳ 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
٤٨٤	۸۰/۳۳±۳/۱۱	۹۱٦/٤۹±۱۰۹/٤۹	۸۰/۷۹±٤/۲٦	۱٦/٤۱±۰/٥۲	۰/۷۳±۰/۰۸
٦۳۳	۸۱/۱۷±٤/۰۲	٦۸۲/٤٦±۷۷/۲٤	۸٤/٥۷±٥/۹۹	۱۸/۲٦±۰/۲۰	۰/۹۹±۰/۰۱
٤۷۷	۲۹/۰۷±٤/۱۷	۱۱٦۰/۸۷±۱٥٦/٤٤	۸۳/۱٦±۳/٥۸	۱٥/٦٦±۱/۱٦	۱/۷۳±۰/۲۰
٥۳۳	٤/۰۹±۱/۳۱	٥۲۰/٤٦±۳۱/۸۳	۸٤/۰٦±۰/٦٥	۱٥/۸٦±۰/۲٤	۰/٦۳±۰/۰۱
٦۹٦	٤/۲٤±۰/۳۳	٥۷٤/٤٦±۹٥/۹٤	۸۲/۲٦±۱/۳۹	۱٥/۹۳±۰/۳۰	۰/۷±۰/۰۷
٤۱۱	٤/۳٤±۰/٥٤	۸٤۳/٤٦±۲۲/٥۷	۸۳/۷۸±۱/۰۹	۱۷/٤۳±۰/٤٤	۲/۰٦±۰/۱٥
۷۱۰	۱۰/۳۸±۲/۸۷	۸۳٤/۱۲±۹۷/۲۰	۸۲/۰۹±٥/٤۱	۱۸/٥۳±۰/۱۸	۱/۲۳±۰/۰۰٤
۹۱۰	۱۰/۹۱±۱/۲۲	۹٦٤/۷۸±۳۳/۳۳	۸٤/٥۷±۱/٦٦	۱۸/۱٦±۰/٤۱	۰/۷٤±۰/۰۷
۱۷۲٥	۲٤/۸۰±۲/۹۱	۱۳۲۸/۱٦±٦۹/٤۰	٥۹/۹٦±۱/۲۰	۱٦/۸±۰/۰۸	۰/۸۱±۰/۰٦
۷٥٥	۳۷/٦۲±٤/۸۳	۸٤۹/٤۰±۹۱/٤۰	۹۳/۳٥±۱/۰٥	۱٥/۷۳±۰/٤۰	۰/٥۷±۰/۰۲
٥٦۱	٦۲/۹٤±٤/٥٦	٥۲۷/٤٦±۷٤/۸٤	۸۳/۳۸±۱/٦٤	۱٦/۹۳±۰/٦۲	۰/۷۰±۰/۰۲

۲۳۵	۷/۸٤±۰/٦٦	۸۱٦/٤٦±٦۹/٤٤	٦۸/۰۱±۱/٤٤	۱٤/۵۳±۰/٤٤	۱/۰۹±۰/۱۱
۱۷٤۲	٤٤/۱۳±٤/۸۳	۷۱۰/٤٦±۲٤/۵۲	۷۸/۷۷±۰/٦۵	۱۷/۲±۰/۲۹	۱/۳٤±۰/۰۱
۱۷۳۸	٤۸/۱۹±۸/۱٤	۸۰۷/۵۰±۹۵/۸۷	۸۲/٦۰±۲/۹۹	۱۷/۱۳±۰/۲۸	۰/۷۷±۰/۱۲
۹٤۸	۳۹/۳۵±٦/۲۲	٦٦٤/۸۱±۱٦/٦٦	۸۷/۷۸±۰/۷۵	۱۵/٦٦±۰/۱۲	۰/٦٤±۰/۰۰٤
۷٤۲	٦۰/۵۵±٤/۲۷	۷۵٤/۸±٤۰/۸۹	۷۷/۵۳±۳/۳۵	۱۵/۳۳±۰/۵٤	۰/۵۸±۰/۰۱
۳٦۲	٤٦/۳۲±۱۲/۵٦	٦۹٦/۱۳±۲۵/۷۷	۷۳/۸۱±۰/۳٦	۱۳/۹٦±۰/٦۱	۰/۸۳±۰/۰٤
۳۲۷	٤۵/۱۵۲/٦٦±	۸۸۲/۱۳±٤۵/۳۱	۵٦/۹۰±۳/٦٦	۱٤/۲۳±۰/۲۸	۰/۵۸±۰/۰۲
۱۷۳	۳٤/۸۷±۱/۲۳	۵۹۵/٤٦±۲۲/٦۹	٦۷/۳۰±۰/٤٦	۱۵/۱٦±۰/۳۸	۰/٦۰±۰/۰۲
۲٤٦	٤/۲۷±۰/۱۲	٦۲۰/۱۳±۲/۸٦	٦۸/٦۹±۰/۸۸	۱٦/۳٦±۰/٤۹	۱/٤۱±۰/۱٤
۳۳٦	۱/۳۰±۰/۲٤	۱۰۹۹/۸±۵/۷۱	٦۷/٦۱±۱/۹٤	۱۷/٦±۰/۲۱	۱/۷۱±۰/۰۰۹
۱۹۱	۲/۳۸±۰/۱۱	۵٦۵/۸±۳۲/۸۷	۸۹/۹۸±۰/۳۹	۱٤/۸±۰/۱٦	۰/٦۹±۰/۰۸
۱٦٤	٤۲/٦۰±۰/٤۵	۱۲۱٦/٤۷±۱۰۳/۲۹	٦۷/۷٤±۰/۷۳	۱۸/۱٦±۰/۲٤	۱/۰۵±۰/۰۳
۷۸۲	۸۵/۱۳±۱/۸۵	۱۱٤۱/۷۵±٤٦/٤۱	۷۸/۸۱±۰/۷۰	۱۷/٤۳±۰/۲٦	۰/۷۷±۰/۱۲
۱۲۵	۲۲/۵۰±۰/۲٤	٦۷٤/۸±۸/٦٤	۷۵/۹۰±۰/۲۸	۱۷/٦±۰/۳۵	۰/۸۲±۰/۰۵

