به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی
دوره ۳ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۱۳-۲۶

بررسی تنوع ژنتیکی و تحلیل عاملی برای عملکرد و برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی در رقم‌های توت‌فرنگی

اسماعیل عرب طاژان‌دره[۱]، عبدالحسین رضایی‌نژاد[۲]*، احمد اسماعیلی[۳] و فرهاد کرمی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه تولیدات گیاهی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۲. استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۴. مربی پژوهشی بخش به‌زراعی نهال و بذر، مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۰۳

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی، تحلیل عاملی و وراثت‌پذیری عملکرد و برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، آزمایشی با ۲۰ رقم توت‌فرنگی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، در مرکز پژوهش‌های کشاورزی کردستان در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام شد. تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده تفاوت معناداری در سطح احتمال ۱ درصد نشان دادند که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین رقم‌های مطالعه‌شده است. بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی مربوط به تعداد میوه در بوته، تعداد گل در بوته و عملکرد بود. بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی مربوط به تعداد میوه در بوته، تعداد رانر و تعداد گل در بوته بود. بیشترین درصد وراثت‌پذیری عمومی مربوط به تعداد گل در بوته، تعداد میوه در بوته و عملکرد بود و کمترین مقدار وراثت‌پذیری به تعداد رانر و سطح برگ اختصاص داشت. نتایج تجزیه به عامل‌ها، ۱۵ ویژگی مطالعه‌شده را در قالب ۴ متغیر جدید (۴ عامل) گروه‌بندی کرد که این عامل‌ها ۸۳/۸۳ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند. نتایج تفکیک ویژگی‌های بررسی‌شده براساس بای‌پلات عامل اول در مقابل عامل دوم تأییدکنندهٔ توانایی مؤثر تجزیه به عامل‌ها برای تفکیک ویژگی‌ها بود و تفکیک رقم‌ها از نظر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به‌خوبی توسط تجزیه به عامل‌ها صورت گرفت. همچنین رقم 'کوئین‌الیزا' از نظر بیشترین ویژگی‌ها، نسبت به سایر رقم‌ها برتری نشان داد.

کلیدواژه‌ها: آمار توصیفی، بای‌پلات، توت‌فرنگی، ضریب تنوع، گروه‌بندی.

* نویسنده مسئول Email: Rezaeinejad.hossein@gmail.com

مقدمه

توت‌فرنگی[1] از مهم‌ترین و خوش‌طعم‌ترین میوه‌های موجود در دنیاست. این میوه سرشار از ویتامین ث و مواد معدنی است و ارزش غذایی بالایی دارد. آب این میوه به‌طور متوسط بیش از پرتقال ویتامین ث دارد و ۲۰ درصد از نیاز روزانه به اسیدفولیک را تأمین می‌کند. میوهٔ توت‌فرنگی فاقد چربی است و مقدار زیادی فیبر دارد (۴ و ۱۸).

کشت توت‌فرنگی در استان کردستان سابقه‌ای طولانی دارد و براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، استان کردستان با ۲۴۵۸ هکتار سطح زیر کشت و ۳۳۲۴۳ تن تولید در سال ۱۳۹۲ (به‌ترتیب شامل ۵۲/۸ درصد سطح زیر کشت و ۶۲/۹ درصد تولید نسبت به کل کشور) مقام اول را در کشور به خود اختصاص داده است (۳).

صفات مورفولوژیکی از اولین نشانگرهای استفاده‌شدهٔ پژوهشگران هستند. تعداد نشانگرهای مورفولوژیکی بسیار محدود است ولی ارزیابی بیشتر آن‌ها به‌صورت مشاهده‌ای و بدون نیاز به تکنیک‌های بیوشیمیایی و مولکولی صورت می‌گیرد (۲۴).

اولین گام در شناسایی ژنوتیپ‌ها، شناسایی ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد و اجزای آن‌هاست زیرا این ویژگی‌ها به‌راحتی قابل اندازه‌گیری هستند و کاربرد عملی فراوانی دارند (۵ و ۸). تعیین میزان تنوع ژنتیکی و نحوهٔ توارث ویژگی‌های موجود در توده‌های گیاهی، گام اساسی و مهمی در انتخاب صحیح والدین برای برنامه‌های به‌نژادی در نسل‌های بعدی خواهد بود (۲۸). تنوع زیاد درون‌گونه‌ای در توت‌فرنگی سبب به‌وجود آمدن دامنهٔ وسیعی از سازگاری و کیفیت در ژنوتیپ‌های توت‌فرنگی شده است و بیشتر برنامه‌های اصلاح ژنتیکی در توت‌فرنگی بیشتر بر تحمل به آفات و بیماری‌ها، عملکرد بالا، زودگل‌دهی، اندازه و جذابیت و شیرینی میوهٔ متمرکز است (۱۳، ۱۶ و ۲۰). از ضرایب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی برای تعیین وجودداشتن یا نداشتن تنوع استفاده می‌شود. هرچه نسبت تنوع ژنوتیپی به فنوتیپی زیاد باشد، بازدهی انتخاب بیشتر است و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب تشخیص داد (۲۹). میزان بازدهی انتخاب برای یک ویژگی به تأثیر نسبی عوامل ژنتیکی و غیرژنتیکی در بروز تفاوت‌های فنوتیپی آن ویژگی، بستگی دارد که به‌وسیلهٔ قابلیت توارث بیان می‌شود که عامل مهمی در تعیین روش مناسب برای بهبود یک ویژگی در برنامه‌های به‌نژادی است (۱۲).

در پژوهشی تعداد ۱۶ ژنوتیپ توت‌فرنگی مقایسه شدند و ژنوتیپ‌های فرزنو و کردستان بیشترین عملکرد را داشتند (۷). در بررسی ویژگی‌های رویشی و کیفی میوهٔ توت‌فرنگی نتایج نشان داد که ژنوتیپ چندلر، کانفیتورا و فرن به‌ترتیب بیشترین عملکرد را به خود اختصاص دادند (۲۲). نتایج بررسی ۱۳ ژنوتیپ توت فرنگی نشان داد که براساس میزان عملکرد ژنوتیپ‌های تیوگا، مک‌دونانس، یالووا و کردستان سازگاری بیشتری با منطقهٔ کرج دارند (۱۰). در پژوهشی دیگر بر روی عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ۳۴ ژنوتیپ توت‌فرنگی در آمریکا، تفاوت معناداری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد (۱۹). در مطالعهٔ ژنوتیپ‌های توت‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک دیده شد که ژنوتیپ کاماروزا بیشترین سطح برگ، طول دمبرگ و تعداد رانر (ساقهٔ رونده)[2] و ژنوتیپ مراک بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داده بود (۱۱). در یک مطالعه بر روی ۳۱۸ ژنوتیپ وحشی توت‌فرنگی توسط ۲۴ ویژگی مورفولوژیکی در شرایط گلخانه در مناطق مختلف آمریکای شمالی، ژنوتیپ‌ها در مورد تمام ویژگی‌های

1. *Fragaria* × *ananassa* Duch

2. Runner

اندازه‌گیری شده اختلاف معناداری داشتند (۲۷). در پژوهشی که از نشاهای انبار سرد استفاده کرده بودند، ژنوتیپ‌های کویین‌الیزا، کردستان و پاروس بیشترین عملکرد و ژنوتیپ‌های پاجارو، گاویوتا و سلوا کمترین میزان عملکرد را داشتند (۶). در پژوهشی ژنوتیپ‌های پاجارو، کویین‌الیزا و پاروس مطالعه شدند. نتایج بررسی نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر ویژگی‌هایی مانند تعداد رانر، سطح برگ و تعداد برگ تفاوت معناداری داشتند (۲۵). در پژوهشی توارث‌پذیری ویژگی‌های ۲۸ ژنوتیپ توت‌فرنگی مطالعه و مشاهده شد که ویژگی‌های سطح برگ، تعداد برگ، تعداد آکن در میوه بیشترین ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی را داشتند و بیشترین توارث‌پذیری مربوط به ویژگی‌های سطح برگ، ظهور اولین رانر، تعداد آکن در میوه، اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، حجم میوه، تعداد میوه و تعداد برگ بود (۳۰). در پژوهش دیگری، ۱۱ ژنوتیپ توت‌فرنگی مطالعه شد و بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی مربوط به ویژگی‌های سطح برگ، تعداد میوه و تعداد گل بود. همچنین ویژگی‌های ظهور اولین رانر، سطح برگ، ظهور اولین گل‌دهی، تعداد آکن در میوه و میزان قند کل بیشترین توارث‌پذیری را داشتند (۱۴).

