دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی روابط بین عملکرد میوه و اجزای آن در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

اکرم قربانپور [۱]، اعظم سلیمی [۲]، محمدعلی تاجیک‌قنبری [۳]، همت‌اله پیردشتی [۴] و علی دهستانی [۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه زیست شناسی، دانشگاه خوارزمی
۲- دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه خوارزمی (نویسنده مسوول: Salimi@khu.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
۴- دانشیار، گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۵- استادیار، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۹

چکیده

به‌منظور بررسی ارتباط صفات مختلف با عملکرد میوه، ۱۶ ژنوتیپ گوجه‌فرنگی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. بیست صفت زراعی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخساره، وزن بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد و وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، تعداد میوه در هر بوته، وزن میوه، طول و عرض میوه، نسبت طول به عرض و فاصله میوه تا سطح زمین، محتوای کلروفیل و عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. عملکرد میوه با صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، محتوای کلروفیل و تعداد میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. نتایج رگرسیون گام به گام با ضریب تبیین ۸۹ درصد نشان داد تعداد میوه در بوته، مهمترین جزء عملکرد است. نتایج تجزیه علّیت نیز نشان داد این صفت دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت (I=۰/۹٤) و محتوای کلروفیل (I= -۰/۰۵۹)، بیشترین اثر مستقیم منفی روی عملکرد میوه دارند، لذا می‌توان از این صفات به خوبی در افزایش عملکرد استفاده کرد. با توجه به نتایج ضریب همبستگی کوفنتیک، ماتریس تشابه اقلیدوسی با الگوریتم UPGMA ارقام گوجه‌فرنگی را به دو گروه دسته‌بندی کردند. همچنین نتایج بای‌پلات و تجزیه خوشه‌ای یکدیگر را تایید نمودند. در مجموع در بین خصوصیات مورفو- فیزیولوژیکی، صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد برگ، محتوای کلروفیل و تعداد میوه شاخص‌های مهم‌تری برای گزینش هیبریدهای گوجه‌فرنگی با عملکرد بالا هستند.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه علیّت، گوجه‌فرنگی، همبستگی

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) به‌عنوان گیاهی نیمه‌گرمسیری متعلق به خانواده سولاناسه با بیش از ۳۰۰۰ گونه است. محل تنوع این گیاه کشور پرو بوده امّا در مکزیک اهلی شده است. این گیاه اولین بار توسط مهاجرین اسپانیایی از آمریکا به اروپا برده و در اواخر قرن هجدهم به‌عنوان گیاه خوراکی شناخته شد (۱). وجود انواع ویتامین‌ها و املاح معدنی به‌مقدار زیاد از یک سو و امکانات وسیع تولید و فرآوری گوجه‌فرنگی و ارزش اقتصادی بالای آن از سوی دیگر (۲۷)، موجب افزایش سطح زیرکشت این محصول در دنیا و ایران گردیده است. عملکرد این گیاه همانند سایر گیاهان نتیجه فعالیت تعداد زیادی از فرآیندهای رشد است. از آنجایی‌که عملکرد یک صفت کمّی پیچیده و تحت کنترل تعداد زیادی ژن است، لذا عوامل محیطی تأثیر زیادی بر عملکرد دارند. به‌نژادی بر اساس روش‌های معمول اصلاح نباتات یعنی گزینش در نسل‌های در حال تفکیک بر اساس اندازه‌گیری مستقیم عملکرد از سرعت کمی برخوردار است. همچنین، ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی از لحاظ صفات مورفولوژیک با هم متفاوتند و عملکرد میوه تحت تاثیر تعدادی از این صفات است (۲۲) لذا گزینش معیارهای دیگری غیر از عملکرد میوه که دارای ثبات بیشتری نسبت به عملکرد میوه هستند می‌تواند در انتخاب ارقام مطلوب به‌عنوان راهنمای گزینش در نظر گرفته شود. روش‌های مختلفی برای تجزیه و تحلیل اجزای عملکرد وجود دارد که محقق بسته به هدف مطالعه، از بین آن‌ها یکی را انتخاب می‌کند. تعیین همبستگی بین صفات مختلف به اصلاحگر این توانایی را می‌دهد که مناسبترین نسبت بین اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌گردند، انتخاب نماید (۵). در همین راستا در پژوهشی روی یازده رقم گوجه‌فرنگی نشان داده شد که عملکرد میوه با میانگین وزن میوه، تعداد میوه در هر بوته و ضخامت پریکارپ هم در سطح ژنتیکی و هم در سطح فنوتیپی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (۱۵). محمود (۱۹) نیز با بررسی شش ژنوتیپ گوجه نشان داد که وزن میوه در هر بوته همبستگی مثبت بالایی با تعداد چین و با تعداد میوه در بوته دارد. همچنین کومار و همکاران (۱۶) با بررسی ۲۶ رقم گوجه‌فرنگی دریافتند که عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد میوه در هر بوته و تعداد میوه در هر خوشه دارد و با تجزیه علیّت دریافتند که در ابتدا وزن میوه و سپس در پی آن تعداد میوه در هر بوته، قطر میوه و تعداد میوه در هر خوشه بیشترین اثر مثبت مستقیم را بر عملکرد گوجه‌فرنگی دارند.

تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های آماری چندمتغیره است که برای تعیین تفاوت‌های بین جوامع مختلف گیاهی و جانوری و دسته‌بندی آن‌ها به گروه‌های مختلف بر اساس فاصله ژنتیکی و یا تشابه ژنتیکی به‌کار گرفته می‌شود (۲۶). این روش حداقل در دو مورد می‌تواند به به‌نژادگر کمک نماید: یکی پیدا کردن گروه‌های واقعی افراد براساس تشابه ژنتیکی بین آن‌ها و دیگر کاهش داده‌ها و انتخاب افراد محدودی از هر گروه یا دسته (۱۲).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.22]

استفاده از تجزیه خوشه‌ای به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های یونجه (۱۴) و توتون (۱۰) با روش حداقل واریانس وارد صورت گرفته است. نوزده ژنوتیپ گوجه‌فرنگی را با استفاده از هجده شاخص کمی که مربوط به رشد، زودرسی، عملکرد و کیفیت بود، در پنج گروه تقسیم نمودند و اظهار داشتند که صفاتی مانند وزن میوه، تعداد میوه در هر بوته و ارتفاع بوته از عوامل مهم در افتراق ژرم‌پلاسم گوجه‌فرنگی تحت مطالعه بوده است. کراستوا و همکاران (۱۸) تنوع ژنتیکی بین ۴۹ سویه محلی را مورد مطالعه قرار دادند و بر اساس ۱۸ شاخص کمی، سویه‌ها را در پنج گروه طبقه‌بندی نمودند. اوجندیس و همکاران (۴) نیز دو هیبرید اقتصادی و آزمایشگاهی را به همراه چهار واریته گوجه‌فرنگی بر اساس خصوصیات مورفو-فیزولوژیکی، عملکرد و کیفیت، ثبات عملکرد، هتروزیس و توانایی ترکیب پذیری را مورد ارزیابی قرار دادند و در نتیجه با در نظر گرفتن همبستگی کوفنتیک برای ماتریکس‌های مختلف از ماترکس DIST برای رسم دو دندروگرام برای هیبریدها و واریته‌ها استفاده نمود و دریافتند که قرابت نزدیکی بین هیبرید Iron و Sahara وجود دارد، در صورتی‌که هیبرید Theodora در یک گروه مجزا قرار گرفت.

مفهوم بای‌پلات اولین بار توسط گابریل به منظور توضیح گرافیکی یک ماتریس با رتبه دو استفاده شد (۶). جوشی و همکاران (۱۳) با استفاده از روش ترسیم GGE بای‌پلات، پنج هیبرید F_1 گوجه‌فرنگی را مورد ارزیابی قرار دادند و Mountain Fresh را به‌عنوان بهترین هیبرید از لحاظ عملکرد معرفی و اظهار داشتند که بای‌پلات یک ابزار مفید گرافیکی تجسم ارقام پرمحصول و با ثبات در سراسر سال است. با توجه به موارد مطرح شده، هدف از پژوهش حاضر بررسی روابط بین عملکرد و اجزای آن و برخی دیگر از صفات مهم با استفاده از رگرسیون گام به گام، تجزیه علیّت و تجزیه خوشه‌ای جهت شناسایی صفات موثر در گوجه‌فرنگی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۳ درجه و چهار دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۱ متر پایین‌تر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. تعداد ۱۶ رقم گوجه‌فرنگی جدید و تجاری تهیه شده از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (جدول ۱)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار از نظر شاخص‌های رشد و صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد گوجه‌فرنگی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخساره، وزن بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد و وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، تعداد میوه در هر بوته، وزن، طول و عرض میوه، نسبت طول به عرض میوه و فاصله میوه تا سطح زمین مورد مطالعه قرار گرفتند.

برای برآورد محتوای کلروفیل از میزان سبزینگی برگ بهره گرفته شد. اندازه‌گیری میزان سبزینگی به روش غیر تخریبی در شرایط مزرعه در زمان‌های نمونه‌برداری روی ارقام در سه تکرار انجام گرفت. میزان سبزینگی توسط دستگاه کلروفیل‌متر SPAD-502 (مینولتا- ژاپن) برآورد گردید که از طریق اندازه‌گیری میزان عبور متوالی دو طول موج قرمز (۶۵۰ نانومتر) و مادون قرمز (۹۴۰ نانومتر) و تفاضل بین میزان عبور این دو طول موج از مولکول‌های کلروفیل برگ در واحد سطح برآورد گردید (۲۱). پیش از شروع هر اندازه‌گیری نسبت به آزمون کالیبراسیون دستگاه با استفاده از صفحه قرائت استاندارد اقدام نموده و پس از حصول اطمینان از کالیبره بودن دستگاه، اندازه‌گیری آغاز می‌شد. برای اندازه‌گیری سبزینگی، آخرین برگ توسعه یافته برگی (۳۳) در پنج بوته به صورت تصادفی انتخاب و میزان سبزینگی در هر برگ قرائت و میانگین اعداد قرائت شده به‌عنوان میزان سبزینگی بوته‌های هر تیمار بر اساس واحد SPAD گزارش گردید.

روش کاشت به‌صورت جوی و پشته‌ای، با فاصله بین ردیف‌ها ۱۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر بود. هر بوته به‌صورت تک نشاء در نیمه دوم فروردین در گلخانه کاشته و نشاءکاری در نیمه خرداد ۱۳۹۲ مرحله ۴-۵ برگی روی پشته‌ها در صورت‌گرفت. کلیه عملیات زراعی از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و کودپاشی مطابق روش‌های معمول انجام شد. تمام ارزیابی‌ها روی پنج بوته در هر کرت که به‌طور تصادفی با رعایت حاشیه انتخاب گردیدند، انجام شد. تجزیه واریانس، همبستگی، رگرسیون گام به گام با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۷ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. به‌منظور گروه‌بندی ارقام ماتریس‌تشابه نمونه‌ها توسط نرم‌افزار NTsys-pc ویرایش ۲/۰۲ (۲۵) و نرم‌افزار Minitab ویرایش ۱۶ با استفاده از ضریب اقلیدسی محاسبه گردید. بر اساس تجزیه خوشه‌ای حاصل از ماتریس تشابه، دندروگرام توسط روش UPGMA ترسیم گردید (۲۸).

