Comparison of Some Quantitative Indices and Biochemical Compounds in Pomegranate Genotypes of Tang-e-Siab Region (Kuhdasht, Lorestan Province)

Pages 39-57

M. Heidari [*1] and K. Dehghani Nezhad [2]

*Corresponding author: **mkheidari@asnrukh.ac.ir**

Received date: 2024.03.11 **Accepted date: 2024.06.11**

Abstract

In the present study, various physical characteristics of fruit, biochemical compounds, and juice color indices were examined in six pomegranate genotypes from the Tang Siab region (Kohdasht, Lorestan province, West of Iran). The experiment followed a Completely Randomized Design (CRD) with six genotype treatments in three replications. The findings revealed significant differences in fruit diameter, length, crown length, and fresh weight of 100 arils among the pomegranate genotypes of Tang-e-Siab. Significant differences in total soluble solids and total acidity influenced the taste index and BrimaA in the fruit juice of these genotypes. The lowest taste index (13.02) and Brim-A index (12.78) were observed in the Malas Taj Basteh population. Ascorbic acid (2.8-10.05 mg/100g), total flavonoids (3.29-7.53 mg/ml), total phenol (92.15-147.9 mg/100 ml), and antioxidant capacity (74.77-86.61%) differed significantly among the pomegranate genotypes of Tang-e-Siab. Total anthocyanin content (23.21-60.28 mg/100ml) and browning compounds (1.17-2.48 AU) also varied across the pomegranate genotypes. Color indices, calculated based on absorbance at wavelengths of 420, 520, and 620 nm, revealed differences in red, yellow, and blue color percentages, total color intensity, pure red color intensity, hue index, and K-K color index. The Khorramabadi and Galobaz Zir genotypes exhibited higher color indices compared to other genotypes from Tang Siab Lorestan. The study suggests that besides anthocyanin, other juice color indices can be used to assess juice color quality and compare pomegranate genotypes.

Keywords: Anthocyanin, Color Intensity, Genetic resources, Pomegranate and Total soluble solids.

مقایسه برخی شاخص‌های کمی و ترکیبات بیوشیمیایی میوه در توده‌های انار تنگ سیاب (کوهدشت، استان لرستان)

مختار حیدری *[۱] و کبری دهقانی نژاد [۲]

۱) دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.
۲) کارشناس ارشد باغبانی، سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان، خرم آباد، ایران.

* نویسنده مسئول: **mkheidari@asnrukh.ac.ir**

شماره صفحات
۵۷-۳۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲

چکیده

در آزمایش حاضر برخی خصوصیات فیزیکی میوه، ترکیبات بیوشیمیایی و شاخص‌های رنگ آب‌میوه در شش توده انار منطقه تنگ سیاب (کوهدشت، استان لرستان) بررسی شد. طرح آماری آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با تیمار توده انار (۶ توده) در سه تکراربود. نتایج نشان دادند قطر و طول میوه، طول تاج، وزن‌تر صد آریل در توده‌های انار تنگ سیاب تفاوت معنی‌داری داشتند. وجود تفاوت معنی‌دار در مواد جامد محلول کل و اسیدیته کل موجب تغییر شاخص طعم و شاخص بریما در آب‌میوه توده‌های انار تنگ سیاب شد. کمترین شاخص طعم (۱۳/۰۲) و شاخص بریما (۱۲/۷۸) در توده ملس تاج بسته بود. اسید اسکوربیک (mg/100g ۱۰/۰۵- ۲/۸)، کل فلاونوئیدها(mg/ml ۳/۷-۲۹/۵۳)، فنول کل (mg/100 ml ۱۵/۹-۹۲/۱۴۷) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی(۸۶/۶۱-۷۴/۷۷ درصد) در توده‌های انار تنگ سیاب تفاوت معنی‌داری داشتند. میزان آنتوسیانین کل (mg/100 ml ۶۰/۲۸- ۲۳/۲۱) و مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای (AU ۱/۲-۱۷/۴۸) در توده‌های انار تفاوت داشتند. شاخص‌های رنگ محاسبه‌شده بر اساس اندازه‌گیری میزان جذب در طول‌موج‌های ۴۲۰، ۵۲۰ و ۶۲۰ نانومتر نشان داد درصد رنگ قرمز، درصد رنگ زرد، درصد رنگ آبی، شدت رنگ کل، شدت رنگ قرمز خالص، شاخص هیو و شاخص رنگ K-K در توده‌های انار تنگ سیاب لرستان تفاوت معنی‌داری داشتند و در توده‌های خرم‌آبادی و گلوباز زیر تنگ سیاب شاخص‌های رنگ بیشتر از سایر توده‌ها بود. نتایج نشان داد علاوه بر آنتوسیانین از سایر شاخص‌های رنگ آب‌میوه می‌توان برای بررسی کیفیت رنگ آب‌میوه انار و مقایسه ژنوتیپ‌های انار استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: انار، آنتوسیانین، شدت رنگ، کل مواد جامد محلول و منابع ژنتیکی.

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) یک میوه شناخته‌شده قدیمی متعلق به خانواده لیتراسه[1] است. گیاه انار به دلیل سازگاری بالای با انواع خاک‌ها و اقلیم‌های مختلف، در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری و عمدتاً در کشورهای دارای آب و هوای مدیترانه‌ای کشت می‌شود. ایران، هند، پاکستان، روسیه، ترکیه، ژاپن، یونان، عمان، چین، مصر و ایالات‌متحده آمریکا برخی از مناطق مهم کشت انار در جهان هستند (Holland *et al*., 2009). قسمت‌های مختلف میوه انار شامل پوست سفت و چرمی رنگ (اگزوکارپ[2])، لایه سفید در زیر پوست چرمی (آلبدو[3]) و پوسته غشایی (اندوکارپ[4]) و آریل‌های انار هست. رنگ پوست میوه انار بسته به رقم، شرایط آب‌وهوایی و شرایط کشت (مانند هرس و میزان نفوذ نور) از سبز مایل به زرد تا قرمز تیره متغیر است. آریل بخش خوراکی میوه انار است که شامل بذر و یک کیسه آبدانکی اطراف بذر است که به ترتیب ۸۰ و ۲۰ درصد (بر اساس وزن تازه) وزن آریل را تشکیل می‌دهند (D- Aquino). آب‌میوه تازه انار به‌طور عمده از آب (۸۵٪)، قندها (۱۰٪ بیشترین مقدار گلوکز و فروکتوز)، اسید اسکوربیک، آنتوسیانین ها، فلاونوئیدهای پلی فنولیک، پکتین ها، اسیدهای آمینه و مواد معدنی تشکیل‌شده است (Roy and Waskar, 1997). تقاضای جهانی برای میوه تازه انار و محصولات فرآوری شده تازه یا خشک و یا سایر فرآورده‌های انار افزایش‌یافته است. بخش زیادی از این تقاضا به دلیل وجود میزان زیاد ترکیبات شیمیایی با منشأ گیاهی[5] در میوه انار هست که دارای اثرات سودمند بر سلامتی انسان هستند (Fawole *et al*., 2012). به همین دلیل ترکیبات بیوشیمیایی میوه ژنوتیپ های انار در مناطق جغرافیایی مختلف موردبررسی قرارگرفته است (Fawole and Opara *et al*., 2013; Moradi Ashour *et al*., 2019. Meighani *et al*., 2021; Sepahvand *et al*., 2012; Jalali Jalalabadi and Asadi-Gharneh, 2019;). علاوه‌بر مقایسه ژنوتیپ‌ها، اثر سایر عوامل بر ترکیبات بیوشیمیایی و شاخص‌های کیفی میوه انار نیز مورد بررسی قرارگرفته است. مرحله رشد میوه و زمان برداشت (Varaste *et al*., 2009; Paimard *et al*., 2014)، روش‌های مدیریت تولید و تنش‌های محیطی طی دوره رشد میوه روی گیاه (Faraji *et al*., 2020)، تیمارهای پس از برداشت مورداستفاده برای میوه کامل انار (D- Aquino *et al*., 2010; Fawole and Opara *et al*., 2013) و یا آریل‌های انار با حداقل فرآوری (Taheri *et al*., 2020; Sepúlveda *et al*., 2000; Holcraft *et al*., 1998;) برخی از مواردی هستند که اثر آن‌ها بر ترکیبات بیوشیمیایی میوه انار مورد بررسی قرارگرفته است. کل مواد جامد محلول (TSS)، pH آب‌میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و شاخص طعم (نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته) شاخص‌های بیوشیمیایی مرتبط با طعم

