دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی تنوع ژنتیکی در ۲۷۳ ژنوتیپ گلرنگ جمع‌آوری شده از مناطق مختلف دنیا

محمدرضا نظری[۱]، فرناز شریعتی[۲]، حمید صادقی گرمارودی[۲] و حمید جباری[۲]

۱- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، (نویسنده مسوول: dmr.nazari@gmail.com)
۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱
صفحه: ۱۷۴ تا ۱۸۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: گلرنگ (*Carthamus tictorius*) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان اهلی شده دنیا است که به‌طور عمده به‌عنوان دانه روغنی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا کشت می‌شود. با توجه به شرایط اقلیمی دنیا که در آن کمبود آب همواره محدودکننده کشت و کار می‌باشد، اهمیت گیاهان متحمل به تنش خشکی نظیر گلرنگ بسیار زیاد خواهد بود. بنیان اصلاح ژنتیکی ارقام بر مبنای ایجاد تنوع و استفاده از تنوع ژنتیکی بنا شده است. در این مطالعه به دنبال بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف دنیا در راستای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و شناسایی ارتباط موثر بین صفات خواهیم بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه با هدف بررسی ۲۷۳ ژنوتیپ متنوع گلرنگ جمع آوری شده از مناطق مختلف دنیا در قالب طرح آگمنت با پنج شاهد گلدشت، صفه، پرنیان، فرامان و گلمهر که همگی از ارقام معرفی شده گلرنگ می باشند طی سال زراعی ۹۹-۹۸ انجام شد و صفات متنوعی چون عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، درصد روغن، تعداد شاخه فرعی، تاریخ گلدهی، قطر غوزه، خارداری و رنگ گل یادداشت گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان‌دهنده وجود تنوع بالا از نظر همه صفات مورد ارزیابی بود به‌طوری که ژنوتیپ‌هایی با بیش از ۴۰ درصد روغن (ژنوتیپ‌های ۱۹۰، ۲۲۶ و ۲۲۷) و ژنوتیپ‌های پر بارتر و زودرس‌تر از شاهدها مشاهده شد. به‌عنوان مثال کد ۱۸۷: با ۱۰۰ روز تا گلدهی، کد ۱۶۷: با ۱۰۵ روز تا گلدهی و کد ۳۷: با ۱۰۶ روز تا گلدهی، نسبت به گلدشت با ۱۱۳ روز تا گلدهی زودرس‌تر بودند. نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد ۳ مولفه اول توانستند بیش از ۵۰ درصد از تغییرات را توجیه کنند. مولفه اول ۲۱ درصد، مولفه دوم ۱۸ درصد و مولفه سوم ۱۲ درصد از تغییرات را توجیه کردند. نتایج تجزیه همبستگی جزء نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین بسیاری از صفات وجود دارد که می‌توان در فرایند اصلاح از آن‌ها استفاده نمود. از مهمترین آن‌ها می‌توان به ارتباط بین رنگ گل و درصد روغن و همچنین ارتباط بین وزن هزار دانه و درصد روغن اشاره کرد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج نشان داد که تنوع موجود در مواد ژنتیکی گلرنگ می‌تواند تامین‌کننده فعالیت‌های هدفمند اصلاحی باشد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، درصد روغن، ژرم پلاسم، گلرنگ، همبستگی

مقدمه

گلرنگ[۱] (*Carthamus tinctorius* L.)، یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی و از خانواده Compositae یا Asteraceae، گیاهی است خودگشن، با درصد اندکی از دگرگشنی که گزارشات متعددی از میزان دگرگشنی در گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه وجود دارد (۲۳). این گیاه از لحاظ ویتامین A، آهن، فسفر و کلسیم غنی است (۲۴) و اخیرا به‌دلایل مختلف مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. از عمده‌ترین این دلایل می‌توان به تحمل بالای گلرنگ به تنش خشکی و کیفیت خاص روغن آن اشاره کرد. همچنین مصارف دارویی و صنعتی شناخته شده گلرنگ، از دیگر دلایل توجه به این گیاه است. گلرنگ، بومی چین، هند، اتیوپی و حوزه مدیترانه است و امروزه به‌طور وسیع در تمام قاره‌ها کشت می‌شود (۲۳). بیشتر مطالعات سال‌های گذشته بر روی گیاه گلرنگ به بررسی تنوع ژنتیکی، ارزیابی صفات زراعی و ویژگی‌های ریخت‌شناسی[۲] در پاسخ به تنش‌های زنده و غیر زنده و شاخص‌های بیوشیمیایی مربوط به روغن دانه پرداخته است. در دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ میلادی مطالعات اندکی در تعیین خصوصیات ارقام با استفاده از آیزوزایم‌ها[۳] انجام شد (۲۴). با پیشرفت نشانگرهای مولکولی[۴] بهره‌برداری موفق از آن‌ها در بررسی تنوع ژنتیکی، ساختار پراکنش جغرافیای، ارزیابی روند تکاملی، نقشه‌یابی ژنتیکی و مکان‌های کنترل‌کننده صفات کمی[۵] انجام شد (۳). با این وجود اصلاح کلاسیک همچنان پایه و اساس ارتقای گیاهان زراعی است. این اهمیت در گیاهانی که هنوز آزمایش‌های پیشرفته مولکولی مانند توالی یابی‌های عمیق ژنی بر روی آن‌ها انجام نشده بیشتر احساس می‌شود.

