دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی ژرم‌پلاسم‌های داخلی و خارجی گلرنگ زراعی در شرایط نرمال و تنش خشکی

رضا ملکی‌نژاد[۱] و محمد مهدی مجیدی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- دانشیار، دانشگاه صنعتی اصفهان، (نویسنده مسوول: majidi@cc.iut.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۱

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک ۱۰۰ ژنوتیپ داخلی و خارجی گلرنگ، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در دو محیط (عدم تنش و تنش خشکی) به صورت طرح مربع لاتیس انجام گرفت. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار در اکثر صفات مورد مطالعه از جمله عملکرد دانه در بوته (۲۱/۲ درصد)، تعداد قوزه در بوته (۱۸/۷ درصد)، درصد روغن (۱/۸ درصد) و شاخص برداشت (۴/۷ درصد) گردید. همچنین نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش خشکی عامل اصلی کاهش عملکرد دانه، کاهش تعداد قوزه در بوته است. بیشترین میزان تنوع ژنتیکی در هر دو شرایط رطوبتی بر مبنای شاخص ضریب تنوع به عملکرد دانه و اجزای آن اختصاص داشت. کمترین وراثت‌پذیری را صفت شاخص بیولوژیک (۳۵٪) و بیشترین آن را صفت ارتفاع بوته (۸۹٪) نشان داد. در بین اجزای عملکرد دانه بیشترین وراثت‌پذیری به تعداد دانه در قوزه (۸۷٪) و وزن هزار دانه (۸۵٪) تعلق داشت. گروه‌بندی بر اساس تجزیه خوشه‌ای در محل فاصله اقلیدسی ۱۰ توانست ژنوتیپ‌ها را در هر دو شرایط در سه گروه مجزا قرار دهد. این گروه‌بندی نه تنها ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی را جدا نمود بلکه تا حد زیادی با منشاء جغرافیایی ارقام نیز تطابق داشت. در بین نمونه‌های خارجی، ژنوتیپ‌های یافت گردیدند که می‌تواند برای اصلاح ویژگی‌های نامطلوب ارقام داخلی از جمله دیررسی و پابلندی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، تنش خشکی، وراثت‌پذیری، تجزیه خوشه‌ای

مقدمه

اگر چه غلات و حبوبات از نظر اهمیت، همواره در درجه نخست قرار داشته‌اند، اما گیاهان دانه روغنی به‌عنوان اولویت دوم از منابع مهم غذایی برای انسان به شمار می‌آیند (۳). دستیابی به روغن مناسب برای مصارف خوراکی، صنعتی یا دارویی سبب ترغیب برای جستجوی ارقام گیاهی جدید است و تاکنون محتوای روغن و ترکیب اسیدهای چرب تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی مانند آفتابگردان، کلزا، نخل روغنی و سویا به‌عنوان منابع روغن مورد بررسی قرار گرفته است. کشور ما جهت رفع نیاز داخلی، سالانه نزدیک به یک میلیارد دلار صرف واردات روغن گیاهی و کنجاله حاصل از روغن‌کشی دانه‌های روغنی می‌نماید و کمتر از ۱۰ درصد نیاز کشور با تولیدات داخلی تأمین می‌گردد. کاهش واردات روغن گیاهی و دانه‌های روغنی مستلزم برنامه‌ریزی همه جانبه و اصولی در زمینه افزایش تولید دانه‌های روغنی می‌باشد (۳).

وجود تنوع ژنتیکی از آن جهت که ماده خام تکامل موجودات زنده می‌باشد، ضروری است. در ضمن برنامه به‌نژادی و میزان موفقیت آن در اصلاح گیاهان به میزان تنوع موجود بین و درون گونه‌ای و همچنین تنوع ایجاد شده توسط بشر بستگی دارد (۱۲). بیشترین تنوع ژنتیکی در یک گونه زراعی را می‌توان در نژادهای بومی و خویشاوندان آن گیاه مشاهده نمود (۲۷). بنابراین جمع‌آوری ژرم‌پلاسم داخلی و خارجی و ارزیابی میزان تحمل به خشکی آنها اولین قدم در راه اصلاح گیاهان می‌باشد. چندین روش برای اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی وجود دارد. با تجزیه‌های تک متغیره، هر صفت به طور جداگانه بررسی می‌شتود و میزان تفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی را زمانی که صفات اندازه‌گیری شده با یکدیگر ارتباط دارند توصیف نمی‌کند (۲۳). تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های چند متغیره است که برای تعیین تنوع بین جوامع مختلف گیاهی و جانوری و دسته‌بندی آنها به گروه‌های مختلف بر اساس فاصله یا تشابه ژنتیکی مورد استفاده قرار می‌دهند. این روش حداقل در دو مورد به به‌نژادگر کمک کند: یکی پیدا کردن گروهای واقعی افراد بر اساس تشابه ژنتیکی و دیگر کاهش داده‌ها و انتخاب افراد محدودی از هر گروه یا دسته (۱۷). سلامتی و همکاران (۳۰) با ارزیابی نه صفت کمی روی ۱۵ ژنوتیپ گلرنگ از نقاط مختلف ایران آنها را به چهار گروه اصلی تقسیم کردند. همچنین آنها مشاهده کردند که تنوع ژنتیکی از تنوع جغرافیایی تبعیت نمی‌کند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده می‌باشد که تولید گیاهان را به شدت تحت‌تاثیر قرار می‌دهد (۷). از آنجایی که بخش اعظم اراضی ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد که با محدودیت منابع آب مواجه می‌باشد، لذا مطالعه تحمل نسبی به تنش کمبود آب در گیاهان زراعی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین توسعه کشت و کار گیاهان منوط به اصلاح و ایجاد ارقام متحمل به خشکی است.

گلرنگ به‌عنوان یک گیاه بومی کشور، تحمل نسبتاً بالایی به شوری و خشکی نشان می‌دهد، همچنین به علت دارا بودن روغن با کیفیت خوب می‌تواند نقش مهمی در توسعه سطح زیر کشت گیاهان روغنی در کشور داشته باشد. دسترسی ارقام متحمل به خشکی می‌تواند توسعه کشت این گیاه را در شرایط اقلیمی خشک فراهم سازد. استانبولگلو (۱۶) در بررسی اثر تنش در مراحل مختلف گلرنگ گزارش نمود که تنش آبی در مرحله غوزه‌دهی به طور جدی عملکرد این گیاه را کاهش می‌دهد و این مرحله حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی می‌باشد. ضمن اینکه تنش آبی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه بیشترین تاثیر را در کاهش وزن دانه دارد. امیدی (۲۵) با ارزیابی گلرنگ بهاره تحت‌تاثیر تنش خشکی ایجاد شده در اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی، مشاهده کرد که تنش خشکی در مرحله غنچه‌دهی و گلدهی بیشترین تاثیر را داشته است. پورداد (۲۸) با ارزیابی ۱۷۱ رقم و توده گلرنگ در شرایط دیم گزارش کرد که بالا بودن عملکرد در ژنوتیپ‌های پرمحصول مربوط به سه جزء عملکرد دانه شامل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه بود. در آزمایش لاولی و همکاران (۱۹) تغییر معنی‌داری در شاخص برداشت در شرایط پنج رژیم آبیاری متفاوت مشاهده نشد، اما عملکرد دانه در تنش خشکی شدید، کاهش زیادی نشان داد. در مطالعه سینگ و همکاران (۳۲) تنش خشکی باعث کاهش وزن دانه و درصد دانه‌ها در گلرنگ شد. جانسون و همکاران (۱۸) در ارزیابی جوانه‌زنی بذرهای ارقام گلرنگ که از سه رژیم مختلف رطوبتی به دست آمده بودند، تنوع معنی‌داری را در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نمودند.

