مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۷، شماره ۱، سال ۱۳۹۰

ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیائی میوه تعدادی از ارقام انار در شرایط آب و هوائی ساوه

Morphological and Biochemical Characteristics of Fruit in some Pomegranate Cultivars in Climatical Conditions of Saveh

مریم تاتاری[۱]، رضا فتوحی قزوینی[۲]، محمود قاسم‌نژاد[۳]، سیداصغر موسوی[۴] و سیدضیاءالدین طباطبائی[۵]

۱- دانشجوی دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت.
۲ و ۳- به ترتیب استاد و استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت.
۴- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد
۵- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۹/۱۹

چکیده

تاتاری، م.، فتوحی قزوینی، 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 ۱-۲۷:** ۸۷ - ۶۹.

به منظور بررسی برخی از صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی میوه، یازده رقم تجاری انار با استفاده از ۲۶ صفت کمی و کیفی میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. کلیه صفات مورد بررسی به غیر از درصد پوست و درصد دانه، اختلاف معنی‌داری در بین ارقام داشتند که نشان‌دهنده تنوع در هر صفت است. بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به ارقام ملس شیرین، یوسف خانی و شیشه کپ بود. نتایج تجزیه همبستگی ساده صفات، وجود همبستگی مثبت و منفی معنی‌داری را بین برخی از صفات مهم نشان داد. میزان فنل کل با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رابطه مثبت قوی و معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان داد، اما مقدارآنتوسیانین با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی نداشت. بر اساس تجزیه کلاستر ارقام به پنج گروه اصلی تقسیم شدند. گروه‌ها در صفات وزن دانه و میوه، TSS و TA تفاوت معنی‌دار داشتند و فنل کل نیز در تشکیل کلاسترها موثر بود. بر اساس تجزیه عامل‌ها صفات موثر در شش گروه عاملی قرار گرفتند که مجموعاً ۹۳/۹ درصد واریانس کل را توجیه کردند. صفات مربوط به وزن میوه، دانه و پوست و حجم آب میوه در ۱۰۰ دانه از اجزای تشکیل‌دهنده عامل اول (PC1) بودند و صفات مربوط به pH، EC، TA، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل در عامل دوم (PC2) قرار گرفتند. با استفاده از سه عامل اصلی، موقعیت ارقام در تجزیه تری‌پلات نشان داد که ارقام شیرین شهوار، نادری و بینی کج سبزوار از نظر عامل اول و ارقام شیشه کپ، ملس یزد و ملس ترش از نظر عامل دوم قوی بودند. به طور کلی با توجه به صفات اثر گذار اصلی ارقام ملس اصفهان، ملس شیرین، نادری و شیرین شهوار در یک گروه، ارقام شیشه کپ، ملس ترش، ملس یزد، یوسف خانی، اشکذر و بینی کج در گروه دیگر و رقم پوست سیاه ساوه در گروه مجزایی قرار گرفتند..

واژه‌های کلیدی: انار، ارقام، ویژگی‌های میوه، صفات کمی و کیفی، تجزیه عامل‌ها.

نویسنده مسئول: mtatari1@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۱۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

انار (*Punica granatum*) متعلق به خانواده Punicaceae است. ایران خاستگاه انار بوده و از نظر تنوع، کیفیت، سطح زیر کشت، تولید و صادرات این محصول مقام اول دنیا را داراست. بعد از ایران بالاترین سطح زیر کشت و تنوع ارقام انار مربوط به هندوستان، ترکیه و اسپانیا است ولی در سال‌های اخیر کشورهای چین و آمریکا نیز مبادرت به احداث باغ‌هایی در سطح گسترده کرده‌اند و کشورهای دیگری اسپانیا، آرژانتین و آفریقای جنوبی در صدد کاشت و سرمایه‌گذاری برای این میوه هستند (Mohseni, 2009). انار در مناطق حاشیه کویر که دارای تابستان‌های گرم و خشک، آفتاب سوزان، زمستانی نسبتاً سرد و آب و خاک شور هستند و برای کشت و پرورش بسیاری از درختان میوه مناسب نیستند، پرورش می‌یابد. با توجه به این که نواحی حاشیه‌ای کویرها سطح وسیعی از سرزمین ایران را در بر گرفته است، لذا کشت و کار انار در در این شرایط نامساعد حائز اهمیت خاصی است (Mirjalili, 2003).

انار به صورت تازه و نیز به صورت فراوری شده شامل مربا، ژله، رب انار و آب انار مصرف می‌شود (Kider, 2006). این میوه یکی از مهم‌ترین محصولات تجاری در ایران بوده و تولید کل آن در سال ۲۰۰۵ معادل ۶۷۰۰۰۰ تن بوده است (Anonymous, 2005). آب انار منبع غنی از پلی فنل‌هایی همچون آنتوسیانین است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد (Shahidi and Naczk, 2004). آنتوسیانین غالب در مراحل اولیه رسیدن میوه انار، دلفینیدین ۳ و ۵-دی‌گلوکوزاید و سیانیدین ۳ و ۵-دی‌گلوکوزاید است در مراحل بعدی رسیدن میوه انار، سیانیدین ۳- گلوکوزاید و سپس دلفینیدین ۳- گلوکوزاید، آنتوسیانین غالب خواهند بود (Hernandez *et al*., 1999). دیگر ترکیبات فنلی در انار شامل مشتقات اسید الاجیک و تانن‌های قابل هیدرولیز (پونیکالاجین و پونیکالین)، گالیک اسید و گالاجیک اسید می‌باشد (Gil *et al*., 2000؛ Madrigal Carballob *et al*., 2009).

موسوی‌نژاد و همکاران (Mousavinejad *et al*., 2009) نشان دادند رقم آلک شیرین دارای بیشترین میزان تانن کل (۳/۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و رقم استخوانی طبس دارای بیشترین میزان آنتوسیانین کل (۷۷۵۸/۸۰ میلی‌گرم در لیتر)، قند کل (۱۳/۸۶ گرم در ۱۰۰ گرم) و اسیدیته کل (۱/۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم) بودند. وارسته و همکاران (Varasteh *et al*., 2008) نشان دادند که در رقم ملس ترش ساوه همبستگی بین مقدار مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون برای تعیین زمان مطلوب برداشت میوه وجود دارد. در این رقم در مرحله رسیدن کامل میوه، مقدار مواد جامد محلول ۱۸٪، مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون ۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و pH در حدود ۳/۵۰-۳/۴۰ بود. در پژوهشی که روی پانزده رقم انار جمع‌آوری شده از باغ کلکسیون

مرکز تحقیقات یزد انجام شد، متوسط غلظت ویتامین ث، TA، TSS و pH به ترتیب ۰/۴۷- ۰/۰۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، ۲/۰۵-۰/۴۲ درصد، ۱۸/۳-۱۲/۱ درجه بریکس و ۴/۰۸- ۳/۰۵ گزارش شد (Barzegar *et al*., 2004). پژوهش انجام شده توسط زربان و همکاران (Zarban *et al*., 2007) نشان دادند که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد. نتایج پژوهشی که روی صفات کمی و کیفی میوه ۲۴ ژنوتیپ انار انجام شد نشان داد که اغلب صفات مربوط به عصاره میوه و صفات دانه و هسته از اجزای تشکیل‌دهنده عوامل اصلی بود. تجزیه کلاستر، این ژنوتیپ‌ها را به پنج گروه اصلی تقسیم کرد که صفات طعم میوه و نرم دانگی در تشکیل کلاسترها موثر بودند (Sarkhosh *et al*., 2006).