هدف پژوهش حاضر، بررسی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری عملکرد و ویژگی‌های مورفولوژیکی ۲۰ رقم توت‌فرنگی در شرایط آب و هوایی کردستان بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار (رقم) شامل 'پاجارو'، 'پاروس'، 'کویین‌الیزا'، 'میشنری'، 'تن‌بیوتی'، 'آلیسو'، 'فرزنو'، 'تیوگا'، 'سکویا'، 'یالووا'، 'مک دونانس'، 'بلک مور'، 'کت‌اسکیل'، 'شمارهٔ۱۴'، 'سلوا'، 'کاماروزا'، 'چاندلر'، 'گاویوتا'، 'مراک' و 'کردستان' در ۳ تکرار، در مزرعهٔ ایستگاه پژوهش‌های کشاورزی استان کردستان در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ اجرا شد. مشخصات رقم‌ها در جدول ۱ آمده است.

رقم‌های مختلف توت‌فرنگی از نظر ویژگی‌های تعداد و سطح برگ، اندازه و وزن میوه، عملکرد، طول دمبرگ، تعداد گل‌آذین بوته، تعداد میوه، تعداد رانر، طول گل‌آذین بررسی شدند. شمارش تعداد برگ و اندازه‌گیری سطح آن‌ها در هر بوته، در پایان برداشت میوه انجام گرفت. اندازهٔ برگ بالغ به‌وسیلهٔ دستگاه مساحت‌سنج برگ (دلتا-تی انگلستان)، اندازه‌گیری شد. بدین‌منظور از هر واحد آزمایشی تعداد ۳ برگ مرکب بالغ و سالم انتخاب و بلافاصله اندازه‌گیری سطح برگ انجام شد. این کار برای هر ۳ برگ مرکب، از هر رقم (واحد آزمایشی) تکرار شد. برای محاسبهٔ طول دمبرگ به‌وسیلهٔ خط‌کش و با دقت زیاد، طول ۱۰ دمبرگ در هر واحد آزمایشی اندازه گیری و ثبت شد و درنهایت میانگین طول دمبرگ در هر واحد آزمایشی محاسبه شد.

میانگین تعداد گل‌آذین بوته در هر واحد آزمایشی در پایان برداشت و طول گل‌آذین در زمان رسیدن میوه تعیین شد. میانگین تعداد گل هر بوته با محاسبهٔ مجموع گل در گل‌آذین‌های هر بوته و انجام این کار برای ۳ بوته در هر واحد آزمایشی انجام شد.

تعداد کل میوهٔ هر بوته با شمارش میوهٔ برداشت‌شده از بوته در هر مرحله از برداشت محاسبه شد. برای مشخص‌شدن تعداد رانر تولیدشده در هر بوته شمارش در طول دورهٔ رانردهی انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری اندازهٔ میوه در هر رقم، با توجه به شکل میوهٔ توت‌فرنگی از قانون ارشمیدس (اندازه‌گیری حجم براساس تغییر حجم آب) استفاده شد.

جدول۱. مشخصات رقم‌های استفاده‌شده در این مطالعه

نام رقم	شجره	منشأ- سال معرفی	مشخصات
پاجارو	Cal63.7-101 × sequoia	آمریکا – ۱۹۷۸	میوهٔ بزرگ، متقارن، جذاب و سفتی دارد. در مقابل آسیب‌های فیزیکی ناشی از باران حساس است.
پاروس	Marmolada × Irvine	ایتالیا – ۱۹۹۸	دارای میوه‌های بزرگ و مخروطی نسبتاً کروی، با رنگ قرمز روشن یا نارنجی
کویین‌الیزا	Miss × USB35	ایتالیا – ۱۹۹۶	روز کوتاه، دارای میوه‌های بسیار درشت و سفت با طعم مطلوب و ماندگاری بالا، نوک میوه هنگام رسیدن سفید رنگ باقی می‌ماند. پرمحصول و مقاوم به خاک‌های آهکی
میشنری	-	آمریکا – ۱۹۰۰	روز کوتاه
تن بیوتی	Howard17 × Missionary	–	روز کوتاه
آلیسو	-	–	روز کوتاه
فرزنو	Lassen × Cal83.25-2	آمریکا – ۱۹۶۱	روز کوتاه
تیوگا	Lassen × Cal42.8-16	آمریکا – ۱۹۶۳	کاسبرگ میوه زودافت، نامطلوب برای تازه‌خوری
سکویا	Cal52.16-15 × Cal51s 1-1	آمریکا – ۱۹۵۸	روز کوتاه
یالووا	-	–	روز کوتاه
مک دونانس	-	–	روز کوتاه
بلک مور	Missionary × Howard17	آمریکا – ۱۹۲۳	روز کوتاه
کت‌اسکیل	Marshal × Howaed17	آمریکا – ۱۹۳۴	دارای میوهٔ بزرگ و جذاب است، ولی بافت نرمی دارد. نسبت به بیماری‌های تاول برگی، لکه برگی و پژمردگی ورتی سیلیوم مقاومت خوبی دارد.
شمارهٔ ۱۴	-	–	روز کوتاه
سلوا	Cal70.3-117 × Cal71.98-605	آمریکا – ۱۹۸۳	روز خنثی (همیشه بارده)، رانر کمی تولید می‌کند، دارای میوه‌های بزرگ با بافت سفت
کاماروزا	Douglas × Cal85.218-605	آمریکا – ۱۹۹۳	روز کوتاه، رشد قوی، عملکرد بالا، دورهٔ باردهی طولانی، به بیماری لکه برگی حساس ولی به سفیدک پودری مقاوم است.
چندلر	Douglas × Cal72-361-105	آمریکا	رنگ، طعم و بافت میوهٔ بسیار عالی، روز کوتاه، در مقابل آسیب‌های فیزیکی ناشی از باران مقاوم است.
گاویوتا	Cal87.112-6 × Cal88.270-1	آمریکا – ۱۹۹۷	روز کوتاه، مقاوم به پوسیدگی ناشی از آنتراکنوز و متحمل به کنهٔ تارتن دونقطه‌ای، تولید رانر در این رقم بسیار بالاست.
مرک	-	آمریکا – ۱۹۸۷	یک رقم کاملاً روز خنثی، دارای میوهٔ مخروطی کشیده و گاهی نوک‌پهن، نیاز سرمایی بیشتری نسبت به ژنوتیپ سلوا دارد.
کردستان	-	۱۹۵۰	دارای میوه‌های کوچک و بسیار معطر، ماندگاری پایین، برگ‌های فراوان و کوچک

وزن ۲۰ میوه از هر رقم در ۳ مرحله (اوایل، اواسط و اواخر برداشت) با ترازوی دیجیتالی، به دست آمد و میانگین وزن میوه محاسبه شد. عملکرد هر بوته براساس مجموع وزن میوه‌های برداشت‌شدهٔ هر واحد آزمایشی در مراحل مختلف برداشت و تقسیم حاصل جمع بر تعداد بوته در هر واحد آزمایشی محاسبه شد.

