دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم گلرنگ از نظر زودرسی و عملکرد دانه با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

سید مجتبی موسوی اجاق[۱]، حمید مظفری[۲]، حمید جبّاری[۳] و بهزاد ثانی[۴]

۱ و ۴- دانشجوی دکتری و استادیار گروه زراعت ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس، تهران، ایران
۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس، تهران، ایران (نویسنده مسوول: mozafarihamid@yahoo.com)
۳- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۸
صفحه: ۴۷ تا ۵۷

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی ۱۲۲ ژنوتیپ گلرنگ موجود در مؤسسه تحقیقات ژنتیک گیاهی و گیاهان زراعی (IPK) و مرکز بین‌المللی اصلاح گندم و ذرت (CIMMYT) و مقایسه خصوصیات زراعی آن‌ها با پنج رقم زراعی گلرنگ کشور (صفه، گلدشت، گل‌مهر، پدیده و پرنیان) طی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در قالب طرح آگمنت در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. نتایج بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بالا در ژرم پلاسم مورد مطالعه بود و در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ صفت ارتفاع بوته از بیشترین تنوع برخوردار بود. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ های مورد بررسی را به چهار خوشه اصلی تفکیک نمود که خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های زودگل و خاردار، خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا و ارتفاع بوته زیاد، خوشه سوم شامل ژنوتیپ‌های پاکوتاه و خاردار و خوشه چهارم شامل ژنوتیپ‌های نیمه پاکوتاه، خاردار و نسبتاً زودگل با عملکرد دانه نسبتاً کم بودند. با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، صفات مورد مطالعه به دو مؤلفه با واریانس تجمعی ۵۶/۷ درصد کاهش یافتند. براین اساس، مؤلفه اول زمان گل‌دهی و مؤلفه دوم عملکرد نام گرفت. بر اساس نتایج حاصله از ترسیم نمودار بای پلات، ژنوتیپ‌ها در ٤ گروه طبقه‌بندی شدند که ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌های اول و دوم از نظر عملکرد دانه برتر بودند. بیشترین عملکرد دانه را ژنوتیپ "NSZK "A دارا بود (٤۰۰ گرم در متر مربع)، بیشترین ارتفاع را ارقام تجاری و ایرانی صفه، پرنیان، گل مهر به همراه ژنوتیپ ایرانی ٤۹ دارا بودند و کمترین تعداد روز تا گل‌دهی مربوط به ژنوتیپ شماره ۹۱ (آلمانی) بود. ژنوتیپ‌های پابلند از عملکرد دانه بهتری در مقایسه با پا کوتاه‌ها برخوردار بودند و اکثر ژنوتیپ‌های خاردار زودگل‌تر از ژنوتیپ‌های بدون خار بودند. در مجموع نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در ژرم پلاسم گلرنگ وجود دارد که می‌تواند جهت گزینش والدین و ژنوتیپ‌هایی مطلوب در برنامه‌های به نژادی گلرنگ مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، تجزیه بای‌پلات، تجزیه کلاستر، خار، زودگل

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در دسته گیاهان صنعتی و دانه روغنی قرار می‌گیرد و روغن دانه به‌علت کیفیت خوب که حاوی بالاترین مقدار اسیدهای چرب اشباع نشده (بیش از ۸۰ درصد) در میان روغن‌های خوراکی است به‌خوبی شناخته شده است (۲۱). گلرنگ دارای تنوع ژنتیکی قابل توجه‌ای در مناطق مختلف جهان می‌باشد و منشأ جغرافیایی و مراکز تنوع ژنتیکی آن را خاورمیانه و ایران می‌دانند (۱۹،۹).

کشور ما از لحاظ ذخایر ژنتیکی این گیاه یکی از غنی‌ترین مناطق جهان به شمار می‌رود و از سال‌های دور در استان‌های مختلف کشور از جمله اصفهان، آذربایجان، مرکزی و خراسان با هدف برداشت گل کشت شده است (۱۴). به دلیل سازگاری بالای این گیاه با شرایط محیطی ایران، مقاومت به خشکی و نیاز آبی کم، برای تأمین روغن خوراکی مورد نیاز کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (۱۸) از این رو، اصلاح گیاه روغنی گلرنگ اصولاً بر اساس یافتن ارقامی با عملکرد دانه بالا، افزایش کمی و کیفی روغن، زودرسی، مقاومت به بیماری‌ها و آفات و بی‌خاری استوار است (۲۲،۱۷).

برای برنامه‌های اصلاحی و حفاظت از منابع ژنتیکی، ژرم پلاسم‌ها به جهت معرفی لاین‌های جدید مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۱۱). بررسی تنوع موجود در ژرم پلاسم‌ها به‌عنوان مواد اولیه اصلاحی، امکان انتقال انواع ژن‌های مطلوب به واریته‌های تجاری را برای اصلاحگر میسر می‌سازد (۱۳). اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم‌ها از طریق روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی انجام می‌شود ولی با این وجود، ارزیابی تنوع ژنتیکی با استفاده از شکل، اندازه و تنوع خصوصیات مورفولوژیک (برگ‌ها، ساقه‌ها، شاخه‌ها و گل‌ها و غیره) انجام می‌شود (۱۹). به‌عنوان مثال در گیاه گلرنگ رنگ گل و وضعیت خار از جمله مهم‌ترین منابع تغییرات هستند (۵). در یک بررسی نتیجه تجزیه به مولفه‌های اصلی ۱۲۲ ژنوتیپ گلرنگ که در مناطق مختلف اکوجغرافیایی جهان جمع‌آوری شده بودند نشان داد تنوع معنی‌داری در بین ژرم پلاسم مورد مطالعه وجود داشت و مهم‌ترین صفاتی که سبب تنوع در ژرم پلاسم گلرنگ شدند به ترتیب اندازه طبق، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، طول دوره رشد، ارتفاع بوته و تعداد روز تا گل‌دهی بودند (۱۹).

شیراوند و مجیدی (۲۰) در مقایسه گونه‌های وحشی و اهلی گلرنگ از نظر تحمل به تنش خشکی و تنوع صفات مورفولوژیک و زراعی گزارش کردند که تنوع کافی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات تعداد روز تا ساقه‌دهی، تکمه‌دهی، گل‌دهی و رسیدگی و رنگ گل، تعداد شاخه اصلی، ارتفاع، خار، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه وجود دارد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]
[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

یزدی صمدی (۲۴) در بررسی تنوع ژنتیکی در بین ۱۸۵۸ لاین و رقم ایرانی و خارجی گلرنگ گزارش کرد که ارتفاع گیاهان بسیار متغییر و از ۲۴ تا ۲۰۰ درصد تغییر نمود و لاین‌های ایرانی جزو کوتاه‌ترین نمونه‌ها بودند. لاین‌های ایرانی حداکثر تعداد قوزه در بوته و تعداد بذر در قوزه را داشتند و همچنین ارقام ایرانی جزو پرمحصول‌ترین ارقام بودند. یساری و همکاران (۲۳) در تجزیه کلاستر ده ژنوتیپ گلرنگ بر اساس تعداد روز تا مراحل سبز شدن، ساقه‌دهی، شاخه‌دهی، تکمه‌دهی، ۵۰ درصد گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک نشان دادند که اختلاف اساسی بین دو شکل خاردار و بدون خار گلرنگ از نظر زمان وقوع مراحل نموی وجود دارد و ژنوتیپ‌های بدون خار اکثر مراحل نموی خود را دیرتر از ژنوتیپ‌های خاردار سپری می‌کنند.

