Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 17, Issue 2, 2025 p: 1-11

OPEN ACCESS

Research Paper

Selection of Superior Tomato Lines using Multivariate Statistical Methods in the Jiroft Region

Seid Mohammad Alavi–Siney[1] and Mahyar Abedi[2]

1- Faculty Member, Crop and Horticultural Science Research Department, Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran, (Corresponding author: m.alavis@areeo.ac.ir)
2- Researcher, Institute of Seed and Plant Improvement, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: 22 October, 2024 Revised: 2 December, 2024 Accepted: 5 February, 2025

Extended Abstract

Background: Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most important crops in the world. The cultivated area of this plant in Iran is 103,000 hectares, and its production amount is more than 5 million tons, which indicates the importance of this plant. In plant breeding, different methods are used in genotype selection. To select the best genotypes, a method is needed that can consider all traits based on desirability and undesirability in selections. The ideal genotype selection index (SIIG) is one of the methods that can determine the distance between genotypes in addition to selecting ideal genotypes. In this method, it is possible to identify genotypes with special characteristics. For example, genotypes with high yield and early maturity can be identified and selected with the SIIG method. This study aimed to evaluate tomato genotypes through quantitative and qualitative traits and to select the best ones for climatic conditions in southern Kerman.

Methods: To evaluate and select the best tomato lines in the Jiroft region, an experiment with 11 genotypes (10 promising lines and the Karoon variety) based on a randomized complete blocks design with three replications was carried out in the research farm of the Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center during two crop years (2021-2022 and 2022-2023). Cultivation was carried out under plastic on 20 February. Following drip irrigation, weeds were controlled by hand. During the growing season and after harvesting (May), qualitative traits, including uniformity, growth crack, green shoulders, type of inflorescence, and having an abscission layer, were recorded for each genotype. Brix, pH, tissue firmness, the number of locules, fruit length, fruit width, fruit weight, and the yield of each plant were measured in the laboratory. The days to flowering, days to ripening, and the number of inflorescences were also the traits recorded in each plot. Statistical analyses were performed using SAS software (9.4), and calculations related to the SIIG method were performed using the relevant matrices.

Results: A compound variance analysis during the two years of the experiment showed that the effect of the year was significant on all studied traits, except for the number of locules trait. This shows the different conditions during the two experimental years and the influence of the studied traits on the experimental conditions. The effect of the genotype and the interaction of the genotype in the year were significant on all studied traits, except for the number of inflorescences, showing the diversity between the tested genotypes in terms of the studied traits. The mean comparison results of genotype effect showed that lines 14 and 6-33 were able to reach maturity earlier due to early flowering. Genotypes 8 and 32 produced the highest fruit yield, and the lowest amount of this trait belonged to lines 33-6 and 22-7. Since the traits were compared separately, a mean comparison among the genotypes showed that it was not possible to select the best based on all traits. If the selection was based only on yield, they would be placed in the top group 2 lines 8 and 32. Grouping based on cluster analysis placed four lines (8, 7-22, 11, and the Karoon variety) in the top group. Grouping tomato lines based on the SIIG index placed six lines in the top group. The superiority of the SIIG method compared to other methods is the grouping of lines based on the desirability of the traits (for example, low-average genotypes in the days to flowering

Copyright ©2025 Alavi-Siney and Abedi. 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 2026-10-08]

[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

and days to ripening are desirable traits). Therefore, the lines selected through the SIIG index are introduced as superior lines considering all traits in the south of Kerman. The SIIG method considers only quantitative traits, and non-parametric traits are not involved in this selection. Therefore, the Karoon cultivar, due to the fruit growth crack and line 7, due to the lack of uniformity and lack of the abscission layer, are not suitable for selection in the south of Kerman. **Conclusions:** By using the SIIG method and using all the traits, lines 33-4, 11, 13, and 8 were selected as the best lines in Jiroft conditions.

Keywords: Brix, Cluster analysis, Fruit yield, SIIG index

How to Cite This Article: Alavi-Siney, S. M., & Abedi, M. (2025). Selection of Superior Tomato Lines using Multivariate Statistical Methods in the Jiroft Region. *J Crop Breed,* 17(2), 1-11. DOI: 10.61882/jcb.2024.1568

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

مقاله پژوهشی

گزینش لاین‌های برتر گوجه‌فرنگی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در منطقه جیرفت

سید محمد علوی سینی[۱] و ماهیار عابدی[۲]

۱- عضو هیأت علمی، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران، (نویسنده مسوول: m.Alavis@areeo.ac.ir)

۲- محقق، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۱ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۷
صفحه: ۱ تا ۱۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی در سراسر جهان است، و سطح زیر کشت این گیاه در ایران (۱۰۳ هزار هکتار) و میزان تولید آن (بیش از ۵ میلیون تن) بر اهمیت این گیاه دلالت دارند. در اصلاح نباتات از روش‌های مختلفی در گزینش ژنوتیپ‌ها استفاده می‌شود. برای گزینش برترین ژنوتیپ‌ها نیاز به روشی است که بتواند همه صفات را براساس مطلوبیت و عدم مطلوبیت در گزینش‌ها مدنظر قرار دهد. شاخص انتخاب ژنوتیپ برتر (SIIG) یکی از روش‌هایی است که می‌تواند علاوه‌بر انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، فاصله بین ژنوتیپ‌ها را هم مشخص کند. در این روش، امکان شناسایی ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات خاص وجود دارد. به‌عنوان مثال، با روش SIIG می‌توان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و زودرس را شناسایی و گزینش کرد. هدف این مطالعه، ارزیابی ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی از طریق صفات کمی و کیفی و گزینش برترین‌ها برای شرایط آب و هوایی منطقه جیرفت بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی و گزینش لاین‌های برتر گوجه‌فرنگی در منطقه جیرفت، آزمایشی با ۱۱ ژنوتیپ (۱۰ لاین امیدبخش به‌همراه رقم کارون) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی دو سال زراعی (۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱) در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان (جیرفت) انجام شد. لاین‌ها به‌صورت نشاء و در تاریخ اول بهمن زیر پلاستیک کشت گردیدند. آبیاری به‌صورت قطره‌ای و علف‌های هرز به‌صورت دستی وجین شدند. در طی فصل رشد و پس از برداشت (اردیبهشت)، صفات کیفی شامل یکنواختی، ترک‌خوردگی، شانه سبزی، نوع گل‌آذین و داشتن لایه سواگر برای هر ژنوتیپ ثبت شدند. صفات میزان بریکس، pH، سفتی بافت، تعداد حفره، طول میوه، عرض میوه، وزن میوه و عملکرد هر بوته در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی و تعداد گل‌آذین نیز در هر کرت ثبت گردیدند. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.4) انجام شدند و محاسبات مربوط به روش SIIG با استفاده از ماتریس‌های مربوطه انجام شدند.

