



## "مقاله پژوهشی"

# وراثت‌پذیری صفات مرتبط با میوه و برآورد اثر دانه‌گرده بر میوه‌بندی برخی توده‌های گوجه‌فرنگی (*Solanum esculentum* Mill.)

قربان‌نظر فرود<sup>۱</sup>، سیدجواد موسوی‌زاده<sup>۲</sup>، وحید اکبرپور<sup>۳</sup> و کامبیز مشایخی<sup>۴</sup>

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

۳- استادیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران  
۴- دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۹

صفحه: ۷۷ تا ۸۶

### چکیده

در این تحقیق، وراثت‌پذیری صفات مرتبط با میوه ۱۵ توده گوجه‌فرنگی ایران (ارومیه، گرگان، کفشگیری، ساری، رشت، کردستان، کرمانشاه، سمنان، شاهرود، زنجان، ورامین، اسفراین، نیشابور، سیرجان، همدان) و همچنین اثر منبع دانه‌گرده برخی توده‌ها بر میوه‌بندی گوجه‌فرنگی در شهرستان کلاله استان گلستان در سال ۹۸ مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۵ جمعیت در سه تکرار (پنج گیاه برای هر جمعیت) اجرا شد. پس از گرده‌افشانی، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، تعداد حجره و تعداد بذر مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی، محیطی و توارث‌پذیری عمومی صفات نیز محاسبه گردید. نتایج نشان داد که صفات وزن میوه، طول میوه و تعداد حجره به ترتیب با مقادیر ۲۰۰ گرم، ۸/۸۳ میلی‌متر و ۱۲ عدد در توده ورامین بیشترین مقدار را دارد. در توده کرمانشاه بیشترین تعداد بذر میوه با ۳۲۳ عدد در هر میوه ثبت شد. توده کفشگیری، با طول ۳/۳۳ میلی‌متر و وزن میوه ۹/۱۷ گرم، به عنوان یکی از کوچک‌ترین میوه‌ها می‌باشد. صفات وزن میوه، طول میوه، تعداد حجره و تعداد بذر دارای وراثت‌پذیری بالایی از ۸۸ تا ۹۲ درصد بودند. در همه صفات مورد مطالعه ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر از ضریب تنوع فنوتیپی بود که نشان‌دهنده تأثیر کمتر عوامل محیطی بر این صفات بود. همچنین نتایج نشان داد که میوه‌های حاصل از تلاقی توده‌های مختلف (نتایج حاصل از دگرگشتی) کمترین مقدار وزن میوه و تعداد بذر دارا بودند و نتایج حاصل از خودگشتی مقدار بیشتری را داشتند و لیکن دانه‌گرده غیر خودی بر طول میوه و تعداد حجره تأثیری نداشته است. از نتایج تحقیق حاضر می‌توان استنباط کرد که نوع دانه‌گرده می‌تواند بر خصوصیات کمی بذر و میوه گوجه‌فرنگی تأثیرگذار باشد بطوریکه اکثر صفات در حالت دگرگشتی به‌طور معنی‌داری دارای مقادیر کمتری نسبت به حالت خودگشتی بودند. بنابراین به منظور افزایش راندمان تولید در این گیاه، گرده‌افشانی با دانه‌گرده خودی قابل توجه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تلاقی، توارث‌پذیری عمومی، دانه‌گرده، دگرگشتی، خودگشتی

### مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Solanum esculentum* Mill. از خانواده بادنجانیان (Solanaceae) است که به صورت خام یا فرآوری مصرف می‌شود. خاستگاه گوجه‌فرنگی آمریکای جنوبی می‌باشد. گوجه‌فرنگی در اوایل قرن نوزدهم در خاورمیانه گسترش یافت. گوجه‌فرنگی دارای انواع ویتامین‌ها، اسیدهای مفید، کاروتن، قند و املاح معدنی است و به این خاطر نقش مهمی در سلامت انسان ایفا می‌کند (۱۲). بررسی سهم ایران از تولید جهانی گوجه‌فرنگی نشان می‌دهد که دست کم طی ۱۰ سال گذشته ایران همواره به عنوان یکی از هشت کشور عمده تولیدکننده گوجه‌فرنگی بوده است تا جایی که میزان تولید این محصول در سال ۲۰۱۹ به حدود ۵/۲۵ میلیون تن افزایش یافته و توانسته مقام هفتم تولید جهانی را به خود اختصاص دهد (۵).

گوجه‌فرنگی گیاهی خودگشن است اما درجه مشخصی از دگرگرده‌افشانی دارد که عمدتاً توسط زنبورها صورت می‌گیرد که مقدار آن از ۱ تا ۴۷ درصد متفاوت است و بستگی به محل رشد این گیاه دارد اما تحت تأثیر دما نیز، ممکن است درصدی

دگرگشتی هم نشان دهد بطوری که با افزایش دما طول مادگی افزایش یافته و دگرگشتی صورت می‌گیرد (۱۲). برای انجام یک فرایند تولید مثلی موفق، باید دانه‌های گرده کافی به سطح کلاله منتقل شوند و لوله‌گرده تولید شده بتوانند بطور کامل در مادگی رشد کرده و تخمک‌ها را تلقیح نمایند. هر گونه تغییر در هر یک از این موارد، می‌تواند تولید میوه را دچار اختلال نماید (۱۷). دمای بالا در روز قبل از شکوفایی بساک، توانایی زیست‌دانه‌های گرده را به شدت کاهش می‌دهد. در گرده‌افشانی، زنده بودن تخمک‌ها و رشد لوله‌گرده به منظور انجام لقاح ضرورت دارد (۷). اگر نوع گرده در آندوسپرم و جنین دانه تأثیر داشته باشد، این پدیده را ردگذاری<sup>۱</sup> و اگر در کیفیت فرابری میوه موثر باشد آن را فرا ردگذاری<sup>۲</sup> می‌نامند. اثر زنیایک اثر مستقیم است که خصوصیات مشخصی از جمله شکل و اندازه بذر را کنترل می‌کند (۱). انجام گرده‌افشانی جهت تولید عملکرد مطلوب ضروری می‌باشد. نوع رقم، شرایط آب و هوایی، آبیاری، حاصلخیزی خاک و افات و بیماری‌ها از جمله عواملی هستند که روی عملکرد نهایی محصول تأثیر می‌گذارند. تلقیح ناقص

احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد (۸). بنابراین با وجود تنوع فراوان جمعیت‌های وحشی و خودروی گوجه‌فرنگی که در ایران یافت می‌شوند می‌توان از آن‌ها در جهت گزینش ارقام با کیفیت بالا و تولید دورگه‌های مطلوب بهره‌برد (۲۴،۲۲).