احمدزاده (۱) در بررسی ژنتیکی ۳۰ رقم گلرنگ بهاره و دسته‌بندی آن‌ها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیک تفاوت چشمگیری در بین ارقام مورد بررسی مشاهده کردند. تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ارقام مورد بررسی به دو گروه اصلی تقسیم شدند. در گروه اول ۱۱ ژنوتیپ و گروه دوم خود به دو زیرگروه تقسیم شد که در هر زیرگروه ۸ و ۱۱ ژنوتیپ قرار گرفت. بر اساس نتایج احمدزاده (۱) توده‌های بومی، لاین‌ها و ژنوتیپ‌های اصلاح شده گلرنگ در گروه‌ها و زیرگروه‌های جداگانه‌ای قرار می‌گیرند و از نظر صفات مورفولوژی، تنوع بسیاری در بین آن‌ها وجود دارد.

امیدی و همکاران (۱۵) در بررسی خصوصیات و صفات زراعی ۱۰۰ ژنوتیپ گلرنگ بهاره بیان کردند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه گلرنگ با بیوماس، تعداد طبق، وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی و عملکرد روغن وجود دارد. آن‌ها بهترین اهداف برنامه‌های اصلاحی گلرنگ را عملکرد دانه و روغن بالا و طول دوره رشد کوتاه ذکر کردند (۱۵). همچنین امیدی و همکاران (۱۵) از دیگر صفات مهم در ژنوتیپ‌های برتر گلرنگ را بیوماس زیاد، تعداد طبق در بوته بالا و همچنین گل‌دهی زودهنگام ذکر کردند.

توسعه منابع ژرم پلاسم از طریق واردات ژنوتیپ‌های جدید می‌تواند کارایی برنامه‌های اصلاحی گلرنگ را بهبود بخشد (۱۲). با وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه در گیاه گلرنگ گزارشات محدودی در زمینه ارزیابی تنوع ژنتیکی این گیاه بر اساس ویژگی‌های زراعی و مورفولوژیک انجام شده است (۱۹،۸). بر این اساس مطالعه تنوع ژنتیکی و مقایسه ژنوتیپ‌های خارجی با ارقام داخلی (به‌عنوان شاهد) از نظر صفات مطلوب مانند زودرسی، طول دوره رشد کوتاه، طبق بزرگ و عملکرد دانه زیاد می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی آینده مد نظر قرار داده شود. همچنین در صورت شناسایی رقم یا ارقام گلرنگ خارجی زودرس، پرمحصول و در عین حال سازگار با شرایط آب و هوایی ایران امکان توصیه کشت آن در کشور طبق آزمایش‌های صورت گرفته آتی وجود خواهد داشت. از این رو هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی تنوع ژنتیکی ۱۲۷ ژنوتیپ گلرنگ با استفاده از برخی صفات زراعی و مورفولوژیک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۹۹ ژنوتیپ گلرنگ موجود در مؤسسه تحقیقات ژنتیک گیاهی و گیاهان زراعی (IPK) آلمان، ۲۳ رقم موجود در مرکز بین‌المللی اصلاح گندم و ذرت (CIMMYT) و پنج رقم زراعی گلرنگ کشور ایران (جدول ۱) در قالب طرح آگمنت طی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. عرض جغرافیایی محل انجام آزمایش، ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۱ متر است. این منطقه بر اساس آمار آب وهوایی و منحنی آمبروترمیک به دلیل داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک و با داشتن زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک محسوب می‌شود. بر اساس اطلاعات ۳۰ ساله هواشناسی کرج، متوسط بارندگی منطقه ۲۴۳ میلی‌متر در سال است. میانگین حداکثر درجه حرارت سالانه در تیرماه، ۲۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل درجه حرارت، یک درجه سانتی‌گراد در دی ماه اتفاق می‌افتد. متوسط درجه حرارت منطقه در یک دوره ۳۰ ساله برابر ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت خاک، ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی، میزان هدایت الکتریکی ۲/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر و میانگین اسیدیته خاک حدود ۷/۲ بود. سایر نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Physicochemical properties of farm soil

عمق خاک	بافت خاک	اسیدیته خاک	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)
۰-۳۰	لومی- رسی	۷/۲۴	۰/۵۸	۲/۲۲	۰/۰۶	۱۲/۶	۲۵۶	۲۴	۲۷	۴۹

بذر هر ژنوتیپ در دو ردیف به صورت جوی و پشته و به طول ۳ متر کاشته شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. زمین مورد کشت پس از شخم دیسک زده شد و در مرحله قبل از دیسک کودهای مورد توصیه برمبنای آزمون خاک (۷۵ کیلوگرم ازت خالص از منابع کودی اوره و فسفات آمونیوم، ۵۰ کیلوگرم ازت خالص به صورت سرک در مرحله رشد سریع ساقه از منبع کودی اوره، ۲۵ کیلوگرم ازت خالص به صورت سرک در مرحله غنچه دهی از منبع کودی اوره و ۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع کودی فسفات آمونیوم) به مزرعه اضافه شد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

کشت در ۲۳ مهرماه انجام شد و با توجه به شرایط آب و هوایی پس از کاشت دو مرتبه آبیاری صورت گرفت تا جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها مناسب باشد. کلیه عملیات مربوط به داشت به صورت یکسان انجام شد. دور آبیاری بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در نظر گرفته شد و مقدار آب مصرفی در هر بار آبیاری ۸۰ درصد آب تبخیر شده بود. میزان آب ورودی به مزرعه آزمایش با کنتور اندازه‌گیری شد و تعداد دفعات آبیاری ۷ مرتبه و میزان آب مصرفی برابر با ۴۴۸۰ متر مکعب در هکتار بود. در طی دوره رشد برخی از صفات فنولوژیک و مورفولوژیک مانند تعداد روز تا آغاز گلدهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، رنگ گل، ارتفاع بوته و خاردار یا بی‌خار بودن از هر کرت مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین در پایان فصل نیز با حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خط کاشت، بوته‌های موجود در کل هر کرت آزمایشی به‌طور جداگانه کف‌بر شد و با ترازوی دقیق توزین و محاسبه شد. وزن هزار دانه نیز توسط توزین چهار تکرار ۱۰۰۰ تایی و میانگین گرفتن از عدد حاصله بدست آمد.

در پایان ضریب همبستگی ساده و کانونیک بین صفات کمی و کیفی مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. همچنین برای تشخیص میزان تمایز بین ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آن‌ها، پس از استاندارد کردن داده‌ها، تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) به روش وارد[1] و بر اساس فاصله اقلیدسی از طریق تجزیه تابع تشخیص و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS نسخه ۹/۱ و SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. سپس ترسیم نمودار بای پلات مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Stat Graphics نسخه ۲/۱ صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته وجود داشت ولی رابطه ارتفاع بوته با خاردار بودن و آغاز گل‌دهی منفی بود (جدول ۳). همچنین خاردار بودن با آغاز گل‌دهی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۳) که نشان‌دهنده زودگل‌تر بودن ژنوتیپ‌های خاردار در مقایسه با ژنوتیپ‌های بدون خار می‌باشد. تجزیه همبستگی تکنیکی است که برای اندازه‌گیری ارتباط بین دو متغیر کاربرد دارد و پاویتهرا و همکاران (۱۶) تجزیه همبستگی را به‌منظور ارزیابی ارتباط بین صفات مهم گلرنگ استفاده کرده‌اند. ارتباط مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته و همبستگی منفی بین عملکرد دانه و زمان آغاز گل‌دهی در بین ۱۵۰ ژنوتیپ گلرنگ گزارش شده است (۱۶).