هرچند که ایران یکی از مراکز تنوع گلرنگ می‌باشد ولی گلرنگ دارای پراکنش نسبتاً بالایی در برخی دیگر از کشورهای دنیا است. با توجه به این‌که بعضی از این کشورها از مراکز تنوع گلرنگ می‌باشند و از نظر آب و هوایی نیز دارای اقلیم خشک می‌باشند بنابراین احتمال یافتن ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در ژرم‌پلاسم جهانی بالا است. این پژوهش به‌منظور ارزیابی تنش خشکی بر عملکرد، اجزاء عملکرد و صفات مورفولوژیک و همچنین بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های بومی داخلی و خارجی در شرایط عدم تنش و تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد انجام شد. این مزرعه در طول جغرافیایی ۲۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی در فاصله ۴۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اصفهان واقع شده است. در این آزمایش تعداد ۱۰۰ ژنوتیپ مختلف گلرنگ شامل ۸۱ ژنوتیپ خارجی و ۱۹ ژنوتیپ داخلی (جدول ۱) در قالب طرح لاتیس ساده ۱۰×۱۰ با ۲ تکرار و دو رژیم رطوبتی شامل آبیاری بر اساس ۵۰٪ و ۸۵٪ تخلیه رطوبتی خاک مزرعه، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این پژوهش تمامی کرت‌ها تا مرحله تکمه‌دهی از نظر آبیاری و اعمال مدیریت‌های زراعی بصورت یکسان در نظر گرفته شدند. برای اعمال تیمار آبیاری و کنترل آب خاک از روش درصد رطوبت وزنی خاک استفاده گردید. درصد رطوبت وزنی خاک در عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری، ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک با روش نمونه‌گیری از خاک تعیین شد. برای تعیین زمان آبیاری ۴ روز پس از انجام آبیاری، یک روز در میان از اعماق مذکور نمونه خاک تهیه شد و زمانی که میانگین درصد رطوبت وزنی خاک به حد مورد نظر برای هر تیمار رسید آبیاری صورت گرفت. کشت به صورت مسطح در ۱۵ اسفند انجام شد. هر پلات شامل ۳ ردیف به طول ۲ متر با فاصله بین ردیف ۳۵ سانتی‌متر و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع بود.

صفات مورد بررسی شامل روز تا تکمه‌دهی، روز تا اولین گلدهی، روز تا ۵۰٪ گلدهی، روز تا پایان گلدهی، روز تا رسیدگی، عملکرد دانه در بوته، ارتفاع بوته، ارتفاع شاخه‌دهی، تعداد قوزه در بوته، تعداد انشعاب در بوته، تعداد دانه در قوزه، وزن هزار دانه، درصد روغن، شاخص برداشت و شاخص بیولوژیک اندازه‌گیری شد. محتوای روغن دانه با استفاده از دستگاه NIR اندازه‌گیری شد. ارزیابی‌ها روی ۱۰ بوته که به طور تصادفی در هر واحد آزمایشی انتخاب شده بودند، انجام گرفت.

به‌منظور تجزیه و تحلیل‌های آماری ابتدا مقادیر صفات اندازه گیری شده برای هر محیط رطوبتی به صورت جداگانه در قالب طرح لاتیس ساده مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مزیت نسبی طرح لاتیس ساده نسبت به طرح بلوک کامل تصادفی برای کلیه صفات بررسی شد و مزیت نسبی برای اکثر صفات نشان داد که تجزیه واریانس به صورت طرح بلوک کامل تصادفی نیز امکان‌پذیر می‌باشد. بنابراین جهت بررسی تاثیر تنش و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

اثر متقابل تنش و محیط تجزیه واریانس مرکب در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی انجام شد. اجزای متشکله واریانس، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و همچنین وراثت‌پذیری عمومی صفات بر مبنای اجزای متشکله واریانس تعیین گردیدند. به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward) و بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار تشابه استفاده شد. در این خصوص به علت متفاوت بودن واحدهای اندازه‌گیری صفات و همچنین تفاوت زیاد در انحراف معیار صفات با واحد اندازه‌گیری مشابه نخست داده‌ها استاندارد و سپس برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به کار گرفته شدند. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای MSTAT-C، SPSS و SAS انجام گرفت.

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و منشاء آنها در بررسی تاثیر تنش خشکی روی گلرنگ

شماره	کد نمونه	منشاء	شماره	کد نمونه	منشاء	شماره	کد نمونه	منشاء
۱	PI 198844	France	۳۵	PI 369843	Uzbekistan	۶۹	CART 126	Belgian
۲	PI 209286	Romania	۳۶	PI 369844	Uzbekistan	۷۰	CART 55	Polen
۳	PI 209299	Kenya	۳۷	PI 369853	Uzbekistan	۷۱	PI 537652	Mexico
۴	PI 209300	Kenya	۳۸	PI 369854	Uzbekistan	۷۲	CART 70	Libyen
۵	PI 239707	Turkey	۳۹	PI 369845	Tajikestan	۷۳	CART 49	Spania
۶	PI 239708	Turkey	۴۰	PI 369847	Tajikestan	۷۴	PI 657820	Jordan
۴	PI 253516	Germany	۴۱	PI 369848	Ukraine	۷۵	CART 83	TJK
۸	PI 576991	Germany	۴۲	PI 386173	Syria	۷۶	CART 132	DEU
۹	PI 253519	Austria	۴۳	PI 386174	Syria	۷۷	CART 103	Canada
۱۰	PI 253520	Austria	۴۴	PI 387820	Thailand	۷۸	PI 209287	Romania
۱۱	PI 253521	Italy	۴۵	PI 387821	Thailand	۷۹	PI 532619	Cyprus
۱۲	PI 253522	Italy	۴۶	PI 401470	Bangladesh	۸۰	PI 198843	France
۱۳	PI 253541	Hungary	۴۷	PI 470942	Bangladesh	۸۱	CART 79	Japan
۱۴	PI 253544	Poland	۴۸	PI 426188	Afghanistan	۸۲	CTNIR 1	Iran
۱۵	PI 311737	Poland	۴۹	PI 426189	Afghanistan	۸۳	CTNIR 2	Iran
۱۶	PI 253548	Denmark	۵۰	PI 657789	Mexico	۸۴	CTNIR 3	Iran
۱۷	PI 253560	Morocco	۵۱	PI 657790	Mexico	۸۵	CTNIR 4	Iran
۱۸	PI 253561	Switzerland	۵۲	PI 572425	United States	۸۶	CTNIR 5	Iran
۱۹	PI 253759	Iraq	۵۳	PI 572426	United States	۸۷	CTNIR 6	Iran
۲۰	PI 253762	Iraq	۵۴	PI 653202	India	۸۸	CTNIR 7	Iran
۲۱	PI 254976	Greece	۵۵	PI 657787	India	۸۹	CTNIR 8	Iran
۲۲	PI 258420	Portugal	۵۶	PI 653213	Chaina	۹۰	CTNIR 9	Iran
۲۳	PI 393988	Portugal	۵۷	PI 657817	Chaina	۹۰	M 113	Iran
۲۴	PI 262424	Astralia	۵۸	PI 657800	Egypt	۹۲	M 115	Iran
۲۵	PI 262425	Astralia	۵۹	PI 657801	Egypt	۹۳	S 149	Iran
۲۶	PI 279343	Japan	۶۰	PI 657819	Jordan	۹۴	S 144	Iran
۲۷	PI 286199	Kuwait	۶۱	PI 657823	Palestinian Territory	۹۵	C 4110	Iran
۲۸	PI 286385	Eritrea	۶۲	CART 64	Slowakei	۹۶	کرمانشاه	Iran
۲۹	PI 286386	Eritrea	۶۳	CART 32	Germany	۹۷	داراب ۲	Iran
۳۰	PI 291600	Argentina	۶۴	CART 87	Romanie	۹۸	خراسان ۳۳۰	Iran
۳۱	PI 367833	Argentina	۶۵	CART 56	USA	۹۹	محلی مرند	Iran
۳۲	PI 305527	Sudan	۶۶	CART 124	Pakistan	۱۰۰	همدان ۲۱	Iran
۳۳	PI 305528	Sudan	۶۷	CART 70	Libyen			
۳۴	PI 306684	Israel	۶۸	CART 131	Paraguay			

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات زراعی مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ تمام صفات، اختلاف بسیار معنی‌داری (P<۰/۰۱) با یکدیگر دارند. این امر نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا از لحاظ صفات مورد بررسی و امکان گزینش برای این صفات در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که تنش خشکی روی صفات روز تا رسیدگی، عملکرد دانه در بوته، ارتفاع بوته، ارتفاع شاخه‌دهی، تعداد قوزه در بوته، درصد روغن، شاخص برداشت و شاخص بیولوژیک تاثیر معنی‌داری داشته است اما روی سایر صفات تاثیری نداشته است (جدول ۲). نتایج امیدی روی گلرنگ (۲۵) نشان داد تنش خشکی روی صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته و شاخص برداشت تاثیر معنی‌دار گذاشت. فرخ نیا و همکاران (۱۱) با مطالعه روی گیاه گلرنگ