[1] . Lythraceae
[2] . Exocarp
[3] . Albedo
[4] . Endocarp
[5] . Phytochemicals

می‌باشند که در ژنوتیپهای مختلف انار مورد بررسی قرارگرفته‌اند (Sepahvand *et al*., 2012). شاخص بریما[6] که به‌عنوان شاخص مقبولیت طعم از نظر مصرف‌کننده معرفی‌شده است، یکی از روش‌های دیگر ارزیابی طعم میوه‌ها هست که پیشنهاد گردیده است دقت بیشتری نسبت به شاخص طعم (نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته) دارد (Fawole *et al*., 2012) و در ارزیابی طعم ژنوتیپ‌های انار نیز مورداستفاده قرارگرفته است ولی اطلاعات محدودی در مورد ارزیابی شاخص بریما در ژنوتیپ‌های انار ایران وجود دارد. مقایسه شاخص بریما در ۱۴ توده انار منطقه اورامان (استان کردستان) گزارش‌شده است (Sharifi *et al*., 2024). آنتوسیانین رنگدانه‌های محلول در آب و مهم‌ترین عامل ایجاد رنگ قرمز در آریل‌های انار می‌باشند. دلفینیدین، سیانیدین و پلارگونیدین سه نوع آنتوسیانین غالب در آب‌میوه انار هستند (Assadi *et al*., 2024). میزان آنتوسیانین کل یکی از شاخص‌هایی است که در آب‌میوه ارقام یا ژنوتیپ های مختلف انار در ایران مورد بررسی قرارگرفته است (; 2013 Moradi Ashour *et al*., 2019; Meighani *et al*., 2021; Paimard *et al*., 2014; Sarkhosh *et al*., 2007). با توجه به اینکه رنگ آریل انار یکی از شاخص‌های مؤثر در تعیین کیفیت و بازارپسندی میوه انار هست، علاوهبر آنتوسیانین، استفاده از سایر شاخص‌های مربوط به‌شدت و کیفیت رنگ آب‌میوه انار می‌تواند در ارزیابی بهتر کیفیت آب‌میوه توده‌ها، ژنوتیپها و یا ارقام انار مورداستفاده قرار گیرد. در مورد ژنوتیپ‌های انار در ایران شاخص‌های دیگر مربوط به رنگ مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای و آنتوسیانین در میوه سالم انار (Heidari *et al*., 2005; Heidari *et al*., 2017) و یا شدت رنگ آب‌میوه و مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای و آنتوسیانین در آریل انار با حداقل فرآوری (Taheri *et al*., 2020)، اندازه‌گیری شده است. درصد رنگ قرمز خالص، شدت رنگ‌های زرد، قرمز و آبی در آب‌میوه و نسبت این رنگ‌ها به‌شدت رنگ کل، نسبت آنتوسیانین کل به فنول کل برخی از شاخص‌های رنگ می‌باشند که در آب‌میوه ارقام انار در سایر کشورهای تولیدکننده انار مورد بررسی قرارگرفته‌اند (Sepúlveda *et al*., 2010; Assadi *et al*., 2024). شاخص رنگ قرمز خالص نشان‌دهنده میزانی از رنگ قرمز است که بر اثر کاتیون‌های فلاویلیوم[7] تولید می‌شود. فلاویلیوم‌ها، نمک‌های آنتوسیانین هستند که توانایی واکنش با سایر ترکیبات را دارند (Spulveda *et al*., 2010). با وجود تنوع در رنگ آریل‌های انار در ارقام و ژنوتیپ های ایران، در مورد استفاده از انواع شاخص‌های تعیین‌کننده کیفیت رنگ آب‌میوه در ایران گزارش‌های محدودی وجود دارد (Sharifi *et al*., 2023). استان لرستان یکی از مناطق تولید انار در غرب ایران هست. بر اساس آمارنامه محصولات باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، استان لرستان دارای ۲۹۸ هکتار باغ انار غیر بارور و ۲۸۹۶ هکتار باغ انار بارور بوده و با میزان تولید ۶۵،۷۳۵ تن و عملکرد ۲۲/۷۰۲ تن در هکتار هست (Agricultural statistics, 2020). بیشترین مساحت باغ‌های انار استان لرستان در منطقه کوهدشت (۱۱۰ کیلومتری غرب خرم‌آباد) قرار دارد و منطقه تنگ سیاب یکی از مراکز مهم تولید انار در شهرستان کوهدشت و استان لرستان هست. اگرچه

6 . Brima-A
7 . Flavilium cations

صفات ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی ۲۱ نژادگان انار لرستان از جمله شش نژادگان انار منطقه تنگ سیاب کوهدشت موردبررسی قرارگرفته است ولی صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده شامل pH، اسیداسکوربیک، اسیدیته قابل تیتراسیون و کل مواد جامد محلول بود (Sepahvand *et al*., 2012) ولی در مورد بررسی شاخص‌های تعیین کیفیت و رنگ آب‌میوه انار ژنوتیپ ها و توده‌های انار استان لرستان و منطقه تنگ سیاب لرستان گزارشی منتشر نشده است، در این آزمایش، امکان استفاده از برخی شاخص‌های بیوشیمیایی و هم‌چنین شدت رنگ و کیفیت رنگ برای مقایسه کیفیت میوه توده‌های انار بومی منطقه تنگ سیاب (کوهدشت، لرستان) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش

میوه شش توده انار (*Punica granatum* L.) در آبان ماه ۱۳۹۹ از باغ‌های منطقه کوهنانی تنگ سیاب (۶۵ کیلومتری شهرستان کوهدشت، استان لرستان) برداشت شد. میوه‌ها بلافاصله پس از برداشت، با اصول رعایت جابجایی به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ملاثانی ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز) انتقال‌یافته و اندازه‌گیری برخی خصوصیات کمی و بیوشیمیایی میوه‌ها در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت، گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. اندازه‌گیری ویژگی‌های کمی میوه: وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال (مدل) با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. طول تاج میوه، طول میوه، قطر میوه در دو جهت عمود بر هم با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. میانگین دو اندازه‌گیری مربوط به قطر میوه محاسبه‌شده و شکل میوه با تقسیم طول میوه با تاج بر میانگین قطر میوه محاسبه شد. با تقسیم طول تاج بر طول کل میوه و بر اساس رابطه ۱ نسبت طول تاج به طول میوه محاسبه شد:

رابطه ۱: نسبت طول تاج به طول میوه (درصد)= (طول میوه با تاج/طول تاج میوه)×۱۰۰

میوه‌ها طی دو مرحله با آب معمولی و سپس کلراکس ۱٪ به مدت ۲ دقیقه شستشو داده‌شده و روی پارچه قرار گرفتند تا رطوبت سطحی میوه گرفته شود. آریل‌های انار و پوست با دست جداسازی شده و به‌صورت تصادفی چهار گروه صدتایی از آریل‌های هر میوه با ترازو وزن شده و وزن تازه صد عدد آریل محاسبه شد. سپس آریل‌های انار در پتری دیش شیشه‌ای درون آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده‌شده و پس از ۴۸ ساعت، وزن خشک صد عدد آریل اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری خصوصیات بیوشیمیایی آریل‌ها

جداسازی آریل‌ها از میوه با دست انجام‌شده و آب آریل‌ها با استفاده از آب‌میوه‌گیری دستی گرفته شد. کل مواد جامد محلول (TSS) در آب‌میوه با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی (شرکت Milwaukee، مدل MA-888) اندازه‌گیری شده و اعداد قرائت‌شده بر اساس درصد بریکس[8] بر اساس جدول پیشنهادی (Halim, 2012) به کل مواد جامد محلول در دمای ۲۰ درجه

[8] . Brix

سلسیوس تبدیل‌شده و ارائه گردید. اسیدیته کل قابل تیتراسیون (TA) به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و معرف فنل فتالئین (یک درصد) تعیین‌شده و بر اساس درصد اسیدسیتریک (اسید غالب میوه انار) محاسبه گردید. شاخص طعم با تقسیم کل مواد جامد محلول به اسیدیته (TSS/TA) محاسبه شد. شاخص مقبولیت طعم از نظر مصرف‌کننده (Brima- A) با استفاده از داده‌های اسیدیته و کل مواد جامد محلول و با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (Magwaza and Opara, 2020).