جدول ۲- نام، مبدأ و برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک و فنولوژیک ۱۲۷ ژنوتیپ گلرنگ مورد مطالعه در این تحقیق

Table 2. Name, origin and some of morphologic and phonologic characteristics of 127 studied-safflower genotypes

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	مبدأ	رنگ گل	تعداد روز تا آغاز گلدهی	تعداد روز تا گل‌دهی کامل	وضعیت خار	ارتفاع بوته	عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)
۱	بی‌نام	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	متوسط	۱۰۱/۵
۲	بی‌نام	ایتالیا	زرد مایل به نارنجی	۲۲۳	۲۲۷	خاردار	خیلی پاکوتاه	۷۴/۷
۳	Saffire	کانادا	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۷۱/۸
۴	AC Stirling	کانادا	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط	۱۳۳/۴
۵	AC Sunset	کانادا	زرد	۲۲۳	۲۲۷	خاردار	پاکوتاه	۱۸۵/۴
۶	بی‌نام	اسپانیا	زرد	۲۲۴	۲۲۸	خاردار	متوسط	۳۰۶/۱
۷	N006	نامشخص	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط	۸۴/۶
۸	LEED	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۱	بدون خار	متوسط	۳۴۴/۸
۹	N942	نامشخص	زرد	۲۲۴	۲۲۹	بدون خار	متوسط	۲۳۲/۶
۱۰	NSZK "A"	نامشخص	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط	۴۰۰/۸
۱۱	KUSUM	هند	زرد	۲۲۵	۲۳۰	بدون خار	پاکوتاه	۱۲۳/۶
۱۲	V.GARHIA-PUSA	هند	نارنجی	۲۲۰	۲۲۴	بدون خار	خیلی پاکوتاه	۱۳۳/۸
۱۳	JAWARGI-3	هند	زرد	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	متوسط	۱۳۹/۵
۱۴	TAGHALA GOLU	ایران	زرد	۲۲۶	۲۳۱	بدون خار	متوسط	۱۰۵/۷
۱۵	ROMAN "A"	–	نارنجی	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	پاکوتاه	۱۱۵/۳
۱۶	KOUSHEH	ایران	نارنجی	۲۱۸	۲۲۳	بدون خار	پاکوتاه	۲۳۳/۸
۱۷	KUSAMBA	پاکستان	نارنجی	۲۲۰	۲۲۵	خاردار	پاکوتاه	۱۵۱/۶
۱۸	Färberdistel, Saflor	اتحاد جماهیر سوسیالیستی شوروی	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	متوسط	۸۳/۰
۱۹	Färberdistel, Saflor	بلژیک	زرد	۲۲۵	۲۳۰	خاردار	پاکوتاه	۷۹/۴
۲۰	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	متوسط	۳۰/۲
۲۱	Färberdistel, Saflor	نامشخص	زرد	۲۲۳	۲۲۷	خاردار	خیلی پاکوتاه	۱۰۷/۱
۲۲	Färberdistel, Saflor	آلمان	نارنجی	۲۲۳	۲۲۷	خاردار	خیلی پاکوتاه	۱۱۷/۹
۲۳	Färberdistel, Saflor	مراکش	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	پاکوتاه	۹۱/۶
۲۴	Färberdistel, Saflor	پاراگوئه	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	خیلی پاکوتاه	۹۶/۶
۲۵	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	پاکوتاه	۲۸۰/۰
۲۶	1005	نامشخص	زرد	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	متوسط تا بلند	۱۳۵/۸

1- Ward

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

ادامه جدول ۲

۲۷	RIO SECO	پرتغال	زرد	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	متوسط تا بلند	۱۲۶/۲
۲۸	FALGUNI	پاکستان	زرد	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	متوسط تا بلند	۸۴/۶
۲۹	Frio	آمریکا	زرد	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	پاکوتاه	۸۶/۶
۳۰	N009	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۱	نامشخص	پاکوتاه	۱۳۷/۴
۳۱	Färberdistel, Saflor	ایران	نارنجی	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	پاکوتاه	۱۹۱/۳
۳۲	Färberdistel, Saflor	ایران	زرد	۲۲۵	۲۳۰	خاردار	متوسط	۱۳۳/۰
۳۳	URTUM	مصر	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط	۱۱۴/۷
۳۴	KUSAMBA	پاکستان	زرد	۲۲۶	۲۳۱	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۱۱۱/۲
۳۵	KUSAMBA	پاکستان	زرد مایل به نارنجی	۲۲۶	۲۳۱	کم خار	متوسط	۱۳۸/۶
۳۶	TAGHALA GOLU	ایران	زرد	۲۲۶	۲۳۱	کم خار	متوسط	۹۹/۴
۳۷	KUSUM	هند	زرد مایل به نارنجی	۲۲۶	۲۳۱	بدون خار	پاکوتاه	۹۴/۵
۳۸	KUSAMBA	پاکستان	زرد	۲۲۳	۲۲۹	خاردار	متوسط	۹۹/۷
۳۹	Färberdistel, Saflor	مراکش	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	متوسط	۲۶۰/۴
۴۰	TASKENTSKIJ 51	اتحاد جماهیر سوسیالیستی شوروی	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	خیلی پاکوتاه	۲۲۳/۲
۴۱	N001	نامشخص	نارنجی	۲۲۴	۲۳۰	خاردار	خیلی پاکوتاه	۱/۷
۴۲	DART	نامشخص	زرد	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	خیلی پاکوتاه	۱۷۵/۹
۴۳	Färberdistel, Saflor	نامشخص	زرد	۲۲۹	۲۳۴	کم خار	متوسط تا بلند	۱۴۹/۰
۴۴	Färberdistel, Saflor	نامشخص	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط	۱۱۵/۱
۴۵	Färberdistel, Saflor	نامشخص	زرد	۲۲۵	۲۳۱	بدون خار	متوسط تا بلند	۱۲۵/۱
۴۶	CEGLEDI A	مجارستان	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط	۳۰۴/۳
۴۷	Färberdistel, Saflor	ایران	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط	۲۸۰/۴
۴۸	Färberdistel, Saflor	ایران	زرد	۲۲۶	۲۳۲	بدون خار	متوسط	۳۷۵/۱
۴۹	Färberdistel, Saflor	ایران	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	پابلند	۱۱۶/۷
۵۰	KUSUM	هند	نارنجی	۲۱۸	۲۲۳	خاردار	خیلی پاکوتاه	۲۴۹/۵
۵۱	CEGLEDI "A"	نامشخص	نارنجی	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	پاکوتاه	۱۶۸/۷
۵۲	V.MAHMUDPUR-PUSA	هند	زرد	۲۲۳	۲۲۸	بدون خار	متوسط	۱۷۶/۷
۵۳	Gladki Borowski IHAR	لهستان	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	نیمه پاکوتاه	۲۰۱/۲
۵۴	Färberdistel, Saflor	ایران	نارنجی	۲۱۸	۲۲۳	خاردار	نیمه پاکوتاه	۲۵۰/۱
۵۵	Färberdistel, Saflor	ایران	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط	۸۷/۸
۵۶	ANGOL "A"	نامشخص	زرد	۲۲۵	۲۳۰	خاردار	متوسط	۱۰۹/۹
۵۷	JAPAN "A"	نامشخص	زرد	۲۲۵	۲۳۰	خاردار	متوسط	۷۲/۶
۵۸	Färberdistel, Saflor	آذربایجان	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط تا بلند	۹۲/۲
۵۹	Färberdistel, Saflor	کره شمالی	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	پابلند	۹۳/۷
۶۰	MOSOMJ A	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۲	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۶۸/۸
۶۱	Färberdistel, Saflor	سودان	زرد	۲۲۴	۲۲۹	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۸۹/۲
۶۲	Färberdistel, Saflor	نامشخص	زرد	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	متوسط	۱۳۳/۷
۶۳	55-633	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۲	خاردار	پاکوتاه	۸۷/۵
۶۴	55-624	نامشخص	زرد	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	متوسط	۷۳/۲
۶۵	Färberdistel, Saflor	اسپانیا	زرد	۲۲۴	۲۲۸	خاردار	نیمه پاکوتاه	۶۶/۱
۶۶	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد مایل به نارنجی	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	متوسط	۲۵۶/۶
۶۷	Färberdistel, Saflor	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	نیمه پاکوتاه	۱۳۴/۳
۶۸	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	متوسط	۵۸/۰
۶۹	Färberdistel, Saflor	آلمان	نارنجی	۲۲۷	۲۳۳	بدون خار	متوسط	۹۸/۱
۷۰	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	نیمه پاکوتاه	۱۰۹/۲
۷۱	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۶	۲۳۲	بدون خار	متوسط	۲۰۲/۳
۷۲	Draa Basse Tige	نامشخص	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۱۶۸/۴
۷۳	54-336	نامشخص	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۷۴/۷
۷۴	U.C.I.	آمریکا	زرد	۲۲۷	۲۳۳	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۱۷۲/۳
۷۵	Färberdistel, Saflor	نامشخص	زرد	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	نیمه پاکوتاه	۱۲۰/۹
۷۶	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۵	۲۳۰	بدون خار	متوسط	۹۷/۵
۷۷	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۴	۲۲۹	خاردار	متوسط	۹۵/۱
۷۸	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۵	۲۳۰	خاردار	متوسط	۱۸۸/۴
۷۹	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۲	۲۲۷	خاردار	نیمه پاکوتاه	۱۴۶/۶
۸۰	Färberdistel, Saflor	آلمان	زرد	۲۲۶	۲۳۱	بدون خار	متوسط تا بلند	۱۳۷/۹

