یافته های نوین کشاورزی
سال چهارم- شماره۳- بهار ۱۳۸۹

بررسی تجزیه همبستگی و علیت عملکرد دانه و روغن در ارقام گلرنگ بهاره تحت شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی

احمدرضا گل‌پرور*، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان
عبداله قاسمی پیربلوطی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد

چکیده

شناسائی اجزای مهم عملکرد دانه و روغن در گلرنگ به عنوان یک گیاه دانه روغنی در بهبود ژنتیکی این صفات از طریق انتخاب غیرمستقیم بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به این منظور، تعداد ده رقم گلرنگ بهاره در دو محیط آبیاری نرمال و تنش خشکی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) درسال ۱۳۸۷ کشت شدند. نتایج تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی صفات در شرایط آبیاری نرمال نشان داد که صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه دارای اثرات مثبت و قابل ملاحظه بر عملکرد دانه گیاه بوده و بیشترین میزان تغییرات این صفت را توجیه نمودند. این صفات به عنوان بهترین شاخص‌های انتخاب در جهت بهبود ژنتیکی عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال می‌باشند. صفات وزن هزار دانه، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد دانه در گیاه مهم‌ترین اجزای عملکرد روغن بوده و به منظور اصلاح این صفت در شرایط آبیاری نرمال قابل توصیه می‌باشند. در شرایط تنش خشکی صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه و عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه، عملکرد دانه و درصد روغن نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد روغن در این شرایط داشتند. بررسی همبستگی بین صفات، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت نشان می دهد صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در طبق و عملکرد بیولوژیک بهترین شاخص‌های انتخاب برای بهبود ژنتیکی عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه نیز بهترین شاخص‌ها برای بهبود ژنتیکی عملکرد روغن ارقام گلرنگ بهاره در شرایط تنش خشکی می‌باشند.

واژه های کلیدی: گلرنگ بهاره، تنش خشکی، تجزیه همبستگی، رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت

---

* نویسنده مسئول: E-mail:agolparvar@khuisf.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۷/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۱/۲۰

مقدمه

شناسایی صفات مهم در گلرنگ و یا به عبارتی بررسی همبستگی بین صفات با عملکرد دانه و روغن در این گیاه از اهمیت ویژه‌ای در تحقیقات به نژادی برخوردار می‌باشد، به خصوص عملکرد دانه که به عنوان یک صفت پلی‌ژنیک انتخاب مستقیم برای اصلاح آن چندان مؤثر نخواهد بود. بنابراین انتخاب غیر مستقیم از طریق اجزای عملکرد می‌تواند نسبت به انتخاب مستقیم بازده ژنتیکی بیشتری در بهنژادی این صفت داشته باشد (۹). ماتور و همکاران (۱۹۷٦) در تحقیقات خود دریافتند که تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه اصلی، تعداد طبق، ضخامت طبق، تعداد دانه و وزن هزار دانه در ارقام مختلف گلرنگ دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای بوده و صفت ضخامت طبق را مهمترین عامل به منظور انتخاب غیرمستقیم در جهت افزایش عملکرد دانه دانستند (۱۲).

تومبر و جوهی (۱۹۸۱) گزارش نمودند که ضرایب همبستگی ژنوتیپی بین عملکرد دانه و تعداد شاخه در گیاه، تعداد روز تا گلدهی و تعداد دانه در طبق در ژنوتیپ های گلرنگ مثبت بوده و تعداد طبق مهمترین صفت برای افزایش عملکرد دانه می‌باشد (۱۹). چایودهاری و همکاران (۱۹۸۱) با استفاده از روش آماری چندمتغیره تجزیه علیت در گلرنگ بهاره پی بردند که بیشترین اثر مستقیم و مثبت برای وزن هزار دانه بالا مربوط به تعداد و سطح برگ می‌باشد (٦). کومار و همکاران (۱۹۸۲) در بررسی‌های خود اعلام نمودند که ارتفاع گیاه، اندازه طبق و تعداد دانه در طبق رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه و روغن ارقام گلرنگ دارد (۱۱). راماچاندرام (۱۹۸۳) پس از بررسی همبستگی ژنوتیپی و تجزیه علیت صفات کمی در گلرنگ گزارش نمود که عملکرد دانه با قطر ساقه، ارتفاع گیاه، طول شاخه و قطر طبق همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (۱۷). پالیوال و سولانکی (۱۹۸٤) با مطالعه ضرایب همبستگی و علیت برای عملکرد دانه ژنوتیپ های گلرنگ نتیجه گرفتند که انتخاب برای تعداد طبق در گیاه و وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه دارد (۱٤). پارامسواراپا (۱۹۸٤) بهترین انتخاب جهت افزایش روغن در گلرنگ را تعداد طبق بالا و پوست نازک دانه اعلام نمود (۱۵). براتولین (۱۹۹۳) به رابطه مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد طبق و همچنین بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه در گلرنگ اشاره نموده است (٤). پاراساد و آگراول (۱۹۹۳) با مطالعه ارقام گلرنگ بهاره به رابطه مثبت و معنی‌دار صفات تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد طبق و عملکرد دانه اشاره نموده‌اند (۱٦).