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

گزارش کردند که تنش خشکی روی صفات ارتفاع بوته، قطر قوزه و عملکرد دانه اثر معنی‌دار و روی درصد روغن و تعداد شاخه فرعی اثر نداشت. در مطالعه عظیم زاده بر روی گیاه گلرنگ (۷) نتایج نشان داد اثر تنش خشکی روی صفات عملکرد دانه، عملکرد قوزه در بوته و تعداد کل قوزه در بوته اثر معنی‌دار داشت اما تنش خشکی روی صفت وزن هزار دانه اثر نداشت که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

میانگین، کمترین، بیشترین و درصد کاهش صفات مورد بررسی در (جدول ۳) آمده است. تنش خشکی تاثیر معنی‌داری روی صفت روز تا رسیدگی داشت به‌طوری که ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش به طور متوسط ۳/۶ درصد کاهش نشان دادند (جدول ۳). در شرایط عدم تنش ژنوتیپ CART 79 از ژاپن زودرس‌ترین (۱۱۸ روز) و ژنوتیپ PI657817 از چین دیرس‌ترین (۱۳۹روز) و در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ PI 209286 از رومانی زودرس‌ترین (۱۱۶ روز) و ژنوتیپ CART 55 از هلند دیررس‌ترین (۱۳۹ روز) بودند. زودرسی یکی از اهداف اصلاحی مهم در برنامه‌های به‌نژادی گلرنگ می‌باشد. اهمیت ارقام زودرس به ویژه در مناطقی که طول فصل رشد کوتاه‌تر است، بیشتر می‌باشد. همچنین در کاشت تأخیری و یا کاشت دوم در تابستان که توزیع بهینه آب آبیاری بین محصولات پاییزه و بهاره دارای اهمیت است، استفاده از ارقام زودرس بسیار مهم می‌باشد. اگرچه زودرسی استراتژی معتبری جهت تولید می‌باشد ولی نباید از نظر دور داشت که یک رقم قادر به گریز از خشکی ممکن است دقیقا یک تیپ حساس به خشکی باشد، به طوری‌که اگر چنین رقمی با خشکی مواجه گردد هیچ نوع تحملی نخواهد داشت، بنابراین استفاده از اینگونه ارقام در برنامه اصلاحی باید با احتیاط صورت بگیرد. در این پژوهش دامنه تغییرات وسیعی برای این صفت و سایر صفات فنولوژیک نظیر روز تا گلدهی وجود داشت. ارقام بسیار زودرس و بسیار دیررس می‌تواند برای استفاده در تلاقی و سایر مطالعات اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند (۲۲).

تنش خشکی تاثیر معنی‌داری روی عملکرد دانه در بوته داشت (جدول ۲). میانگین عملکرد دانه در بوته ژنوتیپ‌ها در شرایط عدم تنش برابر ۱۷ گرم و در شرایط تنش خشکی برابر ۱۳/۵ گرم بود. دامنه عملکرد دانه در بوته در شرایط عدم تنش از ۰/۷۸ گرم تا ۴۰ گرم و در شرایط تنش خشکی از ۱/۲ گرم تا ۳۷ گرم در بوته متغیر بود (جدول ۳). کمترین مقدار عملکرد دانه در بوته در هر دو شرایط عدم تنش و تنش خشکی متعلق به ژنوتیپ PI 537652 از مکزیک و بیشترین مقدار آن متعلق به ژنوتیپ PI 369847 از تاجیکستان بود. عملکرد دانه در شرایط تنش به میزان ۲۱ درصد کاهش یافت که ناشی از کاهش تعداد قوزه در بوته می‌باشد. ابل (۱) با بررسی اثرات رژیم آبیاری در گلرنگ بیان نمود که به نظر می‌رسد عملکرد دانه در شرایط تنش به دلیل کاهش تعداد قوزه در بوته و تعداد دانه در قوزه کاهش یافت. ابوالحسنی و سعیدی (۲) پانزده لاین اصلاحی انتخاب شده از توده‌های بومی گلرنگ همراه با دو رقم خارجی در دو رژیم رطوبتی مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند که علت کاهش عملکرد دانه ناشی از کاهش تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه و وزن دانه است.

تنش خشکی روی تعداد قوزه در بوته تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲) به طوری که تعداد قوزه در شرایط تنش به میزان ۱۸ درصد کاهش پیدا کرد. میانگین تعداد قوزه در بوته در ژنوتیپ‌های ارزیابی شده در شرایط عدم تنش و تنش خشکی به ترتیب ۲۳ و ۳۵ قوزه در بوته بود. دامنه تغییرات این صفت برای شرایط عدم تنش بین ۷/۹ قوزه در بوته متعلق به ژنوتیپ PI 532619 از قبرس تا ۴۵/۷ قوزه در بوته متعلق به ژنوتیپ PI198844 از فرانسه بود. دامنه تغییرات برای این صفت در شرایط تنش بین ۶/۵ تا ۴۶/۳ عدد که کمترین تعداد قوزه متعلق به ژنوتیپ PI 369854 از ازبکستان و بیشترین تعداد قوزه متعلق به ژنوتیپ PI 532619 از لهستان بود. در بین اجزاء عملکرد فقط تعداد قوزه در بوته در شرایط تنش خشکی کاهش معنی‌داری پیدا کرد که نشان می‌دهد این صفت بیشترین تاثیر را بر افزایش و یا کاهش میزان عملکرد دارد. این کاهش تعداد قوزه در بوته می‌تواند به علت کاهش تعداد انشعاب در بوته در شرایط تنش خشکی باشد. باتوجه به اینکه این صفت از تنوع بالایی در این پژوهش برخوردار بود می‌توان ژنوتیپ‌های با تعداد قوزه بیشتر را برای انتخاب غیر مستقیم عملکرد انتخاب کرد. ابل (۱) و هاشمی دزفولی (۱۵) با مطالعه تنش خشکی روی گلرنگ، کاهش تعداد قوزه در بوته در مقایسه با شرایط عدم تنش رامشاهده کردند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

تعداد انشعاب در بوته به طور معنی‌داری تحت‌تاثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۲). میانگین تعداد انشعاب در بوته در شرایط عدم تنش برابر ۹/۶ و دامنه تغییرات آن بین ۵ تا ۲۲ بود که کمترین تعداد انشعاب را ژنوتیپ CART 70 از لیبی و و بیشترین آن را ژنوتیپ PI 401470 از بنگلادش داشت. میانگین تعداد انشعاب در بوته در شرایط تنش برابر ۹/۱ و دامنه تغییرات آن بین ۵ شاخه در بوته متعلق به ژنوتیپ PI 426188 از افغانستان تا ۲۵ شاخه در بوته متعلق به ژنوتیپ PI 387820 از تایلند بود. نتایج نشان می‌دهد تعداد انشعاب در بوته در شرایط تنش نسبت به شرایط عدم تنش به میزان ۴/۹ درصد کاهش یافته است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

صفت تعداد شاخه اصلی در بوته از نظر تشکیل تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه و عملکرد دانه نقش مهمی دارد. صفت تعداد انشعاب در بوته در شرایط محیطی مساعد برای افزایش تولید یک صفت مطلوب به شمار می‌رود اما در شرایط تنش خشکی ارقامی با شاخه اصلی کمتر، تحت این شرایط عملکرد بیشتری خواهند داشت زیرا ارقام با شاخه اصلی بیشتر تعداد زیادی از قوزه‌های شاخه فرعی خود را در اثر تنش خشکی، قبل از گلدهی از دست می‌دهند و قوزه‌های باقی‌مانده، دارای تعداد دانه کمتری خواهد بود. اما موقعی که خشکی در اواخر دوره رشد اتفاق بیفتد ارقام با شاخه اصلی بیشتر به طور معمول عملکرد بهتری تولید می‌کنند (۱۰). در این مطالعه ژنوتیپ‌های که دارای تعداد انشعاب کمتری بودند میزان عملکرد آنها در شرایط تنش نسبت به ژنوتیپ‌های که دارای تعداد انشعاب بیشتری بودند کاهش کمتری داشت.