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

ادامه جدول ۲

۸۱	Färberdistel, Saflor	اتیوپی	زرد مایل به نارنجی	۲۲۷	۲۳۲	خاردار	پاکوتاه	۲۳۲/۰
۸۲	Moyen du Draa	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۱	بدون خار	متوسط	۳۱۸/۳
۸۳		نامشخص	نارنجی	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	خیلی پاکوتاه	۲۲۲/۳
۸۴	S-51 Selektion R.A.	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	متوسط تا بلند	۱۳۰/۰
۸۵	S. Draa	نامشخص	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۳۲۱/۴
۸۶	-	سودان	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	متوسط	۲۰۷/۳
۸۷	-	اسپانیا	نارنجی	۲۲۱	۲۲۶	خاردار	نیمه پاکوتاه	۱۰۳/۵
۸۸	-	نامشخص	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	متوسط تا بلند	۸۳/۶
۸۹	Mogami Beni	نامشخص	زرد	۲۲۲	۲۲۷	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۱۳۰/۱
۹۰	-	آلمان	زرد مایل به نارنجی	۲۲۱	۲۲۶	خاردار	نیمه پاکوتاه	۱۵۹/۷
۹۱	-	آلمان	زرد	۲۱۷	۲۲۴	بدون خار	متوسط تا بلند	۷۵/۴
۹۲	-	کره شمالی	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۱۸۰/۸
۹۳	-	کره شمالی	نارنجی	۲۲۵	۲۳۰	خاردار	متوسط	۱۹۰/۹
۹۴	Nagykálloi-A	مجارستان	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	نیمه پاکوتاه	۲۴۰/۳
۹۵	Japan-A	ژاپن	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	متوسط تا بلند	۲۸۷/۹ ۷۷
۹۶	-	کره شمالی	زرد	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	نیمه پاکوتاه	۲۰۵/۳
۹۷	Safran (tadz.)	تاجیکستان	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۲۵۴/۷
۹۸	-	نامشخص	زرد مایل به نارنجی	۲۱۹	۲۲۴	بدون خار	پاکوتاه	۵۲/۸
۹۹	-	نامشخص	زرد	۲۲۵	۲۳۰	خاردار	نیمه پاکوتاه	۱/۰
۱۰۰	-	مکزیک	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	نسبتاً خاردار	متوسط	۹۱/۶
۱۰۱	-	مکزیک	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	کم خار	متوسط	۷۳/۸
۱۰۲	-	مکزیک	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	نسبتاً خاردار	متوسط	۹۴/۱
۱۰۳	-	مکزیک	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	کم خار	نیمه پاکوتاه	۸۳/۱
۱۰۴	-	مکزیک	نارنجی	۲۲۶	۲۳۱	خاردار	متوسط	۸۸/۰
۱۰۵	-	مکزیک	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	نسبتاً خاردار	نیمه پاکوتاه	۸۵/۲
۱۰۶	-	مکزیک	قرمز	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	پاکوتاه	۱۰۵/۹
۱۰۷	-	مکزیک	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	پاکوتاه	۱۲۱/۸
۱۰۸	-	مکزیک	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	پاکوتاه	۱۲۸/۱
۱۰۹	-	مکزیک	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	نسبتاً خاردار	پاکوتاه	۲۰۶/۷
۱۱۰	-	مکزیک	نارنجی	۲۲۹	۲۳۴	نسبتاً خاردار	پاکوتاه	۱۳۳/۵
۱۱۱	-	مکزیک	نارنجی	۲۲۱	۲۲۶	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۳۴۱/۳
۱۱۲	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	نیمه پاکوتاه	۲۱۴/۱
۱۱۳	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	خاردار	نیمه پاکوتاه	۱۵۷/۶
۱۱۴	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	کم خار	نیمه پاکوتاه	۱۴۲/۷
۱۱۵	-	مکزیک	زرد	۲۲۱	۲۲۵	خاردار	متوسط	۲۰۷/۹
۱۱۶	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	کم خار	پاکوتاه	۲۶۰/۳
۱۱۷	-	مکزیک	زرد	۲۲۱	۲۲۶	کم خار	پاکوتاه	۲۵۴/۲
۱۱۸	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	نسبتاً خاردار	متوسط	۲۰۲/۹
۱۱۹	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	بدون خار	نیمه پاکوتاه	۱۶۱/۷
۱۲۰	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	نسبتاً خاردار	پاکوتاه	۱۸۷/۱
۱۲۱	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	کم خار	متوسط تا بلند	۱۶۷/۶
۱۲۲	-	مکزیک	زرد	۲۲۹	۲۳۴	کم خار	پاکوتاه	۲۳۱/۲
۱۲۳	صفه	ایران	قرمز	۲۲۸	۲۳۳	بدون خار	پابلند	۲۴۳/۱
۱۲۴	گل‌مهر	ایران	قرمز	۲۲۸	۲۳۳	بدون خار	پابلند	۱۹۶/۶
۱۲۵	پدیده	ایران	زرد مایل به نارنجی	۲۲۹	۲۳۵	خاردار	پابلند	۲۴۶/۳
۱۲۶	پرنیان	ایران	سفید	۲۲۶	۲۳۰	بدون خار	پابلند	۲۲۱/۹
۱۲۷	گلدشت	ایران	قرمز	۲۲۳	۲۲۸	بدون خار	متوسط تا بلند	۳۰۸/۱

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

تجزیه خوشه‌ای ۱۲۷ ژنوتیپ گلرنگ مورد مطالعه به روش وارد و بر اساس فاصله اقلیدسی منجر به تمایز چهار گروه خوشه گردید (شکل ۱). در خوشه اول بیشترین تعداد ژنوتیپ (۵۶ ژنوتیپ) با خصوصیات غالب نظیر گل زرد رنگ، ارتفاع بوته متوسط، اکثراً خاردار و زودگل با وزن هزار دانه نسبتاً بالا و عملکرد دانه متوسط قرار گرفتند (جدول ۴). رقم زودرس و ایرانی گلدشت نیز در خوشه اول قرار گرفت (جدول ۴).