گلرنگ دارای ریشه مستقیم است که می‌تواند تا عمق یک و نیم‌متری در خاک نفوذ کند و به تحمل تنش خشکی کمک نماید (۴). ساقه گیاه استوانه‌ای و دارای انشعابات درجه اول، دوم و سوم است که هرکدام دارای انتهای گل‌دهنده با نام غوزه هستند (۲۶). هر غوزه دارای تعداد بسیار زیادی گل می‌باشد. رنگ گل ممکن است سفید، زرد، نارنجی یا قرمز باشد. در گلرنگ هر گل تولید یک میوه می‌نماید که همانند آفتابگردان به‌صورت فندقه است و هر میوه دارای دولپه می‌باشد که ذخیره‌سازی روغن در آن‌ها انجام می‌شود. در گونه‌های وحشی گلرنگ برگ‌ها به‌شدت خاردار می‌باشد که این خارداری در دو گونه *C. lanatus* و *C. glaucus* بسیار زیاد است و به‌ترتیب در دو گونه *C. oxyacanthus* و *C. palaestinus* کمتر شده و در بسیاری از ژنوتیپ‌های گونه زراعی دیده نمی‌شود.

مهم‌ترین مصرف گیاه گلرنگ در غذای طیور و استخراج روغن ذخیره‌ای دانه است (۵). در هر دو نوع مصرف، دانه به‌عنوان محصول هدف قلمداد می‌گردد. بنابراین عملکرد گیاه گلرنگ را دو عامل میزان تولید دانه و درصد محتوای روغن، تعیین می‌نماید. علیرغم همه مزایای گلرنگ اعم از کیفیت بالای روغن، تحمل بالا نسبت به تنش خشکی، چرخه زندگی کوتاه و همچنین قابلیت کشت گیاه در تمام دوره سال (کشت پاییزه، کشت در اواخر زمستان، کشت در تابستان)، میزان عملکرد این گیاه در ایران پایین است. عملکرد دانه گلرنگ در ایران طبق اعلام سازمان فائو در سال ۲۰۱۴ معادل ۷۱۲

1-Safflower 2- Morphological traits 3- Isozymes 4- Molecular markers 5- QTL mapping

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-08]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.174]

کیلوگرم در هکتار بوده درحالی‌که این عدد برای کشور آمریکا حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. درصد محتوای روغن گلرنگ نیز که در تلفیق با میزان تولید دانه، عملکرد روغن را ارایه می‌دهد حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد می‌باشد (۲۲). بنابراین موفقیت کشت و کار تجاری گلرنگ در گروی برنامه‌های اصلاحی خواهد بود که منجر به افزایش عملکرد و درصد روغن گلرنگ شود. اما به‌نظر می‌رسد رسیدن به این هدف کار چندان ساده‌ای نباشد، چرا که کنترل ژنتیکی صفات بخصوص صفات مرتبط با عملکرد و درصد روغن توسط اثرات افزایشی، غالبیت و اپیستاتیک کنترل می‌شود (۲۰).

تاکنون محققان بسیاری با تمرکز بر صفات زراعی، ریخت شناختی و فنولوژیک گلرنگ سعی بر شناسایی و استفاده از این صفات در راستای اصلاح این گیاه داشته‌اند. بررسی صفات فنولوژیک و زراعی در کنار برخی صفات ریخت شناختی در گیاه گلرنگ زراعی، همبستگی‌های معنی‌دار ظاهری و ژنتیکی را بین صفات مختلف گلرنگ ظاهر می‌سازد (۲۰). مطالعه ۱۸ ژنوتیپ گلرنگ وجود همبستگی بالا بین قطر غوزه، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی را گزارش کرد (۱۱). مطالعه دیگری همبستگی بالا بین صفات روز تا رسیدگی، تعداد دانه در غوزه و تعداد غوزه در بوته را با عملکرد نشان داد (۱۹). وجود ارتباط مستقیم و یا غیرمستقیم بین بسیاری از صفات ظاهری با عملکرد، در مطالعات متعدد بررسی و به اثبات رسیده است (۶،۱۰،۱) بنابراین می‌توان با اتخاذ روش‌های مناسب اصلاحی با کمک گرفتن از صفات ذکر شده به ارتقای ژنتیکی گیاه گلرنگ کمک کرد. در این پژوهش پس از جمع‌آوری ژنوتیپ‌های متنوع گلرنگ از مناطق مختلف دنیا، بررسی تنوع ژنتیکی با کمک ارزیابی صفات مختلف در مراحل مختلف رشدی گیاه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

