



## بررسی خصوصیات کمی و کیفی برخی ارقام تجاری انار در شرایط اقلیمی یزد

اورنگ خادمی<sup>1</sup>، محمدرضا وظیفه شناس<sup>2</sup>، جواد عرفانی مقدم<sup>3</sup>

1- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

2- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

3- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله :	<p>به منظور ارزیابی کیفیت و کمیت ارقام مهم تجاری انار ایران در شرایط اقلیمی یزد، میوه های 12 رقم شامل: ارقام اردستانی مهولات، بجستانی، شیشه کپ فردوس، نادری بادرود، قجاق قم، گل تفتی، شیرین شهوار، رباب نی ریز، ملس یزدی، ملس ساوه، ملس یوسف خانی و خزر بردسکن در مرحله بلوغ تجاری برداشت و از نظر صفات مهم کمی و کیفی بررسی شدند. نتایج نشان داد بین ارقام از نظر وزن میوه، خصوصیات رنگ پوست و آریل (<math>CIE L^*, a^*, b^*</math> و زاویه هیو)، مقدار مواد جامد محلول، درصد اسید قابل تیترا، فعالیت آنتی اکسیدانی و مقدار آنتوسیانین عصاره تفاوت های مشخصی وجود داشت. در این بین بیشترین وزن میوه در رقم شیرین شهوار اندازه گیری شد، این رقم همچنین دارای کمترین درصد اسید قابل تیترا و بیشترین شاخص طعم در بین ارقام بوده و رنگ روشنی نیز نشان داد، هرچند روشن ترین رنگ در بین ارقام در رقم نادری بادرود ارزیابی شد. در همین حال رقم ملس یزدی بر اساس خصوصیات رنگی پوست و آریل، مقدار آنتوسیانین عصاره و خصوصیات طعم بهترین رقم در بین ارقام بود. هرچند ارقامی همانند شیشه کپ فردوس نیز خصوصیات کیفی مناسبی نشان دادند. همچنین همبستگی بین صفات بررسی و روابط معنی داری بین خصوصیات رنگ و مقدار آنتوسیانین و یا بین ظرفیت آنتی اکسیدانی و مقدار فنل و یا مقدار آنتوسیانین مشاهده شد.</p>
تاریخ دریافت: 1400 /02/09	
تاریخ پذیرش: 1401/04/26	
کلمات کلیدی:	<p>آنتوسیانین، آنتی اکسیدان، انار، رقم، کیفیت.</p>
DOI: 10.22034/FSCT.19.127.395	
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.31.4	
* مسئول مکاتبات:	o.khademi@shahed.ac.ir

## 1- مقدمه

انار یکی از میوه‌های مهم نیمه‌گرمسیری بومی ایران، با نام علمی *Punica granatum* متعلق به کوچک‌ترین خانواده گیاهی به نام *Punicaceae* می‌باشد. درختان انار در محدوده جغرافیایی وسیعی از ایران تا کوه‌های هیمالیا در شمال هند گسترش دارند و یکی از میوه‌های باستانی می‌باشد که علاوه بر مصرف خوراکی دارای اهمیت دارویی و زینتی نیز می‌باشد [1 و 2]. انار یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور ایران است که سطح زیرکشت آن به‌علل سازگاری با شرایط متفاوت آب و هوایی، قابل کشت بودن در خاک‌های سنگین تا سبک، تحمل شوری آب و خشکی و کم‌آبی و تنوع ژنتیکی بالا، در حال افزایش می‌باشد. شواهد تاریخی نشان می‌دهد که ایران محل اولیه کشت و کار انار بوده و از این منطقه به مناطق دیگر گسترش یافته است [3]. انار علاوه از تازه‌خوری کاربرد صنعتی نیز دارد. عصاره موجود در پوست میوه، دانه و برگ انار برای مصارف دارویی اهمیت زیادی دارد [1 و 4].

ایران دارای تنوع زیادی در ارقام و ژنوتیپ‌های انار می‌باشد. به‌طوری‌که در حدود 760 نمونه از ژنوتیپ‌های مختلف انار شامل انارهای اهلی، وحشی و زینتی در مناطق مختلف ایران وجود دارد که بسیاری از این ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده و در کلکسیون‌های انار ساوه و یزد نگهداری می‌شوند. مهم‌ترین ارقام تجاری انار در ایران شامل ملس ساوه، ملس یزدی، ملس یوسف‌خانی، قجاج قم، شیشه‌کپ فردوس، خزر بردسکن، رباب نی‌ریز، نادری بادرود، ملس یزدی، گل تفتی، سیاب لرستان، نادری نطنز، اردستانی مهولات و بجستانی می‌باشند که این ارقام بیش از 95 درصد صادرات انار کشور را شامل می‌شوند [5، 6 و 7]. در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه خصوصیات کمی و کیفی ارقام مختلف انار صورت گرفته و نتایج نشان داده است تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های میوه از قبیل کیفیت، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مقدار پلی‌فنل‌ها، آنتوسیانین، اسید آلی و محتویات قند موجود در میان ارقام یا ژنوتیپ‌های انار وجود دارد [8، 9، 10 و 11]. به‌طورکلی پذیرفته شده است که خصوصیات میوه انار اهمیت زیادی در مصرف آن به‌شکل تازه‌خوری یا فرآوری شده دارد و انواع ارقام انار بر اساس خصوصیات ارگانولوپتیک و ویژگی‌های شیمیایی میوه به سه گروه ترش، شیرین و ملس (ترش-شیرین) تقسیم‌بندی می‌شوند، و بر اساس سختی دانه در دو گروه نرم‌دانه و سخت‌دانه قرار می‌گیرند [8]. با این حال بر اساس تقاضای بازار و همچنین فرهنگ‌های مختلف در سایر

کشورها ارزیابی خصوصیات میوه انار بسیار ضروری می‌باشد و تحقیقات زیادی در بسیاری از مناطق جهان روی خصوصیات کمی و کیفی میوه از جمله اسپانیا [8 و 9]، ایران [7 و 13]، ترکیه [14]، آمریکا [15]، ایتالیا [16 و 17] و تونس [11 و 18] صورت گرفته است.

Al-Said و همکاران [19]، چهار رقم انار موجود در منطقه Al Jabal al Akhdar عمان را بررسی و نشان دادند، بین این چهار رقم اختلاف معنی‌داری از نظر ضخامت پوست و خصوصیات کیفی میوه وجود داشت. ارقامی که سختی آریل کمتری داشتند، مقدار عصاره آریل بیشتری داشتند. Al-Kahtani [20] نیز در پژوهشی خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی 11 رقم انار موجود در جنوب عربستان شامل رقم بومی طائفی و ارقام وارد شده از اسپانیا و مصر را بررسی و نشان دادند که رنگ ارقام متنوع و از زرد تا قرمز تیره، قرمز روشن و حتی سبز متفاوت بود. میوه برخی از ارقام بیشتر از 300 گرم و برخی دیگر کمتر از 200 گرم وزن داشتند. خصوصیات کیفی از قبیل مقدار مواد جامد محلول و درصد اسید قابل تیتر در عصاره میوه نیز بین ارقام متنوع بود. ولی در نهایت بهترین رقم از نظر پانل تست‌کنندگان رقم بومی طائفی بود. این رقم انار عمده تولید شده در عربستان بوده و مورد توجه مصرف‌کنندگان می‌باشد. براساس مطالعات انجام شده تاکنون نتایج جامعی از ویژگی‌های کمی و کیفی مهم‌ترین ارقام تجاری کشت شده در منطقه یزد ارایه نشده است و هدف از این تحقیق، ارزیابی کامل 12 رقم انار تجاری به‌لحاظ صفات کمی و کیفی در شرایط اقلیمی یزد می‌باشد.