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی مورد بررسی

Table 1. Names of tomato cultivars evaluated

ردیف	رقم	ردیف	رقم	ردیف	رقم
۱	Riogrand	۷	Mobile	۱۳	Riogrand NGS
۲	Korall	۸	Chin chin	۱۴	Super chef
۳	Super Gin A	۹	CH falat	۱۵	Peto Meck
۴	Redestone	۱۰	Early urbana111	۱۶	CaljN3
۵	Early urbana	۱۱	Primo flat		
۶	Super stone PS	۱۲	Primo early		

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.22]

از آزمون مانتل برای تعیین همبستگی بین ماتریس‌های تشابه حاصل از تجزیه داده‌ها، استفاده شد (۲۰). بررسی همبستگی بین ماتریس کوفنتیک و ماتریس تشابه یا فاصله ضریب کوفنتیک به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری نیکویی برازش (Goodness of Fit) خوشه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. میزان نیکویی برازش در دامنه $r \leq ۰$ متغیر می‌باشد. $r \leq$ ۰/۹، برازش بسیار خوب، $۰/۹ \leq r \leq ۰/۸$، برازش خوب، ۰/۸ $\leq r \leq ۰/۷$، برازش ضعیف و ۰/۷ $\leq r$ برازش بسیار ضعیف را نشان می‌دهد (۲۴).

در نهایت به منظور ارزیابی بهتر روابط بین شاخص‌ها با عملکرد از روش ترسیمی بای پلات روی شانزده رقم گوجه‌فرنگی به کمک نرم‌افزار Past و برای مشخص کردن اثر مستقیم و غیر مستقیم صفات مهم بر عملکرد میوه تجزیه علیّت به وسیله نرم‌افزار PATH انجام شد.

جدول ۲- مقادیر ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در ارقام گوجه‌فرنگی (n = 16)

Table 2. The correlation coefficient for studied traits in tomato cultivars (n= 16)

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱-ارتفاع	۱								
۲-قطر ساقه	۰/۳۱	۱							
۳- تعداد خوشه	۰/۲۷	۰/۷۴**	۱						
۴-وزن کل بوته	۰/۵۴*	۰/۷۲**	۰/۷۹	۱					
۵-تعداد شاخه‌های جانبی	۰/۱۶	۰/۶۷**	۰/۷۶**	۰/۷۴**	۱				
۶-تعداد برگ	۰/۵۷*	۰/۴۹	۰/۶*	۰/۷۲**	۰/۵۳*	۱			
۷-وزن یک برگ	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۵	۰/۲۷	۱		
۸-وزن تر برگ	۰/۵۸*	۰/۶۵**	۰/۸۲**	۰/۹۷**	۰/۶۷**	۰/۷**	۰/۳۹	۱	
۹-وزن تر ساقه	۰/۵۴*	۰/۶۱*	۰/۷۲**	۰/۹۷**	۰/۶۸**	۰/۶۹**	۰/۳۷	۰/۹۴**	۱
۱۰-وزن تر ریشه	۰/۵۲*	۰/۷۶**	۰/۶۷**	۰/۹۷**	۰/۷۲**	۰/۶۵**	۰/۳۵	۰/۹**	۰/۹۳**
۱۱-وزن خشک برگ	۰/۶۱*	۰/۶**	۰/۷۹**	۰/۹۶**	۰/۶۱*	۰/۷۵**	۰/۳۴	۰/۹۹**	۰/۹۶**
۱۲-وزن خشک ساقه	۰/۶۱*	۰/۶۳**	۰/۸**	۰/۹۷**	۰/۶۲*	۰/۷۳**	۰/۳۳	۰/۹۷**	۰/۹۷**
۱۳-وزن خشک ریشه	۰/۵۱*	۰/۶۸**	۰/۷۳**	۰/۹۷**	۰/۶۵**	۰/۵۸**	۰/۳۷	۰/۹۶**	۰/۹۴**
۱۴- عملکرد	۰/۵۱*	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۳۸	۰/۱۷	۰/۷۱**	۰/۰۹	۰/۴۳	۰/۳۴
۱۵-قطر میوه	۰/۶۳*	۰/۷۵**	۰/۶۳**	۰/۷۱**	۰/۶۲*	۰/۶۸**	۰/۰۹	۰/۶۹**	۰/۶۶**
۱۶-طول میوه	۰/۶۶*	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۵۸**	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۳۴	۰/۶۱*	۰/۵۱*
۱۷-محتوای کلروفیل	۰/۱۸	۰/۳	۰/۶*	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۵**	۰/۲۲	۰/۴۱	۰/۲۶
۱۸-فاصله میوه از زمین	۰/۰۷	۰/۰۱	-۰/۳۶	-۰/۳۱	-۰/۱۸	-۰/۱۰	-۰/۴۵	-۰/۳۵	-۰/۳۵
۱۹- نسبت طول به قطر میوه	-۰/۱۳	-۰/۵۲*	-۰/۴۱	-۰/۳۳	-۰/۳۵	-۰/۴۴	۰/۲۶	-۰/۲۸	-۰/۳۵
۲۰- تعداد میوه	۰/۴۹	۰/۲۱	۰/۳۹	۰/۴۷	۰/۳۰	۰/۷۱**	۰/۱۹	۰/۵۳*	۰/۴۳