یافته‌ها: تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در طی دو سال آزمایش نشان داد که اثر سال بر تمامی صفات مورد مطالعه، به‌جز صفت تعداد حفره، معنی‌دار بود. این موضوع نشان دهنده شرایط متفاوت در طی دو سال آزمایش و تأثیرپذیری صفات مورد مطالعه از شرایط آزمایشی است. اثر ژنوتیپ و برهمکنش ژنوتیپ در سال بر تمامی صفات مورد مطالعه، به‌جز تعداد گل‌آذین، معنی‌دار بود. این نتیجه بیانگر تنوع موجود بین لاین‌های مورد آزمایش از لحاظ صفات مورد مطالعه است. نتایج مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ نشان داد که لاین‌های شماره ۱۴ و ۶-۳۳ توانستند با توجه به گلدهی زودهنگام، زودتر به مرحله برداشت برسند. ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۳۲ بیشترین عملکرد میوه را داشتند و کمترین مقدار از لحاظ این صفت به لاین‌های ۶-۳۳ و ۷-۲۲ اختصاص داشت. مقایسه میانگین میان ژنوتیپ‌ها نشان داد که گزینش برترین‌ها برمبنای همه صفات ممکن نبود چون صفات به‌صورت منفرد مقایسه شدند. چنانچه گزینش تنها برمبنای عملکرد صورت گیرد در گروه برتر ۲ لاین شماره ۸ و ۳۲ قرار می‌گیرند. گروه‌بندی بر اساس تجزیه کلاستر در گروه برتر، چهار لاین با شماره ۸، ۷-۲۲، ۱۱ و رقم کارون را قرار داد. گروه‌بندی لاین‌های گوجه‌فرنگی بر مبنای شاخص SIIG، شش لاین را در گروه برتر قرار داد. برتری روش SIIG نسبت به سایر روش‌ها، گروه‌بندی لاین‌ها براساس مطلوبیت صفات است (به‌طور مثال، میانگین کم ژنوتیپ‌ها در صفات روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی مطلوب هستند). بنا بر این، لاین‌های گزینش‌شده از طریق شاخص SIIG به‌عنوان لاین‌های برتر با در نظر گرفتن تمامی صفات در منطقه جنوب کرمان معرفی می‌گردند. با توجه به این‌که روش SIIG تنها صفات کمی را در نظر می‌گیرد و صفات غیرپارامتری در این گزینش دخیل نیستند، اشاره می‌گردد که رقم کارون به‌دلیل ترک‌خوردگی میوه‌ها و لاین شماره ۷ به‌دلیل عدم وجود یکنواختی و نداشتن لایه سواگر، برای گزینش در شرایط جنوب کرمان مطلوب نیستند.

نتیجه‌گیری: در نهایت، با استفاده از روش SIIG و با در نظر گرفتن همه صفات، لاین‌های شماره ۴-۳۳، ۱۱، ۱۳ و ۸ به‌عنوان لاین‌های برتر در شرایط جیرفت گزینش شدند.

واژه‌های کلیدی: بریکس، تجزیه کلاستر، شاخص SIIG، عملکرد میوه

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L) از خانواده سولاناسه با سطح زیر کشت ۴/۹ میلیون هکتار و میزان تولید بالغ بر ۱۸۶ میلیون تن (FAO, 2022)، یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی در سراسر جهان است (Siddiqui *et al.*, 2020; El-Mansy *et al.*, 2021). سطح زیر کشت این گیاه در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در کشورمان ۱۰۳ هزار هکتار و میزان تولید آن بیش از ۵ میلیون تن گزارش شده‌اند (MAJ, 2022) که بر اهمیت این گیاه دلالت دارد. میوه گوجه‌فرنگی یک سبزی با ارزش است که می‌توان آن را به‌صورت خام به‌عنوان سالاد، فرآوری شده به‌صورت پوره، سس کچاپ، آب‌میوه یا پودر، و پخته به‌عنوان سس یا سوپ گوجه‌فرنگی مصرف کرد که درمان مؤثری برای مبتلایان به یبوست گزارش شده است (Alda *et al.*, 2009; Rehman *et al.*, 2019). گوجه‌فرنگی حاوی بتاکاروتن، فلاونوئیدها، لیکوپن، ویتامین‌ها و مواد معدنی حیاتی است که تا حد زیادی به کاهش بیماری‌های ناشی از کمبود در انسان کمک می‌کنند. همچنین، این گیاه به‌خاطر دوره رشدی نسبتاً کوتاه و عملکرد بالا، در تأمین معیشت کشاورزان خرده مالک نقش مهمی دارد (Martí *et al.*, 2018). افزایش تقاضا برای میوه‌های تازه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

گوجه‌فرنگی و محصولات مرتبط با آن، جستجو برای ارقام پرمحصول گوجه‌فرنگی را در بین کشاورزان ضروری کرده است (Asfaw, 2021). اقلیم در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گوجه‌فرنگی بسیار مهم است، زیرا گونه‌های مختلف گوجه‌فرنگی سطوح متفاوتی از تحمل را به شرایط اقلیمی خاص نشان می‌دهند. به این معنی که ژنوتیپی که در یک اقلیم خوب عمل می‌کند ممکن است در اقلیمی دیگر رشد مطلوب نداشته باشد، که این موضوع ارزیابی عملکرد ارقام گوجه‌فرنگی را در محیط‌های کشت هدف (به‌خاطر شرایط متفاوت دمایی و رطوبتی) ضروری می‌کند (Gonzalo *et al.*, 2021). در دو دهه گذشته، مطالعات مختلفی در زمینه بررسی تنوع مورفولوژیکی، ژنتیکی، برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری و هتروزیس لاین‌ها برای بهبود ارقام گوجه‌فرنگی صورت گرفته است (Hannan *et al*., 2007; Mirshamsi-Kakhki *et al*., 2008; Sekhar *et al*., 2010; Mohsenifard *et al*., 2011; Hassan *et al*., 2021). پیش‌شرط اساسی برای نیل به موفقیت در زمینه بهبود صفات مختلف، آگاهی از تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت است (Alavi-Siney & Saba, 2021). برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر، از روش‌های مختلف آماری استفاده می‌شود. تجزیه‌های چندمتغیره، از قبیل تجزیه خوشه‌ای، ابزار مفیدی برای گزینش در برنامه‌های اصلاحی و دورگ‌گیری هستند. این تجزیه به‌طور موفقیت‌آمیزی در برنامه‌های اصلاحی برای سنجش تنوع در گیاهان زراعی به‌کار گرفته شده است (Alam *et al*., 2020). پژوهش‌گران مختلف برای گروه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر از این روش استفاده کرده‌اند (Ghorbanpour, 2018; Golcheshmeh *et al*, 2022). در روش‌های آماری چندمتغیره از قبیل تجزیه کلاستر، افراد برمبنای تمامی صفات گزینش می‌گردند و در این تجزیه‌ها مطلوبیت صفات مدنظر قرار نمی‌گیرد که این موضوع باعث گمراهی اصلاح‌گران در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر خواهد شد. بنا بر این، نیاز به روشی است که بتواند این نقیصه را برطرف کند و در گزینش برترین‌ها به اصلاح‌گران کمک نماید. شاخص انتخاب ژنوتیپ برتر (SIIG) یکی از این روش‌ها است که می‌تواند علاوه بر انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، فاصله بین ژنوتیپ‌ها را هم مشخص کند. در این روش، امکان شناسایی ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات خاص وجود دارد (Zali *et al*., 2015; Zali *et al*., 2017). به‌عنوان مثال، با روش SIIG می‌توان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و زودرس را شناسایی و گزینش کرد (Zali & Barati, 2020).