## 2- مواد و روش‌ها

### 2-1- مواد گیاهی و ارقام مورد ارزیابی

در این پژوهش، 12 رقم تجاری انار شامل: ارقام اردستانی مهولات، بجستانی، شیشه‌کپ فردوس، نادری بادرود، قجاج قم، گل تفتی، شیرین شهوار، رباب نی‌ریز، ملس یزدی، ملس ساوه، ملس یوسف‌خانی، و خزر بردسکن از ایستگاه تحقیقات انار یزد در مرحله بلوغ تجاری برداشت و به آزمایشگاه فیزیولوژی و فنآوری پس از برداشت دانشگاه شاهد منتقل شدند. از هر رقم 12 میوه سالم و یکنواخت انتخاب و به سه تکرار، هر تکرار شامل چهار میوه تقسیم و برخی از صفات کمی و کیفی میوه اندازه‌گیری شدند.

## 2-2- اندازه‌گیری صفات میوه

وزن میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم توزین و سپس خصوصیات رنگی پوست میوه شامل: CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  با استفاده از دستگاه رنگ سنج (مدل Test 300 ساخت کشور تایوان) بررسی شدند و زاویه هیو بر مبنای فرمول  $\tan^{-1}(b^*/a^*)$  محاسبه شد [21]. سپس میوه‌ها پوست کنی شده و آریل آنها جدا گردید. خصوصیات رنگی آریل توسط دستگاه رنگ سنج اندازه‌گیری شده و بخشی از آریل‌های هر واحد آزمایشی عصاره‌گیری و بخش دیگر به فریزر 80- منتقل شدند. چند قطره از عصاره میوه صاف شده روی منشور دستگاه رفرکتومتر دستی (مدل ATC-1e) قرار گرفته و مقدار مواد جامد محلول در دمای محیط قرائت گردید. مقدار مواد جامد محلول هر واحد آزمایشی سه مرتبه اندازه‌گیری و میانگین آنها در نظر گرفته شد [22]. به منظور اندازه‌گیری درصد اسید قابل تیتراژ، مقدار پنج میلی‌لیتر از عصاره میوه با آب مقطر به حجم نهایی 50 میلی‌لیتر رسانیده شد، سپس محلول حاصل توسط سود 0/1 نرمال تا رسیدن به pH 8/2 تیتراژ شد. مقدار سود مصرفی یادداشت و درصد اسید قابل تیتراژ استفاده از فرمول ذیل و بر اساس غالبیت اسید سیتریک محاسبه شد [23].

= اسید قابل تیتراژ

$$100 \times \frac{\text{مقدار سود مصرفی} \times \text{ضریب اسید غالب} \times \text{نرمالیت سود}}{\text{مقدار عصاره}}$$

برای اندازه‌گیری مقدار فنل کل از روش فولین سیوکالتیو (Follin-ciocaltau) استفاده شد. بدین منظور یک گرم از آریل پودر شده با 10 میلی‌لیتر متانول 80% مخلوط شده و سپس توسط دستگاه سانتیفریوژ (Sigma 3-30-k) در  $10000 \times g$  به مدت ده دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتیفریوژ شد. محلول رویی جمع‌آوری و به هفت میلی‌لیتر آب مقطر، یک میلی‌لیتر از محلول رویی اضافه گردید. سپس مقدار یک میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتیو به آن اضافه شده و پس از گذشت پنج دقیقه مقدار یک میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم 20% نیز به آن اضافه شد. میزان جذب نمونه‌های حاصل پس از گذشت یک ساعت در طول موج 760 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Perkin elmer-lambda) قرائت شده و مقدار فنل کل نمونه‌ها بر اساس استاندارد اسید تانیک که همزمان با تهیه نمونه‌ها تهیه شده بود (شکل 1-2) محاسبه گردید [24].

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره با استفاده از روش DPPH

اندازه‌گیری شد. برای این منظور به دو میلی‌لیتر محلول DPPH یک میلی‌مولار مقدار 50 میکرولیتر از عصاره تهیه شده در بخش اندازه‌گیری فنل اضافه شده و به مدت 30 دقیقه در تاریکی نگه‌داری شد. سپس میزان جذب محلول DPPH در 515 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH براساس فرمول زیر محاسبه شد [24].

= درصد بازدارندگی

$$100 \times \left[ \frac{\text{میزان جذب محلول اولیه DPPH}}{\text{میزان جذب نمونه}} - 1 \right]$$

مقدار آنتوسیانین عصاره میوه با استفاده از روش تغییر pH اندازه‌گیری شد. برای این منظور یک میلی‌لیتر عصاره انار با 10 میلی‌لیتر بافر کلرید پتاسیم 25 میلی‌مولار با pH=1 و 10 میلی‌لیتر بافر استات سدیم 0/4 مولار با pH=4/5 مخلوط شده، سپس جذب هر یک از نمونه‌های حاصل در طول موج-های 510 و 700 نانومتر اندازه‌گیری شد. مقدار آنتوسیانین با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

(mg/l) مقدار آنتوسیانین

$$\frac{100 \times MW \times DF \times (ABS_{415} - ABS_{510}) \times 10^4}{MA \times (ABS_{415} - ABS_{510}) \times pH}$$

در این رابطه ABS؛ مقدار جذب، MW؛ وزن مولکولی سیانیدین-3-گلوکوزید به‌عنوان آنتوسیانین غالب انار (449/2)، df؛ فاکتور رقت (10) و MA؛ ضریب جذب مولی آنتوسیانین غالب انار (26/900) می‌باشد [24].

## 2-3- طرح آزمایشی و آنالیز داده‌ها

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه 9/3/1) تجزیه شده و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5% استفاده شد. ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه 16) محاسبه گردید.

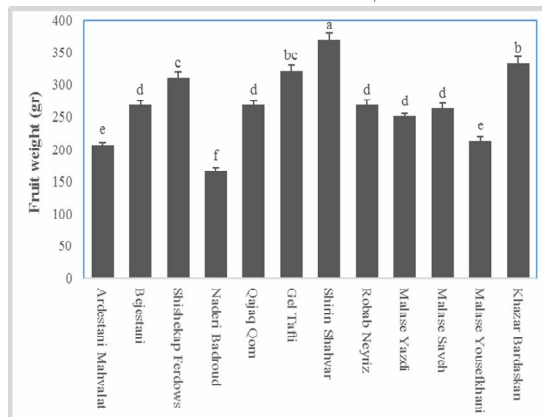
## 3- نتایج

### 3-1- صفات کمی و کیفی

بر اساس نتایج این پژوهش، بیشترین وزن میوه در رقم شیرین شهوار با مقدار متوسط 368 گرم مشاهده شد. ارقام خزر بردسکن، گل تفتی و در درجه بعدی رقم شیشه‌کپ فردوس نیز دارای وزن میوه بیشتری در مقایسه با سایر ارقام بودند. ارقام بجستانی، قجاج قم، رباب نی‌ریز، ملس یزدی و ملس ساوه وزن میوه متوسطی داشته و کمترین وزن میوه نیز در رقم