داده‌های به‌دست‌آمده برای تمام ویژگی‌ها با نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C و SPSS تجزیه شدند. مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

برای محاسبهٔ واریانس ژنوتیپی، محیطی، فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی برای تمامی ویژگی‌ها از روابط زیر استفاده شد (۲۶).

$$V_G = \frac{MS_g - MS_e}{r} \quad (۱)$$ واریانس ژنتیکی

$$V_E = MS_e \quad (۲)$$ واریانس محیطی

$$V_P = V_G + V_E \quad (۳)$$ واریانس فنوتیپی

$$H_b = \frac{V_G}{V_P} \quad (۴)$$ وراثت‌پذیری عمومی

$$CV_G = \frac{\sqrt{V_G}}{\bar{X}} \times ۱۰۰ \quad (۵)$$ ضریب تغییرات فنوتیپی

$$CV_G = \frac{\sqrt{V_G}}{\bar{X}} \times ۱۰۰ \quad (۶)$$ ضریب تغییرات ژنتیکی

در روابط بالا، MSg واریانس تیمار، MSe واریانس اشتباه، r تکرار، V_E واریانس محیطی، V_P و V_G به‌ترتیب واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و $\overline{X}$ میانگین کل برای هر ویژگی است. تجزیهٔ واریانس شامل برآورد واریانس محیطی، ژنوتیپی و فنوتیپی است که از واریانس‌ها برای برآورد ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی استفاده شد (۲۶).

نتایج و بحث

اختلاف معناداری برای تمام ویژگی‌ها در بین ارقام در سطح احتمال ۱ درصد دیده شد. جدول ۲ نتایج مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های بررسی‌شده را با استفاده از آزمون دانکن نشان می‌دهد. تعداد برگ در رقم‌های بررسی‌شده بین ۱۹ـ ۵۹ عدد، سطح برگ ۴۲/۲۱ ـ ۱۰۲/۶۵ سانتی‌متر مربع، نسبت طول به عرض برگ ۰/۹۷ـ ۱/۳۸، طول دمبرگ ۱۴/۱۸ـ ۲۱/۸۳ سانتی‌متر، تعداد رانر ۱۶/۶۷–۲ عدد، طول گل‌آذین ۱۳/۱۱ـ ۲۲/۸۷ سانتی‌متر، تعداد تاج ۴/۳۳ـ ۱۲/۶ عدد، تعداد گل‌آذین ۱/۶۶ـ ۱۱/۳۳ عدد، تعداد گل در گل‌آذین ۳/۳۳ـ ۱۱/۶۷ عدد، تعداد گل در بوته ۹/۳۳ـ ۱۰۰ عدد، نسبت میوه‌دهی ۰/۵۶ـ ۰/۹۲، تعداد میوه در بوته ۵/۳۳ـ ۹۰/۳۳ عدد، حجم میوه ۴/۸۳ـ ۱۴/۹۹ سانتی‌متر مکعب، وزن میوه ۵/۴۶ـ ۱۴/۵ گرم و عملکرد ۳۸/۹ـ ۶۲۹/۵ گرم متغیر بود. این نتایج بیانگر تنوع وسیع برای ویژگی‌های مطالعه‌شده است.

مقایسهٔ میانگین داده‌ها نشان داد که از نظر ویژگی تعداد برگ، رقم‌های توت‌فرنگی در گروه‌های مختلفی قرار گرفتند که بیشترین تعداد برگ مربوط به رقم 'کوئین‌الیزا' و کمترین آن مربوط به رقم 'پاجارو' بود. رقم‌های مطالعه‌شده از نظر سطح برگ در ۶ گروه قرار گرفتند و رقم‌های 'مراک' و 'کردستان' به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان سطح برگ را داشتند. سطح برگ بیشتر، موجب استفادهٔ بیشتر از نور خورشید می‌شود و چنانچه میزان کلروفیل مناسب باشد، با افزایش مقدار فتوسنتز، سبب افزایش عملکرد می‌شود. سطح برگ بیشتر در صورت وجود شرایط مناسب رشد برای گیاهان، ویژگی مطلوبی است و موجب غذاسازی بیشتر و درنتیجه افزایش عملکرد می‌شود. اما اگر شرایط محیطی نامساعد باشد، ویژگی سطح برگ بیشتر نه‌تنها مفید نیست، بلکه گاهی موجب کاهش عملکرد و نابودی گیاه می‌شود، به این دلیل که ریشه‌های توت‌فرنگی سطحی هستند و چنانچه دچار تنش خشکی و کمبود آب شود، به خطری برای گیاه تبدیل می‌شود. ارقامی که سطح برگ بیشتری دارند، به علت داشتن سطح تبخیر بزرگ‌تر، احتمال خسارت آن‌ها بیشتر از ارقامی است که سطح برگ کمتری دارند (۲۳ و ۳۱).

جدول۲. مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های مورفولوژیکی ۲۰ رقم توت‌فرنگی