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

د) محتوای کل آنتوسیانین‌ها: نتایج نشان داد که میزان آنتوسیانین کل در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بودند. تغییرات میزان آنتوسیانین از کمترین میزان (۱/۳۰ میلی‌گرم بر لیتر عصاره) در ژنوتیپ ۳۳٦ تا بیشترین (۸۵/۱۳ میلی‌گرم بر لیتر عصاره) در ژنوتیپ ۷۸۲ دیده شد. ژنوتیپ‌های ٤۸٤، ٦۳۳ نیز از میزان آنتوسیانین بالایی برخوردار بودند.

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	۱٦٤	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 پربار سراوان	۲٤٦	ملس	صورتی	صورتی	متوسط	متوسط
ملس یزدی	۲۹۹	ملس	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس سرجنگل بم	۳۲۷	ترش	سفید	سفید	متوسط	متوسط
ملس شماره یک دستجرد	۳۳٦	ترش	سفید	سفید	خوب	متوسط
ملس شهوار دستجرد	۳٦۲	شیرین	سفید	صورتی	متوسط	متوسط
ملس زودرس کن	٤۱۱	ترش	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس پوست سرخ رامهرمز	٤۷۷	ترش	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس سیاهدانه شهوار کن	٤۸٤	شیرین	صورتی	صورتی	نامناسب	متوسط
طوق ملس درجه یک راور	۵۳۳	ترش	سفید	صورتی	متوسط	متوسط
ملس عقدایی تربت حیدریه	۵٦۱	ملس	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس دانه سفید سیرجان	٦۳۳	ترش	قرمز	سفید	خوب	خوب

ملس پوست نازک زواره	٦٩٦	ملس	سفید	سفید	متوسط	متوسط
ملس ناآلوت بانه	٧١٠	ترش	سفید	صورتی	متوسط	خوب
ملس شیرین ساوه	٧٤٢	شیرین	سفید	صورتی	خوب	خوب
ملس نار پوست قرمز مریوان	٧٥٥	ملس	قرمز	قرمز	متوسط	متوسط
ملس دانه سیاه بافق	٧٨٢	ملس	قرمز تیره	قرمز	خوب	خوب
ملس پوست نازک طارم	٩١٠	ترش	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ترش ملس ساوه	٩٤٨	ترش	قرمز	قرمز	خوب	خوب
ملس لرز گلوباریک اردستان	١٧٢٥	ترش	سفید	صورتی	متوسط	متوسط
ملس پوست نازک ریجاب	١٧٣٨	ملس	صورتی	صورتی	خوب	خوب
ملس چرمک کلم ایلام	١٧٤٢	ملس	قرمز	قرمز	خوب	خوب