عملیات آماده‌سازی بستر کشت شامل: شخم، تسطیح و پخش کود طبق استانداردهای کشت گلرنگ در منطقه صورت گرفت. برای هر واحد آزمایشی کاشت به کمک ردیفکار در ۴ ردیف دو متری با فاصله حدود ۷ سانتی متر روی ردیف و ۳۰ سانتی متر بین ردیف انجام شد. فاصله بین کرت‌ها نیز یک متر در نظر گرفته شد. کاشت به‌صورت بهاره در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در شهرستان کرج در تاریخ ۳ اسفندماه ۱۳۹۸ انجام شد. ۲۷۳ ژنوتیپ داخلی و خارجی در قالب طرح آگمنت با پنج شاهد (ارقام معرفی شده گلدشت، صفه، پرنیان، فرامان و گلمهر) و پنج تکرار اجرا شد. شهرستان کرج در طول جغرافیائی ۵۱/۳۰ شرقی و عرض جغرافیائی ۳۵/۴۸ شمالی با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا قرار دارد و با میزان بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در سال دارای آب و هوای نیمه‌خشک و تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و نیمه مرطوب است. صفات مورد ارزیابی شامل تاریخ گلدهی، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، قطر غوزه (میلی‌متر)، وزن هزاردانه (گرم)، رنگ گل، خارداری، تعداد شاخه فرعی، عملکرد تک بوته (گرم) و درصد روغن بود.

عملیات کاشت و داشت طبق استانداردهای ذکر شده و مرسوم گیاه گلرنگ انجام شد. آبیاری به کمک لینیر و به‌طور یکنواخت از بالا صورت گرفت. عملیات برداشت به‌صورت دستی با برداشت ۱۰ بوته از وسط ردیف صورت گرفت. پس از برداشت، اندازه‌گیری وزن هزار دانه انجام شد و درصد روغن به کمک سوکسله اندازه‌گیری شد. پس از جمع آوری داده‌ها، ابتدا شاهدها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار آنالیز شد و باتوجه به نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس شاهدها، طبق موازین طرح آگمنت تصحیح داده‌ها برای صفاتی که تفاوت معنی‌دار در بین بلوک‌ها نشان داده بود انجام شد. سپس نتایجی چون آمار توصیفی، تجزیه همبستگی و تجزیه به مولفه‌های اصلی انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با کمک نرم‌افزارهای SAS (v9.4)، Stat Graphics (v18) و SPSS (v26) انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس شاهدها

باتوجه به تعداد بالای ژنوتیپ‌ها و اجرای آزمایش در قالب طرح آگمنت، ابتدا تجزیه واریانس شاهدها با ۵ تکرار انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان از وجود تفاوت معنی‌دار بین بلوک‌های آزمایشی برای دو صفت روز تا گلدهی و عملکرد دانه بود (جدول ۱). با توجه به وجود تفاوت بین بلوک‌های آزمایشی، تصحیح برای ژنوتیپ‌های موجود درون بلوک مورد نظر انجام شد و سپس با اعداد تصحیح شده بررسی‌های آماری و مقایسه میانگین ژنوتیپ ها در صفات مختلف انجام شد (جدول نشان داده نشده است).

جدول ۱- تجزیه واریانس ارقام شاهد برای صفات ارزیابی شده

Table 1. Analysis of variance of control cultivars for evaluated traits

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)							
		درصد روغن	تاریخ غوزه‌دهی	تاریخ گلدهی	تعداد شاخه	ارتفاع	قطر غوزه	عملکرد دانه	وزن هزار دانه
بلوک	۴	۱/۲۴	۲۶	۵/۳۴*	۲/۲۴	۶۰/۴	۵/۷۴	۲۴۳**	۲/۵۴
شاهد	۴	۷/۶۴	۲۵۰**	۸۴/۸**	۹/۳۴	۲۰۱	۱۶/۱	۸۶۳**	۱۰/۳
خطا	۱۶	۱/۰۶	۱۳/۵	۱/۶۴	۱/۲۱	۳۷/۷	۵/۱۶	۳۷/۲	۱/۶۴
CV(%)		۳/۷۸	۴/۰۶	۱/۱۰	۲۳/۷	۷	۹/۶۹	۲۰/۲	۴/۰۴

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد را نشان می دهد

روز تا غوزه‌دهی

یکی از صفات مهم فنولوژیک در گیاه گلرنگ، صفت روز تا غوزه‌دهی است. این صفت که همبستگی بالایی با سایر صفات فنولوژیک مانند روز تا گلدهی، ساقه‌دهی و تکمه‌دهی دارد می تواند نشان‌دهنده میزان زودرسی گیاه باشد. در این مطالعه کدهای PI 537652، PI 340086، ۲۴۴ و ۱۶۷

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.174]

به‌ترتیب با ۵۸، ۶۷، ۶۷ و ۶۹ روز کمترین تعداد روز تا غوزه‌دهی را داشتند که در مقایسه با رقم گل مهر با ۱۰۲ روز از زمان کاشت تا شروع غوزه‌دهی بسیار زودرس‌تر هستند.

روز تا گلدهی

یکی دیگر از صفات مهم فنولوژیک بررسی شده در این مطالعه صفت روز تا گلدهی بود، این صفت نیز تنوع بالایی را درون ژنوتیپ‌های مورد بررسی و حتی شاهدها نشان داد به طوری که زودرس ترین ژنوتیپ که کد ۱۸۷ بود با ۱۰۰ روز از زمان کاشت تا شروع گلدهی کمترین و کد ۲۳۸ با ۱۲۹روز طولانی‌ترین زمان را به خود اختصاص دادند. در بین شاهدها گلدشت با ۱۱۳ و گلمهر با ۱۲۲ روز تا گلدهی تفاوت بین شاهدها را رقم زدند.