رقم	میانگین ویژگی															
	تعداد گل‌آذین		تعداد تاج		طول گل‌آذین (cm)		تعداد رانر		طول دمبرگ (cm)		نسبت طول به عرض برگ		سطح برگ (cm^2)		تعداد برگ	
پاجارو	۴/۶	efg	۵/۶	fg	۱۹/۰۲	abc	۴	cde	۱۶/۳	cdef	۱/۱۲	cdef	۸۱/۷	abc	۱۹	i
پاروس	۶/۳	cdef	۹	bcdef	۲۲/۸۷	a	۷/۳	abcde	۱۸/۴	bcd	۱/۰۸	def	۵۹/۹	cd	۲۹/۳	fghi
کویین‌الیزا	۵/۶	def	۱۲	ab	۲۰/۵۳	abc	۵/۳	bcde	۱۶/۵	cdef	۱/۲۰	bcde	۷۷/۸	abc	۵۹	a
میشنری	۸/۶	abcd	۱۲/۳	ab	۲۲/۶۳	a	۱۰/۳	abc	۲۱/۸	a	۱/۰۸	def	۸۳/۲	abc	۲۷/۳	ghi
تن بیوتی	۹/۶	abc	۹	bcdef	۲۱/۵۹	ab	۱۱	abc	۱۹/۴	abc	۱/۰۸	def	۹۶/۳	ab	۴۸/۶	abc
آلیسو	۱۰	ab	۹/۶	abcde	۲۲/۱۴	a	۸/۶	abcde	۱۸/۷	abcd	۱/۲۰	bcde	۶۴/۹	bcd	۴۳/۶	bcde
فرزنو	۷/۳	bcdef	۱۰/۳	abcd	۲۰/۰۴	abc	۱۰/۶	abc	۱۸/۷	abcd	۱/۱۰	cdef	۸۷/۶	abc	۲۷/۶	ghi
تیوگا	۱۱/۳	a	۹/۳	abcde	۲۰/۲۱	abc	۷/۶	bcde	۱۸/۵	bcd	۱/۱۷	bcde	۶۰/۹	cd	۴۶	bcd
سکویا	۷	bcdef	۱۱	abc	۱۸/۸۶	abc	۸	abcde	۱۹	abcd	۱/۱۴	cde	۷۰/۹	cd	۵۵	ab
یالووا	۵/۶	def	۶/۶	efg	۱۹/۴۰	abc	۱۱/۶	abc	۱۴/۸	ef	۱/۳۸	a	۵۹/۳	cd	۳۳/۳	efgh
مک‌دونانس	۶/۶	bcdef	۸/۳	cdef	۲۰/۸۵	abc	۹	abcd	۲۰/۵	ab	۱/۰۶	ef	۸۰/۹	abc	۴۰/۳	cdef
بلک‌مور	۱۱	a	۹/۶	abcde	۱۷/۵۹	bcd	۶/۶	abcde	۱۷/۱	cdef	۱/۲۳	abcd	۶۰/۱	cd	۴۸/۶	abc
کت‌اسکیل	۶	def	۹/۳	abcde	۱۷/۷۸	bcd	۱۶/۶	a	۱۶/۹	cdef	۱/۳۴	ab	۶۵/۳	bcd	۳۸/۳	cdefg
شمارهٔ ۱۴	۸	abcde	۱۰/۶	abcd	۱۶/۶۲	cd	۱۳	ab	۱۹/۴	abcd	۱/۳۸	a	۶۴/۷	bcd	۴۵/۶	bcd
سلوا	۴/۳	fg	۶/۳	efg	۱۹/۴۸	cd	۴	cde	۱۶	def	۱/۲۷	abc	۷۶/۹	abc	۳۶	defgh
کاماروزا	۴/۳	fg	۷/۳	defg	۱۹/۴۸	cd	۵/۳	bcde	۱۶/۵	cdef	۱/۱۹	bcde	۹۵/۹	ab	۴۴/۶	bcde
چندلر	۶/۶	bcdef	۶/۳	efg	۱۶/۱۹	cd	۳/۶	de	۱۴/۲	f	۱/۱۱	cdef	۷۷/۶	abc	۲۴	hi
گاویوتا	۱/۶	g	¾	g	۱۳/۱۱	d	۷/۶	abcde	۱۴/۲	ef	۰/۹۷	f	۸۶/۵	abc	۲۷	ghi
مراک	۱۱	a	۹/۳	abcde	۱۹/۲۶	abc	۲	e	۱۷/۵	bcdef	۱/۱۶	cde	۱۰۲/۷	a	۲۹	fghi
کردستان	۱۱/۳	a	۱۲/۶	a	۱۸/۲۱	bcd	۷	bcde	۱۷/۵	bcde	۱/۰۴	ef	۴۲/۲	d	۵۴/۶	ab

میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معناداری ندارند.

ادامهٔ جدول۲. مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های مورفولوژیکی ۲۰ رقم توت‌فرنگی

رقم	میانگین ویژگی													
	عملکرد (gr)		وزن میوه (gr)		حجم میوه (cm3)		تعداد میوه در بوته		نسبت میوه‌دهی		تعداد گل در بوته		تعداد گل در گل‌آذین	
پاجارو	۱۰۷/۶	gh	۱۰/۲۶	bcde	۱۰/۳۸	cdefg	۱۰	kl	۰/۶۵	cd	۱۵/۳	k	۳/۳	h
پاروس	۶۱۶	a	۱۲/۹۰	ab	۱۳/۸۸	abc	۴۹	efgh	۰/۸۶	ab	۵۶/۶	efgh	۹	abcde
کویین‌الیزا	۶۲۹/۵	a	۱۴/۵۰	a	۱۴/۹۹	a	۴۴	ghi	۰/۸۷	ab	۵۰/۳	ghi	۹	abcde
میشنری	۴۸۸/۱	bc	۱۴/۵۰	bcd	۱۰/۹۷	bcde	۴۷/۳	fgh	۰/۸۳	ab	۵۶/۶	efgh	۶/۶	defgh
تن بیوتی	۵۷۴/۲	ab	۹/۱۳	cdef	۹/۸۶	defg	۶۲/۶	cde	۰/۹۲	a	۶۸	def	۷/۶	bcdefg
آلیسو	۴۶۳/۷	c	۹/۱۳	defgh	۸/۱۰	efghi	۶۱	cdef	۰/۸۵	ab	۷۲	cd	۸	bcdef
فرزنو	۴۱۰/۵	cd	۹/۱۳	cdef	۱۰/۰۶	defg	۴۵	ghi	۰/۸۰	abc	۵۶	efgh	۸	bcdef
تیوگا	۴۸۶	bc	۵/۴۳	h	۱۰/۰۶	ij	۹۰/۳	a	۰/۹۰	a	۱۰۰	a	۹	abcde
سکویا	۳۶۲/۲	de	۱۱/۹۰	abc	۱۲/۳۱	abcd	۳۲	ij	۰/۸۳	ab	۳۸/۶	ij	۵/۶	efgh
یالووا	۴۱۷/۳	cd	۸/۰۳	defg	۸/۴۹	efgh	۵۲/۳	defg	۰/۸۹	a	۵۸/۳	defgh	۱۰/۳	abc
مک‌دونانس	۲۹۰/۹	ef	۸/۴۳	cdefg	۹/۲۴	defg	۳۴/۶	hij	۰/۷۸	abc	۴۴	hi	۷/۳	cdefg
بلک‌مور	۳۳۳/۹	def	۶/۹۰	fgh	۷/۳۸	fghi	۴۸/۳	efgh	۰/۷۹	abc	۶۱	defg	۵/۶	efgh
کت‌اسکیل	۳۳۹	def	۵/۴۶	h	۴/۸۳	j	۶۴/۶	cd	۰/۹۰	a	۷۰/۶	cde	۱۱/۶	a
شمارهٔ ۱۴	۴۸۹	bc	۶/۱۰	gh	۶/۱۱	hij	۸۰/۳	ab	۰/۹۱	a	۸۸	ab	۱۱	ab
سلوا	۲۴۹	f	۱۰/۶۰	bcd	۱۰/۷۱	bcdef	۲۵/۳	j	۰/۸۴	ab	۲۹/۶	j	۷	cdefg
کاماروزا	۴۱۸/۲	cd	۱۳/۵۰	ab	۱۴/۲۴	ab	۳۱/۳	ij	۰/۸۱	abc	۳۸/۶	ij	۹/۳	abcd
چندلر	۱۵۹/۹	G	۷/۷۳	defg	۸/۴۹	efgh	۲۱	jk	۰/۷۲	bcd	۲۸/۶	j	۴/۳	gh
گاویوتا	۳۸/۹	H	۷/۲۰	efgh	۷/۵۰	fghi	۵/۳	l	۰/۵۶	d	۹/۳	k	۶/۳	defgh
مراک	۴۶۰/۵	C	۱۰/۱۶	bcd	۱۰/۶۸	bcdef	۴۵/۳	ghi	۰/۸۲	abc	۵۵	fgh	۵	fgh
کردستان	۴۶۷/۵	C	۶/۶۶	fgh	۷/۳۱	ghij	۷۱/۶	bc	۰/۸۶	ab	۸۳/۳	bc	۷/۳	cdefg

* میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معناداری ندارند.

