

مطالعه تنوع ژنتیکی صفات مرتبط با عملکرد دانه در ژرم پلاسم داخلی و خارجی گلنگ (*Carthamus tinctorius*)

محمد مهدی مجیدی^{۱*}، رسول دهقان کوهستانی^۲، رضا ملکی نژاد^۲ و قدرت الله سعیدی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰)

چکیده

گلنگ زراعی در طیف وسیعی از دنیا از هند و چین تا آفریقا و اروپا پراکنده می‌باشد. مطالعات قبلی نشان می‌دهد که تنوع موجود در ژرم پلاسم داخل کشور برای برخی صفات از جمله پاکوتاهی، زودرسی و اجزای عملکرد بسیار محدود است و لازم است که کلکسیون‌های ژرم پلاسم سایر نقاط دنیا نیز مورد بررسی قرار گیرد. بر این اساس تعداد ۱۰۰ ژنوتیپ داخلی و خارجی گلنگ به مدت ۲ سال (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت طرح لاتیس 10×10 از نظر عملکرد، صفات زراعی و مورفولوژیک مورد بررسی قرار گرفتند. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف بسیار معنی داری برای تمامی صفات مورد مطالعه از جمله صفات روز تا گل دهنی، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، درصد روغن و شاخص برداشت وجود داشت که حاکی از تنوع بالا در ژرم پلاسم مورد مطالعه می‌باشد. در بین اجزای عملکرد بیشترین وراحت‌پذیری متعلق به صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق بود. کمترین وراحت‌پذیری نیز به عملکرد دانه در بوته اختصاص داشت که نشان می‌دهد اصلاح غیرمستقیم عملکرد سودمندتر خواهد بود. ضرایب همبستگی فتوتیپی و ژنوتیپی نشان داد که صفات تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه داشتند. نتایج رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه مسیر نشان داد که تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه از مهم‌ترین اجزای عملکرد محسوب می‌شوند که در این میان تعداد طبق در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت. این صفات می‌توانند به عنوان شاخص انتخاب در برنامه‌های بهنژادی مورد استفاده قرار گیرند. نتایج تجزیه به عامل‌ها، ۳ عامل را مشخص نمود که ۷۲/۵۶ درصد از تنوع کل را توجیه کردند. این عامل‌ها به ترتیب عامل فنولوژیک، مخزن فیزیولوژیک و عامل بهره‌وری نامیده شدند. تجزیه کلاستر بر اساس صفات مورفولوژیک و زراعی ژنوتیپ‌ها را در سه کلاستر گروه‌بندی کرد. ژنوتیپ‌های ایرانی به طور مشخص از ژنوتیپ‌های خارجی جدا شدند و در کلاستر سوم قرار گرفتند. به طور کلی نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی وسیعی در ژرم پلاسم ایرانی و خارجی وجود دارد که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، ژرم پلاسم خارجی، گلنگ، زودرسی

۱ و ۲ و ۳ به ترتیب دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: majidi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

اطلاعات برای تولید و توسعه ارقام دارای بهره‌وری بهتر در گونه‌های کشت شده می‌باشد (۱۰). تجزیه و تحلیل و تفسیر دقیق تنوع ژنتیکی در ژرمپلاسم موجود از مهم‌ترین مراحل در برنامه‌های اصلاحی است که امکان طبقه‌بندی و توصیف دقیق نمونه‌ها را فراهم آورده و اصلاح‌گر را در شناسایی زیر مجموعه‌ها و نمونه‌هایی که امکان استفاده مؤثر از آنها در برنامه‌های اصلاحی آتی وجود دارد را یاری می‌دهد و علاوه بر حصول برآورد دقیق از میزان تنوع موجود در ژرمپلاسم، والدین متتنوع برای ایجاد نتاج متفرق که دارای حداقل تنوع برای انتخاب‌های بعدی و استفاده در دیگر برنامه‌های اصلاحی می‌باشند، نیز قابل شناسایی هستند. از طرفی امکان ادغام ژن‌های مطلوب از ژرمپلاسم‌های دیگر به ژرمپلاسم پایه فراهم می‌آید (۱۲).

متخصصین اصلاح نباتات به منظور دستیابی به اهداف اصلاحی مختلف مانند رسیدگی زودتر، مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده و کیفیت محصول، ژرمپلاسم‌های معرفی شده از سایر کشورها را مورد استفاده قرار می‌دهند (۱۱). یک ابزار اساسی برای اصلاح‌کنندگان گیاهان، معرفی گونه‌های مختلف گیاهی از مناطق جغرافیایی مختلف به یک محیط جدید می‌باشد. به علاوه ژرمپلاسم خارجی ممکن است به منظور توسعه تنوع ژنتیکی و اصلاح ژرمپلاسم بومی مورد استفاده قرار گیرد. هدف از معرفی، آزاد کردن یک رقم در یک منطقه جدید، گسترش تنوع ژنتیکی میان ذخیره اصلاحی ژنتیکی موجود می‌باشد. هم‌چنان استفاده از ژرمپلاسم معرفی شده در برنامه‌های اصلاحی، مهم‌تر از آزاد کردن مستقیم مواد معرفی شده برای کشت می‌باشد (۱۷). به منظور گسترش تنوع ژنتیکی می‌توان در بین واریته‌هایی که صفات مطلوب دارند، دو رگ‌گیری انجام داد و با گرینش نتایج، ارقام جدیدی با مجموع صفات خوب والدین را به دست آورد. والدینی که از لحاظ ژنتیکی متفاوت هستند، معمولاً هیریدهایی با هتروزیس بیشتر تولید می‌کنند و احتمال به دست آوردن نتایج تفرق یافته برتر را افزایش می‌دهند، بنابراین تنوع بین ژنوتیپ‌ها پیش‌نیاز انجام

گلنگ زراعی (Safflower) با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. یکی از گونه‌های خانواده Compositae است (۲۲). گلنگ امروزه برای تولید دانه به منظور استخراج روغن خوارکی و نیز تغذیه پرندگان کشت می‌شود ولی در گذشته این گیاه به خاطر گل‌های آن در رنگ و طعم دادن به غذا، تهیه رنگ پارچه و کاربردهای دارویی متعدد در طب سنتی کشت می‌گردید (۲۲). دانه گلنگ دارای ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن، ۱۵ تا ۲۵ درصد پروتئین، ۳۶ تا ۶۰ درصد پوسته می‌باشد. گلنگ به علت دارا بودن اسید چرب غیراشبع و ضروری لینولئیک (۸٪) و کیفیت تغذیه‌ای در حد روغن زیتون در برخی از ارقام، به عنوان یک گیاه دانه روغنی دارای اهمیت فراوان می‌باشد (۱ و ۸).

گلنگ گیاهی سازگار با شرایط اقلیمی ایران می‌باشد که از سالیان دور در ایران به صورت جنبی کشت می‌شده است، ولی به دلیل نبودن ارقام با عملکرد بالا، طولانی بودن دوره رشد و وجود آفات و بیماری‌ها از سطوح کشت قابل توجهی برخوردار نبوده است (۸).

