Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 16, Issue 2, 2024 p: 67-79

OPEN ACCESS

Research Paper

The Study of Parents and F1 off Spring from the Crossing of Some Iranian Tomato Accessions

Mohamad Hosein Kordkatooli[1], Seyyed Javad Mousavizadeh[2] and Kambiz Mashayekhi[3]

1- MSc Student, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2- Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, (Corresponding author: mousavizadeh@gau.ac.ir)
3- Professor, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 10 December, 2023 Revised: 21 January, 2024 Accepted: 28 January, 2024 Available Online: 6 May, 2024

Extended Abstract

Background: The reduction of genetic diversity in tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.), caused by domestication and breeding, has necessitated the use of all available genetic resources. Limiting cultivated tomato cultivars to modified cultivars and reducing genetic diversity are not desirable and cause production vulnerability and instability. Native populations can be used as genetic resources to improve and introduce superior crop varieties. Local populations are one of the most important genetic resources that are often non-uniform and consist of different and mostly pure genotypes. Breeding tomatoes means transferring desirable traits from parents to progeny and causing the variety and quality of tomatoes. Considering the great variety of tomato cultivars found in Iran, they can be used to select high-quality cultivars and produce desirable hybrids. This research aimed to select accessions for purposeful crossings to investigate the heritability of fruit traits, and the amount of heterosis in the F1, and to select progeny with small fruit and non-determinate growth.

Methods: In this research, seeds were collected from nine identified local accessions of native cherry tomatoes in Iran, including Kafshgiri from Gorgan, 2) Darklate, 3) Kurdistan, 4) Varamin, 5) Rasht, 6) Gorgan, 7) Rafsanjan, 8) Sari, and 9) Kermanshah. These accessions were subjected to 17 crosses, and the results of their first generations were analyzed afterward. After collecting pollen from the male parent and removing the stamens of the female parent flowers, the pollen was placed on the stigma of the female in the early morning before opening the flowers. In each mass, 6-10 plants were selected for crossing. In one cluster, 2-4 flowers were considered for crossing. Crossing was repeated in the case of no successful pollination and no fruit formation. After crossing and to control and prevent unwanted crossing by insects, the bushes were completely enclosed with a thin net (mosquito net). The formed fruits were harvested 30-40 days after mating. The fruits obtained in the laboratory were evaluated in terms of fruit volume, fruit weight, fruit length, fruit diameter, number of seeds in the fruit, Brix, acidity, and vitamin C. The experiment was based on a randomized complete block design with 17 treatments (17 crossings) in three replications. One-way analysis of variance (ANOVA) for the measured traits was performed using SAS software version 9.1. Other calculated parameters were variance components, general heritability, phenotypic, genotypic, environmental diversity coefficients, and the degree of trait heterosis.

Results: The results of ANOVA for different fruit traits showed a significant difference between the studied crosses in terms of fruit volume, fruit length, fruit weight, fruit diameter, number of fruit seeds, Brix, acidity, and vitamin C at the probability level of 1%. The comparison of the average traits showed that fruit weight, fruit diameter, and fruit length traits were the highest in the progeny of the Kermanshah × Rasht cross with values of 28.16 g, 3.29 mm, and 2.71 mm, respectively. The highest fruit volume (18.8 ml) was recorded in the offspring of the Sari × Rasht cross. The highest number of seeds per fruit was counted at 141 and 140, respectively, in the cross between Gorgan × Varamin and Shoghgiri × Kurdistan. The highest Brix (8.67%) belonged to the crossbreed of Rafsanjan × Kurdistan, the highest acidity (11.03 mg/100 ml of water) to the crossbreed of Rafsanjan × Rasht, and the highest vitamin C (1.6 mg per 100 ml of water) to the

Copyright ©2024 Kordkatooli et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

progeny of Kafshgiri × Rafsanjan. In the fruit size, fruit weight, number of fruit seeds, Brix, acidity, and vitamin C traits, the genetic variation coefficient was higher than the phenotypic variation coefficient, indicating the lesser effect of environmental factors on these traits. In fruit length and diameter, the phenotypic diversity coefficient was higher than the genetic diversity coefficient. The estimated heritability (h2) of traits revealed that fruit volume, fruit weight, acidity, and vitamin C traits had general h2 from 80 to 99%. The Brix value showed the lowest general h2 of 59%. The results showed positive heterosis in fruit diameter and volume. Negative heterosis was observed in fruit length, fruit weight, and number of seeds. All crosses showed positive and high heterosis regarding fruit size, and the highest fruit size heterosis with 10.71 was obtained in the progeny of the Kurdistan × Kafshgiri cross. The superior cross in terms of fruit diameter was identified in the Kermanshah × Rasht cross, with a heterosis of 7.53.

Conclusion: The obtained results showed that the highest level of general h2 and genetic progress were found for the vitamin C, fruit acidity, fruit weight, and fruit volume traits, respectively, which were found in the crossings of Kafshgiri × Rafsanjan, Rafsanjan × Rasht, and Kermanshah × Rasht. In terms of fruit size, fruit weight, number of fruit seeds, soluble solids, acidity, and vitamin C, the genetic variation coefficient was higher than the phenotypic variation coefficient, indicating less influence of environmental factors on these traits. In other words, high heritability, genetic progress, and genetic diversity for quantitative and qualitative traits can help breeders choose the best combination and reach an optimal level of performance potential.

Keywords: Crossing, Heritability, Phenotypic Variance, Pollen Grain, Pollination

How to Cite This Article: Kordkatooli, M. H., Mousavizadeh, S. J., & Mashayekhi, K. (2024). Evaluation of Seed Yield Stability of Lentil Genotypes Based on REML/BLUP and Multi-Trait Stability Index (MTSI). *J Crop Breed,* 16(2), 42-52. DOI: 10.61186/ jcb.16.2.67

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

مقاله پژوهشی

بررسی نتاج نسل اول برخی توده‌های گوجه‌فرنگی ایران دارای میوه ریز و رشد نامحدود

محمدحسین کردکتولی[۱]، سیدجواد موسوی‌زاده[۲] و کامبیز مشایخی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، (نویسنده مسوول: mousavizadeh@gau.ac.ir)
۳- استاد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۱۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۸ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۲/۱۷
صفحه: ۶۷ تا ۷۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: کاهش تنوع ژنتیکی در گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.)، ناشی از اهلی شدن و به‌نژادی، حفظ و به‌کارگیری تمام منابع ژنتیکی موجود را ضروری نموده است. محدود شدن ارقام گوجه‌فرنگی مورد کشت به ارقام اصلاح شده و کاهش تنوع ژنتیکی، مطلوب نبوده و موجب آسیب‌پذیری و ناپایداری تولید می‌گردد. از توده‌های بومی به‌عنوان منابع ژنی جهت اصلاح و معرفی ارقام زراعی برتر می‌توان بهره برد. توده‌های محلی از مهم‌ترین منابع ژنتیکی هستند. آن‌ها اغلب غیریکنواخت می‌باشند و از ژنوتیپ‌های مختلف که به‌طور عمده خالص هستند، تشکیل شده‌اند. به‌نژادی گوجه‌فرنگی در این است که صفات مطلوب از والدین به نتاج انتقال داده و باعث تنوع محصولات و کیفیت گوجه‌فرنگی شود. با توجه به وجود تنوع فراوان توده‌های گوجه‌فرنگی که در ایران یافت می‌شوند می‌توان از آن‌ها در جهت گزینش ارقام با کیفیت بالا و تولید دورگه‌های مطلوب بهره برد. ارقام اولیه گوجه‌فرنگی در مناطق مختلف ایران به‌صورت خودرو در حال رشد هستند. این گوجه‌فرنگی در طبیعت یا توسط کشاورزان رشد کرده و میوه‌هایی را در اندازه ریز تا متوسط تولید کرده که از نظر مورفولوژیکی دارای خصوصیات رشدی نامحدود هستند که برای ارقام گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی مناسب می‌باشند. هدف از تحقیق حاضر، انتخاب توده‌های برتر برای انجام تلاقی‌های هدفمند، بررسی وراثت‌پذیری صفات مرتبط با میوه، میزان هتروزیس در نسل اول و انتخاب نتاج با میوه ریز و رشد نامحدود بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش تعداد ۹ توده بومی گوجه‌فرنگی گیلاسی بومی در ایران شامل: توده کفشگیری از گرگان، ۲) توده دارکلاته از روستای دارکلاته فندرسک بخش خان ببین، ۳) توده کردستان، ۴) توده ورامین، ۵) توده رشت، ۶) توده خواجه نفس از گرگان، ۷) توده رفسنجان، ۸) توده ساری از جویبار و ۹) توده کرمانشاه شناسایی شده و بذرگیری از آنها انجام شد. از بین این توده‌ها ۱۷ تلاقی انجام شد و نتایج نسل اول آنها مورد بررسی قرار گرفت. بعد از جمع‌آوری گرده از والد پدری و حذف پرچم گل‌های والد مادری، گرده روی کلاله مادری در صبح زود و قبل از باز شدن گل‌ها قرار گرفت. در هر توده ۶ تا ۱۰ بوته برای تلاقی انتخاب شدند. در یک خوشه نیز ۲ تا ۴ گلچه برای تلاقی در نظر گرفته شد. در صورت عدم گرده‌افشانی و عدم تشکیل میوه، تلاقی تکرار شد. بعد از انجام تلاقی و برای کنترل و جلوگیری از تلاقی ناخواسته از جانب حشرات از توری توری نازک (توری پشه‌بند) استفاده شد و روی بوته‌ها با آن به‌طور کامل محصور گردید. ۴۰ – ۳۰ روز بعد از تلاقی، میوه‌های تشکیل شده برداشت گردیدند. پس از انجام انواع گرده‌افشانی، میوه‌های به‌دست آمده در آزمایشگاه از نظر صفاتی شامل حجم میوه، وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، تعداد بذر در میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته و ویتامین ث مورد ارزیابی قرار گرفتند. طرح بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۷ تیمار (۱۷ تلاقی) در سه تکرار اجرا شد. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به‌صورت یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی و نیز میزان هتروزیس صفات محاسبه شدند.