این تحقیق به منظور آشنایی هر چه بیشتر با برخی از خصوصیات مورفولوژی و بیوشیمیایی میوه برخی از ارقام تجاری انار و روابط بین این صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها

ارقام مورد بررسی در این پژوهش، ارقام نادری بادرود (NB)، شهوار شیرین یزد (SHSH)، ملس یزد (MY)، ملس شیرین (MSH)، ملس اصفهان (ME)، ملس ترش (MT)، یوسف‌خانی (YKH)، بینی کج سبزوار (BKS)، شیشه کپ فردوس (SHK)، اشکذر یزد (AY) و پوست سیاه ساوه (PSS) بودند که از کلکسیون انار واقع درایستگاه تحقیقات انار ساوه در آبان ماه ۱۳۸۸ تهیه شدند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در هر تکرار دو درخت و از هر درخت سه میوه به طور تصادفی انتخاب شدند، به طوری که از هر رقم ۱۸ عدد میوه برای صفات مورد نظر مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین صفات میوه در ارقام مختلف برای آنالیزهای چند متغیره مورد استفاده قرار گرفت.

طول تاج میوه با استفاده از خط‌کش، وزن میوه، وزن کل دانه در میوه، وزن کل پوست، وزن تک دانه و وزن ۱۰۰ دانه تر با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. وزن خشک ۱۰۰ دانه، پس از قرار دادن دانه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری و سپس درصد ماده خشک محاسبه شد. ضخامت پوست، طول و قطر دانه و قطر گلوی میوه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. تعداد دانه، درصد پوست، درصد دانه، حجم آب میوه، حجم دانه، نسبت طول به قطر دانه، اسیدیته (با pH متر دیجیتالی)، هدایت الکتریکی (EC متر)، درصد مواد جامد محلول (با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی مدل CETI, Belgium) و نسبت TSS به TA (شاخص طعم) نیز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسید قابل تیتر، مقدار ۵ میلی‌لیتر از

آب میوه با آب مقطر به حجم ۴۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس تا رسیدن به pH برابر ۸/۲ با هیدروکسید سدیم یک دهم نرمال تیتر شد. میزان سود مصرفی یادداشت و با استفاده از فرمول مربوطه مقدار درصد اسید بر حسب اسید سیتریک محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان کل آنتوسیانین، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از فاز رویی آب میوه ارقام که به مدت ده دقیقه در سانتریفیوژ با ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفته بود، استفاده شد.

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌ها از روش pH افتراقی (Differention pH) استفاده شد. در این روش جذب نمونه‌های تهیه شده توسط بافر با pH=۱ و pH=۴/۵ به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل T80 UV/Visible) در طول موج‌های ۵۳۰ و ۷۰۰ نانومتر و بر حسب رنگدانه سیانیدین ۳- گلوکوزاید موجود در انار اندازه‌گیری شد و در نهایت غلظت آنتوسیانین‌ها از رابطه زیر به دست آمد (Nakamura *et al*., 1990):

$$C\ mg/100ml = \triangle A/\epsilon L \times M \times D$$

D : فاکتور رقیق‌سازی

ΔA : اختلاف بین جذب در pH=۱ و جذب در pH=۴/۵

M : جرم مولکولی سیانیدین ۳- گلوکوزاید

€ : جذب مولی

L : طول کوئت بر حسب سانتی‌متر

اندازه‌گیری میزان فنل کل آب میوه‌ها با استفاده از روش فولین- سیکالچو (Folin-Cicalleu) انجام شد (Singelton and Rossi, 1965). برای تهیه محلول استاندارد، ابتدا محلول استوک اسید گالیک (۰/۱ گرم اسید گالیک 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 ۱/۵ گرم کربنات‌سدیم در ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر) تهیه شد. حجم‌های ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۵۰ میکرولیتر اسید گالیک، داخل ظروف کوچک شیشه‌ای ریخته شد و به هر کدام از شیشه‌ها میزان ۲/۵ میلی‌لیتر فولین و ۲ میلی‌لیتر 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. برای قرائت میزان جذب آب میوه، ۳۰ میکرولیتر آب میوه را با آب مقطر به حجم ۱ میلی‌لیتر رسانده و سپس به آن ۲/۵ میلی‌لیتر فولین اضافه شد. پس از گذشت پنج دقیقه از افزودن فولین، مقدار ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم اضافه شد. نمونه‌ها در شرایط تاریکی قرار داده شدند و پس از ۱/۵ ساعت نگهداری در دمای اتاق و شرایط تاریکی، میزان جذب آب میوه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. میزان فنل کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد بیان شد.

برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل چون ماده ۲، ۲- دی فنیل -۱- دی فنیل-۱-

پیکریل هیدرازیل (DPPH)، رادیکال چربی دوستی است که در طول موج ۵۱۵ نانومتر دارای بیشترین میزان جذب است. در این روش DPPH با آنتی‌اکسیدان‌های دیگر یا سایر گونه‌های رادیکالی واکنش نشان داده و مقدار آن کاهش می‌یابد، در نتیجه میزان جذب در طول موج ۵۱۵ نانومتر کاهش می‌یابد. پس از انجام واکنش بین DPPH و آنتی‌اکسیدان‌ها، رنگ محلول از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل می‌شود. جذب در طول موج ۵۱۵ نانومتر بیانگر مقدار DPPH باقی مانده است (Pokorny *et al.*, 2001). به این منظور ۳۰ میکرو لیتر از آب میوه با محلول DPPH یک دهم میلی‌مولار در متانول، به حجم یک میلی‌لیتر رسانده شد. جذب محلول پس از ۱۵ دقیقه نگهداری در تاریکی، در طول موج ۵۱۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر خوانده شد. فعالیت بازدارندگی DPPH توسط آب میوه که معیاری از میزان فعالیت آنتی‌رادیکالی آب میوه است، مطابق فرمول زیر محاسبه شد (Sun and Ho, 2005):

$$\%RSA = \frac{OD\ control - OD\ sample}{OD\ control} \times 100$$

در این فرمول، OD control: جذب نمونه شاهد (بدون DPPH)، OD sample: جذب نمونه و RSA: فعالیت حذف‌کنندگی رادیکال آزاد است.