ارتفاع بوته

یکی از صفات مهم که همواره گزارشات ضد و نقیضی از نقش آن در عملکرد دانه وجود دارد ارتفاع بوته است. در این صفت نیز همانند سایر صفات ارزیابی شده، اختلاف زیادی بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. بیشترین ارتفاع بوته در کد ۱۵۵ با ۱۳۳ سانتی‌متر مشاهده شد و کمترین ارتفاع بوته در کدهای ۱۶۶ و ۱۸۷ به‌ترتیب با ۲۸ و ۴۰ سانتی‌متر مشاهده گردید. رقم صفه در بین شاهدها بیشترین ارتفاع را با ۹۹ سانتی‌متر داشت. گزارشات قبلی ارتفاع بیشتری را برای ارقام گل مهر و صفه گزارش کرده است (۲۱). اما در این آزمایش رقم گلمهر ارتفاع کمی داشت که میتوان این اختلاف را به تاریخ کاشت این رقم ارتباط داد زیرا رقم گلمهر یک رقم مناسب کشت پاییزه است. به‌طور کلی در کشت‌های بهاره گلرنگ، عملکرد ژنوتیپ‌های دیررس که دوره روزت طولانی دارند به‌شدت کاهش می یابد.

تعداد شاخه فرعی

نتایج نشان داد که تنوع بسیار زیادی در این صفت بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش وجود داشت. ژنوتیپ‌های ۱۷۸، ۲۴۴، ۱۹۸ و ۱۴۵ با داشتن ۲۰ شاخه فرعی بیشترین تعداد شاخه فرعی را داشتند و از دیگر سو ژنوتیپ‌های J۵۹، ۱۵۳ و ۲۱۴ با ۲ شاخه فرعی کمترین تعداد شاخه فرعی را نشان دادند. میانگین تعداد شاخه فرعی در ارقام شاهد استفاده شده در این آزمایش حدود ۵ شاخه برای هر بوته بوده است. مطالعات گذشته نشان داده است صفت تعداد شاخه فرعی در گیاه گلرنگ همبستگی معنی‌داری با قطر غوزه، ارتفاع بوته و عملکرد داشته است (۱۱). همچنین گزارشات جدیدتر حکایت از وجود اثرات افزایشی در کنترل صفت تعداد شاخه فرعی دارد (۱۵).

خارداری

خارداری یکی از صفات کیفی در گیاه گلرنگ است که طبق گزارشات گذشته توسط یک یا تعدادی ژن کنترل می‌شود. برخی ازمحققان بر این عقیده‌اند که توسط ۴ ژن کنترل می شود که ژن خارداری بر ۳ ژن دیگر غالبیت دارد و در صورت غالب یا مغلوب بودن ۳ ژن دیگر شدت متفاوتی از خارداری مشاهده می شود (۱۶). برخی دیگر معتقدند توسط یک ژن با غالبیت ناقص کنترل می شود و بدین ترتیب خاردار، کمی خاردار و بدون خار مشاهده می شود (۱۸). برخی دیگر آن را حاصل همکاری دو ژن با اثرات افزایشی می‌دانند (۸). در این مطالعه تقسیم‌بندی ژنوتیپ‌ها فقط به دو بخش خارداری و عدم خارداری انجام شد اما تفاوت‌های زیادی بین شدت خارداری ژنوتیپ‌ها وجود داشت. در این بررسی از بین ۲۷۳ ژنوتیپ مورد بررسی ۱۲۶ ژنوتیپ بدون خار و سایر ژنوتیپ‌ها خاردار بودند. با توجه به کاربری‌های چند وجهی گیاه گلرنگ از جمله استفاده علوفه‌ای برای دام، برداشت گل قرمزرنگ آن برای مصارف دارویی، غذایی یا آرایشی بهداشتی، می‌توان به اهمیت بدون خار بودن گلرنگ پی برد زیرا گلرنگ‌هایی مناسب چنین استفاده‌هایی هستند که بدون خار باشند.

رنگ گل

یکی دیگر از صفات مهم مورد بررسی رنگ گل می‌باشد. اهمیت رنگ گل به‌طور عمده به برداشت گلچه‌ها به هنگام گلدهی گلرنگ بر می‌گردد. گلچه‌های قرمز رنگ که از کیفیت بالایی برخوردار باشند به‌دلیل مصارف خوراکی، رنگ مصنوعی و کاربرد آرایشی بهداشتی ارزشمند بوده و برداشت آن‌ها به صورت دستی یا ماشینی مقرون به صرفه خواهد بود. با توجه به کیفی بودن کنترل ژنتیکی این صفت انتظار می‌رفت تحت تاثیر شرایط محیطی قرار نگیرد. در این آزمایش رنگ گل شاهدها برای گلدشت، گلمهر، پرنیان، صفه و فرامان به‌ترتیب قرمز، قرمز، سفید، قرمز و قرمز بود و هیچ تفاوتی در تکرارهای شاهدها مشاهده نشد. ژنوتیپ‌های بررسی شده در این آزمایش تنوع بالایی از رنگ‌ها را نشان دادند به‌طوری که از سفید تا قرمز پر رنگ درون ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. تاکنون گزارشات متعددی از کنترل ژنتیکی صفت رنگ گل در گلرنگ ارایه شده است به‌طوری که در برخی از آن‌ها کنترل توسط دو ژن با اثرات اپیستاتیک نیز گزارش شده است (۹،۱۸).