یافته‌ها: تجزیه واریانس صفات مختلف میوه نشان داد که بین تلاقی‌های مورد مطالعه از نظر صفات حجم میوه، طول میوه، وزن میوه، قطر میوه، تعداد بذر میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته و ویتامین ث تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. مقایسه میانگین صفات نشان داد که صفات وزن میوه، قطر میوه و طول میوه به‌ترتیب با مقادیر ۲۸/۱۶ گرم، ۳/۲۹ میلی‌متر و ۲/۷۱ میلی‌متر در نتاج تلاقی کرمانشاه*رشت بیشترین مقدار را دارد. در نتاج تلاقی ساری*رشت بیشترین حجم میوه با ۱۸/۸ میلی‌لیتر ثبت شد. در نتاج تلاقی گرگان*ورامین و کفشگیری*کردستان، به‌ترتیب با ۱۴۱ و ۱۴۰ عدد بیشترین تعداد بذر در هر میوه شمارش شد. بالاترین مواد جامد محلول با ۸/۶۷ درصد در نتاج تلاقی رفسنجان*کردستان، بیشترین اسیدیته با ۱۱/۰۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب در نتاج تلاقی رفسنجان*رشت بالاترین ویتامین ث با ۶/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب در نتاج تلاقی کفشگیری*رفسنجان مشاهد شد. نتایج هتروزیس نسبت به میانگین والدین نشان‌دهنده بروز هتروزیس مثبت در قطر و حجم میوه بود. همچنین هتروزیس منفی در طول میوه، وزن میوه و تعداد بذر مشاهد شد. تمامی تلاقی‌ها هتروزیس مثبت و بالایی را در مورد حجم میوه نشان دادند و بالاترین هتروزیس حجم میوه با ۱۰/۷۱ در نتاج تلاقی کفشگیری*کردستان به‌دست آمد. تلاقی برتر از نظر قطر میوه در تلاقی کرمانشاه*رشت، با هتروزیس ۷/۵۳ شناسایی شد.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده نشان داد که بالاترین میزان وراثت‌پذیری عمومی (h^2) و پیشرفت ژنتیکی به‌ترتیب برای صفات ویتامین ث، اسیدیته میوه، وزن میوه و حجم میوه وجود دارد که در تلاقی‌های کفشگیری*رفسنجان، رفسنجان*رشت و کرمانشاه*رشت به‌دست آمد. از طرف دیگر در صفات حجم میوه، وزن میوه، تعداد بذر میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته و ویتامین ث ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر از ضریب تنوع فنوتیپی بود که نشان‌دهنده تأثیر کمتر عوامل محیطی بر این صفات بود. به‌عبارتی بالا بودن وراثت‌پذیری، پیشرفت ژنتیکی و تنوع ژنتیکی برای صفات کمی و کیفی می‌تواند به اصلاحگر برای انتخاب بهترین ترکیب و رسیدن به سطح مطلوبی از پتانسیل عملکرد کمک کند.

واژه‌های کلیدی: تلاقی، توارث‌پذیری، دانه گرده، گرده‌افشانی، واریانس فنوتیپی

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.)، یکی از مهمترین سبزی‌های خانواده بادنجانیان (Solanaceae) است که به‌صورت خام یا فرآوری شده مصرف می‌شود (Sousaraei *et al.*, 2020). گوجه‌فرنگی گیاهی دیپلوئید (2n = 2x = ۲۴) و بومی آمریکای جنوبی می‌باشد که از کشور پرو به سراسر جهان گسترش پیدا کرد و در اوایل قرن نوزدهم در خاورمیانه توزیع شد (Foroud *et al.*, 2021). گوجه‌فرنگی سرشار از مواد مغذی بدن می‌باشد و فرآورده‌های مختلفی از قبیل رب، کمپوت، کچاب از آن تولید می‌شود. از نظر گیاه‌شناسی میوه گوجه‌فرنگی یک سته[1] است و وزن آن از چند گرم تا بیش از یک کیلوگرم متغیر است (Mashayekhi & Shomali,

1- Berry

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

2018). سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در ایران نزدیک به ۸۰ هزار هکتار با میزان تولید حدود شش میلیون تن در سال ۲۰۲۰ بوده که در بین کشورهای دنیا مقام ششم تولید جهانی را شامل می‌شود (FAO, 2020). از لحاظ عادت رشد ارقام مختلف گوجه‌فرنگی شامل سه حالت رشد نامحدود، نیمه‌محدود و محدود دیده می‌شوند. ارقام با رشد نامحدود معمولاً در داخل گلخانه و مزرعه کشت می‌شوند که حالت بالا رونده دارند و معمولاً به‌ازای هر سه برگ یک گل‌آذین وجود دارد و جوانه انتهایی به رشد خود ادامه می‌دهد. گل آذین در گوشه‌های ساقه اصلی و فرعی به‌وجود می‌آید و تا زمانی‌که شرایط مناسب باشد بوته به رشد خود ادامه می‌دهد. در ارقام با رشد نیمه‌محدود به‌ازای هر سه برگ یک گل آذین وجود دارد و در نهایت در جوانه انتهایی نیز یک جوانه گل تولید می‌شود. در ارقام با رشد محدود جوانه انتهایی پس از مدتی به گل آذین ختم می‌گردد. در این ارقام به‌ازای هر دو برگ یک گل آذین وجود دارد. معمولاً هر شاخه پس از ۲ الی ۳ برگ در انتها به یک گل آذین محدود می‌شود (Mashayekhi & Shomali, 2018).

توده‌های بومی به ارقامی گفته می‌شود که تحت تاثیر انتخاب طبیعی به شرایط محیطی منطقه‌ای که در آن قرار دارد سازش یافته باشد. بسیاری از توده‌های بومی حامل ژن‌های ارزشمندی چون مقاومت به بیماری‌ها، آفات و تحمل به تنش‌های خشکی، سرما و شوری می‌باشند، که می‌توان از این منابع ژنی جهت اصلاح و معرفی ارقام زراعی برتر در آینده بهره برد (Foroud *et al*., 2021). محدود شدن ارقام گوجه‌فرنگی مورد کشت به ارقام اصلاح شده و کاهش تنوع ژنتیکی، مطلوب نبوده و موجب آسیب‌پذیری و ناپایداری تولید می‌گردد. از توده‌های بومی به‌عنوان منابع ژنی جهت اصلاح و معرفی ارقام زراعی برتر می‌توان بهره برد. راه رسیدن به چنین هدفی، شناسایی و جمع آوری توده‌های بومی و شناخت ویژگی‌های آن‌ها از طریق بررسی و ثبت مشخصات و ارزیابی آن‌ها است (Sousaraei *et al*., 2020). یافته‌های ژنتیکی نشان می‌دهد که کاهش تنوع ژنتیکی محصولات کشاورزی نسبت به خویشاوندان خودروی آن‌ها قابل‌توجه می‌باشد (Miller and Tanksley, 1990). ضمن اینکه عملکرد گوجه‌فرنگی یک صفت چند ژنی است و به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Kulus, 2022). برای حل این معضل، می‌توان از ژرم‌پلاسم گیاهان خودرو یا توده‌های محلی بهره‌گیری کرد (Tanksley and Mc-Couch, 1997). از این‌رو، افزایش تنوع ژنتیکی برای توسعه ارقام گوجه‌فرنگی پرمحصول با ارزیابی ژرم‌پلاسم موجود ضروری است (Kulus, 2022). پرورش‌دهندگان از تکنیک‌های هیبریداسیون بالقوه برای به‌دست آوردن گوجه‌فرنگی با عملکرد بالا استفاده کرده‌اند (Rasheed *et al*., 2023). در این زمینه طی تحقیقی روی ۱۲ ژنوتیپ گوجه‌فرنگی پارامترهایی همچون ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی، بازده ژنتیکی، ضریب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بررسی شده و تنوع زیادی بین ژنوتیپ‌ها گزارش شده است (Haydar *et al*., 2007). اندازه‌گیری عملکرد میوه در ۱۹ رقم گوجه فرنگی مشخص کرد که ضریب تغییرات فنوتیپی ۴۸/۲۱ درصد و ضریب تغییرات ژنوتیپی ۴۸/۲۵ درصد بوده است (Mayavel *et al*., 2005). در تحقیقی ۲۵ ژنوتیپ گوجه‌فرنگی از لحاظ تنوع، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای ویژگی‌های رشدی، زایشی، مورفولوژیکی، عملکرد و ویژگی‌های کیفی مقایسه شدند. نتایج نشان داد که ضریب تنوع فنوتیپی، ضریب تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا همراه با افزایش ژنتیکی برای ارتفاع بوته، تعداد میوه، قطر میوه، وزن میوه، محتوای لیکوپن و عملکرد کل مشاهده شد (Kumari *et al*., 2020). وراثت‌پذیری همراه با درصد پیشرفت ژنتیکی بالا نشان می‌دهد به‌احتمال‌زیاد وراثت‌پذیری ناشی از اثرات افزایشی ژن‌ها است و انتخاب ممکن است در نسل‌های اولیه برای این صفات مؤثر باشد. در مقابل وراثت‌پذیری متوسط با پیشرفت ژنتیکی کم و متوسط می‌تواند نشان‌دهنده عملکرد غیرافزایشی ژن در کنترل صفت باشد (Tessema *et al*., 2022).

