

نحوه کنترل ژنتیکی عملکرد و میزان روغن دانه در گلرنگ‌های بومی با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها

محمدهادی پهلوانی^۱، قدرت‌ا. سعیدی^۲ و آقا فخر میرلوحی^۲

^۱گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲گروه زراعت دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۸۱/۱۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۳/۱۶

چکیده

اطلاع از نحوه کنترل ژنتیکی خصوصیات زراعی و اقتصادی گیاهان و میزان اثرات خویش‌آمیزی و هتروزیس در جهت افزایش بازدهی روش‌های اصلاحی ضروری می‌باشد. در این مطالعه ژنوتیپ‌های بومی گلرنگ شامل لاین‌های انتخاب شده از توده‌های مختلف و نسل‌های F_1 و F_2 حاصل از تلاقی آنها برای صفات عملکرد دانه، اجزای عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه میانگین نسل‌ها نشان داد که اثرات افزایشی و غالبیت در کنترل عملکرد دانه در بوته نقش داشتند و با توجه به علامت پارامتر غالبیت در مدل ژنتیکی، در برخی از تلاقی‌ها آلل‌های افزایش‌دهنده در برخی دیگر آلل‌ها کاهش‌دهنده عملکرد دانه در بوته دارای غالبیت بودند. میزان هتروزیس نسبت به والد برتر برای عملکرد دانه در بوته در تلاقی‌های مختلف بین ۲/۸ تا ۱۲۱/۰ درصد متغیر بود. همچنین یک نسل خویش‌آمیزی موجب کاهش (حداکثر تا ۱۸/۹ درصد) و افزایش (حداکثر تا ۱۹/۵ درصد) در عملکرد دانه در تلاقی‌های مختلف گردید. مدل ژنتیکی افزایش - غالبیت تنوع موجود بین نسل‌ها را برای درصد روغن دانه در بیشتر تلاقی‌ها از جمله $IUTE_{1449}$ ، $IUTKH_{211} \times IUTE_{1449}$ و $IUTE_{1449} \times IUTH_{13}$ به خوبی توجیه نمود. بنابراین با انتخاب می‌توان این صفت را در نتاج آنها بهبود داد. میزان هتروزیس نسبت به والد برتر برای درصد روغن دانه بین ۱۲/۶ تا ۱۴/۹ درصد متغیر بود. خویش‌آمیزی نیز موجب کاهش (حداکثر تا ۷/۵ درصد) و افزایش (حداکثر تا ۱۷/۷ درصد) در میزان روغن دانه گردید. عدم کفایت مدل ژنتیکی افزایشی - غالبیت در توجیه تنوع‌های مشاهده شده برای تعداد روز تا ۵۰ درصد‌گذاری، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته در بیشتر تلاقی‌ها نشانگر وجود قابل توجه اثرات اپیستازی در کنترل این صفات می‌باشد. حداکثر هتروزیس برای وزن ۱۰۰ دانه، تعداد روز تا ۵۰ درصد‌گذاری و ارتفاع بوته به ترتیب ۱۴/۸، ۳/۱، ۱/۹ درصد نسبت به والد برتر بود و خویش‌آمیزی نیز اثرات قابل توجهی روی این نداشت.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، تجزیه میانگین نسل‌ها

مقدمه

افزایش نیاز به روغن‌های گیاهی و محدود بودن زمین‌های حاصلخیز و منابع آب موجب شده است تا گیاهان دانه‌ای و روغنی با سازگاری بالا همچون گلرنگ

(*Carthamus tinctorius L.*) مورد توجه قرار گیرند. کشت گلرنگ در ایران به‌عنوان یکی از مراکز عمده کشت و کار این محصول در دنیای قدیم (نولز، ۱۹۶۹)، همچنان رواج داشته و در حال توسعه می‌باشد. گلرنگ در گذشته