ادامه جدول ۲

Table 2. Continued

	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱۱-وزن خشک برگ	۱									
۱۲-وزن خشک ساقه	۰/۹۹**	۱								
۱۳-وزن خشک ریشه	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۱							
۱۴- عملکرد	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۲۶	۱						
۱۵-قطر میوه	۰/۶۷**	۰/۶۹**	۰/۶۳**	۰/۳۵	۱					
۱۶-طول میوه	۰/۵۵*	۰/۵۸*	۰/۶۱*	۰/۳۵	۰/۷۲**	۱				
۱۷-محتوای کلروفیل	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۲۱	۰/۶۸**	۰/۴۱	۰/۴۲	۱			
۱۸-فاصله میوه از زمین	۰/۳۵	-۰/۳۶	-۰/۳۱	-۰/۰۶	۰/۰۶	-۰/۱۰	-۰/۱۶	۱		
۱۹- نسبت طول به قطر میوه	۰/۳	-۰/۳۰	-۰/۲۰	-۰/۰۶	-۰/۶*	۰/۱۱	-۰/۰۹	-۰/۱۳	۱	
۲۰- تعداد میوه	۰/۵۴**	۰/۵۲*	۰/۳۷	۰/۹۵**	۰/۳۷	۰/۴۶	۰/۷۲**	-۰/۲۰	۰/۰۳	۱

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

نتایج و بحث

بر اساس میانگین داده‌ها، ماتریس ضرایب همبستگی بین صفات در کلیه ارقام مورد مطالعه محاسبه شد (جدول ۲). مشاهدات بر مبنای کلیه ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد میوه با سایر صفات به ترتیب مربوط به تعداد میوه ($r = ۰/۹۵^{**}$)، تعداد برگ ($r = ۰/۷۱^{**}$)، محتوای کلروفیل ($r = ۰/۶۸^{**}$) و ارتفاع بوته ($r = ۰/۵۱^{*}$) است.

هناره و همکاران (۹) طی تحقیقی که روی نود و هفت توده گوجه‌فرنگی جمع‌آوری شده از منطقه شرق آناتولی ترکیه و شمال غرب ایران، همراه با سه رقم تجاری، انجام دادند نشان دادند که عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول و عرض برگ لپه، طول و عرض برگ، وزن میوه، طول و قطر میوه، ضخامت پوسته میوه و طول دمگل دارد. کوماری و همکاران (۱۷) با تحقیق روی یازده رقم گوجه‌فرنگی، نشان دادند که عملکرد میوه با میانگین وزن میوه، تعداد میوه در هر بوته و ضخامت پریکارپ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. محمود (۱۹) نیز با تحقیق روی شش ژنوتیپ گوجه‌فرنگی نشان داد که وزن میوه در هر بوته همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی مثبت بالایی با تعداد میوه در بوته دارد. سریواستا و همکاران (۲۹) با بررسی ۵۲ رقم گوجه‌فرنگی گزارش کردند که عملکرد در هر گیاه با ارتفاع

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.22]

گیاه، تعداد شاخه اولیه در هر بوته، تعداد میوه در هر خوشه و سپس تعداد میوه در هر بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. اسلام و همکاران (۱۱) با بررسی ضریب همبستگی ۳۹ رقم گوجه‌فرنگی دریافتند که عملکرد بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد گل و میوه در بوته، طول و قطر میوه و وزن میوه دارد. در مجموع مطالعات مختلفی که روی ارقام گوجه‌فرنگی توسط محققین انجام گرفته نشان می‌دهد که تعداد میوه در بوته صفت مهم در عملکرد می‌باشد (۲۹،۳،۸،۲۲). از طرفی دیگر تعداد میوه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد برگ (r=۰/۷۱**)، محتوای کلروفیل (r =۰/۷۵**)، وزن خشک (r =۰/۵۴**) و تر برگ (r =۰/۵۲*) و خشک ساقه (r =۰/۵۲**) داشته است (جدول ۲) که با بهبود این صفات نیز می‌توان به‌طور غیرمستقیم عملکرد میوه را بهبود بخشید.

برای تعیین سهم اثرات تجمعی صفات در تعیین عملکرد میوه از روش رگرسیون گام به گام استفاده گردید. برای این منظور عملکرد در واحد سطح به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل انتخاب و صفات کم‌تأثیر و یا بی‌تأثیر از مدل حذف گردیدند. در نهایت تنها صفت تعداد میوه به‌عنوان صفت تأثیرگذار وارد مدل شد و ۸۹ درصد از تغییرات عملکرد میوه در هکتار را توجیه نمود که با توجه به مقادیر t استیودنت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در نتیجه در این آزمایش معادله رگرسیونی $Y= 0.653 + 1.905X_1$ به دست آمد که Y عملکرد میوه در واحد تن بر هکتار و X_1 تعداد میوه می‌باشد. با توجه به جدول ۲، بر اساس نتیجه همبستگی، رابطه قوی بین عملکرد گوجه‌فرنگی و تعداد میوه وجود دارد. بنابراین در نگاه اول به نظر می‌رسد که از صفت فوق می‌توان در جهت بهبود عملکرد میوه گوجه‌فرنگی و انجام گزینش برای دستیابی به این هدف استفاده کرد.

جدول ۳- رگرسیون گام به گام برای عملکرد میوه به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به عنوان متغیرهای مستقل در ارقام گوجه‌فرنگی
Table 3. The stepwise regression for fruit yield as dependent variable and other as independent variables in the tomato cultivar

مرحله	متغیرهای اضافه شده به مدل	مقدار ثابت	ضریب رگرسیون	ضریب تبیین
۱	تعداد میوه	۰/۶۵۳	۱/۹۰۵	۰/۸۹۴**

