مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۱ صفحه های ۶۱ تا ۷۴ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

ارزیابی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک میوه برخی جمعیت‌های گوجه‌فرنگی موجود در ایران با استفاده از ضرایب همبستگی و تجزیه خوشه‌ای[1]

Evaluation of Morpho-physiological Fruit Traits of Some Tomato Landraces in Iran Using Correlation Coefficients and Cluster Analysis

نعیمه سوسرایی، کامبیز مشایخی*، سید جواد موسوی‌زاده و امیر دادرسی[2]

چکیده

در این بررسی، گوناگونی ویژگی‌های فیزیولوژیک و ریخت‌شناسی میوه گوجه‌فرنگی در ۱۰ جمعیت محلی ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. جمعیت‌های مورد استفاده در این پژوهش از شهرهای ورامین، رفسنجان، رشت، اسفراین، گرگان (۲ جمعیت)، خانبیین (۲ جمعیت)، کرمانشاه و کردستان جمع‌آوری شدند. دامنه تغییرها برای بیشتر ویژگی‌ها گستره وسیعی را نشان داد که وجود گوناگونی بالا بین جمعیت‌های مورد بررسی را تأیید می‌نماید. بررسی همبستگی بین ویژگی‌ها، نشان‌دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ویژگی‌های طول و قطر میوه و مقدار لیکوپن با وزن میوه و آنتوسیانین می‌باشد. مقدار آنتوسیانین میوه، افزون بر لیکوپن، با مقادیر گلوکز، فروکتوز و قند کل نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت. این بدان معنی است که افزایش قندها سبب افزایش زیست‌ساخت آنتوسیانین می‌شود. نتیجه‌های تجزیه خوشه‌ای جهت دسته‌بندی جمعیت‌های مشابه، نشان‌دهنده بیشترین شباهت بین جمعیت گرگان ۱ و کرمانشاه بود (خوشه ۹) و پس از آن این دو جمعیت با جمعیت رشت تشابه بیشتری داشتند. کمترین میزان تشابه نیز بین جمعیت‌های ورامین و گرگان ۲ و خانبیین ۲ مشاهده شد. در مجموع نتیجه‌های این آزمایش وجود گوناگونی بالا بین جمعیت‌های محلی ایران را نشان می‌دهد که قابل استفاده در برنامه‌های به‌نژادی گوجه‌فرنگی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رنگدانه‌های گیاهی، قند میوه، اسیدیته قابل تیتر، ویتامین C، گوناگونی زیست‌شیمیایی.

مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Solanum lycopersicum* ششمین محصول مهم و ارزشمند غذایی در جهان می‌باشد. بررسی سهم ایران از تولید جهانی گوجه‌فرنگی نشان می‌دهد که دستکم در ۱۰ سال گذشته، ایران همواره به‌عنوان یکی از ۸ کشور عمده تولیدکننده گوجه‌فرنگی بوده است، تا جایی که میزان تولید این محصول در سال ۲۰۱۷ به حدود ۶/۲۰ میلیون تن افزایش یافته و توانسته مقام هفتم تولید جهانی را به خود اختصاص دهد (۷). این محصول با ارزش یک منبع مهم از نظر ماده‌های معدنی، کاروتنوئیدها و ویتامین‌ها به شمار می‌رود. هم‌چنین به‌دلیل داشتن مقادیر بالای ماده‌های پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) مانند لیکوپن، کاروتنوئیدها و ویتامین C نقش مؤثری در پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی و انواع سرطان‌ها دارد (۱۶). بنابراین انجام هر برنامه به‌نژادی برای افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی در آن ضروری است.

خاستگاه گوجه‌فرنگی آمریکای جنوبی می‌باشد. گوجه‌فرنگی در اوایل قرن نوزدهم در خاورمیانه توزیع شد و بیشتر به عنوان یکی از ماده‌های لازم برای پخت غذا مصرف می‌شد. این گیاه از دو راه وارد ایران شد: راه اول ترکیه و ارمنستان و راه دوم

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۱۹

۲- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار گروه علوم باغبانی و طراحی فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و دانشجوی دکتری، گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (kmabizmashayekhi@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

سفرهای پی در پی خاندان قاجار به فرانسه بود. نام اولیه گوجه‌فرنگی در ایران بادمجان ارمنی یا رومی بود. در ایران در ابتدا پرورش گوجه‌های کوچک که امروزه گوجه گیلاسی نامیده می‌شوند، مرسوم شد. پس از مدتی گوجه‌های بزرگتر وارد ایران شدند که به‌دلیل تفاوت اندازه با گوجه‌های رایج در آن زمان، به «گوجه‌فرنگی» مشهور شدند. در دوره قاجاریه، افراد خاندان معیری برای نخستین بار گوجه‌فرنگی را در مزرعه‌ای (که محوطه فرودگاه مهرآباد کنونی است) پرورش دادند (۳). رقم‌های اولیه این سبزی هنوز در بسیاری از نقاط کشور به صورت وحشی رشد می‌کنند. بذر این رقم‌ها به صورت خودرو می‌تنژد و دانهال‌ها رشد کرده و میوه‌های کوچک تشکیل می‌دهند که از نظر ظاهری دارای انواع ویژگی‌های رقم‌های بەنژادی شده امروزی می‌باشند. به نظر می‌رسد به مرور زمان انواع امروزی از این نوع گوجه‌فرنگی‌های خودرو به وجود آمده‌اند. هم‌چنین لازم به بیان است که این جمعیت‌ها به عوامل نامساعد محیطی مانند خشکی، شوری و سرما متحمل می‌باشند به طوری که تشکیل میوه آن‌ها در برف زمستان در پیرامون ساری مشاهده شده است (۵).

از آنجایی که کاهش گوناگونی ژنتیکی در گیاهان در مقایسه با خویشاوندان وحشی آن‌ها قابل مشاهده است، یکی از راه‌های افزایش میزان گوناگونی ژنتیکی و نیز بهبود پتانسیل واریته‌های زراعی، بهره‌گیری از ژرم‌پلاسم گونه‌های وحشی یا جمعیت‌های محلی است که به‌صورت خودرو در مناطق مختلف کشور رشد می‌کنند (۲۱). از سوی دیگر با توجه به تولید زیاد گوجه‌فرنگی در ایران و ضرورت استفاده از بذرهای دورگه، خرید این بذرها از خارج کشور رقمی حدود ۱۵۰ میلیون یورو در سال را شامل می‌شود، در حالی‌که تولید این بذرها با روش‌های بەنژادی و بهبود نژادگان‌های وحشی که با شرایط اقلیمی ایران سازگار شده‌اند مقدور است. با این حال، به‌دلیل بی‌توجهی به مسائل بەنژادی و به‌ویژه تولید بذر دورگه گوجه‌فرنگی در داخل کشور، برخلاف وجود شرایط مناسب برای تولید بذر داخلی، هم اکنون بیشتر بذر مصرفی کشاورزان از خارج وارد می‌شود. با توجه به اهمیت این محصول و لزوم افزایش عملکرد در واحد سطح، تولید رقم‌های بەنژادی شده با ویژگی‌های کیفی بالا و نیز فراهم آوردن ماده‌های بەنژادی برای پروژه‌های دورگه‌گیری (هیبریداسیون) و بەنژادی ضروری به نظر می‌رسد (۳). بنابراین با وجود گوناگونی فراوان جمعیت‌های محلی گوجه‌فرنگی که در ایران یافت می‌شوند، می‌توان از آن‌ها در جهت گزینش رقم‌های با کیفیت بالا و تولید دورگه‌های مطلوب بهره برد.