رابطه ۲: $BrimA = TSS – k * TA$

TA=اسیدیته کل قابل تیتراسیون، TSS= کل مواد جامد محلول، k= ۲ (ضریب ثابت برای میوه انار)

برای اندازه‌گیری اسید آسکوربیک، آب آریل‌های انار با محلول اسید متافسفریک (۱ درصد) مخلوط شده و پس از ۳۰ دقیقه، محلول سانتریفیوژ شده و پس از افزودن ۶،۲- دی کلرو فنل اندوفنل (DCPIP) میزان جذب در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Bor *et al*., 2006). کل فلاونوئیدهای آب‌میوه با استفاده از نیترات سدیم ($NaNO_2$)، کلرید آلومینیم ($AlCl_3$) هیدروکسید سدیم (NaOH) و اندازه‌گیری جذب در طول‌موج نانومتر ۵۱۰ نانومتر (Zhuang *et al*., 1992) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-2100، ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد. میزان فنل کل با استفاده از معرف فنل سیوکالتیو و اندازه‌گیری میزان جذب در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد و میزان فنل کل بر اساس اسیدگالیک ارائه گردید(Waterhouse, 2002). نسبت کل فلاونوئیدها به فنل کل محاسبه شد (Shams Ardekani *et al*., 2011). توانایی حذف رادیکال‌های آزاد[9] با افزودن آب انار به متانول و افزودن ۲،۲- دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل (DDPH) محلول در متانول و اندازه‌گیری جذب پس از ۳۰ دقیقه در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر انجام شد. توانایی حذف رادیکال‌های آزاد با استفاده از منحنی استاندارد اسیداسکوربیک تعیین گردید (Karioti *et al*., 2004). با اندازه‌گیری میزان جذب نور آب‌میوه در طول‌موج‌های ۴۲۰، ۵۲۰ و ۶۲۰ نانومتر به ترتیب مواد ایجادکننده رنگ زرد (A_{420})، رنگ قرمز (A_{520}) و رنگ آبی (A_{620}) محاسبه شد. شدت رنگ[10] (IC) بر اساس مجموع میزان جذب در طول‌موج‌های ۴۲۰ و ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Poiana *et al*., 2007). شدت رنگ (IC^*) بر اساس مجموع اندازه‌گیری رنگ آب‌میوه در سه طول‌موج ۴۲۰، ۵۲۰ و ۶۲۰ نانومتر و شاخص رنگ قرمز خالص (dA) به ترتیب بر اساس رابطه‌های ۳ و ۴ محاسبه شدند (Glories, 1984):

رابطه ۳: شدت رنگ: $CI= A_{420} + A_{520}+ A_{620}$

رابطه ۴: شاخص رنگ قرمز خالص: $dA(\%)=[A_{520}-(A_{420}+ A_{620}/2)]\times(1/ A_{520})\times100$

با تقسیم میزان جذب در طول‌موج‌های ۴۲۰، ۵۲۰ و ۶۲۰ نانومتر نسبت به‌شدت رنگ آب‌میوه محاسبه‌شده بر اساس

[9]. Radical scavenging activity (RSA)
[10] . Color intensity

مجموع سه طول‌موج(IC^*) به ترتیب درصد رنگ زرد، درصد رنگ قرمز و درصد رنگ آبی نسبت به‌شدت رنگ آب‌میوه محاسبه شد(Poiana *et al*., 2007). شاخص هیو[11] یا تنالیته رنگ[12] با تقسیم میزان جذب در طول‌موج ۴۲۰ نانومتر (A_{420}) بر میزان جذب در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر (A_{520}) اندازه‌گیری گردید (Poiana *et al*., 2007). میزان مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای و میزان آنتوسیانین آب‌میوه با اندازه‌گیری میزان جذب نور به ترتیب در طول‌موج‌های ۵۱۰ و ۴۴۶ نانومتر اندازه‌گیری شد (Holcraft *et al*., 1998) و نسبت فنل کل به آنتوسیانین کل محاسبه شد(Sepúlveda *et al*., 2010). شاخص رنگ K-K بر اساس مجموع لگاریتم جذب در ۴۲۰ نانومتر و لگاریتم جذب در ۵۲۰ نانومتر محاسبه شد(Yildirim, 2006). طرح آماری آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با تیمار توده انار (۶ توده) در سه تکرار (هر تکرار شامل ۱۲ میوه) بود. بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mini tab (ver. 16) و واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (Ver. 9.4) و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD، در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد. بر اساس داده‌های مربوط به شاخص‌های رنگ و ترکیبات بیوشیمیایی، میزان تشابه ژنوتیپ ها بررسی شد. برای این منظور از نرم‌افزار قابل‌اجرا در وب هیت مپ[13] (www.heatmapper. ca/pairwise/, accessed on 18 March 2023) برای رسم نمودار ماتریس عدم تشابه بین ژنوتیپ‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی آمار توصیفی ویژگی‌های کمی میوه توده‌های انار تنگ سیاب لرستان (جدول ۱) نشان داد وزن میوه و طول تاج دارای بیشترین تنوع بودند (به ترتیب ۳۰/۷۳ و ۲۰/۵۸ درصد). گزارش‌شده در نژادگان انار مناطق مختلف استان لرستان، وزن میوه دارای بیشترین ضریب تنوع (۴۱/۰۴ درصد) در صفات بررسی شده بود (Sepahvand *et al*., 2012). وجود ضریب تنوع زیاد در وزن میوه در ارقام انار نجف‌آباد اصفهان (Jalali Jalalabadi and Asadi-Gharneh, 2019) و در ژنوتیپ های کلکسیون ساوه (Moradi Ashour *et al*., 2019) نیز گزارش‌شده است. با توجه به اینکه پیشنهادشده وزن میوه یکی از صفات دارای وراثت‌پذیری بالا هست (Mir *et al*., 2007; Moradi Ashour *et al*., 2019;)، اندازه میوه یکی از صفات مهمی است که پیشنهاد می‌شود در صورت انجام برنامه‌های بهنژادی انار تنگ سیاب در اولویت قرار گیرد. بررسی نتایج مقایسه میانگین وزن میوه (جدول ۲) نشان داد کمترین وزن میوه در توده‌های دانه سیاه تنگ سیاب بود (۱۳۱/۸۳ گرم) که به‌طور معنی‌داری کمتر از وزن میوه در توده‌های ملس تاج بسته، سبز تنگ سیاه و ملس بومی زیر تنگ سیاه بود (به ترتیب ۲۴۳/۴۴، ۲۴۲/۲۲ و ۲۵۳/۹۴ گرم). اگرچه گزارش‌شده میانگین وزن میوه انارهای منطقه کوهدشت بیشتر از وزن میوه در سایر مناطق استان لرستان بود (Sepahvand *et al*., 2012) ولی نتایج آزمایش حاضر در مورد بالا بودن ضریب تنوع وزن میوه و وجود تفاوت زیاد بین

11 . Hue value
12 . Color tonality
13 . Heatmapper

حداقل و حداکثر وزن میوه (دامنه ۲۶۹ گرم) در انارهای تنگ سیاب به‌عنوان مهم‌ترین منطقه تولید انار در کوهدشت، نشان‌دهنده اهمیت توجه به وزن میوه در رابطه با گزینش ژنوتیپ‌های برتر از میان توده‌های انار تنگ سیاب برای احداث باغ‌های جدید انار در این منطقه هست. پس از وزن میوه، طول تاج میوه نیز دارای تنوع زیادی بود (۲۰/۵۸ درصد). بالا بودن ضریب تنوع طول (بلندی) تاج میوه انار در سایر تحقیقات انجام‌شده در مورد ژنوتیپ‌های انار ایران نیز گزارش‌شده است (Moradi Ashour *et al*., 2019). بیشترین طول تاج میوه در توده ملس بومی زیر تنگ سیاه بود (۳/۳۷ سانتی‌متر) که با طول تاج میوه در توده‌های گلوباز زیر تنگ سیاه (۲/۰۵ سانتی‌متر) و ملس تاج بسته (۱/۹۶ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از تاج میوه در سایر توده‌ها بود. به نظر می‌رسد طول تاج میوه یکی از صفات ریخت‌شناسی هست که می‌تواند در شناسایی ارقام انار مورداستفاده قرار گیرد. وجود تفاوت معنی‌دار در طول تاج میوه ارقام انار ایتالیا نیز مورد تائید قرارگرفته است (بین ۱/۹- ۱/۳ سانتی‌متر) و عنوان گردیده طول تاج میوه در ارقام انار ایتالیا کوتاه‌تر از ارقام انار ایران هست (Adiletta *et al*., 2018). هم‌چنین بررسی آمار توصیفی ویژگی‌های میوه انارهای منطقه تنگ سیاب (جدول ۱) نشان داد کمترین تنوع در صفات شکل میوه (نسبت طول به قطر) و وزن خشک صد عدد آریل بود (به ترتیب ۱۱/۴۳ و ۱۳/۷۲ درصد). اگرچه طول و قطر میوه ژنوتیپ های انار لرستان گزارش‌شده (Sepahvand *et al*., 2012) ولی در مورد شکل میوه انارهای لرستان اطلاعاتی منتشر نشده است. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد شکل میوه (نسبت طول به قطر) در توده سبز تنگ سیاب (۱/۰۶) به‌طور معنی‌داری کمتر از شکل میوه در توده‌های ملس تاج بسته، ملس بومی زیر تنگ سیاب و خرم‌آبادی بود (به ترتیب ۱/۳۴، ۱/۲۳ و ۱/۲۵). وجود تفاوت معنی‌دار در شکل میوه در ارقام انار یزد نیز گزارش‌شده است (Meighani *et al*., 2021). ولی نسبت طول به قطر میوه در ارقام انار یزد (بین ۱/۰۵- ۰/۸۷) کمتر از این نسبت در توده‌های انار تنگ سیاب بود. افزایش نسبت طول به قطر، نشان‌دهنده کشیده‌تر شدن شکل میوه است. شکل میوه در طراحی بسته‌بندی انار اهمیت دارد. بیشترین قطر میوه در توده سبز تنگ سیاه بود (۹/۰۳ سانتی‌متر) که با قطر میوه در توده‌های ملس تاج بسته و ملس بومی زیر تنگ سیاه (به ترتیب ۷/۵۲ و ۸/۰۹ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از قطر میوه در سایر توده‌ها بود. نتایج آزمایش حاضر نشان داد قطر میوه توده‌های انار تنگ سیاب بیشتر از قطر میوه در ارقام انارهای منطقه یزد (بین ۸/۶۱- ۶/۲۶سانتی‌متر) بود (Meighani *et al*., 2021). قطر میوه ارقام انار در ایتالیا ۱۰/۸-۷/۳ سانتی‌متر گزارش‌شده است (Adiletta *et al*., 2018).