اساس علم اصلاح نباتات بر وجود تنوع ژنتیکی در جوامع گیاهی استوار است و اصولاً بدون وجود تنوع، به نژادی و انتخاب مفهومی نخواهد داشت (۱۱). از آنجائی که منابع ژنتیکی گیاهی علاوه بر زیربنای توسعه کشاورزی، به عنوان منبع سازگاری ژنتیکی هم‌چون سپری در مقابل تغییرات محیطی عمل می‌کنند، فرسایش این منابع امنیت غذایی جهان را با تهدید جدی مواجه می‌سازد. بنابراین نیاز به حفظ و نگهداری از این منابع به عنوان سد محافظی در برابر مشکلات غیرقابل پیش‌بینی در آینده بر همگان آشکار است و چشم‌انداز کاهش تنوع ژنتیکی به همراه تقاضای روز افزون برای این منابع، آنها را در مرکز توجه جهانی قرار داده است (۱۰). بدین منظور یکی از مهم‌ترین راه‌ها برای جلوگیری از فرسایش ژنتیکی محافظت اکوسیستم‌های طبیعی به ویژه منابع ژنتیکی موجود در آنها است (۱۱). هدف اصلی از مطالعه تنوع ژنتیکی و ارتباط میان کلکسیون‌های ژرم پلاسم، در نهایت مورد استفاده قرار دادن این

خصوصیات زراعی و مورفولوژیک در ژرم پلاسم ژنوتیپ‌های گلرنگ داخلی و خارجی، بررسی روابط بین صفات و تعیین صفات مؤثر بر عملکرد دانه به عنوان شاخص انتخاب در برنامه‌های به نژادی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس تنوع ژنتیکی در خصوصیات مورفولوژیک و تعیین ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ عملکرد دانه، روغن و دیگر صفات زراعی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۰ - ۱۳۸۹) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان انجام شد. محل آزمایش بر اساس طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم بسیار خشک با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه منطقه به ترتیب 14°C میلی متر و 45°C است. بافت خاکی این منطقه لومی رسی با اسیدیته $7/5$ و وزن مخصوص ظاهری $1/4$ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد. در این مطالعه 100 ژنوتیپ مختلف گلرنگ شامل 83 ژنوتیپ خارجی از مناطق چغرافیایی مختلف دنیا و 17 ژنوتیپ داخلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های خارجی از بانک ژن گیاهی آلمان (IPK) و آمریکا (USDA) و ژنوتیپ‌های داخلی نیز از لاینهای اصلاحی و ژنوتیپ‌های موجود در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه گردیدند. آزمایش به صورت طرح لاتیس ساده 10×10 با دو تکرار در هر سال اجرا شد.

در اواسط اسفند ماه بذور هر ژنوتیپ به صورت نواری در دو ردیف به طول دو متر با فاصله بین ردیفی 35 سانتی متر و فاصله روی ردیفی 10 سانتی متر، به عنوان یک واحد آزمایشی کشت گردیدند. آبیاری تا زمان استقرار گیاهچه‌ها هر 3 تا 5 روز یکبار و از مرحله استقرار به بعد به طور تقریبی هر 10 روز یکبار انجام گردید. به منظور تکمیل ازت مورد نیاز گیاه، در مرحله به ساقه رفتن از کود اوره به صورت سرک و به میزان 100 کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. جهت کنترل علف‌های

انجام تجزیه و تحلیل‌های ژنتیکی می‌باشد (۲). وتالانین و همکاران (۲۱) با بررسی سودمندی و تنوع در صفات زراعی ژرم پلاسم گیاهی معرفی شده برای جو که شامل توده‌های بومی، کولتیوارهای برتر و گونه‌های خویشاوند بودند مشاهده کردند که بهترین منع برای زودرسی و بیشترین وزن هزار دانه میان توده‌های بومی و کولتیوارهای برتر بود. همیرید حاصل از تلاقی بین توده‌ها و کولتیوارهای برتر منجر شد که زودرسی و وزن هزار دانه خارج از حد تجاوز قرار گیرند و در نتیجه باعث شد که تنوع با ارزش جدیدی در مواد اصلاحی جو ایجاد شود. الفا و همکاران (۶) تنوع معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از لحاظ صفات فنوتیپی مشاهده کردند. امیدی و همکاران (۱۳) تنوع ژنتیکی صفات مهم زراعی را در صد ژنوتیپ گلرنگ بهاره مورد بررسی قرار دادند و تفاوت‌های بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر تمامی صفات مورد مطالعه مشاهده کردند. در این مطالعه ضریب تغییرات ژنتیکی دامنه‌ای بین $3/65$ تا $35/7$ درصد به ترتیب برای صفات تعداد روز تا سبز شدن و عملکرد روغن داشت. امینی و همکاران (۱) تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های گلرنگ داخلی را بررسی و برای برخی صفات تنوع قابل ملاحظه مشاهده کردند لیکن تنوع در زمان رسیدگی و ارتفاع بالا نبود.

گلرنگ دارای مراکز تنوع متفاوتی در دنیا است (از جمله ایران) و از هند تا چین و آفریقا و اروپا پراکنده می‌باشد. به منظور مورد استفاده قرار دادن ارقام اصلاح شده در سایر کشورها و اینکه برای برخی صفات مثل پاکوتاهی، زودرسی و ... تنوع کافی در گلرنگ‌های ایرانی دیده نشده است، لازم است که کلکسیون‌های ژرم‌پلاسم سایر نقاط دنیا نیز مورد بررسی قرار گیرد. اگرچه تحقیقاتی در زمینه تنوع ژنتیکی در نمونه‌های گلرنگ داخلی صورت گرفته اما بررسی جامع و کاملی از مقایسه ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی گلرنگ کمتر صورت گرفته تا بتوان نسبت به بهبود ارقام داخلی و معرفی ارقام جدید و سازگار با شرایط آب و هوایی کشور اقدام کرد. بر این اساس این مطالعه با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی

محاسبه گردید.

$$h^2 = \frac{\delta g^2}{\delta g^2 + \frac{\delta gy^2}{y} + \frac{\delta ge^2}{ey}} \quad (1)$$

در رابطه فوق σ_g^2 واریانس ژنتیکی، σ_{gy}^2 واریانس اثر متقابل ژنتیپ و سال، σ_e^2 واریانس خطای تعداد تکرار و y تعداد سال می‌باشد. به منظور گروه بندی اکوتیپ‌ها نیز از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار فاصله استفاده شد.

نتایج و بحث

آمار توصیفی صفات مورد بررسی در جدول ۱ و نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس مرکب اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنتیپ‌های مورد بررسی و اثر متقابل ژنتیپ × سال از لحاظ تمامی صفات نشان داد. اثر سال نیز برای تمامی صفات به جز تعداد طبق در بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). به طور متوسط ژنتیپ‌ها در سال اول حدود ۹۸ و در سال دوم ۱۰۰ روز بعد از کاشت وارد مرحله گل‌دهی شدند (جدول ۱). با توجه به نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها برای صفت روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی بین ژنتیپ‌ها، تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت وجود داشت. در این ارزیابی، ژنتیپ ۵۳۷۶۵۲ PI از مکزیک با میانگین ۷۹ روز در سال اول و ۹۲ روز در سال دوم کمترین مقدار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی را به خود اختصاص دادند. همچنین در این مطالعه، ژنتیپ ۸۷ CART از رومانی بیشترین مقدار را برای این صفت داشت (۱۱۰ و ۱۲۴ روز به ترتیب در سال اول و دوم) (جدول نشان داده نشده است). زودرسی یکی از اهداف اصلاحی مهم در برنامه‌های بهنژادی گلنگ می‌باشد. اهمیت ارقام زودرس بهویژه در مناطقی که طول فصل رشد کوتاه‌تر است، بیشتر می‌باشد. همچنین در کاشت تأخیری و یا کاشت دوم در تابستان که توزیع بهینه آب

هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۲ در هزار و قبل از کاشت استفاده شد و کنترل بقیه علف‌های هرز در طی مرحله داشت به طریق دستی انجام گرفت. طی مرحله داشت، مزرعه با سم دیازینون و با غلظت ۲ در هزار برای مبارزه با مگس گلنگ سم‌پاشی گردید. در این بررسی از قسمت وسط هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه انتخاب و صفات روز تا گل‌دهی، تعداد طبق در بوته، ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و شاخص برداشت یادداشت برداری گردید. صفت روز تا گل‌دهی به صورت مشاهده‌ای برای هر واحد آزمایشی ثبت گردید. ارتفاع از سطح زمین تا بالاترین طبق‌های تشکیل شده در ۱۰ بوته تصادفی از واحد آزمایشی اندازه‌گیری و متوسط آن منظور شد. تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه در بوته نیز بر اساس میانگین آنها در ۱۰ بوته برداشتی از هر واحد آزمایشی تعیین گردید. وزن هزار دانه برای هر واحد آزمایشی مشخص شد. محتوای روغن دانه‌ی ژنتیپ‌های مختلف نیز با استفاده از دستگاه NIR اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس برای صفات مختلف بر اساس طرح آماری تجزیه مرکب انجام گرفت و تیمارها به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) مقایسه گردیدند. با استفاده از میانگین صفات طی دو سال، ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین صفات مورد محاسبه قرار گرفتند. همچنین از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای، به منظور تعیین صفاتی که بیشترین توجیه را در تغییرات عملکرد دانه داشتند، استفاده شد. با استفاده از نرم‌افزار Path analysis نیز تجزیه ضرایب مسیر برای تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد دانه استفاده شد. جهت یافتن عوامل پنهانی، تجزیه به عامل‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS انجام شد. اجزاء متشکله واریانس با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات طرح آماری برآورد گردید و سپس ضریب تنوع ژنتیکی با استفاده از نرم‌افزار SAS محاسبه گردید. برآورد و راثت‌پذیری عمومی صفات با استفاده از رابطه زیر بر اساس امید ریاضی طرح تجزیه مرکب

جدول ۱. آمار توصیفی صفات مختلف زراعی ژنتیکی های گلریگ

ردیف	نام ژنتیکی (۱)	وراثت پذیری (۲)			ضریب تغییرات ژنتیکی (۳)			میانگین			پیشینه			کمینه		
		سال اول		سال دوم	کل	سال اول		سال دوم	میانگین	سال اول	سال دوم	میانگین	سال اول	سال دوم	کمینه	
۸۱	۸۱/۹۴	۹۲/۶۱	۹۰	۱/۹۰	۹۷/۳۳	۹۸/۵۶	۱۰۰/۶۶	۹۸/۵۶	۱۱۳/۰۰	۱۰۹/۰۰	۱۰۸/۴	۱۱۳/۰۰	۷۹/۰۰	۷۸/۹۱	روز تا ۵۰ درصد گل دهنده	
۱۴	۵۱/۵۹	۷۰	۱۲/۷۸	۳۲/۲۴	۱۷/۱۶	۳۱/۵۶	۴۰/۱۰	۹۰/۶۴	۷۰/۷۸	۵۰/۱۰	۹۰/۶۴	۴۰/۱۰	۷۰/۷۸	۴/۶	عملکرد دانه در بورته (g)	
۷۸	۸۷/۸۱	۹۰/۹۳	۸/۵۸	۱۶/۷۸	۹۹/۳۳	۸۲/۴۹	۱۲۹/۰۰	۱۱۷/۶۶	۵۲/۰۰	۳۶/۹۱	۱۱۷/۶۶	۸۲/۴۷	۵۲/۰۰	۳۶/۹۱	ارتفاع (cm)	
۱۶	۲۳/۹۴	۷۷/۵۱	۱۴/۵۶	۲۹/۶۹	۲۲/۵۷	۲۹/۸۵	۳۲/۲۴	۸۴/۴۷	۷/۹۸	۷/۹۸	۸۴/۴۷	۳۲/۲۴	۷/۹۸	۷/۹۸	تعاد طبق در بورته	
۷۳	۷۶/۹۰	۹۴/۶	۱۱/۷۸	۳۹/۱۷	۲۱/۴۳	۲۹/۹۵	۴۹/۸۴	۹۲/۲	۲/۴۹	۹۲/۲	۴۹/۸۴	۹۲/۲	۲/۴۹	۹۲/۸۲	تعاد دانه در طبق	
۸۶	۷۹/۳۴	۹۵/۸۲	۶/۶۲	۱۹/۱۳	۳۷/۱۵	۳۷/۶۶	۵/۵۸	۵۸/۹۷	۲۶/۷۶	۵۰/۵۸	۵۸/۹۷	۵۰/۵۸	۵۰/۵۸	۲۶/۷۶	وزن هزار دانه (g)	
۷۳	۶۰/۵۹	۹۱/۷۷	۵/۶	۹/۷	۲۸/۳۰	۲۵/۹۷	۳۳/۶۰	۳۱/۳۶	۲۲/۴۵	۱۹/۱۰	۳۳/۶۰	۳۴/۹۵	۳۴/۹۵	۲۲/۴۵	درصد روغن	
۴۱	۲۷/۴۴	۷۴/۷۱	۱۳/۸۸	۹/۹۹	۲۱/۶۶	۳۴/۲۱	۴۴/۹۵	۴۸/۹۷	۱۳۰	۲۰	۴۸/۹۷	۴۴/۹۵	۱۳۰	۲۰	شناخت برداشت (%)	

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجراء عملکرد و سایر صفات زراعی در ژنتیکی های گلریگ

ردیف	نام ژنتیکی (۱)	میانگین مرتعات															منابع تغییرات	درجہ آزادی	روز تا ۵۰ درصد گل دهنده	عملکرد دانه در بورته
		ارتفاع	تعاد طبق در بورته	تعاد دانه در طبق	وزن هزار دانه	درصد روغن	شناخت برداشت	ارتفاع	تعاد طبق در بورته	تعاد دانه در طبق	وزن هزار دانه	درصد روغن	شناخت برداشت	ارتفاع	تعاد طبق در بورته	تعاد دانه در طبق	وزن هزار دانه	درصد روغن	شناخت برداشت	
۱۷۲۲۴/۹۰***	۵۱/۰/۹۸***	۱۳/۹۰	۱۱۲/۹۱***	۸۱/۴۷/۳۱***	۶/۱۹/۳/۹۱***	۲۲۸/۸/۷۰***	۲۲۸/۸/۷۱***	۱۱۰/۷۲/۹۲***	۵۷/۱۲***	۲۸۴۹۳/۴۳***	۱	سال	سال (تکرار)	سال	سال (تکرار)	سال	سال	سال	سال	
۱۱۷/۶۴**	۱/۹۶	۱/۵۰۹	۷/۹/۱۶*	۴۳۲/۷/۸۱***	۷/۷/۶۱***	۱۱۰/۷۲/۹۲***	۱۱۰/۷۲/۹۲***	۱۱۰/۷۲/۹۲***	۵۷/۱۲***	۵۷/۱۲***	۴	سال	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	
۵۴/۴۹**	۱۶۳/۸*	۱۳۶/۹/۸**	۳۰/۱/۰۹**	۱۷/۷/۰/۱*	۶۴/۱/۴۰**	۱۹/۴/۴۴**	۱۹/۴/۴۴**	۱۹/۴/۴۴**	۶۵/۱۷**	۶۵/۱۷**	۹۹	سال	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	زن ترتیب	
۳۱۱/۷۷**	۵/۱۱۹**	۲۰/۰/۸۷**	۱۴۷/۵/۵**	۱۳۸/۷/۵**	۱۸۵/۵/۵*	۱۸۵/۵/۵**	۱۸۵/۵/۵**	۱۸۵/۵/۵**	۱۲۳/۵/۵**	۱۲۳/۵/۵**	۹۹	سال	خطا	خطا	خطا	خطا	خطا	خطا	خطا	
۱۸۸/۳۵	۲/۷۳	۹/۹۰	۲۱/۷۸	۳۲/۷۶	۵/۱/۱۹	۸/۸/۹۳	۸/۸/۹۳	۸/۸/۹۳	۷/۹۷	۷/۹۷	۱۹۸	سال	خطا	خطا	خطا	خطا	خطا	خطا	خطا	
۱۵۱۱۸	۵/۹۷	۸/۴۴	۱۸/۱۴	۳۰/۱/۰	۸/۶۲	۲۸/۱۴	۲۸/۱۴	۲۸/۱۴	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	۲/۴۶	

