



## "مقاله پژوهشی"

# وراثت‌پذیری صفات مرتبط با میوه و برآورد اثر دانه گردد برمیوه‌بندی برخی توده‌های گوجه‌فرنگی (*Solanum esculentum* Mill.)

## قربان نظر فرود<sup>۱</sup>, سید جواد 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.  
 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: ۱۴۰۰/۰۵/۹  
 صفحه: ۷۷ تا ۸۶

### چکیده

در این تحقیق، وراثت‌پذیری صفات مرتبط با میوه ۱۵ توده گوجه فرنگی ایران (ارومیه، گرگان، کفسکیبری، ساری، رشت، کردستان، کرمانشاه، سمنان، شاهرود، زنجان، ورامین، اسفراین، نیشابور، سیرجان، همدان) و همچنین اثر منبع دانه گردد برخی توده‌ها بر میوه بندی گوجه فرنگی در شهرستان کالله استان گلستان در سال ۹۸ مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوك کامل تصادفی با ۱۵ جمعیت در سه تکرار (بنج گیاه برای هر جمعیت) اجرا شد. پس از گرددافشانی، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، تعداد حجره و تعداد بذر مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان تنوع فنتوتیپی، ژنتیکی، 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 بیوه ثبت شد. توده کفسکیبری، با طول ۳/۳۳ میلی‌متر و وزن میوه ۹/۶ 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 خربی تنوع ژنتیکی بیشتر از خربی تنوع فنتوتیپی بود که نشان‌دهنده تاثیر کمتر عوامل محیطی بر این صفات بود. همچنین نتایج نشان داد که میوه‌های حاصل از تلاقی توده‌های مختلف (نتاج حاصل از دگرگشتنی) کمترین مقدار وزن میوه و تعداد بذر دارا بودند و نتاج حاصل از خودگشتنی مقدار بیشتری را داشتند و لیکن دانه گردد غیرخودی بر طول میوه و تعداد حجره تاثیر نداشته است. از نتایج تحقیق حاضر می‌توان استنباط کرد که نوع دانه گردد می‌تواند بر خصوصیات کمی بذر و میوه گوجه فرنگی تأثیرگذار باشد بطوریکه اکثر صفات در حالت دگرگشتنی بدطور معنی‌داری دارای مقادیر کمتری نسبت به حالت خودگشتنی بودند. بنابراین به منظور افزایش راندمان تولید در این گیاه، گردد افشاری با دانه گردد خودی قابل توجه می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** تلاقی، توارث‌پذیری عمومی، دانه گردد، دگرگشتنی، خودگشتنی

### مقدمه

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

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، کاروتون، 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 خودگشتن است اما درجه مشخصی از دگرگرددافشانی دارد که عمدتاً توسط زنورها 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

احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد (۸). بنابراین با وجود تنوع فراوان جمعیت‌های وحشی و خودروی گوجه‌فرنگی که در ایران یافته می‌شوند می‌توان از آن‌ها در جهت گزینش ارقام با کیفیت بالا و تولید دورگه‌های مطلوب بهره برد (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 دانه گرده بر میوه گوجه‌فرنگی 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 سنگلی 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 مراوه‌تپه و از جنوب با شهرستان گالیکش هم مرز می‌باشد.

گلهای گوجه‌فرنگی نیز سبب تشکیل بذرهای 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 ارquam اصلاح شده‌ی امروزی می‌باشند. به نظر می‌رسد به مرور زمان انواع امروزی از این نوع گوجه‌فرنگی‌های خودرو بوجود آمدند (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 بی توجهی به مسائل بهتردادی و به ویژه تولید بذر دورگه گوجه‌فرنگی در داخل کشور، هم اکنون عده بذر 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 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 (۱۱). بسیاری از محققین با بررسی صفات مختلف کمی و کیفی میوه در بین ارقام مورد مطالعه گوجه‌فرنگی، تفاوت معنی‌داری گزارش کرده‌اند 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 مورفو‌لورژیکی 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