زنگ و همکاران (۱۹۹۳) در مطالعات خود دریافتند که ژنوتیپ‌های گلرنگ دارای دوره گلدهی طولانی‌تر، تعداد غوزه بیشتر، تعداد شاخه‌های جانبی کمتر و وزن هزار دانه بیشتر دارای عملکرد بیشتری خواهند بود (۲۰). کاساتو و همکاران (۱۹۹۷) در بررسی ارقام گلرنگ نتیجه‌گیری نمودند که تعداد طبق در گیاه رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه دارد (۵). رائو و راماچاندرام (۱۹۹۷) گزارش نمودند که بین صفات تعداد طبق و وزن هزار دانه با عملکرد دانه در گلرنگ همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود

داشته و بطور کلی بین صفات مورد بررسی تعداد طبق، وزن طبق و نازکی پوست بیشترین اهمیت را در اصلاح عملکرد دانه و روغن ارقام این گیاه دانه روغنی دارند (۱۸).

جانسون و همکاران (۱۹۹۷) در بررسی‌های خود بر روی ۲۳۰۰ ژنوتیپ گلرنگ به رابطه مثبت و معنی‌دار بین روغن بالا و پوست نازک دانه اشاره نمودند (۱۰). کورلتو و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نمودند که همبستگی منفی و معنی‌داری بین پوسته دانه و میزان روغن دانه در گلرنگ وجود دارد. همچنین دریافتند که صفت تعداد غوزه در گیاه مهم‌ترین خصوصیت در جهت بهبود عملکرد دانه گلرنگ می‌باشد (۷). اشری و همکاران (۱۹۷۷) با مطالعه بر روی ۹۰۳ ژنوتیپ گلرنگ گزارش نمودند که تعداد طبق در گیاه مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در گیاه است و تعداد دانه در طبق در درجه دوم اهمیت قرار دارد. همچنین در این تحقیق مشخص گردید که وزن هزار دانه هیچ اثری بر عملکرد دانه ندارد (۳). ارسلان (۲۰۰۷) پی برد که صفات قطر طبق، تعداد طبق در گیاه و تعداد دانه در طبق می‌توانند به عنوان بهترین شاخص‌های انتخاب در جهت افزایش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گلرنگ مورد استفاده واقع شوند (۲).

مظفری و اسدی (۲۰۰۶) نیز صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه را به عنوان بهترین شاخص های انتخاب موثر برای بهبود ژنتیکی عملکرد دانه ارقام گلرنگ بهاره در شرایط معمول رطوبتی معرفی نمودند (۱۳). لذا هدف از این تحقیق، بررسی روابط بین صفات مختلف با عملکرد دانه و روغن و تعیین بهترین شاخص‌های انتخاب غیرمستقیم در زمینه بهبود ژنتیکی این صفات در ارقام گلرنگ بهاره مورد بررسی تحت شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش ها

به منظور انجام این طرح تحقیقاتی، تعداد ۱۰ رقم گلرنگ بهاره (محلی اصفهان، محلی کوسه، اراک ۲۸۱۱، نبراسکا۱۰، U.S.10، S149، C111، S3110،A.C.Sterling و Gila) تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان اصفهان در تاریخ ۱۵ اسفند ۱۳۸۷ به عنوان تیمارهای مورد بررسی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو محیط آبیاری معمول و تنش خشکی در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) به صورت کاملاً مجزا کشت گردیدند.

کشت به صورت سه ردیفه بوده و فاصله بین ردیف‌ها و بوته‌ها روی ردیف به ترتیب ۵۰ و ۵ سانتی‌متر بود. به این ترتیب تراکم ۴۰۰/۰۰۰ بوته در هکتار حاصل گردید. اقلیم منطقه بر اساس تقسیم بندی کوپن خشک بسیار گرم با تابستان های خشک می‌باشد. میانگین دراز مدت بارندگی و درجه حرارت سالانه به ترتیب ۱۲۰ میلی متر و ۱۶ درجه سانتی‌گراد و منطقه در فاصله زمانی تیرماه تا اواسط مهر فاقد بارندگی می‌باشد. بافت خاک زمین مورد مطالعه سیلتی لومی با ۱ ٪ کربن آلی و اسیدیته ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۳/۵ میلی موس بر سانتی متر در عمق صفر تا ۴۰ سانتی متر می‌باشد.

در محیط آبیاری معمول و تنش خشکی، آبیاری به ترتیب بر اساس ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A صورت گرفت. پس از رشد گیاهان و در زمان مربوط به ظهور هر صفت، اندازه‌گیری آن صفت صورت گرفته که در این خصوص نمونه‌ای ۱۰ تائی از بوته‌های در حال رقابت از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب شده و اندازه‌گیری انجام شد. صفات مورد بررسی در این تحقیق عبارت بودند از: وزن هزار دانه (گرم)، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، تعداد دانه در گیاه، عملکرد دانه درگیاه (گرم)، درصد روغن دانه، عملکرد روغن (گرم در متر مربع)، عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)، ارتفاع گیاه (سانتی متر)، شاخص برداشت (٪)، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول دوره پرشدن دانه‌ها (روز) و سرعت پرشدن دانه‌ها (گرم در روز).