نتایج نشان داد علاوه بر شکل میوه، وزن خشک صد عدد آریل نیز دارای کمترین ضریب تنوع بود (۱۳/۷۲ درصد). ضریب تنوع وزن خشک صد عدد آریل در ارقام انار ساوه و کرج را ۱۹/۹۵ درصد گزارش‌شده (Sarkhosh *et al*., 2007) که بیشتر از ضریب تنوع این صفت در میوه‌های انار تنگ سیاب لرستان در این تحقیق بود. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد رقم خرم‌آبادی نیز دارای کمترین وزن خشک ۱۰۰ عدد آریل بود (۷/۳۵ گرم). در ارقام انار یزد، کمترین وزن خشک صد عدد آریل ۴/۲۷ گرم گزارش‌شده (Meighani *et al*., 2021) که کمتر از وزن خشک صد عدد آریل در توده‌های انار تنگ سیاب هست.

اگرچه پیشنهادشده وزن‌تر و وزن خشک ۱۰۰ عدد آریل با وزن میوه همبستگی دارد و میوه‌های درشت‌تر دارای دانه‌های درشت‌تر می‌باشند (Sarkhosh *et al*., 2007) ولی نتایج آزمایش حاضر نشان داد در توده‌های گلوباز و دانه سیاه تنگ سیاب که دارای کمترین وزن میوه بودند(به ترتیب ۱۹۱/۳۳ و ۱۳۱/۸۳ گرم)، وزن خشک صد عدد آریل بیشتر از توده خرم‌آبادی بود (به ترتیب ۹/۵۵ و ۸/۴۷ در مقایسه با ۷/۳۵ گرم)، بنابراین به نظر می‌رسد وزن میوه علاوه بر وزن خشک صد عدد آریل تحت تأثیر صفات دیگر میوه انار نیز قرار می‌گیرد. بررسی نتایج آمار توصیفی ترکیبات بیوشیمیایی میوه (جدول ۱) نشان داد اسیداسکوربیک، کل فلاونوئیدها، اسیدیته کل و شاخص طعم دارای بیشترین تنوع بودند (به ترتیب ۴۷/۷۹، ۳۷/۱۱، ۳۶/۴۱ و ۳۰/۸۹ درصد). نتایج تحقیق انجام‌شده قبلی (Sepahvand *et al*., 2012) مشخص نمود ویتامین ث و اسیدیته کل در نژادگان انار لرستان دارای ضریب تنوع بالایی بود (به ترتیب ۳۹/۲۲ و ۵۰/۱۱ درصد) که با نتایج آزمایش حاضر مشابهت دارد. بالا بودن ضریب تنوع شاخص طعم میوه در ارقام انار ساوه و کرج (۵۷/۳۹ درصد) نیز گزارش‌شده است (Sarkhosh *et al*., 2007).

جدول۱: آمار توصیفی شاخص‌های فیزیکی و بیوشیمیایی میوه توده‌های انار تنگ سیاب لرستان

صفت	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	ضریب تنوع	دامنه
وزن میوه (گرم)	۹۳	۳۶۲/۰۰	۲۱۳/۸۹	۶۵/۴۶	۴۲۸۵/۷۲	۳۰/۷۳	۲۶۹/۰۰
قطر میوه (سانتی‌متر)	۵/۲۵	۱۰/۷۵	۷/۴۲	۱/۲۹	۱/۶۹	۱۷/۵۱	۵/۵
طول میوه با تاج (سانتی‌متر)	۵/۸۵	۱۱/۱۵	۸/۹۱	۱/۵۹	۱/۲۶	۱۴/۱۹	۵/۳
طول میوه بدون تاج (سانتی‌متر)	۴/۹۲	۸/۷۳	۷/۰۱	۱/۰۴	۱/۰۸	۱۴/۸۳	۳/۸۲
طول تاج (سانتی‌متر)	۱/۲۳	۲/۶۳	۱/۸۹	۰/۳۹	۰/۱۵	۲۰/۵۸	۱/۴
نسبت طول تاج به طول میوه (درصد)	۱۵/۴۹	۲۸/۶۵	۲۱/۲۹	۳/۷۵	۱۴/۰۴	۱۷/۶۰	۱۳/۱۷
شکل میوه (طول به قطر)	۰/۹۳	۱/۵۲	۱/۲۱	۰/۰۱۹	۰/۱۳۸	۱۱/۴۳	۰/۵۹
وزن‌تر صد آریل (گرم)	۲۲/۵۰	۴۳/۱۶	۳۲/۷۱	۶/۱۴	۳۷/۷۴	۱۸/۷۸	۲۰/۶۶
وزن خشک صد آریل (گرم)	۶/۸۱	۱۱/۲۸	۸/۹۳	۱/۲۳	۱/۵۰	۱۳/۷۲	۴/۴۸
مواد جامد محلول کل (بریکس)	۱۴/۵۳	۱۸/۰۷	۱۶/۴	۱/۰۷	۱/۱۶	۶/۵۷	۳/۵۳
اسیدیته کل (درصد)	۰/۲۹	۱/۴۹	۰/۷۶	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۳۶/۴۱	۱/۲
شاخص طعم	۱۲/۱۸	۳۵/۳۸	۲۳/۵۴	۷/۲۷	۵۲/۸۷	۳۰/۸۹	۲۳/۱۹
شاخص بریما	۱۲/۵۵	۱۷/۰۵	۱۴/۸۷	۱/۲۴	۱/۵۴	۸/۳۶	۴/۵
اسید اسکوربیک (میلی‌گرم/صد گرم)	۱/۹۲	۱۰/۹۸	۶/۱۶	۲/۹۵	۸/۶۸	۴۷/۷۹	۹/۰۶
کل فلاونوئیدها(میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۲/۴۶	۸/۷۸	۴/۶۲	۱/۷۱	۲/۹۳	۳۷/۱۱	۶/۳۰
فنول کل (میلی‌گرم/۱۰۰ میلی‌لیتر)	۸۸/۷۴	۱۶۳/۷۷	۱۲۰	۲۲/۹۳	۵۲۵/۶۱	۱۹/۰۱	۷۵/۰۴
توانایی حذف رادیکال‌های آزاد (درصد)	۷۳/۳۲	۸۹/۲۱	۷۹/۹۴	۴/۷۱	۲۲/۱۹	۵/۸۹	۱۵/۸۹
شاخص رنگ زرد (A_{420})	۰/۹۲	۳/۰۰	۱/۸۵	۰/۶۰	۰/۳۶	۳۲/۴۷	۲/۰۸
شاخص رنگ قرمز(A_{520})	۰/۸۲	۴/۰۰	۲/۱۵	۱/۰۶	۱/۱۱	۴۹/۲۵	۳/۱۸
شاخص رنگ آبی (A_{620})	۰/۱۹	۱/۱۸	۰/۶۷	۰/۳	۰/۰۹	۴۵/۵۱	۱/۴۵
شاخص هیو (A_{420}/A_{520})	۰/۰۸	۲/۵۸	۰/۹۴	۰/۵۳	۰/۲۸	۵۶/۰۷	۲/۵۰
آنتوسیانین کل (میلی‌گرم در ۱۰۰میلی‌لیتر)	۱۶/۱۴	۶۴/۳۸	۳۶/۸۲	۱۵/۶۰	۲۴۳/۴۲	۴۲/۳۷	۴۸/۲۵
مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای (A_{446})	۰/۹۰	۳/۰۳۷	۱/۷۶	۰/۶۴	۰/۴۱	۳۶/۵۹	۲/۱۳
شدت رنگ ($A_{420+620}$)	۱/۹۴	۶/۴۷	۴	۱/۵۵	۲/۳۹	۳۸/۶۳	۴/۵۳
شدت رنگ کل (IC^*)	۲/۳۱	۷/۲۵	۴/۶۷	۱/۷۰	۲/۸۹	۳۶/۳۹	۴/۹۴
شاخص رنگ K-K	۰/۰۳۸	۱/۰۶	۰/۵۲۶	۰/۳۴	۰/۱۲	۶۴/۶۴	۱/۰۲
شدت رنگ قرمز خالص (درصد)	۱۰/۹۶	۵۳/۳۶	۳۵/۵۶	۱۷/۳۵	۳۰۱/۲۹	۴۸/۸۲	۴۲/۳۹