روشSIIG برای بار نخست توسط زالی و همکاران (Zali *et al.,* 2015) برای ترکیب روش‌های مختلف تجزیه پایداری معرفی گردید. از روش SIIG می‌توان به‌منظور رتبه‌بندی و انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها و تعیین فواصل بین ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آن‌ها استفاده کرد. یکی از ویژگی‌های روش SIIG استفاده از شاخص‌های مختلف از قبیل صفات مورفولوژیک، صفات فیزیولوژیک و ... برای محاسبه آن است و به این‌ترتیب می‌توان کارایی گزینش را افزایش داد. از آنجائی‌که هر ژنوتیپی ممکن است از نظر یک شاخص یا صفتی برتر باشد، ولی با افزایش تعداد صفات یا شاخص‌ها، گزینش ژنوتیپ‌های مناسب سخت می‌شود. در روش SIIG، تمام شاخص‌ها و صفات به‌صورت یک شاخص بدون واحد درآمده، رتبه‌بندی و تعیین ژنوتیپ‌های برتر تسهیل می‌گردد. از جمله مزیت‌های این روش آن است که معیارها یا شاخص‌های به‌کاررفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی باشند و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند (Zali *et al*., 2015; Zali *et al*., 2017). از شاخص SIIG به‌منظور انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها با استفاده از ادغام شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی (Zali *et al*., 2017)، ادغام پارامترهای تجزیه پایداری (Najafi Mirak *et al*., 2018; Zali *et al*., 2015) و ادغام صفات مختلف مورفو–فنولوژیک (Abdollahi Hesar *et al*., 2020; Zali & Barati, 2020) استفاده شده است. هدف این مطالعه، ارزیابی ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی از طریق صفات کمی و کیفی و گزینش برترین لاین‌ها جهت معرفی رقم برای مصرف تازه‌خوری در شرایط آب و هوایی منطقه جیرفت بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال‌های زراعی ۱۴۰۰–۱۴۰۱ و ۱۴۰۱–۱۴۰۲ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی جنوب کرمان با طول جغرافیایی ″۴۹ ′۵۱ °۵۷، عرض جغرافیایی ″۰۱ ′۳۳ °۲۸ و ۶۳۵ متر ارتفاع از سطح دریا انجام گرفت. حداقل دما در زمستان در این منطقه تا ۴- درجه سانتی‌گراد و حداکثر دما در تابستان به ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسند. میانگین بارندگی سالانه در این منطقه حدود ۲۰۰ میلی‌متر است. در طی دو سال آزمایش، ده لاین امیدبخش (۷، ۸، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۹، ۳۲، ۲۲–۷، ۳۳–۴، ۳۳–۶) به‌همراه رقم کارون (شماره ۵۲) به‌عنوان شاهد با یکدیگر مقایسه شدند. رقم کارون یک رقم آزاد گرده‌افشان است و سطح زیرکشت بالایی در بین کشاورزان دارد. بذرهای لاین‌های مورد بررسی از بخش تحقیقات سبزی، صیفی و حبوبات آبی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شدند (جدول ۱).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

جدول ۱- اطلاعات ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Information of the genotypes used in the experiment

شماره No	لاین Line	منشاء/ رقم Source/Variety	کشور Country
1	T7	03-14	TAIWAN
2	T8	SD0030051	US
3	T11	SD0030051	US
4	T13	Zhongza 8	CHINA
5	T14	1-484	US
6	T15	SONIA	INDIA
7	T19	CH	IRAN
8	T32	SONIA	INDIA
9	T52	KARON	IRAN
10	T22-7	22-7	US
11	T33-4	303	US
12	T33-6	303	US

خزانه لاین‌های مورد استفاده در آزمایش در اواسط آذر در سینی‌های نشاء تهیه شد. پس از آماده‌شدن، نشاها از خزانه به زمین اصلی در اول بهمن انتقال یافتند. کشت در زمین اصلی زیر تونل‌های پلاستیکی تا اوایل اسفند صورت گرفت. بعد از اطمینان از رفع خطر سرما، پلاستیک‌ها برداشته شد و ادامه رشد در فضای آزاد صورت پذیرفت. کشت در دو طرف جوی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و با فاصله ۲ متر بین ردیف‌ها انجام شد. آبیاری به‌صورت قطره‌ای و کنترل علف‌های هرز مزرعه به‌صورت وجین دستی انجام گرفت. گیاهان طی چند مرحله از طریق آب آبیاری با کودهای کامل تغذیه شدند. صفات مختلف در طول دوره رشد تا برداشت محصول در مزرعه اندازه‌گیری شدندگرفت. صفات کیفی شامل یکنواختی، ترک خوردگی، شانه سبزی، داشتن لایه سواگر و نوع گل آذین نیز ثبت شدند. صفات تعداد گل‌آذین (از ابتدای گل‌دهی تا پایان گل‌دهی)، میزان بریکس، pH، سفتی بافت، وزن میوه، تعداد حفره، طول میوه و عرض میوه پس از برداشت در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی از زمان نشاء برای هر کرت ثبت شدند. برداشت در طی چهار مرحله انجام شد و عملکرد کل بوته از مجموع وزن میوه‌های برداشت شده در طی چهار مرحله محاسبه شد.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مشاهدات با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شدند.

محاسبه شاخص SIIG با استفاده از نرم‌افزار اکسل و به‌روش ذیل انجام شد.

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و ادغام صفات مورفوفنولوژیک از روش SIIG استفاده شد که نحوه محاسبه این شاخص به‌شرح ذیل است (Zali *et al*., 2015):

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها: با توجه به تعداد ژنوتیپ‌ها و صفات مختلف مورد بررسی، ماتریس داده‌ها به‌صورت رابطه ۱ تشکیل شد (ماتریس D).

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این ماتریس، x_{ij} مقدار ژنوتیپ iام ($i = 1, 2, \dots n$) در رابطه با صفت jام ($j = 1, 2, \dots m$) بود. به‌عبارت دیگر، ردیف‌ها را ژنوتیپ‌ها و ستون‌ها را صفات تشکیل دادند.