تجزیه واریانس برای کلیه صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد. برای تجزیه عامل‌ها از نرم‌افزار SPSS، با استفاده از تکنیک چرخش عامل‌ها (Factor rotation) و به روش وریماکس (Varimax) استفاده شد. در هر عامل، ضرایب عاملی ۰/۷ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شدند. همچنین تجزیه همبستگی با روش پیرسون و تجزیه کلاستر با روش وارد (Ward) و محاسبه فواصل بعد از استاندارد کردن داده‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در مورد صفات وزن میوه، تعداد دانه، وزن کل دانه در میوه، وزن کل پوست، حجم آب میوه، حجم دانه، pH، EC، TA، TSS، TSS/TA، ضخامت پوست، طول تاج میوه، قطر گلوی میوه، طول دانه، قطر دانه، وزن ۱۰۰ دانه تر، وزن ۱۰۰ دانه خشک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل در بین ارقام مورد بررسی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نسبت طول به قطر دانه، وزن تک دانه، درصد ماده خشک دانه و میزان آنتوسیانین در بین ارقام در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بودند. درصد پوست و درصد دانه در ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری نداشتند. مقایسه میانگین صفات (جدول ۱) نشان داد که بیشترین وزن میوه را ارقام نادری و شهوار داشتند. رقم شهوار، بیشترین وزن کل دانه، حجم آب میوه در ۱۰۰ دانه و حجم دانه نیز را داشت. بیشترین

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مختلف میوه در یازده رقم انار

Table 1. Mean comparison of different fruit characteristics in eleven pomegranate cultivars

Cultivar	رقم	وزن میوه Fruit weight (g)	تعداد دانه در میوه Number of aril in fruit	وزن کل دانه Total aril weight (g)	وزن کل پوست Total peel weight (g)	حجم آب میوه در ۱۰۰ دانه Volume of juice in 100 arils (ml)	حجم دانه ها Aril volume (ml)	اسیدیته Acidity	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (mmohs/cm)	اسید قابل تیتر Total titrable acid (%)	مواد جامد محلول Total soluble solid (%)	شاخص طعم Taste index (TSS/TA)
Naderi Badriud (NB)	نادری بادرود	406.93a	546.33bc	251.83b	155.10a	33.37b	234.66b	3.44d	5.52bc	1.95bc	10.80f	5.60cd
Shahvar Shirin (SS)	شهوار شیرین	399.72a	514.33dc	284.91a	137.74ab	38.50a	252.00a	3.96a	3.003d	1.54d	12.99b	8.55b
Malase Yazd (MY)	ملس یزد	360.25b	688.67a	237.56b	122.69ab	20.47de	215.33c	3.28d	6.40ab	2.10ab	10.08g	4.87cde
Malase Shirin (MS)	ملس شیرین	339.87bc	565.00b	239.81b	104.20bcd	28.38c	220.33c	3.93a	3.69d	1.64cd	13.54a	8.28d
Malase Esfahan (ME)	ملس اصفهان	316.88dc	58.004b	213.38c	103.50bcd	23.00de	200.00d	3.75bc	5.64abc	1.91bc	12.16d	6.36c
Malase Torsh (MT)	ملس ترش	307.99d	505.00dc	195.23cd	60.30ef	28.91d	160.66e	2.96f	6.64a	2.35a	8.21i	3.50e
Yosef khani (YKH)	یوسف‌خانی	289.17de	447.67f	186.97d	108.89bc	29.56e	167.00e	3.32e	6.67a	2.11ab	13.60a	6.45c
Bini Kaje Sabzevar (BKS)	بینی‌کج سبزوار	272.13e	552.67b	212.17c	79.72cde	28.59c	195.00d	3.81b	5.69abc	1.84bcd	9.30h	5.07cd
ShisheKab (SHK)	شیشه کب	239.81f	474.32fe	156.42e	46.04def	30.64d	93.00g	3.26e	6.06abc	2.04ab	12.48c	6.13c
Ashkezar Yazd (AY)	اشکذر یزد	177.58g	267.00g	110.11f	67.47cde	26.59f	130.00f	3.64c	5.11c	2.11ab	9.44h	4.48de
Pust Siahe Saveh (PSS)	پوست سیاه ساوه	88.69h	173.67h	62.76g	25.92f	23.61g	49.00h	4.00a	2.81d	1.02e	11.37e	11.33a

ادامه جدول ۱

Table 1. Continued

Cultiva	رقم	ضخامت پوست Peel thickness (mm)	طول تاج میوه Fruit crown length (cm)	قطر گلوی میوه Fruit neck diameter (cm)	طول دانه Aril length (mm)	قطر دانه Aril diameter (mm)	نسبت طول به قطر دانه Aril length to diameter rate	وزن تک دانه Single aril weight (g)	وزن۱۰۰ دانه تر 100 Aril dry weight (g)	وزن ۱۰۰ دانه خشک 100Aril fresh weight (g)	درصد ماده خشک دانه Aril dry weight (%)
Naderi Badriud (NB)	نادری بادرود	2.79d	2.60b	1.32e	11.26abcd	7.99bc	1.41cde	0.46a	47.12a	10.52a	22.33a
Shahvar Shirin (SS)	شهوار شیرین	2.03e	1.69f	1.26e	10.52de	8.50ab	1.23e	0.43ab	43.47a	4.54d	9.59b
Malase Yazd (MY)	ملس یزد	4.35a	2.49c	1.91ab	11.22abcd	7.98bc	1.40cde	0.34d	35.48bc	8.33abc	23.49a
Malase Shirin (MS)	ملس شیرین	3.62bc	2.49c	1.68cd	11.60ab	8.83a	1.31de	0.38bcd	35.98bc	9.11abc	25.61a
Malase Esfahan (ME)	ملس اصفهان	3.71cd	2.02d	1.74cd	11.84a	8.77a	1.35cde	0.36bcd	43.59a	9.73ab	22.31a
Malase Torsh (MT)	ملس ترش	4.20ab	2.69a	1.86abc	9.85ef	7.49cd	1.35de	0.37bcd	31.98cd	8.61abc	26.94a
Yosef khani (YKH)	یوسف‌خانی	2.13e	1.80e	1.23e	9.52f	6.59e	1.45bcd	0.38bcd	26.26e	6.56bcd	24.98a
Bini Kaje Sabzevar (BKS)	بینی‌کج سبزوار	2.76d	1.60g	2.02a	10.86bcd	5.83f	1.86a	0.38bcd	25.75e	6.12cd	23.79a
ShisheKab (SHK)	شیشه کب	3.60bc	2.69a	1.71cd	10.65cd	7.84c	1.36cde	0.35cd	38.17b	9.06abc	23.74a
Ashkezar Yazd (AY)	اشکذر یزد	3.20cd	2.70a	1.63d	11.18abcd	7.47cd	1.50bc	0.41abc	27.81de	6.01cd	21.80a
Pust Siahe Saveh (PSS)	پوست سیاه ساوه	2.10e	1.69f	1.30e	11.41abc	7.15d	1.60b	0.36bcd	33.57bc	7.66abcd	22.84a

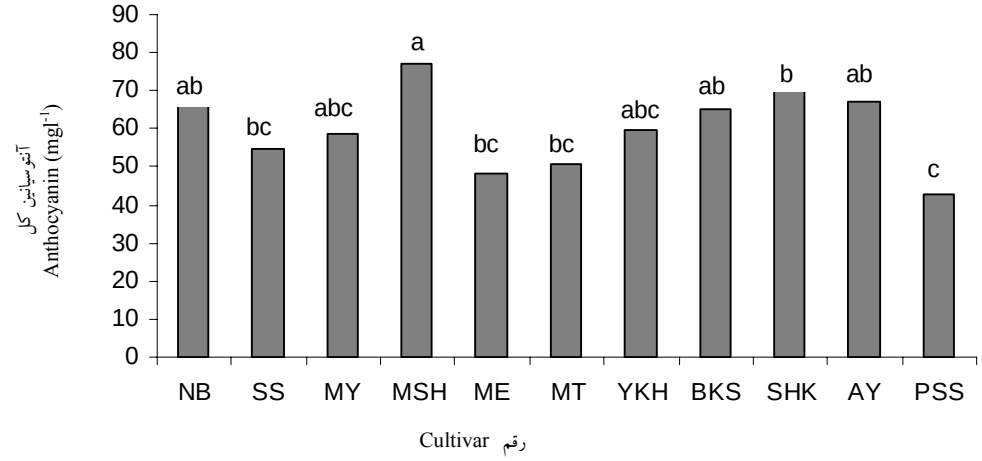
میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly aifferent.

