# برآورد عمل ژن و پارامترهای ژنتیکی صفات مورفولوژیک در جمعیت‌های $F_1$، $F_2$ و $F_3$ گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculantum* L.)

جاوید رحیمی[۱]، فاطمه امینی[۲،*]، حسین رامشینی[۳]، ماهیار عابدی[۴] و محمود لطفی[۵]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم زراعی و اصلاح‌نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت

۲- استادیار، گروه علوم زراعی و اصلاح‌نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت

۳- دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح‌نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت

٤- مربی، بخش تحقیقات سبزی، صیفی و حبوبات آبی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

۵- دانشیار، گروه باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲٤)

## چکیده

گوجه‌فرنگی مهم‌ترین محصول در بین سبزیجات، بعد از سیب‌زمینی می‌باشد و ایران رتبه ششم جهانی سطح زیرکشت آن را به خود اختصاص داده است. متأسفانه هرساله بیش از ۹۵ درصد بذرهای هیبرید سبزیجات وارد می‌شود. مطالعه‌ی حاضر به‌منظور ارزیابی هیبریدهای وارداتی مرسوم (8320، Eden، Matin و Xaman) و نسل‌های $F_2$ و $F_3$ حاصل از خودگشنی آن‌ها صورت گرفت. در همین راستا پس از تولید نسل‌های $F_2$ و $F_3$ سه نسل ($F_1$، $F_2$ و $F_3$) در کنار هم همراه با شاهد (Early Orbana y) طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار کشت شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفات عملکرد تک‌بوته، روز تا گلدهی، متوسط وزن تک‌میوه، میوه‌های برداشت شده، اسیدیته (pH)، در سطح احتمال یک درصد و مواد جامد محلول (TSS) در سطح پنج درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد تک‌بوته برای 8320 $F_1$ (۱۰۹۲۰/۱۰ گرم)، بالاترین تعداد روز تا گلدهی در Xaman $F_2$ (٤۷/۰۱ روز)، بالاترین متوسط وزن تک‌میوه در Xaman $F_1$ (۱۱۵/۵۰ گرم)، بیشترین تعداد میوه‌های برداشت شده در Xaman $F_1$ (۱۰٦/٦۲)، کمترین مقدار اسیدیته (pH) در 8320 $F_1$ (٤/۱۰) و بیشترین مقدار مواد جامد محلول را در نسل Matin $F_3$ (٤/۹٦) مشاهده شد. نتایج حاصل از برآورد پارامترهای ژنتیکی نشان داد اکثر صفات ارزیابی شده از واریانس ژنتیکی و فنوتیپی بالایی برخوردار بودند اما اختلاف جزئی بین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی مشاهده شد که بیانگر تأثیر اندک محیط بر کنترل این صفات می‌باشد. بزرگ بودن واریانس غالبیت نسبت به واریانس افزایشی در اکثر صفات باعث شد درجه غالبیت بزرگ‌تر از یک به‌دست آید؛ بنابراین احتمال کنترل صفات توسط ژن‌های با اثرات غالبیت یا فوق‌غالبیت بالا می‌باشد و جهت بهبود این صفات باید از روش‌های مبتنی‌بر تولید لاین، دورگ‌گیری و استفاده از هتروزیس استفاده نمود.

**واژگان کلیدی:** گوجه‌فرنگی، نسل‌های در حال تفرق، واریانس ژنتیکی

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: aminif@ut.ac.ir



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]

[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

**مقدمه**

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) بعد از سیب‌زمینی، دومین محصول بین سبزیجات بوده و بیشترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده است. این گیاه از خانواده سولاناسه و یک گونه دیپلوئید ($2n = 2x = 24$) است. بر اساس آمارنامه FAO در سال ۲۰۱۸، سطح زیرکشت این محصول در ایران حدود ۱۵۸ هزار هکتار با تولید معادل ٦/٦ میلیون تن، با متوسط عملکرد ٤١/٣ تن در هکتار برآورد شده است. این آمار بیان می‌کند که ایران بعد از کشورهایی همچون آمریکا و چین در رتبه ششم تولید این محصول جای گرفته است. گوجه‌فرنگی یکی از محصولات جالیزی مهمی است که با نیاز بالای آبی بیش از ٦ هزار مترمکعب در هر هکتار در اکثر مناطق به‌جز مناطق بسیار سرد کشت می‌گردد (Xiukang and Yingying, 2016). رسیدن به حداکثر تولید کمی و کیفی در منطقه کشت شده از جمله اهداف اصلی این محصول بوده است. برای نیل به این هدف تولید بذور هیبرید و استفاده از پدیده هتروزیس یکی از گام‌های اساسی و ضروری می‌باشد. به‌نظر می‌رسد عملکرد کم در واحد سطح در ارقام بومی و نیاز بالای ارقام داخلی به آبیاری بالا، حساس بودن این ارقام به آفات و بیماری‌ها (Hajiahmadi *et al*., 2018)، مهم‌ترین مشکل تولید گوجه‌فرنگی در ایران باشد. برای رفع مشکلات مذکور و خودکفایی در تولید بذور گوجه‌فرنگی و ارزآوری در داخل کشور نیاز است بذر هیبرید و اصلاح شده مقاوم به تنش‌های زیستی و غیرزیستی تولید شود. سالیانه بیش از ۹۰ درصد کل بذرهای اصلاح شده صیفی و سبزی از شرکت‌های خارجی وارد می‌شود. به‌دلیل صورت نگرفتن آزمایش‌های ژنتیکی و بررسی تنوع آن‌ها نمی‌توان اطمینان حاصل کرد که این ارقام، ارقام هیبرید هستند یا خیر. به‌دلیل مشکلات ذکر شده هر سال کشاورزان برای خریدن بذر اصلاح شده مجبور به‌صرف هزینه‌های کلانی هستند.

اطلاع از نحوه‌ی توارث و کنترل ژنتیکی صفات از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های به نژادی برخوردار است (Amiri *et al*., 2021)؛ زیرا پارامترهای ژنتیکی صفات و وراثت‌پذیری به‌دلیل اثر متقابل ژنوتیپ × محیط تغییر می‌کنند. اطلاع از نوع عمل ژن، واریانس افزایشی، غالبیت، درجه غالبیت و همچنین تعیین اپیستازی در تعیین روش به نژادی کمک می‌کند. همچنین برآورد واریانس افزایشی تأثیر مستقیم بر وراثت‌پذیری خصوصی دارد و با کمک وراثت‌پذیری خصوصی می‌توان لاین‌های برتر و بهتری را شناسایی کرد.

در تحقیق هانان و همکاران (Hannan *et al*., 2007) بر روی ٤٥ هیبرید سینگل‌کراس گوجه‌فرنگی اختلافات معنی‌داری برای صفات عملکرد در واحد سطح، ارتفاع گیاه، تعداد روز تا گلدهی، تعداد گل در گل‌آذین، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد میوه در بوته و وزن میوه مشاهده شد.