پارامتر	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	پارامترهای جوی
میانگین حداقل دما (درجه سانتی گراد)	۱۹/۲	۲۲/۲	۲۳/۸	۱۹/۶	۱۳/۱	۹/۹	میانگین حداقل دما (درجه سانتی گراد)
میانگین حداکثر دما (درجه سانتی گراد)	۳۲	۳۴/۴	۳۵/۲	۳۴/۵	۲۷/۱	۲۱/۳	میانگین دما (درجه سانتی گراد)
میانگین رطوبت نسبی هوای (درصد)	۲۵/۶	۲۸/۳	۲۹/۵	۲۷/۱	۲۰/۱	۱۵/۱	مجموع میزان بارندگی (میلی متر)
مجموع ساعت آفتابی (ساعت)	۶۲	۶۳	۶۳	۵۷	۶۸	۸۰	مجموع میزان تبخیر (میلی متر)
میانگین رطوبت نسبی هوای (درصد)	۲۳/۳	۲۳/۸	۲۸	۳۶/۹	۶۳/۱	۱۰۴/۶	میانگین دما (درجه سانتی گراد)
میانگین حداکثر دما (درجه سانتی گراد)	۲۴۶/۹	۲۵۹/۷	۲۷۳/۳	۲۹۸/۶	۲۴۷/۱	۱۴۱/۶	میانگین حداقل دما (درجه سانتی گراد)
میانگین دما (درجه سانتی گراد)	۱۹۴/۵	۲۱۸/۱	۲۴۸	۲۳۰/۷	۱۴۳/۹	۷۵/۴	میانگین رطوبت نسبی هوای (درصد)

سوین و سوس (طعمه مسموم) استفاده گردید. همزمان از هر توده تعدادی نشا در گلدان نشائی نگهداری گردید تا در صورت نیاز به واکاری از آنها استفاده شود. بیست روز پس از کاشت نشاها نسبت به تکمیل تعداد بوته اقدام شد. با توجه به تبخیر و تعرق بالا و تامین رطوبت مورد نیاز گیاه، آبیاری دو إلى سه نوبت در طول هفتگه انجام شد. به منظور رفع نیازهای غذایی در مراحل رشد و نموی گیاه از محلول pro plex استفاده شد. همزمان با رشد و نمو نشاها و بهتر شدن سرعت رشدی دو بار عملیات وجین و مبارزه باعلف های هرز صورت گرفت. توده های مختلف با استفاده از توربی های نازک از همدیگر جدا شدند تا گرده افشاری ناخواسته توسط حشرات بین توده ها 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 وراثت پذیری صفات**  
تجزیه واریانس ژنتیکی و برآورد وراثت پذیری صفات روی میوه های حاصل از خود گشتنی گوجه فرنگی انجام گرفت. برای محاسبه واریانس ژنتیکی (رابطه ۱)، واریانس محیطی (رابطه ۲)، واریانس فوتیپی (رابطه ۳)، وراثت پذیری عمومی (رابطه ۴)، ضرایب تنوع فوتیپی و ژنتیکی (رابطه ۵ و ۶)، ضرایب تغییرات محیطی (رابطه ۷) و بازده ژنتیکی بین ژنتیپ ها (رابطه ۸) از امید ریاضی میانگین مربعات در جدول تجزیه واریانس استفاده شد.

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

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

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

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

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

توده های گوجه فرنگی از ۱۵ شهر مختلف ایران (ارومیه، گرگان، کفشگیری، ساری، رشت، کردستان، کرمانشاه، سمنان، شاهرود، زنجان، ورامین، نیشابور، سیرجان، همدان) جمع آوری شدند. به منظور تهیه نشاء یکدست و مطلوب، بذر های ارقام مختلف گوجه فرنگی در شاسی روی ردیف هایی به فواصل ۱۵ سانتی متر در ۱۵ روزه دین 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 نشا عملیات های زراعی از قبیل آبیاری، کوددهی و وجین علف های هرز به صورت مرتب صورت گرفت. در مرحله ۴-۵ برگی، نشاها گوجه فرنگی به زمین اصلی انتقال داده شدند.