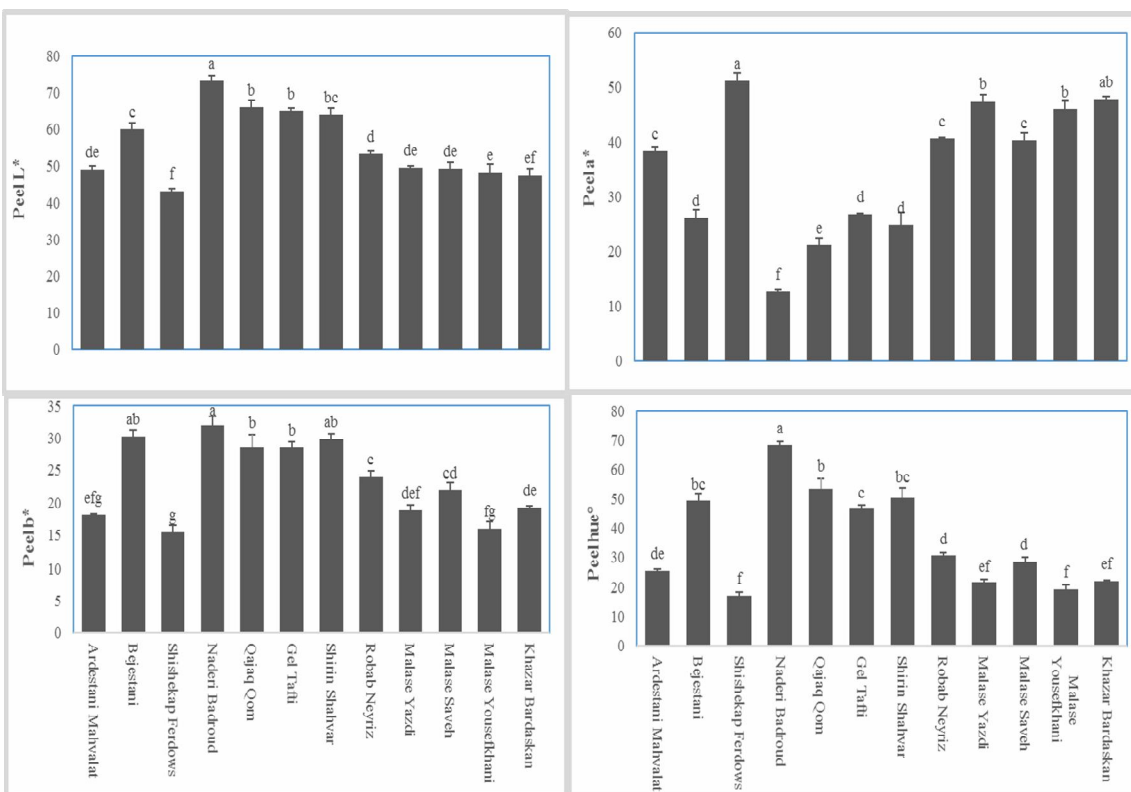
گل تفتی و شیرین شهوار نیز در رده بعدی از نظر مقدار شاخص  $L^*$  پوست قرار گرفتند. کمترین مقدار شاخص  $L^*$  پوست نیز در رقم شیشه‌کپ فردوس مشاهده شد، که البته با رقم خزر بردسکن اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص  $L^*$  پوست نشان نداد. ارقام اردستانی مهولات، بجستانی، رباب نی‌ریز، ملس یزدی، ملس ساوه و ملس یوسف‌خانی مقدار شاخص  $L^*$  پوست متوسطی در بین ارقام داشتند (شکل 2). بر اساس نتایج بیشترین مقدار شاخص  $a^*$  پوست در ارقام شیشه‌کپ فردوس و خزر بردسکن مشاهده شد. ارقام ملس یزدی و ملس یوسف‌خانی نیز دارای شاخص  $a^*$  پوست بیشتری در مقایسه با سایر ارقام بودند. کمترین مقدار این شاخص نیز در رقم نادری بادرود و سپس رقم قجاق قم ثبت گردید. سایر ارقام شاخص  $a^*$  پوست متوسطی داشته ولی بین آنها نیز تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد، به‌طوری‌که در حالت کلی ارقام اردستانی مهولات، رباب نی‌ریز و ملس ساوه دارای شاخص  $a^*$  پوست بیشتری در مقایسه با ارقام بجستانی، گل تفتی و شیرین شهوار بودند (شکل 2).

نادری بادرود با مقدار متوسط 166 گرم ثبت گردید. در بین ارقام مورد بررسی، ارقام اردستانی مهولات و ملس یوسف‌خانی وزن کمتری در مقایسه با سایر ارقام داشتند. ولی در حالت کلی به‌غیر از رقم نادری بادرود سایر ارقام دارای وزن میوه بالاتر از 200 گرم بودند (شکل 1).



**Fig 1** Fruit weight of commercial Iranian pomegranate cultivars, produced in Yazd climatic conditions. Means with the same letter are not significantly different ( $LSD=0.05$ ).

نتایج آزمایش همچنین نشان داد بیشترین مقدار شاخص  $L^*$  پوست در رقم نادری بادرود اندازه‌گیری شد. ارقام قجاق قم،

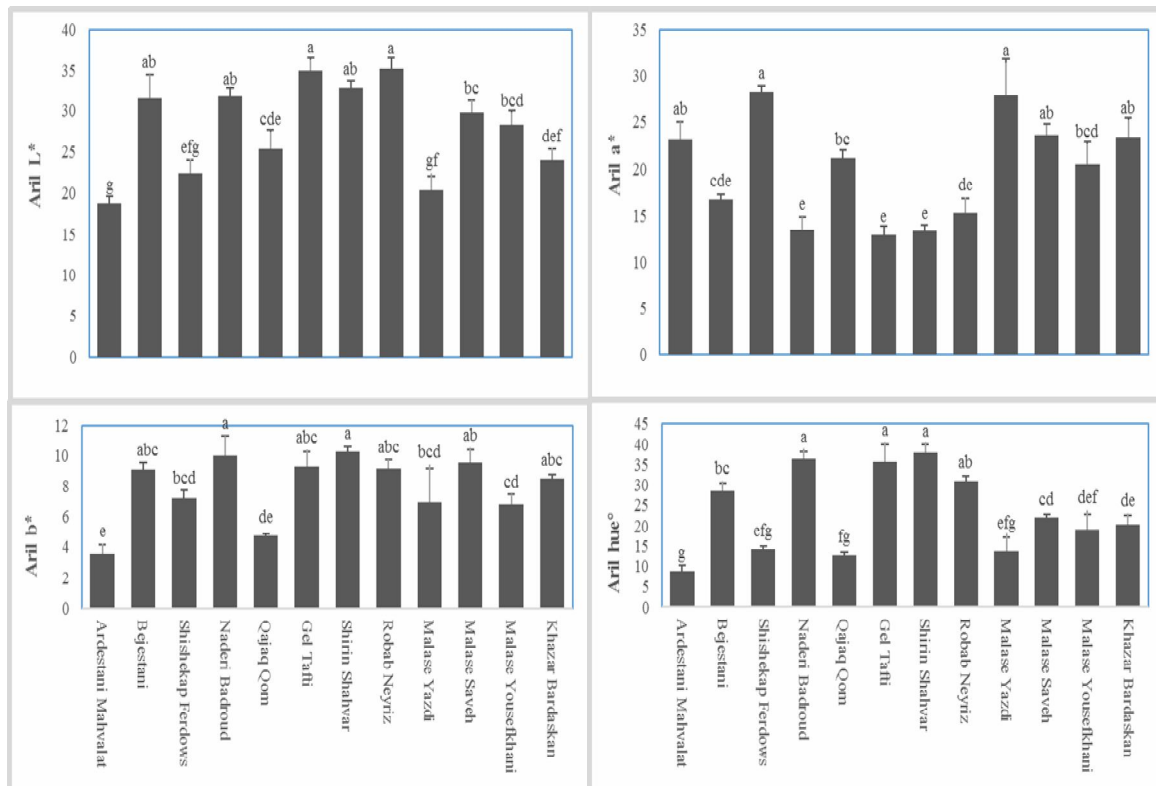


**Fig 2** Properties of peel color in commercial Iranian pomegranate cultivars, produced in Yazd climatic conditions. Means with the same letter are not significantly different ( $LSD=0.05$ ).