مطالعه‌ای با هدف ارزیابی لاین‌های تجاری گوجه‌فرنگی برای صفات عملکرد میوه، تعداد برگچه‌های برگ و تعداد گل در خوشه بر روی ۲۵ ژنوتیپ انجام شد (Peixot *et al*., 2017). در این مطالعه صفات تعداد برگچه‌های برگ و تعداد گل در گل‌آذین همبستگی مثبت نشان دادند. علاوه‌بر این، افزایش تعداد میوه‌ها با وزن میوه همبستگی منفی نشان دادند.

در مطالعه راجان و همکاران (Rajan *et al*., 2018) تجزیه میانگین نسل‌ها برای هفت صفت کیفی میوه در ۵ نسل از تلاقی EC 461070 × MTM گوجه‌فرنگی انجام شد. در این پژوهش مشخص شد که صفات تعداد دانه در هر میوه، ضخامت گوشت، میزان ویتامین C، محتوای کاروتن، pH، آب گوجه‌فرنگی، درصد مواد جامد محلول، مقدار قند و ماندگاری با اپیستازی مضاعف و تعداد حفره در هر میوه به‌وسیله اثر متقابل اپیستازی کنترل می‌شود (Rajan *et al*., 2018).

تجزیه میانگین نسل برای هشت صفت در شش نسل از تلاقی EC - 461070 × MTM گوجه‌فرنگی محلی در مطالعه راجان و همکاران (Rajan *et al*., 2019) انجام شد و مشخص شد اثر ژن‌های فوق‌غالبیت (غالبیت و غالبیت × غالبیت) صفات وزن میوه بر روی بوته، تعداد روز تا اولین چین میوه، تعداد روز تا گلدهی، حجم بوته و تعداد شاخه در هر گیاه را کنترل می‌کنند.

در مطالعه‌ای زدراویک و همکاران (Zdravković *et al*., 2011) گزارش شد عملکرد گوجه‌فرنگی به دو عامل یعنی وزن میوه و تعداد میوه کوچک در هر گل‌آذین بستگی دارد.



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]
[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

این دو عامل جزء صفات کمی هستند. اثرات افزایشی ژن و غالبیت، اثر متقابل ژن غیرآللی برای اجزای عملکرد و عملکرد شناسایی شده است. همچنین مشخص شد اپیستازی مضاعف برای صفات وزن و عملکرد میوه وجود داشته است؛ بنابراین، وزن میوه و تعداد میوه کوچک در هر گل‌آذین می‌تواند کارآمدترین راهکار برای افزایش توانایی عملکرد گوجه‌فرنگی باشد (Zdravković *et al.*, 2011).

از آنجایی که کشور ایران خاستگاه این گیاه نیست و ارقام بومی از عملکرد مطلوبی برخوردار نیستند؛ بنابراین یکی از روش‌های به نژادی ایجاد جمعیت اینبرد لاین‌های برتر و تلاقی آن‌ها جهت تولید هیبریدهای مشابه ارقام هیبرید خارجی می‌باشد. این مطالعه با هدف تولید اینبرد لاین‌ها و اطلاع از چگونگی کنترل ژنتیکی صفات در نسل‌های مورد ارزیابی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق نسل‌های $F_1$، $F_2$ و $F_3$ ژنوتیپ‌های 8320، Xaman، Matin و Eden و ژنوتیپ Early Orbana Y (رقم رایج منطقه به‌عنوان شاهد) کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. شکل میوه و شرکت تولیدکننده بذر این هیبریدها در جدول ۱ ذکر شده است. جهت تولید بذرهای نسل $F_2$ بوته‌های نسل $F_1$ و برای تولید بذور نسل $F_3$ بوته‌های نسل $F_2$ در سال‌های قبل از طریق پاکت گذاری خودگشن شده بودند.

این پژوهش در سال زراعی ۹۸-۹۷ در قطعه زمینی با مساحت ۲۳۰۰ مترمربع در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد. قطعه زمین مورد کشت قبل از اجرای طرح و کاشت نشاء به‌مدت یک‌سال تحت آیش بود. اضافه نمودن کودهای شیمیایی مانند اوره، سوپرفسفات تریپل و پتاسیم و سولفات پتاسیم از هرکدام ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار متناسب با آزمایش خاک صورت گرفت و خاک‌ورزی لازم انجام شد.

به‌منظور تهیه نشاء در تاریخ ۲۰ ماه اسفند سال ۱۳۹۷، ۸۰ نشاء $F_1$، ۲۰۰ نشاء $F_2$ و ۱۲۶ نشاء برای $F_3$ از هر ژنوتیپ 8320، Xaman، Matin و Eden کشت شد. از پیت‌ماس در بستر سینی نشاءها استفاده شد. آبیاری به‌طور مرتب در هرروز صورت می‌گرفت و در سه مرحله کود شیمیایی NPK کامل برای رشد بهتر با رعایت زمانی یک هفته، به نشاءها داده شد. نشاءها در زمان ٤-٥ برگی به زمین اصلی منتقل شدند. عملیات وجین در طول دوره رویشی بوته‌ها، ۲ بار با تراکتور باغی و ۲ بار به‌صورت دستی انجام شد. هفته‌های دوم و چهارم خاک‌دهی توسط تراکتور باغی به پای بوته‌ها انجام شد. کود هیومکس کامل ٤ لیتر در هکتار و کود ضد تنش سامانتین در دو آبیاری اول به گیاهچه‌ها داده شد. کود ۱۰-۵۲-۱۰ جهت رشد سریع ریشه ۱۰ کیلو در هکتار داده شد. برای تقویت رشد رویشی کود ۲۰ ۲۰ ۲۰ به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار و کود اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با هیومکس تزریق شد. زمانی‌که بوته‌ها به اندازه‌ی کافی تاج خود را پر کرده و شروع به رفتن به فاز زایشی نمودند، کود نیترات پتاسیم ۱۰ کیلوگرم در هکتار به سیستم آبیاری همراه آب، پای بوته‌ها داده شد و با حفظ فاصله زمانی مناسب در دو تکرار جهت پر کردن میوه‌ها کود سولوپتاس ۱۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد.

ارقام شاهد در یک نسل و ژنوتیپ‌های تجاری در سه نسل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار به‌مدت یک‌سال کشت شدند. هر کرت شامل یک ردیف ۲۳ متری و فاصله بین و روی ردیف به‌ترتیب ۱۸۰ و ۷۰ سانتی‌متر بود.