انتخاب یکی از روش‌های اصلاحی در گیاهان است که به وراثت‌پذیری صفات و نحوه انتخاب بستگی دارد. وراثت‌پذیری به دو حالت عمومی و خصوصی تفکیک می‌گردد. نسبت واریانس ژنتیکی به واریانس فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی نامیده می‌شود. وراثت‌پذیری خصوصی، نسبت واریانس افزایشی به واریانس فنوتیپی تعریف می‌شود (۴). از طریق وراثت‌پذیری می‌توان نحوه پاسخ به انتخاب را در نسل بعد پیش‌بینی کرد. آگاهی از نحوه وراثت و وراثت‌پذیری صفات در انتخاب روش اصلاحی مناسب و صفات برتر برای برنامه‌های اصلاحی بسیار مهم می‌باشد (۲۶،۱۹).

اهداف پژوهش حاضر بررسی میوه‌بندی ۱۵ توده مختلف گوجه‌فرنگی ایران، وراثت‌پذیری صفات مرتبط با میوه و همچنین اثر نوع دانه‌گرده بر میوه‌گوجه‌فرنگی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### ویژگی‌های جغرافیایی محل انجام آزمایش

این پژوهش در مزرعه‌ای با مختصات عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۵ دقیقه و ۱۴ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳۳ دقیقه و ۴۵ ثانیه شرقی واقع در روستای اجن سنگرلی از توابع بخش مرکزی شهرستان کلاله در استان گلستان در سال ۱۳۹۸ انجام پذیرفت. شهرستان کلاله از زمستان‌های نسبتاً سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و مرطوب برخوردار است که میانگین درجه حرارت در این شهرستان در طول سال حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالیانه حدود ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد (جدول ۱). شهرستان کلاله از شرق به خراسان شمالی، از غرب با شهرستان گنبد، از شمال با شهرستان مراوه تپه و از جنوب با شهرستان گالیکش هم‌مرز می‌باشد.

گل‌های گوجه‌فرنگی نیز سبب تشکیل بذره‌های غیریکنواخت می‌گردد که منجر به تشکیل میوه‌های بدشکل و با کیفیت پایین می‌شود (۲۵،۱۲).

ارقام اولیه‌ی گوجه‌فرنگی هنوز در بسیاری از نقاط کشور به صورت وحشی رشد می‌کنند. این ارقام به صورت خودرو جوانه زده، رشد کرده و میوه‌های کوچک تشکیل می‌دهند که از نظر ظاهری دارای انواع ویژگی‌های ارقام اصلاح شده‌ی امروزی می‌باشند. به نظر می‌رسد به مرور زمان انواع امروزی از این نوع گوجه‌فرنگی‌های خودرو بوجود آمده‌اند (۲۳). از آنجائی که کاهش تنوع ژنتیکی در گیاهان در مقایسه با خویشاوندان وحشی آن‌ها محسوس است، یک راه افزایش میزان تنوع ژنتیکی و نیز بهبود پتانسیل واریته‌های زراعی، بهره‌گیری از ژرم‌پلاس‌م گونه‌های وحشی یا جمعیت‌های محلی است که بصورت خودرو در مناطق مختلف رشد می‌کنند. به دلیل بی‌توجهی به مسائل به‌هنگامی و به ویژه تولید بذر دورگه گوجه‌فرنگی در داخل کشور، هم‌اکنون عمده‌بذر مصرفی کشاورزان از خارج وارد می‌گردد. لذا با توجه به اهمیت این محصول و لزوم افزایش عملکرد در واحد سطح، تولید رقم‌های اصلاح شده با خواص کیفی بالا و نیز فراهم آوردن مواد اصلاحی برای پروژه‌های اصلاحی ضروری به نظر می‌رسد (۱۴). توده‌های بومی به ارقامی گفته می‌شود که تحت تاثیر انتخاب طبیعی به شرایط محیطی منطقه‌ای که در آن قرار دارد سازگار شده 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 بهره‌برد. راه رسیدن به چنین هدفی، شناسایی و جمع‌آوری توده‌های بومی و شناخت ویژگی‌های آن‌ها از طریق بررسی و ثبت مشخصات و ارزیابی آن‌ها است (۱۱). بسیاری از محققین با بررسی صفات مختلف کمی و کیفی میوه در بین ارقام مورد مطالعه گوجه‌فرنگی، تفاوت معنی‌داری گزارش کردند که حاکی از متغیر بودن و تنوع بالای این صفات در بین ارقام می‌باشد (۲۳). همچنین در تحقیقی گزارش شده است که بین ۹۷ جمعیت گوجه‌فرنگی ارومیه و قسمتی از ترکیه از نظر صفات مورفولوژیکی در سطح

جدول ۱- پارامترهای هواشناسی شهرستان کلاله (استان گلستان) مربوط به زمان اجرای طرح در سال ۱۳۹۸  
Table 1. Meteorological parameters of Kalaleh city (Golestan province) related to the time of project implementation in 2019

پارامترهای جوی	تاریخ	دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	میزان بارندگی (میلی متر)	مجموع ساعت آفتابی (ساعت)	مجموع میزان تبخیر (میلی متر)
میانگین حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۳/۱	۹/۹	۶۸	۲۷/۱	۲۴۷/۱	۱۴۲/۹
میانگین حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۹/۶	۲۲/۸	۵۷	۳۴/۵	۲۹۸/۶	۲۳۰/۷
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۲/۲	۲۲/۸	۶۳	۳۴/۴	۲۷۳/۳	۲۴۸
میانگین رطوبت نسبی هوا (درصد)	۲۸/۳	۲۸/۳	۶۳	۲۸/۳	۲۹/۵	۲۷/۱
مجموع میزان بارندگی (میلی متر)	۲۳/۳	۲۳/۳	۲۸	۲۳/۳	۲۳/۳	۲۳/۳
مجموع ساعت آفتابی (ساعت)	۲۴۶/۹	۲۴۶/۹	۲۴۶/۹	۲۴۶/۹	۲۴۶/۹	۲۴۶/۹
مجموع میزان تبخیر (میلی متر)	۱۹۴/۵	۲۱۸/۱	۲۴۸	۲۳۰/۷	۱۴۲/۹	۷۵/۴