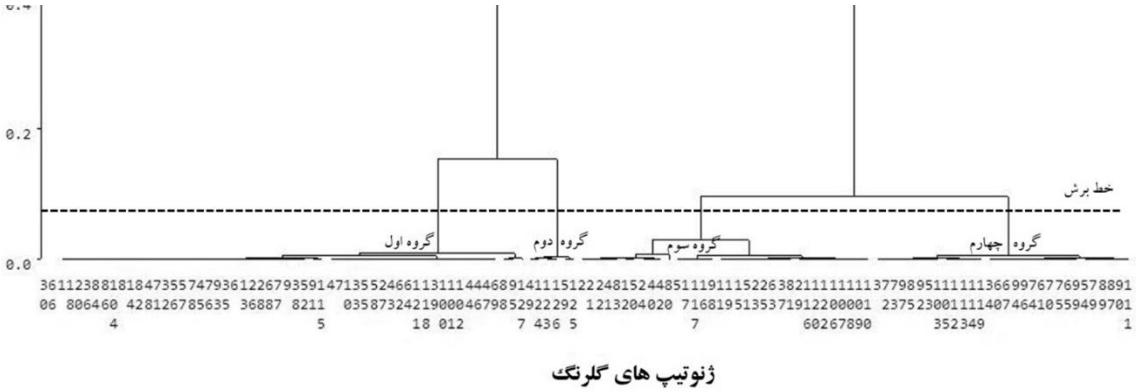
در خوشه دوم به‌عنوان کوچک‌ترین خوشه اکثر ارقام رایج زراعی کشور (صفه، گل‌مهر، پدیده و پرنیان) به همراه یک ژنوتیپ از کره شمالی (شماره ۵۹) و یک ژنوتیپ ایرانی (شماره ۴۹) قرار گرفتند (جدول ۴). از ویژگی‌های بارز این خوشه می‌توان به عملکرد دانه و ارتفاع بوته زیاد، وزن هزار دانه کم، اکثراً بدون خار و طیف متفاوت رنگ گلچه‌ها از قرمز و نارنجی تا سفید اشاره کرد (جدول ۴). خوشه سوم شامل ۳۵ ژنوتیپ اکثراً پاکوتاه، خاردار، زودگل با وزن هزار دانه بالا و عملکرد دانه کم بود (جدول ۴). آخرین خوشه، خوشه چهارم بود که شامل ۳۱ ژنوتیپ نیمه پاکوتاه و خاردار، نسبتاً زودگل با وزن هزار دانه نسبتاً کم و میانگین عملکرد دانه کم تا متوسط بودند (جدول ۴).

جدول ۳- ضرایب همبستگی موجود بین هفت صفت مورد مطالعه در ۱۲۷ ژنوتیپ گلرنگ

Table 3. The correlation coefficients between seven traits in 127 safflower genotypes

صفات	رنگ گل	آغاز گل دهی	گل‌دهی کامل	خاردار بودن	ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
رنگ گل	۱						
آغاز گل دهی	۰/۱۵^{ns}	۱					
گل‌دهی کامل	-۰/۱۶^{ns}	۰/۹۹**	۱				
خاردار بودن	۰/۲۱^{ns}	۰/۷۵**	۰/۶۳**	۱			
ارتفاع بوته	۰/۱۲^{ns}	-۰/۵۰*	-۰/۴۹*	-۰/۵۹**	۱		
وزن هزار دانه	۰/۲۸^{ns}	-۰/۶۲**	-۰/۶۳**	۰/۶۹**	-۰/۶۷**	۱	
عملکرد دانه	-۰/۱۹^{ns}	-۰/۵۴*	-۰/۵۱*	-۰/۵۰*	۰/۷۱**	۰/۳۰^{ns}	۱

به‌طور کلی، بر اساس نتایج حاصله از تجزیه خوشه‌ای، خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های زودگل، خاردار و با ارتفاع بوته متوسط، خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا و پابلند، خوشه سوم شامل ژنوتیپ‌های پاکوتاه و خاردار با وزن هزاردانه زیاد و خوشه چهارم شامل ژنوتیپ‌های نیمه پاکوتاه، خاردار نسبتاً زودگل با وزن هزار دانه و عملکرد دانه نسبتاً کم بودند (شکل ۱ و جدول ۴). نتایج این آزمایش نشان داد که اختلاف اساسی در بین دو شکل خاردار و بدون خار گلرنگ از نظر زمان آغاز گل‌دهی وجود دارد به‌طوری‌که اکثر ژنوتیپ‌های خاردار زودگل‌تر از ژنوتیپ‌های بدون خار بودند (جدول ۳). یساری و همکاران (۲۳) نیز بر وجود اختلاف چشمگیر بین ژنوتیپ‌های خاردار و بدون خار گلرنگ از نظر زمان وقوع مراحل نموی اشاره کرده‌اند که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. نتایج تجزیه خوشه‌ای ۳۰ رقم گلرنگ بهاره و دسته‌بندی آن‌ها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیک نشان داد که ارقام مورد بررسی به دو گروه اصلی تقسیم شدند و توده‌های بومی، لاین‌ها و ژنوتیپ‌های اصلاح شده گلرنگ در گروه‌ها و زیرگروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند که از نظر صفات مورفولوژی تنوع بسیاری در بین آن‌ها مشاهده شد (۱).



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) ۱۲۷ ژنوتیپ گلرنگ بر اساس هفت صفت مورد بررسی (نقطه برش بر اساس پرش ناگهانی فاصله ادغام انجام شد)

Figure 1. Cluster analysis (cluster) 127 safflower genotypes based on 7 measured traits (cutting point based on the jump of the merger distance)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

جدول ۴- نتایج تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) و گروه بندی ژنوتیپ‌های گلرنگ بر اساس صفات مورد مطالعه
Table 4. Results of cluster analysis and classification of safflower genotypes based on studied traits

	شماره (نام) ژنوتیپ‌ها	رنگ گلچه‌ها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وضعیت خاردار بودن	زمان آغاز گلدهی (روز)	زمان ۵۰ درصد گلدهی (روز)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
گروه اول (۵۶ ژنوتیپ)	۱، ۴، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۸، ۲۰، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۲، ۳۳، ۳۵، ۳۶، ۳۸، ۳۹، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۵۲، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۶۲، ۶۴، ۶۶، ۶۸، ۶۹، ۷۱، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۸۲، ۸۴، ۸۶، ۸۸، ۹۱، ۹۳، ۹۵، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۴، ۱۱۵، ۱۱۸، ۱۲۱ و گلدشت	اکثراً زرد رنگ	متوسط (۹۰ سانتی‌متر)	اکثراً خاردار	۲۲۶	۲۳۱	۳/۶۶۹	۱۵۵
گروه دوم (۶ ژنوتیپ)	۴۹، ۵۹، صفه، گل‌مهر، پدیده و پرنیان	اکثراً قرمز ولی نارنجی، زرد و سفید هم داشتند	زیاد (۱۳۸ سانتی‌متر)	اکثراً بدون خار	۲۲۸	۲۳۳	۳/۱۴۳	۱۸۶
گروه سوم (۳۵ ژنوتیپ)	۲، ۵، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۹، ۳۱، ۳۷، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۵۰، ۵۱، ۶۳، ۸۰، ۸۱، ۸۳، ۹۸، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰ ، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۲۰، و ۱۲۲	اکثراً زرد	پاکوتاه (۵۰ سانتی‌متر)	خاردار	۲۲۵	۲۳۰	۳/۷۴۸	۱۴۷
گروه چهارم (۳۱ ژنوتیپ)	۳، ۳۴، ۵۳، ۵۴، ۶۰، ۶۱، ۶۵، ۶۷، ۷۰، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۹، ۸۵، ۸۷، ۸۹، ۹۰، ۹۲، ۹۴، ۹۶، ۹۷، ۹۹، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴ و ۱۱۹	اکثراً زرد و مقداری زرد مایل به نارنجی	نیمه پاکوتاه (۶۵ سانتی‌متر)	خاردار	۲۲۶	۲۳۱	۳/۶۶۲	۱۵۳