در همین راستا در این پژوهش به‌منظور بررسی گوناگونی و ارزیابی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک میوه در ۱۰ جمعیت گوجه‌فرنگی محلی ایران با استفاده از ضرایب همبستگی و تجزیه خوشه‌ای، ویژگی‌های مختلف ریخت شناسی میوه شامل طول، قطر، وزن و حجم میوه و ویژگی‌های فیزیولوژیک میوه گوجه‌فرنگی مانند درصد ماده‌های جامد محلول، درصد اسیدیته قابل تیتر، میزان ویتامین C، لیکوپن، کاروتنوئید، آنتوسیانین، گلوکز، فروکتوز و قند کل اندازه‌گیری و مورد ارزیابی قرار گرفتند تا بتوان با تکیه بر این گوناگونی در جهت رسیدن به رقم‌های موردنظر اقدام کرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی گوناگونی و ارزیابی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک میوه در ۱۰ جمعیت گوجه‌فرنگی محلی ایران، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت.

جمعیت‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل ده جمعیت گوجه‌فرنگی محلی ایران بود که از ده منطقه مختلف ایران به نام‌های ورامین[۱] رفسنجان[۲]، رشت[۳]، اسفراین[۴]، گرگان[۵] (دو جمعیت)، خانبین[۶] (دو جمعیت)، کرمانشاه[۷] و کردستان[۸] جمع‌آوری شدند. بذرها در اوایل اسفند ماه درون سینی‌های نشاء در گلخانه کشت شده سپس در مرحله ۴ تا ۶ برگی، در فصل بهار و در شرایط مناسب دمایی (۲۵ درجه سلسیوس در روز و ۱۸ درجه سلسیوس در شب) و نوری (شدت نور ۱۰۰۰۰ لوکس و طول روز ۱۶ ساعت) به مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک گفته شده در جدول ۱ منتقل شدند. مزرعه مورد آزمایش در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۰ مترمی‌باشد.

۱- Varamin ۲- Rafsanjan ۳- Rasht ۴- Esfarayen ۵- Gorgan ۶- Khanbebin ۷- Kermanshah ۸- Kordestan

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
Table 1. Physical and Chemical Properties of Soil in Research Field of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

فسفر در دسترس Available phosphorus (ppm)	5/8
پتاسیم در دسترس Available potassium (ppm)	160
نیتروژن در دسترس Available nitrogen (ppm)	11/9
درصد رس Clay (%)	28
سیلت Silt (%)	42
شن Sand (%)	30
محتوای کربن آلی Organic carbon content (%)	2/084
هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (dS m^{-1})	7/14
پی‌اچ pH	7/14

هیچ کودی قبل و بعد از کاشت به تیمارها داده نشد. برای کشت نشاهای گوجه فرنگی، فاصله بین کرت‌ها یک متر و ابعاد هر کرت ۱/۵۰ در ۵ متر در نظر گرفته شد. در هر کرت دو ردیف گیاه، با فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف کشت شدند. عمق کاشت نشا ۱۵ سانتی‌متر بود و یک نشا در هر چاله کشت گردید. همزمان از هر توده تعدادی نشا در گلدان نشائی نگهداری گردید تا در صورت نیاز به واکاری، از آن‌ها استفاده شود. در این آزمایش ۲۶ بوته در هر کرت پیش‌بینی شد. بیست روز پس از کاشت نشاها نسبت به تکمیل تعداد بوته اقدام شد. در طی فصل رشد گیاه، عملیات زراعی لازم مانند آبیاری و وجین علف‌های هرز و غیره انجام شد. به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های مختلف، تعداد ۱۰ میوه رسیده از هر کرت به‌صورت تصادفی برداشت و به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. ویژگی‌های طول میوه (فاصله بین محل اتصال میوه به ساقه تا انتهای میوه) و قطر میوه بر حسب میلی‌متر به وسیله کولیس معمولی با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. حجم میوه بر حسب میلی‌متر مکعب طبق رابطه شماره ۱ و وزن میوه بر حسب گرم با استفاده از ترازوی دیجیتال مورد سنجش قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری درصد ماده‌های جامد محلول از دستگاه شکست‌سنج (رفراکتومتر) دیجیتالی مدل Ceti-Belgium ساخت ژاپن و دمای ۲۰ درجه سلسیوس[۱]استفاده گردید (۱۹). اسیدیته قابل تیتر بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی آب میوه با روش شیمیایی AOAC[۲] (۸) و میزان ویتامین C بر حسب میلی‌گرم اسکوربیک اسید در ۱۰۰ سی‌سی آب میوه با استفاده از روش دینتروفنیل هیدرازین (DNPH)[۳] (۲۲) اندازه‌گیری شدند. لیکوپن بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه توسط حلال‌های هگزان: استون: اتانول با نسبت ۱:۱:۲ و به نسبت ۱۰:۱ به ماده اولیه و خواندن با اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۰۳ نانومتر مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۷). آنتوسیانین بر حسب میلی‌مول در گرم در طول موج ۵۲۰ نانومتر و کاروتنوئید بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه توسط روش استخراج با متیل سولفوکسید در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر (۲۵) اندازه گیری شدند. فروکتوز بر حسب میکروگرم در گرم وزن تر میوه در طول موج ۵۲۰ نانومتر، گلوکز بر حسب میکروگرم در گرم وزن تر میوه طبق روش نلسون در طول موج ۵۷۵ نانومتر و قند کل نیز بر حسب میکروگرم در گرم وزن تر میوه توسط روش آنترون در طول موج ۶۲۰ نانومتر (۱۷) اندازه‌گیری شدند.

۱- Brix at 20°C ۲- Association of Official Agricultural Chemists ۳- Di nitro phenyl hydrazine

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

رابطه ۱: حجم میوه = (جرم میوه آب داخل بشر-جرم آب داخل بشر)/چگالی آب

برای واکاوی آماری داده‌ها، آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹,۲ تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد و ضرایب همبستگی و تجزیه خوشه‌ای نیز با استفاده از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C نسخه ۷/۵ و SPSS نسخه ۲۶ با روش UPGMA و براساس فاصله اقلیدسی با استفاده از متغیرهای استاندارد شده، انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel 2010 ترسیم شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی

نتیجه‌های تجزیه واریانس ویژگی‌های مختلف ریخت‌شناسی میوه نشان داد بین جمعیت‌های مورد بررسی از نظر ویژگی‌های طول، قطر، وزن و حجم میوه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. هم‌چنین نتیجه‌های تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیولوژیک نشان داد بین جمعیت‌های مورد بررسی از نظر تمامی ویژگی‌ها شامل بریکس، گلوکز، فروکتوز، قند کل، اسیدیته قابل تیتر، ویتامین C، آنتوسیانین و کاروتنوئید به جز لیکوپن در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. معنی‌دار نبودن میزان لیکوپن در جمعیت‌های مورد بررسی، نشان‌دهنده داشتن رنگ قرمز مشابه در جمعیت‌ها می‌باشد. بیات و پرویزی (۲) و Kaur و همکاران (۱۲) نیز مشابه با این پژوهش تفاوت در رنگ‌های مختلف گوجه‌فرنگی را به‌دلیل تفاوت در مقدار لیکوپن آن‌ها دانستند. معنی‌دار بودن دیگر ویژگی‌ها، نشان‌دهنده وجود گستره وسیعی از گوناگونی در جمعیت‌های مورد بررسی از نظر ویژگی‌های مورد بررسی می‌باشد. از آنجایی که گوناگونی و انتخاب، دو رکن اصلی هر برنامه به‌نژادی هستند و انجام انتخاب منوط به وجود گوناگونی مطلوب در ماده‌های به‌نژادی مورد بررسی می‌باشد (۱)، بنابراین با توجه به گوناگونی مشاهده شده بین جمعیت‌ها، امکان انتخاب آن‌ها برای ویژگی‌های مختلف وجود دارد. هم‌چنین وجود این گوناگونی در جمعیت‌های مورد بررسی، به درک بهتر سازوکارهای مولکولی تولیدکننده هر کدام از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نیز کمک می‌کند (۱۵). بسیاری از پژوهشگران با بررسی ویژگی‌های مختلف کمی و کیفی میوه در بین رقم‌های مورد بررسی گوجه‌فرنگی، تفاوت معنی‌داری گزارش کردند که حاکی از متغیر بودن و گوناگونی بالای این ویژگی‌ها در بین رقم‌ها می‌باشد (۱۱، ۱۴). هم‌چنین در پژوهشی که Henareh و همکاران در سال ۲۰۱۵ (۹) روی ۹۷ جمعیت مختلف گوجه‌فرنگی ارومیه و قسمتی از ترکیه انجام دادند، گزارش کردند بین جمعیت‌های مورد بررسی از نظر تمامی ویژگی‌های ریخت‌شناسی گیاه در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار وجود دارد (۹).

مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک

مقایسه میانگین ویژگی‌های ریخت‌شناسی نشان داد ویژگی‌های طول، قطر، وزن و حجم میوه به‌ترتیب با مقادیر ۴۵/۸۵ میلی‌متر، ۴۴/۵۸ میلی‌متر، ۵۶/۸۶ گرم و ۵۹ میلی‌مترمکعب در جمعیت ورامین بیشترین مقدار را دارد. بنابراین، میوه جمعیت ورامین درشت‌ترین میوه را در بین جمعیت‌های مورد بررسی دارا می‌باشد. در بین جمعیت‌های مورد بررسی، جمعیت گرگان ۲، با طول، قطر، وزن و حجم میوه به‌ترتیب ۲۱/۸۹ میلی‌متر، ۲۵/۰۴ میلی‌متر، ۸/۹۹ گرم و ۹/۱۰ میلی‌مترمکعب، به عنوان کوچک‌ترین جمعیت شناخته شد که برای کنسرو کردن و نگهداری در قوطی مناسب است (شکل ۱). اندازه نهایی میوه در گوجه‌فرنگی به عوامل متعددی از جمله تعداد برچه‌های تخمدان، تعداد دانه، ترتیب میوه بستن در یک خوشه و شرایط محیطی غالب در دوره رشد بستگی دارد. از بین این عوامل، موقعیت و ترتیب میوه‌دهی در خوشه عامل مهم‌تری در تعیین اندازه میوه گوجه‌فرنگی است که به نوبه خود زیر تأثیر نوع رقم و ویژگی‌های آن قرار دارد (۱۷). طبق گزارش بوجاریان و همکاران (۱) اندازه مطلوب میوه از نظر بازاریابی حدود ۱۵۰-۱۴۰ گرم است و میوه‌های خیلی درشت یا ریز بازارپسندی ندارند، اگرچه میوه‌های درشت ممکن است باعث افزایش عملکرد شوند. از آنجایی که جمعیت‌های مورد بررسی در این پژوهش، جمعیت‌های محلی هستند، دارای میانگین وزن کمتری نسبت به حد نصاب بازارپسندی می‌باشند. به نظر می‌رسد به همین دلیل است که این جمعیت‌ها با وجود داشتن انواع مقاومت‌ها و ارزش غذایی بالا، هنوز به صورت تجاری پرورش داده

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

نمی‌شوند. با این حال میوه جمعیت ورامین، به‌عنوان سنگین‌ترین میوه، با داشتن میانگین وزن ۵۶/۸۶ گرم می‌تواند برای تازه‌خوری مورد استفاده قرار گیرد.

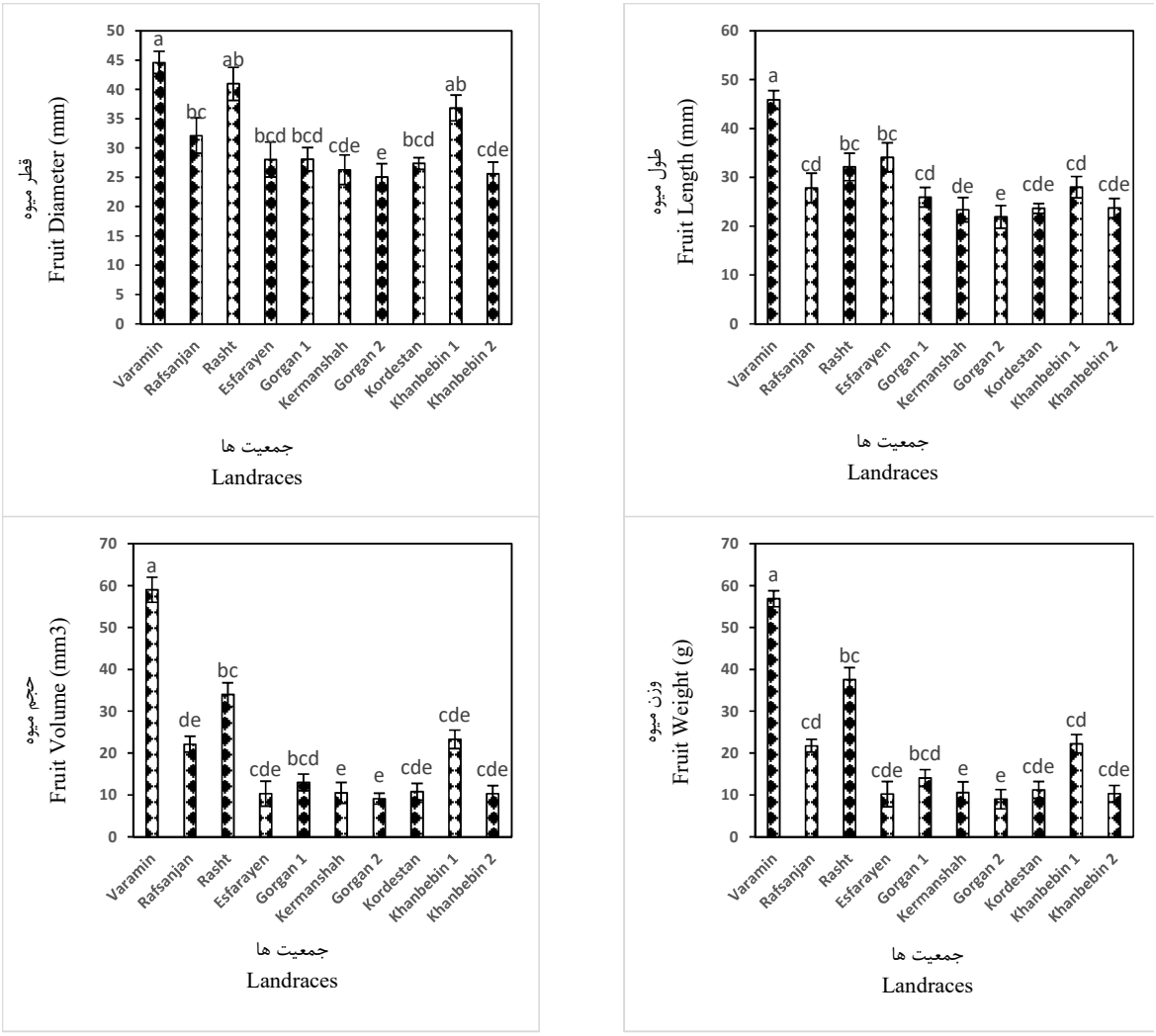


Fig. 1. Comparison of means of fruit length, diameter, weight and volume in different tomato landraces. Columns with similar letters are not significantly different at 5% level of probability according to Duncan multiple range test.