* : غیر معنی دار و ** : به ترتیب معنی دار سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ژنتیپ‌ها از لحاظ ارتفاع بوته، وجود تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالای برآورد شده برای این صفت و با توجه به اینکه بوته‌های پا بلند برای برداشت مکانیزه مناسب نیستند و خوابیدگی محصول و در نتیجه کاهش محصول را به دنبال خواهند داشت، امکان انتخاب ژنتیپ‌های مناسب جهت مقاومت به ورس و برداشت مکانیزه وجود دارد. یکی از معضلات فعلی کشت و کار گلنگ در ایران آن است که ارقام و توده‌های بومی کشور عموماً پا بلند و دیررس می‌باشند (این دو صفت عموماً با یکدیگر همبستگی دارند). این دو ویژگی نامطلوب عموماً باعث رشد رویشی بالا، ورس و خوابیدگی بوته، توسعه بیماری‌ها (ناظیر بوته‌میری و سفیدک پودری) و عدم امکان فرار از تنش خشکی اواخر فصل رشد (در تابستان که عموماً مشکل کم آبی در بسیاری استان‌ها مثل اصفهان وجود دارد) می‌گردد که در نهایت کاهش شدید عملکرد را به دنبال خواهد داشت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که از تنوع موجود بین ارقام خارجی می‌توان برای بهبود این دو ویژگی ارقام داخلی استفاده کرد.

تعداد طبق در بوته برای ژنتیپ‌ها بین ۶/۰۹ تا ۸۴/۴۷ عدد در سال اول و ۷/۹۸ تا ۳۲/۲۴ عدد در سال دوم متغیر بود (جدول ۱). ضریب تغییرات ژنتیکی برای این صفت در سال اول و دوم به ترتیب ۲۹/۶۹ و ۱۴/۵۶ درصد بود و ژنتیپ‌ها برای این صفت تنوع ژنتیکی نسبتاً بالای را نشان دادند. با توجه به اینکه تعداد غوزه در بوته می‌تواند یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه باشد، در صورت لزوم می‌توان ژنتیپ‌هایی را انتخاب نمود که تعداد طبق در بوته بیشتری را تولید نمایند. همچنین ضرایب تغییرات ژنتیکی بالایی برای این صفت مشاهده گردید که امیدی و همکاران (۱۳) نیز در مطالعه خود ضریب تغییرات ژنتیکی بالایی را برای صفت تعداد طبق در بوته گزارش کردند. ژنتیپ‌ها از لحاظ تعداد دانه در غوزه نیز دارای تفاوت معنی‌داری بودند و میانگین آن در سال اول برابر با ۲۹/۹۵ و در سال دوم برابر با ۲۱/۴۳ عدد بود (جدول ۱). ژنتیپ‌های PI ۵۳۷۶۵۲ و PI ۶۵۳۲۱۳ به ترتیب از چین و کنیا

آبیاری بین محصولات پاییزه و بهاره دارای اهمیت است، استفاده از ارقام زودرس بسیار مهم می‌باشد. در بین صفات مورد مطالعه، صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی در مقایسه با سایر صفات دارای ضریب تنوع ژنتیکی کمتری بود لذا از تنوع کمتری در مقایسه با سایر صفات برخوردار بود.

عملکرد دانه در بوته دارای دامنه‌ای از ۴/۶ تا ۹۰/۶۴ گرم در بوته در سال اول و ۰/۷۸ تا ۴۰/۱۰ گرم در سال دوم بود (جدول ۱). ضریب تغییرات ژنتیکی این صفت نشان می‌دهد که تنوع نسبتاً زیادی برای این صفت وجود دارد. کمترین مقدار عملکرد در سال اول متعلق به ژنتیپ ۱۹ ۵۳۲۶۱۹ از قبرس و در سال دوم مربوط به ژنتیپ ۵۳۷۶۵۲ از مکزیک بود و بیشترین آن نیز متعلق به ژنتیپ‌هایی از رومانی و تاجیکستان بود. با توجه به اینکه مقدار عملکرد دانه در بوته برخی ژنتیپ‌های خارجی از پرعملکردترین ژنتیپ‌های ایرانی بیشتر و اختلاف آنها نیز معنی‌دار بود، می‌توان از این تنوع موجود در ارقام خارجی برای افزایش عملکرد گلنگ در کشور استفاده نمود. ضریب تغییرات ژنتیکی و وراثت‌پذیری در سال اول نسبت به سال دوم بیشتر بود (جدول ۱). در مجموع دو سال صفت عملکرد دارای کمترین مقدار وراثت‌پذیری نسبت به سایر صفات بود (جدول ۱) که نشان می‌دهد عوامل محیطی تأثیر عمده‌ای بر این صفت دارند و در نتیجه بایستی از سایر صفات که وراثت‌پذیری بیشتری دارند جهت انتخاب و بهبود آن بهره برد.

ژنتیپ‌ها از لحاظ ارتفاع بوته دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول ۲) و میانگین آنها از ۱۱۷/۶۶ تا ۳۶/۹۱ سانتی‌متر در سال اول و ۵۲ تا ۱۲۹ سانتی‌متر در سال دوم نوسان داشت که تنوع بیش از ۷۰ سانتی‌متر را بین حداقل و حداکثر نشان می‌دادند. وراثت‌پذیری کل برای ارتفاع ۷۸ درصد برآورد گردید (جدول ۱). کاماس و اسنال (۵) و امینی و همکاران (۱) وراثت‌پذیری بالایی برای این صفت برآورد نمودند. ژنتیپ PI ۵۳۷۶۵۲ از مکزیک پا کوتاه‌ترین و ژنتیپ ۵۵ CART از لهستان پا بلندترین بودند. به دلیل معنی‌دار بودن تفاوت

جدول ۳. ضرایب همبستگی فنوتیپی (بالای قطر) و همبستگی ژنوتیپی (پایین قطر) بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های گلنگ