### مواد گیاهی، رشد و نمو و عملیات زراعی

توده‌های گوجه فرنگی از ۱۵ شهر مختلف ایران (ارومیه، گرگان، کفشگیری، ساری، رشت، کردستان، کرمانشاه، سمنان، شاهرود، زنجان، ورامین، اسفراین، نیشابور، سیرجان، همدان) جمع‌آوری شدند. به منظور تهیه نشاء یکدست و مطلوب، بذره‌های ارقام مختلف گوجه فرنگی در شاسی روی ردیف‌هایی به فواصل ۱۵ سانتی‌متر در ۱۵ فرودین ماه کشت شدند. برای جلوگیری از خشک شدن بستر و بذور تا زمان سبز شدن، عملیات آبیاری در چند روز اول منظم تکرار شد و پس از سبز شدن بذور آبیاری به صورت روزانه انجام گرفت. در طول دوره جوانه زنی تا مرحله انتقال نشاء عملیات‌های زراعی از قبیل آبیاری، کوددهی و وجین علف‌های هرز به صورت مرتب صورت گرفت. در مرحله ۴-۵ برگ، نشاهای گوجه فرنگی به زمین اصلی انتقال داده شدند. بدین منظور ۱۵ رقم گوجه‌فرنگی به صورت ۱۵ ردیف کاشته شدند. کاشت تیمارها در ردیف‌ها به صورت جوی و پشت‌سای بود و در هر ردیف ۲۰ بوته از همان رقم کشت شد. فواصل کشت به صورت ۸۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و ۵۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها روی ردیف انتخاب شدند. عمق کاشت نشاء ۱۵ سانتی‌متر بود و یک نشاء در هر چاله کشت گردید. انتقال نشاهای گوجه‌فرنگی در اردیبهشت ماه انجام شد. کشت نشاهای به صورت دستی و در قسمت داغاب بود. بلافاصله پس از کاشت، آبیاری نشاءها به منظور استقرار بهتر گیاه صورت گرفت. به منظور جلوگیری از خسارت راب و حلزون از سم

سوین و سیوس (طعمه مسموم) استفاده گردید. همزمان از هر توده تعدادی نشاء در گلدان نشائی نگهداری گردید تا در صورت نیاز به واکاری از آن‌ها استفاده شود. بیست روز پس از کاشت نشاهای نسبت به تکمیل تعداد بوته اقدام شد. با توجه به تبخیر و تعرق بالا و تامین رطوبت مورد نیاز گیاه، آبیاری دو الی سه نوبت در طول هفته انجام شد. به منظور رفع نیازهای غذایی در مراحل رشد و نمو گیاه از محلول pro plex استفاده شد. همزمان با رشد و نمو نشاهای و بهتر شدن سرعت رشدی دو بار عملیات وجین و مبارزه با علف‌های هرز صورت گرفت. توده‌های مختلف با استفاده از توری‌های نازک از همدیگر جدا شدند تا گرده افشانی ناخواسته توسط حشرات بین توده‌ها انجام نشود. سپس در مرحله برداشت و رسیدن میوه در هر ماه طول میوه، وزن میوه، تعداد بذر و تعداد حجره اندازه گیری شد.

### تجزیه واریانس ژنتیکی و برآورد وراثت‌پذیری صفات

تجزیه واریانس ژنتیکی و برآورد وراثت‌پذیری صفات روی میوه‌های حاصل از خودکشتی گوجه فرنگی انجام گرفت. برای محاسبه واریانس ژنتیکی (رابطه ۱)، واریانس محیطی (رابطه ۲)، واریانس فنوتیپی (رابطه ۳)، وراثت‌پذیری عمومی (رابطه ۴)، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی (رابطه ۵ و ۶)، ضرایب تغییرات محیطی (رابطه ۷) و بازده ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها (رابطه ۸) از امید ریاضی میانگین مربعات در جدول تجزیه واریانس استفاده شد.

$$CVp = \frac{\sqrt{Vp}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad \text{ضریب تنوع فنوتیپی (رابطه ۵)}$$

$$CVg = \frac{\sqrt{Vg}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad \text{ضریب تنوع ژنتیکی (رابطه ۶)}$$

$$CVe = \frac{\sqrt{Ve}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad \text{ضریب تغییرات محیطی (رابطه ۷)}$$

$$GA = K' h_b^2 \sqrt{Vp} \quad \text{بازده ژنتیکی (رابطه ۸)}$$

$$Vg = \frac{MSg - MSe}{r} \quad \text{واریانس ژنتیکی، (رابطه ۱)}$$

$$Ve = MSe \quad \text{واریانس محیطی (رابطه ۲)}$$

$$Vp = Vg + Ve \quad \text{واریانس فنوتیپی (رابطه ۳)}$$

$$h_b^2 = \frac{Vg}{Vp} \quad \text{وراثت‌پذیری عمومی (رابطه ۴)}$$

جمعیت مختلف گوجه‌فرنگی می‌باشند. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به صورت یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. مقایسه میانگین بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی نیز محاسبه شدند.

### نتایج و بحث

#### صفات مرتبط با میوه حاصل از خودگشنی گوجه‌فرنگی

نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف مورفولوژیکی میوه نشان داد بین توده‌های مورد مطالعه از نظر صفات طول میوه، وزن میوه، تعداد حجره میوه و تعداد بذر میوه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۲). معنی‌دار بودن صفات، نشان دهنده وجود دامنه وسیعی از تنوع در جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی می‌باشد. از آنجائیکه تنوع و انتخاب دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی هستند و انجام انتخاب منوط به وجود تنوع مطلوب در مواد اصلاحی مورد بررسی می‌باشد، لذا با توجه به تنوع مشاهده شده بین جمعیت‌ها، امکان انتخاب آن‌ها برای صفات مختلف وجود دارد. همچنین وجود این تنوع در جمعیت‌های مورد مطالعه، به درک بهتر مکانیزم‌های مولکولی تولیدکننده هر کدام از صفات اندازه‌گیری شده نیز کمک می‌کند (۱۶). بسیاری از پژوهش‌گرها با بررسی صفات مختلف کمی و کیفی میوه در بین ارقام مورد مطالعه گوجه‌فرنگی، تفاوت معنی‌داری گزارش کردند که حاکی از متغیر بودن و تنوع بالای این صفات در بین ارقام می‌باشد (۱۵، ۱۰). همچنین در تحقیقی روی ۹۷ جمعیت گوجه‌فرنگی ارومیه و قسمتی از ترکیه، گزارش شده است که بین جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات مورفولوژیکی گیاه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد (۸).