شکل ۱- مقایسه میانگین ویژگی‌های طول، قطر، وزن و حجم میوه در جمعیت‌های مختلف گوجه‌فرنگی. ستون‌های با حرف‌های مشابه، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیولوژیک نشان داد ویژگی‌های ماده‌های جامد محلول (بریکس) و اسیدیته قابل تیتر به ترتیب با مقادیر ۷/۷۳٪ و ۰/۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی، در جمعیت کردستان بیشترین مقدار را دارد. بیات و پرویزی (۲) گزارش کردند با افزایش بریکس مقدار چگالی میوه نیز افزایش پیدا می‌کند، زیرا رقم‌هایی که چگالی بالاتری داشتند، مقدار ماده‌های جامد محلول در آب میوه آن‌ها نیز بیشتر بود. جمعیت کردستان با داشتن مقدار اسیدیته قابل تیتر بالا و هم‌چنین ماده‌های جامد محلول بیشتر، برای صنایع رب‌سازی پیشنهاد می‌گردد زیرا در اولویت‌بندی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گوجه‌فرنگی برای تولید رب که Wang و همکاران (۲۴) گزارش کردند، داشتن ماده‌های جامد محلول بیشتر و اسیدیته بالاتر از

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. از سوی دیگر از آنجایی که افزایش اسیدیته قابل تیتر در بهبود طعم میوه مؤثر است (۱۳)، بر این اساس جمعیت کردستان دارای میوه خوش‌طعم‌تری نسبت به دیگر جمعیت‌ها می‌باشد و جمعیت اسفراین با وجود داشتن مقدار ویتامین C بیشتر، طعم نامطلوب‌تری نسبت به بقیه دارد. بر اساس گزارش بیات و پرویزی (۲) طعم و مزه گوجه‌فرنگی افزون بر میزان اسیدهای آلی، مربوط به ترکیب‌هایی مانند قندهای محلول و ترکیب‌های فرار نیز می‌باشد. بنابراین، بی‌مزه بودن میوه جمعیت اسفراین ممکن است ناشی از کمبود میزان گلوکز در آن نیز باشد زیرا مقدار گلوکز در این جمعیت کمترین مقدار را دارا بود. مقدار گلوکز موجود در میوه جمعیت گرگان ۲ که کوچک‌ترین اندازه میوه را در بین دیگر جمعیت‌ها دارا می‌باشد، ۵۷٪ بیشتر از جمعیت اسفراین می‌باشد. مقدار فروکتوز موجود در میوه نیز که کربوهیدرات اصلی شیرین‌کننده آن است، با مقدار ۸۵/۱۸ میکروگرم در گرم وزن تر میوه در جمعیت خانببین ۱ بیشترین مقدار می‌باشد، بنابراین، شیرین‌ترین میوه در این جمعیت وجود دارد. جمعیت رفسنجان بیشترین مقدار کاروتنوئید میوه را دارد و مقدار آن ۱/۷۷ برابر جمعیت گرگان ۱ می‌باشد. مقدار کاروتنوئید میوه گوجه‌فرنگی در طی مراحل رسیدن میوه افزایش پیدا کرده و در میوه رسیده بیشترین مقدار را دارد (۱۹). با توجه به اینکه میوه‌های جمع‌آوری شده از جمعیت‌ها همگی در یک مرحله رشدی بودند، بنابراین تفاوت در مقدار کاروتنوئید آن‌ها به تفاوت و گوناگونی بین جمعیت‌ها مربوط می‌شود.

دامنه تغییرهای ویژگی‌های مورفوفیزولوژیکی

دامنه تغییرها برای بیشتر ویژگی‌ها گستره وسیعی را نشان داد که وجود گوناگونی بالا بین جمعیت‌های مورد بررسی را تأیید می‌نماید. برای مثال مقدار ویتامین C از ۲/۳۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی در جمعیت اسفراین تا مقدار ۰/۵۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی در جمعیت خانببین ۱ متغیر بود (جدول ۲). مقدار ویتامین C در گوجه‌فرنگی با رسیدگی و افزایش رنگ و نرم شدن بافت میوه‌ها افزایش پیدا می‌کند. در پژوهشی که بیات و پرویزی در سال ۱۳۹۵ (۲) روی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی انجام دادند گزارش کردند این افزایش در بین رقم‌های مختلف، از مرحله شکست رنگ تا رسیدگی کامل ۱/۵۰ تا ۳ برابر بود. در گزارشی دیگر Tabasi و همکاران (۲۰) افزایش مقدار اسکوربیک اسید را از مرحله سبز تا رسیدگی گوجه‌فرنگی مشاهده کردند، اما پس از آن مقدار اسکوربیک اسید کاهش یافت.

دامنه تغییرها برای ویژگی‌های دیگری مانند وزن میوه، حجم میوه، قند کل و کاروتنوئید نیز گستره وسیعی را نشان داد. به این صورت که مقدار وزن میوه که به طور مستقیم با عملکرد در ارتباط است، از ۸/۹۹ گرم در جمعیت گرگان ۲ تا ۵۶/۸۶ گرم در جمعیت ورامین متغیر بود. هم‌چنین ویژگی‌های حجم میوه بین جمعیت‌های مختلف بین ۹/۱۰ تا ۵۹ میلی‌متر مکعب، قند کل بین ۶۴۳ تا ۱۸۲۰ میکروگرم در گرم وزن تر میوه و کاروتنوئید بین ۰/۰۸ تا ۰/۲۵ میلی‌گرم در گرم متغیر بودند. در پژوهشی که Regassa و همکاران (۱۴) روی نه رقم گوجه‌فرنگی انجام دادند، دامنه تغییرهای تعداد میوه در گل‌آذین بین ۲ تا ۵ گزارش شد. در پژوهش دیگری که بوجاریان و همکاران (۱) روی ۸۳ رگه S_3 (گیاهان حاصل از خودگشنی سوم) گوجه‌فرنگی انجام دادند، دامنه تغییرات برای تعداد روز لازم برای ۵۰٪ رسیدگی از ۱۴۰ روز برای رگه ۱۳۵ تا ۱۸۰ روز برای رگه ۵۴ متغیر بود. هم‌چنین دامنه تغییرهای وزن میوه در این پژوهش از ۸/۲۹ گرم برای رگه ۱۲۸ تا ۹۰/۰۶ گرم برای رگه ۴۱۸ متغیر بود. هم‌چنین، ویژگی‌های طول میوه در رگه‌های مختلف بین ۳۵/۳۳ تا ۸۹/۶۷ میلی‌متر و قطر میوه نیز بین ۳۲/۱۷ و ۷۴/۶۰ میلی‌متر متغیر بودند. بررسی ضریب تغییرها نشان داد که گوناگونی موجود در بین ویژگی‌های مورد بررسی متفاوت است، به طوری‌که در برخی ویژگی‌ها گوناگونی زیاد و در برخی گوناگونی کم‌تری وجود داشت. بیشترین ضریب تغییرهای در ویژگی وزن میوه مشاهده شد که نشان‌دهنده درصد گوناگونی بیشتر این صفت در بین ویژگی‌های مورد بررسی بود. کم‌ترین میزان ضریب تغییرها نیز مربوط به ویژگی بریکس (ماده‌های جامد محلول) بود (جدول ۲).

میانگین‌ها، گستره مقادیر، جمعیت دارای مقدار بیشتر و کمتر و ضریب تغییرهای ویژگی‌های مورد بررسی در جمعیت‌های مختلف گوجه‌فرنگی در جدول ۲ و نمودارهای مقایسه میانگین ویژگی‌ها در شکل ۱ و ۲ آورده شده است. وجود این دامنه تغییرهای وسیع برای بیشتر ویژگی‌های مورد بررسی، از جهت به‌نژادی ژرم‌پلاسم‌ها بسیار مفید بوده و از آن می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی آتی استفاده کرد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

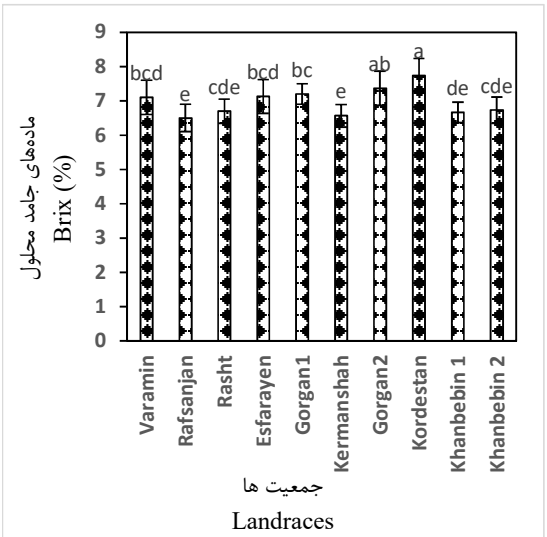
جدول ۲- میانگین، دامنه، جمعیت دارای مقدار بیشتر و کمتر و ضریب تغییرات ویژگی‌های مورد بررسی در جمعیت‌های مختلف.