۲- تبدیل ماتریس داده‌های اولیه (ماتریس D) به یک ماتریس نرمال (ماتریس R): از رابطه زیر برای نرمال کردن داده‌ها (بدون واحد کردن داده‌ها) استفاده شد:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه ۲، برای نرمال نمودن داده‌ها، مقدار صفات در همه ژنوتیپ‌ها برای هر صفت به توان ۲ رسانده شد، سپس جمع و جذر گرفته شد (مخرج کسر) و در نهایت تک تک ژنوتیپ‌ها به مخرج کسر تقسیم شدند. بنابراین، بعد از نرمال نمودن داده‌های اولیه (ماتریس D)، ماتریس R به‌صورت رابطه ۳ تعریف می‌شود:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & & r_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

۳- پیداکردن ژنوتیپ برتر و ژنوتیپ غیر برتر (ضعیف) برای هر صفت (شاخص): در این مرحله، با توجه به نوع صفت و نظر محقق برای هر صفت به‌طور جداگانه، بهترین (برتر) و ضعیف‌ترین (غیر برتر) ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند. به‌عنوان مثال در مورد عملکرد، حداکثر مقدار عملکرد یک ژنوتیپ مقدار برتر و پایین‌ترین مقدار عملکرد به‌عنوان ژنوتیپ غیر برتر (ضعیف) در نظر گرفته شدند. هم‌چنین، در مورد تعداد روز تا رسیدگی (DMA)، چنانچه زودرسی ژنوتیپ‌ها مهم باشد، مقدار برتر برابر با کم‌ترین مقدار DMA و مقدار ضعیف برابر با حداکثر مقدار DMA برای ژنوتیپ‌ها هستند.

۴- محاسبه فاصله از ژنوتیپ‌های برتر(d_i^+) و ژنوتیپ‌های ضعیف (d_i^-): در این مرحله برای هر ژنوتیپ، فاصله از ژنوتیپ‌های برتر (d_i^+) و ژنوتیپ‌های ضعیف (d_i^-) به‌ترتیب با استفاده از روابط ۴ و ۵ محاسبه شد. به‌عبارت دیگر، برای محاسبه فاصله از ژنوتیپ‌های برتر (d_i^+)، با توجه به رابطه ۴، ابتدا مقادیر تمام صفات (نرمال‌شده) در یک لاین (ژنوتیپ) از مقادیر برتر برای هر صفت (که در مرحله قبل مشخص شد) کم گردیدند، سپس به توان ۲ رسانده شدند و در نهایت با هم جمع و جذر گرفته شدند. همین کار برای محاسبه فاصله از ژنوتیپ ضعیف (d_i^-) برای هر لاین انجام شد (رابطه ۵).

رابطه (۴)

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(r_{ij} - r_j^+\right)^2} \qquad i = 1, \dots, n$$

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

رابطه (۵)

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}\left(r_{ij} - r_j^-\right)^2} \qquad i = 1, \dots, n$$

در روابط فوق، r_{ij} مقدار نرمال‌شده ژنوتیپ iام ($i = 1, 2, \dots n$) در رابطه با شاخص (صفت) jام ($j = 1, 2, \dots m$) است. r_j^+ و r_j^- به‌ترتیب مقادیر نرمال شده ژنوتیپ‌های برتر و ژنوتیپ‌های ضعیف برای هر شاخص (صفت) jام ($j = 1, 2, \dots m$) هستند.

۵- محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ برتر (SIIG): در آخرین مرحله، برای محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ برتر برای هر لاین یا ژنوتیپ از رابطه ۶ استفاده شد:

رابطه (۶)

$$SIIG_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad i = 1, 2 \dots, n, \qquad 0 \le SIIG_i \le 1$$

مقدار $SIIG_i$ بین صفر تا یک تغییر می‌کند و هرچه گزینه مورد نظر به ژنوتیپ برتر نزدیک‌تر باشد مقدار $SIIG_i$ آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود. بر اساس این روش، بهترین ژنوتیپ، نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های برتر و دورترین آن از ژنوتیپ‌های ضعیف است (Zali *et al*., 2015).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در طی دو سال آزمایش نشان داد که اثر سال بر تمامی صفات موردمطالعه، به‌جز صفات تعداد حفره و وزن میوه، معنی‌دار بود. این موضوع نشان‌دهنده شرایط متفاوت در طی دو سال آزمایش و تأثیرپذیری صفات مورد مطالعه از شرایط آزمایشی است. اثر ژنوتیپ و برهمکنش ژنوتیپ در سال بر تمامی صفات مورد مطالعه، به‌جز تعداد گل‌آذین، معنی‌دار بود (جدول ۲). این نتیجه بیانگر تنوع موجود بین لاین‌های مورد آزمایش از لحاظ صفات مورد مطالعه است. پژوهشگران دیگر نیز اختلافات معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گزارش کردند (Henareh *et al*., 2015; Golcheshmeh *et al*., 2022). تنوع بین لاین‌ها می‌تواند باعث بهبود صفات در برنامه‌های اصلاحی شود و در سودمندی انتخاب مؤثر باشد (Abedini *et al*., 2016).

نتایج مقایسه میانگین صفت روز تا گلدهی آشکار کردند که لاین‌های شماره ۷، ۱۱ و ۳۲ دیرتر از همه لاین‌ها به گل رفتند و لاین‌های ۸، ۱۴، ۴-۳۳، ۶-۳۳ و ۷-۲۲ گلدهی سریعتری نسبت به سایر لاین‌ها و شاهد (رقم کارون) داشتند. مقایسه میانگین صفت روز تا رسیدگی نشان داد که میوه‌های لاین ۶-۳۳ بعد از ۹۱ روز به مرحله برداشت رسیدند که از این حیث لاین‌های شماره ۱۴، ۱۹، ۷ و ۱۳ با آن‌ها اختلافات معنی‌داری ندارند (جدول ۳). هر چند که لاین شماره ۷ گلدهی دیرتری داشت ولی از لحاظ رسیدگی در گروه ارقام زودرس قرار گرفت. از دو صفت بالا نتیجه‌گیری می‌گردد که تنها گلدهی زودهنگام مهم نیست، بلکه مهم این است که یک گیاه تا چه اندازه بتواند از ظرفیت موجود استفاده کند و میوه را به مرحله بلوغ برساند. لاین‌های شماره ۱۴ و ۶-۳۳ توانستند با توجه به گلدهی زودهنگام، زودتر به مرحله برداشت برسند.

مقایسه میانگین طول میوه نشان داد که لاین‌های شماره ۷، ۳۲ و ۴-۳۳ بیشترین طول میوه را داشتند و کمترین طول میوه به لاین ۶-۳۳ با ۳۶ میلی‌متر اختصاص داشت. رقم کارون و لاین‌های شماره ۱۴ و ۸ تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. بیشترین عرض میوه مربوط به لاین‌های شماره ۸، ۱۱، رقم کارون و ۷-۲۲ بود که لاین‌های با بیشترین طول فرم شکل کشیده داشتند و میوه‌های لاین‌های با بیشترین عرض غالباً به شکل گرد بودند. لاین شماره ۶-۳۳ دارای کمترین طول و کمترین عرض در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بود (جدول ۳). هر چند که لاین‌های دارای کمترین طول، بیشترین عرض را داشتند ولی لاین ۶-۳۳ کمترین عرض را نیز به‌خود اختصاص داد که این موضوع به‌خاطر شکل کشیده و ریزبودن میوه‌های آن است.

