مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی عناصر معدنی و برخی خصوصیات بیوشیمیایی در آب میوه هشت رقم انار محلی

نفیسه مومنی[۱] ، حسینعلی اسدی قارنه[۲*]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۳۰

کلمات کلیدی:

عناصر معدنی،

مواد جامد محلول،

اسید قابل تیتراسیون،

شاخص رسیدگی،

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی.

DOI: 10.52547/fsct.18.121.17

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.121.2.6

* مسئول مکاتبات:

h.asadi@khuisf.ac.ir

چکیده

انار یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین میوه‌هایی است که در مناطق وسیعی کشت و کار می‌شود. در سال‌های اخیر آب انار به‌عنوان یک نوشیدنی مورد استفاده قرار گرفته است. این تحقیق به‌منظور بررسی محتوای عناصر معدنی و برخی خصوصیات بیوشیمیایی آب میوه هشت رقم انار محلی انجام شد. نتایج تحقیق اختلاف معنی‌داری در ارقام مورد مطالعه از لحاظ تمام صفات مورد بررسی نشان داد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد پتاسیم در آب انار دارای بالاترین مقدار نسبت به سایر عناصر می‌باشد و پس از آن عناصر کلسیم، سدیم، فسفر، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس قرار گرفتند. بالاترین مقدار عنصر پتاسیم، کلسیم و آهن در رقم گلابی و بالاترین مقدار منیزیم و سدیم در رقم سورهی مشاهده شد. رقم علی‌اکبری دارای بالاترین مقادیر منگنز و روی و رقم لپ‌سرخی و میرزایی به‌ترتیب دارای بالاترین مقادیر فسفر و مس بودند. پایین‌ترین مقدار پتاسیم و آهن به‌ترتیب در ارقام لپ‌سرخی و علی‌اکبری مشاهده شد. برای سایر عناصر رقم گـر دارای پایین‌ترین مقادیر بود. از نظر خصوصیات بیوشیمیایی مانند میزان مواد جامد محلول (TSS)، شاخص رسیدگی (MI) و اسیدیته (pH) آب میوه، ارقام گلابی، لپ‌سرخی و سورهی دارای بالاترین مقدار بودند. ارقام سورهی و علی‌اکبری به دلیل داشتن بالاترین مقادیر بالای اسید قابل تیتراسیون و مزه ترش برای صنایع تبدیلی مناسب به نظر می‌رسند. سایر ارقام نیز به دلیل دارا بودن مقادیر مناسبی از عناصر معدنی و طعم ترش- شیرین (ملس) برای مصارف تازه‌خوری و صنعت تولید آب انار پیشنهاد می‌شوند. همچنین گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نتایج حاصل از گروه بندی ارقام بر اساس مقایسه میانگین را تأیید نمود.

۱- مقدمه

در طی دهه گذشته، تحقیقات حوزه تغذیه و مکمل‌های رژیمی مؤثر بر سلامت انسان بر روی ترکیباتی با منشأ گیاهی تمرکز داشته‌اند [۱]. انار (*Punica granatum* L.) با قدمتی بیشتر از ۵۰۰۰ سال، از رشد مناسبی در ایران به‌خصوص مناطقی که در محدوده کویر مرکزی (دشت کویر و دشت لوت) واقع شده‌اند، برخوردار می‌باشد [۲]. ایران با داشتن ۸۹۶۶۸ هکتار سطح زیرکشت و ۱۰۹۸۳۹۵ تن تولید سالیانه، یکی از مهم‌ترین تولید کنندگان و انار می‌باشد و از نظر صادرات مقام اول در جهان را دارا می‌باشد [۲].

مصرف عمده انار به‌صورت تازه‌خوری است، با این وجود در تهیه نوشیدنی‌ها، مربا، ژله و رب نیز کاربرد دارد [۳]. در سال‌های اخیر آب انار علاوه بر طعم مطلوب، به‌دلیل داشتن اثرات مهم درمانی مانند کاهش فشارخون و چربی [٤]، جلوگیری از پیشرفت بیماری‌های عروقی و سرطان [۵]، به‌عنوان یک مکمل رژیمی نیز مورد توجه خاصی قرار گرفته است [٦]. در این راستا تعیین صفاتی که بر کیفیت میوه تأثیر دارند و همچنین گزینش ارقام با کیفیت بالا از اهیمت ویژه‌ای برخوردار است.

بخش آبدار میوه انار ۵۰ تا ۷۰ درصد کل میوه را تشکیل می‌دهد که شامل مقادیر قابل ملاحظه‌ای قند، ویتامین، پلی‌ساکارید، پلی‌فنل و مواد معدنی می‌باشد [۷]. مواد معدنی موادی غیرآلی هستند که به مقدار کم در بدن یافت می‌شوند و یک بخش مهم رژیم غذایی هستند که در حفظ فعالیت‌های طبیعی بدن نقش مهمی دارند [۸، ۹، ۱۰]. محتوای کل مواد معدنی میوه انار که شامل بخش غیرخوراکی آن نیز می‌باشد، ۱/٤۹۱ درصد است که عمدتاً شامل عناصر معدنی فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن می‌باشد [٦].