با گسترش تولید ارقام هیبرید گوجه‌فرنگی در جهان و ارزش بالای آنها، اکثر کشورها به‌دنبال تولید بذرهای هیبرید افتادند تا نیاز کشاورزان و مصرف کننده‌های گوجه‌فرنگی را برآورده کنند. ارقام اولیه گوجه‌فرنگی در مناطق مختلف ایران به‌صورت خودرو در حال رشد هستند. این گوجه‌فرنگی در طبیعت یا توسط کشاورزان رشد کرده و میوه‌هایی را در اندازه ریز تا متوسط تولید کرده که از نظر مورفولوژیکی دارای خصوصیات رشدی نامحدود هستند که برای ارقام گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی مناسب می‌باشند. به‌علاوه این نوع از گوجه‌فرنگی‌ها به عوامل تنش‌زای محیطی مانند کمبود آب، خشکی، شوری و سرما متحمل هستند (Mashayekhi & Shomali, 2018). از اینرو هدف از تحقیق حاضر، انتخاب توده‌های برتر به‌منظور انجام تلاقی‌های هدفمند و بررسی وراثت‌پذیری صفات مرتبط با میوه و میزان هتروزیس در نسل اول نتاج برای انتخاب نتاج با میوه ریز و رشد نامحدود می باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری توده‌ها و محل انجام آزمایش

تعداد ۹ توده بومی گوجه‌فرنگی دارای میوه ریز (گیلاسی) ایران جمع‌آوری (جدول ۱) و بذرگیری از آنها انجام شد. توده‌های گوجه‌فرنگی ریز بومی مناطق مختلف کشور شامل: ۱) توده کفشگیری از استان گلستان، ۲) توده دارکلاته از روستای دارکلاته فندرسک بخش خان ببین استان گلستان، ۳) توده کردستان، ۴) توده ورامین، ۵) توده رشت، ۶) توده گرگان، ۷) توده رفسنجان، ۸) توده ساری و ۹) توده کرمانشاه که قبلا توسط فرود و همکاران شناسایی شده بود (Foroud *et al*., 2021). از بین این توده‌ها ۱۷ تلاقی انجام شد و نتایج نسل اول آنها مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش در مزرعه‌ای با مختصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۹۵ دقیقه و ۳۳ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۸۵ دقیقه و ۳۳ ثانیه شرقی و با ارتفاع ۹۱ متر از سط دریا واقع در شهر مزرعه کتول از توابع شهرستان علی آباد کتول در استان گلستان در سال ۱۴۰۱ انجام پذیرفت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی توده‌های گوجه‌فرنگی ریز ایران
Table 1. Geographical characteristics of cherry tomato accession in Iran

شماره No.	منطقه Location	ارتفاع Elevation (m)	عرض جغرافیایی latitude	طول جغرافیایی Longitude	میانگین دما Average temperature (°C)	میانگین بارندگی Precipitation (mm)
1	ورامین Varamin	918	51°64′ E	35°34′ N	18.8	121
2	ساری Sari	5	52°54′ E	36°38′ N	17.9	789.2
3	رفسنجان Rafsanjan	1580.9	55°54′ E	30°25′ N	18.6	89.7
4	کردستان Kurdestan	1373.4	47°0′ E	35°20′ N	13.6	449.9
5	دارکلاته Darkalate	67	54°95′ E	36°96′ N	17.8	583.8
6	گرگان Gorgan	47	54°29′ E	36°80′ N	17.8	583.8
7	کفشگیری Kafshgiri	47	54°28′ E	36°79′ N	17.8	583.8
8	رشت Rasht	0	49°26′ E	37°22′ N	16	1337.5
9	کرمانشاه Kermanshah	1318.6	47°09′ E	34°21′ N	14.4	439.2

تلاقی توده‌های مشخص گوجه‌فرنگی

انتخاب والدهای مادری و پدری برای تلاقی براساس آزمایش‌های قبلی مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مقاومت به تنش خشکی انتخاب شدند (Foroud *et al*., 2021). برای انجام تلاقی بین توده‌ها ابتدا بذرها پس از جوانه‌زنی در سینی نشا کشت شدند. سپس نشاها جهت پرورش به زمین اصلی انتقال داده شدند. با شروع گلدهی، تلاقی گوجه‌فرنگی آغاز شد. با تهیه وسایل از قبیل پنس، ظروف جمع‌آوری گرده، برچسب، توری پشه و کش برای بستن توری تهیه شد. بعد از جمع‌آوری گرده از والد پدری و حذف پرچم گل‌های والد مادری، گرده روی کلاله مادری در صبح زود و قبل از باز شدن گل‌ها قرار گرفت. در هر توده ۱۰ تا ۶ بوته برای تلاقی انتخاب شدند. در یک خوشه نیز ۲ تا ۴ گلچه برای تلاقی در نظر گرفته شد. در صورت عدم گرده‌افشانی و عدم تشکیل میوه، تلاقی تکرار شد. بعد از انجام تلاقی و برای کنترل و جلوگیری از تلاقی ناخواسته از جانب حشرات از توری توری نازک (توری پشه‌بند) استفاده شد و روی بوته‌ها با آن به‌طور کامل محصور گردید. ۴۰ – ۳۰ روز بعد از تلاقی، میوه‌های تشکیل شده اگر قرمز شده بودند برداشت گردیدند و به آزمایشگاه منتقل شدند.

عملیات زراعی و کاشت نشاء

بذرها بعد از ۳ ساعت خیساندن در آب و گذاشتن در پارچه پنبه‌ای خیس به‌مدت ۴-۳ روز در جای نسبتاً گرم و با ظاهر شدن ریشه‌چه، کاشت آنها در سینی نشا در ۱۵ اسفند انجام شد. بعد از کاشت، آبیاری هر روز انجام گرفت. همچنین در چند نوبت سمپاشی با قارچ‌کش به‌دلیل جلوگیری از بیماری قارچی انجام شد. کوددهی با کود مایع کامل NPK و کودهای هیومیک اسید در طول دوره انجام گرفت. نشاها ۴۵ تا ۴۰ روز بعد از کاشت بذرها، به زمین اصلی انتقال داده شدند. در زمان انتقال نشاها بین ۵ تا ۳ برگ داشتند.

پس از آماده‌سازی زمین، آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. بدین‌منظور ۹ تیمار یا توده گوجه‌فرنگی به‌صورت ۹ ردیف و در سه تکرار کاشته شدند. انتقال نشاهای گوجه‌فرنگی در اردیبهشت ماه انجام شد. فواصل کشت به‌صورت ۸۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و ۵۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها انتخاب شدند. عمق کاشت نشا ۱۵ سانتی‌متر بود و یک نشا در هر چاله کشت گردید. هرکدام از ۹ توده مورد مطالعه در یک ردیف کشت شدند و در هر ردیف نیز ۲۰ نشاء از هر توده کشت گردید. کاشت نشاها در ردیف‌ها به‌صورت جوی و پشته‌ای و در قسمت داغ آب بود. نصب پلاکارت و برچسب روی بوته انجام گرفت. آبیاری نشاها به‌منظور استقرار بهتر گیاه پس از کاشت صورت گرفت. به‌منظور جلوگیری از خسارت راب و حلزون، با استفاده از سم سوین و سبوس طعمه مسموم تهیه گردید و در بین نشاها گذاشته شد. همزمان از هر توده تعدادی نشا در گلدان نشائی نگهداری گردید تا در صورت نیاز به واکاری از آن‌ها استفاده شود. پس از کاشت نشاها و ۲۰ روز پس از کاشت نسبت به تکمیل تعداد بوته اقدام شد. در طول مدت پژوهش از زمان کاشت تا برداشت مراقبت‌های زراعی به‌صورت منظم انجام شد. عملیات داشت در مزرعه شامل آبیاری بر اساس نیاز گیاهان، مبارزه با آفات و سم پاشی، وجین علف‌های هرز، استفاده از کودهای شیمیایی مکمل و استفاده از قیم بر حسب نیاز صورت گرفت.

صفات مورد بررسی

اندازه‌گیری طول، قطر، وزن و حجم میوه

در زمان رسیدگی کامل میوه‌ها، از هر تلاقی ۱۰ میوه انتخاب شده و طول و قطر آن‌ها به‌وسیله کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری گردید. وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید و با دو رقم اعشار نشان داده شدند. حجم میوه بر حسب میلی‌لیتر با استفاده از حجم جایگزینی آب در استوانه مدرج محاسبه شد (Sousaraei *et al*., 2020).

تعداد بذر

در زمان رسیدگی کامل میوه‌ها، ۱۰ میوه انتخاب شد و تعداد بذر هر میوه شمارش شد.

اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS)

مقدار مواد جامد محلول در آب میوه معمولاً بر اساس درجه بریکس اندازه‌گیری شد. این آزمایش با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دیجیتال مدل 060279 ساخت کمپانی Ceit بلژیک انجام گرفت. به این‌صورت از نمونه‌های صاف شده آب گوجه‌فرنگی چند قطره روی شیشه دستگاه ریخته که در نهایت عدد دستگاه در مقابل نور و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرائت و ثبت گردید (AOAC, 1984).

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه (TA)

ابتدا حدود ۱۰ میلی‌لیتر آب گوجه‌فرنگی را بعد از عبور از کاغذ صافی در داخل یک بشر خشک و تمیز ریخته و به‌وسیله پیپت ۵ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده و به ارلن مایر انتقال داده شد، سپس حجم آن را با آب مقطر به حدود ۴۰ میلی‌لیتر رسانده و با پیپت ۰/۳ میلی‌لیتر فنل‌فتالئین به آن افزوده و با هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال تیتر شد. معرف فنل‌فتالئین در

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

محیط بازی ارغوانی می‌شود و به‌تدریج ضمن به‌هم زدن نمونه، قطره قطره سود ۰/۱ نرمال اضافه شد تا زمانی‌که رنگ ارغوانی ظاهر گردید پس از پایان کار مقدار اسیدیته کل از رابطه ۱ محاسبه گردید (AOAC, 1984).

رابطه ۱:

حجم سود مصرفی ۰/۱ × ۰/۰۰۷ ×۱۰۰] = اسیدیته کل

وزن نمونه / [نرمال (میلی لیتر)

اندازه‌گیری ویتامین ث

ابتدا مقدار ۵ تا ۱۰ گرم نمونه را وزن کرده و سپس نمونه‌ها را با اسید استیک ۸ درصد در بوته چینی له و حجم آن را یادداشت سپس صاف کرده و ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده را برداشته و با ۴۰ میلی‌لیتر اسید استیک ۸ درصد مخلوط کرده و سپس تیترکردن نمونه آماده شده با ۲-۶ دی کلروفنل ایندوفنل را تا زمانی‌که محلول به‌رنگ صورتی درآید ادامه داده می‌شود. در نهایت یادداشت کردن حجم دی‌کلروفنل ایندوفنل مصرفی و محاسبه کردن غلظت ویتامین ث بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب طبق رابطه ۲ به‌دست آمد (AOAC, 1970).

رابطه ۲: $\text{میزان ویتامین ث} = \frac{\text{حجم عصاره بدست آمده} \times \text{حجم مصرفی برای نمونه} \times ۱۰ \times ۲}{\text{وزن نمونه} \times \text{حجم مصرفی برای استاندارد}}$

برآورد اجزای واریانس و وراثت‌پذیری عمومی

برای محاسبه واریانس ژنتیکی (رابطه ۳)، واریانس محیطی (رابطه ۴) واریانس فنوتیپی (رابطه ۵)، وراثت پذیری عمومی (رابطه ۶)، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی (رابطه ۷ و ۸)، ضرایب تغییرات محیطی (رابطه ۹) و پیشرفت ژنتیکی[1] (رابطه ۱۰) از امید ریاضی میانگین مربعات در جدول تجزیه واریانس استفاده شد.