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جهت تفسیر بهتر نتایج به دست آمده از رگرسیون گام به گام و تعیین سهم اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون گام به گام از تجزیه علّیت استفاده گردید (جدول ۴). برای این‌منظور از ضریب همبستگی صفات برای برآورد اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات روی عملکرد میوه استفاده شد. بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد میوه به میزان ۰/۹۴ مربوط به صفت تعداد میوه بود. در تطابق با این نتیجه بسیاری از محققین اثر مستقیم و مثبت این عامل را بر عملکرد میوه گزارش کردند (۳۰،۲۹،۱،۸،۱۵). مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم این صفت بر عملکرد میوه (همبستگی با عملکرد میوه) برابر با ۰/۹۴۹ بود. اثرات غیر مستقیم تعداد میوه از طریق ارتفاع بوته، تعداد برگ و محتوای کلروفیل به ترتیب برابر با ۰/۰۱۳، ۰/۰۳۹ و ۰/۰۴۴- بود. بیشترین اثر غیرمستقیم منفی مربوط به اثر تعداد میوه از طریق محتوای کلروفیل به‌دست آمد. اثرات مستقیم سایر صفات برعملکرد مقدار ناچیزی داشتند در حالی که محتوای کلروفیل اثر مستقیم منفی (۰/۰۵۹-) بر عملکرد گیاه داشت و بایستی تأثیر منفی این صفت بر روی عملکرد میوه ملاحظه گردد. چون اثرات مستقیم صفات با اثر کل همبستگی مطابقت داشتند و تأثیر آن‌ها در یک جهت بود، بنابراین هر گونه تلاش به‌منظور کاهش محتوای کلروفیل و افزایش تعداد میوه و از طرف دیگر به میزان کمتر، تعداد برگ و ارتفاع گیاه به افزایش عملکرد میوه منجر خواهد شد. اثر باقی‌مانده (۰/۳۰۳)، به‌طور قابل‌توجهی پایین بود که نشان می‌دهد صفت‌های موجود در این مطالعه تقریباً همه تنوع عملکرد را توجیه کردند. در تطابق با نتایج این تحقیق اسلام و همکاران (۱۳) نشان دادند که تعداد میوه در هر گیاه بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد (۰/۹۸) داشته است. همچنین سریواستاوا و همکاران (۲۹) گزارش کردند که میانگین وزن میوه ارقام گوجه‌فرنگی مورد بررسی بیشترین اثر مثبت مستقیم (۱/۰۲) و سپس تعداد میوه در هر بوته (۰/۷۳) اثر مثبت روی عملکرد داشتند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشته است. تجزیه مسیر در ۳۰ ژنوتیپ گوجه‌فرنگی که با توجه به ۱۸ خصوصیت آن مورد بررسی قرار گرفته بود نیز نشان داد که تعداد کل میوه در هر بوته، میانگین وزن میوه و تعداد شاخه در هر بوته اثر مثبت مستقیم و معنی‌داری بر عملکرد داشتند (۱۶، ۳۰).

جدول ۴- میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر عملکرد میوه ارقام گوجه‌فرنگی
Table 4. Direct and indirect effects of different components on fruit yield of tomato cultivars

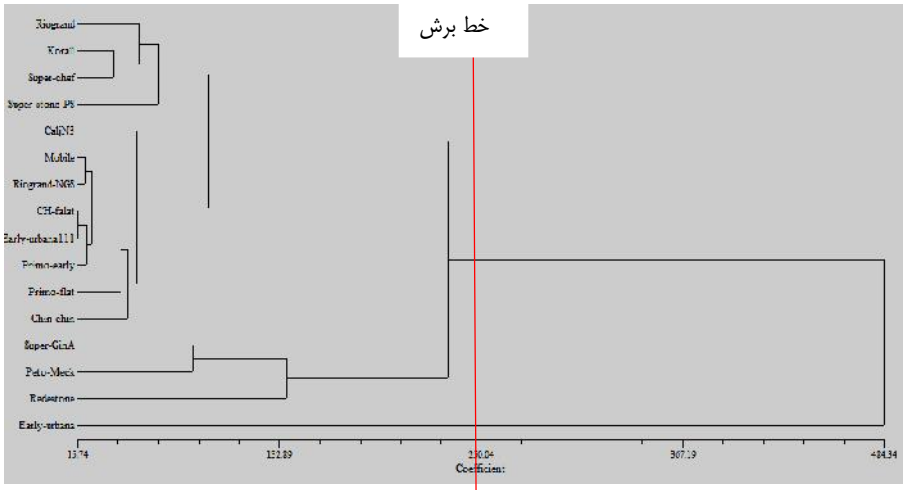
صفات	اثرات غیر مستقیم				اثر مستقیم	همبستگی با عملکرد
	ارتفاع	تعداد برگ	محتوای کلروفیل	تعداد میوه		
ارتفاع بوته	–	۰/۰۳۱	-۰/۰۱۱	۰/۴۶	۰/۰۲۸	۰/۵۰۹
تعداد برگ	۰/۰۱۶	–	-۰/۰۳	۰/۶۶۷	۰/۰۵۵	۰/۷۰۹
محتوای کلروفیل	۰/۰۰۵	۰/۰۲۷	–	۰/۷۰۵	-۰/۰۵۹	۰/۶۸
تعداد میوه	۰/۰۱۳	۰/۰۳۹	-۰/۰۴۴	–	۰/۹۴	۰/۹۴۹

اثرات باقیمانده (√1-R2 =۰/۳۰۳)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.22]