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که سه مؤلفه به ترتیب ۳۵/۹، ۲۰/۸ و ۱۵/۶ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۵). بر این اساس، مجموع دو مؤلفه اول و دوم ۵۶/۷ درصد و مجموع سه مؤلفه اول، دوم و سوم ۷۲/۳ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۵). همچنین نتایج نشان داد که صفات آغاز گل‌دهی و گل‌دهی کامل بیشترین همبستگی را با مؤلفه اول و صفات عملکرد دانه و خاردار بودن بیشترین همبستگی را با مؤلفه دوم داشتند، در مقابل صفات وزن هزار دانه و ارتفاع بوته از بالاترین همبستگی با مؤلفه سوم برخوردار بودند (جدول ۵). صفت زمان گل‌دهی همبستگی منفی و بالایی با مؤلفه اول داشت و از این رو مؤلفه اول زمان گل‌دهی نام‌گذاری شد در حالی‌که به دلیل همبستگی مثبت و بالای عملکرد دانه با مؤلفه دوم، این مؤلفه عملکرد نام گرفت (جدول ۵). در بررسی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در بیست رقم گلرنگ توسط بهمن‌کار و همکاران (۳) نیز، حدود ۸۰ درصد از کل واریانس موجود در داده‌ها توسط سه مولفه تبیین شد که سهم مولفه‌های اول، دوم و سوم به ترتیب ۳۴، ۳۲ و ۱۴ درصد بود. در آن بررسی، مولفه اول، مولفه عملکرد و اجزای عملکرد (صفات قطر طبق اصلی، عملکرد تک بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق)، مولفه دوم مولفه صفات فنولوژیک (صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا شروع گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی) و مولفه سوم مولفه معماری گیاه (صفات تعداد طبق در بوته و ارتفاع) نام‌گذاری شد (۳).

جدول ۵- بردارهای ویژه برای هفت صفت ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های گلرنگ با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی
Table 5. Eigenvector for seven traits in safflower genotypes using principal component analysis

صفت	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
رنگ گل	۰/۰۷۷	۰/۲۹۳	۰/۱۵۱
آغاز گل‌دهی	-۰/۶۴۳	-۰/۱۸۳	۰/۱۸۷
گل‌دهی کامل	-۰/۶۴۸	-۰/۱۷۵	۰/۱۷۱
خاردار بودن	-۰/۲۱۲	۰/۵۴۱	۰/۲۴۹
ارتفاع بوته	-۰/۲۷۷	۰/۳۹۱	-۰/۴۸۱
وزن هزار دانه	۰/۱۸۸	-۰/۰۲۵	۰/۷۷۱
عملکرد دانه	-۰/۰۴۰	۰/۶۳۳	۰/۱۴۶
درصد تغیرات توجیه شده توسط مؤلفه‌ها	۳۵/۹	۲۰/۸	۱۵/۶

در این آزمایش، بر اساس دو مؤلفه اول و دوم، ژنوتیپ‌های آزمایشی به چهار گروه طبقه‌بندی شدند (شکل ۲). ژنوتیپ‌های موجود در گروه اول از بیشترین میزان مؤلفه اول و دوم برخوردار بودند، از این رو زودگل بودند و تعداد روز تا

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]
[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

آغاز گل‌دهی و گل‌دهی کامل در این گروه اکثراً کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود (شکل ۲). در گروه اول ژنوتیپ‌های شماره ۵۰ (پاکستانی)، ۵۴ (ایرانی) و ۱۶ (ایرانی) به همراه رقم ایرانی و زودرس گلدشت با دارا بودن بیشترین میزان مؤلفه اول و دوم برتر بودند. ژنوتیپ‌های طبقه‌بندی شده در گروه دوم با دارا بودن مقادیر پایین مؤلفه اول از بیشترین مقدار مؤلفه دوم برخوردار بودند (شکل ۲). اکثر رقم‌های زراعی گلرنگ مانند پرنیان، صفه، گل‌مهر و پدیده به همراه ژنوتیپ‌هایی شماره ۸ و ۱۰ (نامشخص)، ۴۶ (مجارستانی) و ۴۸ (ایرانی) در این گروه قرار گرفتند (شکل ۲). اکثر ژنوتیپ‌های گروه دوم بدون خار بودند و میانگین ارتفاع بوته در برخی از این ژنوتیپ‌ها بلندتر از سایر گروه‌ها بود (شکل ۲).

ژنوتیپ‌های طبقه‌بندی در گروه سوم با وجود برخورداری از بیشترین مقادیر مؤلفه اول از کمترین مقادیر مؤلفه دوم برخوردار بودند (شکل ۲). در این گروه تعداد نسبتاً زیادی از ژنوتیپ‌های گلرنگ قرار گرفتند که می‌توان به ژنوتیپ‌های شماره ۲ (ایتالیایی)، ۵ (کانادایی)، ۱۷ (پاکستانی)، ۲۲ و ۷۹ (آلمانی) و ۸۷ (اسپانیایی) اشاره کرد. از خصوصیات بارز اکثر ژنوتیپ‌های این گروه وزن هزار دانه زیاد بود. هچنین با توجه به دور بودن از بردارهای ارتفاع بوته و خار، بیشتر ژنوتیپ‌های موجود در این گروه پاکوتاه و خاردار بودند (شکل ۲).

بر اساس نتایج ارائه شده در نمودار بای پلات (شکل ۲)، تعداد زیادی از ژنوتیپ‌ها در گروه چهارم قرار گرفتند. بر اساس نزدیک بودن ژنوتیپ‌های گروه چهارم به بردارهای زمان گل‌دهی و مقادیر عددی منفی این دو بردار (آغاز گل‌دهی و گل‌دهی کامل) اکثر ژنوتیپ‌ها دیرگل بودند و از بیشترین تعداد روز تا آغاز گل‌دهی و گل‌دهی کامل برخوردار بودند (شکل ۲). اکثر ژنوتیپ‌های گروه چهارم، ژنوتیپ‌های مکزیکی بودند که کمترین مقادیر مؤلفه‌های اول و دوم را داشتند (شکل ۲). علاوه بر این رقم کانادایی و قدیمی Saffire و ژنوتیپ ایرانی شماره ۵۵ نیز در این گروه قرار داشتند (شکل ۲). میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گروه چهارم کم و ارتفاع بوته نیز نسبتاً کم بود (شکل ۲). بهمن‌کار و همکاران (۲) با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای ۲۰ ژنوتیپ (شش ژنوتیپ ایرانی و ۱۴ ژنوتیپ خارجی) گلرنگ را به چهار گروه طبقه‌بندی کردند و مبدأ ژنوتیپ‌ها را دلیل اصلی این نوع طبقه‌بندی بیان کردند.

به‌طور کلی، بر اساس نتایج حاصله از ترسیم نمودار بای پلات (شکل ۲)، گروه اول شامل ژنوتیپ‌های زودگل، گروه دوم شامل ژنوتیپ‌هایی پابلند با پتانسیل عملکرد بالا، گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های پاکوتاه و خاردار و گروه چهارم شامل ژنوتیپ‌های دیرگل با عملکرد دانه کم بودند.