(رابطه ۳) واریانس ژنتیکی $Vg = \frac{MSg - MSe}{r}$

(رابطه ۴) واریانس محیطی $Ve = MSe$

(رابطه ۵) واریانس فنوتیپی $Vp = Vg + Ve$

(رابطه ۶) وراثت‌پذیری عمومی $h_b^2 = \frac{Vg}{Vp}$

(رابطه ۷) ضریب تنوع فنوتیپی $CVp = \frac{\sqrt{Vp}}{\bar{X}} \times 100$

(رابطه ۸) ضریب تنوع ژنتیکی $CVg = \frac{\sqrt{Vg}}{\bar{X}} \times 100$

(رابطه ۹) ضریب تغییرات محیطی $CVe = \frac{\sqrt{Ve}}{\bar{X}} \times 100$

(رابطه ۱۰) پیشرفت ژنتیکی $GA = K \times h_b^2 \times \sqrt{Vp}$

در روابط بالا MSg و MSe به‌ترتیب واریانس یا میانگین مربعات تیمار و خطای آزمایشی، r تعداد تکرار آزمایشی، Vp، Vg و Ve به‌ترتیب اجزای واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی و $\bar{x}$ میانگین کل برای هر صفت می‌باشد. مقادیر نسبی این ضرایب برآورد شده نشانگر مقادیر تنوع موجود در ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد (Farshadfar, 1998).

برآورد هتروزیس

هتروزیس نسبت به والد برتر برای هر صفت بر اساس هیبرید تجاری برتر در نرم‌افزار Excel با رابطه (۱۱) محاسبه شد.

رابطه (۱۱): $\text{هتروزیس والدین} = \frac{\text{میانگین والدین} - \text{ارزش F1}}{\text{میانگین والدین}}$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

طرح بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۷ تیمار (۱۷ تلاقی) در سه تکرار اجرا شد. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به‌صورت یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی و نیز میزان هتروزیس صفات محاسبه شدند.

نتایج و بحث

صفات میوه گوجه‌فرنگی

نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف میوه نشان داد که بین تلاقی‌های مورد مطالعه از نظر صفات حجم میوه، طول میوه، وزن میوه، قطر میوه، تعداد بذر میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته و ویتامین ث تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۲). معنی‌دار بودن صفات، نشان‌دهنده وجود رنج وسیعی از تنوع در تلاقی‌های مورد مطالعه می‌باشد. از آنجائی‌که تنوع و انتخاب دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی هستند و انجام انتخاب منوط به وجود تنوع زیاد در مواد اصلاحی می‌باشد، لذا با توجه به تنوع مشاهده شده بین تلاقی‌ها، امکان انتخاب آن‌ها برای صفات مختلف وجود دارد. همچنین وجود این تنوع در تلاقی‌های مورد مطالعه، به درک بهتر مکانیزم‌های مولکولی تولیدکننده هرکدام از صفات اندازه‌گیری شده نیز کمک می‌کند (Roberts *et al.*, 2019). بسیاری از پژوهشگران با بررسی صفات مختلف گوجه‌فرنگی، تفاوت معنی‌داری گزارش کردند که حاکی از تنوع بالای صفات گوجه‌فرنگی می‌باشد (Regassa *et al.*, 2012; Isack & Monica, 2013). در تحقیقی که روی ۹۷ جمعیت مختلف گوجه‌فرنگی ارومیه و ترکیه انجام شد گزارش گردید که در تمامی صفات مورفولوژیکی گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (Henareh *et al.*, 2015). در پژوهشی ارزیابی و مقایسه خواص آنتی‌اکسیدانی برگ و صفات مورفولوژیک ارقام مختلف گوجه‌فرنگی نشان داد که ارقام مختلف گوجه‌فرنگی از لحاظ همه شاخص‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و آنتی‌اکسیدانی به‌جز صفات وزن تر و ارتفاع بوته دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در کل مشخص شد که در بین ارقام مورد بررسی رقم ایرانی بیشترین میزان مواد فتوسنتزی را به‌خود اختصاص داده است. به‌طور کلی این پژوهشگران پیشنهاد دادند که جهت به‌دست آوردن رقم برتر که دارای میزان بالایی از مواد آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی باشد رقم Queen2274 ایرانی را می‌توان به‌عنوان یکی

1- Genetic advance

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

از پایه‌های اصلاحی پدری یا مادری قرار داده و با ارقام کلوز (فرانسوی) و PS (آمریکایی) که هم از لحاظ میزان مواد آنتی‌اکسیدانی در رقابت با رقم ایرانی بودند و هم در کشورهای فرانسه و امریکا از لحاظ تولید در سطح بالاتری از ایران هستند تلاقی داده شود تا ضمن حفظ و افزایش میزان تولید در واحد سطح، از میزان مواد آنتی‌اکسیدانی آن کم نشود (Jahantigh *et al*., 2018).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در تلاقی‌های گوجه‌فرنگی

Table 2. Variance analysis of investigated traits in tomato crosses

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	حجم میوه Fruit volume	وزن میوه Fruit weight	قطر میوه Fruit diameter	طول میوه Fruit lenght	تعداد بذر Seed number	مواد جامد محلول Total soluble solid	اسیدیته Acidity	ویتامین ث Vitamine C
تکرار Replication	9	3.5 ^{ns}	6.80 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.05 ^{ns}	637.5 ^{ns}	1.50 ns	0.005 ^{ns}	0.02 ^{ns}
تلاقی Cross	16	189.4**	60.371**	43.2**	62.1**	2244.5**	3.78**	10.17**	4.66**
خطا Error	144	4.53	8.66	0.10	0.06	244.6	0.69	0.03	0.013
ضریب تغییرات % CV		21.67	25.27	14.65	12.66	17.24	12.48	2.65	4.41

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.ns عدم اختلاف معنی دار.

*, ** andns are significant at the level of 1%, 5% and no significant difference, respectively

مقایسه میانگین صفات نشان داد صفات وزن میوه، قطر میوه و طول میوه به‌ترتیب با مقادیر ۲۸/۱۶ گرم، ۳/۲۹ میلی‌متر و ۲/۷۱ میلی‌متر نتاج تلاقی کرمانشاه*رشت بیشترین مقدار را دارد. در نتاج تلاقی ساری*رشت بیشترین حجم میوه با ۱۸/۸ میلی‌لیتر ثبت شد. در نتاج تلاقی گرگان*ورامین و کفشگیری*کردستان، به‌ترتیب با ۱۴۱ و ۱۴۰ عدد بیشترین تعداد بذر در هر میوه شمارش شد. مشاهده میوه‌های با وزن ۳/۹۶ گرم در نتاج تلاقی کرمانشاه*کردستان، به‌عنوان یکی از کوچک‌ترین میوه‌ها ثبت شدند. بالاترین مواد جامد محلول با ۸/۶۷ درصد در نتاج تلاقی رفسنجان*کردستان، بیشترین اسیدیته با ۱۱/۰۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب در نتاج تلاقی رفسنجان*رشت و بالاترین ویتامین ث با ۶/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب در نتاج تلاقی کفشگیری*رفسنجان مشاهد شد (جدول ۳ و ۴).

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 به‌نوبه خود تحت تأثیر نوع رقم و ویژگی‌های آن قرار دارد (Cockshull *et al*., 1992). طبق گزارش دفتریان و گل‌آبادی (Daftarian & Golabadi, 2018) اندازه مطلوب میوه از نظر بازاریابی حدود ۱۴۰-۱۵۰ گرم است و میوه‌های خیلی درشت یا ریز بازارپسندی ندارند، اگرچه میوه‌های درشت ممکن است باعث افزایش عملکرد شوند. از آنجائی‌که جمعیت‌های مورد مطالعه در این پژوهش، جمعیت‌های محلی و خودرو هستند، دارای میانگین وزن کمتری نسبت به حد نصاب بازارپسندی می‌باشند. به‌نظر می‌رسد به‌همین دلیل است که این جمعیت‌ها علی‌رغم داشتن انواع مقاومت‌ها و ارزش غذایی بالا، هنوز به‌صورت تجاری پرورش داده نمی‌شوند. با این‌حال میوه نتاج تلاقی کرمانشاه*رشت، به‌عنوان میوه‌های بزرگتر، می‌تواند برای مصارف تازه‌خوری مورد استفاده قرار گیرد. هر پروژه اصلاحی دارای دو بخش اصلی تنوع و انتخاب می‌باشد. به‌طوری‌که انتخاب وابسته به ایجاد و یا وجود تنوع در جمعیت مورد مطالعه است. با وجود تنوع بین جمعیت، شرایط انتخاب برای صفات مطلوب موردنظر فراهم می‌باشد. از طرف دیگر تنوع موجود در جمعیت می‌تواند به کشف سازوکارهای مولکولی هرکدام از صفات مطلوب منجر شود (Roberts *et al*., 2019). پژوهشگران با مطالعه صفات میوه ارقام گوجه‌فرنگی گزارش کردند که تنوع بالایی روی کمیت و کیفیت میوه در بین ارقام گوجه‌فرنگی وجود دارد (Regassa *et al*., 2012). تفاوت معنی‌داری در صفات مختلف کمی و کیفی میوه در بین ارقام گوجه‌فرنگی ایران، گزارش شده است که حاکی از تنوع بالای این صفات در بین ارقام گوجه‌فرنگی ایران است (Sousaraei *et al*., 2020). در مطالعه‌ای پژوهشگران به بررسی روابط بین عملکرد میوه و اجزای آن در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره پرداختند. نتایج آن‌ها مشخص نمود که عملکرد میوه با صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، محتوای کلروفیل و تعداد میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. نتایج رگرسیون گام‌به‌گام با ضریب تبیین ۸۹ درصد نشان داد تعداد میوه در بوته، مهمترین جزء عملکرد است. با توجه به نتایج ضریب همبستگی کوفنتیک، ماتریس تشابه اقلیدوسی با الگوریتم UPGMA ارقام گوجه‌فرنگی را به دو گروه دسته‌بندی کردند. همچنین نتایج بای‌پلات و تجزیه خوشه‌ای یکدیگر را تأیید نمودند. در مجموع در بین خصوصیات مورفو- فیزیولوژیکی، صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد برگ، محتوای کلروفیل و تعداد میوه شاخص‌های مهمتری برای گزینش هیبریدهای گوجه‌فرنگی با عملکرد بالا هستند (Ghorbanpour *et al*., 2018). در جای دیگر اعلام شده است که بین ۹۷ توده گوجه‌فرنگی ارومیه و قسمتی از ترکیه از نظر صفات مورفولوژیکی تفاوت معنی‌دار وجود دارد. از این‌رو با وجود تنوع فراوان توده‌های خودرو و اهلی گوجه‌فرنگی که در ایران رشد می‌کنند امکان انتخاب ارقام با کیفیت مطلوب و ایجاد هیبریدهای برتر وجود دارد (Henareh *et al*., 2015). در بررسی عملکرد میوه گوجه‌فرنگی از طریق منبع دانه گرده در ۱۵ توده مختلف گوجه‌فرنگی ایران گزارش شده است که با توجه به توارث‌پذیری بالای وزن، طول، تعداد حجره و تعداد بذر میوه، برای اصلاح این صفات می‌توان از روش‌های گزینش بر اساس فنوتیپ استفاده کرد (Foroud *et al*., 2021).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در تلاقی‌های گوجه‌فرنگی
Table 3. Mean comparison of investigated traits in tomato crosses