در روابط بالا  $MSg$  و  $MSe$  به ترتیب واریانس یا میانگین مربعات تیمار و خطای آزمایشی،  $r$  تعداد تکرار آزمایشی،  $Vp$ ،  $Vg$  و  $Ve$  به ترتیب 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 (۶).

#### تلاقی بین توده‌ها و ارزیابی نقش دانه‌گرده روی صفات میوه

تلاقی‌های برنامه‌ریزی شده با والد‌های مشخص، روی بوته‌های جدا از آزمایش قبل و در همان کرت‌ها انجام گرفت. هر یک خوشه بوته فقط برای گرده‌افشانی یک والد استفاده شده و بعد از گرده‌افشانی اتیکت‌گذاری گردید. مراحل کلی عملیات تلاقی شامل: ۱- اخته کردن گل‌های والد مادری ۲ - جداسازی گلبرگ و پرچم‌های والد پدر و استخراج گرده از گیاهان پدری ۳- نگهداری گرده (نگهداری در دمای اتاق به مدت حداکثر ۲۴ ساعت) ۴- انتقال گرده به صورت دستی به گل‌های اخته شده.

والدهای مادری و پدری برای تلاقی بر اساس آزمایش‌های قبلی مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مقاومت به تنش خشکی انتخاب شدند (۲۲، ۲۳ و ۲۴). تمامی خوشه‌های گرده افشانی شده به منظور جلوگیری از گرده افشانی ناخواسته با استفاده از توری ریز کاملاً ایزوله شدند. اثر دانه‌گرده والد‌های پدری بر طول میوه، وزن میوه، تعداد حجره و تعداد بذر مورد آنالیز آماری قرار گرفت. در زمان رسیدگی کامل میوه‌ها، از هر کرت به طور تصادفی ۲۰ میوه انتخاب شد و طول میوه‌ها به وسیله کولیس دیجیتالی و وزن میوه‌ها به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شدند. تعداد بذر و تعداد حجره هر میوه از طریق شمارش ثبت گردیدند.

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار (پنج گیاه برای هر جمعیت) اجرا شد. تیمارها شامل ۱۵

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌های گوجه‌فرنگی حاصل از خودگشنی

Table 2. Analysis of variance of traits in self-pollination tomato accessions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن میوه	طول میوه	تعداد حجره میوه	تعداد بذر
بلوک	۲	۴۲/۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۰ <sup>ns</sup>	۱/۶۲ <sup>ns</sup>	۴۱۲/۲ <sup>ns</sup>
توده	۱۴	۸۳۸۷/۴ <sup>**</sup>	۱۰/۰۹ <sup>**</sup>	۲۶/۸۷ <sup>**</sup>	۱۵۴۱۹/۱ <sup>**</sup>
خطا	۲۸	۲۱۸/۰۷	۰/۳۳	۱/۱۴	۴۰۴/۴
ضریب تغییرات (درصد)		۲۴/۲۶	۱۰/۸۵	۲۶/۱۸	۱۹/۵۴

\* و \*\*: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد. ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

عامل مهم‌تری در تعیین اندازه میوه گوجه‌فرنگی است که به نوبه خود تحت تأثیر نوع رقم و ویژگی‌های آن قرار دارد (۲). طبق گزارش منتشر شده، اندازه مطلوب میوه از نظر بازاریابی حدود ۱۵۰-۱۴۰ گرم است و میوه‌های خیلی درشت یا ریز بازاریابندی ندارند، اگرچه میوه‌های درشت ممکن است باعث افزایش عملکرد شوند (۳). از آنجائیکه جمعیت‌های مورد مطالعه در این پژوهش، جمعیت‌های محلی و خودرو هستند، دارای میانگین وزن کمتری نسبت به حد نصاب بازاریابندی می‌باشند. به نظر می‌رسد به همین دلیل است که این جمعیت‌ها علی‌رغم داشتن انواع مقاومت‌ها و ارزش غذایی بالا، هنوز به صورت تجاری پرورش داده نمی‌شوند. با این حال میوه جمعیت ارومیه، به عنوان سنگین‌ترین میوه، می‌تواند برای مصارف تازه خوری مورد استفاده قرار گیرد.

مقایسه میانگین صفات نشان داد صفات وزن میوه، طول میوه و تعداد حجره به ترتیب با مقادیر ۲۰۰ گرم، ۸/۸۳ میلی‌متر و ۱۲ عدد در توده ارومیه بیشترین مقدار را دارد. در توده کرمانشاه بیشترین تعداد بذر میوه با ۳۲۳ عدد در هر میوه ثبت شد. توده کفشگیری با طول ۳/۳۳ میلی‌متر و وزن میوه ۹/۱۷ گرم، به عنوان یکی از کوچک‌ترین میوه‌ها می‌باشد (جدول ۳ و ۴) که مناسب استفاده در واحدهای فراوری برای کنسرو کردن و نگهداری در قوطی است. توده سمنان به عنوان یک میوه متوسط دارای وزن میوه به اندازه ۱۴۴ گرم بود. 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

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده توده‌های مختلف گوجه‌فرنگی حاصل از خودگشنی

Table 3. Mean comparison of self-pollination tomato traits in different accessions