جدول۲: مقایسه میانگین برخی شاخص‌های ریخت‌شناسی میوه توده‌های انار تنگ سیاب لرستان

صفت	ملس تاج بسته	سبز تنگ سیاب	ملس بومی زیر تنگ سیاب	گلوباز زیر تنگ سیاب	خرم‌آبادی	دانه سیاه تنگ سیاب
وزن میوه (گرم)	۲۴۳/۴۴ a	۲۴۲/۲۲ a	۲۵۳/۹۴ a	۱۹۱/۳۳ab	۲۱۵/۶۱ ab	۱۳۱/۸۳ b
قطر میوه (سانتی‌متر)	۷/۵۲ abc	۹/۰۳ a	۸/۰۹ab	۷/۱۵bc	۶/۷۸ bc	۵/۹۷c
طول میوه با تاج (سانتی‌متر)	۹/۸۹ a	۹/۴۹ ab	۹/۹۷ a	۸/۶۸ ab	۸/۴ b	۷/۰۲ c
طول میوه بدون تاج (سانتی‌متر)	۷/۹۳ a	۷/۶۶ a	۷/۵۹ a	۶/۶۳ ab	۶/۶۹ ab	۵/۵۶ b
شکل میوه(نسبت طول میوه با تاج به قطر میوه)	۱/۳۴ a	۱/۰۶ b	۱/۲۳ a	۱/۲۲ ab	۱/۲۵ a	۱/۱۸ ab
طول تاج (سانتی‌متر)	۱/۹۶ bc	۲/۷۱ bc	۳/۳۷ a	۲/۰۵ ab	۱/۸۱ bc	۱/۴۶ c
نسبت طول تاج به طول میوه (درصد)	۱۹/۹۸ a	۱۸/۰۸ a	۲۳/۸۶ a	۲۳/۶۶ a	۲۱/۵۲ a	۲۰/۶۳ a
وزن‌تر صد آریل (گرم)	۳۸/۶۳ a	۳۵/۵۳ a	۳۹/۱۶ a	۲۷/۵ b	۲۷/۲۵ b	۲۸/۲ b
وزن خشک صد آریل (گرم)	۹/۷۹ a	۸/۸۸ ab	۹/۵۴ a	۹/۵۵ a	۷/۳۵ b	۸/۴۷ ab

*در هر شاخص (ردیف) میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

بررسی نتایج مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی (جدول ۳) نشان داد بیشترین اسیداسکوربیک در آب‌میوه توده خرم‌آبادی بود (۱۰/۰۵ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر آب‌میوه) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از اسید اسکوربیک در توده‌های ملس تاج بسته، سبز تنگ سیاب و ملس بومی زیر تنگ سیاب بود (به ترتیب ۵/۵۷، ۴/۷۲ و ۲/۸ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر آب‌میوه). نتایج آزمایش حاضر در مورد میزان اسیدآسکوربیک در میوه‌های انار تنگ سیاب (کوهدشت لرستان) بیشتر از میزان اسیداسکوربیک گزارش‌شده برای نژادگان انار کوهدشت و سایر مناطق استان لرستان هست (Sepahvand *et al*., 2012). به نظر می‌رسد بخشی از این تفاوت ناشی از روش اندازه‌گیری اسیداسکوربیک هست. با توجه به اینکه پس از له کردن میوه، اسیداسکوربیک به‌سرعت اکسید می‌شود، در آزمایش حاضر از اسیدمتافسفریک اسید برای جلوگیری از اکسیداسیون اسید اسکوربیک آب‌میوه استفاده شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری اسیداسکوربیک از دی کلرو فنل اندوفنل و اندازه‌گیری میزان جذب نور با دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد ولی Sepahvand *et al* (2012) از روش تیتراسیون با یدورپتاسیم استفاده نمودند. بیشترین اسیدیته کل آب‌میوه در توده ملس تاج بسته بود (۱/۱۶ درصد) که بیشتر از اسیدیته کل آب‌میوه در سایر توده‌های انار تنگ سیاب بود (جدول ۳). با توجه به اینکه نتایج آزمایش حاضر نشان داد میانگین اسیدیته کل ۰/۷۶ درصد و دامنه ۱/۲ درصد بود، مشخص می‌شود نتایج آزمایش حاضر در مورد اسیدیته توده‌های انار تنگ سیاب کمتر از مقدار گزارش‌شده اسیدیته کل انارهای لرستان است که اسیدیته کل انارهای کوهدشت لرستان را حدود ۱۵/۵ درصد، میانگین ۱۶/۰۵ درصد و دامنه تغییرات را بین ۵۰-۷ درصد گزارش گردید (Sepahvand *et al*., 2012). میزان اسیدیته انارهای یزد ۱/۸۳- ۰/۷۰ (Meighani *et al*., 2021) و اسیدیته کل انارهای کلکسیون ساوه بین ۲/۸-۰/۴۲ (Moradi Ashour *et al*., 2019)گزارش‌شده است. میزان اسیدیته آب‌میوه در انارهای ایتالیا بین ۱۵/۰۵-۳/۸۸ گرم در لیتر (Adiletta *et al*., 2018) و در انارهای ترکیه بین ۱/۹- ۰/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر (Turkyilmaz, 2013) گزارش‌شده است. با توجه به اینکه با پیشرفت مرحله رشد میوه و رسیدن میوه، میزان اسیدیته کاهش می‌یابد و گزارش‌شده مواردی مانند افزایش تنفس، کاهش انتقال اسیدهای آلی از برگ‌ها به میوه،

تبدیل اسیدهای آلی به سایر ترکیبات بیوشیمیایی، رقیق شدن اسیدهای آلی میوه به دلیل افزایش حجم میوه و کاهش سنتز اسیدهای آلی توسط میوه در مرحله بلوغ موجب کاهش اسیدیته آب‌میوه می‌شود (Moing , 2001; Diakou *et al*., 2000) می‌توان عنوان داشت تفاوت در اسیدیته کل آب‌میوه انارهای تنگ سیاب نشان‌دهنده وجود تفاوت در فعالیت‌های فیزیولوژیکی درختان توده‌های انار در مراحل نهایی رشد میوه هست. در مطالعات بعدی، اندازه‌گیری روند تغییر اسیدهای آلی در طول دوره رشد میوه و یا برخی فعالیت‌های فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز در برگ درختان ارقام یا توده‌های انار تنگ سیاب می‌تواند در مشخص نمودن دلایل بروز تفاوت در میزان اسیدهای آلی انار تنگ سیاب مؤثر باشد. مقایسه کل مواد جامد محلول (جدول ۳) نشان داد کمترین میزان کل مواد جامد محلول در میوه ملس تاج بسته بود (۱۵/۱ درصد) و این شاخص در سایر توده‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت (بین ۱۷/۴- ۱۶/۰۳ درصد). میزان کل مواد جامد محلول در نژادگان انار مناطق مختلف لرستان بین ۲۶/۴- ۱۲/۹۷ درصد و برای منطقه کوهدشت بین ۱۶-۱۵ درصد گزارش‌شده است (Sepahvand *et al*., 2012) که با نتایج آزمایش حاضر مشابهت دارد. با توجه به تفاوت کل مواد جامد محلول در میوه انارهای مناطق مختلف لرستان، به نظر می‌رسد علاوه بر ژنوتیپ، شرایط آب‌وهوایی نیز بر تغییر میزان کل مواد جامد محلول اثر دارند. اثر شرایط آب‌وهوایی و مرحله رشد میوه (Adiletta *et al*., 2018) و اثر مرحله برداشت میوه (Paimard *et al*., 2014) بر تغییر مواد جامد محلول گزارش‌شده است. مقایسه شاخص طعم (نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته کل) نشان داد در میوه‌های توده سبز تنگ سیاب شاخص طعم (۳۴/۸۵) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر توده‌ها بود و ملس تاج بسته دارای کمترین شاخص طعم بود (۱۳/۰۲). یکی از دلایل تفاوت در شاخص طعم توده‌های انار تنگ سیاب، تفاوت در اسیدیته کل آب‌میوه هست. زیرا توده ملس تاج بسته دارای بیشترین اسیدیته کل (۱/۱۶ درصد) و توده سبز تنگ سیاب دارای کمترین اسیدیته کل (۰/۴۶ درصد) بودند. تفاوت در شاخص طعم میوه ارقام انار ترکیه و اثر اسیدیته کل در تغییر شاخص طعم میوه انار رقم ازمیر-۱۴۷۸ نیز گزارش‌شده است (Turkyilmaz, 2013). با توجه به اینکه پیشنهادشده شاخص طعم می‌تواند به‌عنوان معیار گروه‌بندی انار استفاده شود و این شاخص در ارقام ترش بین ۱۰-۵، ارقام ترش- شیرین بین ۳۰-۱۵ و در ارقام شیرین بین ۱۰۰- ۴۰ هست (Melgarejo *et al*., 2000)، در این تحقیق انار ملس تاج بسته در گروه انارهای ترش و سایر توده‌های انار تنگ سیاب در گروه ارقام ترش- شیرین قرار می‌گیرند. بررسی نتایج شاخص Brima-A (شاخص مقبولیت طعم ازنظر مصرف‌کننده) در توده‌های انار تنگ سیاب (جدول ۳) نشان داد کمترین شاخص طعم در میوه ملس تاج بسته بود (۱۲/۷۸ درصد) و این شاخص در سایر توده‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. در یک تحقیق انجام‌شده تفاوت در شاخص بریما در توده‌های انار منطقه اورامان کردستان نیز گزارش‌شده است (Sharifi *et al*., 2023) ولی در مورد شاخص بریما در ارقام یا ژنوتیپ های انار ایران گزارش دیگری یافت نشد. شاخص بریما (Brima-A) برای ارزیابی طعم و به‌عنوان جایگزین نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته پیشنهادشده است و این امکان را فراهم می‌سازد تا تغییرات جزیی در اسیدیته کل در مقایسه با کل مواد جامد محلول، اثر واضح تری بر شاخص طعم داشته باشد شد (Magwaza and Opara,