تنش خشکی روی صفت تعداد دانه در قوزه تاثیر معنی‌داری نداشت که می‌تواند به دلیل خاصیت جبرانی بین اجزاء عملکرد باشد که با نتایج پاسبان اسلام و همکاران (۲۶) و میلادی و احسان‌زاده (۲۱) مطابقت دارد. میانگین این صفت برای شرایط عدم تنش ۲۱ دانه در قوزه بود که ژنوتیپ‌های PI 537652 از مکزیک و CTNIR 8 از شیراز به ترتیب با میانگین ۱ و ۵۰ عدد دارای کمترین و بیشترین تعداد دانه در قوزه بودند. میانگین این صفت برای شرایط تنش ۲۱ دانه در قوزه بود که دامنه تغییرات آن ۳ تا ۴۸ دانه در قوزه به دست آمد که به ترتیب به ژنوتیپ‌های PI 209299 از کنیا و CART 131 از پاراگوئه تعلق داشتند.

ارتفاع بوته به طور معنی‌داری تحت‌تاثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۲). میانگین ارتفاع بوته برای ژنوتیپ‌ها در شرایط عدم تنش ۹۹/۳ سانتی‌متر و دامنه تغییرات آن بین ۵۲ تا ۱۳۲ سانتی‌متر متغیر بود که تفاوت بیش از ۷۰ سانتی‌متر را بین حداقل و حداکثر نشان می‌دهد (جدول ۳). میانگین ارتفاع بوته برای ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش ۹۷/۱ سانتی‌متر بود که نسبت به شرایط عدم تنش ۲ درصد کاهش معنی‌دار داشت. نتایج مطالعه حاضر با گزارش‌های هاشمی دزفولی (۱۵) و شریف مقدسی و امیدی (۳۱) که کاهش ارتفاع گیاه گلرنگ را در شرایط تنش خشکی مشاهده کردند، هماهنگی دارد.

تنش خشکی موجب ۱/۸۸ درصد کاهش معنی‌دار در درصد روغن دانه شد. میانگین درصد روغن دانه برای کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط عدم تنش برابر با ۲۸/۳ درصد و دامنه آن از ۱۶/۴ درصد تا ۳۵/۳ درصد متغیر بود (جدول ۳). ژنوتیپ PI 657790 از مکزیک دارای بیشترین درصد روغن و ژنوتیپ خارجی PI 253544 از لهستان دارای کمترین درصد روغن بودند. کاماس و اسندال (۸) در مطالعه‌ای میانگینی برابر با ۲۵ درصد و دامنه تغییراتی از ۱۴ تا ۳۶ درصد را برای روغن دانه گلرنگ گزارش کردند. میانگین درصد روغن دانه برای ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط تنش برابر با ۲۷/۸ درصد و دامنه آن از ۲۲/۱ درصد تا ۳۳/۸ درصد متغیر بود (جدول ۳). ژنوتیپ PI 657801 از مصر دارای بیشترین درصد روغن و ژنوتیپ کوسه از اصفهان دارای کمترین درصد روغن بودند. روغن دانه گلرنگ از خصوصیات مهم اقتصادی است که نقش مهمی در توسعه کشت گلرنگ دارد. گورانکا و همکاران (۱۳) گزارش کردند که تنش رطوبتی موجب کاهش محتوی روغن بذر سه گیاه دانه روغنی بزرک، خردل و گلرنگ شده است. اشرفی و رزمجو (۶) در بررسی ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت رژیم‌های آبیاری گزارش دادند که کل روغن دانه در شرایط خشکی کاهش می‌یابد. همچنین هامرونی و همکاران (۱۴) با مطالعه روی گلرنگ بیان نمودند که تنش شدید خشکی موجب کاهش محتوی روغن در گلرنگ شده و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر لینولئیک و اسید لینولنیک را کاهش داده است. به نظر می‌رسد که تنش کمبود آب با کاهش نسبت مغز به پوسته دانه گلرنگ سبب کاهش روغن در مطالعه حاضر شده است.

ضریب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و وراثت‌پذیری

نتایج ضرایب تنوع فوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه در جدول ۴ آمده است. در بین صفات مورد مطالعه، صفات فنولوژیک در شرایط تنش و عدم تنش در مقایسه با سایر صفات دارای ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی کمتری بودند لذا از تنوع کمتری در مقایسه با سایر صفات برخوردار بودند. اختلاف کم بین مقادیر ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی به همراه وراثت‌پذیری بالای این صفات، نشان می‌دهد که اکثر تنوع مشاهده شده برای این صفات منشأ ژنتیکی داشته که امکان انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را فراهم می‌آورد. مندل و همکاران (۲۴) تفاوت عکس‌العمل ارقام را به شرایط اقلیمی، عامل اختلاف آنها در تعداد روز تا رسیدگی دانسته و اظهار داشتند که ارقام از نظر نیاز حرارتی و تعداد روز برای گذراندن دوره رویشی با هم متفاوتند. آنها همچنین میزان وراثت‌پذیری این صفات را بالا گزارش کردند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی در هر دو شرایط رطوبتی (عدم تنش و تنش) مربوط به صفات عملکرد دانه در بوته (۳۰٪ و ۳۴٪) و تعداد دانه در قوزه (۳۱٪ و ۳۵٪) بود. بیشترین ضریب تغییرات ژنتیکی در شرایط عدم تنش مربوط به صفات شاخص برداشت (۱۷٪) و تعداد قوزه در بوته (۱۵٪) بود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و زراعی در ژنوتیپ های گلرنگ در تجزیه مرکب دو محیط تنش و عدم تنش خشکی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		روز تا تکمه دهی	روز تا اولین گلدهی	روز تا ۵۰٪ گلدهی	روز تا پایان گلدهی	روز تا رسیدگی	عملکرد دانه در بوته	ارتفاع بوته	ارتفاع شاخه دهی
تنش	۱	۸۲/۷۳^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۱۶/۰۰^{ns}	۲۲/۰۹^{ns}	۲۲۱۳/۷۰**	۱۲۹۹/۰۲**	۴۷۳/۰۰**	۱۱۳۲/۵۵**
تنش (تکرار)	۲	۳۰/۰۶	۲۲/۳۹	۲۹/۹۳	۱۵۴/۷۱	۱۵۳/۵۱	۱۳۲/۸۲	۱۷۱/۵۸	۱۰۰۶/۴۳
ژنوتیپ	۹۹	۲۹/۸۸**	۴۳/۷۴**	۷۲/۷۳**	۶۵/۲۲**	۶۷/۶۸**	۷۸/۳۰**	۴۹۰/۴۳**	۵۹۱/۲۸**
تنش × ژنوتیپ	۹۹	۶/۸۳^{ns}	۲/۹۴^{ns}	۴/۳۲^{ns}	۷/۹۱	۱۳/۳۴^{ns}	۲۵/۶۴^{ns}	۵۲/۷۸**	۱۴۳/۱۷*
خطا	۱۹۸	۹/۷۸	۳/۹۸	۵/۱۱	۹/۴۶	۱۳/۲۵	۲۴/۱۱	۳۲/۷۳	۱۰۴/۱۵
ضریب تغییرات (٪)		۳/۹۸	۲/۱۲	۲/۲۵	۲/۶۶	۲/۸۱	۳۱/۹۸	۵/۸۲	۲۱/۸۱

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه صفات مورفولوژیک و زراعی در ژنوتیپ‌های گلرنگ در تجزیه مرکب دو محیط تنش و عدم تنش خشکی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد قوزه در بوته	تعداد انشعاب	تعداددانه در قوزه	وزن هزار دانه	درصد روغن (٪)	شاخص برداشت	شاخص بیولوژیک
تنش	۱	۱۷۸۲/۰۷**	۱۷/۱۷*	۲/۶۹^{ns}	۱/۹۷^{ns}	۲۷/۲۱**	۱۰۴/۴۶*	۱۵۰۸۲/۷۴**
تنش (تکرار)	۲	۱۰۸/۴۹	۳/۲۶	۱۱۱/۳۴	۲۰/۳۸	۰/۰۳	۱۹/۶۹	۹۰۶/۸۵
ژنوتیپ	۹۹	۷۲/۹۲**	۸/۱۷**	۱۸۵/۹۹**	۱۴۱/۰۱**	۱۰/۹۳**	۷۰/۴۹**	۹۱۹/۱۶**
تنش× ژنوتیپ	۹۹	۳۰/۰۳^{ns}	۴/۴۲^{ns}	۲۳/۹۲^{ns}	۱۹/۹۱**	۲/۸۶^{ns}	۲۲/۶۷^{ns}	۵۹۰/۸۳^{ns}
خطا	۱۹۸	۲۸/۷۵	۳/۸۷	۲۷/۴۷	۱۱/۸۹	۲/۷۲	۱۹/۵۸	۵۵۲/۵۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۶/۲۰	۲۱/۴۲	۲۴/۵۵	۹/۳۰	۵/۸۸	۲۰/۹۰	۳۱/۶۸