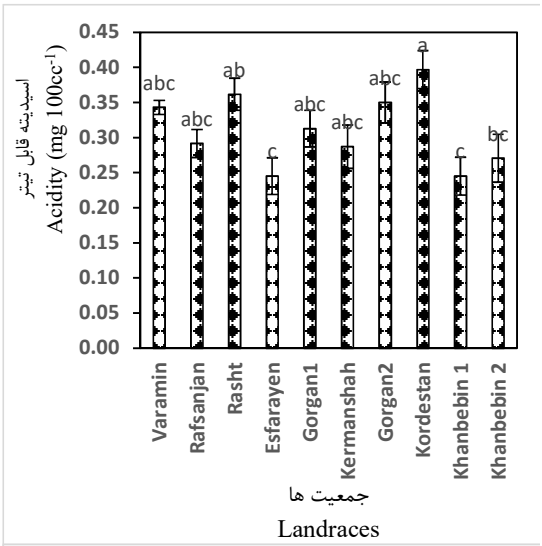
Table 2. Average, range, landraces with higher and lower values and coefficient of variation of studied traits in different landraces.

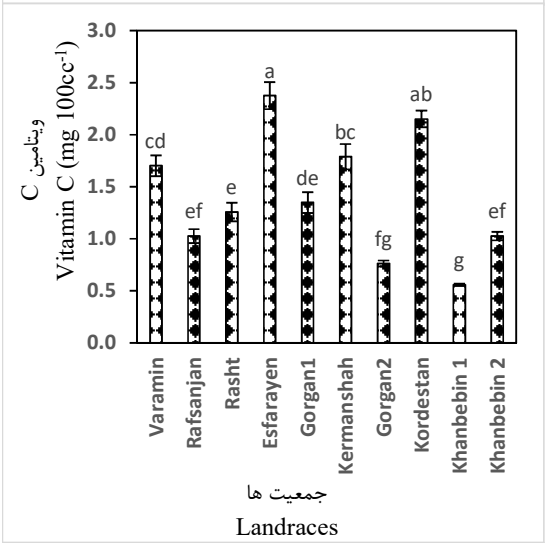
ویژگی‌ها Traits	میانگین Average	دامنه Range	جمعیت Landrace	CV ضریب تغییرات
		کمترین-بیشترین Max-min	کمترین-بیشترین Max-min	
قطر میوه Diameter (mm)	31/48	44/58-25/04	Varamin-Gorgan2	17/05
طول میوه Length (mm)	28/62	45/85-21/89	Varamin-Gorgan2	15/42
وزن میوه Weight (g)	20/36	56/86-8/99	Varamin-Gorgan2	30/82
حجم میوه Volume (mm^3)	20/23	59-9/1	Varamin-Gorgan2	19/39
ماده‌های جامد محلول Brix (%)	6/97	7/73-6/5	Kordestan-Rafsanjan	3/87
گلوکز Glucose (µg g-1)	1077/44	1339/99-851/29	Gorgan2-Esfarayen	13/16
فروکتوز Fructose (µg g-1)	45/97	85/18-18/31	Khanbebin1-Varamin	15/54
قند کل Total sugar (µg g-1)	1390	1820-643	Rasht-Khanbebin2	13/34
اسیدیته Acidity (mg 100cc-1)	0/31	0/4-0/25	Kordestan-Esfarayen	18/59
ویتامین C Vitamin C (mg 100cc-1)	1/4	2/38-0/56	Esfarayen-Khanbebin1	16/21
لیکوپن Lycopene (mg g-1)	0/12	0/13-0/09	Varamin-Khanbebin2	12/29
کارتنوئید Carotenoid (mg g-1)	0/18	0/25-0/09	Rafsanjan-Gorgan1	8/08
آنتوسیانین Anthocyanin (mmol g-1)	0/01	0/03-0/001	Kermanshah-Esfarayen	12/54

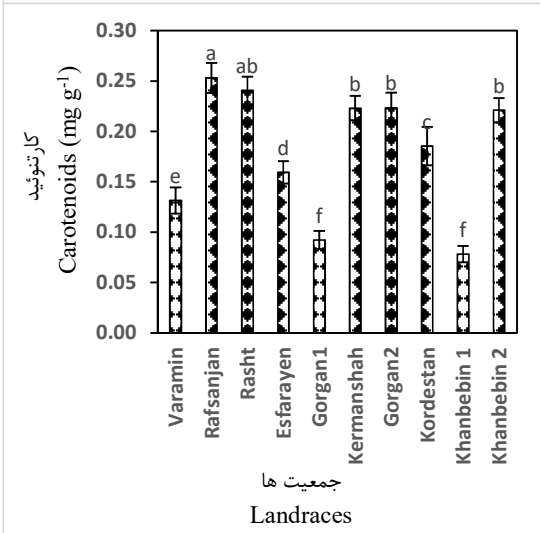
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

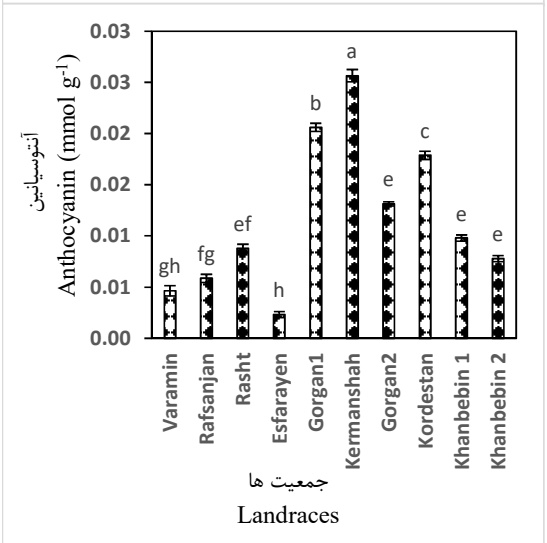
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