جدول ۱- برخی از مشخصات رقم‌های $F_1$ هیبریدهای تجاری مورد مطالعه

Table 1. Some charactristics of evaluated commertial $F_1$ hybrids

| ژنوتیپ<br>Genotype | شرکت اصلاح کننده<br>Breeder company | شکل میوه<br>Fruit shape |
|---|---|---|
| Matin36 | Hoger | Blocky |
| 8320 | Seminis | Flat-round |
| Eden | Seminis | Blocky |
| Xaman | Seminis | Oval |



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]

[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

**صفات مورد ارزیابی در این مطالعه:** مهم‌ترین صفات به نژادی گوجه‌فرنگی نظیر عملکرد در بوته، تعداد گل‌آذین بر روی ساقه اصلی، تعداد روز تا گلدهی، متوسط وزن تک‌میوه، تعداد میوه‌های برداشت شده، اسیدیته و مواد جامد محلول بر اساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری در گوجه‌فرنگی (UPOV, 2002) اندازه‌گیری شدند.

**نحوه برآورد پارامترهای ژنتیکی:** بعد از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS، SPSS و Excel صورت گرفت. مقایسات میانگین به روش دانکن انجام شد. مقادیر واریانس ژنتیکی برای هر ژنوتیپ به روش امیدریاضی میانگین مربعات (Mather and Jinks, 2013; Farshadfar, 2008) محاسبه شد. علاوه‌بر این واریانس فنوتیپی از رابطه (۱)، درجه غالبیت از رابطه (۲)، وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به‌ترتیب از رابطه (۳ و ٤)، ضریب تغییرات ژنتیکی از رابطه (٥)، ضریب تغییرات فنوتیپی از رابطه (٦)، واریانس افزایشی و واریانس غالبیت به روش دستگاه دو معادله دو مجهول (Mather and Jinks, 2013)، از رابطه (۷) محاسبه شدند.

رابطه (۱) $V_p=V_G+V_E+V_{GE}$

رابطه (۲) $D=\sqrt{VD/VA}$

رابطه (۳) $H^2_b=V_g/V_p$

رابطه (٤) $H^2_n=V_A/V_P$

رابطه (٥) $CVg=(\frac{\sqrt[2]{Vg}}{AVERAGE})\times 100$

رابطه (٦) $CVp=(\frac{\sqrt[2]{Vp}}{AVERAGE})\times 100$

رابطه (۷) $\sigma^2 g\ F2=1/2A+1/4D$

در رابطه‌های بالا $V_A$، $V_D$، $V_G$، $V_E$ و $V_P$ به‌ترتیب برابر واریانس افزایشی، واریانس غالبیت، واریانس ژنتیکی، واریانس محیطی و واریانس فنوتیپی می‌باشد (Mather and Jinks, 2013). قابل‌ذکر است در مطالعه حاضر واریانس‌هایی که منفی برآورد شدند از محاسبات حذف شدند.

## نتایج و بحث

**عملکرد تک‌بوته:** نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نسل‌های ژنوتیپ‌ها و شاهد در صفت عملکرد تک‌بوته (گرم در بوته) در سطح ۱ درصد وجود دارد. درحالی‌که اثر بلوک برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد (جدول ۳) نسل $F_1$ ژنوتیپ 8320 بالاترین عملکرد تک‌بوته (۱۰۹۲۰/۱۰ گرم) را به خود اختصاص داد و ژنوتیپ Xaman $F_3$ پایین‌ترین سطح عملکرد (٤٤٠٦/٦٠ کیلوگرم در بوته) را داشت. مقایسه واریانس‌ها در نسل‌های مختلف همه ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیشترین تنوع در نسل $F_2$ مشاهده شد. تفرق صفات از نسل $F_1$ به $F_2$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin، Xaman برابر با ۷۱۳۵۱۹۸، ٦٨٦٦٤٢٣، ٥٤٩١٦٤٣ و ۲۷۳۳۲۸۸ بود که نشان می‌دهد بیشترین تفرق صفات در ژنوتیپ 8320 وجود داشت. تفرق صفات از نسل $F_2$ به $F_3$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin، Xaman برابر با ۲۱٦٤۷۹۲، ۲٦۰۰٥۳۲، ۱۲۲٥۷٥۳ و ۲٤۸٥۳٦۹ بود که نشان می‌دهد بیشترین تفرق در ژنوتیپ Eden مشاهده شده است.

در مطالعه‌ای رهایی و همکاران (Rahaee *et al.*, 2017) برای صفت عملکرد تک‌بوته گزارش کردند ژن‌هایی که اثرهای اپیستازی غالبیت × غالبیت دارند نسبت به ژن‌های دیگر از اهمیت بیشتری برخوردارند. وجود تنوع زیاد بین نسل‌های در حال تفرق و $F_1$ بیانگر تفکیک متجاوز در نسل‌ها می‌باشد و با نتایج حاضر مطابقت دارد.

در مطالعه راجان و همکاران (Rajan *et al.*, 2019) مشخص شد ژن‌هایی با اثرات فوق‌غالبیت عملکرد تک‌بوته را کنترل می‌کنند. همچنین بیشترین مقدار عملکرد در نسل $F_1$ و کمترین مقدار آن را در نسل $F_2$ مشاهده کردند و بیان کردند که اثرات فوق‌غالبیت و غالبیت در وراثت‌پذیری این صفت مشاهده می‌شود.

در تحقیق زدراکوویک و همکاران (Zdravković *et al.*, 2011) عامل اصلی عملکرد گوجه‌فرنگی را دو صفت وزن میوه و تعداد میوه در گل‌آذین اعلام کردند. این صفات کمی هستند و بنابراین تحت تأثیر چندین ژن قرار دارند و گزارش نمودند اثرات ژن (اپیستازی، افزایشی و غالبیت) در تعیین نحوه وراثت‌پذیری برای عملکرد نقش دارد. در این تحقیق اثر اپیستازی باعث دو برابر شدن عملکرد میوه شد که نسبت به اثرات فوق‌غالبیت قابل‌توجه است. همچنین مشخص شد افزایش تعداد میوه در هر گل‌آذین می‌تواند کارآمدترین استراتژی برای افزایش توانایی عملکرد گوجه‌فرنگی باشد (Zdravković *et al.*, 2011). در



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]
[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

مطالعه حاضر در ژنوتیپ Matin مقدار واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی می‌باشد با توجه به ضریب غالبیت بالاتر از یک احتمالاً عمل ژن‌ها از نوع فوق‌غالبیت می‌باشد.