کیفیت میوه انار می‌تواند به‌وسیله شکل ظاهری، رنگ و اندازه میوه تعیین گردد [۱۱]. با این وجود، زمان مناسب رسیدن میوه برای برداشت نمی‌تواند تنها با خصوصیات ظاهری پوست میوه تشخیص داده شود [۱۲]. بنابراین به فاکتورهای دیگری مانند میزان مواد جامد محلول (TSS)، میزان اسید قابل تیتراسیون (TA) و نسبت این دو صفت تحت عنوان شاخص طعم (TSS/TA) نیاز است [۱۳].

مواد جامد محلول، میزان قند محلول در میوه را نشان می‌دهد و با افزایش مقدار آن میوه رسیده‌تر می‌شود و این امر ناشی از تبدیل نشاسته به کربوهیدرات می‌باشد [١٤]. میزان اسید قابل تیتراسیون (TA) نیز یک عامل مهم کیفیت آب میوه انار محسوب می‌گردد [۱۵]. شالمن و همکاران (۱۹۸٤) بالاترین مقدار اسید قابل تیتراسیون را در دیررس‌ترین ارقام مشاهده نمودند [۱٦]. هم‌زمان با رسیدن میوه مقدار آن کاهش یافته که این کاهش در بین ارقام و مناطق مختلف متفاوت است [۱٦]. علاوه بر صفات ذکر شده، میزان اسیدیته آب میوه (pH) نیز فاکتور مهمی برای سنجش کیفیت میوه است و در کیفیت مطلوب میوه نقش دارد [۱۷]. عواملی که سبب تغییر در میزان اسیدیته می‌شوند عموماً مربوط به مدیریت پس از برداشت، وضعیت رسیدگی و نوع رقم می‌باشد [۷]. مطالعات زیادی ارتباط بین خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه و سهم آن‌ها را در پیش‌بینی تعیین زمان رسیدگی میوه بررسی کرده‌اند [۱۸،۹،۷]. مارتینز و همکاران (۲۰۰٦) پنج رقم انار را در شمال اسپانیا مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها با اندازه‌گیری خصوصیات بیوشیمیایی میوه مانند اسیدیته، مواد جامد محلول، زمان رسیدگی و شاخص برداشت نشان دادند که بین واریته‌های مختلف از لحاظ صفات فیزیکوشیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد و رقم نقش مهمی را در تعیین این ویژگی‌ها ایفا می‌کند [۱۹].

در بین روش‌های آنالیز داده‌ها، روش چند متغیره‌ای که بتواند بین صفات ارقام تفاوت ایجاد نماید، می‌تواند به گروه‌بندی ارقام و انتخاب آسان آن‌ها بر اساس نمودار دو بعدی[1] کمک نماید. در بین روش‌های مختلف آنالیز داده‌ها، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی[2] از مهم‌ترین روش‌های چند متغیره می‌باشد [۲۰] که از طریق خلاصه‌کردن متغیرهای همبسته اولیه (صفات کمی) به شکل مؤلفه‌های مستقل و محدود، امکان گروه‌بندی افراد در فضای دو بعدی و سه بعدی را به وجود می‌آورد [۲۱]. در نمودار دو بعدی که بر اساس اطلاعات حاصل از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی ترسیم می‌شود، تأثیر صفات بر گروه‌بندی ارقام به صورت بردارهای مختلف و موقعیت هر رقم نیز بر اساس نوع مؤلفه انتخابی نمایش داده می‌شود. زاویه بین بردارها هم در این نمودارها تقریبی از همبستگی آن‌ها را نشان می‌دهد [۲۲].

1. Biplot
2. Principal component analysis

این نوع رابطه‌ها بین صفات زراعی و بردارهای مربوطه در نمودارهای تشکیل‌شده؛ ارقام مورد مطالعه را به نحو منطقی و جهت‌دار گروه‌بندی می‌نماید که از این امر می‌توان به‌عنوان عاملی برای گزینش ارقام مناسب جهت اهداف خاص بهره گرفت.

با توجه به این‌که مطالعات کمی مبنی بر بررسی میزان مواد معدنی ارقام انار محلی ایران انجام شده است و با توجه به اهمیت صفات بیوشیمیایی عناصر معدنی، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و شاخص برداشت بر کیفیت میوه، در این پژوهش، هشت رقم انار محلی از نظر محتوای مواد معدنی و برخی خصوصیات بیوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند و با استفاده از نمودار دو بعدی رابطه بین صفات معدنی و بیوشیمیایی و گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های بیوشیمیایی عصاره میوه، هشت رقم انار محلی شامل ارقام "پوست قرمز، یـزدانی، سرهی، علی‌اکبری، گـر، گلاب، میرزایی و لپ‌سرخی" در مرحله رسیده از باغ‌های شهرستان نجف‌آباد واقع در ۲۷ کیلومتری غرب شهر اصفهان، انتخاب شدند. از هر رقم ۳۰ میوه انتخاب شدند. میوه‌ها از لحاظ عاری بودن از نظر آفات و بیماری‌ها، ضایعات پوستی، یکسان بودن رنگ و اندازه به دقت مورد بررسی مقدماتی قرار گرفتند. پس از گرفتن عصاره میوه، جهت تعیین میزان عناصر معدنی و خصوصیات بیوشیمیایی، تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند.