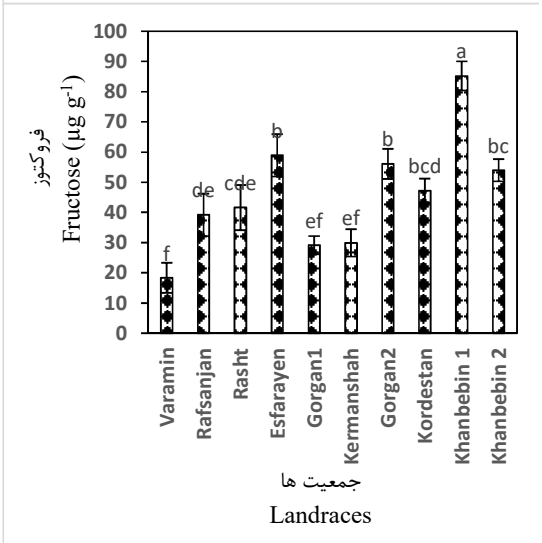












[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

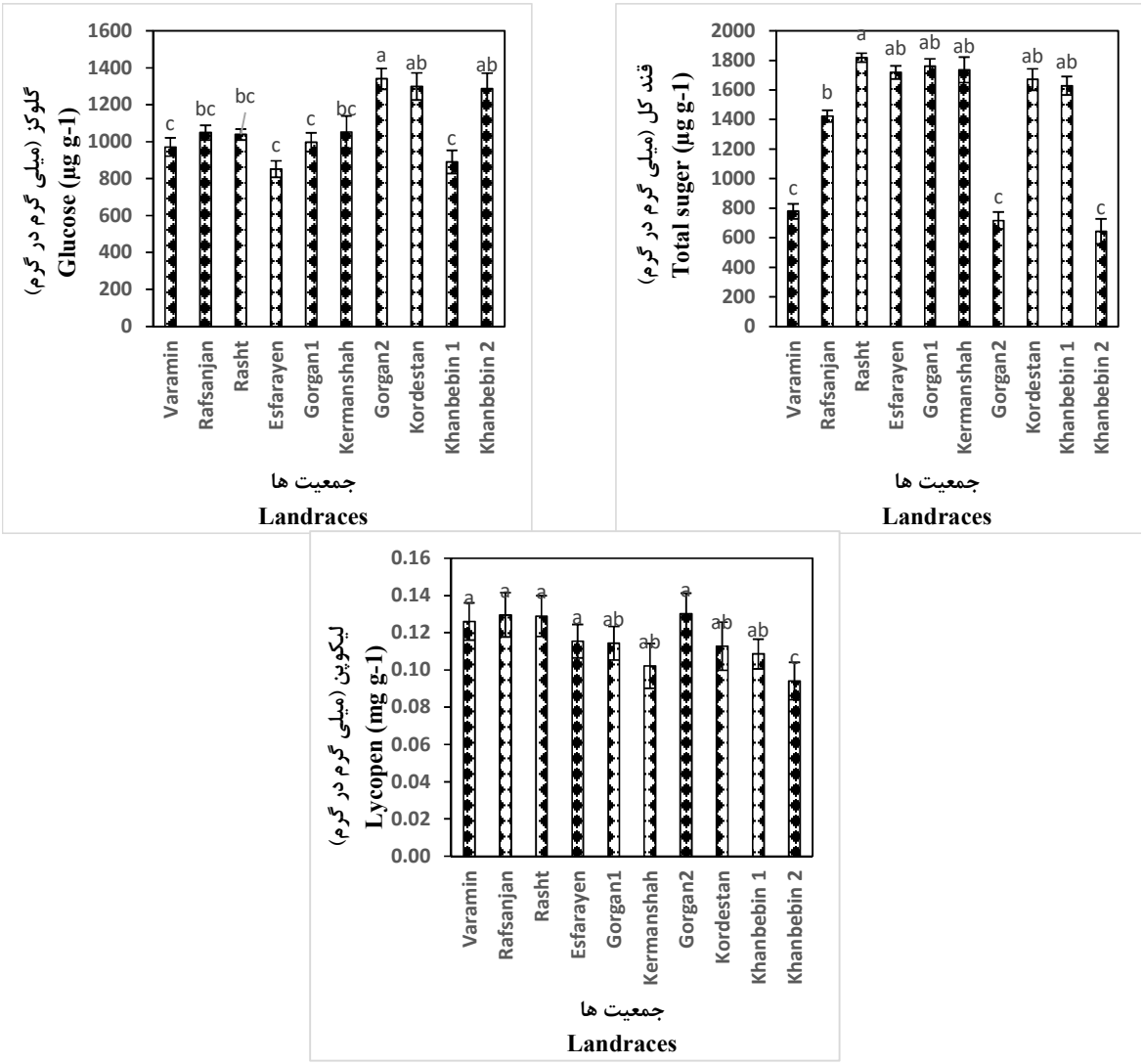


Fig. 2. Comparison of means of brix percent, total sugar, glucose, titratable acidity and content of vitamin C, lycopene, anthocyanin and carotenoid in different tomato landraces. Columns with similar letters are not significantly different at 5% level of probability according to Duncan multiple range test.

شکل ۲- مقایسه میانگین درصد ماده‌های جامد محلول، قند کل، گلوکز، فروکتوز، اسیدیته قابل تیتر و محتوای ویتامین C، لیکوپن، آنتوسیانین و کاروتنوئید میوه در جمعیت‌های مختلف گوجه‌فرنگی. ستون‌های با حرف‌های مشابه، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

همبستگی ویژگی‌ها

جدول ۳ بررسی همبستگی بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در این پژوهش را نشان می‌دهد. به‌علت معنی‌دار نبودن همبستگی بین ویژگی‌های کارتنوئید، ویتامین C، اسیدیته و حجم میوه با هیچکدام از ویژگی‌های مورد بررسی، در این جدول آورده نشده‌اند.نتیجه‌ها نشان داد که بین طول و قطر میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد (r= ۰/۸۰) (جدول ۳). این همبستگی حاکی از آن است که با افزایش طول میوه، قطر میوه نیز افزایش پیدا کرده و در نتیجه میوه‌های گرد تر و کروی تر خواهیم داشت. با تعیین شکل و اندازه میوه می‌توان بسته‌بندی مناسب برای هر رقم را طراحی

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

کرد، به طوری که در مسیر بارگیری و حمل و نقل، آسیب کمتری ببینند (۲). اگرچه ارتباط فیزیولوژیک بین ماده‌های جامد محلول و وزن میوه هنوز ناشناخته است، اما مقدار قند کل و گلوکز بیشتر در میوه‌های با وزن بیشتر و ماده‌های جامد محلول بیشتر وجود دارد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده پیرسون بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر.

Table 3. Pearson correlation coefficients between the measured traits in the present study

	قطر میوه Diameter	طول میوه Length	وزن میوه Weight	ماده‌های جامد محلول Brix	آنتوسانین Anthocyanin	فروکتوز Fructose	گلوکز Glucose	قند کل Total sugar	لیکوپن Lycopene
قطر میوه Diameter	1								
طول میوه Length	0.8**	1							
وزن میوه Weight	-0.17ns	-0.43ns	1						
مواد جامد محلول Brix	-0.28ns	-0.13ns	0.21ns	1					
آنتوسیانین Anthocyanin	0.34ns	-0.26ns	0.56ns	0.69*	1				
فروکتوز Fructose	-0.54ns	-0.56ns	0.51ns	0.52ns	0.88**	1			
گلوکز Glucose	-0.46ns	-0.46ns	0.61*	0.66*	0.94**	0.86**	1		
قند کل Total sugar	-0.45ns	-0.45ns	0.6*	0.64*	0.94**	0.86**	0.99**	1	
لیکوپن Lycopene	0.45ns	0.55*	0.87**	0.12ns	0.93**	0.45ns	0.34ns	0.28ns	1

بررسی همبستگی بین دیگر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نشان داد که بین مقدار لیکوپن و طول میوه (r= ۰/۵۵)، وزن میوه (r= ۰/۸۷) و آنتوسیانین (r= ۰/۹۷) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد (جدول ۳). این همبستگی حاکی از آن است که میوه‌های با طول و وزن بیشتر، دارای مقادیر لیکوپن بیشتری هستند. همان‌طور که در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است، جمعیت ورامین دارای بیشترین مقدار طول، وزن و لیکوپن می‌باشد. مقدار آنتوسیانین میوه، افزون بر لیکوپن، با مقادیر گلوکز (r=۰/۹۴)، فروکتوز (r=۰/۸۰) و قند کل (r=۰/۹۴) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ دارد. به طور کلی، عواملی که سبب افزایش میزان قند در یک بافت گیاهی شوند، زیست‌ساخت آنتوسیانین‌ها را افزایش می‌دهند و عواملی که مانع تشکیل و یا انباشت قندها شوند، بیشتر اثر بازدارندگی روی ساخت آن‌ها دارند (۱۰). نتیجه‌های این پژوهش با نتیجه‌های پژوهشی که مشایخی و همکاران (۶) روی کیفیت نشاء و میوه گوجه‌فرنگی رقم سوپر آ[1]در پاسخ به تغذیه ساکارز و بوریک اسید انجام دادند، مطابقت دارد. این پژوهشگران گزارش کردند بیشترین محتوای آنتوسیانین در تیمار ۱۰٪ ساکارز و ۰/۱٪ اسید بوریک و نیز ۵٪ ساکارز و ۰/۲٪ بوریک اسید به ترتیب با میانگین ۰/۶۰ و ۰/۵۳ دیده شد. نتیجه‌های این پژوهش با پژوهشی که مشایخی و آتشی (۴) روی توت فرنگی رقم کاماروسا انجام دادند نیز مطابقت دارد. نتیجه‌های پژوهش آن‌ها، نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت بین مقدار رنگدانه‌های گیاهی با میزان قند کل، گلوکز و ساکارز درون برگ و میوه بود.