**L\*** آریل نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص در ارقام گل تفتی، رباب نی-ریز، بجستانی، نادری بادرود و شیرین شهوار ارزیابی شد. کمترین مقدار این شاخص نیز در ارقام اردستانی مه-ولات، شیشه-کپ فردوس و ملس یزدی مشاهده شد. سایر ارقام مقدار شاخص **L\*** آریل متوسطی داشتند (شکل 3). نتایج همچنین نشان داد مقدار شاخص **a\*** آریل در ارقام شیشه-کپ فردوس، ملس یزدی، اردستانی مه-ولات، ملس ساوه و خزر بردسکن بیشتر از سایر ارقام بود. کمترین مقدار شاخص **a\*** آریل نیز در ارقام نادری بادرود، گل تفتی، شیرین شهوار، و در درجه بعدی ارقام بجستانی و رباب نی-ریز مشاهده شد. ارقام قجاج قم و ملس یوسف-خانی مقدار شاخص **a\*** آریل متوسطی نشان دادند (شکل 3). همچنین بر اساس نتایج، بیشترین مقدار شاخص **b\*** آریل در رقم شیرین شهوار مشاهده شد، که البته با بیشتر ارقام تفاوت معنی-داری نشان نداد. کمترین مقدار این شاخص نیز در رقم اردستانی مه-ولات و قجاج قم مشاهده شد (شکل 3).

نتایج همچنین نشان داد بیشترین مقدار شاخص **b\*** پوست در ارقام نادری بادرود، بجستانی و شیرین شهوار ارزیابی شد. ارقام قجاج قم و گل تفتی نیز دارای شاخص پوست **b\*** بیشتری در مقایسه با سایر ارقام بودند. کمترین مقدار شاخص **b\*** پوست نیز در رقم شیشه-کپ فردوس به دست آمد که البته با ارقام اردستانی مه-ولات و ملس یوسف-خانی تفاوت معنی-داری نشان نداد. پوست سایر ارقام مقدار **b\*** متوسطی داشته که البته بین آنها نیز تفاوت‌های معنی‌داری قابل مشاهده بود (شکل 2).

بیشترین مقدار زاویه هیو در پوست رقم نادری بادرود ثبت گردید. ارقام قجاج قم، بجستانی، شیرین شهوار و در درجه بعدی گل تفتی نیز دارای مقدار زاویه هیو پوست بیشتری در مقایسه با سایر ارقام بودند. کمترین مقدار زاویه هیو نیز در پوست ارقام شیشه-کپ فردوس، ملس یزدی، ملس یوسف-خانی و خزر بردسکن اندازه‌گیری شد. ارقام اردستانی مه-ولات، رباب نی-ریز و ملس ساوه زاویه هیو پوست متوسطی داشته و تفاوت معنی‌داری نیز بین آنها مشاهده نشد (شکل 2). بررسی شاخص



**Fig 3** Properties of aril color in commercial Iranian pomegranate cultivars, produced in Yazd climatic conditions. Means with the same letter are not significantly different ( $LSD=0.05$ ).

بعدی ارقام رباب نی-ریز و بجستانی ارزیابی شد. کمترین مقدار این شاخص نیز در ارقام اردستانی مه-ولات، شیشه-کپ فردوس،

بررسی زاویه هیو آریل نشان داد بیشترین مقدار این شاخص در ارقام نادری بادرود، گل تفتی، شیرین شهوار و در درجه

قجاج قم و ملس یزدی اندازه‌گیری شد. آریل ارقام ملس ساوه، ملس یوسف‌خانی و خزر بردسکن مقدار زاویه هیو متوسطی نشان دادند (شکل 3).

بررسی مقدار مواد جامد محلول نشان داد که مقدار این شاخص بین ارقام، از 14 واحد درجه بریکس در رقم ملس یوسف‌خانی تا 17/9 واحد درجه بریکس در رقم ملس یزدی متغیر بود. منتهی در بین بیشتر ارقام اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار مواد جامد محلول مشاهده نشد. هرچند بعد از رقم ملس یوسف‌خانی کمترین مقدار مواد جامد محلول در رقم رباب نی‌ریز ثبت شد. همچنین ارقام ملس ساوه و نادری بادرود به‌طور نسبی در مقایسه با سایر ارقام مقدار مواد جامد محلول کمتری داشتند (شکل 4).

همچنین بر اساس نتایج آزمایش، بیشترین درصد اسید قابل تیتراژ در رقم ملس یزدی به‌دست آمد، که اختلاف معنی‌داری با ارقام نادری بادرود و شیشه‌کپ فردوس از نظر درصد اسید قابل تیتراژ نشان نداد. ارقام اردستانی مه‌ولات قجاج قم و شیرین شهوار نیز در مقایسه با سایر ارقام دارای درصد اسید قابل تیتراژ کمتری بودند و اختلاف معنی‌داری نیز بین آنها از نظر درصد اسید قابل تیتراژ مشاهده نشد. سایر ارقام درصد اسید قابل تیتراژ متوسطی داشتند و در این بین نیز ارقام گل تفتی و ملس یوسف‌خانی درصد اسید بیشتری نشان دادند (شکل 4).

مقدار شاخص طعم در بین ارقام از 9/77 در رقم ملس یوسف‌خانی تا 27/55 در رقم شیرین شهوار متغیر بود. در حالت کلی ارقام شیرین شهوار، اردستانی مه‌ولات و قجاج قم شاخص طعم بالاتر از 20 و سایر ارقام شاخص طعم کمتر از 20 نشان دادند. کمترین شاخص طعم بعد از رقم ملس یوسف‌خانی در ارقام نادری بادرود، ملس یزدی و شیشه‌کپ فردوس مشاهده شد، و در تمامی این ارقام شاخص طعم کمتر از 13 بود. ارقام گل تفتی، ملس ساوه، رباب نی‌ریز و خزر بردسکن بدون تفاوت معنی‌دار نسبت به یکدیگر دارای شاخص طعم بین 13 تا 15 بوده و رقم بجزستانی شاخص طعم برابر 17/66 را نشان داد (شکل 4).