۲-۱ – اندازه‌گیری عناصر معدنی

میزان عناصر معدنی در ارقام انار مورد مطالعه، بااستفاده از دستگاه طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی[3] مدل Perkin Elmer 8300 اندازه‌گیری شدند. شرایط عملکردی دستگاه ICP مورد استفاده و طول موج جذب برای هر یک از عناصر اندازه‌گیری شده در جدول ۱ نشان داده شده است.

Table 1 Operating parameters for ICP-OES and wavelengths used for measurement of mineral

Set		Element†	Detection wavelengths (λ/nm)
Nebulization gas flow rate	0.55L/min	Cu	324.750
Auxiliary gas flow rate	0.21L/min	K	766/490
Plasma gas flow rate	17L/min	Ca	393.366
Sample flow rate	1.5 mL/min	Mn	257.610
Operating power	1450 W	Mg	279.553
View	Axial	Na	589.592
Sample uptake rate	1.0mL/min	P	214.914
Spray chamber	Cyclonic	Fe	259.940
Nebulizer type	Meinhard	Zn	213.857
Nebulizer set up	Instant		
Replications	3		

†: Copper (Cu), Potassium (K), Calcium (Ca), Manganese (Mn), Magnesium (Mg), Sodium (Na), Phosphorous (P), Iron (Fe), Zinc (Zn)

۲-۲-اندازه‌گیری خصوصیات بیوشیمیایی

میزان مواد جامد محلول به‌وسیله دستگاه رفراکتومتر دستی اندازه‌گیری و برحسب درجه بریکس (Brix) گزارش شد. برای تعیین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون به ۱۰ میلی لیتر آب میوه، ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و سپس تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۲ نرمال تا زمانی‌که pH عصاره به عدد ۸/۲ برسد انجام شد و مقدار آن برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر محاسبه و گزارش شد [۲۳]. برای گزارش شاخص طعم از رابطهٔ نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA) استفاده شد. اسیدیته عصاره میوه نیز به کمک دستگاه pH متر دیجیتالی (ساخت کمپانی متروم سوئیس) اندازه‌گیری شد.

۲-۳- آنالیز آماری

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. همچنین نمودار دو بعدی صفات مورد مطالعه در ارقام مختلف انار بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab (Minitab Inc 2017) انجام شد.

3. Inductively Coupled Plasma - ICP -OES

۳- نتایج و بحث

میزان کمینه، بیشینه، میانگین، انحراف معیار و همچنین نتایج مقایسه میانگین عناصر معدنی نمونه‌های عصاره آب میوه انار در ارقام مورد مطالعه، در جدول ۲ نشان داده شده است. محتوای عناصر به‌ترتیب نزولی شامل پتاسیم، کلسیم، سدیم، فسفر، منیزیم، آهن، منگنز، مس و روی بود. المیمان و احمد (۲۰۰۲) گزارش نمودند که پتاسیم و سدیم در بین مواد معدنی در عصاره انار دارای بالاترین مقدار می‌باشند [۷]. همچنین آکپینار بایزیت (۲۰۱۰) بیشترین محتوای عناصر معدنی در آب میوه انار را مربوط به سه عنصر پتاسیم، سدیم و کلسیم برشمرد [۲٤]. بالا بودن میزان پتاسیم در آب انار از دیدگاه تغذیه‌ای حائز اهمیت است، زیرا برای افرادی که دارای فشار خون بالا هستند، بسیار مفید می‌باشد [۲۵]. بالاترین مقدار این عنصر در این پژوهش در رقم‌های گلابی و گـر و کم‌ترین آن نیز در رقم‌های لپ‌سرخی و علی‌اکبری مشاهده شد. الفاله و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که میزان پتاسیم موجود در آب انار از مقدار آن در آب میوه‌های پرتقال، گریپ فروت و سیب بیشتر است. به‌طور کلی میزان کلسیم نیز در عصاره میوه انار قابل توجه است. این عنصر برای رشد استخوان‌ها و عملکرد عصبی بدن بسیار ضروری می‌باشد [۲٦]. بیشترین و کم‌ترین میزان کلسیم به‌ترتیب در رقم‌های گلابی و گـر مشاهده شد. بیشترین و کم‌ترین میزان فسفر به‌ترتیب در رقم‌های لپ‌سرخی (۱۱۲/۲۵ میلی‌گرم در لیتر) و گـر (٦٦/۸۵ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شد.