سرعت پرشدن دانه ها با تقسیم نمودن عملکرد دانه گیاه بر طول دوره پرشدن دانه ها برای هر واحد آزمایشی محاسبه گردید. همچنین نمونه ای از بذور برداشت شده از هر یک از واحد های آزمایشی به مرکز تحقیقات گیاهان دانه روغنی کرج ارسال شده و به کمک دستگاه NMR درصد روغن دانه نیز به دست آمد که با ضرب نمودن حاصل از اعداد آن در عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز به دست آمد. در ابتدا داده های حاصل از اندازه گیری و محاسبه صفات مختلف تجزیه واریانس شده و به منظور تعیین درصد تغییرات صفات در اثر تنش خشکی از رابطه زیر استفاده شد:

$$\text{٪ تغییرات صفت} = \frac{\text{میانگین صفت در شرایط تنش خشکی} - \text{میانگین صفت در شرایط آبیاری معمول}}{\text{میانگین صفت در شرایط آبیاری معمول}} \times ۱۰۰$$

سپس به منظور تعیین صفات مؤثر در بهبود ژنتیکی عملکرد دانه و روغن و بهره‌برداری از آنها در برنامه‌های انتخاب تحت شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی از تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی، رگرسیون چند متغیره خطی به روش گام به گام و تجزیه ضرایب علیت به روش دیوی و لیو (۱۹۵۹) استفاده شد. تجزیه و تحلیل واریانس، محاسبه میانگین و انحراف استاندارد و همچنین تجزیه ضرایب همبستگی و رگرسیون با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{16}$ و تجزیه ضرایب علیت به کمک برنامه $Path_2$ صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و درصد تغییرات صفات در اثر تنش خشکی

با استفاده از تجزیه واریانس مشخص شد که تفاوت بین ارقام گلرنگ از نظر صفات وزن هزار دانه، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه گیاه، درصد روغن دانه، عملکرد روغن، شاخص برداشت و سرعت پرشدن دانه‌ها در شرایط آبیاری معمول معنی‌دار و از نظر سایر صفات غیرمعنی‌دار

می‌باشد (جدول۱). همچنین در شرایط تنش خشکی مشخص شد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی از نظر صفات وزن هزار دانه، تعداد طبق در بوته، درصد روغن، عملکرد بیولوژیک و روز تا گلدهی وجود داشته و در مورد سایر صفات تفاوت‌ها غیرمعنی‌دار می‌باشد (جدول۲).

تفاوت های معنی دار بین ارقام بیانگر وجود تنوع ژنتیکی از نظر صفات مورد نظر می باشد که امکان بهبود ژنتیکی از طریق روش های مختلف گزینش را فراهم می آورد (۲ و ۹).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره تحت شرایط آبیاری معمول

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن هزار دانه	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	تعداد دانه در گیاه	عملکرد دانه گیاه	درصد روغن دانه	عملکرد روغن
بلوک	۲	٤/۹۰	۳۵/٤۰	۰/۵۸	٦۹/۷۰	۱/۹۳	۳/۳۱*	۲۰۳/۵۰
تیمار	۹	٦۷/۱۰**	۲۷*	۰/۹۹**	۳۰	۱۳/۵۰**	۱۱/۱۱**	۷۰٤٤/۷۰**
خطا	۱۸	۱٤/۹۰	۹/٤۰	۰/۳۱	۵۷/۱۰	۲/۷۱	۰/۵۸	۹۷۷/۵۰
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/٤۸	۱۷/۷۸	۱٦/۹۷	۱۵/۳٦	۱۹/۸۳	٤/٤۰	۲۱/۸٦

*و**: به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ ٪ و ۱ ٪ می باشند

ادامه جدول ۱:

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد بیولوژیک	ارتفاع گیاه	شاخص برداشت	روز تا گلدهی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	طول دوره پرشدن دانه‌ها	سرعت پرشدن دانه‌ها
بلوک	۲	۳٦٤۰/۱۰	۲۰۹/۲۰	۰/٤٤	۳٦/۹۰	۸/۲۰	۳٤/۵۰	۰/۰٦
تیمار	۹	٦۰۵٤/٤۰	۵۹٦/۳۰	۳/۰۳**	۵۷/٦۰	۳۷/۳۰	۱۱/٦۰	۰/۱۲**
خطا	۱۸	۲۲٤۰/٤۰	۳۱۵/۷۰	۰/۵٤	٤۰/۲۰	۲۳/۳۰	۱۳/۵۰	۰/۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۰۵	۱۹/۷۹	۳/۷۷	۷/٤	٤/٦۱	۱۹/۰٤	۲۷/۷۳