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

جدول ۳- دامنه تغییرات و میانگین صفات مختلف در ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط عدم تنش و تنش خشکی

صفات	عدم تنش		تنش		میانگین		درصد کاهش
	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	عدم تنش	تنش	
۱- روز تا تکمه دهی	۷۲/۰۰	۹۰/۰۰	۷۵/۰۰	۹۰/۰۰	۷۸/۱۵^{a}	۷۹/۰۷^{a}	-۱/۱۷^{ns}
۲- روز تا اولین گلدهی	۷۴/۰۰	۱۰۲/۰۰	۷۲/۰۰	۱۰۲/۰۰	۹۴/۱۵^{a}	۹۴/۱۹^{a}	-۰/۰۴^{ns}
۳- روز تا ۵۰٪ گلدهی	۷۹/۰۰	۱۱۳/۰۰	۷۹/۰۰	۱۱۱/۰۰	۱۰۰/۶۶^{a}	۱۰۰/۲۶^{a}	۰/۴۰^{ns}
۴- روز تا پایان گلدهی	۹۲/۰۰	۱۲۴/۰۰	۹۰/۰۰	۱۲۴/۰۰	۱۱۵/۷۰^{a}	۱۱۵/۲۳^{a}	۰/۴۱^{ns}
۵- روز تا رسیدگی	۱۱۶/۰۰	۱۳۹/۰۰	۱۱۸/۰۰	۱۳۹/۰۰	۱۳۱/۷۳^{a}	۱۲۷/۰۲	۳/۵۷**
۶- عملکرد دانه در بوته (g)	۰/۷۸	۴۰/۱۰	۰/۸۱	۳۶/۸۱	۱۷/۱۶^{a}	۱۳/۵۵^{b}	۲۱/۰۱**
۷- ارتفاع بوته (cm)	۵۲/۰۰	۱۳۱/۸۶	۵۲/۷۱	۱۲۶/۷۱	۹۹/۳۳^{a}	۹۷/۱۵^{b}	۲/۱۹**
۸- ارتفاع شاخه‌دهی (cm)	۸/۵۶	۸۷/۸۰	۱۰/۰۰	۹۲/۲۲	۴۵/۱۰^{b}	۴۸/۴۷^{a}	-۷/۴۶**
۹- تعداد قوزه در بوته	۶/۸۳	۴۵/۷۱۴	۶/۵۰	۴۶/۳۳	۲۲/۵۷^{a}	۱۸/۳۵	۱۸/۷۰**
۱۰- تعداد انشعاب در بوته	۵/۳۳	۲۲/۵۰	۵/۷۸	۲۵/۷۱	۹/۵۸^{a}	۹/۱۱^{b}	۴/۸۸*
۱۱- تعداد دانه در قوزه	۱/۰۷	۴۹/۸۴	۲/۹۰	۴۸/۰۲	۲۱/۴۳^{a}	۲۱/۲۷^{a}	۰/۷۷^{ns}
۱۲- وزن هزار دانه (g)	۲۵/۴۵	۵۵/۴۰	۲۵/۲۵	۶۷/۶۵	۳۷/۱۵^{a}	۳۷/۰۱^{a}	۰/۳۸^{ns}
۱۳- درصد روغن (٪)	۱۶/۴۰	۳۵/۳۰	۲۲/۱۰	۳۳/۸۰	۲۸/۳۰^{a}	۲۷/۷۸^{b}	۱/۸۴**
۱۴- شاخص برداشت	۱/۳۰	۴۴/۹۵	۷/۸۰	۳۶/۳۸	۲۱/۶۶^{a}	۲۰/۶۴^{b}	۴/۷۲**
۱۵- شاخص بیولوژیک	۲۸/۰۰	۱۹۱/۲۰	۲۷/۴۴	۱۹۰/۲۵	۸۰/۳۴^{a}	۶۸/۰۶^{b}	۱۵/۲۹**

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشد.
میانگین عدم تنش و تنش با حرف مشترک در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

با توجه به اینکه تعداد قوزه در بوته نیز یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه است (۵) با استفاده از تنوع ژنتیکی موجود برای این صفت و انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب می‌توان عملکرد دانه را افزایش داد. بیشترین ضریب تغییرات ژنتیکی در حالت تنش را صفات تعداد دانه در قوزه (۲۹٪)، ارتفاع شاخه‌دهی (۲۵٪) و عملکرد دانه در بوته (۲۴٪) داشتند. وفایی و همکاران (۳۳) و مظفری و اسدی (۲۳) نیز در مطالعات خود ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی بالایی را برای صفت تعداد دانه در قوزه گزارش کردند. مهسی و همکاران (۲۰) در گلرنگ نیز بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفت عملکرد دانه در بوته تنوع قابل توجهی مشاهده نمودند. ضریب تغییرات ژنتیکی برای تمام صفات جز درصد روغن و شاخص برداشت در شرایط تنش بیشتر از شرایط عدم تنش بود. طبق نظر روزلی و هامبلین (۲۹) اگر واریانس ژنتیکی در محیط دارای تنش بزرگتر از شرایط بدون تنش باشد، انتخاب در محیط دارای تنش از بازدهی ژنتیکی بالاتری نسبت به انتخاب در شرایط بدون تنش و انتخاب در دو محیط برخوردار خواهد بود. ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی برای صفت وزن هزار دانه در شرایط عدم تنش به ترتیب برابر با ۱۵/۲ و ۶/۲ درصد و برای شرایط تنش به ترتیب برابر ۱۸/۹ و ۱۷/۶ درصد به دست آمد. اختلاف بسیار اندک بین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی مبین این است که صفت کمتر تحت‌تأثیر محیط قرار گرفته است. نتایج نشان‌دهنده این است که بخش قابل توجهی از تنوع برای صفت وزن هزار دانه منشاء ژنتیکی دارد و می‌توان از طریق انتخاب توده‌ای از این تنوع استفاده نمود و وزن هزار دانه را بهبود بخشید. ارسلان (۵) در مطالعه خود نتیجه گرفت که انتخاب برای وزن هزار دانه و تعداد قوزه در بوته برای افزایش عملکرد گلرنگ موثرترین روش می‌باشد.

جدول ۴- ضریب تغیرات فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات مختلف در ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط عدم تنش و تنش شکی

صفات	ضریب تغییرات فنوتیپی (٪)		ضریب تغییرات ژنتیکی (٪)		وراثت پذیری (٪)	
	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	تنش	کل
۱- روز تا تکمه دهی	۳/۸۶	۳/۸۴	۲/۱۰	۲/۸۲	۳۹/۵۰	۵۳/۸۳	۷۷/۱۴
۲- روز تا اولین گلدهی	۳/۰۵	۳/۰۳	۱/۵۳	۲/۶۸	۷۴/۵۳	۷۸/۳۹	۹۳/۲۹
۳- روز تا ۵۰٪ گلدهی	۴/۰۴	۳/۶۱	۱/۹۰	۳/۳۰	۸۱/۹۴	۸۳/۴۴	۹۴/۰۶
۴- روز تا پایان گلدهی	۲/۹۰	۳/۲۳	۱/۸۴	۲/۵۱	۶۴/۰۵	۶۰/۵۸	۸۷/۸۷
۵- روز تا رسیدگی	۳/۰۶	۳/۸۸	۲/۶۸	۳/۵۱	۴۴/۷۵	۸۱/۸۶	۸۰/۲۸
۶- عملکرد دانه در بوته (g)	۳۰/۵۲	۳۴/۲۴	۱۲/۷۸	۲۳/۸۶	۵۱/۵۹	۴۸/۵۶	۶۷/۲۵
۷- ارتفاع بوته (cm)	۱۱/۵۸	۱۰/۵۰	۸/۵۸	۱۰/۰۴	۸۷/۸۱	۹۱/۵۴	۸۹/۲۴
۸- ارتفاع شاخه‌دهی (cm)	۲۷/۷۸	۲۹/۲۲	۶/۴۵	۲۵/۰۲	۶۷/۸	۷۳/۳۶	۷۵/۷۹
۹- تعداد قوزه در بوته	۲۰/۸۶	۲۹/۶۵	۱۴/۵۶	۲۲/۹۳	۲۳/۹۴	۵۹/۸۱	۵۸/۸۱
۱۰- تعداد انشعاب در بوته	۱۷/۵۸	۲۰/۹۱	۹/۵۱	۱۴/۲۴	۲۶/۵۱	۴۶/۳۴	۴۵/۹۱
۱۱- تعداد دانه در قوزه	۳۰/۸۷	۳۵/۲۴	۱۱/۷۸	۲۹/۲۴	۷۶/۹۰	۶۸/۸۵	۸۷/۱۴
۱۲- وزن هزار دانه (g)	۱۵/۱۸	۱۸/۹۴	۶/۲۳	۱۷/۸۶	۷۹/۳۴	۸۸/۹۹	۸۵/۸۸
۱۳- درصد روغن (٪)	۷/۰۱	۶/۰۶	۵/۶۰	۴/۶۱	۶۰/۵۹	۵۷/۹۳	۷۳/۸۰
۱۴- شاخص برداشت	۲۳/۰۶	۲۰/۴۷	۱۶/۸۸	۱۶/۳۰	۴۷/۴۴	۶۳/۳۹	۶۷/۸۴
۱۵- شاخص بیولوژیک	۲۳/۳۲	۲۹/۰۰	۱۲/۷۳	۱۷/۹۸	۱۰/۰۲	۳۸/۴۶	۳۵/۷۲