تعداد روز تا ظهور میوه	تعداد بذر	تعداد حجره میوه	طول میوه (میلی‌متر)	وزن میوه (گرم)	توده
۱۲۵ <sup>a</sup>	۱۹۶/۶ <sup>b</sup>	۱۲ <sup>a</sup>	۸/۸۳ <sup>a</sup>	۲۰۰ <sup>a</sup>	ارومیه
۱۱۰ <sup>a</sup>	۹۳/۳۳ <sup>d</sup>	۶/۳۳ <sup>c</sup>	۶/۸۳ <sup>d</sup>	۱۴۴ <sup>d</sup>	سمنان
۱۱۰ <sup>a</sup>	۸۰/۳۳ <sup>de</sup>	۲/۶۶ <sup>d</sup>	۷/۰۳ <sup>b</sup>	۸۰/۹۷ <sup>c</sup>	سیرجان
۱۱۵ <sup>c</sup>	۹۴/۶۷ <sup>d</sup>	۵/۶۶ <sup>c</sup>	۵/۴۶ <sup>c</sup>	۷۹/۴۸ <sup>c</sup>	شاهرود
۱۲۰ <sup>b</sup>	۳۲۳ <sup>a</sup>	۹/۳۳ <sup>b</sup>	۷/۰۳ <sup>b</sup>	۷۲/۳۳ <sup>c</sup>	کرمانشاه
۱۱۵ <sup>c</sup>	۷۲/۳۳ <sup>deI</sup>	۲/۳۳ <sup>d</sup>	۶/۹۳ <sup>b</sup>	۶۸/۳۳ <sup>cd</sup>	ورامین
۱۱۰ <sup>a</sup>	۷۱/۶۷ <sup>deI</sup>	۲/۶۶ <sup>d</sup>	۵/۸ <sup>c</sup>	۶۵/۳۰ <sup>cd</sup>	همدان
۱۱۰ <sup>a</sup>	۷۶/۳۳ <sup>deI</sup>	۳/۶۶ <sup>d</sup>	۶/۱۳ <sup>bc</sup>	۵۶ <sup>cd</sup>	نیشابور
۱۲۵ <sup>a</sup>	۳۹ <sup>I</sup>	۲/۳۳ <sup>d</sup>	۵/۳۳ <sup>c</sup>	۴۳/۳۳ <sup>de</sup>	زنجان
۱۱۵ <sup>c</sup>	۱۴۲ <sup>c</sup>	۲/۳۳ <sup>d</sup>	۳/۶۶ <sup>d</sup>	۲۲ <sup>eI</sup>	گرگان
۱۲۵ <sup>a</sup>	۶۷/۶۷ <sup>deI</sup>	۲/۶۶ <sup>d</sup>	۳/۰۳ <sup>d</sup>	۲۱/۶۷ <sup>eI</sup>	کردستان
۱۱۵ <sup>c</sup>	۷۵ <sup>deI</sup>	۲/۳۳ <sup>d</sup>	۳/۶۰ <sup>d</sup>	۱۸/۵۰ <sup>eI</sup>	رشت
۱۲۰ <sup>b</sup>	۵۳/۳۳ <sup>eI</sup>	۲/۳۳ <sup>d</sup>	۳/۸۳ <sup>d</sup>	۱۸/۳۳ <sup>eI</sup>	اسفراین
۱۱۵ <sup>c</sup>	۸۹/۶۷ <sup>de</sup>	۲/۳۳ <sup>d</sup>	۲/۸۳ <sup>d</sup>	۱۳/۳۳ <sup>I</sup>	ساری
۱۱۵ <sup>c</sup>	۶۸/۶۷ <sup>deI</sup>	۲/۳۳ <sup>d</sup>	۳/۳۳ <sup>d</sup>	۹/۱۷ <sup>I</sup>	کفشگیری

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۴- میانگین، دامنه، نام توده دارای مقدار بیشتر، کمتر و ضریب تغییرات صفات مورد مطالعه در توده های گوجه فرنگی حاصل از خودگشنی  
Table 4. Mean, range, name of the accession with more, less and coefficient of variation of traits in self-pollination tomato accessions

صفات	دامنه		توده	
	بیشترین	کمترین	بیشتر-کمتر	ضریب تغییرات
وزن میوه (گرم)	۶۰/۸۵	۹/۱۷	ارومیه-کفشگیری	۳۴/۲۶
طول میوه (میلیمتر)	۵/۳۱	۲/۸۳	ارومیه-ساری	۱۰/۸۵
تعداد حجره میوه	۴/۰۸	۲/۳۳	ارومیه - گرگان	۲۶/۱۸
تعداد بذر میوه	۱۰۲/۹۱	۳۹	کرمانشاه- زنجان	۱۹/۵۴
تعداد روز تا میوه دهی	۱۱۶/۳۶	۱۲۵	ارومیه-سمنان	۰/۳

### توارث پذیری

از ضرایب تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و محیطی برای تعیین وجود یا عدم وجود تنوع استفاده می شود. مقایسه این ضرایب تاثیر عوامل محیطی را بر روی صفت مورد بررسی نشان می دهد. بر اساس نتایج حاصل از توارث پذیری (جدول ۵)، در همه صفات مورد مطالعه ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر از ضریب تنوع فنوتیپی بود که نشان دهنده تاثیر کمتر عوامل محیطی بر این صفات بود. هرچه اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می دهد که اثر محیط روی صفت مورد نظر کمتر است و لذا گزینش در جهت اصلاح چنین صفتی کارآیی لازم را دارد. همچنین توارث پذیری عمومی صفات ( $h^2$ ) نیز برآورد شد. صفات وزن میوه، طول میوه، تعداد حجره و تعداد بذر دارای وراثت پذیری بالایی از ۸۸ تا ۹۲ درصد بودند (جدول ۴).

چنانچه توارث پذیری صفتی بیشتر از ۵۰ درصد باشد، صفت دارای توارث پذیری بالا، چنانچه توارث پذیری عمومی صفتی بین ۲۰ تا ۵۰ درصد باشد، صفت دارای توارث پذیری متوسط و چنانچه توارث پذیری صفت مورد نظر کمتر از ۲۰ درصد باشد، صفت دارای توارث پذیری پایین می باشد (۶). طبق این نظریه وراثت پذیری صفات مورد ارزیابی در مطالعه حاضر در حد بالایی بود، زیرا مقادیر ضرایب تنوع ژنتیکی بزرگتر از فنوتیپی بود که نشان دهنده دخالت کمتر اثر محیط می باشد (جدول ۴). صفات با وراثت پذیری بالا توسط تعداد کمی ژن با اثر زیاد، کنترل می شوند که این نشان دهنده نقش بالایی عمل افزایشی ژن ها و تاثیر کم عامل های محیطی بر کنترل این صفات است (۲۱). با توجه به توارث پذیری بالایی صفات مذکور، برای اصلاح این صفات می توان از روش های گزینش بر اساس فنوتیپ استفاده کرد.