مواد جامد محلول متعلق به ارقام ملس شیرین و یوسف‌خانی بود. ارقام نادری، شهوار و ملس اصفهان بیشترین وزن ۱۰۰ دانه تر و رقم نادری بیشترین وزن ۱۰۰ دانه خشک را داشت. رقم پوست سیاه ساوه در بسیاری از صفات، کمترین مقادیر را داشت. بیشترین میزان آنتوسیانین متعلق به رقم ملس شیرین و کمترین مقدار متعلق به رقم پوست سیاه بود (شکل ۱). مقادیر آنتوسیانین به دست آمده از این آزمایش کمتر از مقادیر گزارش شده توسط موسوی‌نژاد و همکاران (Mousavinejad *et al*., 2009) بود. اختلافات مقادیر آنتوسیانین در ارقام مورد مطالعه می‌تواند مربوط به اختلاف در زمان برداشت و اختلاف در زمان انجام آزمایش باشد. این عوامل به طور معنی‌داری روی مقدار آنتوسیانین اثر دارد (Miguel *et al*., 2004؛ Mirdehghan and Rahemi, 2007). مقادیر آنتوسیانین به دست آمده از این آزمایش به مقادیر گزارش شده توسط جیل و همکاران (Gil *et al*., 2000) روی رقم Wonderful نزدیک است. در پژوهش دیگری، مقدار آنتوسیانین کل در ارقام مورد بررسی بین ۲۵ تا ۲۵۱/۱ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود (Alighourchi *et al*., 2007). 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).

بر اساس شکل ۲، بیشترین درصد بازدارندگی (ظرفیت آنتی‌اکسیدانی) را رقم ملس شیرین و پس از آن ارقام نادری، بینی‌کج سبزوار، شیشه کپ و اشکذر نشان دادند. رقم پوست سیاه کمترین قدرت آنتی‌اکسیدانی را به خود اختصاص داد. نتایج حاصل از مطالعات بالینی در انسان و دام و نیز مطالعات انجام شده در مورد سرطان و کشت‌های درون سلول ماکروفاژ نشان داده است که میوه انار به دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالا و اثرهائی که در کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و سرطان دارد، حائز اهمیت فراوانی است (De Nigris *et al*., 2005). بروچوف-نئوری و همکاران (Borochov-Neori *et al*., 2009) نشان دادند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی انار بستگی به رقم و شرایط محیطی در طی بلوغ و رسیدن میوه دارد.

دامنه مقدار فنل کل ارقام این آزمایش (شکل ۳) با دامنه مقدار فنل اندازه‌گیری شده در ارقام پوست سیاه ساوه ، پوست سیاه اردستان، سولقان و الک شیرین که توسط موسوی‌نژاد و همکاران (Mousavinejad *et al*., 2009) انجام شده است، مشابه است. در پژوهش نجام شده توسط جیل و همکاران (Gil *et al*., 2009)، فنل کل در رقم Wonderful ۲۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بر اساس نتایج موسوی‌نژاد و همکاران (Mousavinejad *et al*., 2000) مقدار فنل کل در ارقام ایرانی ۲ تا ۴ برابر بیشتر از ارقام خارجی است.

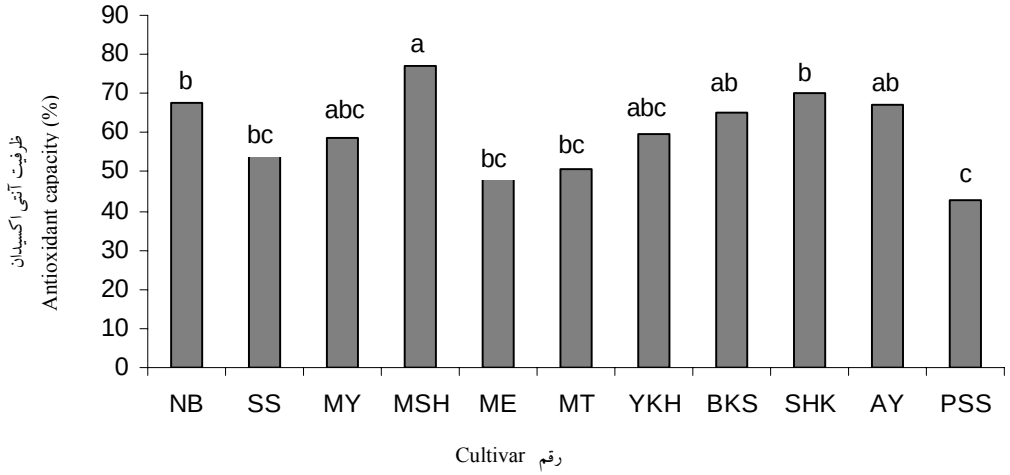


شکل ۱- میزان کل آنتوسیانین در میوه یازده رقم انار

Fig. 1. Amount of total anthocyanin in fruit of eleven pomegranate cultivars

Bars with similar letters are not significantly different ستون‌ها با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

For cultivars name see Table 1. برای نام ارقام به جدول ۱ مراجعه شود.



شکل ۲- ظرفیت آنتی اکسیدانی در یازده رقم انار

Fig. 2. Antioxidant capacity in eleven pomegranate cultivars

Bars with similar letters are not significantly different ستون‌ها با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

For cultivars name see Table 1. برای نام ارقام به جدول ۱ مراجعه شود.

طبق نتایج حاصل از تجزیه همبستگی ساده بین صفات (جدول ۲) بین اندازه میوه، تعداد دانه، وزن دانه و ترکیبات فنلی موجود در میوه رابطه مثبت معنی‌دار وجود داشت که با نتایج مارس و ماراکچی (Mars and Marrakchi, 1998) و سرخوش و همکاران (Sarkhosh *et al*., 2006) مطابقت نداشت. همان طور که انتظار می‌رفت بین میزان pH و مقدار اسیدیته قابل تیتر همبستگی منفی معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت و

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه همبستگی ساده بین صفات میوه یازده رقم انار

Table 2. Results of simple correlation analysis for different fruit characteristics of eleven pomegranate cultivars