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

موفقیت در یک برنامه اصلاحی علاوه بر تنوع ژنتیکی به مقدار قابلیت توارث صفات نیز بستگی دارد. صفاتی که زیاد تحت‌تاثیر عوامل محیطی قرار نمی‌گیرند، معمولاً قابلیت توارث بالایی دارند. مقادیر وراثت‌پذیری صفات (جدول ۴) نشان داد که در حالت عدم تنش کمترین وراثت‌پذیری متعلق به صفت شاخص بیولوژیک (۱۰٪=h^2) و بیشترین آن به ارتفاع بوته (۸۷٪=h^2) تعلق داشت. در حالت تنش خشکی کمترین برآورد وراثت‌پذیری متعلق به صفت شاخص بیولوژیک (۳۸٪=h^2) و بیشترین آن متعلق به صفات ارتفاع بوته و وزن هزار دانه (به ترتیب ۹۲ و ۸۹ درصد) بود (جدول ۴). کاماس و اسندال (۸) الفال و همکاران (۱۰) وراثت‌پذیری بالایی برای صفت ارتفاع بوته برآورد نمودند. وراثت‌پذیری عمومی صفت وزن هزار دانه در گلرنگ را الفال و همکاران (۱۰) ۷۴ درصد، مظفری و اسدی (۲۳)، ۹۴ درصد و محمدی و پورداد (۲۲)، ۶۷/۹ درصد گزارش کردند. با توجه به وراثت‌پذیری بالای این صفت و از آنجایی که این صفت یکی از مهمترین اجزای عملکرد دانه می‌باشد. در مجموع و با توجه به تجزیه مرکب دو محیط رطوبتی (تنش و عدم تنش) نیز بیشترین وراثت‌پذیری کل را صفت روز تا ۵۰ درصد گلدهی (۹۴ درصد) و کمترین وراثت‌پذیری را صفت شاخص بیولوژیک (۳۶ درصد) به خود اختصاص داد. بالا بودن وراثت‌پذیری برخی از اجزای عملکرد دانه (نظیر تعداد دانه در قوزه و وزن هزار دانه) نوید بخش کارایی بالای انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد دانه می‌باشد.

میزان بازدهی برای انتخاب یک صفت به تاثیر نسبی عوامل ژنتیکی و غیر ژنتیکی در بروز تفاوت‌های فنوتیپی آن صفت بستگی داردکه با وراثت‌پذیری بیان می‌گردد (۱۲). میزان وراثت‌پذیری دیدگاه مناسبی برای تعیین روش مطلوب جهت اصلاح یک صفت در برنامه‌های اصلاحی است. همچنین وراثت‌پذیری شاخصی از نحوه تاثیر روش‌های انتخاب برای آن صفت را نشان می‌دهد (۳۰). البته باید توجه نمود که برآورد وراثت‌پذیری منحصراً در مورد آن جامعه خاص، نحوه نمونه برداری و محیطی که در آن رشد یافته است صادق است.

نتایج تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای جهت بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده می‌شود (۴). همچنین به‌منظور اندازه‌گیری و تعیین فواصل ژنتیکی، دوری یا نزدیکی، خویشاوندی بین ژنوتیپ‌ها این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف یک متخصص اصلاح نباتات از دسته‌بندی ارقام و لاین‌های مختلف، پی بردن به فاصله ژنتیکی بین آنها و استفاده از تنوع ژنتیکی موجود در آنها در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (۴). بنابراین تجزیه خوشه‌ای روش برآورد شباهت بین افراد در یک جمعیت است. در این مطالعه به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه‌ی خوشه‌ای به وسیله روش وارد استفاده شد و برای تعیین تعداد مناسب خوشه از T^2 هوتلینگ[1] و F کاذب (بیل)[2] بهره برده شد. گروه‌بندی بر اساس تجزیه خوشه‌ای در محل فاصله اقلیدسی ۱۰ توانست ژنوتیپ‌ها را در شرایط عدم تنش در سه گروه مجزا قرار دهد (شکل ۱). درگروه اول ۴۴ ژنوتیپ قرار گرفتند که اکثر ژنوتیپ‌های اروپایی و سه ژنوتیپ ایرانی از استآنهای همدان، کرمانشاه و ژنوتیپ CNTIR3 در گروه اول قرار گرفتند که می‌تواند نشان دهنده قرابت این سه ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های خارجی باشد. ژنوتیپ‌های که در این گروه قرار گرفتند جز زودرس‌ترین و پاکوتاه‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند که دارای کمترین تعداد دانه در قوزه، عملکرد دانه در بوته، درصد روغن، شاخص بیولوژیک بودند. در گروه دوم ۳۷ ژنوتیپ قرار گرفت که تمام ژنوتیپ‌های ایرانی (به غیر از سه ژنوتیپ که در گروه اول قرار گرفتند) همگی در این گروه قرار گرفتند. در مجموع اکثریت ژنوتیپ‌های این گروه با منشأ خاورمیانه بودند که شامل ژنوتیپ‌های پابلند، دیررس با بالاترین تعداد دانه در قوزه، ارتفاع شاخه‌دهی، درصد روغن و شاخص برداشت و همچنین کمترین تعداد انشعاب در بوته و وزن هزار دانه بود. گروه سوم با ۱۹ ژنوتیپ کوچکترین گروه در بین گروه‌ها بود که دارای بالاترین عملکرد، تعداد دانه در قوزه، وزن هزار دانه بود.

در حالت تنش خشکی ژنوتیپ‌های گلرنگ در سه گروه تقسیم‌بندی شدند (شکل ۲) که در گروه اول ۴۵ ژنوتیپ قرار گرفت که تمام ژنوتیپ‌های ایرانی بجزء سه ژنوتیپ (که در حالت عدم تنش نیز در گروه‌های دیگر جای گرفتند) در این گروه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های این گروه دارای طولانی‌ترین دوره رسیدگی و بالاترین ارتفاع، ارتفاع شاخه‌دهی، تعداد دانه در قوزه و درصد روغن بودند. گروه دوم و سوم هر کدام دارای ۲۷ ژنوتیپ بودند. گروه دوم دارای ژنوتیپ‌های با کوتاه‌ترین طول دوره رسیدگی، ارتفاع و ارتفاع شاخه‌دهی بودند. گروه سوم که سه ژنوتیپ ایرانی در آن وجود داشت دارای بالاترین تعداد قوزه، تعداد انشعاب و وزن هزار دانه و کمترین درصد روغن و شاخص برداشت بودند.