تعداد حفره در لاین‌های شماره ۸، ۷-۲۲، ۱۴، ۱۹ بیشترین مقدار بود و با رقم شاهد کارون اختلافی نداشتند (جدول ۳). نتایج نشان دادند که لاین‌های با عرض میوه بیشتر تعداد حفره بیشتری نسبت به لاین‌های با عرض میوه کمتر داشتند. بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تعداد حفره اختلاف معنی‌دار وجود داشت و مکان نیز این صفت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Vakili Bastam *et al*., 2023).

متوسط وزن میوه رقم کارون با ۱۳۱/۲۷ گرم بیشترین مقدار بود که از این حیث لاین‌های ۸ و ۱۱ به‌ترتیب با ۱۲۵/۷۸ و ۱۲۷/۷۳ گرم اختلاف معنی‌داری با آن نداشتند. کمترین وزن میوه به لاین ۶-۳۳ با مقدار ۵۵/۳۸ گرم اختصاص داشت (جدول ۳). وزن میوه یکی از اجزای اصلی تعیین عملکرد در واحد سطح در گیاه گوجه‌فرنگی است و در گزینش ژنوتیپ‌های برتر در برنامه‌های اصلاحی نقش مهمی را ایفا می‌کند (Henareh *et al*., 2015; GolCheshmeh *et al*., 2022). از ویژگی‌های مهم دیگر در انتخاب لاین‌های برتر، سفتی میوه و قدرت ماندگاری در زمان حمل و نقل است که در این آزمایش لاین شماره ۴-۳۳ از این لحاظ برترین لاین بود و لاین ۷-۲۲ کمترین مقدار را به‌خود اختصاص داد. لاین‌های ۶-۳۳، ۳۲، ۱۴ و ۷ در رتبه دوم از لحاظ سفتی میوه قرار گرفتند (جدول ۳). بنابراین، اگر این لاین‌ها سایر ویژگی‌های لاین‌های برتر را داشته باشند گزینه مناسبی برای صادرات محسوب می‌شوند. پژوهشگران دیگر نیز اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفت را گزارش کرده‌اند و از این صفت به‌عنوان یک شاخص مهم برای گزینش استفاده نموده‌اند (Rahaii *et al*., 2016; Nezami *et al*., 2022). میزان pH لاین ۱۱ کمترین مقدار را به‌خود اختصاص داد (۴/۲) و لاین‌های ۳۲، ۱۹، ۱۴، ۴-۳۳ بیشترین مقادیر pH را داشتند (جدول ۳). از لحاظ میزان کل مواد جامد محلول در آب، لاین‌های شماره ۳۲، ۴-۳۳، ۷، ۱۴ بیشترین مقدار را داشتند و اختلافات معنی‌داری با رقم کارون نداشتند. کمترین مقدار بریکس به لاین ۷-۲۲ اختصاص داشت (جدول۳). لاین‌های دارای بالاترین بریکس امتیاز بالایی در گزینش برترین‌ها دارند (Henareh *et al*., 2015).

در نهایت، نتایج نشان دادند که عملکرد لاین شماره ۸ با متوسط ۳/۲۹ کیلوگرم در هر بوته بیشترین مقدار بود و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

کمترین مقدار از لحاظ این صفت به لاین‌های ۶-۳۳ و ۷-۲۲ اختصـــاص داشـــت (جدول۳). علت پایین‌بودن عملکرد لاین ۳۳-۶ اندازه کوچک میوه‌های آن اســـت و برخلاف این لاین، لاین شماره ۸ به‌علت داشتن میوه‌های درشت بالاترین مقدار را به‌خود اختصاص داد. بنابراین، اندازه میوه در گوجه‌فرنگی در عملکرد نهایی در واحد ســـطح تاثیر بســـیار بالایی دارد. از آنجائی‌که عملکرد یک صـفت کمّی اسـت و بسـیار تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد، بنابراین در گزینش‌ها باید از صـــفاتی اسـتفاده کرد که کمتر تحت تأثیر محیط باشـند و همبسـتگی بالایی با عملکرد داشـته باشـند (Henareh *et al*., 2015; Rahaii *et al*., 2016).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در طی دو سال آزمایش در منطقه جیرفت
Table 2. Compound variance analysis of the studied traits during two experimental years in the Jiroft region

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	روز تا گلدهی DFL	روز تا رسیدگی DMA	تعداد گل آذین NI	طول میوه FL	عرض میوه FWI	تعداد حفره NL	وزن میوه FWE	سفتی بافت Firmness	pH	بریکس Brix	عملکرد Yield
سال Year	1	17672.72**	12191.05**	6264.38**	17031.95**	13763.63**	0.02ns	277.49ns	1.45**	0.06**	9.23**	85.92**
تکرارهای داخل سال Year (R)	4	1.62	2.89	236.06	1.59	1.08	0.42	53.52	0.02	0.001	0.22	0.22
ژنوتیپ Genotype	10	101.31**	18.04**	136.73ns	171.12**	123.60**	4.67**	2637.64**	0.11**	0.04**	0.43**	0.91**
ژنوتیپ در سال Genotype × Year	10	54.43**	10.81**	135.15ns	22.98**	49.49**	1.95**	561.95**	0.03**	0.02**	0.50**	1.45**
خطا Error	40	8.14	2.06	93.83	7.61	3.82	0.24	92.17	0.004	0.005	0.06	0.18
ضریب تغییرات CV%	-	7.03	1.53	33.18	6.23	4.77	14.53	8.94	7.97	1.66	5.16	16.84

ns و ** : به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns and **: non-significant and significant at 0.01 probability levels, respectively.
DFL: Days to flowering; DMA: Days to maturity; NI: Number of inflorescence; FL: Fruit length; FWI: Fruit width; NL: Number of locules; FWE: Fruit weight

جدول ۳- مقایسه میانگین لاین‌های گوجه‌فرنگی برای صفات مورد مطالعه در منطقه جیرفت بر اساس میانگین دو سال آزمایش
Table 3. Mean comparisons of tomato lines for studied traits in Jiroft based on the average of two experimental years

ژنوتیپ Genotype	روز تا گلدهی DFL	روز تا رسیدگی DMA	تعداد گل آذین NI	طول میوه (میلی‌متر) FL (mm)	عرض میوه (میلی‌متر) FWI (mm)	تعداد حفره NL
7	46.17a	92.17cd	29.33a	53.05a	37.68c	2d
8	35.17f	93.5bc	28.17a	39.47cd	46a	4.33a
11	45.67ab	97.5a	31.17a	40.08cd	45.85a	3.67bc
13	42.5bc	93.17bcd	28.83a	46.12bc	39.77bc	3.17c
14	36.67ef	92.5cd	24.5a	41.98cd	41.83b	4ab
19	41.67cd	92.5cd	21.33a	45.9bc	38.17c	4.17ab
32	46.17a	92.5cd	24.33a	50.07a	38.5c	3.17c
کارون Karoon	40cde	94.83b	37.17a	41.27cd	46.78a	4.33a
22-7	38.33def	94.83b	33.5a	41.75cd	45.2a	3.83ab
33-4	37.17ef	94.83b	28.00a	51.07a	37.62c	2.5d
33-6	36.83ef	91.5d	34.83a	36.46d	32.78d	2d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
The means with common letters in each column are not significantly different from each other.
DFL: Days to flowering; DMA: Days to maturity; NI: Number of inflorescence; FL: Fruit length; FWI: Fruit width; NL: Number of locules