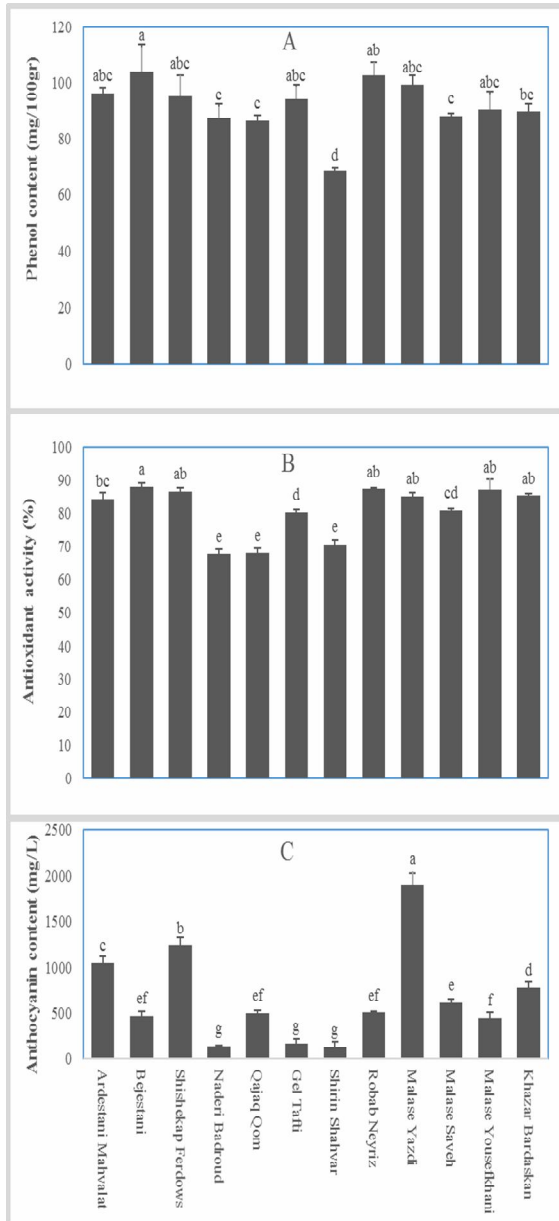
بررسی مقدار فنل کل نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص در رقم بجزستانی ثبت شد، که با بیشتر ارقام تفاوت معنی‌داری نشان نداد. کمترین مقدار فنل کل نیز در رقم شیرین شهوار ارزیابی شد. همچنین ارقام بجزستانی و رباب نی‌ریز دارای

مقدار فنل بیشتری در مقایسه با ارقام نادری بادرود، قجاج قم و ملس ساوه بودند، درحالی‌که بین سایر ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل 5). نتایج همچنین نشان داد بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در رقم بجزستانی ارزیابی شد، که البته با ارقام شیشه‌کپ فردوس، رباب نی‌ریز، ملس یزدی، ملس یوسف‌خانی و خزر بردسکن تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد. کمترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز در ارقام نادری بادرود، قجاج قم و شیرین شهوار ارزیابی شد. سایر ارقام فعالیت آنتی‌اکسیدانی متوسطی نشان دادند که البته تفاوت‌های معنی‌داری بین آنها قابل مشاهده بود (شکل 5).

رقم ملس یزدی با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر ارقام دارای بیشترین مقدار آنتوسیانین در این آزمایش بود. در درجه بعدی نیز رقم شیشه‌کپ فردوس و سپس ارقام اردستانی مه‌ولات و خزر بردسکن قرار داشتند. کمترین مقدار آنتوسیانین نیز در ارقام نادری بادرود، گل تفتی و شیرین شهوار ارزیابی شد. ارقام ملس یوسف‌خانی، بجزستانی، قجاج قم، رباب نی‌ریز و ملس ساوه مقدار آنتوسیانین متوسطی داشتند (شکل 5).

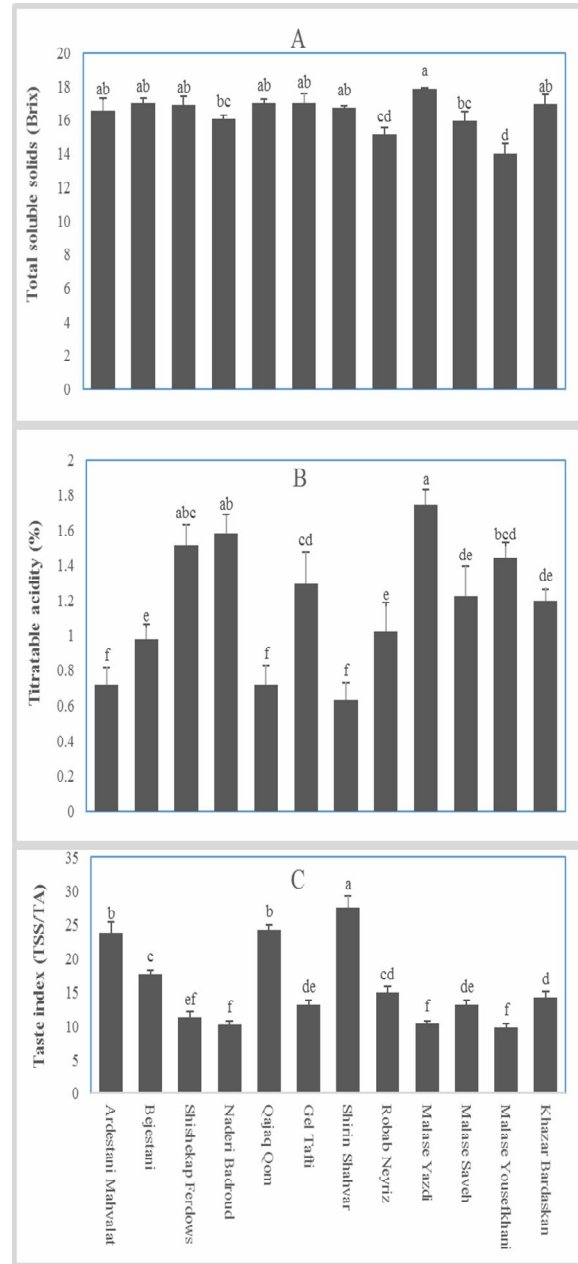
### 3-3- همبستگی بین صفات

بر اساس نتایج تجزیه همبستگی، شاخص  $L^*$  پوست همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص  $b^*$  و زاویه هیو پوست، ولی همبستگی منفی و معنی‌داری با شاخص  $a^*$  پوست نشان داد. همچنین بین شاخص  $b^*$  و زاویه هیو پوست همبستگی مثبت و معنی‌دار ارزیابی شد. از طرفی همبستگی بین شاخص  $a^*$  پوست با شاخص  $b^*$  و زاویه هیو پوست منفی و معنی‌داری بود. روابط همبستگی مشابهی بین خصوصیات رنگی آریل ارزیابی شد. به‌طوری‌که بین شاخص‌های  $L^*$ ،  $b^*$  و زاویه هیو همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار مشاهده شد، درحالی‌که بین این شاخص‌ها با شاخص  $a^*$  همبستگی‌های منفی و معنی‌داری ارزیابی شد. از طرفی شاخص  $a^*$  پوست و آریل رابطه مثبت و معنی‌دار با مقدار آنتوسیانین، ولی شاخص‌های  $L^*$ ،  $b^*$  و هیو پوست و آریل رابطه منفی و معنی‌داری با مقدار آنتوسیانین نشان دادند. همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با خصوصیات رنگی پوست روابط معنی‌داری نشان داد، درحالی‌که رابطه مشخصی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و خصوصیات رنگی آریل قابل مشاهده نبود.



**Fig 5** Phenol content (A), antioxidant activity (B) and anthocyanin content (C) of commercial Iranian pomegranate cultivars, produced in Yazd climatic conditions. Means with the same letter are not significantly different ( $LSD=0.05$ ).

همچنین بین شاخص طعم و درصد اسید قابل تیتر همبستگی منفی و معنی داری ارزیابی شد، درحالی که بین شاخص طعم و مقدار مواد جامد محلول همبستگی معنی دار قابل ارزیابی نبود (جدول 1).



**Fig 4** Total soluble solids (A), titratable acidity (B) and taste index (C) of commercial Iranian pomegranate cultivars, produced in Yazd climatic conditions. Means with the same letter are not significantly different ( $LSD=0.05$ ).

نتایج همچنین نشان داد بین فعالیت آنتی اکسیدانی و مقدار آنتوسیانین و بین فعالیت آنتی اکسیدانی و مقدار فنل کل همبستگی مثبت و معنی دار وجود داشت، درحالی که رابطه مشخصی بین مقدار آنتوسیانین و مقدار فنل کل قابل مشاهده نبود.