تلاقی نر*ماده Cross Femal*Male	حجم میوه (میلی‌لیتر) Fruit volume	وزن میوه (گرم) Fruit weight	قطر میوه (میلیمتر) Fruit diameter	طول میوه (میلیمتر) Fruit lenght	تعداد بذر Seed number	مواد جامد محلول Total soluble solid (%)	اسیدیته (میلی‌گرم در 100 میلی لیتر آب) Acidity	ویتامین ث (میلی‌گرم در 100 میلی‌لیتر) Vitamine C
کرمانشاه*کردستان Kurdestan*Kermanshah	4^{i}	3.96^{h}	1.29^{h}	1.12^{k}	63.3^{ef}	6.3^{e-h}	6.1^{f}	3.16^{c}
گرگان*کرمانشاه Kermanshah*Gorgan	7.4^{fg}	9.05^{ef}	2.08^{c-f}	1.82^{gh}	64^{ef}	6.67^{c-g}	4.93^{h}	4.06^{b}
گرگان*دارکلاته Darkalate*Gorgan	5.1^{hi}	13.15^{c}	2.3^{cd}	2.12^{de}	62^{f}	6^{e-h}	6f	3.06^{c}
کفشگیری*رفسنجان Rafsanjan* Kafshgiri	10.9^{cd}	11.74^{de}	2.3^{cd}	2^{efg}	77.3^{def}	6.77^{c-g}	6.06^{f}	6.1^{a}
رفسنجان*دارکلاته Darkalate* Rafsanjan	12.2^{c}	12.65^{c}	2.33^{c}	2.16^{cde}	86.3^{cde}	8.4^{ab}	10.06^{b}	1.93^{f}
دارکلاته*کردستان Kurdestan* Darkalate	12.1^{c}	12.15^{d}	2.36^{c}	2.1^{def}	106.3^{bcd}	6.03^{e-h}	7.16^{d}	1.4^{g}
رفسنجان*کردستان Kurdestan * Rafsanjan	5.46^{ghi}	5.36^{gh}	1.62^{g}	1.42^{j}	66^{ef}	8.67^{a}	2.8^{I}	1.8^{f}
کردستان*رفسنجان Rafsanjan* Kurdestan	5.1 hi	4.81^{gh}	1.59^{g}	1.49^{ij}	59^{f}	6.4^{d-g}	7.06^{d}	1.23^{g}
دارکلاته*کرمانشاه Kermanshah* Darkalate	6.3^{fgh}	6.94^{fg}	1.87^{fg}	1.7^{hi}	69.3^{ef}	7.97^{a-d}	6^{f}	4^{b}
کرمانشاه*رشت Rasht* Kermanshah	11.1^{cd}	28.16^{a}	3.29^{a}	2.71^{a}	105.7^{bcd}	6.43^{d-g}	5.4^{g}	2^{f}
رفسنجان*رشت Rasht* Rafsanjan	8.1^{ef}	8.86^{f}	1.99^{def}	1.81^{gh}	85.3^{def}	7.17^{a-e}	11.03^{a}	2.63^{d}
گرگان*ورامین Varamin*Gorgan	15.8^{b}	16.35^{c}	2.68^{b}	2.45^{b}	141^{a}	5.5^{fgh}	6.53^{e}	2.7^{d}
کفشگیری*کردستان Kurdestan* Kafshgiri	16.3^{b}	16.03^{c}	2.71^{b}	2.31^{bcd}	140.3^{a}	5.16^{gh}	7.56^{c}	1.4^{g}
ساری*رشت Rasht* Sari	18.8^{a}	19.89^{b}	2.8^{b}	2.36^{bc}	126^{ab}	7.1^{b-f}	6^{f}	3.06^{c}
کفشگیری*رشت Rasht* Kafshgiri	11.8^{c}	12.58^{d}	2.35^{c}	2.11^{de}	115^{abc}	8.17^{abc}	7^{d}	2.43^{e}
کرمانشاه*کفشگیری Kafshgiri* Kermanshah	9.6^{de}	9.12^{ef}	2.19^{cde}	1.87^{fgh}	93.3^{cde}	6.07^{e-h}	6.17^{f}	2.4^{e}
رفسنجان*کفشگیری Kafshgiri* Rafsanjan	6.9^{fgh}	7.19^{fg}	1.9^{efg}	1.68^{hi}	81.6^{def}	4.73^{h}	5.9^{f}	1.36^{g}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.
Means with the same letters in each column do not have a significant difference at the 5% probability level based on Duncan's test.

جدول ۴- میانگین، بیشترین، کمترین و ضریب تغییرات صفات مورد مطالعه در تلاقی‌های مختلف گوجه‌فرنگی
Table 4. Mean, maximum, minimum and coefficient of variation of studied traits in different tomato crosses

صفات Traits	دامنه Range			تلاقی Cross		ضریب تغییرات coefficient of variation
	میانگین Mean	بیشترین Maximum	کمترین Minimum	کمتر Less	بیشتر More	
حجم میوه Fruit volume	9.82	18.8	4	کرمانشاه*کردستان Kurdestan*Kermanshah	ساری*رشت Rasht* Sari	44.32
وزن میوه Fruit weight	11.65	28.16	3.96	کرمانشاه*کردستان Kurdestan*Kermanshah	کرمانشاه*رشت Rasht* Kermanshah	52.34
قطر میوه Fruit diameter	2.22	3.29	1.29	کرمانشاه*کردستان Kurdestan*Kermanshah	کرمانشاه*رشت Rasht* Kermanshah	22.29
طول میوهFruit length	1.95	2.71	1.12	کرمانشاه*کردستان Kurdestan*Kermanshah	کرمانشاه*رشت Rasht* Kermanshah	20.63
تعداد بذر Seed number	90.71	141	59	کردستان*رفسنجان Rafsanjan* Kurdestan	گرگان*ورامین Varamin*Gorgan	30.15
مواد جامد محلول Total soluble solid	6.68	8.67	4.73	رفسنجان*کفشگیری Kafshgiri* Rafsanjan	رفسنجان*کردستان Kurdestan*Rafsanjan	82.16
اسیدیته Acidity	6.58	11.03	2.8	رفسنجان*کردستان Kurdestan * Rafsanjan	رفسنجان*رشت Rasht* Rafsanjan	99.27
ویتامین ث Vitamine C	2.63	6.10	1.23	کردستان*رفسنجان Rafsanjan* Kurdestan	کفشگیری*رفسنجان Rafsanjan* Kafshgiri	36.47

توارث‌پذیری

از ضرایب تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و محیطی برای تعیین وجود یا عدم وجود تنوع استفاده می‌شود. مقایسه این ضرایب تاثیر عوامل محیطی را بر صفت مورد بررسی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج حاصل از توارث‌پذیری (جدول ۵)، در صفات حجم میوه، وزن میوه، تعداد بذر میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته و ویتامین ث ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر از ضریب تنوع فنوتیپی بود که نشان‌دهنده تأثیر کمتر عوامل محیطی بر این صفات بود. ولی در طول میوه و قطر میوه ضریب تنوع فنوتیپی بیشتر از ضریب تنوع ژنتیکی بود. هرچه اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می‌دهد که اثر محیط روی صفت موردنظر کمتر است. به‌عبارت دیگر تفاوت اندک بین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی نشان دهنده تأثیر بیشتر عوامل ژنتیکی بر کنترل این صفات است و انتخاب والدین برای برنامه‌های به‌نژادی بر اساس چنین صفاتی می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد (Foroud *et al*., 2021) و لذا گزینش در جهت اصلاح چنین صفتی کارآیی لازم را دارد. واریانس ژنتیکی و فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای صفات مورد مطالعه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

به‌صورت درصدی از میانگین ارزیابی می‌شود. واریانس ژنتیکی بخشی از تنوع مشاهده شده صفات است که تحت کنترل اثرات افزایشی، غالبیت و یا اپیستازی ژن‌های کد کننده این صفات بوده و بخشی از آن قابل انتقال به نسل بعد است اما واریانس محیطی بخشی از تغییرات کنترل‌شده توسط عوامل محیطی بوده و قابل انتخاب و انتقال به نسل بعد نیست (Lotfi *et al.*, 2015).

در تحقیق حاضر توارث‌پذیری عمومی صفات (h^2) نیز برآورد شد. صفات حجم میوه، وزن میوه، اسیدیته و ویتامین ث دارای وراثت‌پذیری بالایی از ۸۰ تا ۹۹ درصد بودند. مقدار مواد جامد محلول با ۵۹ درصد کمترین وراثت‌پذیری عمومی را نشان داد (جدول ۵). برآوردهای وراثت‌پذیری بالاتری برای تعداد گل در خوشه، وزن تک میوه و عملکرد در بوته هشت والد گوجه فرنگی و ۱۵ تلاقی آنها مشاهده شده است (Rasheed *et al.*, 2023). چنانچه توارث‌پذیری صفتی بیشتر از ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری بالا، چنانچه توارث‌پذیری عمومی صفتی بین ۰/۲ تا ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری متوسط و چنانچه توارث‌پذیری صفت موردنظر کمتر از ۰/۲ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری پایین می‌باشد (Stansfield, 1991). طبق دسته‌بندی جانسون و همکاران (Johnson *et al.*, 1999) نیز برای وراثت‌پذیری (۳۰٪> کم، متوسط ۶۰-۳۰ و ۶۰٪< بالا)، تمامی صفات مورد ارزیابی (غیر از مواد جامد محلول) دارای وراثت‌پذیری عمومی بالایی بودند.