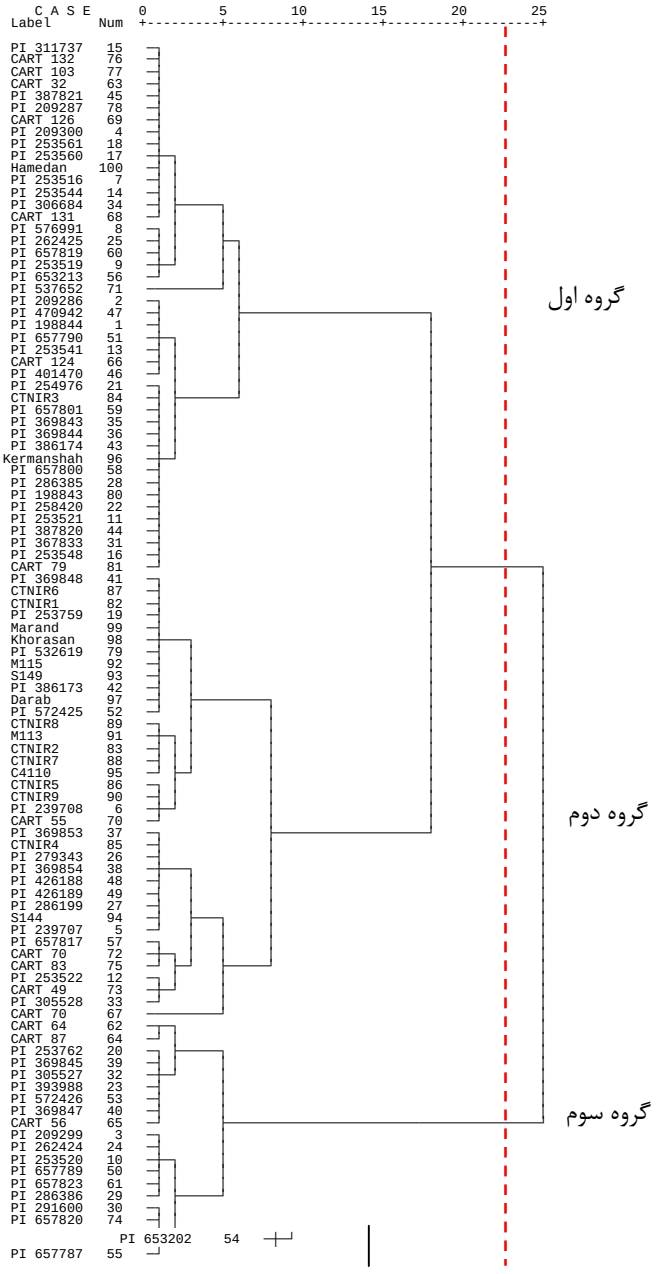
بررسی گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد که نحوه گروه‌بندی تا حدود زیادی با منشاء جغرافیایی تطابق دارد. با این وجود پراکنده بودن بعضی مناطق در بین خوشه‌ها نشان می‌دهد که غیر از عوامل اقلیمی مربوط به منشأ جغرافیایی، عوامل دیگری مانند تبادل مواد اصلاحی، وارد کردن مواد ژنتیکی و فرسایش ژنتیکی در تنوع موجود مؤثر می‌باشد. این نتایج با گزارشات یزدی

1- T^2 Hotelling

2- F bill

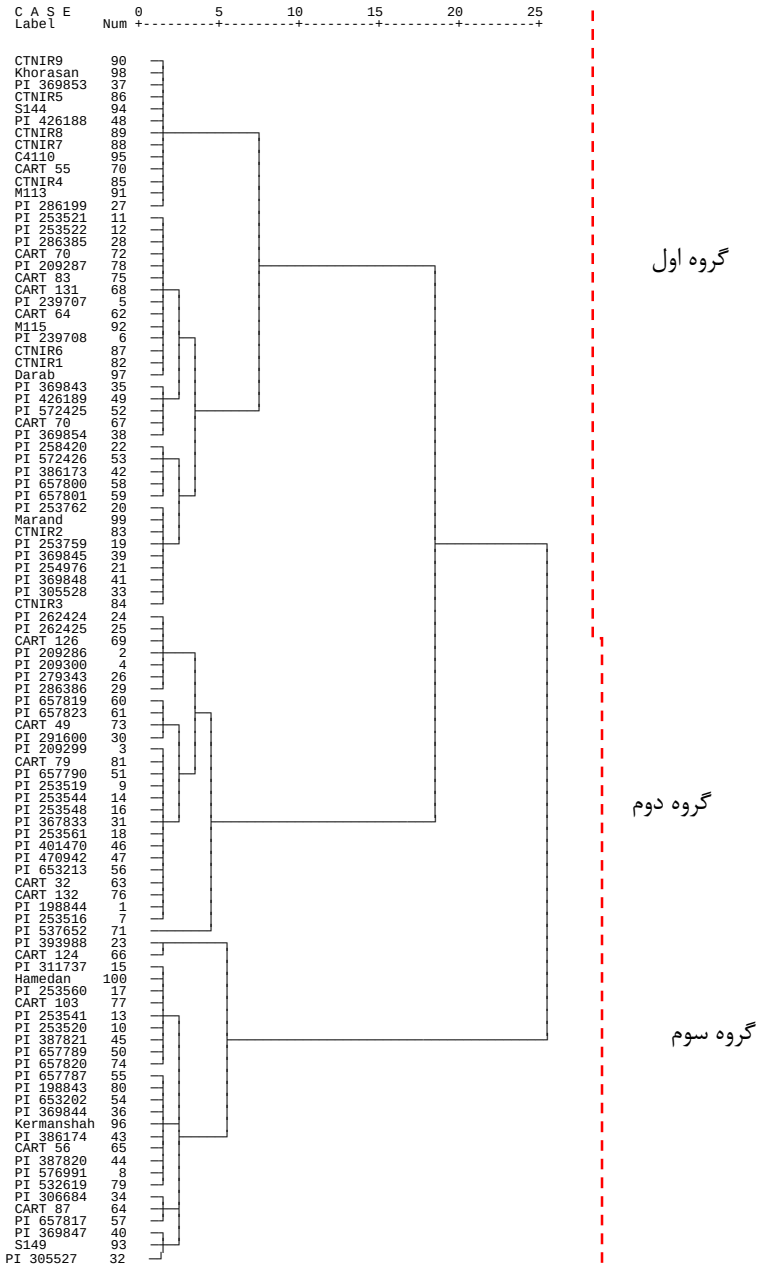
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

صمدی و عبد میشانی (۳۴) مطابقت دارد. شاید استفاده از مارکرهای ملکولی بتواند در تمایز دقیق ژنوتیپ‌ها بر اساس منشاء جغرافیایی آنها موثر باشد. با گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش رطوبتی شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عکس‌العمل مشابه بهتر انجام می‌گیرد به طوری که ژنوتیپ‌هایی که در یک گروه قرار می‌گیرند شباهت ژنتیکی بیشتری به یکدیگر دارند (۹). برای تلاقی می‌توان از نتایج تجزیه‌ی خوشه‌ای موجود استفاده کرد. تلاقی بین ژنوتیپ‌های دارای حداکثر فاصله ژنتیکی به عنوان والد می‌تواند برای بهبود ژنتیکی تحمل به تنش قابل توصیه باشد. با توجه به اینکه فاصله اقلیدسی، فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌ها را مشخص می‌کند، لذا این نمودار خوشه‌ای نشان داد که ژنوتیپ‌های گروه یک با ژنوتیپ‌های گروه سه اختلاف زیادی دارند. در نتیجه تلاقی بین ژنوتیپ‌های این دو کلاستر احتمالاً تنوع ژنتیکی و میزان هتروزیس بالاتری را ایجاد خواهد نمود.



شکل ۱- نمودار حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی در ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط عدم تنش

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]



شکل ۲- نمودار حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی در ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط تنش خشکی

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در هر دو شرایط رطوبتی از لحاظ کلیه صفات بخصوص عملکرد دانه در بوته تفاوت بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت که از این تنوع ژنتیکی می‌توان در برنامه‌های اصلاحی برای تولید ارقام اصلاح شده گلرنگ استفاده نمود. صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در قوزه از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بودند که می‌تواند در انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد در هر دو شرایط محیطی (عدم تنش و تنش خشکی) استفاده شوند. در ضمن به نظر می‌رسد عامل اصلی کاهش عملکرد در بوته در شرایط تنش خشکی کاهش تعداد قوزه در بوته باشد که ناشی از کاهش تعداد انشعاب در بوته است. علت کاهش تعداد انشعاب در شرایط تنش بالا رفتن ارتفاع شاخه‌دهی می‌باشد. نتایج این پژوهش منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های خارجی (از سایر مراکز تنوع گلرنگ) گردید که از لحاظ بعضی صفات بهتر از ژنوتیپ‌های ایرانی بودند که می‌توان از آنها جهت بهبود ژنوتیپ‌های ایرانی استفاده کرد. به‌عنوان مثال ارتفاع

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

بوته از صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد گیاه و برداشت مکانیزه می‌باشد. یکی از معایب ژنوتیپ‌های ایرانی ارتفاع زیاد می‌باشد که می‌توان از ژنوتیپ‌های پاکوتاه خارجی جهت بهبود این صفت استفاده کرد وجود ارقام بسیار زودرس در بین نمونه‌های خارجی امکان استفاده از آنها را برای برنامه‌های به‌نژادی میسر می‌سازد.