قطر غوزه

یکی از مهمترین صفات موثر در عملکرد گلرنگ قطر غوزه است. در این بررسی تنوع قابل ملاحظه‌ای از قطر غوزه مشاهده شد. بالاترین قطر غوزه در ژنوتیپ شماره ۱۱۳ مشاهده شد با ۳۲ میلی‌متر و کمترین قطر غوزه متعلق به ژنوتیپ شماره ۳۰ با ۱۳ میلی‌متر بود. برخی از مطالعات نشان‌دهنده وجود همبستگی منفی بین قطرغوزه و ارتفاع بوته بوده است. همچنین گزارش شده است افزایش قطر غوزه تا حدی بر عملکردتاثیر مثبت دارد (۱۳).

وزن هزاردانه

یکی از مهمترین اجزای عملکرد در گیاه گلرنگ، وزن هزار دانه است که در مطالعات مختلف گزارشات متفاوتی از میزان همبستگی آن با عملکرد دانه، ارتفاع بوته، قطر غوزه و تعداد شاخه فرعی ارایه شده است (۷). از آنجایی که همبستگی منفی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در غوزه وجود دارد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد دانه و عملکرد کل وجود دارد (۲۵)، بنابراین تاثیر وزن هزاردانه بر عملکرد دانه به آیتم‌های دیگری چون قطر غوزه و تعداد شاخه فرعی دارد. در این مطالعه بیشترین وزن هزاردانه متعلق

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.174]

به کد ۹۳ با ۵۲ گرم و کمترین آن متعلق به کد ۲۵۹ با ۱۷ گرم بود.

درصد روغن

نتایج نشان داد تنوع بالایی برای درصد روغن در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش وجود دارد به‌طوری که دامنه تغییرات از ۴۲ درصد برای کد شماره ۲۲۷ تا ۲۲ درصد برای کد شماره ۲۱۳ وجود داشت. تنوع مشاهده شده بر روی درصد روغن بین ۱۱ درصد تا ۴۹ درصد روغن گزارش شده است(۱۲). مطالعات گذشته نشان داده است که یکی از مهمترین عوامل در افزایش درصد روغن، کاهش نسبت پوسته بذر است (۱۴). انواع مختلف پوسته بذر شامل: طبیعی، تحلیل رفته، راه راه، نازک و جزئی در گلرنگ گزارش شده است (۱۴). هرچند در بسیاری از مواقع کاهش نسبت پوسته با کاهش چشمگیر عملکرد دانه همراه بوده است اما با ایجاد لایه‌های ردیفی تحلیل رفته پوسته این مشکل نیز تاحدی حل شده است تا جایی که یافتن ارقامی با درصد روغن بالای ۴۰ درصد و عملکرد مرسوم گلرنگ محتمل گردیده است (۲).