صفات	گل دهی	در بوته	ارتفاع	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	درصد روغن	شاخص برداشت
روز تا ۵۰ درصد گل دهی	۱	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۷۵ ^{xx}	۰/۲۴ ^{ns}	-۰/۲۶ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	
عملکرد دانه در بوته	۱	۰/۱۷	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۲۹ ^{xx}	۰/۰۳ ^{**}	۰/۲۳*	۰/۳۸**	
ارتفاع	۰/۸۱	۰/۰۲	۱	-۰/۰۹ ^{ns}	۰/۴۹ ^{**}	-۰/۴۱ ^{**}	۰/۳۵**	۰/۱۲ ^{ns}
تعداد طبق در بوته	-۰/۰۸	-۲/۴۱	-۰/۳۳	۱	-۰/۴۲ ^{**}	-۰/۰۶ ^{ns}	-۰/۱۹*	۰/۰۰۶ ^{ns}
تعداد دانه در طبق	۰/۲۲	۰/۶۸	۰/۵۷	۱	-۱/۱۸	-۰/۳۲ ^{**}	۰/۵۴**	۰/۳۷**
وزن هزار دانه	-۰/۳۱	۰/۷۶	-۰/۰۵۳	-۰/۲۰	-۰/۳۴	۱	-۰/۰۲ ^{ns}	-۰/۱۰ ^{ns}
درصد روغن	۰/۱۴	۰/۸۰	۰/۴۸	-۰/۷۴	۰/۶۰	-۰/۲۳	۱	۰/۲۹**
شاخص برداشت	-۰/۰۲	۰/۴۸	۰/۱۹	-۰/۹۴	۰/۴۵	-۰/۲۰	۰/۴۴	۱

ns : غیر معنی دار * و ** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

و دامنه آن از ۱۹/۱۵ تا ۳۱/۳۶ در سال اول و از ۲۲/۴۵ تا ۳۳/۶۰ درصد در سال دوم متغیر بود (جدول ۳). ژنوتیپ‌های CART 64 و 253544 PI به ترتیب از اسلواکی و لهستان دارای کمترین و ژنوتیپ‌های 572426 PI و 657790 PI از امریکا و مکزیک دارای بیشترین درصد روغن بودند. روغن دانه گلنگ از عوامل بسیار مهم در توسعه کشت گلنگ در مناطق جدید می‌باشد که از خصوصیات مهم اقتصادی است. برای صفت درصد روغن دانه و راثت‌پذیری بالا و برابر با ۷۳ درصد به دست آمد. همچنین ضریب تغییرات ژنتیکی در سال اول و دوم به ترتیب برابر با ۹/۷ و ۵/۶ برآورد گردید (جدول ۱). امیدی و همکاران (۱۳) نیز با ارزیابی یک صد ژنوتیپ بهاره گلنگ در شرایط مطلوب، ضریب تغییرات ژنتیکی برابر با ۹/۹ درصد را به دست آورده‌اند که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت. صفت شاخص برداشت نیز تنوع بالای نشان داد و اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفت وجود داشت (جدول ۲). عملکرد و شاخص برداشت بیشتر نشان دهنده اختصاص بهتر مواد فتوستمزی به عملکرد اقتصادی می‌باشد که می‌تواند به عنوان یک صفت مناسب در اصلاح ارقام با عملکرد بالا استفاده شود. صفت شاخص برداشت در اصلاح محصولات زراعی بسیار مهم می‌باشد که می‌تواند از ارقام با شاخص

دارای کمترین و ژنوتیپ‌های ۷۰ CTNIR و ۸ CART به ترتیب از لیبی و ایران دارای بیشترین تعداد دانه در طبق بودند. ضرایب تنوع ژنتیکی برای این صفت در هر سال به ترتیب برابر به ۱۱/۷۸ و ۳۹/۱۷ درصد به دست آمد. با توجه به اینکه تعداد دانه در طبق یکی از اجزای مهم عملکرد دانه است، می‌توان از خاصیت جبرانی این صفت در افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های زودرس بهره جست و ژنوتیپ‌های زودرس با عملکرد بالا تولید نمود.

صفت وزن هزار دانه نیز از تنوع قابل ملاحظه‌ای برخوردار بود به طوری که میانگین آن در هر دو سال برابر و حدود ۳۷ گرم بود (جدول ۱). همچنین بیشترین و راثت‌پذیری نیز با ۸۶ درصد برای وزن هزار دانه برآورد گردید که نشان می‌دهد انتخاب جهت بهبود و افزایش وزن هزار دانه می‌تواند مؤثر باشد و با انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب می‌توان عملکرد را افزایش داد. و راثت‌پذیری عمومی این صفت را الفال و همکاران (۶) درصد گزارش کردند. همچنین در مطالعه بیدگلی و همکاران (۴) بر روی ژنوتیپ‌های گلنگ پاییزه تنوع بالایی برای این صفت دیده شد.

میانگین درصد روغن برای کلیه ژنوتیپ‌ها در سال اول برابر با ۲۵/۹۷ درصد و در سال دوم برابر با ۲۸/۳۰ درصد بود

جدول ۴. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین سهم نسبی اجزای عملکرد دانه در ژنتیپ‌های گلنگ

F	R^2	مدل	ضرایب رگرسیون			متغیرهای اضافه شده به مدل	مدل
			b_7	b_7	b_1		
۴۰/۰۶**	۰/۲۹				۰/۵۶	۹/۷۹	تعداد طبق در بوته (X_1)
۸۳/۸۹**	۰/۶۱			۰/۵۰	۰/۸۴	-۱۰/۷۸	تعداد دانه در طبق (X_2)
۱۱۶/۱۷**	۰/۸۲		۰/۶۷	۰/۵۹	۰/۹۶	-۴۰/۴۹	وزن هزار دانه (X_3)

ns: غیر معنی دار * و ** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

رابطه منفی بین اندازه دانه و محتوای روغن نتیجه اثر غیر مستقیم پوسته دانه می‌باشد. وی نشان داد که اثر مطلوب صفت تعداد دانه در طبق بر روی محتوای روغن در نتیجه اثرات مستقیم و غیرمستقیم درصد پوسته و عملکرد تک بوته است. همبستگی درصد روغن با صفات روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، عملکرد و تعداد طبق در بوته معنی دار نبود (جدول ۳) که نشان می‌دهد احتمالاً اصلاح برای این صفات بدون کاهش محتوای روغن امکان‌پذیر می‌باشد. در این مطالعه ضریب همبستگی بین صفت شاخص برداشت و صفات عملکرد دانه در بوته و تعداد دانه در طبق مثبت و معنی دار بود. پاسبان اسلام و همکاران (۱۴) همبستگی مثبت و معنی داری بین شاخص برداشت و عملکرد دانه (۰/۸۶**) در گلنگ گزارش کردند. با توجه به اینکه شاخص برداشت یکی از مهم‌ترین شاخص‌های فیزیولوژیکی در زمینه بهبود عملکرد دانه می‌باشد می‌توان با انتخاب و بهبود صفات همبسته با آن عملکرد را افزایش داد.

نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای برای صفت عملکرد دانه در جدول ۴ نشان داد که از میان صفات اندازه‌گیری شده، تعداد طبق در بوته نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۲۹ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. در مرحله بعد تعداد دانه در طبق وارد مدل شد که این صفت ۳۲ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد که در مجموع ۶۱ درصد تغییرات را توجیه نمودند. بنابراین می‌توان صفات تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق را به عنوان مهم‌ترین عوامل اصلی تبیین کننده تغییرات عملکرد دانه برای ژنتیپ‌های گلنگ را

برداشت بالا اما پتانسیل تولید کم به ارقام با صفات زراعی برتر اما شاخص برداشت پایین منتقل گردد (۲۰). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در ژرم‌پلاسم مورد مطالعه به دلیل وجود تنوع بسیار بالا از نظر این صفت امکان انتقال این ویژگی به سایر ارقام سازگار وجود دارد. برآورده ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین صفات در جدول ۳ آمده است.