بدین منظور ۱۵ رقم گوجه فرنگی به صورت ۱۵ ردیف کاشته شدند. کاشت تیمارها در ردیف ها به صورت جوی و پشتہ ای بود و در هر ردیف ۲۰ بوته از همان رقم کشت شد. فواصل کشت به صورت ۸۰ سانتی متر بین ردیف ها و ۵۰ سانتی متر بین بوته ها روی ردیف انتخاب شدند. عمق کاشت نشا ۱۵ سانتی متر بود و یک نشا در هر چاله کشت گردید. انتقال نشاها گوجه فرنگی در اردیبهشت ماه انجام شد. کشت نشاها به صورت دستی و در قسمت داغاب بود. بالا فاصله پس از کاشت، آبیاری نشاء ها به منظور استقرار بهتر گیاه صورت گرفت. به منظور جلوگیری از خسارت راب و حلزون از سم

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

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

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

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

جمعیت مختلف گوجه فرنگی می‌باشد. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به صورت یک طرفه 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، وراثت پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنتیپی، ژنتیپی و محیطی تیز محاسبه شدن.

### نتایج و بحث

**صفات مرتبط با میوه حاصل از خودگشتنی گوجه فرنگی**  
 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 آنجاییکه 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 گوجه فرنگی، 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 گوجه فرنگی 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 MSv به ترتیب واریانس یا میانگین مریعات تیمار و خطای آزمایشی، r تعداد تکرار آزمایشی، Vp و Vg به ترتیب اجزای واریانس فنتیپی، ژنتیپی و محیطی و  $\bar{x}$  میانگین کل برای هر صفت می‌باشد. مقادیر نسبی این ضرایب برآورد شده نشانگر مقادیر تنوع موجود در ژنتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد (۶).

**تلاقی بین توده‌ها و ارزیابی نقش دانه گرده روی صفات میوه**

تلاقی‌های برنامه ریزی شده با والدهای مشخص، روی بوته‌های جدا از آزمایش قبل و در همان کرتها انجام گرفت. هر یک خوش بوته فقط برای گرده‌افشانی یک والد استفاده شده و بعد از گرده افسانی اتیکت‌گذاری گردید. مراحل کلی عملیات تلاقی شامل : ۱- اخته کردن گل‌های والد مادری ۲- جadasازی گلبرگ و پرچم‌های والد پدر و استخراج گرده از گیاهان پدری ۳- نگهداری گرده (نگهداری در دمای اتاق به مدت حداقل 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 خوش‌های گرده افسانی شده به منظور جلوگیری از گرده افسانی ناخواسته با استفاده از توری ریز کاملاً ایزوله شدند. اثر دانه گرده 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 بلوك کامل تصادفی با سه تکرار (پنج گیاه برای هر جمعیت) اجرا شد. تیمارها شامل ۱۵

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌های گوجه فرنگی حاصل از خودگشتن

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

میانگین مربوط						منابع تغییرات
تعداد روز تا ظهور میوه	تعداد بذر	تعداد حجره میوه	طول میوه	وزن میوه	درجه آزادی	
۰/۰۳ **	۴۱۲/۲ ns	۱/۶۲ ns	۰/۶۰ ns	۴۲/۳۱ ns	۲	بلوک
۹۰/۷۱ **	۱۵۴۱۹/۱ **	۲۶/۸۷ **	۱۰/۰۹ **	۸۳۸۷/۴ **	۱۴	توده
۰/۰۰۱	۴۰۴/۴	۱/۱۴	۰/۳۳	۲۱۸/۰۷	۲۸	خطا
۰/۳	۱۹/۵۴	۲۶/۱۸	۱۰/۸۵	۲۴/۲۶	ضریب تغییرات (درصد)	

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

عامل مهم‌تری در تعیین اندازه میوه گوجه فرنگی 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 ۱۴۰-۱۵۰ گرم است و میوه‌های خیلی درشت یا ریز بازاریستندی ندارند، اگرچه میوه‌های درشت ممکن است باعث افزایش عملکرد شوند (۳). از آنجاییکه جمعیت‌های مورد مطالعه در این پژوهش، جمعیت‌های محلی و خودرو هستند، دارای میانگین وزن کمتری نسبت به حد نصاب بازاریستندی 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 کفشه‌گیری با طول ۳/۲۳ 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 گوجه فرنگی به عوامل متعددی از جمله تعداد برچه‌های تخدمان، تعداد دانه، ترتیب میوه بستن در یک خوشة 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 گوجه فرنگی حاصل از خودگشتن