مقایسه نتایج تجزیه خوشه‌ای با نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد که نتایج تا حد بسیار زیادی همخوانی داشته و اشتراکات زیادی وجود دارد (جدول ۳ و شکل‌های ۱ و ۲). به طوری‌که، در گروه اول ژنوتیپ‌های زودگل، گروه دوم ژنوتیپ‌های پابلند با پتانسیل عملکرد زیاد، گروه سوم ژنوتیپ‌های پاکوتاه و خاردار و در گروه چهارم ژنوتیپ‌هایی با ارتفاع بوته و عملکرد دانه کم قرار گرفتند. همچنین در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه دوم مانند ژنوتیپ‌های شماره ۸ (نامشخص)، ۱۰ (نامشخص)، ۴۶ (مجارستانی)، ۴۸ (ایرانی)، ۸۲ (نامشخص) و ۸۵ (نامشخص) که همراه با ارقام تجاری (صفه، گل‌مهر، پدیده و پرنیان) طبقه‌بندی شده بودند می‌توانند جهت گزینش والدین و ژنوتیپ‌هایی مطلوب در برنامه‌های به نژادی گلرنگ مورد استفاده قرار بگیرند. علاوه بر این در بین صفات مورد بررسی، عملکرد دانه و ارتفاع بوته به‌عنوان موثرترین شاخص‌های گزینش جهت برنامه‌های به نژادی گلرنگ شناخته شدند. بر اساس نتایج بدست آمده در بررسی بهمن‌کار و همکاران (۳) نیز صفات قطر طبق اصلی، وزن هزاردانه، تعداد طبق در بوته و صفات فنولوژیک موثرترین شاخص‌های گزینش جهت برنامه‌های به نژادی گلرنگ معرفی شدند.

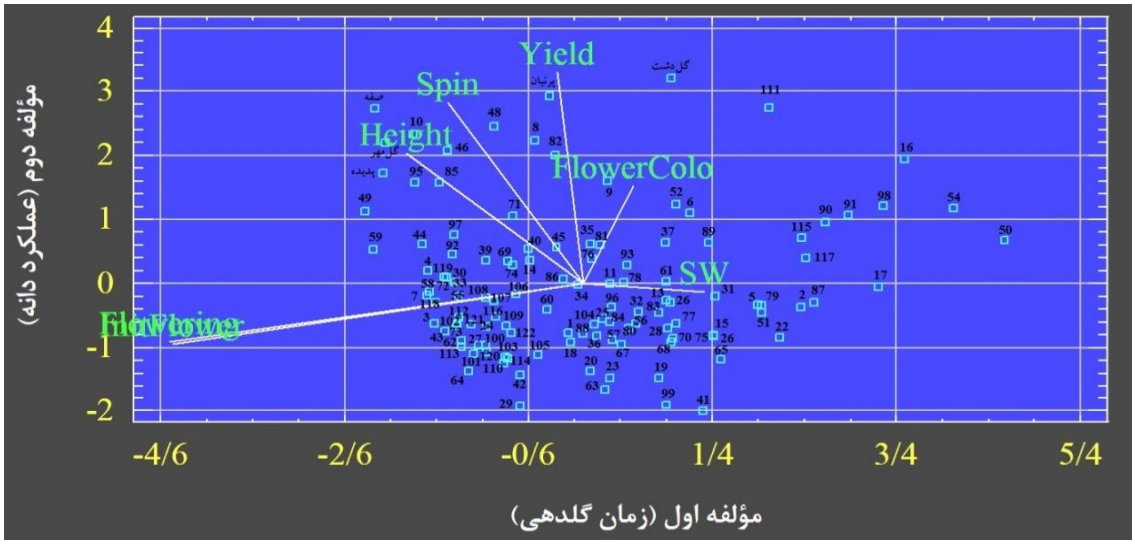
تجزیه به مؤلفه‌های اصلی یک روش آماری، چند متغیره برای ساده کردن مجموعه‌ای از داده‌هاست که به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰). از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای کاهش تعداد متغیرهای اصلی از طریق مولفه‌های غیرهمبسته که ترکیبی از متغیرهای اصلی می‌باشند، استفاده می‌شود. این روش مؤثر برای شناسایی ارتباطات بین صفات در یک سیستم چند صفته نظیر رشد گیاهان زراعی کاربرد دارد. اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم‌ها از طریق روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی انجام می‌شود ولی با این وجود، ارزیابی تنوع ژنتیکی با استفاده از شکل، اندازه و تنوع خصوصیات مورفولوژیک (برگ‌ها، ساقه‌ها، شاخه‌ها و گل‌ها و غیره) انجام می‌شود (۱۹). به‌عنوان مثال در گیاه گلرنگ رنگ گل و وضعیت خار از جمله مهم‌ترین منابع تغییرات هستند (۵). در یک بررسی نتیجه تجزیه به مولفه‌های اصلی ۱۲۲ ژنوتیپ گلرنگ که در مناطق مختلف اکوجغرافیایی جهان جمع آوری شده بودند نشان داد تنوع معنی‌داری در بین ژرم پلاسم مورد مطالعه وجود داشت و مهم‌ترین صفاتی که سبب تنوع در ژرم پلاسم گلرنگ شدند به ترتیب اندازه طبق، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، طول دوره رشد، ارتفاع بوته و تعداد روز تا گل‌دهی بودند (۱۹). شیراوند و مجیدی (۲۰) نیز گزارش کردند که تنوع کافی در میان ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر صفات تعداد روز تا ساقه‌دهی، تکمه‌دهی، گل‌دهی و رسیدگی و رنگ گل، تعداد شاخه اصلی، ارتفاع، خار، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه مشاهده شد.

بالجانی و همکاران (۴) در طبقه بندی ۶۴ ژنوتیپ گلرنگ با استفاده از تجزیه بای پلات بیان داشتند که ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس وکتورهای ارتفاع بوته و وزن هزار دانه در قسمت‌های مختلف قرار گرفتند و تنوع قابل‌ملاحظه‌ای از این نظر داشتند.

مطالعه تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های مختلف، اطلاعات با ارزشی را درباره نگهداری و استفاده از ژرم‌پلاسم در اختیار اصلاح‌گران قرار می‌دهد تا از آن برای افزایش کارآیی برنامه‌های اصلاحی استفاده کنند (۶).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]



شکل ۲– ترسیم گرافیکی بای‌پلات بر اساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم. اعداد داخل شکل، شماره ژنوتیپ‌های گلرنگ می‌باشند. (بردارهای ویژه به اختصار به صورت SW: وزن هزار دانه، Flower Colo: رنگ گل، Yield: عملکرد دانه، Spin: وضعیت خاردار بودن، Height: ارتفاع بوته، Flowering: آغاز گل‌دهی و Flowering1: گل‌دهی کامل نشان داده شده‌اند)

Figure 2. Graphic drawing biplot based on two first components. The numbers inside the figure indicate the numbers of safflower genotyps (Eigenvectors are briefly described as follows sw: 1000 seed weight, Flower Colo: Flower Color, Yield: Seed yield, Spin: spiny or spinless, Height: plant height, Flowering: Number of days to flowering and Flowering1: Number of days until full flowering)