۱- Super A

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

گزارش شده است که آنتوسیانین‌ها ترکیب‌های گلیکوزیدی هستند که وجود قند برای تشکیل آن‌ها ضروری می‌باشد، در نتیجه با مصرف قندها برای ساخت پروتئین‌ها، انباشت آنتوسیانین‌ها کاهش می‌یابد (۱۰). یکی از دلایل وجود همبستگی بین دو ویژگی می‌تواند ناشی از قرار گرفتن ژن‌ها یا بلوک‌های ژنی کنترل‌کننده آن دو ویژگی روی یک کروموزوم باشد، به طور کلی همبستگی به وسیله پیوستگی (لینکاژ) بین ژن‌ها، برهمکنش غیر آللی و پلیوتروپی (اثر یک ژن روی چند ویژگی) به دست می‌آید (۲۳). بنابراین، داشتن همبستگی بین زوج ویژگی‌ها در کارهای به‌نژادی به ویژه در امر گزینش بر پایه شماری از ویژگی‌ها ضروری است.

تجزیه خوشه‌ای

نتیجه‌های تجزیه خوشه‌ای جهت دسته‌بندی جمعیت‌های مشابه حاکی از آن بود که بیشترین شباهت، بین جمعیت‌های گرگان ۱ و کرمانشاه بود که فاصله بین نژادگان‌ها درون خوشه (Norm Root Mean Square Distance) آن برابر با ۰/۰۸ بود. خوشه‌ای که این دو جمعیت گرگان ۱ و کرمانشاه در آن قرار دارند (خوشه شماره ۹) با خوشه شماره ۸ (جمعیت رشت) دارای شباهت بالایی می‌باشد. پس از آن جمعیت‌های درون خوشه شماره ۷ (گرگان ۲ و خانببین ۲) بیشترین شباهت را دارا بودند که مقدار عددی آن برابر با ۰/۱۲ بود. در خوشه شماره ۶ جمعیت‌های خانببین ۱ و اسفراین وجود دارند که پس از خوشه‌های ۹، ۸ و ۷ بیشترین شباهت در این خوشه مشاهده شد. پس از آن جمعیت‌های خانببین ۱ و اسفراین با خوشه رشت شباهت دارند. کمترین مقدار نیز مربوط به خوشه شماره ۱ با فاصله خوشه‌ای ۱/۴۱ بود که جمعیت‌های ورامین و گرگان ۲ و خانببین ۲ در آن قرار دارند. هم‌چنین، براساس تقسیم‌بندی خوشه‌ای، ۴ خوشه ایجاد شد که در این بین رقم ورامین در خوشه اول، خانببین ۲ و گرگان ۲ در خوشه دوم، کردستان در خوشه چهارم و مابقی جمعیت‌ها در خوشه سوم قرار گرفتند که این امر بیانگر میزان تشابه بین جمعیت‌ها در خوشه سوم است (شکل ۳ و جدول ۴).

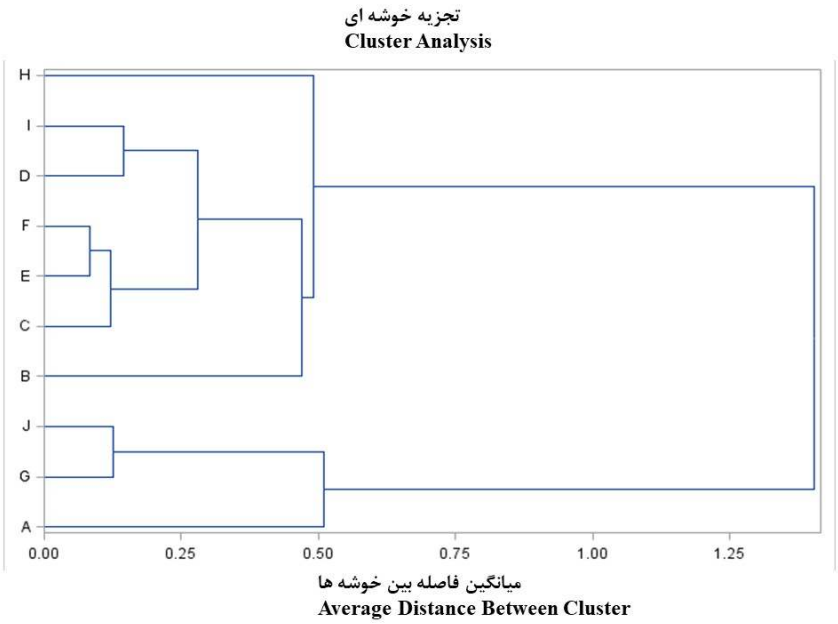


Fig. 3. Analysis between different tomato landraces based on morpho-physiological traits (A: Varamin, B: Rafsanjan, C: Rasht, D: Esfarayen, E: Gorgan1, F: Kermanshah, G: Gorgan2, H: Kordestan, I: Khanbebin1, J: Khanbebin2).

شکل ۳- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای بین جمعیت‌های مختلف گوجه‌فرنگی براساس ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی (A: ورامین، B: رفسنجان، C: رشت، D: اسفراین، E: گرگان۱، F: کرمانشاه، G: گرگان ۲، H: کردستان، I: خانببین ۱، J: خانببین ۲).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

جدول ۴- نتیجه‌های مربوط به دسته‌بندی نژادگان‌های مختلف براساس تجزیه خوشه‌ای (A: ورامین، B: رفسنجان، C: رشت، D: اسفراین، E: گرگان ۱، F: کرمانشاه، G: گرگان ۲، H: کردستان، I: خانبین ۱، J: خانبین ۲).

Table 4. The Results for classification of different genotypes by cluster analysis (A: Varamin, B: Rafsanjan, C: Rasht, D: Esfarayen, E: Gorgan1, F: Kermanshah, G: Gorgan2, H: Kordestan, I: Khanbebin1, J: Khanbebin2).

شماره خوشه Number of clusters	ترکیب خوشه‌ها Clusters joined		فراوانی Frequency	فاصله بین نژادگان‌ها درون خوشه Norm RMS distance
9	E	F	2	0.0841
8	C	CL9	3	0.1213
7	G	J	2	0.1269
6	D	I	2	0.1441
5	CL8	CL6	5	0.281
4	B	CL5	6	0.4685
3	CL4	H	7	0.4912
2	A	CL7	3	0.5099
1	CL2	CL3	10	1.4039

پژوهشگران در پژوهشی ۶۰ نژادگان گوجه‌فرنگی را به ۱۰ گروه تقسیم‌بندی نمودند و نژادگان‌ها را بر اساس ویژگی‌هایی مانند وزن میوه، تعداد میوه، ضخامت پریکارپ و عملکرد نهایی برای اهداف مختلف معرفی نمودند (۱۸). تجزیه خوشه‌ای در پژوهش بوجاریان و همکاران (۱)، ۸۳ رگه S_3 گوجه‌فرنگی را در ۵ گروه قرار داد و برای تمامی ویژگی‌ها به جز میزان ماده‌های جامد محلول، تفاوت بسیار معنی‌داری بین گروه‌ها وجود داشت.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که براساس ویژگی‌های مورفولوژیک، جمعیت ورامین به واسطه داشتن وزن میوه بیشتر، بالاترین عملکرد را در شرایط یکسان فراهم می‌آورد. هم‌چنین، این جمعیت به‌واسطه داشتن اندازه بزرگ‌تر می‌تواند برای تازه‌خوری مورد استفاده قرار گیرد. جمعیت گرگان ۲، می‌تواند در واحدهای فرآوری برای کنسروسازی و نگهداری در قوطی پیشنهاد شود. جمعیت کردستان، با دارا بودن مقدار ماده‌های جامد محلول و اسیدیته بالا، دارای میوه خوش‌طعم‌تری نسبت به سایر جمعیت‌ها می‌باشد و می‌تواند برای صنایع رب‌سازی مناسب باشد. در نهایت می‌توان بسته به هدف، از جمعیت دارای مقدار بیشتر از هر کدام از ویژگی‌ها، در جهت انجام کارهای به‌نژادی سنتی یا مولکولی بهره برد. بنابراین، با بهره‌گیری از روش‌های مناسب به‌نژادی امکان انتخاب جمعیت‌های مفید با عملکرد و کیفیت مناسب وجود خواهد داشت. بر همین اساس پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی، دیگر ویژگی‌های مربوط به کیفیت و عملکرد و هم‌چنین روابط بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژی گیاه با ویژگی‌های میوه و عملکرد در این جمعیت‌ها بررسی شود تا بتوان در جهت تولید بذرهای دورگه و کاهش واردات بذرهای دورگه خارجی گامی مؤثر برداشت.