Table 2 Mean comparison and minimum, maximum, average and standard deviation value of measurement mineral content in 8 local pomegranate cultivars

Cultivars	Cu	K	Ca	Mn	Mg	Na	P	Fe	Zn
Golabi	0.18^{c}	974.25^{a}	152.30^{a}	0.78^{c}	74.31^{c}	111.2^{d}	99.13^{c}	2.11^{a}	0.10^{c}
Yazdani	0.09^{e}	803.90^{c}	104.25^{e}	0.87^{b}	82.16^{b}	119.3^{c}	104.75^{b}	2.10^{a}	0.07^{d}
Sorahi	0.19^{c}	612.70^{f}	143.00^{b}	0.67^{d}	86.12^{a}	149.5^{a}	90.15^{e}	1.10^{b}	0.09^{d}
Posghermez	0.16^{d}	725.60^{d}	134.05^{c}	0.74^{c}	65.14^{e}	94.05^{e}	96.47^{d}	0.88^{d}	0.18^{b}
Mirzaee	0.26^{a}	652.15^{e}	125.25^{d}	0.45^{e}	70.16^{d}	89.85^{f}	75.85^{g}	0.95^{c}	0.16^{b}
Lopsorkhi	0.21^{b}	510.95^{h}	101.20^{f}	0.43^{e}	49.13^{f}	132.5^{b}	112.25^{a}	0.73^{f}	0.21^{a}
Gar	0.03^{f}	926.50^{b}	74.25^{h}	0.31^{f}	30.18^{h}	53.5^{h}	66.85^{h}	0.79^{e}	0.17^{b}
Aliakbari	0.09^{e}	512.40^{g}	86.95^{g}	0.92^{a}	41.19^{g}	78.4^{g}	80.25^{f}	045^{g}	0.23^{a}
Minimum	0.03	510.95	74.25	0.31	30.18	53.5	66.58	0.45	0.07
Maximum	0.26	974.25	152.3	0.92	86.12	149.5	112.25	2.11	0.23
Average	0.15±0.75	714.8±176.09	115.15±27.7	0.64±0.22	62.3±20.8	103.53±30.8	90.71±15.4	0.71±0.1	0.15±0.05

مقدار منیزیم در رقم سورهی با ۸٦/۱۲ میلی‌گرم در لیتر و در رقم گـر با ۳۰/۱۸ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین میزان بودند. دامنه تغییرات آهن نیز از ۰/٤۵ تا ۲/۱۱ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب در رقم‌های علی‌اکبری و گلابی متفاوت بود. منگنز عنصرکم‌مصرف مهمی است که می‌تواند با فعال‌کردن آنزیم‌های حیاتی بدن، سلول‌ها را در برابر رادیکال‌های آزاد محافظت نماید و همچنین در تنظیم قند خون نقش مهمی ایفا می‌کند [۲۷]. ارقام علی‌اکبری و گر با مقادیر ۰/۹۲ و ۰/۳۱ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب دارای بیشترین و کم‌ترین مقدار منگنز در آب میوه ارقام انار مورد مطالعه بودند. محتوای مس از ۰/۰۳ تا ۰/۲٦ در ارقام گـر و میرزایی متغیر بود. رقم‌های علی‌اکبری و یزدانی با مقادیر ۰/۲۳ و ۰/۰۷ دارای بیشترین و کم‌ترین مقدار روی در بین ارقام مورد مطالعه بودند. عنصر روی از عناصر ضروری سیستم ایمنی بدن انسان می‌باشد. بر اساس نتایج این پژوهش یک لیوان (معادل ۲۵۰ میلی‌لیتر) آب انار ارقام مورد بررسی به‌طور متوسط حاوی ۰/۰۳۷، ۱۷۸/۷، ۲۸/۷۸، ۰/۱٦، ۱۵/۵۷، ۲۵/۸۸، ۲۲/٦۷، ۰/۱۷ و ۰/۰۳۷ میلی‌گرم از عناصر معدنی مس، پتاسیم، کلسیم، منگنز، سدیم، فسفر، آهن و روی می‌باشد (جدول ۲) که از دیدگاه تغذیه‌ای و تأمین بخشی از عناصر معدنی مورد نیاز انسان مورد توجه قرار گیرد.

اسیدها و قندها از اجزای مهم کیفیت میوه هستند که سبب ایجاد طعم مطلوب در میوه و فرآورده‌های آن می‌شوند [۷]. برای صفات میزان مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و شاخص رسیدگی و همچنین میزان اسیدیته بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری نشان داد. میزان مواد جامد محلول

از شاخص‌های کیفی مهم است که رابطه مستقیمی با کیفیت خوراکی میوه در زمان رسیدن دارد. این شاخص بیان کننده میزان شیرینی میوه می‌باشد [۲۸]. دامنه تغییرات میزان مواد جامد محلول در آب انار در ارقام مورد بررسی بین ۱۶/۴۸ تا ۱۸/۲۱ درجه بریکس متفاوت بود. در پژوهشی که پویروزاگلوو همکاران (۲۰۰۲) بر روی محتوای اسیدهای آلی آب انار انجام دادند، دامنه تغییرات این صفت را ۱۳/۹۶ تا ۱۶/۰۶ گزارش کردند [۲۹]. ارقام گر و گلابی دارای بالاترین میزان مواد جامد محلول در بین ارقام مورد مطالعه بودند (شکل ۱) و بنابراین برای کاربرد در فرآیند آب‌گیری و همچنین مصرف تازه‌خوری نسبت به سایر ارقام مناسب‌تر می‌باشند.