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین لاین‌های گوجه‌فرنگی برای صفات مورد مطالعه در منطقه جیرفت بر اساس میانگین دو سال آزمایش
Continued Table 3. Mean comparisons of tomato lines for studied traits in Jiroft based on the average of two experimental years

ژنوتیپ Genotype	وزن میوه (گرم) FEW (g)	سفتی بافت Firmness	pH	بریکس Brix	عملکرد (کیلوگرم/بوته) Yield (kg/plant)
7	106.21cde	0.9b	4.32b	4.85abc	2.32cd
8	125.78ab	0.65ef	4.23bc	4.61bcd	3.29a
11	127.73ab	0.77d	4.2c	4.45de	2.66bc
13	109.42cd	0.68e	4.3b	4.59cd	2.67bc
14	110.61cd	0.92b	4.41a	4.92abc	2.56bc
19	99.29de	0.79cd	4.43a	4.5de	2.41bcd
32	103.9de	0.86bc	4.43a	5.05a	2.9ab
کارون Karoon	131.27a	0.77d	4.27bc	5.03a	2.48bcd
22-7	117.53bc	0.58f	4.25bc	4.26e	1.95d
33-4	94.25e	1.05a	4.41a	4.92ab	2.67bc
33-6	55.38f	0.92b	4.29bc	4.48de	1.95d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
The means with common letters in each column are not significantly different from each other.
FWE: Fruit weight

صفات کیفی نیز در گزینش لاین‌ها تأثیرگذار هستند. همان طور که نتایج جدول ۴ نشـــان می‌دهند، رقم کارون به‌دلیل ترک‌خوردگی در میوه‌ها، و لاین شماره ۷ به‌دلیل نداشتن لایه سـواگر و عدم وجود یکنواختی مناســـب گزینش نیســـتند. لاین‌های شـــماره ۳۲ و ۴-۳۳ دارای گل‌آذین از نوع مرکب بودند که یک ویژگی مثبت برای این ارقام محسوب می‌گردد.

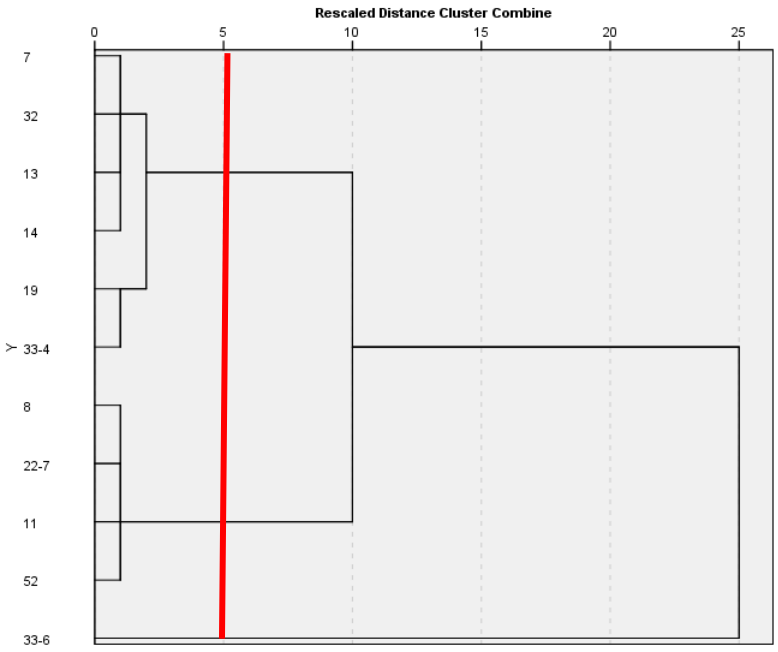
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

جدول ۴- اطلاعات توصیفی ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی مورد استفاده
Table 4. The descriptive information of the experimental tomato genotypes

ژنوتیپ Genotype	نوع گل‌آذین Type of inflorescence	شانه سبزی Green shoulders	ترک خوردگی Growth crack	لایه سواگر Abscission layer	یکنواختی Uniformity
7	ساده Simple	ندارد No	ندارد No	ندارد No	ندارد No
8	ساده Simple	ندارد No	ندارد No	دارد Yes	دارد Yes
11	ساده Simple	ندارد No	ندارد No	دارد Yes	دارد Yes
13	ساده Simple	ندارد No	ندارد No	دارد Yes	دارد Yes
14	ساده Simple	ندارد No	ندارد No	دارد Yes	دارد Yes
19	ساده Simple	ندارد No	ندارد No	دارد Yes	ندارد No
32	مرکب Compound	ندارد No	ندارد No	دارد Yes	دارد Yes
کارون Karoon	ساده Simple	ندارد No	دارد Yes	دارد Yes	دارد Yes
22-7	ساده Simple	ندارد No	ندارد No	ندارد No	دارد Yes
33-4	مرکب Compound	ندارد No	ندارد No	ندارد No	دارد Yes
33-6	ساده Simple	ندارد No	ندارد No	ندارد No	دارد Yes

تجزیه کلاستر

روش تجزیه کلاستر برای گروه‌بندی صفات از طریق کلیه صفات مورد مطالعه به‌کار گرفته شد. نتایج تجزیه کلاستر به‌روش وارد نشان دادند که لاین‌ها در چهار گروه قرار گرفتند. گروه یک شامل لاین‌های شماره ۷، ۳۲، ۱۳ و ۱۴ گروه دو شامل لاین‌های شماره ۱۹ و ۴-۳۳، گروه سه شامل لاین‌های ۸، ۱۱، ۲۲-۷ و رقم کارون هستند و لاین شماره ۶-۳۳ به‌تنهایی در گروه چهار قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر به روش وارد بر اساس صفات مورد مطالعه
Figure 1. The cluster analysis Dandrogram through the Ward method based on the studied traits

جدول ۵- تجزیه واریانس چندمتغیره صفات مورد مطالعه برای تائید نتایج گروه‌بندی
Table 5. Multivariate analysis of the variance of studied traits for verifying grouping results under normal conditions

P value	F	مقدار Value	درجه آزادی اشتباه Error df	درجه آزادی تیمار Treatment df	آزمون Test
0.011	4.62	2.75	9	3	Pillai
0.001	94.11	0.00	3	3	Wilks lambda
0.000	111095.99	259223.97	318	3	Roy's largest root

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

جدول ۶- مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس میانگین صفات در هر گروه
Table 6. The comparison of the mean of groups obtained from cluster analysis based on the average of traits in each group