*و**: به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ ٪ و ۱ ٪ می باشند

بررسی درصد تغییرات صفات مورد بررسی (جدول ۳) بیانگر این مطلب بود که بیشترین تغییرات مربوط به عملکرد بیولوژیک (۳۷/۸۳ ٪) و کمترین تغییرات مربوط به درصد روغن دانه (۲/٦٤ ٪) می باشد. همچنین صفات عملکرد دانه و عملکرد روغن به ترتیب ۱۱/۷ و ۱۵/۳۸ ٪ دچار تغییرات حاصل از تنش خشکی گردیده اند. درصد تغییرات صفات در اثر تنش خشکی می تواند بیانگر اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای صفات مختلف به میزان های متفاوت باشد. این مطلب نیز حاکی از وجود اختلاف در وراثت پذیری صفات و لزوم استفاده از استراتژی های متفاوت اصلاحی در به نژادی آنها می باشد.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره تحت شرایط تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن هزار دانه	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	تعداد دانه در گیاه	عملکرد دانه گیاه	درصد روغن دانه	عملکرد روغن
بلوک	۲	۳۲/۲	۱۲/۵۰	٦/۵۰	۱/۹۰	۰/۹۰	۱۹/۵۰*	۵۵۲/۵۰
تیمار	۹	٦۹/۷۰*	٤۱/۱۰*	۸/۳۰	۵۰/٤۰	۲/۳۰	۱۰/٤۰*	۵۷٦
خطا	۱۸	۲۲/٦۰	۱۲/۵۰	۳/۸۰	۳٤/٤۰	۲	۳/۹۰	۸۲۸/٦۰
ضریب تغییرات (٪)		۱٤/۰٦	۲۳/۸۹	۲٤/۳۳	۱۱/۹۲	۱۷/۰۳	۱۱/٤۲	۲۰/۱۳

*و**: به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ ٪ و ۱ ٪ می باشند

ادامه جدول ۲:

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد بیولوژیک	ارتفاع گیاه	شاخص برداشت	روز تا گلدهی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	طول دوره پرشدن دانه‌ها	سرعت پرشدن دانه‌ها
بلوک	۲	۱۰۲/۷۰	۱۹۹/۳۰	۹/٦۰	**۲۳۷	۵۱۰/۷۰**	۹۹/٤۰	۰/۰۹
تیمار	۹	۵۲۵/۳۰*	۱٦۹/۷۰	٦۷/۳۰	۲۲۷/٦۰**	۱۱٦/۹۰	۷۵/۲۰	۰/۱۰
خطا	۱۸	۱۸۰/۸۰	۱۳٦/۵۰	۳۸/۷۰	۲۷/٦۰	۵۱/۸۰	۳٦/۲۰	۰/۰٦
ضریب تغییرات (٪)		۲٤/۵٦	۱۳/۰۱	۲۲/۸۰	٦/۱۵	٦/۸۷	۲٤/۱۵	۲۲/۱۹

*و**: به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ ٪ و ۱ ٪ می باشند

بررسی همبستگی ساده صفات

شرایط آبیاری معمول

در این شرایط رابطه معنی‌داری بین عملکرد دانه گیاه با صفات وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، شاخص برداشت و سرعت پرشدن دانه‌ها وجود داشت (جدول ٤). همچنین همبستگی صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن، شاخص برداشت و سرعت پرشدن دانه‌ها با عملکرد روغن در شرایط آبیاری معمول معنی دار و قابل ملاحظه بود.

در شرایط آبیاری معمول، همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص برداشت با صفات تعداد دانه طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن و همبستگی منفی و معنی‌دار آن با صفات تعداد طبق در بوته و عملکرد بیولوژیک قابل توجه بود. در این شرایط نیز بهتر است با کاهش عملکرد بیولوژیک و تعداد طبق در بوته و افزایش تعداد دانه در طبق در راستای بهبود شاخص برداشت ارقام گلرنگ بهاره گام برداشت. همبستگی سرعت پرشدن دانه با صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه گیاه، عملکرد روغن، شاخص برداشت و روز تا گلدهی در شرایط آبیاری معمول مثبت و معنی‌دار و با صفت طول دوره پرشدن دانه‌ها منفی و معنی‌دار

بود (جدول ٤). امیدی تبریزی (۱۳۸۱)، جانسون و همکاران (۱۹۹۷) و کورلتو و همکاران (۱۹۹۷) نیز در مطالعات خود در رابطه با تجزیه همبستگی و رگرسیون صفات در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره به یافته‌های مشابهی دست یافته‌اند (۱، ۷ و ۱۰).

جدول۳: میانگین و درصد تغییرات صفات مورد بررسی در ارقام گلرنگ بهاره در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی