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه با استفاده از روش UPGMA، ۱۶ رقم گوجه‌فرنگی مورد مطالعه را پس از ارزیابی روش‌های مختلف تجزیه خوشه‌ای، در دو گروه مجزا با خصوصیات درون‌گروهی مشابه و بین‌گروهی غیرمشابه تقسیم نمود (شکل ۱). در محاسبه ضریب کوفنتیک که نشان‌دهنده همبستگی بین ماتریس و دندروگرام حاصله می‌باشد، مقدار r=۰/۹۴ به‌دست آمد که بیانگر همبستگی بالا ماتریس تشابه و ماتریس حاصل از دندروگرام می‌باشد. برای تعیین تعداد مطلوب خوشه‌ها از فرمول $\sqrt{\frac{N}{2}}$ استفاده شد که در آن N تعداد کل ارقام است. برای بررسی صحت گروه‌بندی‌های انجام شده از روش تجزیه کلاستر، از تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که تمامی رقم‌های مورد بررسی به‌طور صحیحی گروه‌بندی شدند و میزان موفقیت تابع تشخیص برای تمام گروه‌ها ۱۰۰ درصد است که این مقدار را میزان موفقیت کل تابع تشخیص گویند. میانگین گروه‌های مختلف در جدول شش نشان داده شده است. در گروه یک، تنها رقم Early urbana با میزان عملکرد ۲۲ تن در هکتار جای گرفت که می‌توان این رقم را از لحاظ میانگین بسیار بالای زیست‌توده گیاه (۵۰۶/۸۷)، در گروه جداگانه‌ای قرار داد. علیرغم اینکه متوسط ارتفاع گیاه در دسته اول بیشتر از دسته دیگر بوده و همبستگی مثبت و معنی‌داری با میزان عملکرد گیاه دارد، با این حال متوسط عملکرد آن نسبت به دسته دیگر پایین‌تراست. علت این امر را باید در فاصله میوه از زمین آن دانست، زیرا با متوسط ۲۱ سانتی‌متر، کمترین فاصله میوه از زمین را نشان داد که همبستگی منفی با میزان عملکرد دارد. مقایسه بین متوسط تعداد برگ و متوسط عملکرد بین دو دسته نشان داد که با افزایش تعداد برگ، عملکرد افزایش یافت. بنابراین ارقام دسته دوم که از متوسط ۶۹/۴ برگ در هر بوته برخوردار بودند، بالاترین میزان عملکرد به میزان متوسط ۲۶/۴ تن در هکتار را نشان دادند. همچنین اعضای این گروه دارای میانگین پایین تعداد خوشه، شاخه جانبی، وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه می‌باشند (جدول ۵).



شکل ۱- دندروگرام UPGMA بر اساس بیست عامل موفوفیزیولوژیک برای گروه‌بندی ۱۶ رقم گوجه‌فرنگی با استفاده از ضریب اقلیدسی
Figure 1. UPGMA dendrogram based upon 20 morphologic using the Euclidean distance for clustering of 16 tomato cultivars

هناره و همکاران (۱۲) با تحقیقی که روی نود و هفت توده گوجه‌فرنگی انجام داده بودند با تجزیه و تحلیل کلاستر با استفاده از روش Ward این توده‌ها را به پنج گروه طبقه بندی نمودند که ارقام زودرس را در گروه اول، ارقام با عملکرد بالا را در گروه دوم، ارقام با میوه‌های بزرگ را در گروه سوم، اقام دیررس و با مواد جامد محلول (TSS) بالا را در گروه چهارم و ارقام با اسیدیته بالا را در گروه پنجم جای دادند. گونکالوز و همکاران (۷) نیز با ارزیابی چهل توده گوجه‌فرنگی را بر اساس بیست و دو صفت مورفولوژیکی و ۱۳۱ پرایمر DNA به پنج گروه تقسیم نمودند.

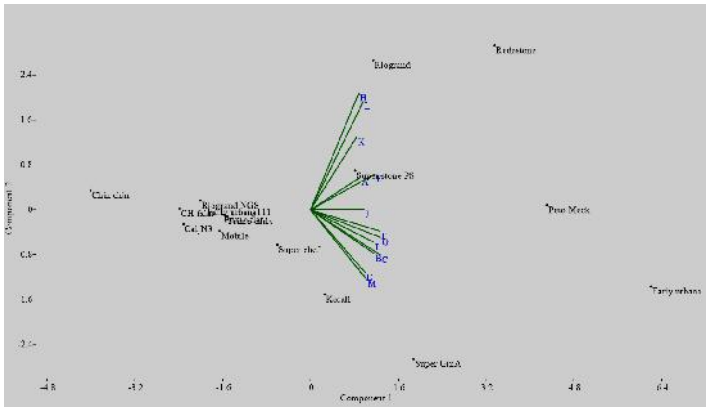
در چنین پژوهش‌هایی بای‌پلات ابزار مفیدی جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات بوده و ارزیابی نظری ساختار یک ماتریس بزرگ دو طرفه را ممکن می‌سازد (۶). با استفاده از دو مؤلفه اصلی اول، سهم هر یک از صفات در دو مؤلفه اصلی اول به صورت نمودار بای‌پلات رسم شد (شکل ۳). نتایج حاصل از بررسی زوایای بردارهای بین صفات با استفاده از تجزیه بای‌پلات نشان داد که صفت عملکرد میوه با صفات تعداد میوه، محتوای کلروفیل، تعداد برگ و ارتفاع بوته همبستگی مثبت دارد. طول بردارهای هر کدام از صفات میزان تأثیر منفی و یا مثبت صفات را بر روی صفت وابسته نشان می‌دهد (۳۲). با توجه به بای‌پلات رسم شده و طول بردارها به ترتیب صفات تعداد میوه، محتوای کلروفیل، تعداد برگ و ارتفاع بوته بیشترین تأثیر را بر صفت عملکرد دانه ایفا نمودند که با نتایج حاصل از همبستگی (جدول ۲) و تجزیه علیّت (جدول ۴) مطابقت داشت. همچنین بر اساس این نمودار ارقام Redestone، Peto Meck و Riogrand جزء ارقام مناسب از لحاظ این صفات هستند که دارای عملکرد بیشتری نیز بودند و با نتایج حاصل از خوشه‌بندی ارقام نیز مطابقت دارد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jcb.9.24.22]

جدول ۵- میانگین صفات مورد مطالعه در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش UPMGA
Table 5. Mean studied traits in the clusters of Hierarchical cluster analysis by UPMGA method