گزینش بر اساس صفاتی که وراثت‌پذیری متوسط تا پایین دارند به‌دلیل تأثیر و نقش واریانس محیطی باید در نسل‌های پیشرفته انجام شود (Astaraki *et al.*, 2020). طبق این نظریه وراثت‌پذیری صفات مورد ارزیابی مطالعه حاضر در حد بالایی بود، زیرا مقادیر ضرایب تنوع ژنتیکی بزرگ‌تر از فنوتیپی بود که نشان‌دهنده دخالت کمتر اثر محیط می‌باشد (جدول ۴). صفات با وراثت‌پذیری بالا توسط تعداد کمی ژن با اثر زیاد، کنترل می‌شوند که این نشان‌دهنده نقش بالای عمل افزایشی ژن‌ها و تأثیر کم عامل‌های محیطی بر کنترل این صفات است (Shukla *et al.*, 2006). با توجه به توارث‌پذیری بالای صفات مذکور، برای اصلاح این صفات می‌توان از روش‌های گزینش بر اساس فنوتیپ استفاده کرد. هرچند بالا بودن وراثت‌پذیری نشان‌دهنده مؤثر بودن گزینش بر اساس کارایی فنوتیپی بوده اما قادر به ارائه شاخصی از مقدار پیشرفت ژنتیکی برای گزینش بهترین افراد نیست، که این مورد با استفاده از پیشرفت ژنتیکی امکان‌پذیر می‌شود. به‌عبارتی ترکیب وراثت‌پذیری با پیشرفت ژنتیکی نسبت به وراثت‌پذیری تنها برای تخمین اثرات گزینش مفیدتر و مناسب‌تر است (Beikzadeh *et al.*, 2015).

در دو دهه گذشته مطالعه‌های مختلفی در زمینه به‌نژادی ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی انجام شده است در این راستا آگاهی از تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت پیش شرط اصلی و گاهی مهم در به‌نژادی گیاهان است (Hassan *et al.*, 2021). به‌همین دلیل به‌منظور تولید ارقام جدید و بذور هیبرید گوجه‌فرنگی ابتدا لازم است ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را از نظر پتانسیل‌های ژنتیکی و صفات مطلوب زراعی شناسایی شوند و سپس بر اساس همین صفات مطلوب گزینش صورت گیرد (Foroud *et al.*, 2021). در این زمینه بر ارزیابی پارامترهای فنولوژیکی و زراعی که به‌طور گسترده در به‌نژادی محصولات مختلف تاکید شده است. به‌همین دلیل صفات فنولوژیکی و زراعی ابزار مهمی برای گزینش ژنوتیپ‌ها هستند. در بررسی اثرات ژنتیکی، صفات با پارامترهای ژنتیکی مانند وراثت‌پذیری، پیشرفت ژنتیکی و هتروزیس مورد تاکید هستند (Patel *et al.*, 2013). صفاتی مانند تعداد میوه در خوشه، میانگین وزن میوه از صفات مهم برای انتخاب عملکرد فنوتیپی می‌باشد (Sacco *et al.*, 2013). در مطالعات ارزیابی همبستگی و تجزیه ضریب مسیر برای عملکرد و صفات موثر در عملکرد گزارش شده است که عملکرد میوه در بوته بر حسب گرم با تعداد میوه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین تجزیه علیت نشان داد که وزن میوه بیشترین تاثیر را بر عملکرد دارد (Meena & Bahadur, 2014). از این‌رو با در نظر گرفتن وراثت‌پذیری قابل قبول این دو صفت می‌توان از این صفات در گزینش‌های آتی برای بهبود عملکرد استفاده نمود.

جدول ۵- آمار توصیفی و پارامترهای ژنتیکی مقادیر صفات در نتاج نسل اول گوجه‌فرنگی

Table 5. Descriptive statistics and genetic parameters of trait values in first generation tomato progeny

صفات Traits	واریانس محیطی Environmental Variance	واریانس ژنتیکی Genotypic Variance	واریانس فنوتیپی Phenotypic Variance	وراثت‌پذیری عمومی Broad heritability (%)	ضریب تنوع محیطی Environmental Coefficient of Variation (%)	ضریب تنوع ژنتیکی Genotypic Coefficient of Variation (%)	ضریب تنوع فنوتیپی Phenotypic Coefficient of Variation (%)	پیشرفت ژنتیکی Genetic Advance (%)
حجم میوه Fruit volume	4.53	18.49	23.02	80.32	21.67	43.78	9.13	15.10
وزن میوه Fruit weight	8.66	36.29	44.95	80.74	25.26	51.71	7.71	12.82
قطرمیوه Fruit diameter	0.10	0.23	0.33	69.97	14.24	21.74	37.68	31.54
طول میوه Fruit lenght	0.06	0.16	0.22	72.22	12.56	20.25	43.58	83.64
تعداد بذر Seed number	244.60	666.63	911.23	73.16	17.24	28.46	0.94	42.1
مواد جامد محلول Total soluble solid	0.69	1.03	1.72	59.88	12.44	15.19	11.58	29.14
اسیدیته Acidity	0.03	3.38	3.41	99.12	2.63	27.94	15.13	89.30
ویتامین ث Vitamine C	0.01	1.55	1.56	99.17	4.34	47.32	37.86	35.77

انتخاب والدین بر مبنای صفاتی با تنوع ژنتیکی بیشتر و وراثت‌پذیری بالاتر می‌تواند در موفقیت برنامه‌های به‌نژادی مؤثر باشد. وراثت‌پذیری عمومی بالا نشان‌دهنده سهم کمتر اثرات محیطی در تنوع فنوتیپی کل است و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بر اساس آن صفت می‌تواند مفید باشد. گزینش از طریق انتخاب تعداد میوه و وزن تک میوه که وراثت‌پذیری بالایی نشان دادند برای بهبود عملکرد گوجه فرنگی مناسب گزارش شده‌اند (Haydar *et al.*, 2007). وراثت‌پذیری همراه با

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

پیشرفت ژنتیکی معیار گزینش بهتری برای انتخاب والدین مناسب است. بر اساس دسته‌بندی جانسون و همکاران (Janson *et al.*, 1999) (درصد میانگین پیشرفت ژنتیکی ۱-۱۰> کم، ۲۰-۱۰ متوسط و ۲۰< بالا) تمامی صفات به‌استثنای تعداد بذر درصد پیشرفت ژنتیکی متوسط و بالا داشتند. بیشترین درصد پیشرفت ژنتیکی مربوط به ویتامین ث ۷۷/۳۵ درصد بود (جدول ۵). در تأیید نتایج حاضر، در گزارشی ضریب تنوع فنوتیپی، ضریب تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا همراه با افزایش ژنتیکی برای قطر میوه، وزن میوه، مواد جامد محلول و ویتامین ث گوجه‌فرنگی گزارش شده است (Kumari *et al.*, 2020). مقادیر بالاتری از ضریب تنوع ژنوتیپی و ضریب تغییرپذیری فنوتیپی برای عملکرد در بوته و همچنین تعداد میوه در خوشه، تعداد گل در خوشه و وزن تک میوه هشت والد گوجه‌فرنگی و ۱۵ تلاقی آنها ثبت شده است که نشان می‌دهد انتخاب برای این صفات می‌تواند مثمر ثمر باشد (Rasheed *et al.*, 2023).

کارآیی انتخاب برای یک صفت خاص در یک جمعیت بستگی زیادی به عوامل ژنتیکی و غیرژنتیکی دارد که آن عوامل در بروز تفاوت های فنوتیپی نقش دارند. بنابراین ممکن است عوامل محیط از طریق اثر متقابل، روی ساختار ژنتیکی و در نتیجه روی وراثت‌پذیری تأثیر بگذارند. وراثت‌پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی از پارامترهای انتخاب مهم هستند که اگر با هم به‌کاربرده شوند کارایی بسیار بالایی در توسعه ارقام دارند. تخمین پیشرفت ژنتیکی در درک نوع فعالیت ژن درگیر در بیان صفات پلی‌ژنتیک مؤثر است. مقادیر بالای پیشرفت ژنتیکی نشان‌دهنده فعالیت افزایشی ژن است در حالی‌که مقادیر پایین آن بیانگر فعالیت غیرافزایشی ژن می باشد. وراثت‌پذیری بالا لزوماً به‌معنای این نیست که صفت بازده ژنتیکی بالایی خواهد داشت، موقعی این حالت اتفاق می‌افتد که اثرات ژن افزایشی باشد. در حالی‌که وراثت‌پذیری بالا همراه با بازده ژنتیکی پایین هنگامی دیده می‌شود که اثرات ایستاتیک یا غالبیت وجود دارد (Farshadfar *et al.*, 2013).