**Table 1** Correlation analysis between physiochemical properties of commercial Iranian pomegranate cultivars, produced in Yazd climatic conditions

	Anthocyanin	Antioxidant	Total phenol	Taste	TA	TSS	Anilhue°	Anilb*	Anila*	Anil L*	Peel hue°	Peelb*	Peel a*	Peel L*	Fruit weight
Fruitweight	-0083	0084	-0347	0328	-0309	0393	0231	033	-0053	0183	-0109	0068	0164	-0091	1
PeelL*	-.681*	-.793**	-0355	0288	-0224	013	.662*	0344	-.787**	0571	.981**	.940**	-.972**	1	
Peela*	.691*	.786**	0344	-0389	034	-0117	-0575	-0263	.750**	-0511	-.987**	-.933**	1		
Peelb*	-.689*	-.668*	-0277	035	-0332	0198	.727**	0493	-.805**	.672*	.960**	1			
Peel hue°	-.679*	-.781**	-0335	0315	-0261	0155	.636*	0367	-.754**	0554	1				
AnilL*	-.811**	-0226	-0159	-0084	-012	-0372	.904**	.779**	-.862**	1					
Anila*	.870**	0426	0263	-0235	0319	0254	-.886**	-0568	1						
Anilb*	-0501	-0128	-0238	-0265	0201	-0096	.873**	1							
Anilhue°	-.744**	-0331	-0295	-0017	-0089	-0154	1								
TSS	0417	-0166	0014	0259	-0046	1									
TA	0392	0264	0326	-.941**	1										
Taste	-0249	-0414	-0454	1											
Totalphenol	0435	.718**	1												
Antioxidant	0485	1													
Anthocyanin	1														

ns-non-significant

\* = significant at 5%

\*\* = significant at 1%

**4- بحث**

30 رقم انار، متوسط وزن میوه از 196 تا 674 گرم ثبت شد [10]. یکنواختی در اندازه میوه انار در زمان بسته‌بندی و سورتینگ میوه اهمیت خاصی دارد، که در این آزمایش نیز نوسانات وزن میوه در هر رقم چندان نبوده و ارقام میوه‌های یکنواختی داشتند.

انار در ایران دارای تنوع رنگی زیادی است و از رنگ سفید، صورتی تا قرمز تیره و حتی سیاه در بین ارقام مختلف دیده می‌شود [5]. منتهی بیشتر ارقام تجاری انار در ایران دارای رنگ قرمز بوده و این رنگ به‌عنوان شاخص کیفیت در بین مصرف‌کنندگان انار در ایران شناخته می‌شود [26]. بررسی‌ها نشان داده است ارقام مختلف انار دارای شش نوع آنتوسیانین هستند که بر اساس نوع و مقدار آنتوسیانین‌ها انواع رنگ در پوست و آریل انار شکل می‌گیرد [5 و 27]. رنگیزه موجود در پوست و آریل یکی از خصوصیات کیفی مهم در ارزیابی کیفیت ظاهری و داخلی میوه انار می‌باشد که بر رفتار مصرف‌کننده تأثیر می‌گذارد [28]. علاوه بر اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌ها، اندازه‌گیری خصوصیات رنگی نیز تغییرات در رنگ را نشان می‌دهد. شاخص رنگ  $a^*$  در محدوده مثبت نشان دهنده رنگ قرمز و شاخص  $b^*$  در محدوده مثبت نشان‌دهنده رنگ زرد می‌باشد. زاویه هیو نیز در رنج منطبق با نتایج این آزمایش در محدوده رنگ قرمز قرار دارد و هر اندازه مقدار این شاخص کمتر باشد شدت رنگ قرمز بیشتر است [29]. به‌همین منوال انارهایی که

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی میوه اهمیت خاصی در بین ارقام مختلف انار دارد و نشان دهنده آن است که آیا میوه می‌تواند به‌شکل تازه‌خوری به بازار عرضه شود یا باید به شکل فرآوری شده مورد استفاده قرار گیرد [20]. در این بین وزن میوه یکی از ویژگی‌های مهم ارقام انار است که ممکن است در اندازه‌های مختلف وجود داشته باشد که به خصوصیات ژنتیکی ارقام، شرایط اقلیمی و شرایط تغذیه‌ای گیاه بستگی دارد، و این خصوصیت اثر بسیار مهمی در ارزش تجاری انار دارد [16]. در این پژوهش متوسط وزن میوه در بین ارقام مختلف انار 270 گرم اندازه‌گیری شد، که بیشترین وزن میوه در رقم شیرین شهوار با مقدار 368 گرم و کمترین مقدار نیز در رقم نادری بادرود با مقدار 166 گرم ثبت شد. در پژوهش‌های مشابهی که توسط سایر محققان در نقاط مختلف جهان صورت گرفته است محدوده وزن مشابهی گزارش شده است، از جمله در پژوهشی که توسط Tehranifar و همکاران [7] روی 20 رقم انار ایرانی انجام شد، وزن میوه از 196/89 تا 315/28 گرم متغیر بود، که البته در پژوهش آنها عمدتاً ارقام متفاوتی با پژوهش حاضر بررسی شده بود. در گزارش دیگری Chen و همکاران [25] رقم انار تجاری در کشور چین را مورد ارزیابی قرار داده و متوسط وزن میوه را از 289/25 تا 1072/35 گرم بین ارقام گزارش نمودند. یا در کشور تونس در بررسی



محلول و اسید قابل تیتر انار علاوه بر اینکه به خصوصیات ژنتیکی ارقام بستگی دارد ارتباط تنگاتنگی با زمان برداشت و خصوصیات اقلیمی منطقه کشت و کار نیز دارد [32 و 33]، به-شکلی که دمای محیط در اقلیم‌های مختلف متنوع بوده و دمای مناسب اثرات مهمی در فتوسنتز گیاه و تجمع مواد هیدروکربن و قند در میوه دارد.

شاخص طعم میوه یا نسبت TSS/TA یکی از شاخص‌های مهم در طبقه‌بندی انار و نشان‌دهنده کیفیت میوه می‌باشد [30 و 34]. در حقیقت از دیدگاه مصرف‌کننده نسبت بالای قند به اسید اهمیت خاصی دارد و هرچه این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده کیفیت انار بهتر می‌باشد [25]، هرچند این شاخص ممکن است در بین فرهنگ‌های مختلف متفاوت باشد. در این تحقیق، بیشترین شاخص طعم میوه در رقم شیرین شهسوار و کمترین مقدار آن در رقم ملس یوسف‌خانی مشاهده شد. منتهی همان طور که در نتایج این مطالعه مشاهده شد ضریب همبستگی شاخص طعم با درصد اسید بیشتر از مقدار این ضریب با درصد قند بود، بنابراین تاثیر میزان اسید در شاخص طعم بیشتر از تاثیر میزان قند بود که در گزارشات سایر محققان نیز همبستگی بالای شاخص طعم با میزان اسید مشاهده شده است [6]. از این رو دلیل مقدار بیشتر شاخص طعم در رقم شیرین شهسوار مقدار کم اسید در این رقم بود.