بیشتر به منظور تهیه رنگدانه قرمز برای استفاده در صنایع رنگرزی و همچنین برای رنگ اغذیه کشت می‌شد و زراعت آن برای استحصال روغن خوراکی از سال ۱۳۳۶ در ایران آغاز گردید (زینعلی، ۱۳۷۸). تولید گلرنگ در ایران با متوسط ۷۰۰ کیلوگرم دانه در هکتار از میزان جهانی آن (حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) فاصله زیادی دارد (زینعلی، ۱۳۷۸). افزایش تولید گلرنگ و توانایی رقابت آن با سایر گیاهان دانه روغنی در ایران نیازمند اصلاح ارقامی با عملکرد دانه و میزان روغن بالا می‌باشد. از این رو افزایش عملکرد و میزان روغن دانه از اهداف مهم اصلاحی این گیاه به شمار می‌رود. تنوع ژنتیکی که پیش نیاز هر برنامه اصلاحی می‌باشد در توده‌های بومی گلرنگ ایران برای صفات مختلف از جمله عملکرد دانه و روغن وجود دارد (زینعلی، ۱۳۷۸). اطلاع از نحوه کنترل ژنتیکی صفات و میزان اثرات خویش‌آمیزی و هتروزیس اصلاحگر را در تعیین بهترین روش اصلاحی که دارای بیشترین بازدهی باشد و استفاده از تنوع ژنتیکی موجود کمک می‌نماید. وجود اثرات افزایش، غالبیت و فوق‌غالبیت برای عملکرد دانه در تلاقی‌های مختلف گلرنگ گزارش گردیده است (کوچا، ۱۹۸۱). همچنین مطالعه چندین تلاقی ژنوتیپ‌های گلرنگ هندی نشان داده است که هتروزیس برای عملکرد دانه بین ۱۲/۸ تا ۱۲۸/۹ درصد متغیر بوده است (مالشاپا و همکاران، ۱۹۸۹). اهدایی و قادری (۱۹۷۸) نیز با مطالعه در نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی دو ژنوتیپ بومی و غیربومی، وجود اثرات غالبیت در کنترل وزن دانه را بیان نموده‌اند. خویش‌آمیزی نیز در گلرنگ موجب کاهش وزن دانه گردیده است (یزدی صمدی و همکاران، ۱۹۷۵). همچنین در تلاقی‌های مختلف این گیاه، ژنهایی با اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل تعداد روز از کاشت تا مرحله گلدهی نقش داشته‌اند (کوچا، ۱۹۸۱). نتایج یزدی صمدی و همکاران (۱۹۷۵) نیز نشان داده است که

هتروزیس در مورد صفت تعداد روز تا گلدهی چندان قابل توجه نبوده است.

ارتفاع بوته در گلرنگ غالباً تحت کنترل ژنهایی با اثرات افزایشی است (کوچا، ۱۹۷۹). بعضی مطالعات نشان داده است که هیبریدهای نسل اول گلرنگ ارتفاعی بیش از والدین خود داشته‌اند، بطوری که برخی از آنها تا ۱۵۹ درصد نسبت به والد برتر، دارای ارتفاع بیشتری بودند (یزدی صمدی و همکاران، ۱۹۷۵). وجود هتروزیس برای میزان روغن نیز در گلرنگ گزارش شده است (پاتیل و نارکده، ۱۹۹۶). یزدی صمدی و همکاران (۱۹۷۵) نیز ضمن گزارش وجود هتروزیس برای میزان روغن دانه نشان دادند که خودگشتی موجب کاهش روغن دانه در برخی از ارقام گلرنگ می‌شود. اگرچه مطالعات ژنتیکی متعددی برای اطلاع از نحوه کنترل ژنتیکی خصوصیات مهم زراعی گلرنگ در دنیا صورت گرفته است، با وجود این اطلاعات ژنتیکی در مورد خصوصیات مهمی نظیر عملکرد دانه و درصد روغن در ژنوتیپ‌های بومی گلرنگ موجود نمی‌باشد. این مطالعه با اهداف تعیین نحوه توارث، میزان هتروزیس و خویش‌آمیزی در مورد صفات عملکرد دانه، میزان روغن دانه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و ارتفاع بوته در گلرنگ‌های بومی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه نتایج حاصل از تلاقی‌های IUTE₁₄₄₉ × IUTM₁₂، JUTH₁₃ × IUTC₁₂₉ × IUTKH₂₁₁، IUTE₁₄₄₉ × JUTK₁₁₅ × IUTH₁₃، IUTC₁₂₉ × JUTH₁₃، IUTC₁₂₉ × Saffire مورد بررسی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در تلاقی‌ها، لاین‌های انتخاب شده از توده‌های بومی مختلف (خراسان، اصفهان، همدان، کردستان، مرکزی) و Saffire، به‌عنوان یک رقم اصلاح شده کانادایی (ماندل و همکاران، ۱۹۸۵) بودند.

مشاهده شده میانگین نسل‌ها و مقادیر تخمین زده شده توسط مدل‌های برآورد شده به آزمون X^2 مورد بررسی قرار گرفت (کرسی و پونی، ۱۹۹۶). پارامترهای مدل افزایشی - غالبیت توسط نرم‌افزار آماری SAS برآورد گردید. میزان هتروزیس (H_I) بصورت برتری نتایج F_1 نسبت به والد برتر (H_P) و اثرات حاصل از یک نسل خویش‌آمیزی (I_n) روی میانگین فنوتیپی صفات بصورت زیر محاسبه گردیدند:

$$\{I_n = 100 \times [F_1 - F_2] / F_1\}, \{H_I = 100 \times [F_1 - H_P] / H_P\}$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها (شامل والدین و نسل‌های F_1 و F_2 حاصل از آنها) برای عملکرد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد روز تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته و میزان روغن و پروتئین دانه وجود داشت (جدول ۱). وجود تنوع بین ژنوتیپ‌ها پیش‌نیاز انجام تجزیه و تحلیل‌های ژنتیکی می‌باشد (کرسی و پونی، ۱۹۹۶). تفکیک واریانس ژنوتیپ‌ها نشان داد که والدین دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای برای کلیه خصوصیات مورد مطالعه بودند (جدول‌های ۱ و ۲). مشاهده اختلاف بین والدین دور از انتظار نبود زیرا این ژنوتیپ‌ها از منابع ژنتیکی مختلفی منشأ گرفته بودند. لاین IUTE1449 و لاین‌های JUTC129، JUTM12، IUTK115 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه در بوته در بین ژنوتیپ‌های والدینی بودند (جدول ۲).