صفات	شرایط آبیاری معمول		شرایط تنش خشکی		درصد تغییرات صفات در اثر تنش خشکی
	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	
وزن هزار دانه (گرم)	۳۰/۹۲	۵/۵۲	۲٦/۸	٦/۱۵	۱۳/۳۱
تعداد طبق در بوته	۱۷/۲٤	٤/۰۹	۱٤/۸	٤/٦۳	۱٤/۱۵
تعداد دانه در طبق	۳/۲۸	۰/۷٤	۲/۹	۲/۲٦	۱۱/۵۹
تعداد دانه در گیاه	۵٤/۲۲	۷/۰٤	٤۹/۲۰	٦/۰۹	۹/۲۵
عملکرد دانه گیاه (گرم)	۹/٤۰	۲/٤۵	۸/۳۰	۱/٤۲	۱۱/۷۰
درصد روغن دانه (٪)	۱۷/۷۷	۲/۰۱	۱۷/۳۰	۲/٦٤	۲/٦٤
عملکرد روغن (گرم)	۱/٦۹	۰/۹۸	۱/٤۳	۰/٦٤	۱۵/۳۸
عملکرد بیولوژیک (گرم)	۲٤۷/۸۸	۵٦/۰۷	۱۵٤/۱۰	۱٦/۸۰	۳۷/۸۳
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۱۰٦/۸٤	۱۹/۸۹	۸۹/۸۰	۱۲/۳۰	۱۵/۹۵
شاخص برداشت (٪)	۲۲/۹۲	۱/۱٤	۱۹/۵۰	٦/۸۰	۱٤/۹۲
روز تا گلدهی	۹۰/۱۰	٦/۷۳	۸۵/٤۰	۱۰/۲۰	۵/۲۲
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	۱۰۷/٦۷	۵/۱٦	۱۰٤/۷۰	۱۰/۱۸	۲/۷٦
طول دوره پرشدن دانه‌ها	۱۷/۵۷	۳/۷۸	۱٦/۳۰	۷/۲٦	۷/۲۳
سرعت پرشدن دانه‌ها (گرم در روز)	۰/۵۷	۰/۲۳	۰/۵۱	۰/۲۷	۱۰/۵۳

شرایط تنش خشکی

در این شرایط همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه گیاه با صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه و عملکرد روغن مشاهده شد (جدول ۵). عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه، عملکرد دانه و درصد روغن نشان داد. صفت شاخص برداشت همبستگی منفی و معنی‌دار با صفات تعداد طبق در بوته، عملکرد بیولوژیک و ارتفاع گیاه در محیط تنش نشان داد. این مطلب بیان‌گر این است که به منظور بهبود ژنتیکی شاخص برداشت ارقام گلرنگ بهاره در شرایط تنش خشکی بهتر است میزان این صفات را کاهش دهیم. سرعت پرشدن دانه در محیط تنش همبستگی معنی‌داری با هیچ‌کدام از صفات نداشت (جدول ۵).

جدول٤: ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی تحت شرایط آبیاری معمول

متغیرها	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)	(۱۱)	(۱۲)	(۱۳)
(۱)	۱												
(۲)	-۰/۱۷												
(۳)	۰/۲۳	-۰/۸۱**											
(٤)	-۰/۰٥	۰/٥۰**	۰/۰٥										
(٥)	۰/٤۱*	۰/۰٥	۰/۱۲	۰/۳۳									
(٦)	۰/۱۹	-۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰٦	۰/٤۰*								
(۷)	۰/۳۹*	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۲۷	۰/۹٦**	۰/٦٤**							
(۸)	۰/۰۹	۰/۷۲**	-۰/٥۸**	۰/٤٤*	۰/۳٤	۰/۰۲	۰/۳۰						
(۹)	-۰/٥۸**	۰/۲۲	-۰/۳٥	۰/۰٤	-۰/۱۱	۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۰۷					
(۱۰)	۰/۳٥	-۰/٥٤**	۰/٦۷**	۰/۰۳	۰/٦۰**	۰/۳۸	۰/٦۱**	-۰/٤۹**	-۰/۱۹				
(۱۱)	-۰/۰۳	۰/۰٦	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۲٥	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۱٦			
(۱۲)	-۰/۲۳	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۳۲	۰/۲۰	۰/۰۳	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۸۳**		
(۱۳)	۰/۲۷	-۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	-۰/۱۹	-۰/۱۰	-۰/۱۸	-۰/۱۰	-۰/۰٦	-۰/۱٤	-۰/٦٥**	-۰/۱۱	
(۱٤)	۰/٤۳*	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱٤	۰/٦۷**	۰/۲۷	۰/٦۳**	۰/۲۲	۰/۰٤	۰/٤۲*	۰/٤٥*	۰/۰۲	-۰/۷۷**

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ٥ و ۱ ٪

جدول۵: ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی تحت شرایط تنش خشکی

متغیرها	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)	(۱۱)	(۱۲)	(۱۳)
(۱)													
(۲)	۰/۱۷												
(۳)	-۰/۲۲	-۰/۷٦**											
(٤)	-۰/۱۷	۰/۰٦	-۰/۰۳										
(٥)	۰/٦٥**	-۰/۰۳	۰/۱٦	۰/۳۹*									
(٦)	-۰/۲۰	-۰/۰٦	-۰/۱٦	۰/۰٤	-۰/۳۲								
(۷)	۰/٤٤*	-۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۳۷*	۰/٦٥**	۰/٥۱**							
(۸)	۰/۱۹	۰/۸۳**	-۰/٥۳**	۰/۰٦	۰/۱۷	-۰/۲۲	-۰/۰۱						
(۹)	۰/۱۰	۰/٤٤*	-۰/٥۷**	۰/۳۲	۰/۲۰	-۰/۱۰	۰/۱۱	۰/٤۹**					
(۱۰)	۰/۰٤	-۰/۸۰**	۰/۸۳	۰/۰۲	۰/۲۹	-۰/۱۲	۰/۱٦	-۰/۷۹**	-۰/٥٤**				
(۱۱)	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰٤	-۰/۲٦	-۰/۱۳	-۰/۰۷	-۰/۱۸	-۰/۲٤	-۰/۲۳	۰/۱۸			
(۱۲)	-۰/۰۹	۰/۰۲	-۰/۰٥	-۰/۱۲	-۰/۳۰	۰/۰۳	-۰/۲۳	-۰/۱۹	-۰/۱٤	۰/۰٤	۰/۷٥**		
(۱۳)	-۰/۳۰	۰/۰۱	-۰/۱۳	۰/۲۰	-۰/۲٤	۰/۱٥	-۰/۰۸	۰/۰٦	۰/۱۳	-۰/۲۰	-۰/۳٦	۰/۳٥	
(۱٤)	۰/٤۱	۰/۰٤	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/٦۲	-۰/۳٤	۰/۲٦	۰/۱٤	-۰/۰۷	۰/۲۳	۰/۱۲	-۰/٤٤	-۰/۷۹