2020). وجود تفاوت معنی‌دار در توده‌های انار تنگ سیاب بر اساس شاخص طعم (نسبت TSS/TA) و عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین چهار توده انار تنگ سیاب بر اساس شاخص بریما (جدول ۳) نشان می‌دهد اگرچه در محاسبه هر دو شاخص از کل مواد جامد محلول و اسیدیته استفاده‌شده است ولی به نظر می‌رسد شاخص بریما دقت بیشتری دارد زیرا نسبت‌های کل مواد جامد محلول و اسیدیته اختلاف‌های کمتری بین توده‌ها وجود دارد. نتایج نشان داد توده خرم‌آبادی دارای بیشترین میزان کل فلاونوئیدها و توده‌های خرم‌آبادی (۷/۵۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و گلوباز تنگ سیاب دارای بیشترین میزان فنل کل بودند (به ترتیب ۱۴۳/۶۱ و ۱۴۷/۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر). در مورد ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی انارهای تنگ سیاب یا سایر مناطق لرستان گزارشی منتشر نشده است ولی نتایج آزمایش حاضر نشان داد میزان فنل توده‌های انار تنگ سیاب کمتر از نتایج گزارش‌شده در ارقام انار یزد (۳۳۲/۷۸- ۱۵۸/۸۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) (Meighani *et al*., 2021) و یا ژنوتیپ های انار مناطق مختلف ایران (یاری و همکاران، ۲۰۲۱) و بیشتر از ترکیبات فنولی انارهای نجف‌آباد اصفهان (۵۸/۵۶-۲۵/۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم) بود (Jalali Jalalabadi and Asadi-Gharneh, 2019). میزان کل فلاونوئیدهای انار تنگ سیاب به‌طور معنی‌داری کمتر از کل فلاونوییدهای انار ساوه (Shams Ardekani *et al*., 2011) و ارقام انار یزد (Meighani *et al*., 2021) بود. بررسی شاخص‌های رنگ آب‌میوه در توده‌های انار تنگ سیاب لرستان (جدول ۳) نشان داد شاخص رنگ زرد (A_{420}) و شاخص رنگ قرمز (A_{520}) در توده‌های گلوباز زیر تنگ سیاب و خرم‌آبادی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر توده‌ها بودند. شاخص رنگ آبی (A_{620}) در توده گلوباز تنگ سیاب به‌طور معنی‌داری بیشتر از این شاخص در توده‌های ملس تاج بسته و سبز تگ سیاب بود(به ترتیب ۱/۰۱ در مقایسه با ۰/۴۴ و ۰/۵ واحد جذب). بیشترین شاخص هیو در توده‌های گلوباز زیر تنگ سیاب و خرم‌آبادی (به ترتیب ۶/۸۱ و ۶/۹۸ واحد جذب) و کمترین شاخص هیو در توده سبز تنگ سیاب بود (۲/۸۴ واحد جذب). توده‌های سبز تنگ سیاب و ملس بومی زیر تنگ سیاب دارای بیشترین درصد رنگ زرد (به ترتیب ۴۵/۷۸ و ۴۶/۱۷ درصد)، بیشترین درصد رنگ آبی (به ترتیب ۱۷/۶۱ و ۱۷/۷۶ درصد) و کمترین درصد رنگ قرمز بودند (به ترتیب ۳۶/۶۲ و ۳۶/۰۷ درصد). در تمام توده‌های انار تنگ سیاب درصد رنگ قرمز و درصد رنگ زرد بیشتر از درصد رنگ آبی بود (جدول ۳). این نتایج با گزارش‌های قبلی در مورد بالاتر بودن درصد رنگ قرمز و درصد رنگ زرد در آب‌میوه انار مطابقت دارد (Assadi *et al*., 2019; Sepahvand *et al*., 2012). مقایسه شدت رنگ بر اساس دو طول‌موج ۴۲۰ و ۶۲۰ نانومتر و یا شدت رنگ کل (IC^*) بر اساس سه طول‌موج ۴۲۰، ۵۲۰ و ۶۲۰ نانومتر نشان داد شدت رنگ در آب‌میوه توده‌های گلوباز زیر تنگ سیاب و خرم‌آبادی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر توده‌ها بودند. در مورد مقایسه شاخص‌های شدت رنگ در آب‌میوه ارقام یا توده‌های انار ایران گزارشی یافت نشد تا نتایج حاضر با آن‌ها مورد مقایسه قرار گیرد ولی وجود تفاوت در شاخص‌های رنگ آب‌میوه در ارقام انار کشور شیلی گزارش‌شده است(Sepahvand *et al*., 2012). با توجه به اینکه بررسی شدت رنگ در انگور مشخص نموده شدت رنگ یک صفت هست که به رقم بستگی دارد (El Moujahed *et al*., 2022) و نتایج آزمایش حاضر نشان داد هر دو شدت

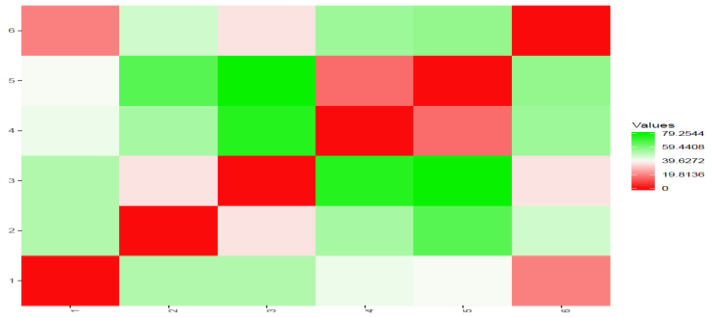
رنگ موردبررسی در این تحقیق در توده‌های گلوباز زیر تنگ سیاب و خرم‌آبادی بیشتر از سایر توده‌ها بود، می‌توان اندازه‌گیری هر شاخص شدت رنگ را به‌عنوان معیار مناسب برای ارزیابی شدت رنگ ارقام انار معرفی نمود. اندازه‌گیری آنتوسیانین کل یکی از رایج‌ترین روش‌های مقایسه کیفیت رنگ آب‌میوه در ژنوتیپ های انار ایران هست. نتایج آزمایش حاضر نشان داد توده خرم‌آبادی دارای بیشترین آنتوسیانین و توده‌های سبز تنگ سیاب و ملس بومی زیر تنگ سیاب دارای کمترین میزان آنتوسیانین کل بودند (به ترتیب ۶۰/۲۸ در مقایسه با ۱۹/۵۳ و ۲۳/۲۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر). هم‌چنین توده‌های ملس تاج بسته و خرم‌آبادی دارای بیشترین درصد رنگ قرمز خالص بودند (به ترتیب ۵۰/۲۶ و ۵۳/۰۶ درصد). نتایج آزمایش حاضر در مورد آنتوسیانین کل با درصد رنگ قرمز خالص، شاخص رنگ قرمز (A_{520}) ، درصد رنگ قرمز و یا سایر شاخص‌های رنگ اندازه‌گیری شده در این تحقیق تفاوت داشت. این موضوع نشان می‌دهد ارزیابی کیفیت رنگ آریل‌های انار با استفاده از شاخص‌های مختلف مربوط به اندازه‌گیری کیفیت رنگ و شدت آب‌میوه می‌تواند در افزایش دقت تمایزیابی بین ارقام و ژنوتیپ های انار و یا بررسی کارایی اثر تیمارهای پس از برداشت بر کیفیت رنگ میوه و آریل‌های تازه مورداستفاده قرار گیرد. هم‌چنین با توجه به اینکه پیشنهادشده میزان آنتوسیانین یکی از شاخص‌های دارای بیشترین تنوع در ارقام انار ایران هست که امکان استفاده از تنوع موجود برای انجام برنامه‌های بهنژادی انار را فراهم می‌سازد (Moradi Ashour *et al*., 2019). به نظر می‌رسد استفاده از شاخص‌های مختلف برای ارزیابی رنگ آب‌میوه انار می‌تواند در برنامه‌های بهنژادی و یا تحقیقات گزینش ارقام برتر انار مورداستفاده قرار گیرد. بیشترین میزان مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای در توده گلوباز تنگ سیاب بود (۲/۴۸ واحد جذب) که با این شاخص در توده خرم‌آبادی (۲/۳۷ واحد جذب) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای در سایر تیمارها بود. نسبت آنتوسیانین به مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای در توده‌های انار تنگ سیاب لرستان تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳)، بیشترین نسبت آنتوسیانین به فنل کل در توده سبز تنگ سیاب بود (۶/۶۴ واحد جذب) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از این شاخص در سایر توده‌ها بود. شاخص رنگ K-K در توده‌های گلو باز تنگ سیاب و خرم‌آبادی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر توده‌ها بود. کمترین شاخص رنگ K-K در توده سبز تنگ سیاب بود (۰/۱۲) که با این شاخص در توده ملس بومی زیر تنگ سیاب (۰/۳۲) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از این شاخص در سایر توده‌ها بود. در مورد شاخص رنگ K-K که بر اساس لگاریتم رنگ محاسبه می‌شود در انار گزارشی منتشر نگردیده است ولی وجود تفاوت در شاخص رنگ K-K در آب‌میوه‌های مختلف گزارش‌شده است (Yildirim, 2006). بر اساس نتایج تحقیق حاضر در مورد وجود تفاوت این شاخص در توده‌های انار تنگ سیاب لرستان، پیشنهاد می‌شود شاخص رنگ K-K همراه با سایر شاخص‌های رنگ، برای ارزیابی کیفیت رنگ آب‌میوه انار نیز مورداستفاده قرار گیرد.