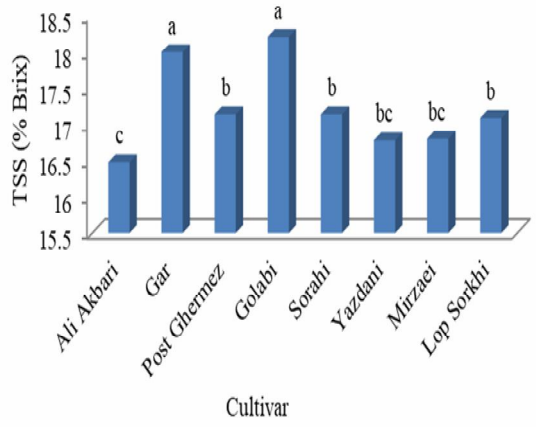

Fig 1 Mean comparison total soluble solids (TSS) value of 8 pomegranate cultivars

در آب میوه انار اسیدهای آلی مختلفی گزارش شده است، اما اسید سیتریک اسید غالب در آب میوه انار به‌شمار می‌آید و سبب ایجاد مزه ترش در میوه انار می‌گردد [۶]. محتوای اسید قابل تیتراسیون بین ۰/۶۰ در رقم لپ‌سرخی تا ۱/۴۰ درصد در رقم علی‌اکبری متفاوت بود (شکل ۲). تهرانی‌فر و همکاران (۲۰۱۰) مقدار اسید قابل تیتراسیون را در برخی از ارقام ایرانی بین ۰/۳۸ تا ۱/۵۲ درصد گزارش نمودند [۳۰]. با افزایش رسیدگی میوه انار میزان اسید قابل تیتراسیون کم می‌شود و این کاهش به رقم و منطقه جغرافیایی بستگی دارد. [۳۱].

میزان مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون به‌تنهایی نمی‌توانند طعم وکیفیت میوه را تعیین نمایند و نسبت این دو صفت تعیین‌کننده طعم و کیفیت میوه می‌باشد.

برخی از محققین از این شاخص برای گروه‌بندی ارقام انار استفاده می‌کنند [۸، ۱۹، ۳۱].

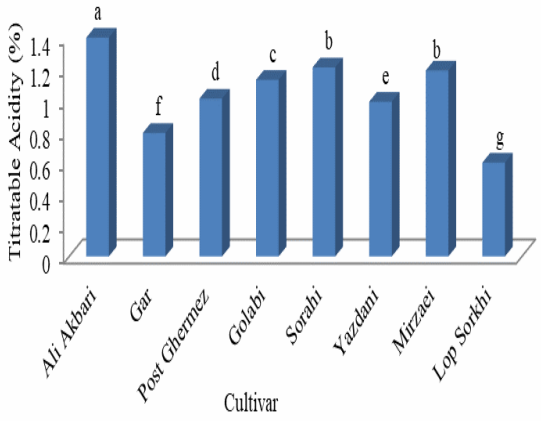

Fig 2 Mean comparison titrable acidity (TA) values of 8 pomegranate cultivars

شاخص طعم میوه در رقم علی‌اکبری با مقدار ۱۱/۷۷ دارای کم‌ترین و در رقم لپ‌سرخی با مقدار ۲۸/۴۸ دارای بیشترین میزان بود (شکل ۳). هرچه میزان شاخص طعم بیشتر باشد، میوه شیرین‌تر خواهد بود. مارتینز و همکاران (۲۰۰۶) انار را به سه گروه ترش، ترش-شیرین (ملس) و شیرین طبقه‌بندی نمودند. در این گروه‌بندی بیشترین میزان اسید قابل تیتراسیون در ارقام ترش مشاهده شد و ارقام شیرین دارای مقادیر بسیار کم اسید قابل تیتراسیون بودند [۱۹]. براساس طبقه‌بندی مارتینز و همکاران (۲۰۰۶) در بین ارقام مورد مطالعه رقم لپ سرخی در گروه ارقام شیرین و سایر ارقام در گروه ارقام ترش-شیرین (ملس) قرار گرفتند.

در مطالعه‌ای که تهرانی‌فر و همکاران (۲۰۱۰) بر روی ۱۵ رقم انار تجاری ایران انجام دادند، مقدار شاخص طعم میوه را بین ۷/۲۴ (رقم ترش) تا ۴۰/۴ (رقم شیرین) گزارش نمودند [۳۰]. آن‌ها ارقامی‌که دارای مقادیری بین این دو مقدار بودند را ارقام ترش و شیرین (ملس) طبقه‌بندی کردند. در این پژوهش بیشترین مقدار شاخص طعم در رقم لپ‌سرخی اندازه‌گیری شد که می‌توان آنرا شیرین‌ترین رقم در بین ارقام مورد بررسی در نظر گرفت. سایر ارقام نیز به‌ترتیب از شیرین‌ترین به ترش‌ترین شامل ارقام گر، پوست قرمز، یزدانی، گلابی، سورهی، میرزایی و علی‌اکبری بودند.