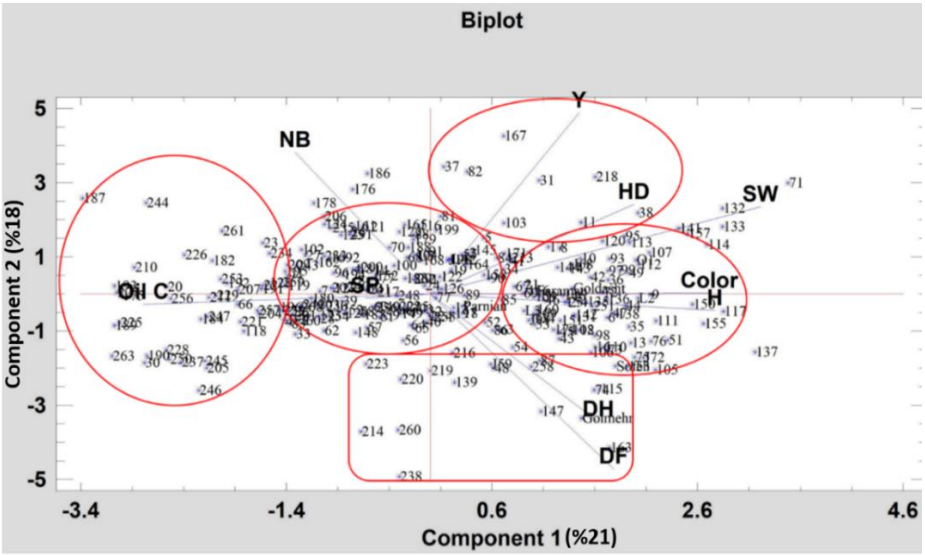
عملکرد دانه در بوته

مهمترین صفت زراعی قابل ارزیابی در گیاه گلرنگ، عملکرد دانه آن است که در کنار درصد روغن عملکرد روغن را می سازد. با توجه به اینکه ژن‌های زیادی در بروز صفت عملکرد دخیل اند بنابراین می‌توان با تمرکز بر اجزای عملکرد متفاوت موجب ارتقای عملکرد دانه شد. در این مطالعه ژنوتیپ شماره ۱۶۷ با اختلاف نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بالاترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص داد و پس از آن به‌ترتیب ژنوتیپ‌های شماره ۷۱، ۱۳۲ و ۳۱ قرار گرفتند. میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌های این آزمایش میانگین شاهدها به ترتیب گلدشت: ۴۱، فرامان: ۳۹، پرنیان: ۳۸، صفه: ۲۲ و گل مهر: ۱۲ گرم بود. یکی از دلایل عملکرد پایین برخی ژنوتیپ‌ها و همچنین ارقام صفه و گل مهر به دلیل تاریخ کاشت و دیررسی این ارقام بود. رقم گل مهر با توجه به تحمل بالایی که نسبت به سرمای زمستانه دارد و همچنین دوره رشد طولانی، همواره در کشت‌های پاییزه عملکرد بهتری را از خود نشان می دهد. ۲۲ ژنوتیپ عملکردی کمتر از ۲۰ گرم نشان دادند و تعدادی از ژنوتیپ‌ها هم تحت تاثیر خسارت آفات عملکردی نداشتند.

تجزیه به مولفه‌های اصلی

نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد ۳ مولفه اول توانستند بیش از ۵۰ درصد از تغییرات را توجیه کنند. مولفه اول ۲۱ درصد، مولفه دوم ۱۸ درصد و مولفه سوم ۱۲ درصد از تغییرات را توجیه کردند. صفات رنگ گل، ارتفاع بوته و وزن هزاردانه در مولفه اول، صفات روز تا غوزه‌دهی، روز تا گلدهی، تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه در مولفه دوم و صفات قطر غوزه و درصد روغن در مولفه سوم قرار گرفتند.

رسم بای پلات دو طرفه مولفه اول در برابر مولفه دوم و توزیع ژنوتیپ‌ها در این بای پلات نشان داد ژنوتیپ‌ها به‌طور کلی به چند گروه قابل تفکیک هستند که به طور عمده زودرسی، درصد روغن و عملکرد، بیشترین تاثیر را بر این تفکیک گروهی داشته‌اند. همانگونه که در شکل شماره ۱ مشاهده می‌شود ژنوتیپ شماره ۱۸۷ بیشترین فاصله را با بردار روز تا گلدهی دارد و زودرس‌ترین ژنوتیپ این آزمایش بود. همچنین تعدادی از ژنوتیپ‌ها که درصد روغن بالایی داشتند در راستای بردار روغن تجمیع شده‌اند. می توان از اطلاعات ژنوتیپ‌های موجود در هر گروه برای ایجاد جمعیت پایه اصلاحی در پروژه‌های آینده بهره برد.



شکل ۱- بای پلات دو بعدی تجزیه به مولفه‌های اصلی به همراه توزیع ژنوتیپ‌های آزمایشی درکنار بردارها، Y: عملکرد دانه، NB: تعداد شاخه فرعی، Oil C: درصد محتوای روغن، DH: روز تا غوزه‌دهی، DF: روز تا گلدهی، H: ارتفاع بوته، Color: رنگ گل، SW: وزن هزاردانه، HD: قطر غوزه

Figure 1. Two-dimensional biplot with principal components with distribution of experimental genotypes along vectors, Y: grain yield, NB: number of branches, Oil C: percentage of oil content, DH: day to heading, DF: Day to flowering, H: plant height, Color: flower color, SW: 1000-seed weight, HD: Head diameter

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.174]

تجزیه همبستگی

جدول ۲ نشان‌دهنده نتایج تجزیه همبستگی است. در این مطالعه پس از بررسی نتایج تجزیه همبستگی تصمیم گرفته شده از همبستگی جزء[1] استفاده شود. این همبستگی، شدت ارتباط خطی بین دو متغیر را در حالی نشان می‌دهد که ابتدا ارتباط بین آن صفات با سایر متغیرها درون جدول را تصحیح کرده باشد. این نوع همبستگی برای پیش‌بینی متغیر دوم دقت بیشتری دارد زیرا تمام اثرات سایر صفات را در آن پیش‌بینی لحاظ می‌کند (۱۷). همانگونه که در جدول ۲ مشخص شده است ارتباط معنی داری بین رنگ گل و صفاتی چون درصد روغن، روز تا گلدهی و وزن هزاردانه وجود دارد. همچنین بین صفت روز تا گلدهی و صفات روز تا غوزه‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه نیز همبستگی معنی‌داری وجود دارد. همچنین روز تا غوزه‌دهی با صفاتی چون قطر غوزه، تعداد شاخه فرعی، درصد روغن و عملکرد دانه همبستگی معنی داری نشان داد. ارتفاع بوته با قطر غوزه و عملکرد دانه همبستگی معنی داری نشان داد. قطر غوزه نیز با درصد روغن و وزن هزار دانه همبستگی معنی داری را نشان داد. وزن هزار دانه نیز با درصد روغن و عملکرد دانه همبستگی معنی داری نشان داد. یکی از نتایج مهم این آزمایش مشاهده همبستگی بین صفت درصد روغن با صفاتی چون رنگ گل، روز تا غوزه‌دهی و قطر غوزه بود. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می شود همبستگی بین درصد روغن و ارتفاع بوته در مرز معنی‌داری است به طوری که بوته‌های حاوی درصد روغن بالا عمدتا ارتفاع کمتری دارند.