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ٥ و ۱ ٪

در جدول های ٤ و ٥ متغیرهای ۱ تا ۱٤ عبارتند از: (۱) وزن هزار دانه، (۲) تعداد طبق در بوته، (۳) تعداد دانه در طبق، (٤) تعداد دانه در گیاه، (٥) عملکرد دانه گیاه، (٦) درصد روغن دانه، (۷) عملکرد روغن، (۸) عملکرد بیولوژیک، (۹) ارتفاع گیاه، (۱۰) شاخص برداشت، (۱۱) روز تا گلدهی، (۱۲) روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، (۱۳) طول دوره پرشدن دانه ها، (۱٤) سرعت پرشدن دانه ها

تجزیه رگرسیون گام به گام و علیت عملکرد دانه گیاه

شرایط آبیاری معمول

در شرایط آبیاری معمول، صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه وارد مدل رگرسیونی شده و رویهم رفته حدود ۸۰ ٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. این صفات دارای ضرایب رگرسیون مثبت و معنی‌دار بوده که بیانگر رابطه مثبت آنها با عملکرد دانه گیاه می‌باشد. معادله رگرسیونی این رابطه به صورت زیر می باشد:

(۰/۱۲۳× تعداد دانه در گیاه) +(۰/۱۹۲× وزن هزار دانه)= عملکرد دانه

تجزیه علیت با استفاده از این صفات نشان داد که هر دو صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه دارای اثرات مستقیم مثبت و قابل ملاحظه بر عملکرد دانه گیاه بوده و لذا با افزایش آن‌ها می‌توان انتظار داشت که مقادیر عملکرد دانه نیز افزایش یابد (جدول ٦). رائو و راماچاندرام (۱۹۹۷) و مظفری و اسدی (۲۰۰٦) نیز در مطالعات خود به نتایج نسبتاً مشابهی در رابطه با تعیین شاخص های انتخاب موثر برای بهبود ژنتیکی عملکرد دانه ارقام گلرنگ بهاره در شرایط معمول رطوبتی دست یافتند (۱۳ و ۱۸).

جدول ٦: تجزیه علیت برای صفت عملکرد دانه گیاه در شرایط آبیاری معمول*

متغیرها	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در گیاه	جمع اثرات
وزن هزار دانه (گرم)	۰/٤۳۱	-۰/۰۱۸	۰/٤۱٤
تعداد دانه در گیاه	-۰/۰۲۲	۰/۳۵۳	۰/۳۳۱
باقی‌مانده	۰/۲۳۹		

*: اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم و سایر اعداد اثرات غیر مستقیم می باشند

شرایط تنش خشکی

با انجام تجزیه رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام (مرحله‌ای) برای متغیر عملکرد دانه گیاه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در شرایط تنش خشکی مشخص شد که صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در طبق و عملکرد بیولوژیک مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه گیاه در این شرایط می‌باشند. معادله رگرسیونی به صورت زیر می باشد:

٦/۱۸۸- (۰/۰۲۰ × عملکرد بیولوزیک) + (۰/۳۰۱× تعداد دانه در طبق) + (۰/۱۲٤× تعداد دانه در گیاه) + (۰/۱۸٦× وزن هزار دانه) = عملکرد دانه

این صفات با دارا بودن ضرایب رگرسیون مثبت و معنی‌دار دارای اثرات مثبت بر عملکرد دانه گیاه می‌باشند. به عبارتی انتظار می‌رود که با افزایش آنها مقادیر عملکرد دانه نیز افزایش یابد. روی هم رفته حدود ۸۵ ٪ از تغییرات عملکرد دانه گیاه توسط این صفات در محیط تنش توجیه می‌شود.

بنابراین، تجزیه علیت نیز بر روی همین صفات انجام شده و در نهایت مشخص شد که تمامی این صفات دارای اثرات مستقیم و مثبتی بر عملکرد دانه می‌باشند (جدول۷). با توجه به این نتایج می‌توان استنباط نمود که به منظور بهبود ژنتیکی عملکرد دانه گیاه در شرایط تنش خشکی بهتر است مقادیر این صفات را افزایش داد. در مورد عملکرد بیولوژیک می‌توان اثرات غیر مستقیم آن از طریق وزن هزار دانه بر عملکرد دانه گیاه را نیز مورد توجه و بررسی قرار داد.