نتایج نشان می‌دهد که صفت روز تا ۵۰٪ گل‌دهی با صفت ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی داری ($r_p = ۰/۷۵^{**}$ و $r_g = ۰/۸۱$) داشت. همبستگی فنوتیپی منفی و معنی دار تعداد طبق در بوته با تعداد دانه در طبق ($-۰/۴۲^{**} = r_p$) نشان می‌دهد که با افزایش تعداد طبق در بوته، طبق‌ها کوچک‌تر شده و تعداد دانه‌ها در طبق کمتر می‌شود. رانگا رائو و همکاران (۱۶) نیز با بررسی ژنتیپ‌های گلنگ از هند و آمریکا، همبستگی منفی و معنی داری بین تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق را گزارش کردند. در این مطالعه صفت تعداد دانه در طبق با ارتفاع بوته همبستگی مثبت و با وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی داری داشت (جدول ۳). در مطالعه امینی و همکاران (۱) نیز تعداد دانه در طبق با ارتفاع همبستگی مثبت و با وزن هزار دانه همبستگی منفی داشته است. به نظر می‌رسد هرچه رشد رویشی گیاه بیشتر گردد تعداد دانه در طبق افزایش می‌یابد و با توجه به محدود بودن مواد فتوستزی در گیاه هرچه تعداد دانه بیشتر شود، وزن دانه کمتر می‌شود. هم‌چنین محتوای روغن همبستگی منفی با وزن هزار دانه داشت (جدول ۳). رانگا رائو و همکاران (۱۶) با ارزیابی ژنتیپ‌های گلنگ اعلام داشت که

جدول ۵. تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گلنگ

اثر کل	اثر غیر مستقیم از طریق			اثر مستقیم	صفت
	X _۳	X _۲	X _۱		
۰/۵۳	-۰/۰۲	-۰/۳۵		۰/۹۲	تعداد طبق در بوته (X _۱)
۰/۲۹	-۰/۱۵		-۰/۳۹	۰/۸۴	تعداد دانه در طبق (X _۲)
۰/۱۶		-۰/۲۷	-۰/۰۵	۰/۴۹	وزن هزار دانه (X _۳)
				۰/۴۳	باقی مانده

بر روی عملکرد دانه، تجزیه ضرایب مسیر انجام شد. نتایج تجزیه مسیر برای صفت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گلنگ (جدول ۵) نشان داد که اثر مستقیم تعداد طبق در بوته بر عملکرد دانه مثبت و بسیار بالا (۰/۹۲) و اثر غیرمستقیم آن از طریق صفات تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه منفی (-۰/۳۵ و -۰/۰۲) بود. با توجه به همبستگی متوسط تعداد طبق در بوته با عملکرد دانه (۰/۵۳) می‌توان این طور نتیجه‌گیری کرد که ارتباط تعداد طبق در بوته عمدتاً از طریق این اثرات مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد. پس از صفت تعداد طبق در بوته، صفت تعداد دانه در طبق دارای بیشترین اثر مستقیم (۰/۸۴) بر عملکرد دانه بود و اثر غیرمستقیم آن از طریق صفات تعداد طبق در بوته و وزن هزار دانه منفی بود. به نظر می‌رسد افزایش تعداد طبق در بوته، باعث کوچک شدن طبق‌ها، کاهش اندازه دانه‌ها و در نتیجه کاهش وزن هزار دانه می‌گردد. در مطالعه ارسلان (۳) نیز اثرات مستقیم زیادی برای تعداد دانه در طبق گزارش شد. اثر مستقیم صفت وزن هزار دانه روی عملکرد دانه نیز ۴۹ درصد بود. اثرات غیرمستقیم این صفت از طریق سایر صفات منفی بود و در نتیجه باعث می‌شود که در مجموع این صفت همبستگی پایینی با عملکرد دانه داشته باشد. در مطالعه رانگا رائو و همکاران (۱۶) تعداد دانه در طبق اثر مستقیم و زیادی بر عملکرد دانه گلنگ داشت، ولی اثر اندازه دانه بسیار کم و تأثیر تعداد طبق در بوته آن نیز مثبت و قابل توجه بوده است. با انجام تجزیه به عامل‌ها بر روی صفات مختلف زراعی و در یک صد ژنوتیپ و به روش مؤلفه‌های اصلی عوامل پنهانی شناسایی شدند و جهت تفسیر بهتر عامل‌ها طبق روش

معرفی نمود. در مرحله سوم صفت وزن هزار دانه وارد مدل گردید که این صفت به همراه تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق در مجموع ۸۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. امینی و همکاران (۱) نیز در تجزیه رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در بوته بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد دانه داشتند. ارسلان و همکاران (۳) نیز با بررسی رگرسیون مرحله‌ای بر روی عملکرد دانه گلنگ نشان دادند که تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در بوته وارد مدل شد و بخش اعظم تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. صفوی و همکاران (۱۸) نیز با بررسی رگرسیون مرحله‌ای بر روی عملکرد دانه گلنگ نشان دادند که صفت قطر طبق اولیه در مرحله اول وارد مدل شد و به تهایی ۴۶/۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. بعد از آن صفات تعداد طبق در بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق وارد مدل شدند. این صفات در مجموع ۷۴/۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند.

به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای برای ژنوتیپ‌های گلنگ اولین متغیری که وارد مدل رگرسیون شد تعداد طبق در بوته بود که بیشترین سهم را در تبیین عملکرد دانه داشت و همچنین با توجه بالا بودن ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنتوتیپی این صفت با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گفت که این صفت مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است و می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالاتر مورد توجه قرار گیرد. به منظور بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد

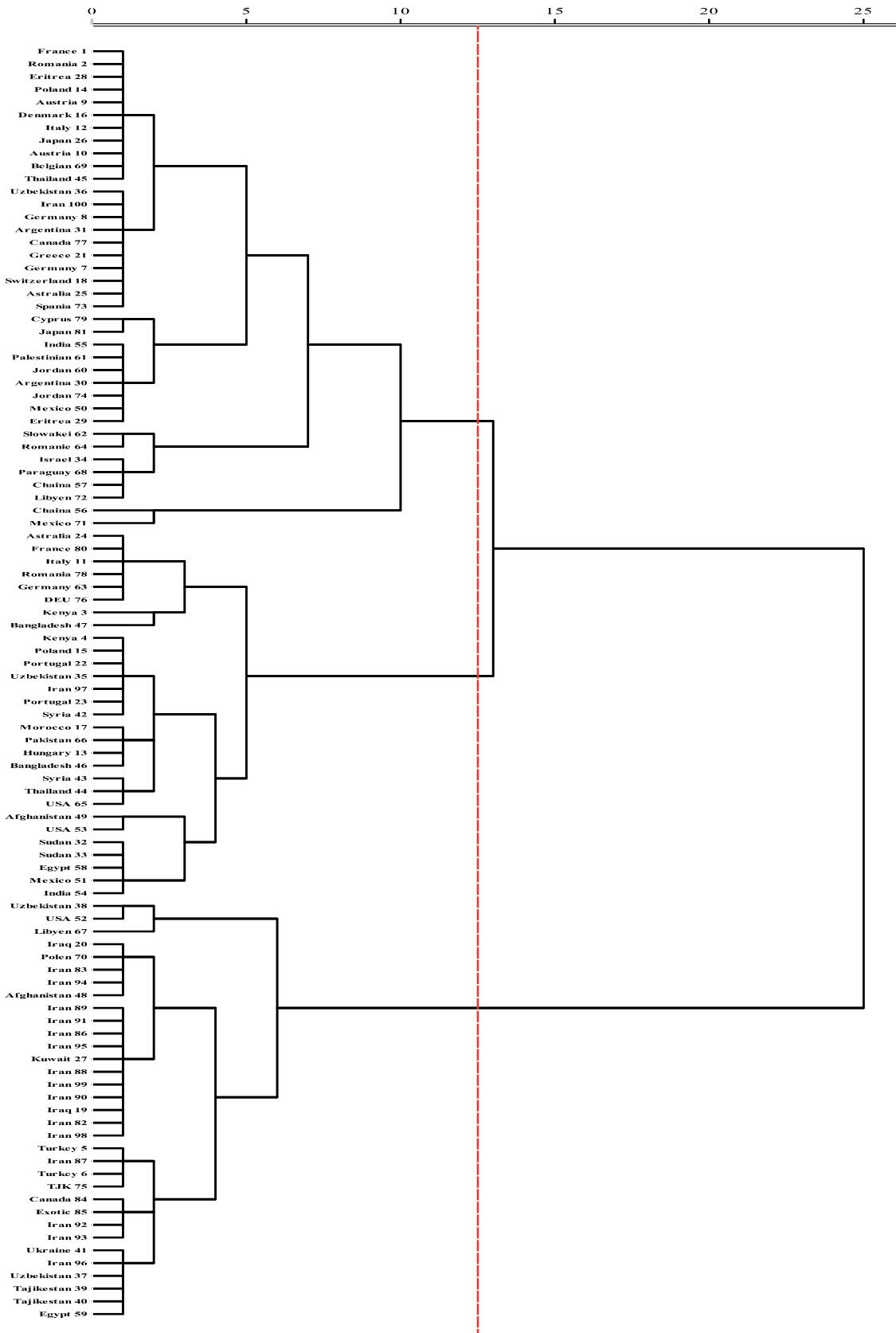
جدول ۶. نتایج تجزیه به عامل‌ها شامل بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده
هر عامل و نسبت واریانس تجمعی توجیه شده در ژنوتیپ‌های گلرنگ

صفات	بار عامل اول	بار عامل دوم	بار عامل سوم
روز تا ۵۰ درصد گل دهی	۰/۸۶	-۰/۰۵	۰/۱۳
عملکرد دانه در بوته	۰/۰۱	-۰/۳۰	۰/۸۹
ارتفاع بوته	۰/۸۸	۰/۲۷	۰/۰۲
تعداد طبق در بوته	-۰/۰۰۵	۰/۴۵	۰/۸۲
تعداد دانه در طبق	۰/۲۱	۰/۷۳	-۰/۰۸
وزن هزار دانه	-۰/۶۲	-۰/۱۰	۰/۱۲
درصد روغن	۰/۳۴	۰/۸۰	-۰/۱۹
شاخص برداشت	-۰/۰۷	۰/۷۰	۰/۲۶
واریانس توجیه شده	۳۴/۴۶	۲۰/۶۱	۱۷/۴۹
واریانس توجیه شده تجمعی	۳۴/۴۶	۵۵/۰۷	۷۲/۵۶

در بوته به‌طور محسوسی دارای ضریب مثبت و بالاتری بودند و این عامل بهره‌وری نامگذاری گردید. بنابراین، این عامل می‌تواند نقش مهمی را به عنوان شاخص انتخاب در برنامه‌های بهزیادی و جهت تولید ارقام با عملکرد مطلوب ایفا کند. حاتم‌زاده (۷) در بررسی ۵۶ ژنوتیپ گلرنگ بیان کرد که بار سه عامل اول ۹۷/۲ درصد از واریانس را توجیه می‌کند و عامل‌ها را به ترتیب عامل بهره‌وری، مخزن و سرمایه ثابت گیاه نامگذاری کرد.

در این مطالعه به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه خوش‌هایی به روش وارد و بر مبنای فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه استفاده شد. شکل ۱ نمودار درختی حاصل از تجزیه خوش‌های ۳ گروه ژنوتیپی را بر اساس آزمون^۲ T کاذب هوتلینگ و آزمون F بیان در فاصله اقلیدسی حدود ۱۲ نشان می‌دهد. خوش‌های ۱ تا ۳ هر کدام به ترتیب دارای ۳۸، ۲۹ و ۳۳ ژنوتیپ بودند. بررسی ژنوتیپ‌های موجود در چهار گروه نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های مناطق مشابه و یکسان به‌طور کلی و تا حدودی در یک کلاستر قرار گرفته‌اند. البته پراکنده بودن بعضی مناطق در بین کلاسترها نشان می‌دهد که غیر از عوامل اقلیمی مربوط به منشأ جغرافیایی، عوامل دیگری

وریماکس دوران داده شدند و نتایج آن در جدول ۶ آورده شد. هرچه میزان واریانس عاملی بیشتر باشد به اعتبار آن عامل در تفسیر تغییرات داده‌ها افزوده می‌شود. سه عامل توائیستند ۷۲/۵۶ درصد از نوع را توجیه کنند که از این میان سه‌هم عوامل اول تا سوم به ترتیب ۳۴/۴۶، ۲۰/۶۱ و ۱۷/۴۹ درصد بود. در ابتدا از طریق صفاتی که بیشترین بار عامل‌ها را داشتند عوامل پنهانی شناسایی و سپس اثر این عامل‌ها بر صفات مختلف بررسی شد به‌طوری که عامل پنهان اول با صفات روز تا ۵۰ درصد گل دهی و ارتفاع بوته رابطه‌ای قوی داشت. این فاکتور با توجه به بار عاملی بزرگ صفات فنولوژیک، عامل فنولوژیک نامیده شد. با استفاده از این عامل به عنوان شاخص انتخاب می‌توان ژنوتیپ‌های زودرس‌تر با ارتفاع کمتر را انتخاب نمود. در عامل دوم صفات تعداد دانه در طبق، درصد روغن و شاخص برداشت ضرایب بالاتر و در جهت مثبت بر این عامل اثر داشتند. با توجه به اینکه شاخص برداشت نیز یکی از مهم‌ترین شاخص‌های فیزیولوژیکی در زمینه بهبود عملکرد دانه می‌باشد، می‌توان این عامل را به عنوان عامل مخزن فیزیولوژیک تلقی نمود. در عامل سوم که ۱۷/۴۹ درصد از نوع کل موجود در داده‌ها را توجیه کرد صفات عملکرد دانه در بوته و تعداد طبق



شکل ۱. نمودار حاصل از تجزیه خوش‌های به روش وارد و بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی در صد ژنوتیپ گلنگ

صفت مربوط به نوع ترکیبات اسید چرب، ژنتیپ‌های گلرنگ داخلی و خارجی به هشت گروه جغرافیایی تقسیم کردند.