میوه انار دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بسیار بالایی است که ناشی از وجود رنگیزه‌های آنتوسیانینی و ترکیبات مختلف فنلی در آن می‌باشد [4 و 10 و 25]. در این مطالعه نیز به‌طور کلی تمامی ارقام دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار فنل کل بالایی بودند، هرچند تفاوت‌هایی نیز بین ارقام قابل مشاهده بود. این بین مقدار آنتوسیانین در بین ارقام تفاوت‌های مشهودتری نشان داد. این شاخص علاوه بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در خصوصیت رنگ آریل نیز اثرگذار می‌باشد. در این پژوهش نیز همبستگی بالا و معنی‌داری بین مقدار آنتوسیانین و خصوصیات رنگ آریل مشاهده شد. این شاخص علاوه از اینکه به خصوصیات ژنتیکی رقم بستگی دارد، به شدت تحت تاثیر شرایط اقلیمی قرار می‌گیرد [10]. نتایج نشان داد رقم ملس یزدی دارای بالاترین مقدار آنتوسیانین در بین ارقام بود، این امر می‌تواند به این دلیل باشد که رقم ملس یزدی بومی منطقه یزد بوده و سازگاری بهتری با اقلیم داشته و بنابراین رنگ‌گیری بهتری نشان داده است. درحالی‌که برخی دیگر از ارقام از جمله

دارای بیشترین رنگ قرمز در پوست یا آریل خود باشد دارای کمترین مقدار شاخص  $L^*$  هستند [19]. در طی این پژوهش به‌طور مشخصی بین ارقام رنگ‌های متفاوتی مشهود بود. ارقامی که رنگ پوست و یا آریل قرمزتری داشتند، شاخص  $a^*$  بیشتر ولی شاخص  $b^*$ ،  $L^*$  و زاویه هیو کمتری در مقایسه با ارقام سفیدتر داشتند. منتهی در حالت کلی ارقام شیشه‌کپ فردوس، ملس یزدی و خزر بردسکن دارای رنگ قرمزتری در بین ارقام بودند، درحالی‌که ارقام نادری با درود و قجاق قم رنگ روشن‌تری در بین ارقام داشتند. در پژوهشی مشابه Al-Kahtani [20] در بررسی 11 رقم انار موجود در عربستان نشان دادند، رنگ ارقام از زرد تا قرمز تیره، قرمز روشن و حتی سبز متفاوت می‌باشد.

مقدار مواد جامد محلول در بین ارقام مورد بررسی متغیر بود، میانگین این شاخص در بین ارقام مختلف 16/5 بوده و بیشترین مقدار آن در رقم ملس یزدی (17/9 درجه بریکس) و کمترین مقدار آن در ملس یوسف‌خانی (14 واحد بریکس) مشاهده شد. محدوده اندازه‌گیری شده برای مقدار مواد جامد محلول، مطابقت نزدیکی با سایر گزارشات در ارقام مختلف انار داشت. در گزارش Martínez و همکاران [30] مقدار مواد جامد محلول برخی از ارقام انار در محدوده 12/36 تا 16/32 واحد درجه بریکس ثبت شد. همچنین در نتایج به‌دست آمده توسط Tehranifar و همکاران [7] مقدار مواد جامد محلول ارقام انار در محدوده 11/37 تا 15/07 واحد درجه بریکس ثبت گردید. در این مطالعه همچنین بین ارقام از نظر درصد اسید قابل تیتر تفاوت‌های مشخصی وجود داشت. میانگین این شاخص در بین ارقام 1/17% بوده ولی محدوده آن از 0/63% در رقم شیرین شهسوار تا 1/75% در رقم ملس یزدی متغیر بود. Tehranifar و همکاران [7] در پژوهش خود مقدار اسید قابل تیتر در بین ارقام مختلف انار را از 0/38 تا 1/52 درصد گزارش نمودند. یا در پژوهش دیگری Al-Kahtani و همکاران [20] با بررسی 11 رقم انار موجود در عربستان مقدار اسید قابل تیتر را از 0/3 تا 1/4 گزارش نمودند. مقدار اسید در انواع شیرین انار کمتر از یک درصد، در انواع ملس بین یک تا دو درصد و در انواع ترش بیشتر از دو درصد می‌باشد [31]. بنابراین تمامی ارقام بررسی شده در آزمایش حاضر مزه‌ای شیرین یا ملس داشته و انار ترش در این آزمایش وجود نداشت. تفاوت‌های قابل مشاهده در مقدار مواد جامد

- [2] Levin, G.M. (1994) Pomegranate (*Punica granatum*) plant genetic resources in Turkmenistan. Plant Genetic Resource Newsletters, 97: 31-36.
- [3] Levin, G.M. (2006). Pomegranate roads: a Soviet botanist's exile from Eden. Pomegranate Roads.
- [4] Chaves, F.M., Pavan, I.C.B., da Silva, L.G.S., de Freitas, L.B., Rostagno, M.A., Antunes, A.E.C., Bezerra, R.M.N., and Simabuco, F.M. (2020). Pomegranate juice and peel extracts are able to inhibit proliferation, migration and colony formation of prostate cancer cell lines and modulate the Akt/mTOR/S6K signaling pathway. Plant Foods for Human Nutrition, 75(1): 54-62.
- [5] Alighourchi, H., Barzegar, M., and Abbasi, S. (2008). Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. European Food Research and Technology, 227: 881-887.
- [6] Ebadi, A., Moghadam, J.E., and Fatahi, R. (2009). Evaluation of 22 populations achieved from controlled crossing between some seeded×seedless grapevine cultivars. Scientia Horticulturae, 119(4): 371-376.
- [7] Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiari, 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.
- [8] 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.
- [9] Melgarejo-Sánchez, P., Martínez, J.J., Legua, P., Martínez, R., Hernández, F., and Melgarejo, P. (2015). Quality, antioxidant activity and total phenols of six Spanish pomegranates clones. Scientia Horticulturae, 182: 65-72.
- [10] Hasnaoui, N., Jbir, R., Mars, M., Trifi, M., Kamal-Eldin, A., Melgarejo, P., and Hernandez, F. (2011). Organic acids, sugars, and anthocyanins contents in juices of Tunisian pomegranate fruits. International Journal of Food Properties, 14(4): 741-757.
- [11] Zaouay, F., Mena, P., Garcia-Viguera, C., and Mars, M. (2012). Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian

قجاق قم با وجودی که در منطقه قم رنگ قرمز مناسبی نشان می‌دهد، در این آزمایش رنگ مناسبی نشان نداد. این امر در خصوص خصوصیات کیفی و رنگ‌گیری رقم ملس ساوه نیز بسیار مشهود بود. بنابراین به نظر می‌رسد در خصوص توسعه کشت ارقام انار در مناطق مختلف ایران بهتر است با احتیاط بیشتری عمل نموده و ابتدا سازگاری را بررسی نمود.

## 5- نتیجه‌گیری کلی

ارزیابی صفات ظاهری و ارزش غذایی ارقام مختلف انار حائز اهمیت می‌باشد و در بسیاری از نقاط جهان انارهای بومی و تجاری مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در این پژوهش نیز خصوصیات کمی و کیفی ارقام تجاری انار ایران، تولید شده در شرایط اقلیمی یزد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تنوع بالایی در شاخص‌های مورد بررسی بین ارقام مورد مطالعه وجود داشت، منتهی در حالت کلی، رقم ملس یزدی، دارای بیشترین مقدار مواد جامد محلول، بیشترین مقدار اسید قابل تیترو و بیشترین مقدار آنتوسیانین در بین ارقام بوده و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار فنل کل بالایی نیز داشت. از آنجایی که مصرف‌کنندگان ایرانی معمولاً انارهای ملس با اندازه متوسط و رنگ قرمز را ترجیح می‌دهند، بنابراین این رقم بهترین رقم بر اساس نتایج این پژوهش بود، هرچند رقم شیشه‌کپ فردوس نیز کیفیت و رنگ پوست و آریل مناسبی داشته و اندازه آن نیز از رقم ملس یزدی بزرگ‌تر بود. بنابراین کشت این دو رقم می‌تواند در شرایط اقلیمی یزد توسعه یابد.