جدول ۵- مقادیر ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی، محیطی و وراثت پذیری عمومی صفات مرتبط با میوه حاصل از خودگشنی گوجه فرنگی  
Table 5. Values of phenotypic, genotypic, environmental and general heritability coefficients of fruit traits resulting from self-pollination tomato

صفات	واریانس محیطی	واریانس ژنتیکی	واریانس فنوتیپی	وراثت پذیری عمومی	ضریب تنوع محیطی (درصد)	ضریب تنوع ژنتیکی (درصد)	ضریب تنوع فنوتیپی (درصد)
وزن میوه	۲۲۱/۸	۲۷۲۱/۸	۲۹۴۲/۶	۹۲	۲۴/۴۷	۸۵/۷۷	۸۹/۱۶
طول میوه	۰/۳۳	۳/۲۵	۳/۵۸	۹۰	۱۰/۸۱	۳۳/۹۵	۳۵/۶۳
تعداد حجره	۱/۱۴	۸/۵۷	۹/۷۱	۸۸	۲۶/۱۶	۷۱/۷۵	۷۶/۳۷
تعداد بذر	۴۰۴/۴	۵۰۰۴/۹	۵۴۰۹/۳	۹۲	۱۹/۵۴	۶۸/۷۴	۷۱/۴۶

### اثر دانه گرده بر میوه بندی گوجه فرنگی

در آزمایش اثر دانه گرده، وزن میوه و تعداد بذر میوه در هر سه توده رشت، اسفراین و کردستان به طور معنی داری در سطح یک درصد تحت تاثیر اثر دانه گرده قرار گرفتند و کاهش معنی داری را نشان دادند. میانگین وزن میوه توده های گرده افشانی شده با توده های کفشگیری، اسفراین، سیرجان و کردستان کمتر از میانگین وزن میوه در حالت خودگشنی هست (جدول ۶ و ۷ و ۸). کاهش وزن میوه های تولید شده توسط گرده غیر خودی احتمالاً به علت نفوذ کم لوله ی گرده ی به خامه و کاهش لقاح با تخمک ها می باشد. بنابراین، وزن میوه در هنگام برداشت به تعداد بذرهای تشکیل شده در طول دوره ی گرده افشانی و باروری بسیار وابسته است. انتخاب تلاقی های صحیح و انجام گرده افشانی مصنوعی با کارایی بالا باعث افزایش بذر در میوه در نتیجه باعث افزایش وزن میوه می شود (۱۲). تاثیر نوع دانه گرده بر افزایش یا کاهش وزن میوه در مقایسه با شاهد (خودگشنی) بیانگر وجود پدیده متانزیا در گوجه فرنگی در این تحقیق

می باشد. زنیا به اثر دانه گرده بر جنین و آندوسپرم و متانزیا به اثر دانه گرده بر بافت میوه گفته می شود. برخی نیز زنیا را به عنوان اثر ژن های گرده بر نمو میوه و بذر تعریف کردند (۱). در هندوانه، اثر زنیا سبب ترشدن بخش گوشتی، سرعت بخشیدن در رسیدگی بذرها و افزایش میزان قند می شود (۹). زنیا و متانزیا در خیار نیز گزارش شده است (۱). تولید بذر بیشتر، افزایش تقسیم سلولی سلول های فرابر میوه و در نتیجه افزایش وزن میوه را به دنبال دارد. از آنجایی که بذرها در حال رشد هورمون هایی تولید می کنند که این هورمون ها رشد میوه را تحت تاثیر قرار می دهد، تفاوت در مواد درونی بذر باعث اختلاف در ابعاد و وزن میوه ها می شود. هورمون های تولید شده اغلب از نوع جیبرلین است که رشد دیواره ی تخمدان را تحریک می کند. این هورمون نیز تولید اکسین ها را تحریک می کند. اکسین تولید شده قابلیت ارتجاعی دیواره ی سلول را افزایش می دهد (۹). در این حالت فشار دیواره ی سلول کاهش یافته آنگاه آب به داخل سلول راه پیدا نموده و یاخته بزرگ می شود. بذر، یکی از منابع تولید و ذخیره ی

گونه‌های مختلف یک جنس با توجه به شرایط رشد و نمو، سن و تغذیه گیاه می‌توانند دارای مقادیر مختلفی از عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف، هیدرات‌های کربن، اسیدهای آمینه، پروتئین، اسید نوکلئیک، آنزیم‌ها و هورمون‌های گیاهی باشند که تفاوت در میزان هر یک می‌تواند به تنهایی باعث بسیاری از تغییرها شود. برای مثال، مقادیر کمتر از حد لازم از هیدرات‌های کربن و یا عناصر کلسیم و بور می‌تواند باعث کاهش زیوایی و میزان تندش دانه‌ی گرده گردد (۲۰). دانه‌های گرده‌ی گونه‌های مختلف یک جنس دارای مقادیر متفاوتی از اسید آمینه‌های تریپتوفان و متیونین هستند که به ترتیب پیش‌سازهای اکسین و اتیلن که در رشد و رسیدن میوه نقش عمده‌ای دارند می‌باشند. به طور کلی، تاثیر دانه‌ی گرده بر ویژگی‌های میوه و بذر و همچنین بافت مادری، از مکانیزم‌های پیچیده‌ای برخوردار است و مربوط به عمل ژن‌های دخالت‌کننده در مکانیزم رشد تخمدان و رویان و هورمون‌های ترشح‌کننده از رویان و داندرون می‌باشد (۱۲).

سیتوکینین است (۹). سیتوکینین‌ها با تغییری که در متابولیسم ایجاد می‌کنند باعث جمع‌آوری برخی از مولکول‌ها مانند اسیدهای آمینه، فسفات‌های معدنی، فندها و مواد محلول دیگر می‌شوند. بنابراین اختلاف در نوع بذر، باعث ایجاد اختلاف در میزان سیتوکینین و در نتیجه در میزان مواد جامد محلول در میوه خواهد شد (۱۲).