جدول۳: مقایسه میانگین شاخص‌های بیوشیمیایی میوه توده‌های انار تنگ سیاب لرستان

صفت	ملس تاج بسته	سبز تنگ سیاب	ملس بومی زیر تنگ سیاب	گلوباز زیر تنگ سیاب	خرم‌آبادی	دانه سیاه تنگ سیاب
مواد جامد محلول کل (بریکس)	۱۵/۱۰ b	۱۶/۰۳ ab	۱۶/۱۶ a	۱۶/۹۰ a	۱۷/۴۰ a	۱۶/۱۴ ab
اسیدیته کل (درصد)	۱/۱۶ a	۰/۴۶ c	۰/۶۳ bc	۰/۶۰ bc	۰/۸۸ ab	۰/۸۸ b
شاخص طعم	۱۳/۰۲e	۳۴/۸۵ a	۲۶/۶۸ b	۲۷/۷۰ b	۱۹/۷۱ c	۱۹/۲۱ c
شاخص بریما	۱۲/۷۸ b	۱۵/۱۱ a	۱۵/۴۵a	۱۵/۶۸ a	۱۵/۶۴ a	۱۴/۴۶ a
اسید اسکوربیک (میلی‌گرم/صد گرم)	۵/۵۷ bc	۴/۷۲ bc	۲/۸۰ c	۶/۲۸ abc	۱۰/۰۵ a	۷/۵۶ ab
کل فلاونوئیدها(میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۳/۵۷ c	۳/۲۹ c	۴/۰۹ bc	۶/۲۸ b	۷/۵۳ a	۳/۸۳ bc
فنول کل (میلی‌گرم/۱۰۰ میلی‌لیتر)	۱۱۴/۵ bc	۱۲۶/۹۰ b	۹۲/۱۵ d	۱۴۷/۹۰ a	۱۴۳/۶۱ a	۹۸/۷۴cd
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)	۷۸/۴۳ cd	۸۶/۶۱ a	۸۳/۲۲ ab	۷۴/۷۷ d	۸۰/۳۹ bc	۷۶/۲۵ cd
شاخص رنگ زرد (A_{420})	۱/۴۹ b	۱/۳۰ b	۱/۶۹ b	۲/۵۹ a	۲/۵۰ a	۱/۵۳ b
شاخص رنگ قرمز(A_{520})	۱/۹۴ b	۱/۰۴ c	۱/۳۲ bc	۳/۲۰ a	۳/۶۰ a	۱/۷۸ bc
شاخص رنگ آبی (A_{620})	۰/۴۴ b	۰/۵۰ b	۰/۶۵ ab	۱/۰۱ a	۰/۸۸ ab	۰/۵۶ ab
شاخص هیو (A_{420}/A_{520})	۳/۸۶ b	۲/۸۴ c	۳/۶۶ b	۶/۸۱ a	۶/۹۸ a	۳/۸۷ b
شدت رنگ ($A_{420+620}$)	۳/۴۳ b	۲/۳۴ c	۳/۰۱ bc	۵/۸۰ a	۶/۱۰ a	۳/۳۲ bc
شدت رنگ کل(IC^*)	۳/۸۶ b	۲/۸۴ c	۳/۶۶ b	۶/۸۱ a	۶/۹۸ a	۳/۸۷ b
درصد رنگ زرد {$dA_{(420)}$}	۳۸/۵۰ ab	۴۵/۷۸ a	۴۶/۱۷ a	۳۸/۰۳ ab	۳۶/۰۲ b	۳۹/۶۱ ab
درصد رنگ قرمز{$dA_{(520)}$}	۵۰/۱۳ a	۳۶/۶۲ b	۳۶/۰۷ b	۴۷/۱۴ a	۵۱/۳۷ a	۴۵/۹۸ a
درصد رنگ آبی {$dA_{(620)}$}	۱۱/۳۷ c	۱۷/۶۱ a	۱۷/۷۶ a	۱۴/۸۳ b	۱۲/۶۰ bc	۱۴/۴۰ b
شدت رنگ قرمز خالص (درصد)	۵۰/۲۶ a	۱۳/۴۶ c	۱۱/۳۶ c	۴۳/۹۲ b	۵۳/۰۶ a	۴۱/۲۷ b
آنتوسیانین کل (میلی‌گرم در ۱۰۰میلی‌لیتر)	۳۴/۷۳ c	۱۹/۵۳ d	۲۳/۲۱ d	۵۲/۶۰ b	۶۰/۲۸ a	۳۰/۵۶ c
مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای (A_{446})	۱/۵۳ bc	۱/۱۷ c	۱/۵۱ c	۲/۴۸ a	۲/۳۷ ab	۱/۴۸ c
آنتوسیانین/ مواد ایجادکننده رنگ قهوه‌ای	۰/۸۰ a	۱/۰۰ a	۱/۱۶ a	۰/۷۸ a	۰/۶۴۰ a	۰/۹۶ a
آنتوسیانین/ فنول کل	۳/۳۱ bc	۶/۶۴ a	۳/۹۹ b	۲/۸۲ c	۲/۳۸ c	۳/۲۸ bc
شاخص رنگ K-K	۰/۴۱ b	۰/۱۲ c	۰/۳۲ bc	۰/۹۲ a	۰/۹۵ a	۰/۴۳ b

*در هر شاخص (ردیف) میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

آنالیز شش توده انار تنگ سیاب بر اساس خصوصیات بیوشیمیایی و شاخص‌های رنگ آب‌میوه نشان‌دهنده میزان بالای عدم تشابه بین توده‌ها بود. ماتریس متمایزکننده، سطح پایینی از ارتباط بین توده‌ها را مشخص نمود. توده‌های خرم‌آبادی (توده ۵) و دانه سیاه تنگ سیاب (توده ۶) بیشترین تشابه را نشان دادند.



تصویر ۱: ماتریس عدم تشابه که نشان‌دهنده فاصله بین ژنوتیپ‌ها هست. شیب تغییر رنگ نشان‌دهنده فاصله بین ژنوتیپ‌ها، رنگ سبز نشان‌دهنده بیشترین عدم تشابه و رنگ قرمز نشان‌دهنده کمترین عدم تشابه هست.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی مصوب در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان هست. از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر تأمین هزینه‌های انجام این طرح پژوهشی تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Adiletta,G., Petriccione, M., Liguori, L., Pizzolongo. F.,·Romano, R. & Di Matteo, M. (2018). Study of pomological traits and physico-chemical quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes grown in Italy. *European Food Research and Technology*. 244: 1427-1438.

Agricultural statistics (2020). Agricultural statistics. Vol. 3. Report on Horticultural and Greenhouse Products Ministry of Agriculture-Jahad, Tehran. Iran. (In Persian)

Assadi, I., Elfalleh, W., Benabderrahim, M. A., Hannachi,H., Chaalen, W. & Ferchichi, A. (2019). Nutritional quality and antioxidant capacity of a combination of pomegranate and date juices. *International Journal of Fruit Science*, 19(3): 300-314.