منابع

References

۱. بوجاریان، م.، ح. اسدی قارنه، و م. گل‌آبادی. ۱۳۹۷. ارزیابی روابط عملکرد، ویژگی‌های مرتبط با عملکرد و کیفیت میوه با استفاده از ضرایب همبستگی و تجزیه خوشه‌ای در برخی رگه‌های گوجه‌فرنگی. علوم باغبانی ایران، ۸۱۱-۸۰۱: (۳) ۴۹.

۲. بیات، ف.، و خ. پرویزی. ۱۳۹۵. تغییر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گوجه‌فرنگی در مرحله‌های مختلف رسیدگی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۶۸-۱۵۵: (۲) ۱۷.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

۳. پیوست، غ. ۱۳۸۸. سبزیکاری. چاپ پنجم، نشر علوم کشاورزی، ۵۷۷ ص.
۴. مشایخی، ک.، و ص. آتشی. ۱۳۹۱. تأثیر محلول‌پاشی بر و ساکارز بر روی خصوصیات زیست‌شیمیایی گیاه توت فرنگی رقم کاماروسا. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۷۱-۱۵۷: (۴) ۱۹.
۵. مشایخی، ک.، و آ. شمالی. ۱۳۹۷. گیاهشناسی، فیزیولوژی و کشت سبزی. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۵۵۷ ص.
۶. مشایخی، ک.، ز. کیخا.، س. ع. موحدی نائینی.، ب. کامکار، و س. ج. موسوی زاده. ۱۳۹۵. کیفیت نشا و میوه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) رقم سوپر آ در پاسخ به تغذیه ساکارز و اسید بوریک. دو فصلنامه علوم سبزی‌ها، ۷۳-۶۱: (۴)۲.
7. FAO. 2017. FAO. Fao state-agriculture statistic database. Retrieved from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC
8. Ghorbani, D. A., K. Mashayekhi. and B. Kamkar. 2015. Effect of foliar application sucrose, boron, potassium nitrate and salicylic acid on yield and yield components of tomato var. Super A. Res. Crop Ecos. 2(1): 43-52.
9. Henareh, M., A. Dursun. and B.A. Mandoulakani. 2015. Genetic diversity in tomato landraces collected from Turkey and Iran revealed by morphological characters. Acta Sci. Polonorum-Hort. Cult. 14(2): 87-96.
10. Hopkins, W.G. 1999. Intruduction to Plant Physiology. Vol. 1 and 2, John Wiley and Sons, New York.
11. Isack, M. E. and L. Monica. 2013. Effect of post-harvest handling practices on physico-chemical composition of tomato. J. Agr. Technol. 9(6): 1655-1664.
12. Kaur, D., R. Sharma, A. A. Wani, B.S. Gill. and D.S. Sogi. 2006. Physicochemical changes in seven tomatos (*Lycopersicon esculentum*) cultivars during ripening. Int. J. Food Protect. 9:747-757.
13. Moreno, M. M., J. Villena., S. González-Mora. and C. Moreno. 2019. Response of healthy local tomato (*Solanum lycopersicum* L.) populations to grafting in organic farming. Sci Rep. 9(1): 1-10.
14. Regassa, M. D., A. Mohammed. and K. Bantte. 2012. Evaluation of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) genotypes for yield and yield components. Afr. J. Plant Sci. Biotechnol. 6(1): 45-49.
15. Roberts, R., S. Mainiero., A. F. Powell., A. E. Liu., K. Shi., S. R. Hind. and G. B. Martin. 2019. Natural variation for unusual host responses and flagellin-mediated immunity against Pseudomonas syringae in genetically diverse tomato accessions. New Phytol. 223(1): 447-461.
16. Rodriguez, G.R., M. Pratta. and R. Zorzoli. 2006. Evaluation of plant and fruit traits in recombinant inbred lines of tomato obtained from a cross between Lycopersicon esculentum and L. pimpinellifolium. Cienc. Investig. Agrar. 33(2): 111-118.
17. Sadasivam, S. and A. Manickam. 1992. In: Biochemical Methods for Agricultural Sciences, Wiley Eastern Ltd., New Delhi. Pp: 184-185.
18. Sharma, H. R., D. Sharma. and A. K. Thakur. 2006. Analysis of genetic divergence in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Int. J. Hortic. Sci. 1(1): 52-54.
19. Sweeney, J.P., V. J. Chapman. and P. A. Hepner. 1970. Sugar, acids and flavor in fresh fruit. J. Am. Diet. Assoc. 57: 432-435.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

20. Tabasi, A., H. Nemati. and M. Akbari. 2013. The Effects of Planting Distances and Different Stages of Maturity on the Quality of Three Cultivars of Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). Not. Sci. Biol. 5(3): 71-75

21. Tanksley, S.D. and S.R. Mccouch. 1997. Seed banks and molecular maps; Unlocking genetic potential from the wild. Science. 277:1063-1066.

22. Terada, M., Y. Watanabe., M. Kunitomo. and E. Hayashi. 1978. Differential rapid analysis of ascorbic-acid and ascorbic-acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. Anal. Biochem. 84: 604–608.

23. Namkoong, G. 1979. Introduction to quantitative genetics in forestry (No. 1588). Forest Service. United States. Department of Agriculture. p. 342.

24. Wang, F., Sh. Kang., T. Du., F. Li. and R. Qui. 2011. Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. Agric. Water Manag. 98: 1228-1238.

25. Wellburn, A.R. 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. J. Plant Physiol. 144: 307–313.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21 (1): 61 - 74 (2020)
Research article

Evaluation of Morpho-physiological Fruit Traits of Some Tomato Populations in Iran Using Correlation Coefficients and Cluster Analysis

N. Sousaraei, K. Mashayekhi*, S.J. Mousavizadeh and A. Dadrasi[1]

In the present research, different morphological and physiological traits of fruit were measured in order to evaluate the variation and morpho-physiological traits in 10 Iranian tomato landraces. The landraces were collected from Varamin, Rafsanjan, Rasht, Esfarayen, Gorgan (2 landraces), Khanbebin (2 landraces), Kermanshah and Kordestan. Based on the results, the wide range of variation confirms the existence of high diversity among tomato landraces. A significantly positive correlation was recorded between length and diameter of fruit as well as between lycopene content and fruit weight and anthocyanin. Fruit anthocyanin and lycopene were positively and significantly correlated with glucose, fructose and total glucose at 1% probability level. This indicates that increasing in sugars synthesis increases the biosynthesis of anthocyanin. The results of cluster analysis for categorizing similar landraces showed the highest similarity between Gorgan1 and Kermanshah (cluster 9) as well as cluster 9 and Rasht landrace. The results also indicated the lowest similarity between Varamin and Gorgan 2 and Khanbebin 2 landraces. Overall, the results of this experiment show a high diversity among landraces that can be used in tomato breeding programs.

Keywords: Plant pigments, Fruit sugar, Titratable acidity, Vitamin C, Biochemical diversity.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.1.4.8]

1. Ph.D. Student, Associate Professor and Assistant Professor of Department of Horticultural Science, College of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resource, and Ph.D. Student, Department of Genetic and Plant Production, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran, respectively.
*Corresponding author, Email: (kmabizmashayekhi@gmail.com).