Characteristics	صفات	وزن میوه Fruit weight	تعداد دانه Aril numbers	وزن کل دانه Total aril weight	وزن کل پوست Total peel weight	درصد پوست Peel percent	درصد دانه Aril percent	حجم آب میوه در ۱۰۰ دانه Volume of juice per 100 aril	حجم دانه ها Volume of aril	اسیدیته Acidity	هدایت الکتریکی Electrical conductivity	اسید قابل تیتر Titrable acid	مواد جامد محلول Soluble solid	شاخص طعم Taste index
Aril numbers	تعداد دانه	0.813**												
Total aril weight	وزن کل دانه	0.981**	0.858**											
Total peel weight	وزن کل پوست	0.939**	0.658*	0.855**										
Peel percent	درصد پوست	0.103	-0.224	-0.084	0.423									
Aril percent	درصد دانه	-0.103	0.224	0.084	0.423	-1.000**								
Volume of juice per 100 aril	حجم آب میوه در ۱۰۰ دانه	0.910**	0.798**	0.947**	0.759**	-0.199	0.199							
Volume of aril	حجم دانه	0.958**	0.766**	0.943**	0.893**	0.132	-0.132	0.819**						
Acidity	اسیدیته	-0.910	-0.273	-0.051	-0.153	-0.177	0.177	-0.119	0.067					
Electrical conductivity	هدایت الکتریکی	0.247	0.488	0.212	0.285	0.200	-0.200	0.256	0.147	-0.846**				
Titrable acid	اسید قابل تیتر	0.347	0.527	0.297	0.401	0.309	-0.309	0.274	0.281	-0.842*	0.193**			
Soluble solid	مواد جامد قابل حل	0.143	0.040	0.165	0.091	-0.164	0.164	0.181	0.097	0.368	-0.349	-0.525		
Taste index	شاخص طعم	-0.271	-0.420	-0.220	-0.336	-0.340	0.340	-0.217	-0.244	0.710*	-0.846**	-0.941**	0.717*	
Peel thickness	ضخامت پوست	0.115	0.472	0.143	0.054	-0.084	0.840	0.061	0.081	-0.583	0.446	0.598	-0.343	-0.523
Fruit crown length	طول تاج میوه	0.029	0.147	0.004	0.069	0.172	-0.172	0.029	-0.034	-0.621	0.333	0.473	-0.299	-0.457
Fruit neck diameter	قطر گلوی میوه	-0.056	0.471	0.038	-0.215	-0.416	0.416	0.052	-0.050	-0.445	0.557	0.577	-0.522	-0.605*
Aril lenght	طول دانه	-0.154	0.084	-0.089	-0.253	-0.354	0.354	-0.164	-0.094	0.292	-0.380	-0.215	-0.334	0.068
Aril diameter	قطر دانه	0.425	0.350	0.431	0.375	-0.083	0.083	0.302	0.374	0.197	-0.368	-0.261	0.553	0.419
Aril length/aril diameter	نسبت طول به قطر دانه	-0.452	-0.261	-0.414	-0.474	-0.134	0.134	-0.321	-0.354	0.012	0.165	0.137	-0.710*	-0.384
Single aril weight	وزن تک دانه	0.539	-0.19	0.493	0.570	0.287	-0.287	0.479	0.560	0.359	-0.380	-0.266	0.214	0.217
100 Aril dry weight	وزن ۱۰۰ دانه خشک	0.623*	0.470	0.637*	0.541	-0.190	0.190	0.592	0.516	0.221	-0.335	-0.250	0.429	0.339
100Aril fresh weight	وزن ۱۰۰ دانه تر	0.631*	0.498	0.647*	0.545	-0.211	0.211	0.617*	0.492	0.056	-0.225	-0.138	0.369	0.257
Aril dry weight (%)	درصد ماده خشک دانه	-0.234	-0.132	-0.244	-0.196	0.067	-0.067	-0.164	-0.302	-0.745**	0.605*	0.567	-0.407	-0.481
Total anthocyanin	میزان کل آنتوسیانین	0.212	0.382	0.244	0.135	-0.092	0.092	0.284	0.266	0.070	0.100	0.057	0.283	-0.089
Antioxidant capacity	ظرفیت آنتی اکسیدانی	0.275	0.607*	0.322	0.164	-0.198	0.198	0.247	0.230	-0.495	0.569	0.520	0.137	-0.283
Total phenol	فنل کل	0.479	0.827**	0.704*	0.057	-0.116	0.116	0.655*	0.582	-0.497	0.649*	0.613*	0.172	-0.381

** و *: به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

* and **: Significant at 1% and 5% of probability levels, respectively.

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

Characteristics	صفات	ضخامت پوست Peel thickness	طول تاج میوه Fruit crown length	قطر گلوی میوه Fruit neck diameter	طول دانه Aril length	قطر دانه Aril diameter	نسبت طول به قطر دانه Aril length/ diameter	وزن تک دانه Single aril weight	وزن ۱۰۰ دانه خشک 100 Aril dry weight	وزن ۱۰۰ دانه تر 100Aril fresh weight	درصد ماده خشک دانه Aril dry weight (%)	آنتوسیانین Total anthocyanin	ظرفیت آنتی اکسیدانی Antioxidant capacity
Fruit crown length	طول تاج میوه	0.759**											
Fruit neck diameter	قطر گلوی میوه	0.728*	0.362										
Aril lenght	طول دانه	0.437	0.214	0.424									
Aril diameter	قطر دانه	0.298	0.162	-0.231	0.298								
Aril length/aril diameter	نسبت طول به قطر دانه	-0.117	-0.116	0.458	0.202	-0.867**							
Single aril weight	وزن تک دانه	-0.488	-0.200	-0.701*	-0.316	0.221	-0.338						
100 Aril dry weight	وزن ۱۰۰ دانه خشک	0.093	0.017	-0.258	0.301	0.860**	-0.703*	0.399					
100Aril fresh weight	وزن ۱۰۰ دانه تر	0.174	0.087	-0.196	0.245	0.837**	-0.717*	0.360	0.979**				
Aril dry weight (%)	درصد ماده خشک دانه	0.203	0.212	0.295	-0.463	-0.524	0.254	-0.270	-0.585	-0.409			
Total anthocyanin	میزان کل آنتوسیانین	0.263	0.354	0.269	0.128	0.178	-0.069	-0.134	0.077	0.006	-0.340		
Antioxidant capacity	ظرفیت آنتی اکسیدانی	0.556	0.270	0.465	-0.147	0.189	-0.281	-0.384	0.038	0.091	0.172	0.121	
Total phenol	فنل کل	0.381	0.077	0.314	-0.340	0.248	-0.403	-0.030	0.275	0.353	0.198	0.070	0.824**

** و *: به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

* and **: Significant at 1% and 5% of probability levels, respectively.