جدول ۷: تجزیه علیت برای صفت عملکرد دانه گیاه در شرایط تنش خشکی*

متغیرها	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در گیاه	تعداد دانه در طبق	عملکرد بیولوژیک (گرم)	جمع اثرات
وزن هزار دانه (گرم)	۰/۸۰٦	-۰/۰۹۱	-۰/۱۰۷	۰/۰٤٥	۰/٦٥۳
تعداد دانه در گیاه	-۰/۱۳۸	۰/٥۳۱	-۰/۰۱٥	۰/۰۱۳	۰/۳۹۱
تعداد دانه در طبق	-۰/۱۸۰	-۰/۰۱۷	۰/٤۷۹	-۰/۱۲٥	۰/۱٥۸
عملکرد بیولوژیک (گرم)	۰/۱٥۳	۰/۰۲۹	-۰/۲٥۲	۰/۲۳۷	۰/۱٦۸
باقیمانده	۰/۳۸٥				

*: اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم و سایر اعداد اثرات غیر مستقیم می باشند.

تجزیه رگرسیون گام به گام و علیت عملکرد روغن

شرایط آبیاری معمول

در شرایط آبیاری معمول صفات وزن هزار دانه، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد دانه در گیاه به ترتیب وارد مدل شده و رویهم رفته حدود ۸۸ ٪ از تغییرات عملکرد روغن را به خود اختصاص دادند. سایر صفات تأثیر معنی‌داری بر مدل رگرسیونی نداشتند. رابطه زیر بین کننده مدل رگرسیونی این رابطه می باشد:

(۰/۰۲۰× تعداد دانه در گیا ه) + (۰/۰۲۹× روز تا رسیدگی فیزیولوژیک) + (۰/۰٤٥× وزن هزار دانه) = عملکرد دانه

با انجام تجزیه علیت (جدول ۸) مشخص شد که بیشترین قسمت همبستگی این صفات با عملکرد روغن مربوط به اثرات مستقیم آنها بوده و لذا با توجه به اثرات مستقیم و مثبت قابل ملاحظه، این صفات مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب غیرمستقیم به منظور بهبود عملکرد روغن در شرایط بدون تنش می‌باشند.

امیدی تبریزی (۱۳۸۱) در بررسی ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره دریافت که صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد طبق در بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد دانه در طبق مهم ترین اجزای عملکرد دانه و روغن

می‌باشند (۱). تجزیه علیت بر روی این صفات نیز مشخص نمود که جهت افزایش عملکرد روغن ابتدا بایستی عملکرد دانه را بهبود بخشید که خود تابعی از عملکرد بیولوژیک و تعداد طبق در بوته می‌باشد. ارسلان (۲۰۰۷)، پراساد و آگراول (۱۹۹۳)، پالیوال و سولانکی (۱۹۸٤) و مظفری و اسدی (۲۰۰٦) نیز نتایج مشابهی در این زمینه ارائه نموده‌اند.

شرایط تنش خشکی

تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد روغن به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در شرایط تنش خشکی بیانگر این بود که صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه با دارا بودن ضرایب رگرسیون مثبت و معنی‌دار و توجیه ۷۵ ٪ از تغییرات مربوط به عملکرد روغن مهم‌ترین اجزای این صفت می‌باشند. معادله رگرسیونی رابطه عملکرد روغن با این صفات به صورت زیر می باشد:

(۰/۰۲۱×تعداد دانه در گیاه) + (۰/۰۲۳×وزن هزار دانه) = عملکرد دانه

تجزیه علیت بر روی این صفات نشان داد که هر دوی این صفات دارای اثرات مستقیم و مثبتی بر روی عملکرد روغن بوده و لذا بهترین شاخص‌های انتخاب در جهت بهبود ژنتیکی عملکرد روغن ارقام گلرنگ بهاره در محیط تنش می‌باشند (جدول ۹).

جدول ۸: تجزیه علیت برای صفت عملکرد روغن در شرایط آبیاری معمول*

متغیرها	وزن هزار دانه (گرم)	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	تعداد دانه در گیاه	جمع اثرات
وزن هزار دانه (گرم)	۰/٤۷۱	-۰/۰٦۷	-۰/۰۱۳	۰/۳۹۰
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	-۰/۱۱۰	۰/۲۸٦	۰/۰۲٦	۰/۲۰۲
تعداد دانه در گیاه	-۰/۰۲٤	۰/۰۲۸	۰/۲٦۱	۰/۲٦٦
باقی‌مانده	۰/٤۲۹			

*: اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم و سایر اعداد اثرات غیر مستقیم می باشند.

جدول ۹: تجزیه علیت برای صفت عملکرد روغن در شرایط تنش خشکی*

متغیرها	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در گیاه	جمع اثرات
وزن هزار دانه (گرم)	۰/۵۱۷	-۰/۰۸۰	۰/٤۳۷
تعداد دانه در گیاه	-۰/۰۸۹	۰/٤٦۲	۰/۳۷٤
باقی‌مانده	۰/۳۷٤		

*: اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم و سایر اعداد اثرات غیر مستقیم می باشند.