میانگین گروه‌ها Average of groups											
عملکرد (کیلوگرم/بوته) Yield (kg/plant)	بریکس Brix	pH	سفتی بافت Firmness	وزن میوه (گرم) FEW (g)	تعداد حفره NL	عرض میوه (میلی‌متر) FWI (mm)	طول میوه (میلی‌متر) FL (mm)	تعداد گل آذین NI	روز تا رسیدگی DMA	روز تا گلدهی DFL	تعداد لاین‌ها Number of Lines	گروه Cluster
2.49a	4.86a	4.35a	0.85ab	108.13 b	3.00ab	39.55b	47.37a	29.54a	92.96a	42.92a	4	1
2.54a	4.71a	4.42a	0.93a	96.77c	3.33ab	37.89b	48.48a	24.67a	93.67a	39.42a	2	2
2.72a	4.58a	4.25a	0.68b	124.98 a	4.13a	45.85a	41.08b	29.71a	94.79a	39.75a	4	3
1.95a	4.48a	4.29a	0.91ab	55.38d	2.00b	32.78c	36.46b	34.83a	91.50a	36.83a	1	4

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
The means with common letters in each column are not significantly different from each other.
DFL: Days to flowering; DMA: Days to maturity; NI: Number of inflorescence; FL: Fruit length; FWI: Fruit width; NL: Number of locules; FWE: Fruit weight

جدول ۷- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی بر اساس شاخص SIIG
Table 7. Tomato genotype grouping based on the SIIG index

SIIG	0.8≤SIIG<0.9	0.7≤SIIG<0.8	0.6≤SIIG<0.7	0.5≤SIIG<0.6	0.4≤SIIG<0.5	0.3≤SIIG<0.4	0.2≤SIIG<0.3	0.1≤SIIG<0.2
گروه Group	1	2	3	4	5	6	7	8
تعداد ژنوتیپ‌ها Number of genotypes	0	0	3	3	4	1	0	0

برای تأیید نتایج تجزیه کلاستر و بررسی این که آیا نقطه برش به‌درستی انتخاب شده است، تجزیه واریانس چندمتغیره انجام شد. به این منظور، هر گروه به‌عنوان یک تیمار و ژنوتیپ‌های داخل هر گروه به‌عنوان تکرار برای آن تیمار در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس چندمتغیره اختلاف معنی‌داری را بین گروه‌ها نشان دادند (جدول ۵) و ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌های جداگانه از لحاظ صفات طول میوه، عرض میوه، تعداد حفره، وزن میوه و سفتی بافت اختلافات کاملاً معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۶). بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای و مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای، می‌توان این‌گونه بیان کرد که ژنوتیپ‌های گروه سه (لاین‌های شماره ۸، ۷-۲۲، ۱۱ و رقم شاهد کارون) به‌عنوان برترین ژنوتیپ‌ها گزینش گردند. چنانچه بخواهیم والدینی از این جمعیت برای تلاقی‌ها گزینش کنیم از گروه سه و چهار که بیشترین فاصله را دارند انتخاب می‌کنیم تا امکان حصول حداکثر واریانس ژنتیکی و صفات مطلوب مخصوصاً عملکرد فراهم شود (Alavi-Siney & Saba, 2015).

به‌منظور انتخاب برترین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه به‌طور همزمان، از شاخص SIIG استفاده شد (Zali *et al*., 2015). از آن‌جایی‌که میزان تغییرات این شاخص بین صفر تا یک متغیر است، هرچه مقدار SIIG برای ژنوتیپی به یک نزدیک‌تر باشد، آن ژنوتیپ از مطلوبیت بالاتری از لحاظ صفات مورد مطالعه برخوردار است و هرچه مقدار SIIG برای لاینی به صفر نزدیکتر باشد، از نظر صفات مورد بررسی از مطلوبیت کمتری برخوردار خواهد بود (Zali *et al*., 2017; Nazari *et al*., 2023). طبق گروه‌بندی لاین‌های مورد بررسی گوجه‌فرنگی بر اساس شاخص SIIG، تعداد لاین‌های قرارگرفته از گروه ۱ تا ۸ به‌ترتیب ۰، ۰، ۳، ۳، ۴، ۱، ۰ و ۰ لاین هستند (جدول ۶). با توجه به گروه‌بندی انجام‌شده و کاهش مقدار شاخص SIIG از گروه ۱ به گروه ۸، لاین‌های گروه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ را به‌علت داشتن شاخص SIIG بالای ۰/۵ می‌توان به‌عنوان لاین‌های برتر انتخاب نمود. لاین‌های ۴-۳۳، ۷، ۵۲، ۱۱، ۱۳ و ۸ به‌خاطر شاخص بالای SIIG (مقدار شاخص بین ۰/۵ تا ۰/۹) در گروه ۳ و ۴ قرار گرفتند (جدول ۶) و به‌عنوان برترین لاین‌ها گزینش می‌گردند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تجزیه واریانس مرکب اختلافات معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها نشان دادند که نشان‌دهنده تنوع لازم برای گزینش برترین لاین‌ها است. باتوجه به تجزیه‌های انجام شده و مقایسه آن‌ها، می‌توان بیان کرد که در روش مقایسه میانگین چون صفات به‌صورت تک تک مقایسه می‌گردند نمی‌توان برمبنای همه صفات اقدام به گزینش برترین‌ها نمود. چنانچه گزینش تنها برمبنای عملکرد صورت گیرد در گروه برتر دو لاین شماره ۸ و ۳۲ قرار می‌گیرند. گروه‌بندی بر اساس تجزیه کلاستر در گروه برتر، چهار لاین با شماره ۸، ۷-۲۲، ۱۱ و رقم کارون را قرار داد. گروه‌بندی لاین‌های گوجه‌فرنگی بر مبنای شاخص SIIG، شش لاین را در گروه برتر قرار داد. برتری روش SIIG نسبت به سایر روش‌ها، گروه‌بندی لاین‌ها بر اساس مطلوبیت صفات است (به‌طور مثال، میانگین‌های کم ژنوتیپ‌ها در صفات روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی مطلوب هستند). بنابراین، لاین‌های گزینش شده از طریق شاخص SIIG به‌عنوان لاین‌های برتر با در نظر گرفتن تمامی صفات در منطقه جنوب کرمان معرفی می‌گردند. با توجه به این‌که روش SIIG تنها صفات کمّی را در نظر می‌گیرد و صفات غیرپارامتری در این گزینش دخیل نیستند، اشاره می‌گردد که رقم کارون به‌دلیل ترک‌خوردگی میوه‌ها و لاین شماره ۷ به‌دلیل عدم وجود یکنواختی و نداشتن لایه سواگر، برای گزینش در شرایط جنوب کرمان مطلوب نیستند. بنابراین، با توجه به جمیع جهات، لاین‌های شماره ۴-۳۳، ۱۱، ۱۳ و ۸ به‌عنوان لاین‌های برتر در شرایط جیرفت گزینش می‌گردند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

References

Abdollahi Hesar, A., Sofalian, O., Alizadeh, B., Asghari, A., & Zali, H. (2020). Evaluation of some autumn canola genotypes based on agronomy traits and SIIG index. *Journal of Crop Breeding*, 12(34), 93-104. [In Persian]

Abedini S., MohammadiNejad G., & Nakhoda, B. (2016). Evaluation of agronomics traits and yield potential diversity inbreed wheat inbred lines *Triticum aestivum* L. derived from Roshan×Falat cultivar. *Journal of Crop Breeding*, 8(20), 1-10. [In Persian]

Alam, M. S., Hossain, S., Ali, M. A., Hossain, M. G., & Islam, M. F. (2020). Assessment of genetic divergence in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) through clustering and principal component analysis. *Journal of Agricultural Science & Engineering Innovation*, 1(1),10-14.