## 6- تشکر و قدردانی

هزینه‌های این پژوهش توسط صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور در قالب طرح به شماره (97007566) تامین شده است که نویسندگان بدینوسیله مراتب قدردانی خود را از صندوق محترم ابراز می‌دارند.

## 7- منابع

- [1] Karimi, M., Sadeghi, R., and Kokini, J. (2017). Pomegranate as a promising opportunity in medicine and nanotechnology. Trends in Food Science & Technology, 69: 59-73.

- [20] Al-Kahtani, H.A. (1992). Intercultivar differences in quality and postharvest life of pomegranates influenced by partial drying. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(1): 100-104.
- [21] Khademi, O., Zamani, Z., Poor Ahmadi, E., and Kalantari, S. (2013). Effect of UV-C radiation on postharvest physiology of persimmon fruit (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj' during storage at cold temperature. *International Food Research Journal*, 20(1).
- [22] Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., and Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria×ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 110(2): 428-435.
- [23] Hmid, I., Elothmani, D., Hanine, H., Oukabli, A., and Mehinagic, E. (2013). Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*, 25(1): 1-10.
- [24] Ashtari, M., Khademi, O., Soufbaf, M., Afsharmanesh, H., and Sarcheshmeh, M. A. A. (2019). Effect of gamma irradiation on antioxidants, microbiological properties and shelf life of pomegranate arils cv. 'Malas Saveh'. *Scientia Horticulturae*, 244: 365-371.
- [25] Chen, Y.H., Gao, H.F., Sa, W.A.N.G., Liu, X.Y., Hu, Q.X., Jian, Z.H., Wan, R., Song, G.H., and Shi, J.L. (2022). Comprehensive evaluation of 20 pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(2): 434-445.
- [26] Meighani, H., Ghasemnezhad, M., and Bakshi, D. (2014). Evaluation of biochemical composition and enzyme activities in browned arils of pomegranate fruits. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1(1): 53-65.
- [27] Mirsaedghazi, H., Emam-Djomeh, Z., and Ahmadkhaniha, R. (2014). Effect of frozen storage on the anthocyanins and phenolic components of pomegranate juice. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 382-386.
- [28] Hess-Pierce, B., and Kader, A.A., 2003. Responses of 'Wonderful' pomegranates to controlled atmospheres. *Acta Horticulturae*, 600: 751-757.
- [29] Rasouli, M., and Khademi, O. (2018). grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Industrial Crops and Products*, 40: 81-89.
- [12] Calín-Sánchez, Á., Martínez, J. J., Vázquez-Araújo, L., Burló, F., Melgarejo, P., and Carbonell-Barrachina, Á.A. (2011). Volatile composition and sensory quality of Spanish pomegranates (*Punica granatum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(3): 586-592.
- [13] Akhavan, H., Barzegar, M., Weidlich, H., and Zimmermann, B.F. (2015). Phenolic compounds and antioxidant activity of juices from ten Iranian pomegranate cultivars depend on extraction. *Journal of Chemistry*, 2015:1-7.
- [14] Caliskan, O., and Bayazit, S. (2012). Phytochemical and antioxidant attributes of autochthonous Turkish pomegranates. *Scientia Horticulturae*, 147: 81-88.
- [15] Gil, M.I., Tomás-Barberán, 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(10): 4581-4589.
- [16] Ferrara, G., Cavoski, I., Pacifico, A., Tedone, L., and Mondelli, D. (2011). Morpho-pomological and chemical characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes in Apulia region, Southeastern Italy. *Scientia Horticulturae*, 130(3): 599-606.
- [17] Ferrara, G., Giancaspro, A., Mazzeo, A., Giove, S.L., Matarrese, A.M.S., Pacucci, C., Punzi, R., Trani, A., Gambacorta, G., Blanco, A., and Gadaleta, A. (2014). Characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes collected in Puglia region, Southeastern Italy. *Scientia Horticulturae*, 178: 70-78.
- [18] Elfalleh, W., Tlili, N., Nasri, N., Yahia, Y., Hannachi, H., Chaira, N., Ying, M., and Ferchichi, A. (2011). Antioxidant capacities of phenolic compounds and tocopherols from Tunisian pomegranate (*Punica granatum*) fruits. *Journal of food science*, 76(5): C707-C713.
- [19] Al-Said, F.A., Opara, L.A., and Al-Yahyai, R.A. (2009). Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in the Sultanate of Oman. *Journal of food engineering*, 90(1): 129-134.

- Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., and Amir, R. (2009). Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food Chemistry*, 115(3): 965-973.
- [33] Kader, A.A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops* (Vol. 3311). University of California Agriculture and Natural Resources.
- [34] Çam, M., Hışıl, Y., and Durmaz, G. (2009). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food chemistry*, 112(3): 721-726.
- Influence of Storage Temperature, Hot Water, and 1-Mcp Treatments on the Postharvest Quality of 'Karaj' Persimmon. *International Journal of Fruit Science*, 18(3): 320-337.
- [30] Martinez, J.J., Melgarejo, P., Hernández, F., Salazar, D.M., and Martinez, R. (2006). Seed characterisation of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. *Scientia Horticulturae*, 110(3): 241-246.
- [31] Pareek, S., Valero, D., & Serrano, M. (2015). Postharvest biology and technology of pomegranate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(12): 2360-2379.
- [32] Shwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I.,



## Investigation of quantitative and qualitative characteristics of some commercial pomegranate cultivars in Yazd climatic conditions

Khademi, O.<sup>1\*</sup>, Vazifeshenas, M.<sup>2</sup>, Erfani-Moghadam, J.<sup>3</sup>

1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

2. Department of Agricultural and Horticultural Research, Agriculture and Natural Resources Research Center of Yazd, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

3. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ilam University, Ilam, Iran.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 2021/ 04/ 29

Accepted 2022/ 07/ 17

#### Keywords:

Anthocyanins,  
Antioxidants,  
Cultivar,  
Pomegranate,  
Quality.

DOI: 10.22034/FSC.T.19.127.395

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.31.4

\*Corresponding Author E-Mail:  
o.khademi@shahed.ac.ir

### ABSTRACT

In order to evaluate the quality and quantity of some important commercial Iranian pomegranate cultivars, in the climatic conditions of Yazd, the fruits of 12 cultivars including: Ardestani Mahvalat, Bejestani, Shishekap Ferdows, Naderi Badroud, Qajaq Qom, Gel Tafti, Shirin Shahvar, Robab Neyriz, Malase Yazdi, Malase Saveh, Malase Yousefkhani and Khazar Bardaskan were harvested at commercial maturity stage and were evaluated for important quantitative and qualitative traits. The results showed, there were significant differences among the cultivars in terms of fruit weight, skin and aril color properties (CIE L \*, a \*, b \* and Hugh angle), soluble solids content, titratable acidity, antioxidant activity and anthocyanin content. Meanwhile, the highest fruit weight was measured in Shirin Shahvar cultivar, this cultivar also had the lowest titratable acidity and the highest taste index among the cultivars, and also this cultivar showed a bright color, however, the brightest color among the cultivars was observed in Naderi Badroud. Based on the skin and aril color properties, anthocyanin content and fruit taste, Malase Yazdi was the best among the cultivars. However, cultivars such as Shishekap Ferdows, also showed good quality characteristics. Also the correlations between traits was investigated and significant relationships were observed between color properties and amount of anthocyanin or between antioxidant capacity and amount of phenol or amount of anthocyanin.