**تعداد روز تا گلدهی:** نتایج نشان داد در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین تعداد روز تا گلدهی نشان داد بیشترین تعداد روز تا گلدهی در Xaman $F_2$ و Eden $F_3$ (۴۷/۰۱ و ۴۵/۹۳) و کمترین تعداد روز تا گلدهی در 8320 $F_1$ (۳۹/۵۶) وجود دارد. طبق جداول ٤ تا ۷ مقادیر پارامترهای ژنتیکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی گزارش گردیده است. مقایسه واریانس‌ها در نسل‌های مختلف نشان داد به‌غیر از ژنوتیپ Matin بیشترین تنوع در نسل $F_2$ مشاهده می‌شود. تفرق صفات از نسل $F_1$ به $F_2$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin و Xaman برابر با ۱۶/۱۱، ۱، ۱۹/۰۶ و ۱۹/۰٤ بود. تفرق صفات از نسل $F_2$ به $F_3$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin و Xaman برابر با ۵/۵٦، ۱/۱، ٦/۵۹ و ۱۰/۸ بود که نشان می‌دهد کمترین تفرق برای این صفت در ژنوتیپ Eden وجود داشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در پنج ژنوتیپ گوجه‌فرنگی شامل رقم استاندارد و نسل‌های مختلف ارقام هیبرید Matin، 8320، Eden و Xaman

Table 2. Analysis of variance of evaluated traits in five genotypes of tomato including standard cultivar and different generation of hybrid Matin, 8320, Eden and Xaman

| منابع تغییر Source of variation | درجه آزادی Df | میانگین مربعات Mean squres | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد در بوته Single plant yield | تعداد گل‌آذین No. of inflorescences | روز تا گلدهی Days to flowering | متوسط وزن تک‌میوه Average single fruit weight | تعداد میوه‌های برداشت شده No. of harvested fruit | اسیدیته pH | مواد جامد محلول Soluble Solids components |
| بلوک Block | 3 | 889675.40 $^{ns}$ | 4.91$^{*}$ | 3.19$^{ns}$ | 17.47$^{ns}$ | 291.60$^{ns}$ | 0.05$^{ns}$ | 0.17$^{ns}$ |
| ژنوتیپ Genotype | 12 | 11534584.45$^{**}$ | 2.41$^{ns}$ | 19.67$^{**}$ | 328.53$^{**}$ | 1137.11$^{**}$ | 0.27$^{**}$ | 0.22$^{*}$ |
| خطا Error | 36 | 1427445.70 | 1.51 | 4.02 | 108.06 | 68 | 0.03 | 0.10 |
| ضریب تغییرات (درصد) CV (%) | | 15.89 | 19.36 | 4.65 | 10.56 | 15.07 | 3.85 | 7.06 |

$^{ns}$، $^{*}$و$^{**}$: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

$^{ns}$, $^{*}$and$^{**}$: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده به روش دانکن در نسل‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف گوجه فرنگی

Table 3. Means comparison of evaluated traits based on Duncan method for different generations and genotypes of tomato

| ژنوتیپ Genotype | عملکرد در بوته (گرم) Single plant Yield (g) | روز تا گلدهی Days to flowering | متوسط وزن تک‌میوه (گرم) Average single fruit weight (g) | تعداد میوه های برداشت شده No. of harvested fruit | اسیدیته pH | مواد جامد محلول Soluble solids |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8320 $F_1$ | 10920.10$^{a}$ | 39.56$^{c}$ | 95.91$^{ac}$ | 90.60$^{ab}$ | 4.10$^{e}$ | 4.78$^{a}$ |
| Eden $F_1$ | 8620.90$^{ad}$ | 41.20$^{bc}$ | 111.64$^{ab}$ | 103.75$^{a}$ | 4.86$^{ab}$ | 4.46$^{b}$ |
| Matin $F_1$ | 9539.5$^{ab}$ | 41.19$^{bc}$ | 107.96$^{ab}$ | 102.60$^{a}$ | 4.92$^{ab}$ | 4.26$^{b}$ |
| Xaman $F_1$ | 9282.30$^{ac}$ | 41.52$^{bc}$ | 115.50$^{a}$ | 106.62$^{a}$ | 4.84$^{ac}$ | 4.36$^{b}$ |
| 8320 $F_2$ | 7159.20$^{bd}$ | 43.90$^{ac}$ | 92.94$^{bc}$ | 82.64$^{ac}$ | 4.45$^{ce}$ | 4.91$^{a}$ |
| Eden $F_2$ | 7387.20$^{bd}$ | 43.58$^{ac}$ | 95.56$^{ac}$ | 80.80$^{ac}$ | 4.86$^{bd}$ | 4.78$^{a}$ |
| Matin $F_2$ | 6895.60$^{ce}$ | 44.48$^{ab}$ | 93.29$^{ac}$ | 72.66$^{bc}$ | 4.76$^{ad}$ | 4.77$^{a}$ |
| Xaman $F_2$ | 6367.40$^{de}$ | 47.01$^{a}$ | 98.74$^{ac}$ | 58.05$^{c}$ | 5.02$^{a}$ | 4.42$^{b}$ |
| 8320 $F_3$ | 6451.20$^{de}$ | 42.75$^{ac}$ | 99.52$^{ac}$ | 67.90$^{bc}$ | 4.41$^{ab}$ | 4.54$^{a}$ |
| Eden $F_3$ | 6886.70$^{ce}$ | 45.93$^{a}$ | 92.94$^{ac}$ | 69.82$^{bc}$ | 4.74$^{ad}$ | 4.49$^{a}$ |
| Matin $F_3$ | 6277.40$^{de}$ | 44.85$^{ab}$ | 93.69$^{ac}$ | 68.76$^{bc}$ | 4.60$^{bd}$ | 4.96$^{a}$ |
| Xaman $F_3$ | 4406.60$^{e}$ | 44.06$^{ab}$ | 82.37$^{c}$ | 57.05$^{c}$ | 4.91$^{ab}$ | 4.86$^{a}$ |
| Control | 7501.40$^{bc}$ | 40.53$^{bc}$ | 101.29$^{ac}$ | 89.82$^{ab}$ | 4.90$^{ab}$ | 4.78$^{a}$ |

وجود حروف مشترک در هر ستون بیانگرعدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

For each column the same letters indicate non-significant difference at the p value of 0.01



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]

[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

نتایج حاضر با گزارش رهایی و همکاران (Rahaee *et al.*, 2017) برای صفت تعداد روز تا تشکیل گل مطابقت دارد. در مطالعه مذکور این صفت بین دو والد معنی‌دار نبوده اما در نسل $BC_2$ (F3) معنی‌دار شد. به‌عبارتی در هر دو مطالعه تفکیک متجاوز در نسل‌های در حال تفرق مشاهده می‌شود (Rahaee *et al.*, 2017).