هـ) محتوای کل پلی‌فنل‌ها: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان کل پلی‌فنل‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد به لحاظ مقدار این مواد در بین ژنوتیپ‌های رقم ملس وجود دارد. دامنه تغییرات میزان کل پلی‌فنل‌ها از ٥٢٠/٤٦ میلی گرم بر لیتر در ژنوتیپ شماره ٥٣٣ (طوق ملس درجه یک راور) تا ١٣٢٨/١٦ میلی گرم بر لیتر در ژنوتیپ شماره ١٧٢٥ (ملس لرز گلوباریک اردستان) مشاهده می‌شود. جدول ٢ نشان می‌دهد که ارقام ٤٧٧، ٣٣٦، ١٦٤ و ٧٨٢ نیز از بالاترین میزان پلی‌فنل‌ها برخوردار هستند.

جدول ٤: تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های انار رقم ملس

	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		آنتوسیانین	پلی‌فنل	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	مواد جامد محلول	اسیدیته کل
ژنوتیپ	٢٤	٢١٢٢/٩٢٥٧٣**	١٣٨٩٨٦/٥١٧**	٢٧٩/٦٨٥٦١٧**	٥/١٤١٢٨٤١**	٠/٤٦٢٧٥١٢٣**
خطا	٥٠	٧٥/٤٤٠٨١	٥٤٣٥٥/٤٨٨	٩/٦٩٣١٣٦**	٠/٧٢٧٩٣٩٣	٠/٠١٢٢١٧٣٠
Cv%	-	٢٨/٧٨٥٩٨	٢٨/٣٦٩٧٧	٣/٩٨٧٧٢٩	٥/١٩٥٨٧٥	١١/٤٣٤٣٣

** در سطح ١٪ معنی‌دار

ی) صفات کیفی میوه: برای آنالیز داده‌های کیفی، صفات به‌صورت کمی تعریف شدند و با نرم‌افزار SAS تجزیه‌وتحلیل شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات کیفی، اختلاف معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها نشان نداد و مقایسه میانگین آن‌ها، باعث گروه‌بندی همه ژنوتیپ‌ها در یک گروه شد.

همبستگی صفات: نتایج حاصل از بررسی همبستگی ساده بین صفات در جدول ٥ آمده است. همان‌گونه که از جدول مذکور استنباط می‌شود، بیشترین میزان همبستگی بین کیفیت رنگ دانه با کیفیت آریل است (٠/٨٠٢٨) و بعدازآن مربوط به رنگ دانه با رنگ پوست است (٠/٦١٠٤). همبستگی کلی بین صفات بیوشیمیایی با صفات کیفی بسیار ضعیف و معادل ٠/٠٠٤١- بود. در مجموع همبستگی معنی‌داری بین هیچ‌یک از صفات مشاهده نشد.

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

	میزان آنتوسیانین	پلی‌فنل‌ها	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	مواد جامد محلول	اسیدیته کل	مزه	رنگ دانه	رنگ پوست	کیفیت رنگ دانه	کیفیت آریل
میزان آنتوسیانین	۱									
پلی‌فنل‌ها	۰/۱۰۷۸	۱								
ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی	۰/۰۷۹۱	−۰/۳٦٤۷	۱							
مواد جامد محلول	۰/۰۷۱۲	۰/۳۰۳۷	۰/۱۵۷۸	۱						
اسیدیته کل	−۰/۳٤۵٤	۰/۲۹۵۹	−۰/۰۷۱۲	۰/۳۱۷۹	۱					
مزه	۰/٤۱۳٤	−۰/۱۰۰٤	۰/۱٤۰٦	−۰/۳۱۰۱	−۰/۲٦٤	۱				
رنگ دانه	۰/۲۲٤۷	۰/۰۵۸۲	۰/۵۰۸۸	۰/۲۷۷۱	۰/۱۰۸۸	−۰/۰٦۸٦	۱			
رنگ پوست	۰/۰٤۲۹	−۰/۰۹٦۲	۰/۵٦۱٤	۰/۰۸	۰/۰۱٦۸	۰/۱۸۱۵	۰/٦۱۰٤	۱		
کیفیت رنگ دانه	۰/۰۵۳۳	۰/۰۷۸۲	۰/۲٦۸٦	۰/۳۷۱۳	۰/۲۵٤۱	−۰/۲۳۵٦	۰/۵۷۳۸	۰/۳٤۸٤	۱	
کیفیت آریل	۰/۲۳۳۳	۰/۰۳۲٦	۰/٤۵۷٦	۰/٤۸۲۸	۰/۱۵۵۵	−۰/۱۱۲۷	۰/٦٤۷۹	۰/٤۸۹۳	۰/۸۰۲۸	۱