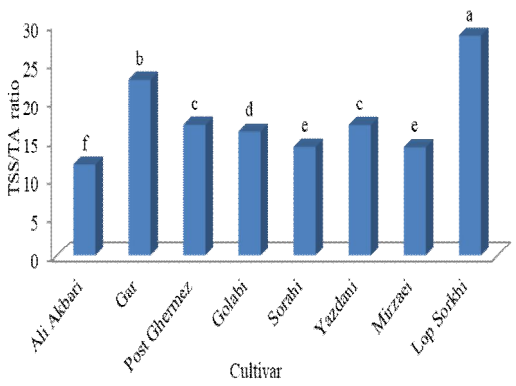

Fig 3 Mean comparison maturity index (MI) value of 8 pomegranate cultivars

مقدار اسیدیته آب میوه در پژوهش حاضر بین ۳/۲۱ در رقم علی‌اکبری تا ۳/۹۷ در رقم سورهی متفاوت بود. این مقادیر بالاتر از مقادیر گزارش شده توسط کم و همکاران (۲۰۰۹) بود. اکبرپور و همکاران (۲۰۰۹) نیز میزان اسیدیته آب میوه در برخی ارقام تجاری انار را بین ۲/۵۷ تا ٤/١٤ گزارش کردند [۳۲].

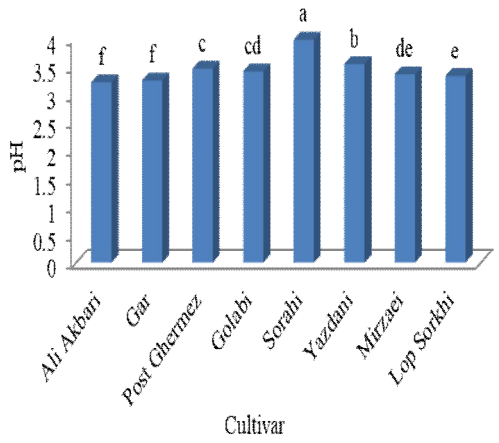

Fig 4 Mean comparison pH value of 8 pomegranate cultivars

نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان داد که دو مؤلفه اول در مجموع ٦٧/٩٣ درصد از تنوع موجود بین داده‌ها را توجیه می‌نماید (جدول ۳). در صورتی‌که بین ارقام شباهت‌هایی وجود داشته باشد، این مؤلفه‌ها قادر خواهند بود که گروه‌بندی مناسبی را به وجود آورده و ارقام مشابه را در گروه‌های مجزا تفکیک نمایند.

Table 3 Eigen value, percent of variance and cumulative percentage from principal component for all evaluated traits

Component number	Eigen Value	Percent of Variance	Cumulative percentage
1	4.173	37.88	37.88
2	1.786	30.05	67.93
3	0.438	17.90	85.83
4	0.375	9.48	95.31
5	0.0025	4.69	100.00

همچنین نمودار دوبعدی قادر به تفکیک ارقام از لحاظ این صفات بوده و به این وسیله می‌توان موقعیت دقیق هر رقم را از لحاظ این صفات تعیین کرد [۱۰]. براساس نمودار دو بعدی ارئه شده بیشترین همبستگی مثبت بین صفات شاخص طعم، مواد جامد محلول و اسیدیته، و بیشترین همبستگی منفی بین این صفات با اسید قابل تیتراسیون مشاهده شد (شکل ۵).

با کاهش میزان اسید قابل تیتراسیون در میوه میزان pH افزایش می‌یابد. کاهش میزان اسید قابل تیتراسیون در میوه رسیده ممکن است ناشی از مصرف این اسیدها در فرایندهای تنفسی باشد [۳۳]. عناصر سدیم، فسفر و مس دارای همبستگی مثبتی با صفات مرتبط با کیفیت میوه می‌باشند. عناصر روی، آهن، کلسیم، منگنز و پتاسیم دارای مقادیر متوسط از هر دو مؤلفه بودند و قادر به تفکیک ارقامی هستند که علاوه بر دارا بودن مقادیر مناسب از خصوصیات کیفی میوه، دارای مقادیر مناسبی از این عناصر باشند.