**متوسط وزن تک‌میوه:** نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد تیمارهای اعمال شده بر متوسط وزن تک‌میوه (برحسب گرم) در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). در جدول مقایسه میانگین، بیشترین مقدار میانگین به Xaman $F_1$ (۱۱۵/۵۰ گرم) و کمترین مقدار در Xaman $F_3$ (۸۲/۳۷ گرم) اختصاص یافته است. اختلاف کم بین واریانس‌های ژنتیکی و فنوتیپی بیانگر تأثیر ناچیز محیط در بروز این صفت را پررنگ می‌کند و به‌نوبه‌ی خود باعث افزایش وراثت‌پذیری عمومی آن می‌شود. مقایسه واریانس‌ها در نسل‌های مختلف نشان داد در ژنوتیپ Eden بیشترین تنوع در نسل F2 مشاهده می‌شود. تفرق صفات از نسل $F_1$ به $F_2$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin و Xaman برابر با ۶۷۷/۴۵، ۴۶۱/۷۶، ۷۴۵/۶۳ و ۸۹۴/۵۵ بود که نشان می‌دهد بیشترین تفرق صفات در ژنوتیپ Xaman وجود داشت. تفرق صفات از نسل $F_2$ به $F_3$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin و Xaman برابر با ۱۱۵/۳۳، ۲۶۷/۹۶، ۵۰/۹ و ۱۴۲/۰۸ بود که نشان می‌دهد بیشترین تفرق در ژنوتیپ Eden مشاهده شده است (جدول ۳).

نتایج به‌دست آمده در برخی از پارامترها با گزارش کرکتا و بهادر (Kerketta and Bahadur, 2019) مطابقت دارد. صفت وزن میوه در مطالعه ذکر شده در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و مقدار واریانس ژنتیکی (۲۵۱/۳۸)، واریانس فنوتیپی (۳۰۱/۲۵)، ضریب تغییرات ژنتیکی (۲۶/۸۹) و ضریب تغییرات فنوتیپی (۲۹/۴۴) و وراثت‌پذیری عمومی (۸۳/۴) گزارش شد. این صفت دارای ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی بالایی بوده اما اختلاف زیادی بین این دو پارامتر مشاهده نشد؛ این امر بدین معنی است که صفت وزن تک‌میوه توسط ژن‌های کنترل می‌شود که کمتر تحت تأثیر محیط هستند و اختلاف کم بین دو ضریب تغییرات باعث افزایش وراثت‌پذیری عمومی شد (Kerketta and Bahadur, 2019).

در مطالعه رهایی و همکاران (Rahaee *et al.*, 2017) برای صفت میانگین وزن میوه، واریانس غالبیت پایین ولی واریانس افزایشی، وراثت‌پذیری عمومی و وراثت‌پذیری خصوصی بالایی گزارش شد.

در مطالعه محمد و همکاران (Mohamed *et al.*, 2012) مقدار واریانس ژنتیکی (۱۶۴۲)، واریانس فنوتیپی (۱۷۷۹)، ضریب تغییرات ژنتیکی (۴۸/۸۵)، ضریب تغییرات فنوتیپی (۴۹/۰۵)، وراثت‌پذیری عمومی (۹۲) برای صفت وزن میوه گوجه‌فرنگی گزارش شد. سراوانان و همکاران (Saravanan *et al.*, 2019) پارامترهای ضریب تغییرات ژنتیکی (۲۵/۶۸) و ضریب تغییرات فنوتیپی (۲۵/۹۲)، وراثت‌پذیری عمومی (۹۸/۱۶) را برای صفت متوسط وزن میوه برآورد کردند.

**تعداد میوه‌های برداشت شده:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد میوه‌های برداشت شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد و اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها و نسل‌ها موجود می‌باشد (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار در Xaman $F_1$ (۱۰۶/۶۲) و کمترین مقدار در Xaman $F_3$ (۵۷/۰۵) وجود دارد. مقایسه واریانس‌ها در نسل‌های مختلف نشان داد در همه ژنوتیپ‌ها به‌غیر از Xaman بیشترین تنوع در نسل $F_2$ مشاهده شد. تفرق صفات از نسل $F_1$ به $F_2$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin، Xaman برابر با ۲۴۵۳/۳۴، ۳۰۳/۱۷، ۳۲۸/۲۴ و ۴۱۱/۱۵ بود. تفرق صفات از نسل $F_2$ به $F_3$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin و Xaman برابر با ۱۶۹۲/۶۷، ۱۶۸/۱۲، ۱۸۲/۲۲ و ۴۳۴/۷۶ بود که نشان می‌دهد بیشترین تفرق صفات در ژنوتیپ 8320 وجود داشت.

در پژوهش سراوانان و همکاران (Saravanan *et al.*, 2019) مقادیر ضریب تغییرات ژنتیکی و ضریب تغییرات فنوتیپی بالا و نزدیک به هم گزارش شد. همچنین وراثت‌پذیری عمومی بسیار بالای (۹۹) برای صفت میوه‌های برداشت شده عنوان گردید. همچنین در گزارش دیگری مقادیر واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنتیکی و ضریب تغییرات فنوتیپی، بالا و وراثت‌پذیری عمومی (۵۴) گزارش شد (Kerketta and Bahadur, 2019) که با پارامترهای به‌دست آمده مطالعه حاضر مطابقت دارد.



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]
[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

واریانس ژنتیکی (۱۷۰/۱۱)، واریانس فنوتیپی (۱۷٤/۵۸)، ضریب تغییرات ژنتیکی (۳۵/۸٤) و ضریب تغییرات فنوتیپی (۳۵/۳۷)، وراثت‌پذیری عمومی (۰/۲٦۵۱) در مطالعه دیگری برای صفت تعداد کل میوه‌های برداشت شده برآورد شد (Bhandari *et al.*, 2017). در مطالعه حاضر تنوع زیادی برای پارامترهای ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌ها برای این صفت مشاهده شد که می‌توان به‌راحتی بهترین خانواده‌ها را انتخاب کرد.

**اسیدیته (pH):** تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد اسیدیته در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشد. جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) اسیدیته نشان داد که بیشترین مقدار pH به Xaman $F_2$ (۵/۰۲) و کمترین مقدار به 8320 $F_1$ (٤/۱۰) اختصاص یافته است. در جداول ٤ تا ۷ مقادیر پارامترهای ژنتیکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی آورده شده است. بزرگ‌تر شدن یا مساوی بودن درجه غالبیت از یک بیانگر وجود فرضیه فوق‌غالبیت در کنترل صفت اسیدیته می‌باشد، اما با افزایش خلوص در درون خانواده‌ها، مقدار درجه غالبیت کاهش می‌یابد زیرا واریانس افزایشی در هر نسل افزایش می‌یابد. همچنین اختلاف بسیار اندک بین واریانس‌های ژنتیکی و واریانس فنوتیپی بیانگر عدم تأثیر محیط بر بروز این صفت می‌باشد و به‌نوبه‌ی خود باعث افزایش وراثت‌پذیری عمومی آن می‌شود. در مطالعه‌ای که به‌منظور تعیین مقادیر وراثت‌پذیری برای ۱۸ خانواده گوجه‌فرنگی $F_3$ انجام شده بود، مشخص شد که برخی صفات در نسل‌های مختلف ثابت بوده و برخی تفاوت نشان داده‌اند و مقدار وراثت‌پذیری برای صفت اسیدیته در $F_3$ برابر با ۰/۱۱ گزارش شد (Medico *et al.*, 2019).