نتایج نشان داد که میزان پیشرفت ژنتیکی برخی صفات مانند تعداد بذر، حجم میوه و وزن میوه در این آزمایش اندک بود اما به‌دلیل میزان وراثت‌پذیری بالا (جدول ۴)، امکان جبران برای انجام انتخاب وجود دارد. هر چند در مقایسه با ترکیب بالای هر دو پارامتر، انتظار می‌رود بازدهی ناشی از انتخاب کمتر باشد اما با توجه به وجود ضرایب ژنتیکی بالا برای این صفات، استنباط می‌شود که تاثیر محیط بر روی این صفات اندک باشد. میزان توارث‌پذیری اسیدیته میوه بسیار بالا (۹۹ /۱۲ درصد) اما میزان پیشرفت ژنتیکی متوسط (۳۰/۸۹ درصد) بود (جدول ۴). این امر بیانگر امکان انتخاب در نسل بعدی گزینش است. همچنین اختلاف ضرایب فنوتپی و ژنوتیپی بیانگر سهم بیشتر توارث ژنتیکی و اندک بودن اثر محیط بر صفت می‌باشد. ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی (جدول ۵)، برای ویتامین ث به‌ترتیب ۳۷/۸۶ و ۴۷/۳۲ درصد بود. برآوردهای بالای ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای میانگین وزن میوه، و عملکرد کل گوجه‌فرنگی به این واقعیت اشاره کرد که درجه تنوع بین ژنوتیپ‌ها بالا بود (Kumari *et al.*, 2020). میزان وراثت‌پذیری با ۹۹/۱۷ درصد و پیشرفت ژنتیکی با ۷۷/۳۵ درصد برای ویتامین ث نیز بالا بود (جدول ۵). این امر بیانگر عمل افزایشی ژن می‌باشد. هرچقدر تنوع ژنوتیپی بالاتر باشد بازده انتخاب بیشتر است و انتخاب فنوتیپی نیز بر اساس صفات مطلوب در صورتی مؤثر است که وراثت‌پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی بالا باشد (Gebregergs & Mekbib, 2020). پیشرفت ژنتیکی بالا همراه با وراثت‌پذیری بالاتر برای عملکرد در بوته و تعداد میوه در خوشه هشت والد گوجه‌فرنگی و ۱۵ تلاقی آنها گزارش گردیده است (Rasheed *et al.*, 2023). پیشرفت ژنتیکی با در نظر گرفتن تنوع ژنتیکی موجود و وراثت‌پذیری صفت، نشانه‌ای از پاسخ انتخابی مورد انتظار و گزینش بهترین افراد را ارائه می‌دهد (Kaur *et al.*, 2022).

هتروزیس در نتاج نسل اول گوجه‌فرنگی

نتایج هتروزیس نسبت به میانگین والدین نشان‌دهنده بروز هتروزیس مثبت در قطر و حجم میوه است. همچنین هتروزیس منفی در طول میوه، وزن میوه و تعداد بذر مشاهد شد (جدول ۶). تمامی تلاقی‌ها هتروزیس مثبت و بالایی را در مورد حجم میوه نشان دادند و بالاترین هتروزیس با ۱۰/۷۱ در نتاج تلاقی کفشگیری*کردستان به‌دست آمد. تلاقی برتر از نظر قطر میوه در تلاقی کرمانشاه*رشت، با هتروزیس ۷/۵۳ شناسایی شد. به‌طور کلی، با توجه به بروز هتروزیس بالا در حجم و قطر میوه، بهتر است انجام گزینش به‌منظور بهبود ژنتیکی این صفات از نسل‌های پیشرفته اصلاحی آغاز شود. نتایج حاصل از این مطالعه همچنین می‌تواند به اجرای فعالیت‌های به‌نژادی در گیاه گوجه‌فرنگی کمک کند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

جدول ۶- میانگین والدین و میزان هتروزیس در نتاج تلاقی‌های مختلف گوجه‌فرنگی
Table 6. The average of parents and the amount of heterosis in the progeny of different tomato crosses

تلاقی Cross	تعداد بذر Seed no.	حجم volume	وزن Weight	قطر Diameter	طول Lenght
میانگین والدین parent maen	95.33	10.65	14.85	2.65	2.35
کرمانشاه*کردستان Kermanshah* Kurdestan	63.33	4	3.96	1.29	1.12
هتروزیس heterosis	-1	4.95	-0.73	0.49	-0.45
میانگین والدین parent maen	132.5	9.7	13.75	2.55	2.26
گرگان*کرمانشاه Kermanshah*Gorgan	64	7.4	9.05	2.08	1.82
هتروزیس heterosis	-1	5.6	-0.46	2.55	-0.08
میانگین والدین parent maen	12	12.83	12.62	2.8	2.39
گرگان*دارکلاته Darkalate* Gorgan	62	5.1	13.15	2.3	2.12
هتروزیس heterosis	-1	3.83	-0.6	3.7	-0.04
میانگین والدین parent maen	77.83	17.55	15.46	3	3.02
کفشگیری*رفسنجان Kafshgiri* Rafsanjan	77.33	10.90	11.74	2.3	2
هتروزیس heterosis	-1	3.41	-0.29	2.91	-0.24
میانگین والدین parent maen	92.5	19.43	19	3.15	2.64
رفسنجان*دارکلاته Darkalate* Rafsanjan	86.33	12.20	12.65	2.33	2.16
هتروزیس heterosis	-1	3.44	-0.36	3.02	-0.12
میانگین والدین parent maen	82.83	13.78	13.72	2.9	2.47
دارکلاته*کردستان Kurdestan*Darkalate	106.33	12.10	12.15	2.36	2.1
هتروزیس heterosis	-1	6.72	-0.12	3.19	-0.05
میانگین والدین parent maen	77.33	16.45	16.47	2.95	2.53
رفسنجان*کردستان Kurdestan * Rafsanjan	66	5.46	5.36	1.63	1.42
هتروزیس heterosis	-1	3.01	-0.67	0.82	-0.36
میانگین والدین parent maen	77.33	16.45	16.47	2.95	2.53
کردستان*رفسنجان Rafsanjan *Kurdestan	59	5.10	4.81	1.59	1.49
هتروزیس heterosis	-1	2.59	-0.69	0.63	-0.37
میانگین والدین parent maen	110.5	13.63	17.37	2.85	2.46
دارکلاته*کرمانشاه Kermanshah* Darkalate	69.33	6.30	6.94	1.87	1.70
هتروزیس heterosis	-1	4.09	-0.64	1.44	-0.24
میانگین والدین parent maen	99	22.25	18.50	3.3	2.97
کرمانشاه*رشت Rasht* Kermanshah	105.67	11.1	28.16	3.29	2.71
هتروزیس heterosis	-1	3.75	-0.4	7.53	0.11
میانگین والدین parent maen	81	28.05	20.12	3.6	3.15
رفسنجان*رشت Rasht*Rafsanjan	85.33	8.1	8.86	1.99	1.81
هتروزیس heterosis	-1	2.04	-0.6	1.46	-0.37
میانگین والدین parent maen	107.17	33.95	32.93	3.45	4.56
گرگان*ورامین Varamin*Gorgan	141	15.8	16.35	2.68	2.45
هتروزیس heterosis	-1	3.15	-0.52	3.74	-0.41
میانگین والدین parent maen	68.17	11.9	10.18	2.75	2.85
کفشگیری*کردستان Kurdestan* Kafshgiri	140.33	16.3	16.03	2.71	2.31
هتروزیس heterosis	-1	10.79	0.6	4.83	-0.05
میانگین والدین parent maen	82.33	24.25	15.92	3.05	3.22
ساری*رشت Rasht* Sari	126	18.8	19.89	2.8	2.36
هتروزیس heterosis	-1	4.2	0.18	5.52	-0.13
میانگین والدین parent maen	71.83	23.5	13.83	3.4	3.47
کفشگیری*رشت Rasht* Kafshgiri	115	11.8	12.58	2.35	2.11
هتروزیس heterosis	-1	3.89	-0.15	2.7	-0.32
میانگین والدین parent maen	95.83	11.75	13.83	2.7	2.83
کرمانشاه*کفشگیری Kafshgiri* Kermanshah	93.33	9.60	9.12	2.19	1.87
هتروزیس heterosis	-1	6.94	-0.31	2.38	-0.23
میانگین والدین parent maen	77.83	17.55	15.46	3	3.02
رفسنجان*کفشگیری Kafshgiri* Rafsanjan	81.67	6.9	7.19	1.9	1.68
هتروزیس heterosis	-1	3.65	-0.55	1.4	-0.37

موفقیت در تولید هیبریدهای F1 بستگی مستقیم به انتخاب صحیح والدین دارد. بعد از تولید و گزینش لاین‌های والدینی، یکی از تلاقی‌ها (ترکیب دولاین متفاوت) که بهترین نتاج را به‌دنبال داشته و هتروزیس برتری را نسبت به والدین نشان می‌دهد انتخاب می‌گردد. اکثراً، والدینی که اختلاف ژنتیکی بیشتری دارند، هتروزیس بالاتری نشان می‌دهند، درحالیکه والدینی که فاصله ژنتیکی کمی داشته باشند نتاجشان هتروزیس کمی از خود نشان می‌دهند. در چنین مواردی باید از روش تلاقی دی‌آلل استفاده کرد تا به انتخاب والدین بر اساس ارزش ژنتیکی کمک شود و توانایی آن‌ها برای ترکیب و تولید هیبرید با ارزش نیز در نظر گرفته شود. به‌واسطه این آنالیزها، امکان بررسی نحوه کنترل ژنتیکی صفات نیز فراهم می‌شود. سخار و همکاران (Sekhar *et al.*, 2010) بیشترین مقدار هتروزیس در صفت عملکرد گوجه‌فرنگی را در نتایج حاصل از تلاقی Sasya×JK-Desi گزارش دادند. حنان و همکاران (Hannan *et al.*, 2007) نیز گزارش دادند که بیشترین مقدار هتروزیس در صفت عملکرد گوجه‌فرنگی در نتاج حاصل از تلاقی Deshy× Ratan مشاهده شد. بنابراین مقدار هتروزیس به‌میزان تنوع و اختلاف بین والدین بستگی دارد. به‌نژادی گیاهی با انتخاب و ترکیب صفات مطلوب زراعی و تولید ژنوتیپ یا جمعیت‌های برتر از نظر عملکرد، سازگاری و مقاومت به آفات و بیماری‌ها، فراوانی آلل‌های انتخابی را افزایش و تنوع

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

درون‌گونه‌ای را کاهش داده است (Bhandari *et al*., 2017). از طرف دیگر، والدینی با تفاوت‌های ژنتیکی بیشتر، نتاجی با هتروزیس بیشتر ایجاد می‌کنند و احتمال اینکه هیبریدهای تفرق یافته برتر تولید شود نیز افزایش می‌یابد. ضریب تغییرات ژنوتیپی، فنوتیپی و محیطی به یافتن درک درستی از تنوع موجود در مواد ژنتیکی مورد بررسی کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری کلی

وراثت‌پذیری معیاری است که برای تخمین پاسخ به گزینش در طراحی برنامه‌های اصلاحی به‌کار می‌رود. در این مطالعه وراثت‌پذیری صفات بین ۵۹ تا ۹۹ درصد بود. بالا بودن میزان وراثت‌پذیری صفات احتمال گزینش از طریق انتخاب براساس فنوتیپ را امکان‌پذیر می‌کند. وراثت‌پذیری بالا نشان‌دهنده بالا بودن پتانسیل ژنتیکی برای این صفات، تاثیر کم محیط و وجود نقش برجسته ژن‌هایی با اثرات افزایشی است و انتخاب تک‌بوته در نسل‌های اولیه برای صفاتی که وراثت‌پذیری بالایی دارند نسبت به صفاتی که وراثت‌پذیری پایین داشته موثرتر خواهد بود. نتایج به‌دست آمده نشان داد بالاترین میزان وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی به‌ترتیب برای صفات ویتامین ث، اسیدیته میوه، وزن میوه و حجم میوه وجود دارد و به‌نظر می‌رسد این صفات شاخص‌های مناسبی برای انتخاب والدین برای برنامه دورگ‌گیری و اصلاح باشند. به‌عبارتی بالا بودن وراثت‌پذیری، پیشرفت ژنتیکی و تنوع ژنتیکی برای صفات کمی و کیفی می‌تواند به اصلاحگر برای انتخاب بهترین ترکیب و رسیدن به سطح مطلوبی از پتانسیل عملکرد کمک کند. همچنین مشخص شده که وراثت‌پذیری بالا به همراه پیشرفت ژنتیکی پایین در صفت تعداد بذر نشان‌دهنده اثر غالبیت و اپیستازی ژن‌های کنترل‌کننده این صفات است.