به طور کلی، از نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون گام به گام و علیت در محیط واجد تنش خشکی می توان دریافت که برای بهبود ژنتیکی عملکرد دانه ارقام گلرنگ بهاره در این شرایط بهتر است از صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در طبق و عملکرد بیولوژیک و برای عملکرد روغن از صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه استفاده نموده و گزینش برای مقادیر بیشتر این صفات در نسل‌های در حال تفکیک صورت گیرد. دلیل این مسئله این است که چنین صفاتی دارای وراثت پذیری به مراتب بیشتر از عملکرد دانه و روغن به ویژه در نسل های مقدماتی و در حال تفکیک بوده (۱۳ و ۱۸) و لذا انتخاب غیر مستقیم از طریق این صفات بازده ژنتیکی بیشتری در مقایسه با انتخاب مستقیم به منظور بهبود ژنتیکی عملکرد دانه و روغن به دنبال خواهد داشت (۹). همچنین، در شرایط آبیاری معمول صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه در جهت افزایش عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد دانه در گیاه برای بهبود عملکرد روغن از طریق انتخاب غیرمستقیم برای این صفات قابل توصیه می باشند.

منابع

۱- **امیدی تبریزی، ا. ح. ۱۳۸۱.** همبستگی بین صفات و تجزیه علیت برای عملکرد دانه و روغن در گلرنگ بهاره. مجله نهال و بذر.جلد هجدهم، شماره ۲: صفحه ۲٤۰-۲۲۹.

2- Arslan, B. 2007. Assessing of heritability and variance components of yield and some agronomic traits of different safflower cultivars. Asian. J. Pl. Sci. 6 (3): 554-557.

3- Ashri, A. D., Zimmer, E. and Urie, A. 1977. Evaluation of the world collection of safflower for yield and yield components and their relationship. Crop. Sci. 14: 799-802.

4- Bratulin, C. 1993. Studies of some genetic resources under rain condition in Moldavia. Proceedings of the Third International Safflower Conference, China, 9-13 June. Pp 196-205.

5- Cassato, E., Ventricelli, P. and Corlto, A. 1997. Response of hybrid and open pollinated safflower to increasing doses of nitrogen fertility. Proceedings of the Fourth International Safflower Conference. Italy, Bari, 2-7 June. Pp 98-103.

6-Chaudhary, B. D., Arora, S. K. and Gupta, S. C. 1981. Correlation and path coefficient analysis of safflower in rainfed condition. Proceedings of the First International Safflower Conference. USA. Pp 144-149.

7- Corleto, A., Cazzato, E. and Vetricelli, P. 1997. Performance of hybrid and O.P. safflower in two different mediterranean environments. Proceedings of the Fourth International Safflower Conference. Italy, Bari, 2-7 June. Pp 276-278.

8- Dewey, D. R. and Lu, K. H. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheat-grass and production. Agron. J. 51:515-518.

9-Falconer, D. S. 1998. Introduction to quantitative genetics. Ronald Press, New York.

10- Johnson, R. C., Barldly, V. L., Ghorpade, P. B. and Bergman, J. V. 1997. Regeneration and evaluation of the U.S. safflower germplasm collection. Proceeding of the Fourth International Safflower Conference. Italy, Bari, 2-7 June. Pp 215-218.

11- Kumar, H., Agrawal, R. K. and Singh, R. B. 1982. Correlation and path analysis of oil in safflower. Appl. Bio. 11: 19-25.

12- Mathur, J. R., Tikka, S. B., Sharma, R. K. and Singh, S. P. 1976. Genetic variability and path coefficient analysis of yield components in safflower. Indian. J. Gen. Pl. Breed. 8: 314-315.

13- Mozaffari, K. and Asadi, A. A. 2006. Relationships among traits using correlation, principal components and path analysis in safflower mutants sown in irrigated and drought stress condition. Asian. J. Pl. Sci. 5(6): 977-983.

14- Paliwal, R. V. and Solanki, Z. S. 1984. Path coefficient analysis in safflower. Agron. J. 257-258.

15- Paramaswarapa, K.G. 1984. Genetic analysis of oil yield and other quantitative characters in safflower. Agron. J. 17: 83-86.

16- Parasad, S. and Agrawel, R. K. 1993. Inheritance of yield and yield components in safflower. Sesame and Safflower News letter. 8: 82-87.
17- Ramachandram, M. 1983. Genetic analysis and association of seed yield oil content and their components in safflower. Ph.D. Thesis. University of agricultural Sciences of Dharward, India.
18- Rao, V. and Ramachandram, M. 1997. An analysis of association of yield and oil in safflower. Fourth International Safflower Conference. Italy, Bari, 2-7 June. Pp 185-191.
19- Tomber, M. and Johi, S. 1981. Correlation and path analysis in safflower varieties. Arizona University Publication. 191-193.
20- Zheng, N., Futang, C. Xinchun, S. and Yancai, W. 1993. Path analysis of correlated characters on flower yield of safflower, Thied Int. Safflower Conf. Nijing, China, 582-588.