در شرایط محیطی نامناسب، سطح برگ کاهش می‌یابد، مثلاً در توت‌فرنگی تنش خشکی موجب کاهش سطح برگ در مقایسه با گیاهان شاهد شد (۲۳). بیشترین طول دمبرگ مربوط به رقم 'میشنری' و کمترین طول دمبرگ را رقم 'چندلر' به خود اختصاص داده بود. بلندبودن طول دمبرگ موجب گسترده‌شدن سطح پوشش گیاه و درنتیجه کاهش تعداد بوته در واحد سطح می‌شود و تعداد برگ بیشتر، عاملی برای استفاده بیشتر از نور و اگر همراه با مقدار کلروفیل بیشتر باشد، عاملی برای تولید بیشتر بر اثر فتوسنتز بیشتر و درنتیجه بالارفتن عملکرد می‌شود.

رقم 'گاویوتا' از نظر ۸ ویژگی تعداد میوه، تعداد تاج، نسبت طول به عرض برگ، تعداد گل، نسبت میوه‌دهی، تعداد گل‌آذین، طول گل‌آذین و عملکرد کمترین مقدار را داشت. رقم 'کویین‌الیزا' در بیشتر ویژگی‌ها ازجمله تعداد برگ، عملکرد، اندازه و وزن میوه بیشترین مقدار نسبت به رقم‌های مطالعه‌شده را داشت. یافته‌های به‌دست‌آمده در

پژوهش حاضر درخصوص برتری رقم 'کویین‌الیزا' با نتایج دیگر پژوهش‌ها مطابقت دارد (۱، ۶، ۱۷ و ۱۹). به نظر می‌رسد شرایط دورهٔ گل‌انگیزی در پاییز سال قبل می‌تواند در بروز بیشترین پتانسیل عملکرد بوته مؤثر باشد (۱۶). تاج توت‌فرنگی منبع کربوهیدرات برای رشد میوه است، بنابراین رشد سریع میوه نه‌تنها به فتوسنتز برگ، بلکه به ذخیرهٔ کربوهیدرات تاج گیاه بستگی دارد. به همین دلیل عملکرد میوه نشاهای دارای تاج بزرگ‌تر، بیشتر است (۱ و ۲۱).

گل‌های ارقامی که رشد گل‌آذین بیشتری دارد، به‌دلیل استفاده از نور کافی رشد مطلوبی دارند و میوه‌های آن‌ها زودتر می‌رسند و برداشت محصول آسان‌تر است. اما گل‌هایی که در بالای بوته تشکیل می‌شوند، در معرض سرمای دیررس بهاره قرار می‌گیرند. ارقامی که گل‌آذین کوتاه در زیر برگ‌ها تولید می‌کنند، از سرمای بهاره محافظت می‌شوند در عوض میوه‌ها دیرتر می‌رسند و برداشت محصول مشکل است (۴).

مقادیر ضریب تنوع در جدول۳ بیانگر بالاترین ضریب تنوع ژنتیکی برای تعداد میوه در بوته و پس از آن برای تعداد گل در بوته و عملکرد است. بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی مربوط به تعداد میوه در بوته و پس از آن مربوط به تعداد رانر و تعداد گل در بوته بود. ویژگی‌های نسبت طول به عرض برگ، طول دمبرگ، نسبت میوه‌دهی و طول گل‌آذین کمترین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی را داشت. در کلیهٔ ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، ضرایب تنوع فنوتیپی بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی، ولی در بسیاری از حالت‌ها این دو تفاوت کمی داشتند و این نشان می‌دهد که تأثیر عوامل محیطی بر روی این ویژگی‌ها پایین است.

مقادیر وراثت‌پذیری عمومی ویژگی‌ها در جدول۳ نشان می‌دهد که تأثیر واریانس ژنتیکی به‌مراتب بیشتر از واریانس محیطی است (۹)، زیرا در تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده مقدار آن کمتر از ۵۷ درصد نبود. با وجود این به‌علت اجرای آزمایش در یک سال، احتمالاً بخشی از واریانس ژنتیکی مربوط به واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و محیط است. همچنین پیوستگی ژن‌ها نیز بخشی از تفاوت در برآورد قابلیت توارث ویژگی‌ها را توجیه می‌کند (۲). در صورت نبودن تعادل در پیوستگی ژن‌ها، اثر غالبیت سبب اریبی در وراثت‌پذیری می‌شود (۱۵).

بیشترین میزان وراثت‌پذیری مربوط به تعداد گل در بوته، تعداد میوه در بوته و عملکرد بود که بیانگر تأثیرپذیری کمتر این ویژگی‌ها از عوامل محیطی است و کمترین مقدار وراثت‌پذیری به تعداد رانر و سطح برگ اختصاص داشت که نشان می‌دهد ویژگی‌های تعداد رانر و سطح برگ تأثیرپذیری بیشتری از عوامل محیطی دارند. این نتایج به‌دست‌آمده با نتایج برخی پژوهش‌های گذشته مطابقت دارد ولی در رابطه با ویژگی سطح برگ با نتایج برخی گزارش‌ها مغایرت دارد (۱۴ و ۳۰). کمتربودن وراثت‌پذیری این ویژگی‌ها نسبت به سایر ویژگی‌ها بیانگر این موضوع است که تأثیرات محیطی قسمت اعظم تغییرات فنوتیپی این ویژگی را به وجود می‌آورد و انتخاب ژنوتیپ برتر براساس این ویژگی نمی‌تواند چندان مؤثر باشد.

استفاده از ارقام مناسب توت‌فرنگی برای هر منطقه، می‌تواند به افزایش عملکرد توت‌فرنگی منجر شود. رقم 'کویین‌الیزا' در این پژوهش و در پژوهش‌های قبلی بیشترین عملکرد را دارد و می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به کار رود و یا با رقم‌های کم‌بازده موجود در ایران جایگزین شود (۱، ۶ ، ۱۷ و ۱۹).

نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، به‌دلیل اینکه رقم‌های مطالعه‌شده در یک محیط ارزیابی شده‌اند، تنها برای محیطی است که در آن بررسی شده‌اند. به عبارت دیگر، با آنکه برخی رقم‌ها در این آزمایش تظاهر مطلوبی از خود نشان ندادند ولی ممکن است در سایر شرایط محیطی و یا شرایط تنشی، تظاهر بهتری از خود نشان دهند که این موضوع به اثر متقابل رقم و محیط برمی‌گردد. به

عنوان مثال، در این پژوهش مشاهده شد که رقم 'گاویوتا' سطح برگ کوچک‌تر و کمترین عملکرد را داشت ولی این احتمال وجود دارد که به واسطهٔ سطح برگ کوچک‌تر (و درنتیجه تبخیر و تعرق کمتر) در سایر شرایط تنش (نظیر تنش خشکی) نسبت به سایر رقم‌ها سازگاری بهتری از خود نشان دهد (۲۳ و ۳۱). درمجموع باید ارزیابی رقم‌ها در شرایط و در محیط‌های دیگر نیز انجام گیرد تا آثار متقابل ژنوتیپ و محیط نیز بررسی شود.

تحلیل عاملی

نتایج تجزیه به عامل‌ها، ۱۵ ویژگی مطالعه شده در این پژوهش را در قالب ۴ متغیر جدید (۴ عامل) گروه‌بندی کرد که درمجموع این ۴ عامل ۸۳/۸۳ درصد از تغییرات کل را توجیه کرد (جدول‌های ۴ و ۵).