	گروه یک	گروه دو
ارتفاع	۶۸	۶۵/۵
قطر ساقه	۱۳/۶	۱۳/۵
تعداد خوشه	۱۴	۱۱/۲
وزن کل بوته	۵۰۶/۹	۳۸۷
تعداد شاخه‌های جانبی	۹/۳	۸/۷
تعداد برگ	۶۷/۷	۶۹/۴
وزن یک برگ	۱۷/۲	۱۲/۵
وزن تر برگ	۲۶۹	۲۱۸/۳
وزن تر ساقه	۲۰۴/۶	۱۵۱/۱
وزن تر ریشه	۴۴/۹	۳۷/۱
وزن خشک برگ	۶۰/۳	۴۴/۷
وزن خشک ساقه	۳۹/۴	۲۸/۹
وزن خشک ریشه	۱۷/۵	۱۲/۸
عملکرد	۲۲/۱	۲۶/۴
قطر میوه	۵۰/۱	۴۹/۹
طول میوه	۵۹/۴	۵۴/۵
محتوای کلروفیل	۳۸/۹	۳۸/۶
فاصله میوه از زمین	۲۱	۲۹/۸
نسبت طول به قطر میوه	۱/۲	۱/۱
تعداد میوه	۱۵/۷	۱۵/۱

با توجه به وجود تنوع کافی در بین مواد مورد بررسی، گزینش جهت بهبود صفات زراعی مورد نظر می‌تواند مفید باشد. به‌دلیل اینکه عملکرد صفتی کمّی بوده و همچنین به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، دست‌ورزی و گزینش مستقیم برای عملکرد به‌نظر می‌رسد مؤثر نخواهد بود، امّا از طریق بهبود اجزای عملکرد و صفاتی که دارای همبستگی مثبت با عملکرد می‌باشند (از قبیل تعداد میوه، محتوای کلروفیل، تعداد برگ و ارتفاع) می‌توان به‌هدف مذکور امیدوار بود. در ضمن با توجه به کلیه بررسی‌های صورت گرفته و نتایج حاصل از جداول تجزیه‌های مختلف، و با توجه به این که هدف از اجرای این طرح ارزیابی عملکرد ارقام و صفات موثر بر عملکرد در منطقه مورد آزمایش بود، معلوم گردید که ارقام Redestone، Peto Meck، Riogrand و Super stone PS نسبت به ارقام دیگر از نظر عملکرد و خصوصیات مورفو-فیزیولوژیکی برتر بوده و برای منطقه ساری جهت کشت مناسب‌تر می‌باشند. لذا با توجه به نتایج حاصله پیشنهاد می‌گردد که ارقام مذکور در سطح وسیع‌تر (به صورت مزارع آزمایشی بزرگ مقیاس) کشت و بررسی و در صورت تائید نتایج حاصل از این آزمایش، جایگزین ارقام بهاره گردند.



شکل ۲- نمایش نمودار پراکندگی بای پلات در ۱۳ صفت بر اساس مولفه‌های اصلی در ۱۶ رقم گوجه‌فرنگی A- ارتفاع، B- تعداد گل‌آذین، C- وزن کل بوته، D- تعداد شاخه جانبی، E- تعداد برگ، F- وزن خشک برگ، G- وزن خشک ساقه، H- عملکرد، I- عرض میوه، J- طول میوه، K- محتوای کلروفیل، L- تعداد میوه، M- قطر ساقه

Figure 2. Biplot demonstration of 13 traits of 16 tomato cultivars based upon principle components. A: Plant height, B: Cluster number, C: Total weight of plant, D: Branch number, E: Leaf number, F: Dry weight of leaf, G: Dry weight of stem, H: yield, I: Width fruit, J: Length fruit, K: Content of chlorophyll, L: Fruit number, M: Stem diameter

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.22]