به‌طور کلی تنوع ژنتیکی قابل‌ملاحظه‌ای در ژرم پلاسم گلرنگ مشاهده شد که می‌تواند جهت گزینش والدین و ژنوتیپ‌هایی مطلوب در برنامه‌های به نژادی گلرنگ مورد استفاده قرار گیرد. بیشترین عملکرد دانه را ژنوتیپ NSZK "A" دارا بود (۴۰۰ گرم در متر مربع) و ژنوتیپ‌های شماره ۸ (نامشخص)، ۱۰ (نامشخص)، ۴۶ (مجارستانی)، ۴۸ (ایرانی)، ۸۲ (نامشخص) و ۸۵ (نامشخص) نیز با دارا بودن عملکرد دانه زیاد می‌توانند در برنامه‌های به نژادی گلرنگ مورد استفاده قرار بگیرند. بیشترین ارتفاع بوته را ژنوتیپ‌های تجاری و ایرانی صفه، پرنیان، گل‌مهر به همراه ژنوتیپ ایرانی شماره ۴۹ دارا بودند و کمترین تعداد روز تا گل‌دهی مربوط به ژنوتیپ شماره ۹۱ (آلمانی) بود. ژنوتیپ‌های پابلند از عملکرد دانه بهتری در مقایسه با ژنوتیپ‌های پا کوتاه برخوردار بودند و اکثر ژنوتیپ‌های خاردار، زودگل‌تر از ژنوتیپ‌های بدون خار بودند. ضریب همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته بدست آمد ولی رابطه ارتفاع بوته با خاردار بودن و آغاز گل‌دهی منفی بود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از زحمات و همکاری جناب آقای مهندس امیرحسن امیدی و جناب آقای پروفسور اولریک لوهواسر (Ulrike Lohwasser) در مؤسسه تحقیقات ژنتیک گیاهی و گیاهان زراعی (IPK) کشور آلمان کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. Ahmadzadeh, A. 2013. Genetic diversity and classification of spring Safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars using morphological characters. Advances in Bioresearch, 4: 125-131.
2. Bahmankar, M., D. Ahmadi Nabati and M. Dehdari. 2017. Genetic relationships among Iranian and exotic safflower using microsatellite markers. Journal of Crop Science and Biotechnology, 20(3): 159-165.
3. Bahmankar, M., D. Ahmadi Nabati and A. Dehdari. 2013. Study of yield and yield components in safflower using principal component analysis. National conference of passive defense in agriculture. Qeshm Island, Iran's Leading Iranian Science and Technology Co-operative (In Persian).
4. Baljani, R., F. Shekari and N. Sabaghnia. 2015. Biplot analysis of trait relations of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes in Iran. Crop Research, 50(1-3): 63-73.
5. Bradley, V.L., R.L. Guenthner, R.C. Johnson and R.M. Hannan. 1999. Evaluation of safflower germplasm for ornamental use. In: Janik, J. (ed.) Perspectives on New Crops and New Uses, 433-435 pp., ASHS Press, Alexandria, USA.
6. Gholami, M., N. Sabaghnia, M. Nouraein, F. Shekari and M. Janmohammadi. 2018. Cluster analysis of some safflower genotypes using a number of agronomic charachteristics. Journal of Crop Breeding, 10(25): 159-166 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

7. Jan, H.U., M.A. Rabbani and Z.K. Shinwari. 2012. Estimation of genetic variability in turmeric (*Curcuma longa* L.) germplasm using agro-morphological traits. Pakistan Journal of Botany, 44(SI1): 231-238.
8. Jaradat, A.A. and M. Shahid. 2006. Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of *Carthamus tinctorius* L. from the Middle East. Genetic Resources and Crop Evolution, 53: 225-244.
9. Kaffka, S.R. and T.E. Kearney. 1998. Safflower production in California. University of California, Davis, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 21565, Oakland, USA, 29 pp.
10. Leilah, A.A. and S.A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments, 61: 483-496.
11. Mahmood, T., S. Muhammad and Z.K. Shinwari. 2010. Molecular and morphological characterization of *Caralluma* species. Pakistan Journal of Botany, 42: 1163-1171.
12. Mirabadi, A., M. Hagh Panah, K. Forozan and S. Talaee. 2018. Evaluating multivariate analysis some of quantitative traits in imported safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes in Sari location. Journal of Crop Breeding, 10(28): 162-170 (In Persian).
13. Morris, J.B. and S.L. Greene. 2001. Defining multiplease germplasm collection for genus *Trifollium*. Crop Science, 41: 893-901.
14. Omidi, A.H. and F. Javidfar, 2011. Safflower. Seed and Plant Improvement Institute. 117 pp (In Persian).
15. Omidi, A.H., H. Khazaei and S. Hongbo. 2009. Variation for some important agronomic traits in 100 spring Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 5(6): 791-795.
16. Pavithra, K.P., S. Rajesh, Y. Patil Harijan and G.K. Nishanth. 2016. Correlation and path analysis studies in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm. Research Journal of Agricultural Sciences, 7(2): 428-432.
17. Poordad, S. 2006. Safflower. Sepehr Publication. 123 pp (In Persian).
18. Sharifnabi, B. and G. Saeidi. 2004. Preliminary evaluation of different genotypes of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to *Fusarium* root rot disease. Journal of Water and Soil Science, 8(3): 219-227 (In Persian).
19. Shinwari, Z.K., H. Rehman and M. Ashiq Rabbani. 2014. Morphological traits based genetic diversity in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Pakistan Journal of Botany, 46(4): 1389-1395.
20. Shiravand, R. and M. Majidi. 2014. Drought tolerance of wild and cultivated species of safflower and assessment of morphological variation. Iranian Journal of Field Crops Research, 12(4): 738-750 (In Persian).
21. Usha Kiran, B., N. Mukta, P. Kadirvel, K. Alivelu, S. Senthilvel, P. Kishore and K. Varaprasad. 2017. Genetic diversity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm as revealed by SSR markers. Plant Genetic Resources, 15(1): 1-11.
22. Weiss, E.A. 2000. Oilseed crops. 2th edn. Blackwell Science Ltd., Oxford, London, Berlin Carlton, Paris. 364 pp.
23. Yasari, T., M. Shahsavari, A. Barzegar and A.H. Omidi. 1995. Study of developmental stages and relationship between of them and seed yield in ten advanced safflower genotypes. Pajouhesh & Sazandegi, 68(3): 75-83 (In Persian).
24. Yazdi Samadi, B. 1978. Evaluation of drought resistance in Iranian and foreign safflower cultivars. Iranian Journal of Agriculture Science, 2&3: 6-10 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]

Study of Genetic Variation in Safflower Germplasm for Early Maturity and Grain Yield using Multivariate Statistical Methods

Seyyed Mojtaba Mosavi Ojagh[1], Hamid Mozafari[2], Hamid Jabbari[3] and Behzad Sani[4]

1 and 4- Ph.D. Student and Assistant Professor , Department of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, (Corresponding author: mozafarihamid@yahoo.com)

3- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: August 26, 2018 Accepted: January 1, 2019

Abstract

In this study, the genetic diversity of 122 safflower genotypes from the institute of plant genetics and crop plant research (IPK) and International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) were evaluated and their agronomic characteristics were compared with five Iranian Safflower cultivars (Sofe, Goldasht, Golmehr, Padide and Parnian). The study was carried out in the Augment design during 2016-2017 at the research field of seed and plant improvement institute in Karaj. The results indicated high genetic variation in the germplasm. Among safflower genotypes, plant height had the most variation. Cluster analysis was divided genotypes into four main clusters. The first cluster included early and spiny genotypes, while the second cluster contained genotypes with high yield potential and high plant height, third cluster consisting of spiny dwarf genotypes and the fourth cluster including semi-dwarf, spiny, relatively early flowering and relatively low grain yield. Based on the principal component analysis, the studied traits were reduced to two components and cumulative variance was 56.7% for two first components. Accordingly, the first and second components were flowering time and yield, respectively. Based on the results of biplot, genotypes were classified into four groups. Genotypes in the first and second groups had the higher grain yield than others. The highest grain yield was observed in NSZK "A" genotype (400 $g.m^{-2}$). Iranian commercial cultivar including Sofe, Parnian and Golmehr and Iranian genotype No. 49 showed the maximum plant height. The lowest number of days to flowering was observed in genotype No. 91 (German). Tall genotypes had more grain yield than dwarf. Most spiny genotypes were early flowering than spineless genotypes. Overall, the results showed that there is a considerable genetic variation in safflower germplasm that can be used to select parents and desirable genotypes in safflower breeding programs.

Keywords: Biplot Analysis, Cluster Analysis, Early Flowering, Plant Height, Spin

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.47]