عامل اول با تخصیص ۲۴/۲۹ درصد از تغییرات کل عمدتاً توجیه‌کنندهٔ ویژگی‌های تعداد تاج، تعداد گل‌آذین، تعداد گل در بوته، نسبت میوه‌دهی، تعداد میوه در بوته و عملکرد بود. بنابراین، با توجه به ویژگی‌های دخیل در این عامل می‌توان آن را عامل عملکرد و اجزای عملکرد نام‌گذاری کرد. درحالی‌که عامل دوم با توصیف ۲۰/۸۵ درصد از تغییرات، عمدتاً توجیه‌کنندهٔ ویژگی‌های حجم و وزن میوه بود. عامل دوم را می‌توان عامل ابعاد میوه نام‌گذاری کرد. عامل سوم و چهارم به‌ترتیب ۱۹/۸۴ و ۱۸/۸۴ درصد از تغییرات را توجیه کردند. در عامل سوم ویژگی‌های تعداد رانر و تعداد گل در گل‌آذین و در عامل چهارم تنها ویژگی طول دمبرگ بزرگ‌ترین ضریب مثبت را داشت. عامل سوم را می‌توان به عنوان عامل رشد رویشی نام‌گذاری کرد. با توجه به مقدار بالای بار عاملی، ویژگی طول دمبرگ (۰/۸۶۵) در عامل چهارم این عامل به همین نام خوانده شد.

تأیید مطالب یادشده در مورد توانایی مؤثر تجزیه به عامل‌ها برای تفکیک ویژگی‌ها توسط بای‌پلات عامل اول در مقابل عامل دوم (که بیشترین میزان تغییرات کل را توجیه کردند) برای ویژگی‌ها صورت گرفت، به‌طوری‌که پس از تجزیهٔ بای‌پلات ویژگی‌های مؤثر در عامل‌ها در گروه‌های واحد قرار گرفتند (شکل۱). طول بردارها در این شکل میزان تغییرات هر ویژگی را نشان می‌دهد به‌طوری‌که ویژگی تعداد میوه در بوته با بیشترین میزان تغییرات بلندترین طول بردار و ویژگی نسبت طول به عرض برگ با کمترین میزان تغییرات کوتاه‌ترین بردار را تشکیل داد.

زوایای برداری نیز میزان همبستگی ویژگی‌ها را نشان می‌دهد به‌طوری‌که کم‌بودن زوایای بین بردارها، همبستگی بالای ویژگی‌ها را نشان می‌دهد. ویژگی‌های تعداد گل‌آذین، تعداد گل در بوته و تعداد میوه در بوته طبق نمودار همبستگی بالا و مثبتی با هم نشان دادند. در مقابل همین ویژگی‌ها با ویژگی سطح برگ، همبستگی بالا در جهت منفی نشان دادند.

با توجه به اهمیت و اقتصادی‌بودن دو عامل اول، گروه‌بندی رقم‌ها براساس دو عامل اول از توجیه بالایی برخوردار بود. رقم‌هایی که به مرکز نمودار نزدیک‌تر بودند (رقم‌های شمارهٔ ۴، ۷ و ۱۰) به‌طور هم‌زمان برای هر دو عامل کمترین مقدار را داشتند (شکل۲). براساس بای‌پلات عامل اول در مقابل عامل دوم رقم‌های شمارهٔ ۳، ۲ و ۱۶ در یک گروه قرار گرفتند که بیشترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد به همراه بیشترین میزان ابعاد میوه را داشتند. رقم شمارهٔ ۸ خود به‌تنهایی در یک گروه قرار گرفت. در این گروه رقم شمارهٔ ۸ جزء رقم‌های با عملکرد بالا محسوب می‌شود، اما وزن و حجم میوهٔ کمی دارد و بر این اساس می‌توان علت این تناقض را با بیشتربودن تعداد میوه در این رقم توجیه کرد. سایر رقم‌ها نیز به فراخور میزان دو عامل اول خود در ۲ گروه قرار گرفتند. به‌طورکلی، نتایج این پژوهش نشان داد که تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی رقم‌های توت‌فرنگی از نظر ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده به‌خوبی توسط تجزیه به عامل‌ها صورت گرفت.

جدول۳. تغییرات بین رقم‌ها از نظر کمترین و بیشترین دامنه، انحراف استاندارد، برآورد اجزای واریانس، ضریب تنوع و توارث‌پذیری عمومی

ویژگی	دامنه		رقم‌های مربوط به دامنه		انحراف استاندارد	میانگین	برآورد اجزای واریانس		ضریب تنوع		توارث پذیری
	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین			فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی	فنوتیپی	ژنتیکی	عمومی (٪)
تعداد برگ	۵۹	۱۹	کویین‌الیزا	پاجارو	۳/۷۱	۳۸/۸۶	۱۳۱/۸۸	۱۱۸/۰۹	۱۳/۷۹	۲۹/۵۵	۲۷/۹۶	۹۰
سطح برگ	۱۰۲/۶	۴۲/۲۱	مراک	کردستان	۹/۹۱	۷۴/۷۷	۲۳۱/۷۹	۱۳۳/۵۷	۹۸/۲۲	۲۰/۳۶	۱۵/۴۶	۵۸
نسبت طول به عرض برگ	۱/۳۸	۰/۹۸	شمارهٔ ۱۴ یالووا	گاویوتا	۰/۰۴	۱/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۹/۶۴	۸/۹۸	۸۷
طول دمبرگ	۲۱/۸	۱۴/۱۸	میشنری	چندلر	۰/۹۸	۱۷/۵۹	۴/۰۴	۳/۰۷	۰/۹۷	۱۱/۴۲	۹/۹۵	۷۶
تعداد رانر	۱۶/۷	۲	کت‌اسکیل	مراک	۰/۹۰	۷/۹۸	۱۲/۶۸	۷/۲۷	۵/۴۲	۴۴/۶۱	۳۳/۷۷	۵۷
طول گل‌آذین	۲۲/۸۸	۱۳/۱۲	پاروس	گاویوتا	۱/۴۳	۱۹/۱۶	۵/۸۰	۳/۷۶	۲/۰۴	۱۲/۵۷	۱۰/۱۳	۶۵
تعداد تاج	۱۲/۷	۴/۳	کردستان	گاویوتا	۱/۰۱	۸/۹۶	۵/۲۲	۴/۱۹	۱/۰۲	۲۵/۴۷	۲۲/۸۴	۸۰
تعداد گل‌آذین	۱۱/۳	۱/۶	کردستان تیوگا	گاویوتا	۱/۰۲	۷/۳۷	۷/۳۸	۶/۳۳	۱/۰۵	۳۶/۸۷	۳۴/۱۵	۸۶
تعداد گل در گل‌آذین	۱۱/۷	۳/۳	کت‌اسکیل	پاجارو	۱/۰۵	۱/۰۲	۴/۷۸	۳/۶۶	۱/۱۲	۲۸/۸۴	۲۵/۲۴	۷۷
تعداد گل در بوته	۱۰۰	۹/۳	تیوگا	گاویوتا	۴/۵۳	۵۴/۰۲	۵۴۳/۴۲	۵۲۲/۸۵	۲۰/۵۷	۴۳/۱۶	۴۲/۳۳	۹۶
نسبت میوه‌دهی	۰/۹۲	۰/۵۶	تنیس‌بیوتی	گاویوتا	۰/۰۴	۰/۸۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۱۰/۸۷	۹/۴۱	۷۵
تعدا میوه در بوته	۹۰/۳	۵/۳	تیوگا	گاویوتا	۴/۶۵	۴۶/۰۸	۴۸۷/۲۳	۴۶۵/۶۲	۲۱/۶۱	۴۷/۹۰	۴۶/۸۲	۹۶
حجم میوه	۱۴/۹۹	۴/۸۳	کویین‌الیزا	کت‌اسکیل	۱/۰۸	۹/۵۶	۷/۹۸	۶/۸۲	۱/۱۶	۲۹/۵۵	۲۷/۳۲	۸۵
وزن میوه	۱۴/۵	۵/۴۷	کویین‌الیزا	کت‌اسکیل	۱/۰۳	۹/۱۰	۶/۹۸	۵/۹۲	۱/۰۶	۲۹/۰۲	۲۶/۷۳	۸۵
عملکرد	۶۲۹/۵	۳۸/۹	کویین‌الیزا	گاویوتا	۳۰/۷۳	۳۸۹/۹	۲۵۴۱۷/۴	۲۴۴۷۳/۳	۹۴۴/۱	۴۰/۸۹	۴۰/۱۲	۹۶