یک ژنوتیپ وحشی گوجه فرنگی با نام علمی *Solanum galapagense* دارای کرکهای زیاد در سطح میوه و بذره‌های کوچک است. تلاقی این گیاه به عنوان گرده زا با دو رقم اهلی Puse Ruby و Micro-Tom که دارای کرکهای خیلی کم در سطح میوه و بذره‌های بزرگ بودند باعث تولید میوه‌های با کرک زیاد و بذره‌های کوچکتر نسبت به میوه‌های اهلی خودگشن شد که نشان‌دهنده تاثیر متازنیا و زینا است (۷). در گزارشی بیان شده است که اثر گرده گوجه فرنگی رقم و زرد گلابی سبب افزایش وزن و حجم میوه‌های گوجه فرنگی رقم‌های نارنجی زیتونی و قرمز زیتونی شده است (۱۳) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. دانه‌ی گرده‌ی

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر دانه گرده توده‌های سیرجان، کفشگری و اسفراین بر صفات میوه توده رشت

Table 6. Mean comparison of the of pollen grains effect of Sirjan, Kafshgiri and Esfarayen accessions on fruit set of Rasht accession

منبع دانه گرده	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلیمتر)	تعداد حجره میوه	تعداد بذر
سیرجان	۱۰/۱۶ <sup>b</sup>	۳/۰۳ <sup>a</sup>	۲/۰۰ <sup>b</sup>	۳۴/۶۶ <sup>b</sup>
کفشگری	۸/۱۰ <sup>b</sup>	۲/۹۳ <sup>a</sup>	۳/۰۰ <sup>a</sup>	۳۷/۶۶ <sup>b</sup>
اسفراین	۹/۰۰ <sup>b</sup>	۳/۱۰ <sup>a</sup>	۲/۶۶ <sup>ab</sup>	۴۱/۰۰ <sup>b</sup>
خودگشنی رشت	۱۸/۵ <sup>a</sup>	۳/۶۰ <sup>a</sup>	۲/۳۳ <sup>ab</sup>	۷۵/۰۰ <sup>a</sup>
سطح معنی داری	۰/۰۰۰۱	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۰۰۰۵
ضریب تغییرات	۹/۱۸	۱۲	۱۸/۸۵	۱۲/۶۲

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر دانه گرده توده‌های کفشگری و کردستان بر صفات میوه توده اسفراین

Table 7. Mean comparison of the of pollen grains effect of Kafshgiri and Kurdistan accessions on fruit set of Esfarayen accession

منبع دانه گرده	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلی متر)	تعداد حجره میوه	تعداد بذر
کفشگری	۹/۱۶ <sup>b</sup>	۳/۷۰ <sup>a</sup>	۲/۶۶ <sup>a</sup>	۳۹/۳۳ <sup>b</sup>
کردستان	۸/۵۳ <sup>b</sup>	۳/۵ <sup>a</sup>	۳/۰۰ <sup>a</sup>	۳۶/۶۶ <sup>b</sup>
خودگشنی اسفراین	۱۸/۳۳ <sup>a</sup>	۳/۸۳ <sup>a</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۵۳/۳۳ <sup>a</sup>
سطح معنی داری	۰/۰۱	۰/۸۲	۰/۱۱	۰/۰۳
ضریب تغییرات	۱۹/۲۸	۱۷/۵	۱۹/۲۴	۱۲/۴۴

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر دانه گرده توده‌های اسفراین و کفشگری بر صفات میوه توده کردستان

Table 8. Mean comparison of the of pollen grains effect of Esfarayen and Kafshgiri accessions on fruit set of Kurdistan accession

منبع دانه گرده	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلیمتر)	تعداد حجره میوه	تعداد بذر
اسفراین	۸/۱۴ <sup>b</sup>	۲/۶ <sup>a</sup>	۲/۰۰ <sup>a</sup>	۴۱/۰۰ <sup>b</sup>
کفشگری	۸/۷۶ <sup>b</sup>	۳/۰۶ <sup>a</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۳۶/۳۳ <sup>b</sup>
خودگشنی کردستان	۲۱/۶۶ <sup>a</sup>	۳/۰۶ <sup>a</sup>	۲/۶۶ <sup>a</sup>	۶۷/۶۶ <sup>a</sup>
سطح معنی داری	۰/۰۰۱	۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات	۱۴/۱۷	۱۴/۲۷	۲۴/۷۴	۷/۸۳

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

### نتیجه‌گیری کلی

در جمع‌بندی نتایج اثر دانه گرده می‌توان بیان کرد که گرده توده‌های گوجه فرنگی روی وزن میوه و تعداد بذر تاثیر چشمگیری داشته است که از جنبه مصرف خوراکی و

اقتصادی مهم تلقی می‌شوند و لیکن بر طول میوه و تعداد حجره تاثیری نداشته است. این نتایج نشان می‌دهند که انتخاب نوع گرده زا در مزارع متراکم گوجه فرنگی دارای اهمیت است و در مزارعی که اصول علمی رعایت نشده و

غربالگری و ارزیابی بوده تا در آینده به عنوان رقم مورد استفاده قرار گیرند. همچنین با توجه به توارث‌پذیری بالای صفات وزن میوه، طول میوه، تعداد حجره و تعداد بذر، برای اصلاح این صفات می‌توان از روش‌های گزینش بر اساس فنوتیپ استفاده کرد.

انواع مختلفی از توده‌ها بطور مخلوط یا نزدیک به هم کشت شده باشند امکان ایجاد تلاقی‌های ناخواسته و اثرات خاص بر میوه‌ها وجود دارد که بسته به صفت ممکن است مثبت یا منفی تلقی شود. بذور بدست آمده از تلاقی‌ها در پژوهش حاضر، قابلیت جوانه زنی مطلوبی داشته و هم اکنون در حال