در مطالعه ردی و همکاران (Reddy *et al.*, 2013) مقدار ضریب تغییرات ژنتیکی (۳۲/۸۵)، ضریب تغییرات فنوتیپی (۳٤/۹۳) و وراثت‌پذیری عمومی (۰/۸۸) برای صفت اسیدیته گزارش شد.

**مواد جامد محلول:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد، مواد جامد محلول در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شده است (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین مقدار مواد جامد محلول را در نسل Matin $F_3$ (٤/۹٦) و کمترین مقدار در Matin $F_1$ (٤/۲٦) نشان داد. بیشترین و کمترین مقدار برای وراثت‌پذیری عمومی به‌ترتیب در ژنوتیپ Eden و Xaman (٦۳/٦۳ و ۱٤/۳۵) و وراثت‌پذیری خصوصی در ژنوتیپ Matin و Xaman (۱۲/۰۰ و ۱/۰۸) به‌دست آمد (جداول ٤ تا ۷).

مقایسه واریانس‌ها در نسل‌های مختلف نشان داد در همه ژنوتیپ‌ها به‌غیر از 8320 بیشترین تنوع در نسل $F_3$ مشاهده می‌گردد. تفرق صفات از نسل $F_1$ به $F_2$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin و Xaman برابر با ۰/٤۲، ۰/۲۷، ۰/۲۷ و ۰/۰۹ بود. تفرق صفات از نسل $F_2$ به $F_3$ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 8320، Eden، Matin و Xaman برابر با ۰/۲۱، ۰/۱، ۰/۱۲ و ۰/۰۳ بود که نشان می‌دهد بیشترین تفرق صفات در ژنوتیپ Xaman وجود دارد.

پایین بودن واریانس ژنتیکی و واریانس فنوتیپی احتمال عدم تنوع ژنتیکی در لاین‌های والدی را زیاد می‌کند. این ژنوتیپ‌ها با هدف مصرف تازه، اصلاح شده‌اند و از طرفی این صفت با عملکرد رابطه عکس دارد. در مطالعه ردی و همکاران (Reddy *et al.*, 2013) در ۱۹ ژنوتیپ گوجه‌فرنگی مشخص شد صفت مذکور از ضریب تغییرات ژنتیکی و ضریب تغییرات فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی بالایی برخوردار بود. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه با نتایج کرکتا و بهادر (Kerketta and Bahadur, 2019) مطابقت دارد. در مطالعه‌ای کابودویا و همکاران (Cabodevila *et al.*, 2017) گزارش شد که در بین جمعیت نسل $F_2$ مورد مطالعه، مواد جامد محلول در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و مقدار واریانس محیطی (۰/۱۱) مقدار واریانس ژنتیکی (۱/۷۰)، واریانس فنوتیپی (۱/۸۱)، ضریب تغییرات ژنتیکی (۲۱/۹۰) و ضریب تغییرات فنوتیپی (۲۳/۰۵) و وراثت‌پذیری عمومی را (۰/۹٤) برآورد گردید.



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]
[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

جدول ٤- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ 8320 گوجه‌فرنگی

Table 4. Estimate of genetic parameters of evaluated traits in genotype 8320 of tomato

| صفات Traits | واریانس $F_1$ $VF_1$ | واریانس $F_2$ $VF_2$ | واریانس $F_3$ $VF_3$ | واریانس ژنتیکی Vg | واریانس فنوتیپی Vp | واریانس افزایشی VA | واریانس غالبیت VD | ضریب تغییرات ژنتیکی CVg | ضریب تغییرات فنوتیپی CVp | درجه غالبیت D | وراثت‌پذیری عمومی $H^2_b$ | وراثت‌پذیری خصوصی $H^2_n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد در بوته (گرم) Single plant Yield (g) | 1305542.50 | 8440738.40 | 6275946.44 | 5515788.00 | 6821330.51 | - | 7643186.54 | 28.72 | 31.94 | - | 80.86 | - |
| روز تا گلدهی Days to flowering | 3.70 | 19.81 | 14.25 | 3.45 | 7.15 | - | 18.15 | 4.41 | 6.35 | - | 48.24 | - |
| متوسط وزن تک‌میوه (گرم) Average single fruit weight (g | 103.39 | 780.84 | 896.17 | 66.8 | 177.05 | 37.58 | 27.86 | 8.37 | 13.63 | 0.86 | 37.72 | 21.22 |
| تعداد میوه های برداشت شده No. of harvested fruit | 151.15 | 2604.49 | 911.82 | 85.42 | 236.57 | - | 3892.45 | 11.49 | 19.13 | - | 36.11 | - |
| اسیدیته pH | 0.041 | 0.132 | 0.045 | 0.02 | 0.06 | - | 0.17 | 3.46 | 5.81 | - | 33.33 | - |
| مواد جامد محلول Soluble solids components | 0.09 | 0.51 | 0.30 | 0.55 | 0.64 | - | 0.55 | 15.35 | 16.56 | - | 85.93 | - |

جدول ٥- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ Eden گوجه‌فرنگی

Table 5. Estimate of genetic parameters of evaluated traits in genotype Eden of tomato

| صفات Traits | واریانس $F_1$ $VF_1$ | واریانس $F_2$ $VF_2$ | واریانس $F_3$ $VF_3$ | واریانس ژنتیکی Vg | واریانس فنوتیپی Vp | واریانس افزایشی VA | واریانس غالبیت VD | ضریب تغییرات ژنتیکی CVg | ضریب تغییرات فنوتیپی CVp | درجه غالبیت D | وراثت‌پذیری عمومی $H^2_b$ | وراثت‌پذیری خصوصی $H^2_n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد در بوته (گرم) Single plant Yield (g) | 1739070.23 | 8605492.80 | 6004960.45 | 352551.91 | 4431420.17 | 196324.22 | 526524.74 | 7.78 | 30.48 | 1.64 | 7.95 | 4.4 |
| روز تا گلدهی Days to flowering | 3.22 | 4.22 | 3.12 | 3.62 | 6.36 | 1.32 | 1.20 | 8.41 | 14.79 | 0.95 | 56.92 | 20.75 |
| متوسط وزن تک‌میوه (گرم) Average single fruit weight (g | 560.88 | 1022.64 | 754.68 | 78.23 | 639.15 | 22.04 | 36.36 | 8.45 | 25.26 | 1.28 | 12.24 | 3.45 |
| تعداد میوه های برداشت شده No. of harvested fruit | 522.45 | 825.62 | 657.50 | 320.87 | 952.34 | - | 450.22 | 22.41 | 40.78 | - | 33.69 | - |
| اسیدیته pH | 0.005 | 0.005 | 0.035 | 0.003 | 0.008 | 0.0002 | 0.0002 | 1.18 | 1.91 | 1 | 37.50 | 25.79 |
| مواد جامد محلول Soluble solids components | 0.09 | 0.36 | 0.46 | 0.14 | 0.22 | 0.024 | 0.021 | 7.72 | 9.70 | 0.93 | 63.63 | 10.90 |