تشکر و قدردانی

بخشی از هزینه این پژوهش از محل طرح پژوهشی ۹۰۰۰۲۵۴۲ صندوق پژوهشگران کشور تامین گردیده است که بدینوسیله قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Able, G.H. 1967. Effect of irrigation regimes, planting date, nitrogen level and spacing on safflower cultivars. Agronomy Journal, 68: 442-447.
2. Abolhasani, K.H. and G. Saeidi. 2006. Investigation of agronomic traits for safflower Genotypes in two moisture regimes in Isfahan. Journal Agricultural Natural Resources. 13: 44-53. (In Persian)
3. Ahmadi, M.R. 1999. Quality and use of oilseeds. Agricultural Education Press. 128 pp.
4. Anderberg, M.R. 1973. Cluster Analysis for Applications. Academic Press. New York, 359 pp.
5. Arslan, B. 2007. The path Analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius*). Journal of Biological Scenic, 7(4): 668-672.
6. Ashrafi, E. and K. Razmjoo. 2010. Effect of irrigation regimes on oil content and composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivar. Journal of American Oil Chemistry, 87: 499-506. (In Persian)
7. Azimzadeh, M. 2010. Evaluation drought tolerance in 16 safflower genotype. Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 871-877. (In Persian)
8. Camas, N. and E. Esendal. 2006. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Heredities, 143: 55-57.
9. Chandrashekhar, M., M.H. Rahman and C. Mahto. 1998. Genetic variability of some quantitative characters in linseed (*Linum usitatissimum* L.). Journal of Research Birsa Agricultural University, 10: 161-165.
10. Elfal, E., C. Reinbrecht and W. Claupein. 2010. Evaluation of phenotypic variation in a worldwide germplasm of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under drought stress conditions in Germany. Genetic Resources and Crop Evolution, 57: 155-170.
11. Farokhnia, M., M. Rushdie, B. Pasban Islam and S. Rezadust. 2009. Effects of drought stress on yield and growth characteristics of safflower. Journal of Crops Research, 5: 1-11. (In Persian)
12. Farshadfar, A. 1998. Breeding Methodology. Kermanshah University Press, 160 pp. (In Persian)
13. Gouranga, K., A. Ashwani and M. Martha. 2007. Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. Agricultural Water Management, 87: 73-82.
14. Hamrouni, I., H. Bensalah and B. Morzouk. 2001. Effect of Water deficit on lipids of safflower aerial parts. Phytochemistry, 58: 277-280.
15. Hashemi Dezfulim, A. 1994. Growth and yield of safflower as effect of drought stress. Crop Research, 7: 313-319.
16. Isanbullouglu, A., E. Gocmen, E. Gezer, C. Pasa and F. Konukcu. 2009. Effect 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.
17. Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 2007. Applied multivariate statistical analysis, Sterling Book House, New Delhi.
18. Johnson, R.C., V.L. Bradley, P.B. Ghorpade and J.W. Bergman. 1997. Regeneration and evaluation of the U. S. safflower germplasm collection. Proceedings 4th International Safflower Conference, Bari, Italy, 215-217 pp.
19. Lovelli, S., M. Perniola, A. Ferrara and D.T. Tommaso. 2007. Yield response factor to water (KY) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and S*olanum melongena* L. Agricultural Water Management, 92: 73-80.
20. Mahasi, M.J., R.S. Pathak, F.N. Wachira, T.C. Riungu, M.G. Kinyua and J.W. Kamundia. 2006. Correlation and path coefficient analysis in exotic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes tested in the arid and semi-arid lands (asals) of Kenya. Asian Journal of Plant Sciences, 5: 1035-1038.
21. Miladi lari, A. and P. Ehsanzadeh. 2010. The negative impact of drought on crop yield by reducing the quantum efficiency of photosynthesis and photosystem II. Iranian Journal of Field Crop Science, 41: 375-384. (In Persian)
22. Mohamadi, R. and S.S. Pourdad. 2009. Estimation, interrelationships and repeatability of genetic variability parameters in spring safflower using multi-environment trial data. Euphytica, 165: 313-324. (In Persian)
23. Mozaffari, K. and A.A. Asadi. 2006. Relationships among traits using correlation, principal components and path analysis international safflower mutants sown in irrigated and drought stress condition Asian Journal of Plant Sciences, 5: 977-983. (In Persian)
24. Mundel, H.R., J. Morrison, R.E. Blackshaw, T. Ents, B.T. Roth, R. Giudiel and F. Keihn. 1994. Seeding date effects on yield, quality and maturity of safflower. Canadian Journal of Plant Sciences, 74: 261-266.
25. Omidi, A.M. 2009. Effect of drought stress at different growth stages on seed yield and some agro-physiological traits of three spring safflower cultivars. Seed and Plant Production Journal, 25: 15-31. (In Persian)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

26. Pasban Eslam, B., H. Monifar and M. Taher Ghassemi. 2010. Evaluation of late season drought effects on seed and oil yields in spring safflower genotypes. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34: 373-380.
27. Pascual-Villalobos, A.J. and N. Alburquerque. 1996. Genetic variation of a safflower germplasm collection grown as a winter crop in southern Spain. Euphytica, 92: 327-332.
28. Pordad, S. 2001. Primary evaluation of safflower germplasm in rain fed condition. Dryland Agriculture Research Institute of Iran, 87: 650. (In Persian)
29. Rosielle, A.A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science, 21: 943-946.
30. Salamati, M.S., H. Zeinaly and E. Yousefi. 2011. Investigation of genetic variation in *Carthamus tinctorius* L. genotypes using agro-morphological traits. Research Journal of Agricultural Science, 7: 101-108.
31. Sharifmogadadasi, M. and A.H. Omidi. 2010. Study of interrupting irrigation effect at different growth stage on grain and oil yield of new safflower varieties. Advances in Environmental Biology, 4: 387-391.
32. Singh, R., M. Singh. 1989. Response of safflower to moisture regimes, plant population and phosphorus. Indian Journal of Agronomy, 34: 88-91.
33. Vafaei, S.N., A. Tobeh, A. Taee and S. Jamaati-e-Somarin. 2010. Study of phenology, harvest index, yield, yield components and oil content of different cultivars of rain-fed safflower. World Applied Sciences Journal, 8: 820-827.
34. Yazdi-Samadi, B. and C. Abd-Mishani. 1992. Geographical diversity in safflower collection in Iran by cluster analysis. Journal of Agricultural Science and Technology, 1: 1-9. (In Persian)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]

Evaluation of Iranian and Foreign Safflower Germplasms under Normal and Drought Stress Conditions

Reza Maleki Nejad[1] and Mohammad Mahdi Majidi[2]

1- M.Sc. Student, Isfahan University of Technology
2- Associate Professor, Isfahan University of Technology
(Corresponding author: majidi@cc.iut.ac.ir)
Received: July 28, 2013 Accepted: January 21, 2014

Abstract

This study was conducted to evaluate 100 safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.) under two moisture stress environments (non-stress and drought stress) during 2012 using a simple lattice design. Results showed that drought stress significantly decreased some traits such as seed yield per plant (21.2%), number of heads per plant (18.7%), oil percent (1.8%) and biological yield (15.3%). Result also indicated that number of heads per plant is the main factor decreasing seed yield under drought stress. The highest genetic diversity was observed for seed yield and its components in both moisture conditions (non-stress and drought stress). The lowest heritability was belonged to biologic index (35%) and the highest was for plant height (89%). Between yield components the highest heritability were belonged to number of seed per head (87%) and 1000-seed weight (85%). According to cluster analysis based on 10 Euclidean distances all of the genotypes were categorized into three groups. Iranian genotypes were separated from other genotypes which largely consistent with the geographic origin. Results indicate some foreign genotypes are suitable for breeding of undesirable traits of Iranian genotypes such as late-maturity and tallness.

Keywords: Safflowers, Drought stress, Inheritance, Cluster analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-06-13]