منابع

1. Ara, A., R. Narayan, N. Ahmed and S. Khan. 2009. Genetic variability and selection parameters for yield and quality attributes in tomato. Indian Journal of Horticulture, 66(1): 73-78.
2. Bai, Y. and P. Lindhout. 2007. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future?. Annals of Botany, 100(5): 1085-1094.
3. Emami, A. and A.R. Eivazi. 2013. Evaluation of Genetic variations of tomato genotypes (*Solanum lycopersicum* L.) with multivariate analysis. International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences, 1(10): 273-284.
4. Evgenidis, G., E. Traka-Mavrona and M. Koutsika-Sotiriou. 2011. Principal component and cluster analysis as a tool in the assessment of tomato hybrids and cultivars. International Journal of Agronomy, 2011: 1-8
5. Fraser, J. and G. Eaton. 1983. Applications of yield component analysis to crop research, Field Crop Abstracts, 787-797.
6. briel, K.R. 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. Biometrika, 58(3): 453-467.
7. Gonçalves, L.S.A., R. Rodrigues, A.D. Amaral Júnior, M. Karasawa and C.P. Sudré. 2009. Heirloom tomato gene bank: assessing genetic divergence based on morphological, agronomic and molecular data using a Ward-modified location model. Genetics and Molecular Research, 8(1): 364-374.
8. Haydar, A., M. Mandal, M. Ahmed, M. Hannan, R. Karim, M. Razvy, U. Roy and M. Salahin, 2007. Studies on genetic variability and interrelationship among the different traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Middle-East Journal of Scientific Research, 2(3): 139-142.
9. 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.
10. Hosseinzadeh Fashalami, N., Z. Shahadati Moghaddam, G. Kiani, M. Salavati, P. Zamani, A. Mahdavi and R. Alinejad. 2015. Investigation of genetic diversity among different oriental tobacco (*nicotiana tabacum* l.) varieties using multivariate methods. Journal of Crop Breeding, 7(15): 126-134.
11. Islam, B., N. Ivy, M. Rasul, M. Zakaria. 2010. Character association and path analysis of exotic tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes .Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics, 23(1): 13-18.
12. Jobson, J.D. 1992. Applied Multivariate Data Analysis. Volum H, Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag, New York, 23: 65-86.
13. J oshi, B.K., R.G. Gardner and D.R. Panthee. 2011. GGE Biplot Analysis of Tomato F1 Hybrids Evaluated Across Years for Marketable Fruit Yield. Journal of Crop Improvement, 25(5): 488-496.
14. Khodarahmpour, Z. and M. Motamedi. 2016. Study of Genetic Diversity of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Genotypes Via Multivariate Analysis. Journal of Crop Breeding, 8(19): 163-169.
15. Kumari, S. and M.K. Sharma. 2014. Genetic variability studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Vegetable Science, 40(1): 83-86.
16. Kumar, D., R. Kumar, S. Kumar, M.L. Bhardwaj, M.C. Thakur, R. Kumar, K.S. Thakur, B.S. Dogra, A. Vikram, A. Thakur and P. Kumar. 2013. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis in tomato. International Journal of Vegetable Science, 19(4): 13-323.
17. Kumar, P., K. Singh, S.K. Jindal and D.S. Khurana. 2014. Association studies for processing traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Journal of Research, 51(3): 250-254.
18. Krasteva, L., I. Ivanova and N. Velcheva. 2010. Grouping of determinate local tomato varieties on the basis of cluster analysis. Agricultural Science and Technology, 2(3): 113-115.
19. Mahmood, T. 2008. Path coefficient analysis of yield component in tomato (*Lycopersicon esculentum*). Pakistan Journal of Botany, 40(2): 627-635.
20. Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. Cancer research, 27(2): 209-220.
21. Martínez, D.E. and J.J. Guiamet. 2004. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. Agronomie, 24(1): 41-46.
22. Mazzucato, A., R. Papa, E. Bitocchi, P. Mosconi, L. Nanni, V. Negri, M.E. Picarella, F. Siligato, G.P. Soressi, and B. Tiranti. 2008. Genetic diversity, structure and marker-trait associations in a collection of Italian tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces. Theoretical and Applied Genetics, 116(5): 657-669.
23. Reddy, B.R., M.P. Reddy, Begum and N. Sunil. 2013. Genetic diversity studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), 4: 53-55.
24. Rohlf, F.J. 1998. NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.02. Exeter Software: Setauket, NY
25. Rohlf, F.J. 2000. NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1. Exeter Software: Setauket, NY
26. Saburi, H., M. Nahvi, A. Torabi and M. Kanoni. 2008. Classification of rice varieties at different levels from the osmotic potential of sorbitol based on cluster analysis and fisher linear functions. Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, 28-30 August, Karadj, Iran, Crop Science Societ, 7: 327-340.
27. Shokat, S., F.M. Azhar, Q. Iqbal, G. Nabi, M.M. Raza and M. Saleem. 2013. Heritability Studies of Fruit Related Traits in *Solanum Lycopersicum* L. Germplasm. Journal of Biology and Life Science, 4(2): 56-62.
28. Sneath, P.H. and R.R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. Freeman and company Sanfrancisco, 573 pp.
29. Srivastava, K., K. Kumari, S. Singh and R. Kumar. 2013. Association studies for yield and its component traits in tomato (*Solanum Lycopersicum* L.). Plant Archives, 13(1): 105-112.
30. Verma, S. and D. Sarnaik. 2000. Path analysis of yield components in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Journal of Applied Biology, 10(2): 136-138.
31. Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42(1): 11-20.
32. Yan, W. and N.A. Tinker. 2005. An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype×environment interaction. Crop Science, 45(1): 1004-1016.
33. Zadoks, J.C., T.T. Chang and C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14(6): 415-421.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.22]

Relationship between Fruit Yield and its Components in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivars using Multivariate Statistical Methods

Akram Ghorbanpour[1], Azam Salimi[2], Mohammad Ali Tajick Ghanbary[3], Hemmatollah Pirdashti[4] and Ali Dehestani[5]

1- PhD Student, Department of plant Biology, Faculty of Science, Kharazmi University
2- Associate Professor, Department of plant Biology, Faculty of Science, Kharazmi University
(Corresponding author: Salimi@khu.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Plant protection, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
4- Associate Professor, Department of Agronomy, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University,
5- Assistant Professor, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: September 17, 2016 Accepted: February 7, 2017

Abstract

In order to investigate the relationship between different traits with yield, an experiment was conducted on 16 tomato genotypes in randomized complete blocks design, with three replications. Twenty agronomical traits including plant height, stem diameter, number of shoots, plant weight, number of branches, number and dry weight of leaves, stems and roots, number of fruits per plant, fruit weight, fruit length and width, length to width ratio and distance of fruit to the ground, chlorophyll content and yield were studied. Correlation analysis revealed that fruit yield was significantly and positively correlated with plant height, leaf number, chlorophyll content and fruit number. Plant height, leaf number and number of fruits had a positive and significant correlation with fruit yield. In order to remove the effect of the traits with little impact on fruit yield, stepwise regression analysis (correlation coefficient of 89 percent) was used. The results showed that the number of fruits per plant was the most important component. Also, the results of path analysis revealed that this traits (I= 0.94) exerted the highest positive direct effect and chlorophyll content (I= -0.059) showed a negative direct effect on fruit yield. According to the results of cophenetic correlation coefficient, tomato cultivars were clustered into two groups by UPGMA method. Also, results of cluster analysis were confirmed by Biplot. In conclusion, some morpho-physiological characteristics such as plant height, leaf number, chlorophyll content and fruit number are the most important criteria to selection of tomato hybrids with higher yield.

Keywords: Bi-Plot, Cluster Analysis, Correlation, Path Analysis, Tomato

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.22]