Bor, J. Y., Chen, H. Y. & Yen, G. G h. (2006). Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54 : 1680 -1686

D'Aquino, S., Palma, A., Schirra, M., Continella, A., Tribulato, E. & La Malfa, S. (2010). Influence of film wrapping and fludioxonil application on quality of pomegranate fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 55, 121-128.

Diakou, P., Svanella, L., Raymond, P., Gaudillère, J. P. & Moing A. (2000). Phosphoenolpyruvatae carboxylase during grape berry development: protein level, enzyme activity and regulation. Aust. Journal of Plant Physiology. 27: 221–229.

El Moujahed, S., Dinica, R.-M., Cudalbeanu, M., Avramescu, S.M., Msegued Ayam, I., Ouazzani Chahdi, F., Kandri Rodi, Y. &6 Errachidi, F. Characterizations of Six Pomegranate (*Punica granatum* L.) Varieties of Global Commercial Interest in Morocco: Pomological, Organoleptic, Chemical and Biochemical Studies. *Molecules*. 27, 3847.

Faraji, S., Hadadinejad, M., Abdoosi, V., Basaki, T. & Karami, S. (2020) Effects of drought stress on the phenol, flavonoid and cyanidin 3-glocoside content of juice and fruit yield in native pomegranate genotypes (*Punica granatum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 35(6): 889-901. (in Persian).

Fawole, O.A. & Opara, U. L. (2013). Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. *Industrial Crops and Products*. 47, 300–309.

Fawole, O.A., Opara, U.L. & Theron, K.I. (2012). Chemical and phytochemical properties and antioxidant activities of three pomegranate cultivars grown in South Africa. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 425-444.

Fuleki, T. & Francis, F. J. (1968) Quantitative Methods for Anthocyanins. *Food Science* 33(1): 72-77.

Glories, Y. (1984). La couleur des vins rouges 2. Mesure, origine et interprétation. *Connais. Vigne Vin* 18: 253-271.

Halim, A. (2012). Manual of methods of analysis of foods. Ministry of Health and Family Welfare Goverment of India. New Delhi, India. pp. 8.

Heidari, M., Rahmati Jenidabad, M. & Mehrabi, F. (2017). Comparison of some fruit quality indices of pomegranate genotypes in Baghmalek (Khuzestan province). *First National Conference on New Technologies in Food Science, Industry, and Tourism of Iran*, Babolsar. Iran.

Heidari, M., Tavakoli, A. & Nazarpour, M. (2005). Investigation of quantitative and qualitative levels of anthocyanins in the fruits of several pomegranate varieties in Fars province. *Fourth Congress of Horticultural Sciences*, Mashhad.

Holcraft, D. M., Gil, M. I. & Kader, A. A. (1998). Effect of carbon dioxid on anthocyanine ammonia, phenylalanine ammonialyase and glocyltransferase in the arils of stored pomegranates. *Journal American Society Horticulture Science*, 123(1), 136-140.

Holland, D., Hatib, K. & Bar-Ya"akov, I. (2009). Pomegranate: botany, horticulture, breeding. Hortic. Rev. 35, 127–191.

Jalali Jalalabadi, R. & Asadi-Gharneh, H. A. (2019). Evaluation of some physio-chemical proprieties of eight local pomegranate cultivars grown in Najaf-Abad region of Isfahan. *Pomology Research,* 4(2):115-126. (in Persian).

Karioti, A., Hadjipavlou-Litina. D., Mensah, M. L. K., Fleischer, T. C. & Saltsa, H. (2004). Composition and antioxidant activity of the essential oils of *Xylopia aethiopica* (Dun) A. Rich. (Annonaceae) leaves stem bark, root bark, and fresh and dried fruits, growing in Ghana. J Agric Food Chem., 52: 8094-8098.

Magwaza, L. S. & Opara, U. L. (2015). Analytical methods for determination of sugars and sweetness of horticultural products—A review. Scientia Horticulturea. 184: 179-192.

Meighani, H., Mohammad HosseiniZadeh, H. & AmirMohammadi, Z. (2021). Evaluation of some morphological and biochemical traits of twelve pomegranate fruit cultivars (*Punica granatum* L.) in Yazd climatic conditions. Pomology Resaerch. 6 (1): 148-157. (In Persian).

Melgarejo, P., Salazar, D. M. & Artés, F. (2000). Organic Acids and Sugars Composition of Harvested Pomegranate Fruits. *European Food Research and Technology*. 211: 185–190.

Mir, M. M., Sofi, A. A., Singh, D. B. & Khan, F. U. (2007). Evaluation of pomegranate cultivars under temperate conditions of Kashmir Valley. Indian Journal Horticulture, 64: 150–154.

Moing, A., Renaud, C., Gaudillère, M., Raymond, P., Roudeillac, P. & Denoyes-Rothan, B., (2001). Biochemical changes during fruit development of four strawberry cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 126: 394–403.

Moradi Ashour, B., Rabiei, M., Shiran, B. & Hooshmand, S. (2019). Evaluation of genetic variation and heritability of some fruit traits in pomegranate genotypes. *Journal of Horticultural Science* 32(4): 555-566 (in Persian).

Paimard, F. & Heidari, M. (2018). Effects of harvest time and storage duration on some physical and biochemical indices in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. *Plant Production*. 41 (1): 57- 68. (In persian).

Paimard, F., Heidari, M. Daneshvar, M. H. & Moalemi, N. (2014). Effects of different harvest stage on physical and biochemical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in climatic condition of baghmalek (Khuzestan Province). *Journal of Horticultural Science*. 28 (1): 71-79. (In persian)

Poiana, M. A., Moigradean, D., Gergen, I. and Harmascu. M. (2007). The establishing the quality of red wines on the basis of chromatic characteistics. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 33(1), 199-208.

Roy, S. K. & Waskar, D. P. (1997). Pomegranate. In: Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. In: Mitra, S. ed. (CAB International, Wallingford, UK) pp. 365-374.

Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi Moghaddam, M. R., Ebadi, A., Saie, A. S., Tabatabaie Z. (2007). Study on Relationships among Fruit Quantitative and Qualitative Characteristics of Some Pomegranate Genotypes. *Journal of Crop Production and Processing*, 10 (4) :147-159.

Sepahvand, M., Zahedi, B. & Ehteshamnia, A. (2012). Evaluating of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes in Lorestan province by Morphological and Biochemical Characteristics. *Iran Journal of Horticultural Science* 48(3): 447-458. (In Persian)

Sepúlveda, E., Galletti, L., Sáenz, C., & Tapia, M. (2000). Minimal processing of pomegranate var. Wonderful. *CIHEAM-Options Mediterranneennes*, 42, 237-242.

Sepulveda, E., Saenz, C., Pena, A., Robert, P., Bartolome, B. & Cordoves, C. G. (2010). Influence of the genotype on the anthocyanin composition, antioxidant capacity and color of Chilean pomegranate juices. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70(1): 50-57.

Shams Ardekani, M. R., Hajimahmoodi, M., Oveisi, M. R., Sadeghi, N., Jannat, B., - Ranjbar, A. M., Gholami, N. & Moridiv, T. (2011). Comparative Antioxidant Activity and Total Flavonoid Content of Persian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 10(3): 519-524.

Sharifi, S., Heidari, M., Rahmati Joneid Abad, M. (2023). Evaluation of Some Biochemical Compounds and Juice Color Indices in Pomegranate Genotypes of Oraman Region (Kurdistan Province). *Iran Journal of Horticultural Science*, 54(3): 353-367. (In Persian)

Taheri, M., Heidari, M. & Zarei, M. (2020). Effects of *Aloe vera* gel and storage duration on some biochemical indices in minimally processed pomegranate fresh arils. *Plant Production*. 42(4): 495-508.

Turkyilmaz, M. (2013). Anthocyanin and organic acid profiles of pomegranate (*Punica granatum* L.) juices from registered varieties in Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 48: 2086–2095.

Varaste, F., Arzani, K. & Zamani, Z. (2009). An Investigation of the Physicochemical Seasonal Changes of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit cv. Malas-e-Torsh-e-Saveh. *Iran Journal of Horticultural Science*, 39(1): 29-38. (In Persian)

Waterhouse, A. L. (2002). Determination of total phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* 6(1): 1-8.

Yari, S., Mirjalili, S., Mousavi, A. & Elahe Poorazizi, (2021). Comparing the number of Iranian pomegranate genotypes based on morphological and biochemical properties," Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, *Czech Academy of Agricultural Sciences*, 57(4):158-165.

Yildirim, H. K. (2006). Evaluation of colour parameters and antioxidant activities of fruit wines. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 57(1/2):47-63.

Zhuang, X. P., LU, Y. Y. and Yang, G. S.(1992). Extraction and determination of flavonoid in ginkgo. *Chinese Herbal Medicine* 23: 122-124.