جدول ۲- ضریب همبستگی جزء (partial correlation coefficients) بین صفات ارزیابی شده در این آزمایش. Y: عملکرد دانه،NB: تعداد شاخه فرعی، Oil C: درصد محتوای روغن، DH: روز تا غوزه‌دهی، DF: روز تا گلدهی، H: ارتفاع بوته، Color: رنگ گل، SW: وزن هزاردانه، HD: قطر غوزه

Table 2. Partial correlation coefficients between the traits evaluated in this experiment. Y: Seed yield, NB: Number of branches, Oil C: Percentage of oil content, DH: Day to Heading, DF: Day to flowering, H: Plant height, Color: Flower color, SW: 1000-seed weight, HD: Head diameter

	Color	DF	DH	H	HD	NB	Oil C	SP	SW	Y
Color	–	۰/۱۷۰۴**	−۰/۰۲۱۲	۰/۰۳۴۵	۰/۰۵۹۰	۰/۰۳۷۹	−۰/۲۱۸۸**	−۰/۰۵۹۷	−۰/۱۳۴۲*	۰/۰۷۶۳
DF		–	۰/۱۲۸۰*	۰/۳۴۷۱**	−۰/۰۴۰۳	−۰/۲۳۰۲**	۰/۰۶۸۶	−۰/۰۹۸۶	۰/۰۵۰۴	−۰/۳۵۱۹**
DH			–	۰/۰۹۰۸	۰/۱۵۲۶*	۰/۱۴۱۱*	−۰/۱۳۶۳*	−۰/۰۵۵۸	−۰/۰۴۱۲	−۰/۱۶۵۶**
H				–	۰/۱۴۸۴*	۰/۰۲۸۱	−۰/۱۱۹۳	۰/۰۵۲۱	۰/۰۳۵۵	۰/۲۴۲۱**
HD					–	۰/۱۱۹۵	۰/۱۹۳۰**	−۰/۰۴۸۱	۰/۲۹۱۴**	۰/۱۱۳۲
NB						–	۰/۰۷۳۵	−۰/۰۳۱۳	−۰/۰۴۰۸	۰/۰۲۰۸
Oil C							–	−۰/۰۴۷۳	−۰/۳۱۳۱**	−۰/۰۵۲۳
SP								–	۰/۰۱۸۱	−۰/۱۰۵۲
SW									–	۰/۱۹۸۳**
Y										–

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد تنوع موجود بین ژنوتیپ‌های جمع آوری شده گلرنگ بسیار زیاد و قابل استفاده در برنامه‌های اصلاحی متنوع است. با توجه به اختلاف زیاد ژنوتیپ‌ها از نظر صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی با هدف افزایش درصد روغن، کاهش دوره رشد، افزایش عملکرد، توسعه ارقام مناسب برداشت علوفه‌ای و ارقام مناسب کشت پاییزه و بهاره استفاده نمود.

منابع

1. Ahmadzadeh, A.R., E. Majedi, B. Darbani, A.R. Hagegat and M.R. Dadashe. 2008. Grain yield and morphological characters of spring safflower genotypes: Evaluation relationship using correlation and path analysis. Research Journal of Biological Sciences, 3: 181-185.
2. Arslan, B. and E. Culpan. 2018. Identification of suitable safflower genotypes for the development of new cultivars with high seed yield, oil content and oil quality. Azarian Journal of Agriculture, 5: 133-141.
3. Asgarinia, P., S. Cloutier, S. Duguid, K. Rashid, A. Mirlohi, M. Banik and G. Saeidi. 2013. Mapping Quantitative Trait Loci for Powdery Mildew Resistance in Flax (*Linum usitatissimum* L.). Crop Science, 53: 2462-2472.
4. Bowers, J.E., S.A. Pearl and J.M. Burke. 2016. Genetic Mapping of Millions of SNPs in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) via Whole-Genome Resequencing, G3 Genes|Genomes|Genetics 7: 2203-2211.
5. Coşge, B., B. Gürbüz and M. Kiralan. 2007. Oil content and fatty acid composition of some safflower (Carthamus tinctorius L.) varieties sown in spring and winter. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 1: 11-15.
6. Ekshinge, B.S., V.D. Sondge and S.V. Raikhelkar. 1995. Correlation and regression studies in safflower varieties. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 19: 230-232.
7. El-Lattief, E.A. 2012. Evaluation of 25 safflower genotypes for seed and oil yields under arid environment in upper Egypt. Asian Journal of Crop Science, 4: 72-79.