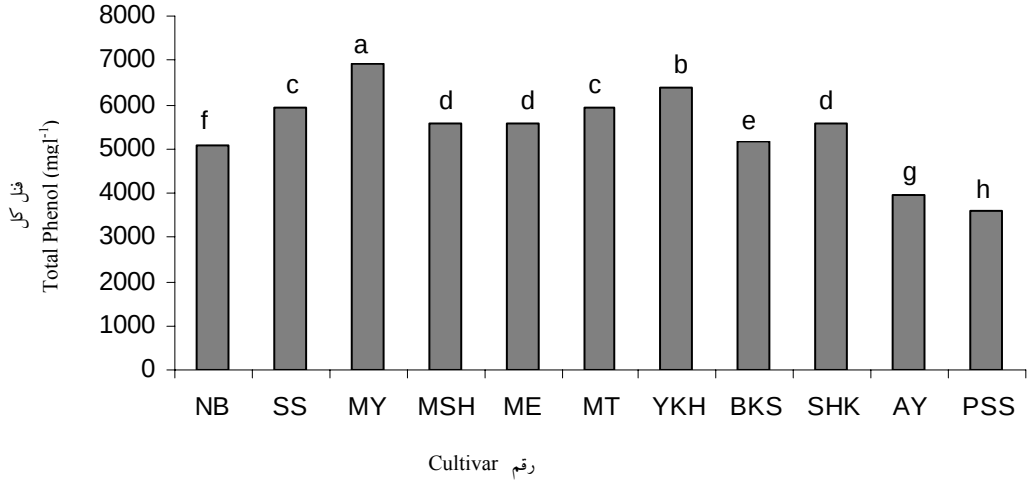
میوه‌های ترش تر با اسیدیته قابل تیتراسیون بیشتر، دارای pH پایین‌تری بودند. بین اسیدیته قابل تیتر و مقدار هدایت الکتریکی نیز همبستگی به صورت مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار بود. معنی‌دار شدن همبستگی این صفات توسط سرخوش و همکاران (Sarkhosh *et al*., 2006) نیز گزارش شده است. بین میزان مواد جامد محلول با هدایت الکتریکی همبستگی معنی‌داری به دست نیامد. همبستگی مثبت معنی‌داری بین ضخامت پوست میوه با قطر گلوی میوه و طول تاج دیده شد. وزن میوه و نیز قطر دانه با وزن ۱۰۰ دانه تر و وزن ۱۰۰ خشک دانه به ترتیب در سطوح ۵ و ۱۰ درصد همبستگی داشتند که نشان‌دهنده این است که میوه‌های درشت‌تر دارای دانه‌های بزرگ‌تری هستند. میزان فنل کل با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رابطه مثبت قوی و معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان داد که با نتایج گیل و همکاران (Gil *et al*., 2000) و آپاک و همکاران (Apak *et al*., 2007) همخوانی داشت. مقدارآنتوسیانین با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی هیچ همبستگی را نشان نداد که با نتایج تزولکر و همکاران (Tzulker *et al*., 2007) و مادریگال و همکاران (Madrigal *et al*., 2009) مطابقت داشت. بروچوف-نئوری و همکاران (Borochov-Neori *et al*., 2009) نیز نشان دادند که آنتوسیانین‌ها در آب انار در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل دخیل نیستند.

آنالیز رگرسیون خطی روی خصوصیات میوه یازده رقم مختلف نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه به طور خطی با میزان فنل کل (R^2=۰/۶۴۳) در ارتباط بود، اما با میزان کل آنتوسیانین ارتباط خطی نشان نداد. بروچوف-نئوری و همکاران (Borochov-Neori *et al*., 2009) گزارش کردند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه انار همبستگی بالائی (R^2=۰/۹۸) با فنل‌های قابل حل ارتباط خطی دارد.

معادله رگرسیون به دست آمده به صورت زیر بود:

DPPH=81.085+0.001Phenol

نتایج تجزیه کلاستر ارقام انار مورد بررسی بر اساس صفات اندازه‌گیری شده در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج این گروه‌بندی نشان داد که در فاصله ۲۵، ارقام به دو گروه تقسیم‌بندی شدند. با کاهش فاصله روی مقیاس کلاستر از ۲۵ به ۱۰، ارقام به پنج گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند. در گروه اول ارقامی قرار گرفتند که در صفات فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، وزن ۱۰۰ دانه خشک و قطر گلوی میوه تشابه داشتند. گروه دوم ارقام با بیشترین وزن میوه، وزن دانه، وزن پوست و حجم آب میوه در ۱۰۰ دانه بودند. در گروه سوم ارقام با هدایت الکتریکی و اسیدقابل تیتر بیشتر و مواد جامد محلول و شاخص طعم کمتر قرار گرفتند، به عبارتی ارقام ترش تر در این گروه قرار گرفتند. گروه چهارم ارقام با کمترین

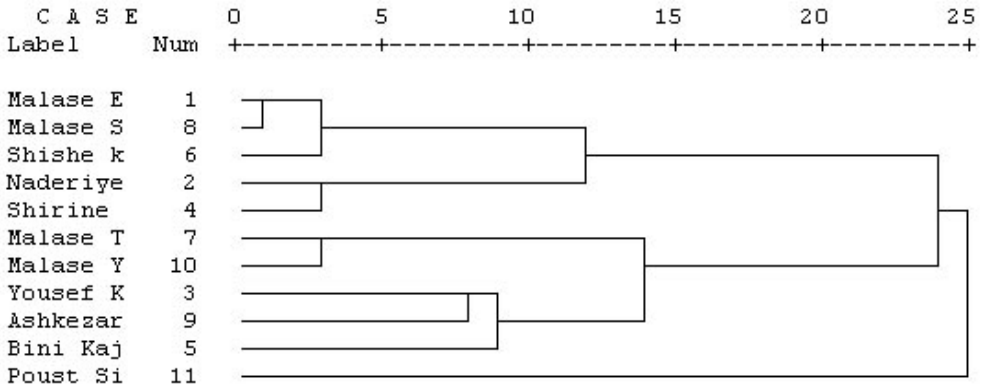


شکل ۳- میزان فنل کل در میوه یازده رقم انار

Fig. 3. Total phenol in fruit of eleven pomegranate cultivars

Bars with similar letters are not significantly different ستون‌ها با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

For cultivars name see Table 1. برای نام ارقام به جدول ۱ مراجعه شود.



شکل ۴- گروه‌بندی یازده رقم انار بر اساس صفات میوه اندازه‌گیری شده به روش Ward

Fig. 4. Grouping of eleven pomegranate cultivars based on fruit characteristics by Ward method

وزن ۱۰۰ دانه تر و گروه پنجم رقم پوست سیاه ساوه بود که کمترین هدایت الکتریکی، اسید قابل تیتر، آنتوسیانین، فنل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و بیشترین pH را داشت.

تجزیه به عامل‌ها یکی دیگر از روش‌های چند متغیره است که به عنوان روشی برای کاستن حجم داده‌ها به منظور روشن ساختن روابط بین دو یا چند متغیر و توجیه تغییرات کل داده‌های اصلی و اولیه به وسیله تعداد محدودی از متغیرهای جدید مستقل و متعامد به نام