Alavi−Siney, S. M. & Saba, J. (2015). Analysis of yield and yield components traits in twenty bread wheat genotypes under dryland conditions. *Philippine Journal of Crop Science*, 40(2), 78-87.

Alavi-Siney, S. M., & Saba, J. (2021). Investigation of the relationship between SSR markers and agronomic traits in saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, *4*(Special Issue - Recent Advances in Saffron), 79-88.

Alda, L. M., Gogoasa, I., Bordean, D. M., Gergen, I., Alda, S., Moldovan, C., & Nita, L. (2009). Lycopene content of tomatoes and tomato products. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 15(4), 540–542.

Asfaw, D. W. (2021). Analysis of technical efficiency of smallholder tomato producers in Asaita district, Afar National Regional State, Ethiopia. *PLoS One*, 16(9), e0257366.

EL-Mansy, A. B., Abd El-Moneim, D., ALshamrani, S. M., Safhi, F.A., Abdein, M. A., & Ibrahim, A. A. (2021). Genetic Diversity Analysis of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) with Morphological, Cytological, and Molecular Markers under Heat Stress. *Horticulturae*, 7(4), 65.

F.A.O. (2023). Available at https://www. fao. org/faostat/en/#data/QCL.

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]

GolCheshmeh, S., Kiani, G., KazemiTabar, S.K., & Navabpour, S. (2022). Investigation of Morphological Diversity and Evaluation of Tomato Lines Yield Using Multivariate Statistical Analysis. *Journal of Horticultural Science*, 6(2), 415-427. [In Persian]

Gonzalo, M. J., Nájera, I., Baixauli, C., Gil, D., Montoro, T., Soriano, V., ... & Monforte, A. J. (2021). Identification of tomato accessions as source of new genes for improving heat tolerance: From controlled experiments to field. *BMC Plant Biology,* 21(1), 345.

Hannan, M. M., Ahmed, M. B., Roy, U. K., Razvy, M. A., Haydar, A., Rahman, M. A., Islam, M. A., & Islam, R. (2007). Heterosis, combining ability and genetics for Brix%, days to first fruit ripening and yield in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Middle-East Journal of Scientific Research*, 2(3), 128-131.

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.

Henareh, M., Dursun, A., & Abdollahi Mandoulakani, B. (2015). The Correlation between traits and path analysis of yield in tomato. *Journal of Applied Crop Breeding*, 3(2), 163-176.

Martí, R., Leiva-Brondo, M., Lahoz, I., Campillo, C., Cebolla-Cornejo, J., & Roselló, S. (2018). Polyphenol and L-ascorbic acid content in tomato as influenced by high lycopene genotypes and organic farming at different environments. *Food Chemistry*, 239, 148–156.

Ministry of Agricultural-Jihad (MAJ). (2022). Communications and information technology center. Available at Web site http://amar.maj.ir/ Portal/ Home/ Default.aspx? CategoryID= 117564e0-507c-4565-9659-fbabfb4acb9b. [In Persian]

Mirshamsi-Kakhki, A., Farsi, M., Shahriari Ahmadi, F., & Nemati, H. (2008). Use of random amplified polymorphic DNA markers to estimate heterosis and combining ability in tomato hybrids. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(4), 499-507.

Mohsenifard, E., Farsi, M., Nemati, H. & Malekzade, K. (2011). An SSR-based assessment of genetic diversity in 16 Tomato (*Lycopersicon esculentum*) lines and it's correlation with heterosis. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42(2), 185-192. [In Persian]

Najafi Mirak, T., Dastfal, M., Andarzian, B., Farzadi, H., Bahari, M., & Zali, H. (2018). Stability analysis of grain yield of durum wheat promising lines in warm and dry areas using parametric and non-parametric methods. *Journal of Crop Production and Processing*, 8(2), 79-96. [In Persian]

Nezami, S., Nemati, S. H., Aroiee, H., & Kafi, M. (2022). Half diallel analysis of related traits to yield and fruit quality in tomato lines. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *52*(4), 1011-1025. [In Persian]

Nazary, H., Rostaii, M., & Alavi Siney, S. M. (2023). Selection of superior bread wheat lines under rainfed condition of Zanjan based on moroho-phenological traits. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *16*(2), 547-560. [In Persian]

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]

Rahaii, J., Hassanpour Asil, M., Samizadeh Lahiji, H., & Onsinejad, R. (2016). Investigation the relationship between fruit morphologic characteristics and quality in tomato lines via correlation coefficients and path analysis. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *47*(2), 233-245. [In Persian]

Rehman, F., Saeed, A., Yaseen, M., Shakeel, A., Ziaf, K., Munir, H., Tariq, S. A., Raza, M. A., & Riaz, A. (2019). Genetic evaluation and characterization using cluster heat map to assess NaCl tolerance in tomato germplasm at the seedling stage. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79(1), 56–65.

Sekhar L., Prakash, B.G., Salimath, P.M., Hiremath, P., 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.

Siddiqui, M. H., Alamri, S., Alsubaie, Q. D., Ali, H. M., Khan, M. N., Al-Ghamdi, A., Ibrahim, A. A., & Alsadon, A. (2020**).** Exogenous nitric oxide alleviates sulfur deficiency-induced oxidative damage in tomato seedlings. *Nitric Oxide*, *94*, 95–107.

Vakili Bastam, S., Ahmadi Och Tappe, H., Bohlul, H., Shameli, S., Mohammadnia, K., & Ghasemi, J. (2023). Adaptation Evaluation and Quantitative and Qualitative Comparison of New Hybrid Tomato (Solanum lycopersicum) Genotypes in the Farms of Golestan Province. *Journal of Crop Production and Processing*, 13(2), 57-72. [In Persian]

Zali, H. & Barati, A. (2020). Evaluation of selection index of ideal genotype (SIIG) in other to selection of barley promising lines with high yield and desirable agronomy traits. *Jouranl of Crop Breeding*, 12(34), 93-104. [In Persian]

Zali, H., Sofalian, O., Hasanloo, T., Asghari, A. & Zeinalabedini, M. (2017). Appropriate strategies for selection of drought tolerant genotypes in canola. *Jouranl of Crop Breeding*, 78(20), 77-90. [In Persian]

Zali, H., Sofalian, O., Hasanloo, T., Asghari, A. & Hoseini, S. M. (2015). Appraising of drought tolerance relying on stability analysis indices in canola genotypes simultaneously, using selection index of ideal genotype (SIIG) technique: Introduction of new method. *Biological Forum - An International Journal*, 7(2), 703-711.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.61186/jcb.2024.1568]