## منابع

- Bulant, C. and A. Gallais. 1998. Xenia effects in maize with normal endosperm. I. Importance and stability. *Crop Science*, 39: 1517-1525.
- 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). *Science Biology*, 5: 371-375.
- Daftarian, F. and M. Golabadi. 2018. Evaluation of Fruit Yield and Quality in some Greenhouse Tomato Genotypes. *Journal of Crop Production and Processing*, 8(1): 113-126
- Falconer, D.S. and T.F. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. Elsevier. New York, USA. pp: 325-330.
- FAO. 2019. Agricultural production, crops primary. <http://www.fao.org/faostat>.
- Farshadfar, E. 1998. Application of Biometrical genetics in plant Breeding. Razi University Press, 528 (In Persian).
- Fernando, A.P., D.B. Katherine, A. Marcilio and Giancarlo, C.X.O. 2013. Interspecific xenia and metaxenia in seeds and fruit of tomato. *Scientia Agricola*, 70(2): 102-107.
- Henareh, M., A. Dursun and B.A. Mandoulakani. 2015. Genetic diversity in tomato landraces collected from Turkey and Iran revealed by morphological characters. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 14(2): 87-96.
- Hopping, M.E. 1990. Floral biology, pollination and fruit set. *Aukland, New Zealand*, 71: 96.
- Isack, M.E. and L. Monica. 2013. Effect of post-harvest handling practices on physico-chemical composition of tomato. *Journal of Agricultural Technology*, 9(6): 1655-1664.
- Johns, M.A., P.W. Skroch, J. Nienhuis, P. Hinrichsen, G. Bascur and C. Munoz-Schick. 1997. Gene pool classification of common bean landraces from Chile based on RAPD and morphological data. *Crop Science*, 37(2): 605-613.
- Mashayekhi, K. and A. Shomali. 2018. Botany, physiology and culture of vegetable. Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources press. pp 502.
- Olfati, J. and T. Ekram-Nosratian. 2019. Pollen Source and Grafting Effects on Morphological Characteristics and Lycopene Pigment of Tomato Fruit. *Journal of Soil and Plant Interactions*, 10(2): 79-87.
- Rahaii, J., M. Hassanpour Asil, H. Samizadeh Lahiji and R. Onsinejad. 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.
- Regassa, M.D., A. Mohammed and K. Bantte. 2012. Evaluation of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) genotypes for yield and yield components. *African Journal of Plant Science and Biotechnology*, 6(1): 45-49.
- Roberts, R., S. Mainiero, A.F. Powell, A.E. Liu, K. Shi, S.R. Hind and G.B. Martin. 2019. Natural variation for unusual host responses and flagellin-mediated immunity against *Pseudomonas syringae* in genetically diverse tomato accessions. *New Phytologist*, 223(1): 447-461.
- Sanzol, J. and M. Herrero. 2001. The "Effective pollination period" in fruit trees. *Scientia Horticulturae*, 90. 1-17.
- Sato, S., M.M. Peet and R.G. Gardner. 2004. Altered flower retention and developmental patterns in nine tomato cultivars under elevated temperatures. *Scientia Horticulturae*, 101: 95-101.
- Shabarish Rai, P., R. Mulge, M.S. Kulkarni, T.B. Allolli, N.K. Hegde and G. Prabhuling. 2018. Gene effects for fruit yield and its component traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7: 193-198.
- Shivanna, K.R. 2003. Pollen biology and biotechnology. *Sci. Pub.* 301 p.
- Shukla, S., A. Bhargava, A. Chatterjee, A. Srivastava and S. Singh. 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., K. Mashayekhi, S.J. Mousavizadeh, V. Akbarpour, J. Medina and S. Aliniaiefard. 2021a. Screening of tomato landraces for drought tolerance based on growth and chlorophyll fluorescence analyses. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00328-5>.
- Sousaraei, N., K. Mashayekhi, S.J. Mousavizadeh and A. Dadrasi. 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.

24. Sousaraei, N., B. Torabi, K. Mashaieki, E. Soltani and S.J. Mousavizadeh. 2021b. Variation of seed germination response to temperature in tomato landraces: An adaptation strategy to environmental conditions. *Scientia horticulturae*, 281, . doi: 10.1016/j.scienta.2021.109987.
25. Nouri, M., A. Motallebi-azar, M. Saidi, J. Panahandeh, D. Zarehaghi and S. Rasooliazar. 2019. Combining Ability Estimates for Yield Some Traits in Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) by Line×Tester. *Journal of Crop Breeding*, 11(32): 22-32 (In Persian).
26. Pezeshkpour, P. and S. Afkar. 2018. The Study of Genetic Diversity, Heritability and Genetic Advance of Morphological Traits, Yield and Yield Components in Different Chickpea (*Cicer arietinum*) Genotypes *Journal of Crop Breeding*, 9(24): 61-68 (In Persian).

## Fruit heritability and the Effect of Pollen on Fruit Set of Some Tomato (*Solanum esculentum* Mill.) Accessions

Ghorban Nazar Foroud<sup>1</sup>, Seyyed Javad Mousavizadeh<sup>2</sup>, Vahid Akbarpoor<sup>3</sup> and Kambiz Mashayekhi<sup>4</sup>

- 
- 1- M.Sc. Student, Department of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran  
2- Assistance Professor, Department of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran, (Corresponding author: mousavizadeh@gau.ac.ir)  
3- Assistance Professor, Department of Horticultural Science, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources, Sari, Iran  
4- Associated Professor, Department of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
- Received: February 7, 2021      Accepted: July 31, 2021
- 

### Abstract

In this study, the fruit heritability of 15 different accessions of Iranian tomato (Urmia, Gorgan, Kafshgiri, Sari, Rasht, Kurdistan, Kermanshah, Semnan, Shahroud, Zanjan, Varamin, Esfarayen, Neishabour, Sirjan, Hamedan) and fruit set through pollen grain source, were measured in Kalaleh city of Golestan province in 2019. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 15 populations in three replications (five plants per population). After pollination, the fruits were evaluated in the laboratory and their seeds were extracted and collected. Traits including number of fruits per plant, fruit weight, number of cells and number of seeds were evaluated. Phenotypic diversity, genotypic diversity, environmental diversity and general heritability of traits were calculated. The results showed that fruit weight, fruit length and number of locular cavity respectively with 200 g, 8.83 mm and 12 had the highest value in Varamin accession. In Kermanshah accession, the highest number of fruit seeds was recorded with 323 pieces per fruit. Kafshgiri accession, with a length of 3.33 mm and a fruit weight of 9.17 g, is one of the smallest fruits. Fruit weight, fruit length, number of locular cavity and number of seeds had high heritability from 88 to 92%. In all studied traits, the coefficient of genetic diversity was higher than the coefficient of phenotypic diversity, which showed less impact of environmental factors on these traits. The results also showed that the fruits obtained from the cross-pollination of different accessions (offspring from cross-pollination) had the lowest amount of fruit weight and number of seeds and the offspring from self-pollination had a higher amount. However, non-self pollen grains had no effect on fruit length and locular cavity. From the results of the present study, it can be inferred that the type of pollen grain can affect the quantitative characteristics of tomato seeds and fruits so that most traits in the cross-pollination had significantly lower values than the self-pollination. In order to increase the production efficiency of tomato, pollination with self pollen grains should be considered.

**Keywords:** Crossbreeding, Cross-pollination, General heritability Pollen grains, Self-pollination