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>a</sup>	۶/۳۳ <sup>c</sup>	۶/۸۳ <sup>b</sup>	۱۴۴ <sup>b</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>	شهرود
۱۲۰ <sup>b</sup>	۳۲۲ <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>def</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۶/۹۳ <sup>b</sup>	۶۸/۳۳ <sup>cd</sup>	ورامین
۱۱۰ <sup>a</sup>	۷۱/۶۷ <sup>def</sup>	۲/۶۶ <sup>a</sup>	۵/۸ <sup>c</sup>	۶۵/۳۰ <sup>cd</sup>	همدان
۱۱۰ <sup>a</sup>	۷۶/۳۳ <sup>def</sup>	۳/۶۶ <sup>a</sup>	۶/۱۳ <sup>bc</sup>	۵۶ <sup>cd</sup>	نیشابور
۱۲۵ <sup>a</sup>	۳۹ <sup>i</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۵/۳۳ <sup>c</sup>	۴۲/۳۳ <sup>de</sup>	زنگان
۱۱۵ <sup>c</sup>	۱۴۲ <sup>c</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۳/۶۶ <sup>a</sup>	۲۲ <sup>eI</sup>	گرگان
۱۲۵ <sup>a</sup>	۵۱/۵۷ <sup>def</sup>	۲/۶۶ <sup>a</sup>	۳/۰۳ <sup>a</sup>	۲۱/۵۷ <sup>eI</sup>	کردستان
۱۱۵ <sup>c</sup>	۷۵ <sup>def</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۳/۶۰ <sup>a</sup>	۱۸/۵۰ <sup>eI</sup>	رشت
۱۲۰ <sup>b</sup>	۵۳/۳۳ <sup>ei</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۳/۸۳ <sup>a</sup>	۱۸/۳۳ <sup>eI</sup>	اسفراین
۱۱۵ <sup>c</sup>	۸۹/۶۷ <sup>de</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۲/۸۳ <sup>a</sup>	۱۳/۳۳ <sup>I</sup>	ساری
۱۱۵ <sup>c</sup>	۶۸/۶۷ <sup>def</sup>	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۳/۲۳ <sup>a</sup>	۹/۱۷ <sup>I</sup>	کفشه‌گیری

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

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

ضریب تغییرات	توده	دامنه	میانگین	صفات
	بیشتر-کمتر	کمترین	بیشترین	
۲۴/۲۶	ارومیه-کفسگیری	۹/۱۷	۲۰۰	وزن میوه (گرم)
۱۰/۰۵	ارومیه-ساری	۲/۸۳	۸/۸۳	طول میوه (میلیمتر)
۲۶/۱۸	ارومیه - گرگان	۲/۲۳	۱۲	تعداد حجره میوه
۱۹/۰۴	کرمانشاه- زنجان	۳۹	۳۲۳	تعداد بذر میوه
۰/۳	ارومیه- سمنان	۱۱۰	۱۲۵	تعداد روز تا میوه دهی

چنانچه توارث‌پذیری صفتی بیشتر از ۵۰ درصد باشد، صفت دارای توارث‌پذیری بالا، چنانچه توارث‌پذیری عمومی صفتی بین ۲۰ تا ۵۰ درصد باشد، صفت دارای توارث‌پذیری متوسط و چنانچه توارث‌پذیری صفت مورد نظر کمتر از ۲۰ درصد باشد، صفت دارای توارث‌پذیری پایین می‌باشد (۶). طبق این نظریه وراثت‌پذیری صفات مورد ارزیابی در مطالعه حاضر در حد بالایی بود، زیرا مقادیر ضرایب تنوع ژنتیکی بزرگ‌تر از فنوتیپی بود که نشان‌دهنده تأثیر 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 (۲۱). با توجه به توارث‌پذیری بالای صفات مذکور، برای اصلاح این صفات می‌توان از روش‌های گزینش بر اساس فنوتیپ استفاده کرد.