جهت تحقیقات آتی بررسی نسل اول گوجه فرنگی‌های دارای میوه درشت و رشد نامحدود و همچنین بررسی صفات مرتبط با عملکرد مانند تعداد خوشه و تعداد میوه در خوشه در نسل اول تلاقی‌های گوجه‌فرنگی پیشنهاد می‌شود.

References

AOAC. (1984). Official Methods of Analysis. Association of official Analytial chemists. Washington, DC., U.S.A. 114p.

Astaraki, H., Sharifi, P., & Sheikh, F. (2020). Estimation of genotypic correlation and heritability of some of traits in faba bean genotypes using restricted maximum likelihood (REML). *Plant Genetic Researches*, 6(2), 111-128.

Beikzadeh, H., Alavi Siney, S.M., Bayat, M. & Ezady, A.A. (2015). Estimation of genetic parameters of effective agronomical traits on yield in some of Iranian rice cultivar. *Agronomy Journal*, 104, 73-78 .

Bhandari, H. R., Nishant Bhanu, A., Srivastava, K., Singh, M. N., & Hemantaranjan, A. (2017). Assessment of genetic diversity in crop plants – an overview. *Advances in Plants and Agriculture Research*,7(3), 279–286.

Cockshull, K.E., C.G. Graves and C.R.J. Cave. 1992. The Influence of shading on yield different stages of maturity on the quality of three cultivars of tomatoes (Lycopersicon esculentum Mill). *Notulae Scientia Biologicae*, 5, 371-375.

Daftarian, F., & Golabadi, M. (2018). Evaluation of Fruit Yield and Quality in some GreenhouseTomato Genotypes. *Journal of Crop Production and Processing*, 8 (1), 113-126.

FAO. 2020. FAOSTAT Statistical Databases. www.fao.org .

Farshadfar, E. 1998. Application of Biometrical genetics in plant Breeding. *Razi University Press*, 528 (In Persian).

Farshadfar, E., Romena, H., & Safari, H. (2013). Evaluation of variability and genetic parameters in agro-physiological traits of wheat under rain-fed condition. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(9), 1015-1021 (In Persian).

Foroud, G. N., Mousavizadeh, S. J., Akbarpour, V., & Mashayekhi, K. (2021). Fruit heritability and the Effect of Pollen on Fruit Set of Some Tomato (Solanum esculentum Mill.) Accessions. *Journal of Crop Breeding*, 13(39), 77-86 (In Persian).

Gebregergs, G., & Mekbib, F. (2020). Estimation of genetic variability, heritability, and genetic advance in advanced lines for grain yield and yield components of sorghum (Sorghum bicolor L.) Moench) at Humera, Western Tigray, Ethiopia. *Cogent Food and Agriculture*, 6, 1764181.

Ghorbanpour, A., Salimi, A., Tajick Ghanbary, M. A., Pirdashti, H., & Dehestani, A. (2018). Relationship between Fruit Yield and its Components in Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) Cultivars using Multivariate Statistical Methods. *Journal of Crop Breeding*, 9(24), 22-29 (In Persian).

Hannan, M.M., Ahmed, M.B., Razvy, M.A., Karim, R., Khatun, M., Haydar, A., Hossain, M. & Roy, U.K. (2007). Heterosis and correlation of yield and yield components in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.). *American Eurasian Journal of Science and Research*, 2(2), 146-150.

Hassan, Z., Ul-Allah, S., Khan, A.A., Shahzad, U., Khurshid, M., Bakhsh, A., Amin, H., Jahan, M.S., Rehim, A., & Manzoor, Z. (2021). Phenotypic characterization of exotic tomato germplasm: An excellent breeding resource. *PLoS One*, 16(6), 1-12 .

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]

Haydar, A., M. A. Mandal, M. B. Ahmad, M. M. Hannan, R. Karim, M. A. Razavy, U. K. Roy & Salahin, M. (2007). Studies on genetic variability and interrelationship among the different traits in tomato (Lycopersicn esculentum Mill.). *Journal of Scientific Research*, 2, 139-142.

Henareh, M., Dursun, A., & Mandoulakani, B. A. (2015). Genetic diversity in tomato landraces collected from Turkey and Iran revealed by morphological characters. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 14(2), 87-96.

Isack, M. E., & Monica, L. (2013). Effect of post-harvest handling practices on physico-chemical composition of tomato. *Journal of Agricultural Technology*, 9(6), 1655-1664.

Jahantigh, H, Z., Fahmideh, L., & Fazelinasab, B. (2018). Evaluation and comparison of Leaf antioxidant properties and morphological traits of tomato varieties (Lycopersicon esculentum L). *Journal of Plant Environmental Physiology*, 13(50), 63-76.

Johnson, H.W., Robinson, H.F., & Comstock, R.E. (1999). Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. *Agronomy Journal*, 47(7), 314–318.

Kaur, V., Aravind, J., Manju., Jacob, S. R., Kumari, J., Panwar, B. S., Pal, N., Rana, J. C., Pandey, A., & Kumar, A. (2022). Phenotypic characterization, genetic diversity assessment in 6,778 accessions of barley (Hordeum vulgare L. ssp. vulgare) germplasm conserved in national genebank of India and development of a core set. *Frontiers in Plant Science*, 13, 771920.

Kulus, D. (2022). Genetic diversity for breeding tomato, in Cash crops (Cham: Springer), 505–521.

Kumari, K., Akhtar, S., Kumari, S., Kumar, M., Kumari, K., Singh, N.K. & Ranjan, A. (2020). Genetic variability and heritability studies in diverse tomato genotypes. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9, 1011–1014.

Lotfi Aghmioni, M., Aghaei, M., vaezi, Sh., & Majidi Heravan, E. (2015). Evaluation of genetic diversity, heritability and genetic progress in Kabuli type chickpea genotypes. *Iranian Journal of Pulses Research*, 6(1), 100-107.

Mashayekhi, K., & A. Shomali. (2018). Botany, physiology and culture of vegetable. *Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources press*, 502 (In Persian).

Mayavel, A., G. Balakrishnamurthy & Natarajanm, S. (2005). Variability and heritability studies in tomato hybrids. *South Indian Horticulture*, 53(1-6), 262-266.

Meena, O. P., & Bahadur, V. (2014). Assessment of correlation and path coefficient analysis for yield and yield contributing traits among tomato (Solanum lycopersicum L.) germplasm. *Agricultural Science Digest-A Research Journa*l, 34(4), 245-250.

Patel, S.A., Kshirsagar, D.B., Attar, A.V., & Bhalekar, M.N. (2013). Study on genetic variability, heritability and genetic advance in tomato. *International Journal of Plant Sciences*, 8(1), 45-47 .

Rasheed, A., Ilyas, M., Khan, T.N., Mahmood, A., Riaz, U., Chattha, M.B., Al-Kashgry, N.A.T., Binothman, N, Hassan., M.U., Wu, Z., & Qari, S.H. (2023). Study of genetic variability, heritability, and genetic advance for yield-related traits in tomato (Solanum lycopersicon MILL.). *Frontiers in Genetics*, 13, 1030309.

Regassa, M. D., Mohammed, A., & Bantte, K. (2012). Evaluation of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) genotypes for yield and yield components. *African Journal of Plant Science*, 6(1), 45-49.

Roberts, R., Mainiero, S., Powell, A. F., Liu, A. E., Shi, K., Hind, S. R., & Martin, G. B. (2019). Natural variation for unusual host responses and flagellin-mediated immunity against Pseudomonas syringae in genetically diverse tomato accessions. *New Phytologist*, 223(1), 447-461.

Sacco, A., Di Matteo, A., Lombardi, N., Trotta, N., Punzo, B., Mari, A., & Barone, A. (2013). Quantitative trait loci pyramiding for fruit quality traits in tomato. *Molecular Breeding*, 31(1), 217-222

Sekhar, L., Prakash, B. G., Salimath, P. M., Channayya, P., Hiremath Sridevi, O. & Patil, A. A. (2010). Implications of heterosis and combining ability among productive single cross hybrids in tomato. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(4), 706-711.

Shukla, S., Bhargava, A., Chatterjee, A., Srivastava, A., & Singh, S. (2006). Genotypic variability in vegetable amaranth (Amaranthus tricolor L.) for foliage yield and its contributing traits over successive cuttings and years. *Euphytica*, 151, 130-110.

Sousaraei, N., Mashayekhi, K., Mousavizadeh, S.J., & Dadrasi, A. (2020). Evaluation of morpho-physiological fruit traits of some tomato populations in iran using correlation coefficients and cluster analysis. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 21(1), 61-74.

Stansfield, W.D. (1991). Theory and Problems in Genetics. McGraw-Hill. 282 p.

Tessema, G. L., Mohammed, A. W., & Abebe, D. T. (2022). Genetic variability studies for tuber yield and yield attributes in Ethiopian released potato (Solanum tuberosum L.) varieties. *Peer Journals*, 10, e12860.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.67]