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]
[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

جدول ٦- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ Matin گوجه‌فرنگی

Table 6. Estimate of genetic parameters of evaluated traits in genotype Matin of tomato

| صفات Traits | واریانس $F_1$ $VF_1$ | واریانس $F_2$ $VF_2$ | واریانس $F_3$ $VF_3$ | واریانس ژنتیکی Vg | واریانس فنوتیپی Vp | واریانس افزایشی VA | واریانس غالبیت VD | ضریب تغییرات ژنتیکی CVg | ضریب تغییرات فنوتیپی CVp | درجه غالبیت D | وراثت‌پذیری عمومی $H^2_b$ | وراثت‌پذیری خصوصی $H^2_n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد در بوته (گرم) Single plant Yield (g) | 1739075.65 | 7230718.78 | 6004966.17 | 2553112.27 | 4292187.92 | 196210.88 | 529543.25 | 21.10 | 27.36 | 1.64 | 59.48 | 4.57 |
| روز تا گلدهی Days to flowering | 3.74 | 22.80 | 29.39 | 3.07 | 6.82 | 1.55 | 1.91 | 4.03 | 6.00 | 1.11 | 45.14 | 22.72 |
| متوسط وزن تک‌میوه (گرم) Average single fruit weight (g | 288.02 | 1033.64 | 1084.54 | 60.55 | 348.58 | 16.41 | 29.20 | 7.91 | 18.98 | 1.33 | 17.37 | 4.71 |
| تعداد میوه های برداشت شده No. of harvested fruit | 623.87 | 952.11 | 769.89 | 319.97 | 943.85 | - | 461.87 | 21.99 | 37.76 | - | 33.90 | - |
| اسیدیته pH | 0.030 | 0.083 | 0.040 | 0.01 | 0.04 | - | 0.069 | 2.94 | 4.70 | - | 25.00 | - |
| مواد جامد محلول Soluble solids | 0.08 | 0.35 | 0.47 | 0.12 | 0.20 | 0.024 | 0.021 | 7.77 | 9.77 | 0.94 | 60.12 | 12.00 |

جدول ۷- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ Xaman گوجه‌فرنگی

Table 7. Estimate of genetic parameters of evaluated traits in genotype Xaman of tomato

| صفات Traits | واریانس $F_1$ $VF_1$ | واریانس $F_2$ $VF_2$ | واریانس $F_3$ $VF_3$ | واریانس ژنتیکی Vg | واریانس فنوتیپی Vp | واریانس افزایشی VA | واریانس غالبیت VD | ضریب تغییرات ژنتیکی CVg | ضریب تغییرات فنوتیپی CVp | درجه غالبیت D | وراثت‌پذیری عمومی $H^2_b$ | وراثت‌پذیری خصوصی $H^2_n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد در بوته (گرم) Single plant Yield (g) | 4092983.33 | 6826270.88 | 4340901.95 | 5576530.65 | 9669513.32 | - | 5136016.94 | 35.32 | 46.51 | - | 57.67 | - |
| روز تا گلدهی Days to flowering | 4.74 | 23.78 | 12.98 | 6.24 | 10.98 | - | 27.09 | 5.65 | 7.47 | - | 56.83 | - |
| متوسط وزن تک‌میوه (گرم) Average single fruit weight (g | 110.49 | 1005.04 | 1147.12 | 267.02 | 377.51 | 187.62 | 106.92 | 16.51 | 19.64 | 0.75 | 70.73 | 49.69 |
| تعداد میوه های برداشت شده No. of harvested fruit | 80.63 | 491.78 | 926.54 | 749.45 | 830.08 | 716.72 | - | 36.97 | 38.91 | - | 90.29 | 86.34 |
| اسیدیته pH | 0.002 | 0.02 | 0.07 | 0.002 | 0.005 | 0.001 | - | 1.06 | 1.43 | - | 40.61 | 20.84 |
| مواد جامد محلول Soluble solids components | 0.32 | 0.41 | 0.44 | 0.05 | 0.37 | 0.04 | 0.022 | 5.41 | 13.41 | 0.74 | 14.35 | 1.08 |



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]

[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد تنوع ژنتیکی وسیعی در نسل‌های ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود دارد. در اکثر صفات مورد بررسی بیشترین مقدار واریانس‌های محیطی و ژنتیکی در بین ۳ نسل اندازه‌گیری شده، در نسل $F_2$ مشاهده شد. همچنین بیشترین پراکندگی داده‌ها به‌طور فراگیر در صفات نسل $F_2$ مشاهده شد و به‌ندرت در نسل سوم برخی صفات قابل مشاهده است. تنوع ژنتیکی بالا همراه با وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی بالا برای صفات مورد ارزیابی در این مطالعه نشان‌دهنده پتانسیل بالا جهت بهبود این صفات طی انتخاب هدفمند در برنامه‌های به نژادی می‌باشد. ضریب تغییرات فنوتیپی در تمام صفات مورد بررسی بیشتر از ضریب تنوع ژنتیکی به‌دست آمد با این وجود تنوع زیادی از این دو در صفات دیده شد که به‌نوبه‌ی خود تأثیرپذیری متفاوت آن‌ها از عوامل محیطی را نشان می‌دهد. همچنین می‌توان افزود در اکثر یا قریب به‌اتفاق در همه صفات، اختلاف زیادی بین تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی صفات مورد ارزیابی وجود نداشت. این امر بیان می‌کند که محیط در بروز این صفات نقش کم‌رنگی ایفا می‌کند. ارزیابی و محاسبه این ضریب تغییرات در بین خانواده‌ها، امکان انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از درون نمونه-های مورد بررسی را نوید می‌دهد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه اکثر صفات مورد بررسی در نسل $F_1$ بهتر از دیگر نسل‌های $F_2$ و $F_3$ بودند و ژنوتیپ 8320 به‌دلیل داشتن عملکرد تک‌بوته ۱۰۹۲۰ گرم در بوته، متوسط وزن تک‌میوه ۹۵ گرم، کم‌ترین اسیدیته ٤/١٠ و بیشترین مقدار مواد جامد محلول ٤/٧٨ و دارا بودن شکل میوه‌ای گرد به‌عنوان ژنوتیپ برتر در این تحقیق شناخته شد.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از جهاد دانشگاهی برای تأمین اعتبار اجرای طرح (با شماره قرارداد ۹/۱۷٤۷۹/ص) و مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به‌خاطر فراهم کردن امکانات لازم برای کشت و ارزیابی صفات تشکر می‌گردد.