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 روی صفت مورد بررسی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج حاصل از توارث‌پذیری (جدول ۵)، در همه صفات مورد مطالعه ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر از ضریب تنوع فنوتیپی بود که نشان‌دهنده تأثیر کمتر عوامل محیطی بر این صفات بود. هرچه اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می‌دهد که اثر محیط روی صفت مورد نظر کمتر است و لذا گزینش در جهت اصلاح چنین صفتی کارآیی لازم را دارد. همچنین توارث‌پذیری عمومی صفات ( $h^2$ ) نیز برآورد شد. صفات وزن میوه، طول میوه، تعداد حجره و تعداد بذر دارای وراثت‌پذیری بالایی از ۸۸ تا ۹۲ درصد بودند (جدول ۴).

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

ضریب تنوع فنوتیپی (درصد)	ضریب تنوع	ضریب تنوع	وراثت‌پذیری	واریانس فنوتیپی	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	صفات
	فنوتیپی (درصد)	محیطی (درصد)	عمومی				
۸۹/۱۶	۸۵/۷۷	۲۴/۴۷	۹۲	۲۹۴۳/۶	۷۷۲۱/۸	۲۲۱/۸	وزن میوه
۳۵/۶۳	۳۳/۹۵	۱۰/۸۱	۹۰	۳/۵۸	۲/۲۵	۰/۳۳	طول میوه
۷۶/۳۷	۷۱/۷۵	۲۶/۱۶	۸۸	۹/۷۱	۸/۵۷	۱/۱۴	تعداد حجره
۷۱/۴۶	۶۸/۷۴	۱۹/۵۴	۹۲	۵۴۰۰/۳	۵۰۰۴/۹	۴۰۴/۴	تعداد بذر

می‌باشد. زنیا به اثر دانه گرده بر جنین و آندوسپرم و متازنیا به اثر دانه گرده بر بافت میوه گفته می‌شود. برخی نیز زنیا را به عنوان اثر ژن‌های گرده بر نمو میوه و بذر تعریف کردند (۱). در هندوانه، اثر زنیا سبب تردشدن بخش گوشتشی، سرعت بخشیدن در رسیدگی بذرها و افزایش میزان قند می‌شود (۹). زنیا و متازنیا در خیار نیز گزارش شده است (۱). تولید بذر بیشتر، افزایش تقسیم سلولی سلول های فرا بر میوه و در نتیجه افزایش وزن میوه را به دنبال دارد. از آنجایی که بذرها در حال رشد هورمون‌هایی تولید می‌کنند که این هورمون‌ها را در میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تفاوت در ماده درونی بذر باعث اختلاف در ابعاد و وزن میوه‌ها می‌شود. هورمون‌های تولیدشده اغلب از نوع جیبریلین است که رشد دیواره‌ی تخمدان را تحریک می‌کند. این هورمون نیز تولید اکسین‌ها را تحریک می‌کند. اکسین تولید شده قابلیت ارتفاعی دیواره‌ی سلول را افزایش می‌دهد (۹). در این حالت فشار دیواره‌ی سلول کاهش یافته آنکه آب به داخل سلول راه پیدا نموده و یاخته بزرگ می‌شود. بذر، یکی از منابع تولید و ذخیره‌ی

اثر دانه گرده بر میوه‌بندی گوجه‌فرنگی 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 تأثیر اثر دانه گرده قرار گرفتند و کاهش معنی داری را نشان دادند. میانگین وزن میوه توده های گرده افشاری شده با توده‌های کفسگیری، اسفراین، سیргان و کردستان کمتر از میانگین وزن میوه در حالت خودگشتنی هست (جدول ۶ و ۷). کاهش وزن میوه‌های تولید شده توسط گرده غیرخودی احتمالاً به علت نفوذ کم لوله‌ی گرده‌ی به خامه و کاهش لقاح با تخمک‌ها می‌باشد. بنابراین، وزن میوه در هنگام برداشت به تعداد بذرها تشکیل شده در طول دوره‌ی گرده‌افشاری و باروری بسیار وابسته است. انتخاب تلاقی‌های صحیح و انجام گرددۀ‌افشاری مصنوعی با کارایی بالا باعث افزایش بذر در میوه در نتیجه باعث افزایش وزن میوه می‌شود (۱۲). تأثیر نوع دانه گرده بر افزایش یا کاهش وزن میوه در مقایسه با شاهد (خودگشتنی) بیانگر وجود پدیده متازنیا در گوجه‌فرنگی در این تحقیق