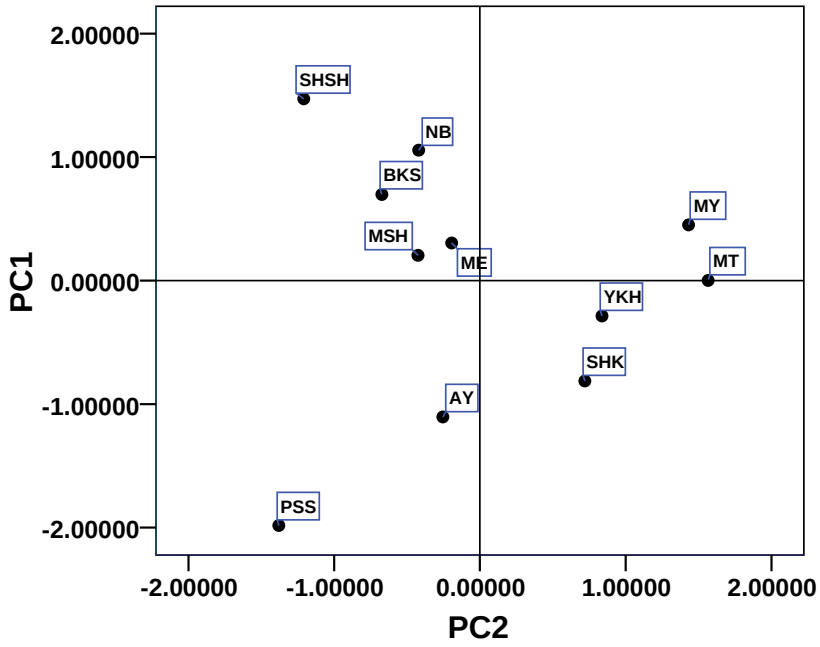
عامل‌های اصلی شناخته شده است. هر عامل تغییراتی را توجیه می‌کند که توسط عامل‌های قبلی بیان نشده است. به علت این که عامل‌ها به صورت متعامد و مستقل از یکدیگر هستند، هر عامل نشان‌دهنده خصوصیات متفاوتی از داده‌های اصلی است و به صورت مستقل از یکدیگر باید تفسیر شوند (Farshadfar, 2005). جدول ۳ نتایج تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهد. تجزیه عامل توانست صفات مورد ارزیابی را به صورت شش عامل اصلی بیان نماید که در بین آن‌ها عامل‌های اول، دوم و سوم، بیشترین سهم را در توجیه واریانس نشان دادند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به صورت درصد بیان شده است. در تجزیه عامل‌ها، مجموعاً ۶ عامل اصلی و مستقل که مقادیر ویژه آنها بیشتر از یک بودند، توانستند ۹۳/۹۰ درصد واریانس کل را توجیه کنند. صفات وزن میوه، تعداد دانه، وزن کل دانه در میوه، وزن کل پوست، حجم آب میوه در ۱۰۰ دانه، حجم دانه و وزن تک دانه در عامل اول (PC1) قرار گرفتند که ۳۱/۵۱ درصد از سهم کل واریانس را شامل شدند. صفات pH، EC، TA، TSS/TA، طول تاج و قطر گلوی میوه، درصد ماده خشک دانه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل در عامل دوم (PC2) قرار گرفتند که ۲۶/۳۳ درصد از سهم واریانس را به خود اختصاص دادند. همچنین عامل سوم صفاتی مانند TSS، قطر دانه، نسبت قطر به طول دانه و وزن ۱۰۰ دانه تر و خشک را شامل شدند که ۱۴/۲۹ درصد از سهم واریانس را توجیه کردند. این سه عامل مجموعاً حدود ۷۲/۱۴ درصد از کل واریانس را به خود اختصاص دادند. سرخوش و همکاران (Sarkhosh *et al.*, 2006) نیز گزارش کردند که صفات مربوط به عصاره میوه و صفات دانه و هسته از اجزای تشکیل‌دهنده عوامل اصلی و فرق گذار بین ارقام انار هستند.

در این پژوهش تجزیه دی پلات با استفاده از دو عامل اصلی اول و دوم که مجموعاً ۵۷/۸۵ درصد از سهم کل واریانس را توجیه کردند انجام شد (شکل ۵). این روش برای نمایش دو بعدی پراکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات موثر در عامل‌های اول و دوم به کار برده می‌شود و تجمع در یک ناحیه از پلات نشان‌دهنده تشابه ژنتیکی آن‌ها است. بنابراین بر اساس تجزیه دی‌پلات ارقامی که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند، از نظر صفات موثر در عامل‌های اول و دوم شباهت بیشتری نشان داده و در یک گروه قرار می‌گیرند. مثلاً ارقام ملس یزد و ملس ترش در عامل‌های اول و دوم (قسمت مثبت) شباهت بیشتری نشان دادند و در یک گروه قرار گرفتند. ارقام شیرین شهوار، نادری، بینی‌کج سبزوار، ملس اصفهان و ملس شیرین از نظر صفات موثر در عامل اول بیشترین شباهت را داشتند و ارقام یوسف‌خانی و شیشه کپ از نظر صفات اثرگذار در عامل دوم شباهت بیشتری با هم داشتند.

جدول ۳- مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی واریانس ها برای شش عامل اصلی

Table 3. Specific values, variance and cumulative percent of variances for six main factors

عامل ها Factors	مقادیر ویژه Specific values	واریانس (درصد) Variance (%)	درصد تجمعی Cumulative (%)
1	8.19	31.51	31.51
2	6.84	26.33	57.85
3	3.71	14.29	72.14
4	2.22	8.54	80.69
5	2.10	8.10	88.79
6	1.32	5.10	93.90

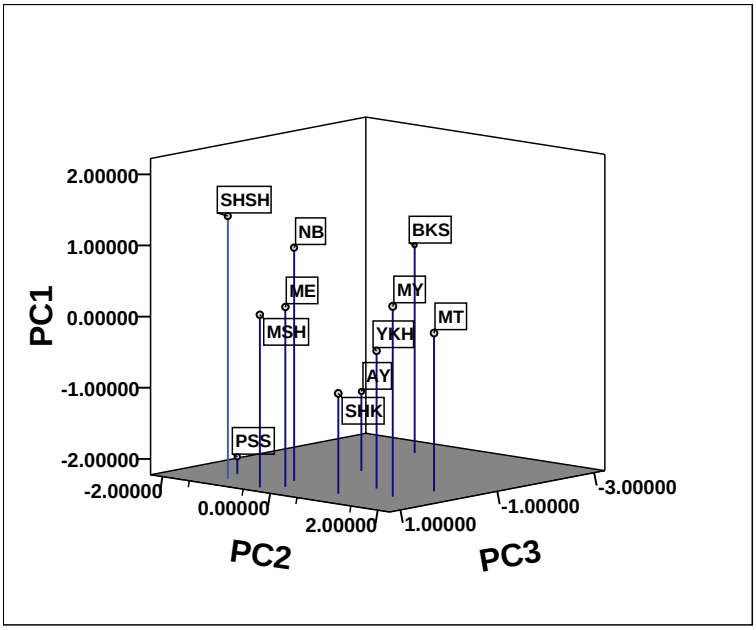


شکل ۵- تجزیه دی‌پلات(تصویر دو بعدی) پراکنش یازده رقم انار بر اساس صفات موثر در عامل‌های اول (PC1=٪۳۱/۵۱) و دوم (PC2=٪۲۶/۳۳)

Fig. 5. Diplot analysis of eleven pomegranate cultivars distribution based on effective traits in first factor (PC1=31.51%) and second factor (PC2=26.33%)

تجزیه تری‌پلات تصویر سه بعدی از پراکنش ژنوتیپ‌ها را بر اساس صفات تاثیرگذار در سه عامل اصلی اول، دوم و سوم نشان می‌دهد. تجمع افراد در یک ناحیه از پلات نشان‌دهنده تشابه ژنتیکی آن‌ها است (شکل ۶). در این پژوهش تجزیه تری‌پلات با استفاده از سه عامل اصلی اول، دوم و سوم که مجموعاً ۷۲/۱۴ درصد از کل واریانس را توجیه کردند، انجام شد.