1- Partial Corelation

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-08]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.174]

8. Golkar, P. 2014. Breeding improvements in safflower (*Carthamus tinctorius* L.): A review. Australian Journal of Crop Scinece, 8: 1079-1085.
9. Golkar, P., A. Arzani and A.M. Rezaei. 2010. Inheritance of flowerg colour and spinelessness in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Genetics, 89: 259-262.
10. Istanbulluoglu, A., E. Gocmen, E. Gezer, C. Pasa, and F. Konukcu. 2009. Effects of water stress at different development stages on yield and water productivity of winter and summer safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Agricultural Water Management, 96: 1429-1434.
11. Khidir, M.O. 1974. Genetic variability and inter-relationship of some quantitative characters in safflower. Journal of Agricultural Science, 83: 197-202.
12. Kisha and Johnson 2012. Safflower. Breeding; DOI 10.1007/978-1-4614-0356-2_6.
13. Kizil, S., Ö. Çakmak, S. Kirici and M. İnan. 2008. A Comprehensive Study on Safflower (*CarthamusTinctorius* L.) in Semi-Arid Conditions. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 22: 947-953.
14. Li, D. and H.H. Mundel. 1996. Safflower. Carthamus tinctorius L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
15. Nakhaei, M., A. Baghizadeh and G. Mohammadi-Nejad. 2014. Genetic analysis of salt tolerance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Annual Research and Review in Biology, 4: 337-346
16. Narkhede, B.N. and A.B. Deokar. 1990. Inheritance of spininess and pericarp types in safflower. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 15: 279-281.
17. Niu, Y.S., N. Hao and H.H. Zhang. 2018. Interaction screening by partial correlation. Statistics and its Interface, 11(2): 317-325.
18. Pahlavani, M., A. Mirlohi and G. Saeidi. 2004. Inheritance of Flower Color and Spininess in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). The Journal of Heredity, 95: 265-7.
19. Pandya, N.K., S.C. Gupta, and A.K. Nagda. 1996. Path analysis of some yield contributing traits in safflower. Crop Resources, 11: 313-318.
20. Patil, H.S. 1998. Genetic variability, association and path analysis in safflower. Indian Journal of Agricultural Resources, 32: 46-50.
21. Rahmati, F., S. Seifzade, H. Jabari, A. Valadabadi and A. Hadidi masoule. 2020. Effect of drought stress and foliar spraying on some physiological and agronomic traits of safflower cultivars. Scientific Journal of Crop Physiology, 47: 27-43 (In persian)
22. Safavi, S.A., S.M. Safavi and A.S. Safavi. 2011. Correlation between traits and path analysis for seed yield in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under rainfed conditions. American Journal of Scientific Research, 19: 22-26.
23. Singh, V. and N. Nimbkar. 2007. Genetics resources, chromozome engineering and crop improvement series, R.J. Singh, CRC Press, London.
24. Sujatha, M. and A.J. Prabakaran. 2006. Ploidy manipulation and introgression of resistance to Alternaria helianthi from wild hexaploid Helianthus species to cultivated sunflower (H. annuus L.) aided by anther culture. Euphytica, 152: 201-215
25. Vafaei, S.N., A. Tobeh, S. Hokmalipour and R.A. Parchin. 2012. Investigate the Correlation Between Components of Grain Filling and Grain Yield of Different Cultivars of Rain-Fed Safflower. World Applied Sciences Journal, 18: 1257-1263.
26. Weiss, E.A. 2000. Oilseed crops. Blackwell Science. Oxford.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-08]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.174]

Evaluation of Genetic Diversity in 273 Safflower Genotypes Collected from Different Regions of the World

Mohamadreza Nazari[1], Farnaz Shariati[2], Hamid Sadeghi Garmaroudi[2] and Hamid Jabbari[2]

1- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, (Corresponding author: dmr.nazari@gmail.com)
2- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Received: 22 January, 2022 Accepted: 23 July, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Safflower (Carthamus tictorius) is one of the oldest domesticated plants in the world, which is mainly cultivated as an oil seed in arid and semi-arid regions of the world. Given the climatic conditions of the world where water scarcity is always limiting cultivation, the importance of drought tolerant plants such as safflower will be very high. The basis of genetic modification of cultivars is based on creating diversity and using genetic diversity. In this study, we will investigate the genetic diversity of genotypes collected from different parts of the world in order to identify superior genotypes and identify effective relationships between traits.

Material and Methods: This study aimed to investigate 273 diverse safflower genotypes collected from different parts of the world during the crop season 2020-2021, in the form of augmented design with five controls of Goldasht, Sofeh, Parnian, Faraman and Golmehr, which are all introduced cultivars. Various traits such as seed yield, plant height, 1000-seed weight, oil percentage, number of sub-branches, flowering date, boll diameter, prickly and flower color were recorded.

Results: The results showed the existence of high diversity in terms of all traits evaluated so that genotypes with more than 40% oil (genotypes 190, 226 and 227) and genotypes with more seed yield and earlier than the controls were observed. For example, code 187: with 100 days until flowering, code 167: with 105 days until flowering and code 37: with 106 days until flowering, were earlier than Goldasht with 113 days until flowering. The results of principal component analysis showed that the first three components were able to explain more than 50% of the changes. The first component explained 21%, the second component 18% and the third component 12%. The results of component correlation analysis showed that there is a significant relationship between many traits that can be used in the modification process. The most important of them are the relationship between flower color and oil percentage, as well as the relationship between 1000-seed weight and oil percentage.

Conclusion: In general, the results showed that the diversity of safflower genetic material can provide targeted breeding activities.

Keywords: Correlation, Genetic variability, Ger mplasm, Oil percent, Safflower

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-08]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.174]