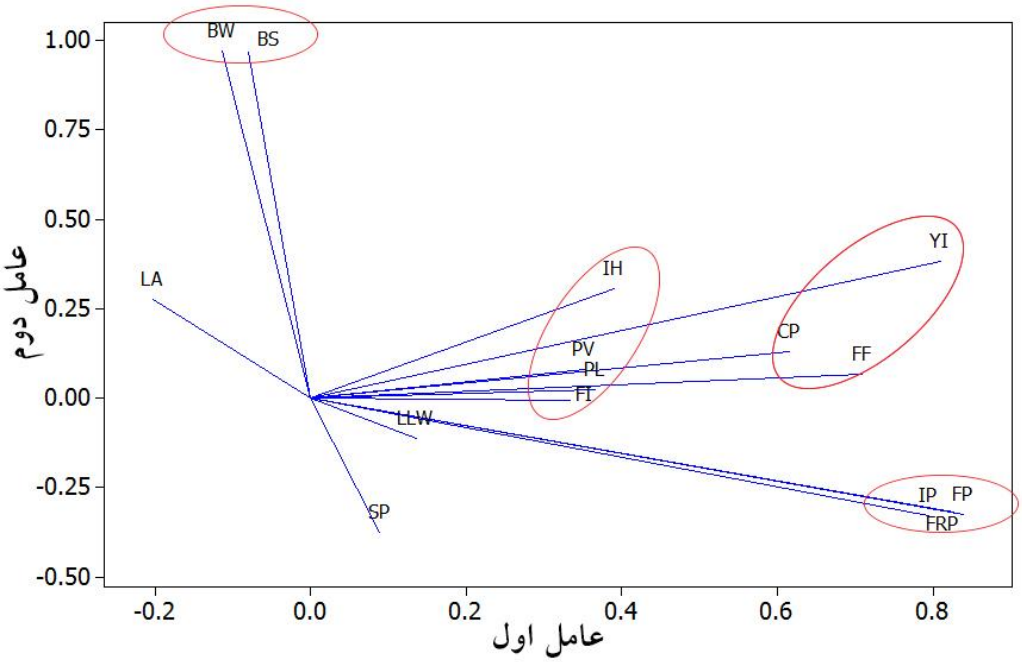
جدول۴. مقادیر ویژه، مقدار ویژه به درصد و درصد واریانس تجمعی برای ۴ عامل استخراج‌شده به روش مؤلفه‌های اصلی

عامل‌ها	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۳/۶۴۴	۲۴/۲۹۵	۲۴/۲۹۵
۲	۳/۱۲۸	۲۰/۸۵۳	۴۵/۱۴۹
۳	۲/۹۷۷	۱۹/۸۴۴	۶۴/۹۹۲
۴	۲/۸۲۶	۱۸/۸۴۳	۸۳/۸۳۵

* مقادیر بالاتر از ۱ معنادار در نظر گرفته شد.

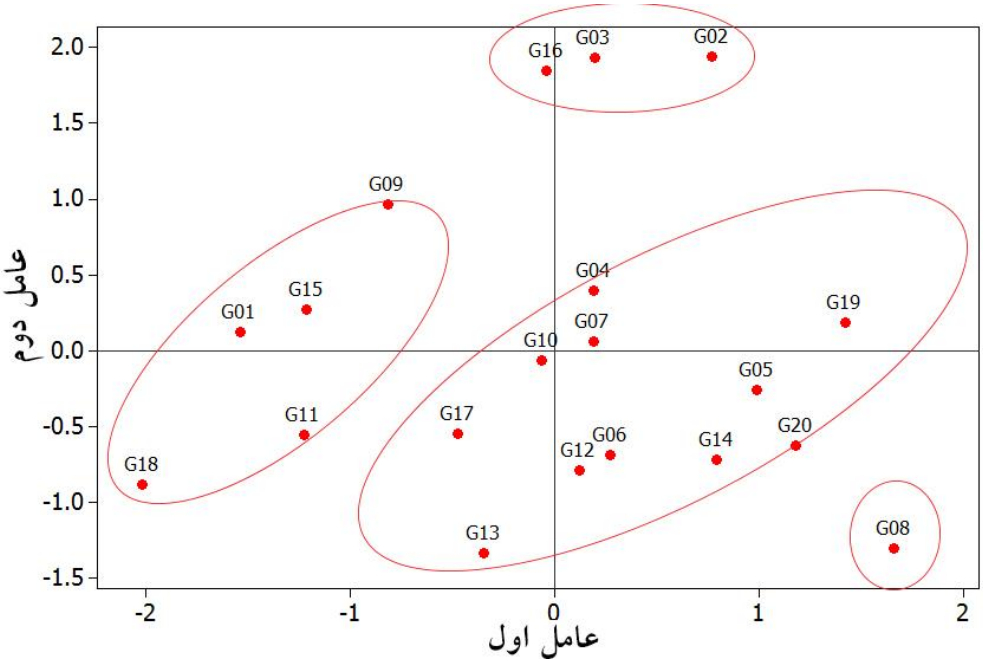
جدول۵. ضرایب عاملی در تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران واریماکس در رقم‌های مطالعه‌شده

ویژگی	بار عاملی			
	۱	۲	۳	۴
تعداد برگ	۰/۳۵۱	۰/۰۸۰	۰/۰۹۷	۰/۰۶۹
سطح برگ	-۰/۲۰۳	۰/۲۷۶	-۰/۱۱۰	۰/۰۵۳
نسبت طول به عرض برگ	۰/۱۳۵	-۰/۱۱۲	۰/۲۵۰	-۰/۱۱۳
طول دمبرگ	۰/۳۶۵	۰/۰۲۵	۰/۱۲۷	۰/۸۶۵
تعداد رانر	۰/۰۸۹	-۰/۳۷۵	۰/۸۳۲	۰/۲۵۱
طول گل‌آذین	۰/۳۹۱	۰/۳۰۸	۰/۰۳۰	۰/۳۴۴
تعداد تاج	۰/۶۱۶	۰/۱۳۱	۰/۰۸۱	۰/۴۱۴
تعداد گل‌آذین	۰/۷۹۴	-۰/۳۲۷	-۰/۳۲۹	۰/۲۳۳
تعداد گل در گل‌آذین	۰/۳۳۴	-۰/۰۰۴	۰/۸۳۸	-۰/۰۵۳
تعداد گل در بوته	۰/۸۳۹	-۰/۳۲۳	۰/۲۵۴	۰/۱۶۹
نسبت میوه‌دهی	۰/۷۰۹	۰/۰۶۹	۰/۳۲۴	۰/۱۳۳
تعداد میوه در بوته	۰/۸۲۶	-۰/۳۱۷	۰/۲۹۹	۰/۱۴۶
حجم میوه	-۰/۰۸۰	۰/۹۶۸	-۰/۱۲۰	۰/۰۲۸
وزن میوه	-۰/۱۱۴	۰/۹۷۰	-۰/۱۰۲	۰/۰۱۹
عملکرد	۰/۸۰۹	۰/۳۸۴	۰/۲۷۳	۰/۱۳۹



شکل ۱. بای‌پلات عامل اول در مقابل عامل دوم برای ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در رقم‌های توت فرنگی مطالعه‌شده

تعداد برگ= **PV**، سطح برگ= **LA**، نسبت طول به عرض برگ= **LLW**، طول دمبرگ= **PL**، تعداد رانر= **SP**، طول گل‌آذین= **IH**، تعداد تاج= **CP**، تعداد گل‌آذین= **IP**، تعداد گل در گل‌آذین= **FI**، تعداد گل در بوته= **FP**، نسبت میوه‌دهی= **FF**، تعداد میوه در بوته= **FRP**، حجم میوه= **BS**، وزن میوه= **BW** و عملکرد= **Y**.