در مجموع نتایج این مطالعه تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای بین تمامی ژنتیپ‌های ایرانی و خارجی از نظر تمامی صفات مورد بررسی نشان داد. نتایج نشان داد که صفت تعداد طبق در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در ژنتیپ‌های مورد مطالعه است لیکن بهدلیل اینکه وراثت پذیری پایین‌تری نسبت به تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه دارد، هر سه جزء می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای گزینش ژنتیپ‌های با عملکرد بالاتر مورد توجه قرار گیرند. برخی ژنتیپ‌های خارجی از لحاظ برخی صفات مانند روز تا گل‌دهی، ارتفاع، تعداد طبق و ... تفاوت‌های قابل توجهی با ژنتیپ‌های داخلی داشتند. نظر به اینکه از مشکلات کشت گلرنگ در ایران دیررس بودن (عدم امکان فرار از تنش خشکی اواخر فصل رشد) و پابندی (خوابیدگی بوته و توسعه بیماری‌ها نظیر بوته‌میری و سفیدک پودری) می‌باشد، نتایج این پژوهش نشان داد که از تنوع موجود بین ارقام خارجی می‌توان برای بهبود این ویژگی‌ها در ارقام داخلی استفاده کرد.

سپاسگزاری

بخشی از هزینه اجرای این پژوهش از محل اعتبارات طرح شماره ۹۰۰۰۲۵۴۲ صندوق پژوهشگران کشور تأمین شده است که بدین وسیله قدردانی می‌گردد.

مانند تبادل مواد اصلاحی، وارد کردن مواد ژنتیکی و فراسایش ژنتیکی در تنوع موجود مؤثر می‌باشد. این نتایج با گزارشات یزدی صمدی و عبد میشانی (۲۳) و پاتیل و همکاران (۱۵) مطابقت دارد. ژنتیپ‌های اروپایی و امریکایی اکثراً در گروه‌های اول و دوم قرار گرفتند که تنها دو ژنتیپ ایرانی یکی از همدان در گروه اول و دیگری از داراب در گروه دوم قرار گرفتند که می‌تواند نشان دهنده قرابت این دو ژنتیپ به ژنتیپ‌های خارجی باشد. همچنین تمامی ژنتیپ‌های ایرانی (به غیر از دو ژنتیپ که در گروه اول دوم قرار گرفتند) در گروه سوم جای گرفتند که نشان می‌دهد ژنتیپ‌های ایرانی تشابه بسیار بالایی با یکدیگر دارند و از نظر صفات مختلف تنوع کمتری دارند. با توجه به اینکه فاصله اقلیدسی، فاصله ژنتیکی ژنتیپ‌ها را مشخص می‌کند، لذا این دندروگرام نشان داد که ژنتیپ‌های گروه یک با ژنتیپ‌های گروه سه که اکثراً ایرانی هستند، اختلاف زیادی دارند. در نتیجه تلاقی بین ژنتیپ‌های این دو کلاستر احتمالاً تنوع ژنتیکی و میزان هتروزیس بالاتری را ایجاد خواهد نمود. امینی و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از گزینش والدین بر مبنای فاصله ژنتیکی آنها در تجزیه کلاستر نشان دادند که با افزایش فاصله ژنتیکی بر مبنای نشانگر مولکولی SSR، عملکرد واریته ترکیبی نسل بعد افزایش می‌یابد. سلامتی و همکاران (۱۹) با ارزیابی ۹ صفت کمی بر روی ۱۵ ژنتیپ گلرنگ از نقاط مختلف ایران آنها را به چهار گروه اصلی تقسیم کردند. همچنین آنها مشاهده کردند که تنوع ژنتیکی از تنوع جغرافیایی تعیت نمی‌کند. خان و همکاران (۹) نیز با استفاده از ۷ صفت آگرورولوژیک و ۴

منابع مورد استفاده

1. Amini, F., G. Saeidi and A. Arzani. 2008. Study of genetic diversity in safflower genotypes using agro-morphological traits and RAPD markers. *Euphytica* 163: 21-30.
2. Amini, F., A. Mirlohi, M. M. Majidi, S. Shojaiifar and R. Kolliker 2011. Improved polycross breeding of tall fescue through marker based parental selection. *Plant Breeding* 130: 701-707.
3. Arsalan, B. 2007. The path analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Biological Science* 7: 668-672.
4. Bidgoli, A. M., G. A. Akbari, M. J. Mirhadi, E. Zand and S. Soufizadeh. 2006. Path analysis of relationships between seed yield and some morphological and phenological traits in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Euphytica* 148: 261-268.

5. Camas, N. and E. Esenadal. 2006. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Hereditas* 143: 55-57.
6. Elfal, E., C. Reinbrecht and W. Claupein. 2010. Evaluation of phenotypic variation in a worldwide germplasm of safflower(*Carthamus tinctorius* L.) grown under organic farming conditions in Germany. *Genetic Resources and Crop Evolution* 57: 155-170.
7. Hatamzadeh, H. 2008. Study on traits related to seed yield in safflower by factor analysis. *Plant and Seed* 24: 563-578. (In Farsi).
8. Khajepour, M. R. 2007. Industrial Crop Production. Jahad-e Daneshgahi Press. Isfahan, Iran. (In Farsi).
9. Khan, M. A. and S. V. Witzke-Ehbrecht. 2009. Relationships among different geographical groups, agromorphology, fatty acid composition and RAPD marker diversity in Safflower (*Carthamus tinctorius*). *Genetic Resources and Crop Evolution* 56: 19-30.
10. Majidi, M. M. and R. Kolliker. 2011. Biotechnological approaches for description and utilization of genetic resources in forage and pasture crops. In: Proceeding of 7th Iranian National Biotechnology Congress. Tehran, Iran. (In Farsi).
11. Mirlohi, A., M. M. Majidi and M. Esmailzadeh. Principle of Plant Breeding. Arkan-e Danesh Press. Isfahan, Iran. (In Farsi).
12. Mohammadi, S. A. and B. M. Prasana. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants salient statistical tools and considerations. *Crop Science* 43: 1235-1248.
13. Omidi, A. H., K. Hamid and H. Shao. 2009. Variation for some important agronomic traits in 100 spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 5: 791-795.
14. Paseban-Eslam, B., H. Monirifar and M. T. Ghasemi. 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.
15. Patil, F. B., D. C. More and M. V. Thombre. 1984. Genetic divergence in safflower. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities* 1: 12-15.
16. Ranga Rao, V., M. Ramachandram and V. Arunachalam, 1977. An analysis of assosiation of component of yield and oil in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 50: 185-191.
17. Rauf, S., J. A. T. Dasilva, A. A. Khan and A. Naveed. 2010. Consequences of plant breeding on genetic diversity. *International Journal of Plant Breeding* 4: 1-21.
18. 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.
19. Salamat, M. S., H. Zeinaly and E. Yousefi. 2011. Investigation of genetic variation in *Carthamus tinctorius* L. genotypes using agro-morphological traits. *Journal of Research in Agricultural Science* 7: 101-108.
20. 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 Science Journal* 8: 820-827.
21. Vetelainen, M., E. Nissila, P. M. A. Tigerstedt and R. B. Von. 1996. Utilization of exotic germplasm in Nordic barley breeding and its consequences for adaptation. *Euphytica* 92: 267-273.
22. Vollmann, J. and I. Rajcan. 2009. Handbook of Plant Breeding. Volume 4. Oil Crops. Springer Science and Business Media. New York.
23. 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 Farsi).