بحث

در نتایج تحقیق حاضر، میزان اسیدیته ژنوتیپ‌ها بین ۰/۵۷ تا ۲/۰٦ تغییر می‌کند. این اعداد با نتایج پژوهشی که روی پانزده رقم انار جمع‌آوری‌شده از باغ کلکسیون مرکز تحقیقات یزد انجام‌شده و میزان اسیدیته آن‌ها بین ۰/٤۲ تا ۲/۰۵ درصد گزارش گردید (Barzegar *et al.*, 2004)، تطابق دارد؛ اگرچه منشأ نمونه‌های مورد بررسی در مطالعه حاضر و تحقیق مذکور، مشابه است و تأثیر عوامل اقلیمی و جغرافیایی حذف‌شده 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 معنی‌داری دارند. مطالعات دیگری نیز متغیر بودن اسیدیته در ارقام مختلف انار را گزارش کرده‌اند (Poyrazoglu *et al.*, 2002). اکبرپور و همکاران (Akbarpour *et al.*, 2009) میزان اسیدیته را برای رقم ملس یزدی ۰/٦۸ 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, 1992). افزایش اسیدیته موجب افزایش طعم ترش آب انار می‌شود (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، ازنظر تجاری با ارزش‌اند؛ 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 هسته‌های نرم و دانه‌های پرآب بیشتر موردتوجه است (MIrjalili, 2016). این در حالی است که برای تهیه فرآورده‌های انار به‌ویژه رب انار، ارقام ترش بیشتر مورد توجه هستند. آنچه مسلم است، طیفی از طعم‌ها، بسته به نیاز و نوع مصرف مورداستفاده قرار می‌گیرد که تفکیک ارقام و ژنوتیپ‌ها را ضروری می‌نماید.

نتایج نشان داد که میزان مواد جامد محلول در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی تفاوت معنی‌داری دارند و این یافته‌ها، با نتایج پژوهش‌های 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 اندازه‌گیری شده 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 ١٤ تا ١٨/٥ 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 ازجمله آن‌ها می‌توان به ارقام ملس دانه سفید سیرجان، ملس سوزک رامهرمز، ملس پوست نازک طارم زنجان، ملس ناآلوت 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 ٥٦/٩ در ژنوتیپ ملس سرجنگل بم تا ٩٣/٣٥ در ژنوتیپ ملس نار پوست قرمز مریوان متغیر است. این دامنه برای ارقام موردبررسی در تحقیق تاتاری و همکاران (Tatari *et al.*, 2011) بین ٤٢ تا کمتر از ٨٠ 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 ٤٢/٨ 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 ١٥/٥٩ در ترش شهوار کاشمر تا ٤٠/٧ مربوط به رقم ملس پوست سفید ثبت کرده‌اند. دامنه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی هفت رقم تجاری ترکیه نیز از ١٠/٣٧ تا ٦٧/٤٦ گزارش‌شده 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 (Borochov-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 ٨١٥ تا بالغ‌بر ٦٥٠ هزار میلی‌گرم در لیتر را گزارش کرده‌اند که بیشترین مقدار آن مربوط به ملس اشکذر است. تهرانی‌فر و همکاران (Tehranifar *et al.*, 2010) عدد ٣٠/١١ 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 ٧٧

گرم بر لیتر) را به‌عنوان رقم برتر به لحاظ میزان آنتوسیانین معرفی می‌کنند.

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 گزارش‌شده 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 ۲۳۷٦ تا ۹۳۰٤ 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 (Tehranifar *et al.*, 2010) با دامنه بین ۳۰٦ تا ۹۸۵ میلی‌گرم در لیتر، بیشتر است. مقادیر گزارش‌شده 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 Naczk, 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; Tzulker *et al.*,2007) هم‌راستا است. بوروشوف نئوری و همکاران (Borochov-Neori *et al.*, 2009) نشان دادند که آنتوسیانین‌ها در آب انار در ظرفیت انتی‌اکسیدانی 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. گزینش و معرفی ارقامی که بیشترین انتوسیانین، 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 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.

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)

Borochov-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., Fereydooni, H. 2015. evalution 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., 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. & Newman, R.A. 2007. *Punica granatum* (pomegranate) and its Potential For prevention and treatment of inflammation and Cancer. Journal of Ethnobotany and Pharmacology, 109: 177-2060.

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 andphenolics 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., 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 Naczk, 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 Tabatabaii, 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)

Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B., 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., 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.