شکل۲. گروه‌بندی رقم‌های توت‌فرنگی براساس دو عامل اول حاصل از تحلیل عاملی

پاجارو= G01، پاروس= G02، کوین‌الیزا= G03، میشنری= G04، تن بیوتی= G05، آلیسو= G06، فرزنو= G07، تیوگا= G08، سکویا= G09، یالووا= G10، مک‌دونانس= G11، بلک‌مور= G12، کت‌اسکیل= G13، شمارهٔ ۱۴= G14، سلوا= G15، کاماروزا= G16، چندلر= G17، گاویوتا= G18، مراک= G19، و کردستان= G20.

منابع

۱. اسدی قارنه ح، ارزانی ک، شجاعیان ع و سرسیفی م (۱۳۹۱) «بررسی عملکرد ۱۵ ژنوتیپ توت‌فرنگی تجاری در کشت گلخانه‌ای». اولین همایش ملی توت‌فرنگی کردستان، ایران.

۲. امیری اوغان ح، مقدم م، احمدی م ر، ولیزاده م و شکیبا م ر (۱۳۸۱) «وراثت‌پذیری عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا در شرایط عادی و تنش خشکی». *نهال و بذر*، ۱۸(۲): ۱۷۹ـ ۱۹۹.

۳. بی‌نام (۱۳۹۳). *آمارنامه محصولات باغی سال ۱۳۹۲*. نشر وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۱۰ صفحه.

۴. جلیلی مرندی ر (۱۳۸۴) *میوه‌های ریز*. انتشارات جهاد دانشگاهی، ارومیه، چاپ اول، ۲۹۷ صفحه.

۵. رضوی ف (۱۳۷۷) شناسایی ژنوتیپ‌های بومی در برخی از نقاط استان اصفهان (شهرستان اصفهان، فلاورجان و نطنز) پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۶. سرسیفی م (۱۳۹۱) «بررسی اثر استولون‌های انبار سرد و استولون‌های تازه بر عملکرد کمّی و کیفی هفت ژنوتیپ توت‌فرنگی». اولین همایش ملی توت‌فرنگی کردستان، ایران.

۷. سرسیفی م (۱۳۷۸) بررسی و مقایسهٔ عملکرد ژنوتیپ‌های توت‌فرنگی.گزارش نهایی. انتشارات مرکز پژوهش‌ها کشاورزی و منابع طبیعی کردستان.

۸. شیخ‌علی م (۱۳۷۹) بررسی تنوع مورفولوژیکی گونهٔ بارانک در جنگل‌های تالش پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکدهٔ علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۹. صبور م و علمی غروی ح (۱۳۸۴) *اصول و مسائل ژنتیک*. تألیف استانسفیلد. چاپ پنجم، ویرایش سوم، مؤسسهٔ فرهنگی فاطمی، تهران، ۶۵۰ صفحه.

۱۰. قره‌شیخ بیات ر (۱۳۸۴) مقایسهٔ ژنوتیپ‌های توت‌فرنگی از نظر کمّی و کیفی در منطقهٔ کرج. گزارش نهایی. انتشارات مؤسسهٔ اصلاح وتهیهٔ نهال و بذر.

11. Ameri AA, Tehranifar M and Davarynejad GhH (2012) Effect of substrate and cultivar on growth characteristic of strawberry in soilless culture system. African Journal of Biotechnology. 11(56): 11960-11966.

12. Burton GW and Devan EH (1953) Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. Agronomy Journal. 45(10): 478-481.

13. Degani C, Rowland L, Saunders J, Hokanson S, Ogden E, Golan-Goldhirsh A and Galletta G (2001) A comparison of genetic relationship measures in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) based on AFLPs, RAPDs, and pedigree data. Euphytica. 117: 1-12.

14. Dhiman K (2003) Studies on genetic variability and selection in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) for yield and quality traits. Hortscience. 11: 49-53.

15. Falconer DS (1983) Problems on Quantitative Genetics. Longmans Green. New York.

16. Galletta GJ and Maas JL (1990) Strawberry genetics. Hortscience. 25(8): 871– 878.

17. Hakala MA, Lapvetelainen R, Huopalahti HK and Tahvonen R (2003) Effect of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. Journal of Food Composition and Analysis. (16): 67-80.

18. Hancock JF (1999) Strawberries. CABI, NewYork, USA.237p

19. Hancock JF, Hokanson SC, Callow PW, Sakin M, Haghighi K and Flore JA (1992) Performance of Californian and eastern US strawberry cultivars under conditions mimicking eastern production systems. Journal of the American Society for Horticultural Science. 117(6): 991-995.

20. Hancock JF, Callow PW, Serce S and Son, PQ (2003) Variation in the horticultural characteristics of native *Fragaria virginiana* and *F. chiloensis* from North and South America. Journal of the American Society for Horticultural Science. 128(2): 201-208.

21. Janson WA (1997) Growing media and plant densities for strawberry tray plant. Acta Horticulturae. 439: 457-460.

22. Kaith NS, Mehta DK and Bhardwaj JC (2009) Evaluation of different strawberry cultivars for growth, yield and quality characters under wet temperate high hills of Himachal Pradesh. Himachal Journal of Agricultural Research. 35 (2):183-187.

23. Klamkowsky K and Ttreder W (2006) Morphological and physiological response of strawberry plants to water stress. Agriculturae Conspectus Scientificus. 71(4): 159-165.

24. Komar LS (1999) DNA markers in plant improvement: an overview. Biotechnology Advances. 17(2): 143-182.

25. Momenpour A, Taghavi TS and Manochehr Sh (2011) Effects of banzyladenine and gibberellin on runner production and some vegetative traits of three strawberry cultivars. African Journal of Agricultural Research. 6(18): 4357-4361.

26. Pistorale SM, Abbott LA and Adriana A (2008) Genetic diversity and broad sense heritability in tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*). Ciencia e Investigación Agraria. 35(3): 259-264.

27. Richard EJ, Harrison JJ, Furnier GR and Hancock JF (2000) Differences in the apportionment of molecular and morphological variation in North American strawberry and the consequences for genetic resource management. Genetic Resources and Crop Evolution. 47(6): 647-657.

28. Strik BC and Proctor JTA (1988) Yield component analysis of strawberry genotypes differing in productivity. Journal of the American Society for Horticultural Science. 113(1): 124-129.

29. Subhashchandra B, Lohithaswa HC, Desai AS and Hanchinal RR (2010) Assessment of genetic variability and relationship between genetic diversity and transgressive segregation in tetraploid wheat. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 22(1): 36-38.

30. Suman DK (2000) Genetic variability and character association studies in strawberry. MSc Thesis, Parmar University of Horticulture and Forestry, Nauni-Solan, HP, India.

31. Taiz L and Zeiger E (2010) Plant Physiology, Fifth Edition. Sinauer Associates. Sunderland, MA.