گونه‌های مختلف یک جنس با توجه به شرایط رشد و نمو، سن و تغذیه‌ی گیاه می‌توانند دارای مقادیر مختلفی از عناصر غذایی کم‌صرف و پرمصرف، هیدرات‌های کربن، اسیدهای آمینه، پروتئین، اسید نوکلئیک، آنزیم‌ها و هورمون‌های گیاهی باشند که تفاوت در میزان هر یک می‌تواند به تنها یابعث 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 متغّری از اسید آمینه‌های تریپتوфан و متیونین هستند که به ترتیب پیش‌سازهای اکسین و اتيلن 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 تحمدان و رویان و هورمون‌های ترشح‌کننده از رویان و داندرون می‌باشد (۲۱).

سیتوکینین است (۹). سیتوکینین‌ها با تعییری که در متابولیسم ایجاد می‌کنند باعث جمع‌آوری برخی از مولکول‌ها مانند اسیدهای آمینه، فسفات‌های معدنی، قندها 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 ژنتیپ وحشی گوجه فرنگی با نام علمی *Solanum galapagense* دارای کرکهای زیاد در سطح میوه و بذرها کوچک است. تلاقی این گیاه به عنوان گرده زا با دو رقم اهلی Micro-Tom و Puse Ruby که دارای کرکهای خیلی کم در سطح میوه و بذرها بزرگ بودند باعث تولید میوه‌های با کرک زیاد و بذرها کوچکتر نسبت به میوه‌های اهلی خودگشتن شد که نشان‌دهنده تاثیر متأنیا و زنیا است (۷). در گزارشی بیان شده است که اثر گرده گوجه فرنگی رقم و زرد گلابی سبب افزایش وزن و حجم میوه های گوجه فرنگی رقم های نارنجی زیتونی و قرمز زیتونی شده است (۱۳) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. دانه‌ی گرده

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

Table 6. Mean comparison of the 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 ججره میوه	تعداد بذر
سیرجان	۱۰/۱۶ <sup>b</sup>	۳/۰۳ <sup>a</sup>	۲/۰۰ <sup>b</sup>	۳۴/۶۶ <sup>b</sup>
کفشگیری	۸/۱۰ <sup>b</sup>	۲/۹۷ <sup>a</sup>	۳/۰۰ a	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>
خودگشتنی رشت	۱۸/۵ <sup>a</sup>	۳/۶۰ <sup>a</sup>	۲/۳۳ <sup>ab</sup>	۷۵/۰۰ a
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 کفشگیری و کردستان بر صفات میوه توده اسفراین

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

منبع دانه گرده	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلی‌متر)	تعداد ججره میوه	تعداد بذر
کفشگیری	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 a	۳۶/۶۶ <sup>b</sup>
خودگشتنی اسفراین	۱۸/۳۳ <sup>a</sup>	۳/۸۳ <sup>a</sup>	۲/۲۳ <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 کفشگیری بر صفات میوه توده کردستان

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

منبع دانه گرده	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلی‌متر)	تعداد ججره میوه	تعداد بذر
اسفراین	۸/۱۴ <sup>b</sup>	۲/۶ <sup>a</sup>	۲/۰۰ a	۴۱/۰۰ <sup>b</sup>
کفشگیری	۸/۷۶ <sup>b</sup>	۳/۰۶ <sup>a</sup>	۲/۳۳ a	۳۶/۳ <sup>b</sup>
خودگشتنی کردستان	۲۱/۵۶ <sup>a</sup>	۳/۰۶ <sup>a</sup>	۲/۵۶ <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	۲۴/۲۴	۷/۸۳

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

اقتصادی مهم تلقی می‌شوند و لیکن بر طول میوه و تعداد حجره تأثیری 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

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 خوارکی و

## 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 خوارکی 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 فتوتیپ استفاده کرد.

انواع مختلفی از توده‌ها بطور مخلوط یا تزدیک به هم کشت شده باشند امکان ایجاد تلاقي‌های ناخواسته و اثرات خاص بر میوه‌ها وجود دارد که بسته به صفت ممکن است مثبت یا منفی تلقی شود. بدور بدست آمده از تلاقي‌ها 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. Aliniaefard. 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. Dadras. 2020. Evaluation of Morphophysiological 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. Mashaiekhi, 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