## References

**Amiri, R., Bahraminejad, S. and Cheghamirza, K.** (2021). Estimation of genetic control model for agronomic traits in the progeny of Marvdasht and MV-17 wheat cross under normal and terminal drought stress conditions. *Plant Genetic Researches*, **8(1):** 61-80 (In Persian).

**Bhandari, H.R., Srivastava, K. and Reddy, G.E.** (2017). Genetic variability, heritability and genetic advance for yield traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, **6(7):** 4131-4138.

**Cabodevila, V.G., Picardi, L.A. and Pratta, G.R.** (2017). A multivariate approach to explore the genetic variability in the F2 segregating population of a tomato second cycle hybrid. *BAG - Journal of Basic and Applied Genetics*, **28(1):** 7-17.

**Farshadfar, E.** (2008). *Use of Quantitative Genetic in Plant Breeding*, Razi University, Kermanshah, Iran (In Persian).

**Hajiahmadi, Z., Shirzadian-Khorramabad, R., Kazemzad, M. and Sohani, M.M.** (2018). Expression of cryIAb driven by a wound inducible promoter (MPI) in tomato to enhance resistance to Tuta absoluta. *Plant Genetic Researches*, **4(2):** 1-16 (In Persian).

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

**Kerketta, A. and Bahadur, V.** (2019). Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield contributing characters in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes. *Plant Archives*, ***7*(3):** 577-582.

**Mather, K. and Jinks, J.L.** (2013). *Biometrical Genetics: The Study of Continuous Variation*. Springer, New York, USA.

**Medico, A.P., Del, Cabodevila, V.G., Vitelleschi, M.S. and Pratta, G.R.** (2019). Multivariate estimate of heritability for quality traits in tomatoes by the multiple factor analysis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **3:** 54-58.



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]

[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

**Mohamed, S., Ali, E. and Mohamed, T.** (2012). Study Of heritability and genetic variability among different plant and fruit characters of tomato (*Solanum Lycopersicum* L.). *International Journal of Scientific & Technology Research*, **1(2):** 55-58.

**Peixoto, J.V.M., Neto, C.M., Campos, L.F., Dourado, W.D.S., Nogueira, A.P. and Nascimento, A.D. (2017).** Industrial tomato lines: morphological properties and productivity. *Genetic and Molecular Res*earch, **16(2):** 1-15.

**Rahaee, J., Hamidoghli, Y. and Rabiei, B.** (2017). Evaluation of gene effects and heritability of quantitative traits in tomato through generation mean analysis. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, **17(4):** 423-438 (In Persian).

**Rajan, R.E.B., Kumar, C.P.S. and Joshi, J.L.** (2018). Generation means analysis for some quality traits in tomato (*Lycopersicum Esculantum* Mill.). *Plant Archives*, **18(2):** 2083-2086.

**Rajan, R.E.B., Kumar, C.P.S., Joshi, J.L. and Muraleedharan, A.** (2019). Generation means analysis for yield and component trait in tomato (*Lycopersicum Esculantum* Mill.). *Plant Archives*, **19:** 448-451.

**Reddy, B.R., Reddy, D.S., Reddaiah, K. and Sunil, N.** (2013). Studies on genetic variability, heritability and genetic advance for yield and quality traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, **2(9):** 238-244.

**Saravanan, K.R.R., Vishnupriya, V., Prakash, M. and Anandan, R.** (2019). Variability, heritability and genetic advance in tomato genotypes. *Indian Journal of Agricultural Research*, **53(1):** 92-95.

**UPOV.** (2002). General introduction to the examination of distinctness, uniformity and stability and the development of harmonized descriptions new varieties of plants. *International Union of the Protection of New Varieties of Plants*. Geneva, Switzerland.

**Xiukang, W. and Yingying, X.** (2016). Evaluation of the effect of irrigation and fertilization by drip fertigation on tomato yield and water use efficiency in greenhouse. *International Journal of Agronomy*, **2016:** 1-11.

**Zdravković, J., Pavlović, N., Girek, Z., Brdar-Jokanović, M., Savić, D., Zdravković, M. and Cvikić, D.** (2011). Generation mean analysis of yield components and yield in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Pakestan Journal of Botany*, **43(3):** 1575-1580.

[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]

[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]

# Estimation of Gene Action and Genetic Parameters for Morphological Traits in $F_1$, $F_2$ and $F_3$ Generations of Tomato (*Lycopersicum esculantum* L.)

**Jawed Rahimi[1], Fatemeh Amini[2,*], Hossein Ramshini[3], Mahyar Abedi [4] and Mahmood Lotfi[5]**

1- Former M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
3- Associate Professor, Department of Agronomy and plant breeding, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
4- Instructor, Vegetables and Irrigated Pulses Research Department, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
5- Associate Professor, Department of Horticulture, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran

(Received: November 1, 2022 – Accepted: January 14, 2023)

## Abstract

Tomato is the second most important vegetables, after potato, which has the highest area of cultivation worldwide. Acording to FAO statistics, Iran is the sixth producer of tomato cultivation in the world. However, more than 95 percent of vegetable seeds are imported into the country. The present study was conducted in order to evaluate commercial imported hybrids (8320, Eden, Matin and Xaman) and the $F_2$ and $F_3$ generations resulting from their self-breeding. In this regard, after the production of $F_2$ and $F_3$ generations, three generations ($F_1$, $F_2$ and $F_3$) together with the control variety (Early Orbana y) were evaluated in the research farm of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran, based on a randomized complete block design with four replications during 2019-2020. The analysis of variance showed that the difference among genotypes for single plant yield, days to flowering, average single fruit weight, number of fruits harvested and acidity (pH), was significant at the level of 1% probability and total soluble solids (TSS) was significant at the level of 5%. The results of the mean comparison showed that the highest mean of single plant yield belonged to 8320 $F_1$ (10920/10g), the highest days to flowering was observed in Xaman $F_2$ (47.01 days), the highest mean weight of single fruit was observed in Xaman $F_1$ (115.50 g), the highest number of fruits harvested was in Xaman $F_1$ (106.62), the highest amount of total soluble solids was in Matin $F_3$ generation (4.96) and the lowest amount of acidity (pH) was in 8320 $F_1$ (4.10). The results of estimating genetic parameters showed that most of the evaluated traits had high genetic and phenotypic variances, but a slight difference was observed between the coefficient of phototypic variation and the coefficient of genotypic variation, which indicates a small effect of environment on the control of these traits. Higher variance of dominance than additive variance in most traits caused the degree of dominance to be greater than one, Therefore, the possibility of control of traits by genes with dominance or over-dominance effects is high, and in order to improve these traits, the methods for hybrid development are suggested.

**Keywords:** Tomato, Segregating generations, Genetic variance

* **Corresponding Author, E-mail: aminif@ut.ac.ir**



[ Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-05-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831367.1401.9.2.6.9 ]

[ DOI: 10.22034/pgr.9.2.6 ]