رقم شیرین شهوار از نظر صفات قرار گرفته در عامل یک، قوی و از نظر صفات تشکیل‌دهنده عامل سوم، نسبتاً قوی ولی از نظر صفات موثر در عامل دوم، ضعیف بود و در فاصله صفر تا ۲- قرار گرفت. علاوه بر آن، رقم



شکل ۶- تجزیه تری‌پلات (تصویر سه بعدی) پراکنش یازده رقم انار بر اساس صفات موثر در عامل‌های اول (PC1=٪۳۱/۵۱)، دوم (PC2=٪۲۶/۳۳) و سوم (PC3=٪۱۴/۲۹)

Fig. 6. Triplot analysis of eleven pomegranate cultivars distribution based on effective traits in first factor (PC1=31.51%), second factor (PC2=26.33%) and third factor (PC3=14.29%)

نادری نیز از نظر صفات تاثیرگذار در عامل اول و سوم، نسبتاً قوی بود. صفات وزن میوه، دانه و پوست و حجم آب میوه از جمله صفات تاثیرگذار در ایجاد شباهت بین ارقام شیرین شهوار، نادری و بینی‌کج سبزوار بودند.

بر اساس نتایج تری‌پلات ارقام شیشه کپ و ملس یزد از نظر صفات تاثیرگذار در عامل دوم و سوم قوی و از نظر عامل اول ضعیف بودند. رقم ملس ترش از نظر صفات تاثیرگذار در عامل دوم، قوی بود و در فاصله ۱+ تا ۲+ قرار گرفت. رقم یوسف‌خانی نیز از نظر این عامل قوی بود. صفات مربوط به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل از جمله صفات تاثیرگذار در عامل دوم بودند. ارقام ملس اصفهان، ملس شیرین و پوست سیاه نیز از نظر عامل سوم قوی بودند. رقم اشکذر در قسمت منفی از سه عامل قرار گرفت و از نظر سه عامل یاد شده ضعیف بود.

در مجموع، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که آب میوه ژنوتیپ‌های با pH بیشتر، مقدار اسیدیته قابل تیتر کمتر و هدایت الکتریکی بیشتری داشتند. میوه‌های با ضخامت پوست میوه بیشتر دارای قطر گلو و طول تاج میوه بیشتری بودند. همچنین آب میوه‌هایی که دارای فنل بیشتری بودند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری داشتند، اما مقدار آنتوسیانین در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل تاثیری نداشت. بر اساس نتایج تجزیه کلاستر، صفاتی از جمله وزن میوه،

وزن کل دانه در میوه، حجم دانه، اسید قابل تیتر، مواد جامد محلول، شاخص طعم، قطر دانه، وزن ۱۰۰ دانه تر و خشک و فنل کل از عوامل مهم تفکیک کلاسترهای اصلی بودند. نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که صفات وزن میوه، تعداد دانه، وزن کل دانه در میوه، وزن کل پوست، حجم آب میوه در ۱۰۰ دانه، حجم دانه، وزن تک دانه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل بیشترین نقش را در تفاوت بین ارقام داشتند. بر اساس نتایج تری‌پلات، ارقام ملس اصفهان، ملس شیرین، شیرین شهوار و نادری در یک گروه و نزدیک هم قرار گرفتند. ارقام ملس ترش، ملس یزد، یوسف‌خانی، اشکذر و بینی کج که خصوصیات مشابه بیشتری داشتند، نیز در یک گروه قرار گرفتند که با نتایج تجزیه به عامل‌های اصلی و گروه بندی ارقام مورد بررسی در تجزیه کلاستر مطابقت داشت. رقم شیشه کپ، در تجزیه کلاستر که گروه‌بندی ارقام بر اساس کل صفات مورد ارزیابی انجام شد، در گروه اول قرار گرفت اما در تجزیه تری‌پلات که پراکنش ارقام بر اساس سه عامل اول اثرگذار تعیین می‌شود، در کنار دیگر ارقام قرار گرفت که می‌تواند به این دلیل باشد که این رقم از نظر صفات تاثیرگذار در عامل دوم و سوم قوی و از نظر عامل اول ضعیف است. رقم پوست سیاه ساوه نیز در گروه مجزایی قرار گرفت.

References

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.

Anonymous, 2005. Iran statistical year book. http://eamar.sci.org.ir/index_e.aspx (in Persian).

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.

De Nigris, F., Williams-Ignarro, S., Lerman, L. O., Crimi, E., Botti, C., Mansueto, G., DeArmiento, F. P., De Rosa, G., Sica, V., Ignarro, L. J., and Napoli, C. 2005. Beneficial effects of pomegranate juice on oxidation-sensitive genes and endothelial nitric oxide synthase activity at sites of perturbed shear stress. Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 102: 4896–4901.

Farshadfar, E. 2005. Multivariate Principles and Procedures of Statistics. Publication of Taghbostan, Kermanshah, Iran. 734 pp. (in Persian).

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.

Hernandez, F., Melgarejo, P., and Tomas Barberan, F. A. 1999. Evalution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. Journal of Agricultural and Food Chemistry 210: 39-42.

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.

Kidar, A. A. 2006. Postharves biology and Technology of pomegranate. Pp. 211-220. In: Navindra, P., Risa, N., and Hebber, D. (eds.) Pomegranates: Ancent Roots to Modern Medicine. CRC Press, Boca Boton.

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.

Mars, M., and Marrakchi, M. 1998. Conversation et valorization des resources genetiques du grenadier (*Punica granatum* L.) en Tunisie. Plant Genetic Resources Newsletter 114: 35-39.

Miguel, G., Fontes, C,. Antunes, D., Neves, A., and Martins, D. 2004. Anthocyanin concentration of "Assaria" pomegranate fruits during different cold storage conditions, Journal of Biomedicine and Biotechnology 5: 338–342.

Mirdehghan, S. H., and Rahemi, M. 2007. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. Scientia Horticulturae 111: 120–127.

Mirjalili, A. 2003. Pomegranate Recognition. Agricultural Education Publications, Karaj, Iran. 235 pp. (in Persian).

Mohseni, A. 2009. Identification and introduction of the best pomegranate export cultivars in Iran. Office of Tropical and Subtropical Fruits. Publications of Agricultural Education. 38 pp. (in Persian).

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.

Nakamura, Y., Hidaka, M., Masaki, H., and Uozumi, T. 1990. Major anthocyanin of the flowers of Hibiscus (*Hibiscus rosa- sinensis* L.). Agriculture and Biological Chemistry 54: 345-346.

Pokorny, J., Yanishlieva, N., and Gordon, M. 2001. Antioxidants in Food. Practical Applications. Woodhead Publishing. 380pp.

Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fattahi Moghadam, M. R., Ebadi, A., Saie, A., Tabatabaei, S. Z., and Akrami, M. R. 2006. Study of relationship among quality and quantity traits in some fruits of pomegranate genotypes. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 4: 146-185 (in Persian).

Shahidi, F., and Naczk, M. 2004. Phenolic in food and nutraceuticals. Pp. 131–239. In: Shahidi, F. (ed.) Antioxidants in Food and Food Antioxidants. CRC Press, Boca Boton.

Singleton, V. L., and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents, American Journal of Enology and Viticulture 16: 144–158.

Sun, T., and Ho, C. T. 2005. Antioxidant activity of buck wheat extracts. Food Chemistry 90: 743 - 749.

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.

Varasteh, F., Arzani, K., and Zamani, Z. 2008. Evaluation of physico-chemical seasonal changes in fruit of pomegranate 'Malase torshe saveh' cultivar. Iranian Journal of Horticultural Science 39 (1): 29-38 (in Persian).

Zarban, A., Malekaneh, M. R., and Boghrati, M. 2007. Antioxidant properties of pomegranate juice and its scavenging effect on free radicals. Journal of Birjand University of Medical Sciences 14: 19-26 (in Persian).