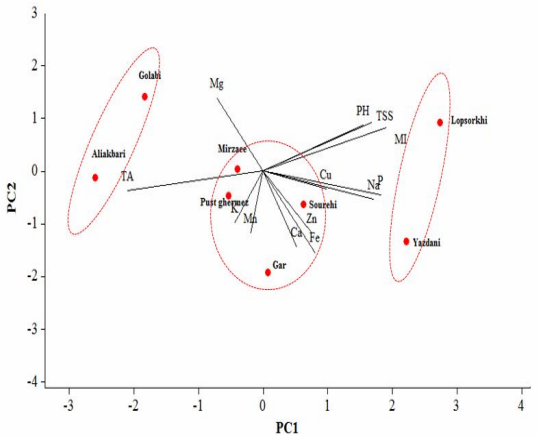

Fig 5 Principal Component analysis of evaluated traits

درنهایت عنصر پتاسیم و منیزیم دارای همبستگی مثبت با میزان اسید قابل تیتراسیون می‌باشد و با صفات میزان مواد جامد محلول، شاخص طعم و اسیدیته همبستگی منفی دارند. تنوع بین مقادیر مواد معدنی در بین ارقام بستگی به مراحل مختلف رسیدن میوه، رقم، منطقه رشد گیاه، شرایط آب و هوایی، بلوغ میوه و عملیات زراعی دارد [۲٤]. در مطالعه‌ای محققین دریافتند که میزان عنصر پتاسیم با افزایش رسیدگی میوه کاهش می‌یابد [۳٤]. همچنین کاهش میزان منیزیم در میوه‌های رسیده گزارش شده است [۳۵]. با توجه به این‌که با افزایش زمان رسیدن مقدار مواد جامد محلول و شاخص طعم میوه افزایش می‌یابد، همبستگی منفی این صفات با عناصر پتاسیم و منیزیم منطقی به نظر می‌رسد. با توجه به تنوع در ارقام مورد مطالعه و مهم بودن این فاکتور در خصوصیات کیفیت میوه و همچنین میزان مواد معدنی و با بررسی نمودار دو بعدی پراکنش ارقام در بین صفات می‌توان ارقام را گروه‌بندی نمود. بدین ترتیب رقم‌های لپ‌سرخی و یزدانی دارای مقادیر بالایی از صفات کیفیت میوه بوده و دارای مقادیر مناسبی از عناصر معدنی مانند فسفر و سدیم نیز بوده و جهت مصرف تازه‌خوری مناسب می‌باشند. ارقام سورهی، گـر، پوست قرمز و میرزایی دارای مقادیر قابل قبولی از کیفیت میوه و طعم ترش- شیرین (ملس) بوده و از میزان عناصر معدنی مناسبی نیز دارند و جهت فرآیندهای فرآوری مانند آب انار مناسب می‌باشند.

بر اساس نتایج این پژوهش ارقام انار مورد مطالعه از نظر محتوای عناصر معدنی آب میوه و همچنین خصوصیات بیوشیمیایی مرتبط با کیفیت میوه دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بوده و نشان‌دهنده تنوع بالا بین ویژگی‌های مورد بررسی می‌باشد. این صفات نقش مهمی از نظر ارزش غذایی داشته و می‌تواند در صنایع مختلف فرآوری انار نیز مورد استفاده قرار گیرد. همچنین تنوع ارقام انار موجود در ایران به‌عنوان مهم‌ترین مرکز تنوع انار در دنیا و وجود ارقام محلی فراوان امکان گزینش برای اهداف خاص را میسر می‌سازد.

٤- منابع

[1] Espín J.C. García-Conesa M.T. Tomás-Barberán F.A .2007. Nutraceuticals: facts and fiction. Phytochemistry, 68:2986–300.

[2] Anonymous. 2017. Statistical book of agricultural of Iran. Iranian Statistical Centre, Tehran, Iran

[3] Goula, A. M. & Adamopoulos, K. G. 2012. A method for pomegranate seed application in food industries: seed oil encapsulation. Food and Bioproducts Processing, 90 (4): 639-652.

[4] Aviram M, Rosenblat M, Volkova N, Coleman R. 2006. Pomegranate by product administration to apolipoprotein e definicient mice attenuates atherosclerosis development as a result of decreased macrophage oxidative stress and reduced cellular uptake of oxidized low-density lipoprotein, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54: 1928-1935.

[5] Malik A. Afaq F. Sarfaraz S.M. Adhami V. Syed D. Mukhtar H. 2005. Pomegranate fruit juice for chemoprevention and chemotherapy of prostate cancer. Department of Dermatology, University of Wisconsin, Madi-son, WI 53706.

[6] Eksi, A. and I. Ozhamamci. 2009. Chemical composition and guide values of pomegranate juice. Gida 34(5):265-270.

[7] Al-Maiman S.A. & Ahmad D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum L*) fruit maturation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 76: 437 – 447.

[8] Cam M. Hisil Y. Durma G. 2009. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. Food Chemistry, 112: 721–726.

[9] Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H. and Bayat, M., 2005. Note. Physicochemical composition of ten pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Iran. Food Science and Technology International, 11(2): 113-119.

[10] Yan, W., Rajcan, I. (2002) Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42:11-20.

[11] Kader A.A. 2002. Postharvest biology and technology. In: Kader, AA, (Eds.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. University

A. 1994. Studying of multivariate statical methods. Pishtaze elm publication. 280pp.

[22] Kroonenberg P.M. 1997. Introduction to biplot for G×E tables. Research Report No.51. Center for Statistics. The University of Queensland, Brisbane, Australia.

[23] Punna R. Paruchuri U.R. 2003. Total insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. Journal of food composition and analysis, 16:677-685.

[24] Akpinar-Bayizit A. Analysis of Mineral Content in Pomegranate Juice by ICP-OES. 2010. Asian Journal of Chemistry, 22 (8): 6542-6546.

[25] Dini I. Tenore G.C. Dini A. 2008. Chemical composition, nutritional value and antioxidant properties of *Allium caepa* L. Var. tropeana (red onion) seeds. Food Chemistry, 107:613–21.

[26] Chen XH. Xia L. Zhou H.B. Qiu G.Z. 2010. Chemical composition and antioxidant activities of *Russula griseocarnosa* sp. nov. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 58:6966–71.

[27] Ekholm P, Reinivuo H, Mattila P, Pakkala H, Koponen J, Happonen A,. 2007. Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland. Journal of Food Composition, 20:487–95.

[28] Burdon J. McLeod D. Lallu N. Gamble J. Petley M. and Gunson A. 2004. Consumer evaluation of 'Hayward' kiwifruit of different at-harvest dry matter contents, Postharvest Biological and Technology, 34: 245-255.

[29] Poyrazoglu E. Gokmen V and Artik V. 2002. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition, 15:567-575.

[30] Tehranifar A. Zarei M. Nemati Z. Esfandiyari B. and Vazifeshenas M. R. 2010. Investigation of Physic-chemical Properties and Antioxidant Activity of Twenty Iranian Pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Scientia Horticulturae, 126: 180-185.

[31] Melgarejo P. Artes F. 2000. Organic acids and sugar composition of pomegranate juice. European Journal of Food Research and Technology, 4:30–31.

of California Davis Division

[12] Ben Arie R.N. Segal N. & Guelfat-Reich S. 1984. The maturation and ripening of the Wonderful pomegranate. Journal of American Society of Horticultural Sciences, 109:898 – 902.

[13] Fawole O.A. & Opara, U.L. 2013. Changes in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate cv. Ruby fruit at five maturity stages. Scientia Horticulturae, 150:37– 46.

[14] Hardy, S. & Sanderson, G. 2010. Citrus maturity testing. Prime facts. [Internet document]. URL

[15] Shwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., & Amir, R. 2009. Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 115:965–973.

[16] Shulman Y. Fainberstein Land Lavee, S. 1984. Pomegranate fruit development and maturation. Journal of Horticultural Science, 59:265-274.

[17] Kader A.A. 2006. Post-harvest biology and technology of pomegranates. In: N.P. Seeram, R.N. Schulman, and D. Heber (Eds.). Pomegranates: Ancient roots to modem medicine. CRC Press, Boca Raton, FL.211–220.

[18] Shwartz E. Glazer I. Bar-Ya'akov I. 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. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 115:965– 973.

[19] Martinez J.J. Melgarejo P. Hernandez F. Salazar D.M. Martinez R. 2006. Seed characterization of five new pomegranates (*Punica granatum* L.) varieties. Scientia Horticulturae, 110:241–246.

[20] Mohammadi R. Farshadfar E. Aghaee M and Shutka J .2003. Locating QTLs controlling drought tolerance criteria in rye using disomic addition lines. Cereal Research Commercial, 31:257-263.

[21] Moghadam M. Mohammadi A. and Aghaee

[32] Akbarpour V. Hemmati K and Sharifani M. 2009. Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 6 (4): 411-416.

[33] Nagar P.K. 1994. Effects of some ripening retardants on fruit softening of Enzymes of Kinnow mandarin fruits. Indian Journal of plant physiology, 37:122-124.

[34] Akhtar S. Naz S. Mahmood S. Nasir M. Ahmad A. 2010. Physicochemical attributes and heavy metal content of mangoes *(Mangifera indica L.)* cultivated in different regions of Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 42(4): 2691-702.

[35] Madhava Rao K.V. Raghavendra A.S. Janardhan Reddy K. 2006. Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants. Netherlands: Springer.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Assessment of Mineral Content and some Biochemical Properties in 8 Local Pomegranate Juice Cultivars

Momeni, N. [1], Asadi-Gharneh, H. A. [2]*

1. Former M. Sc. Student and Associated Professor, Department of Horticulture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2018/ 12/ 19
Accepted 2021/ 11/ 22

Keywords:

Mineral elements,
Total soluble solids,
Titrable acidity,
Maturity index,
Principal component analysis.

DOI: 10.52547/fsct.18.121.17

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.121.2.6

*Corresponding Author E-Mail:
h.asadi@khuisf.ac.ir

ABSTRACT

Pomegranate is one of the important and an oldest fruit that is grown in vast regions. In recent years pomegranate juice is became a popular beverage. This study was carried out to investigate the mineral elements and some biochemical properties of juice in eight local Iranian pomegranate cultivars. The results showed a significant difference in the studied traits in all cultivars. The potassium content in pomegranate juice was higher than other elements, followed by calcium, sodium, phosphorus, magnesium, iron, manganese, zinc and copper. Potassium, calcium and iron was found the highest in 'Golabi', meanwhile the highest amount of magnesium and sodium measured in 'Sorahi' cultivars. 'Aliakbari' had the highest amount of manganese and zinc and 'Lopsorkhi' and 'Mirzaei' had the highest value of phosphorus and copper, respectively. The lowest amount of potassium and iron was observed in 'Lopsorkhi' and 'Aliakbari' cultivars, respectively. For other elements, 'Gar' had the lowest concentration. In terms of biochemical properties such as total soluble solids (TSS), maturity index (MI) and acidity (pH) of juice, 'Golabi, Lopsorkhi and Sorahi' cultivars had the highest value. 'Sorahi' and 'Aliakbari' cultivars with the highest amount of titrable acid were sour and suitable for industries pomegranate production, which require sour taste. Other cultivars were introduced due to the proper amounts of mineral elements and sweet and sour taste for fresh consumption and pomegranate juice production industry. The two-dimensional graph, based on the principal components analysis, confirmed the results of grouping the cultivars based on the comparison of the mean.