بذور ۱۹ ژنوتیپ شامل ۷ والد و نسل‌های F_1 ، F_2 آنها در واحدهای آزمایشی روی سه خط ۳/۵ متری و با فواصل ۵۰ سانتی‌متری، با فاصله بوته روی خط ۱۰ سانتی‌متر کشت گردیدند. آزمایش با ۲ تکرار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت گرفت. انجام تلاقی‌ها و ارزیابی ژنوتیپ‌ها به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در مزرعه تحقیقات کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در شرودان صورت گرفت. بذور نسل F_2 تلاقی‌ها با پاکت‌گذاری روی گل‌آذین بوته‌های F_1 در گلخانه تولید گردید. صفات تولید روز تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی با احتساب تعداد روز از کاشت تا گلدهی ۵۰ درصد بوته‌های یک واحد آزمایشی، ارتفاع بوته و میانگین عملکرد دانه در بوته ژنوتیپ‌های روی ۵ بوته F_1 یا والدی و ۲۵ بوته F_2 خطوط میانی در هر پلات و وزن ۱۰۰ دانه و درصد روغن و پروتئین دانه‌ها برای ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری گردید. درصد روغن دانه‌ها با روش سوکسله با حلال هگزان n-نرمال، و میزان پروتئین دانه نیز با روش کلدال به دست آمد. جهت تعیین روغن و پروتئین دانه، از دانه‌های مربوط به هر واحد آزمایشی ۳ نمونه مورد تجزیه قرار گرفت و از میانگین آنها در تجزیه واریانس استفاده شد. اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل میزان پروتئین دانه تنها در ۳ تلاقی صورت گرفت (جدول ۳). داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS (۱۹۹۶) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از آزمون LSD برای تعیین اختلافات معنی‌دار بین والدین در مواردیکه مقدار F در تجزیه واریانس معنی‌دار بود، استفاده گردید. جهت تعیین نحوه توارث صفات و برآورد پارامترهای ژنتیکی افزایشی و غالبیت از تجزیه میانگین نسل‌ها با مدل افزایشی - غالبیت به صورت زیر استفاده شد:

$$[F_2 = m + \frac{1}{2}d], [F_1 = m + d], [P_1 = m + a], [P_2 = m + a]$$

در مدل مربوطه، m میانگین نسل‌ها، a مجموع اثرات افزایشی ژن‌ها و d مجموع اثرات غالبیت ژن‌ها می‌باشد. کارایی مدل ژنتیکی افزایشی - غالبیت در تبیین تنوع مشاهده بین نسل‌ها با بررسی وجود توافق بین مقادیر



جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه صفات مختلف در ژنوتیپ‌های گلرنگ.

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	روز تا گلدهی	ارتفاع بوته	میزان روغن دانه
بلوک	۱	۳۱/۹	۰/۰۱	۱/۷	۲۴/۱	۰/۱
ژنوتیپ	۱۸	۱۴۹/۲**	۰/۲۳**	۲۵/۶*	۳۷۱/۲**	۱۲/۹**
خطا	۱۸	۱۸/۴	۰/۰۱	۹/۲	۱۹/۶	۲/۲
والدین	۶	۸۳/۳**	۰/۵۱**	۴۲/۴**	۶۳۳/۵**	۹/۹**
F ₁ ها در مقابل والدین	۱	۱۰۳۷/۲**	۰/۱۰*	۴۲/۷*	۱۰/۹	۹/۰
F ₁ ها در مقابل F ₂ ها	۱	۴/۱	۰/۰۱	۰/۴	۱۰۲/۳	۰/۶

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

♣: درجه آزادی منابع بلوک، ژنوتیپ، خطا، والدین در مقابل F₁ها و F₁ها در مقابل F₁ها برای میزان پروتئین دانه به ترتیب ۱، ۱۰، ۱۰، ۱، ۱، ۱ و ۱ بود.

جدول ۲- میانگین خصوصیات و منشاء والدین مورد استفاده در آزمایش.

والدین	منشاء	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	صفت مورد بررسی		
				تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	میزان روغن دانه (درصد)
IUTKH ₂₁₁	خراسان	۲۳/۵	۴/۰۴	۱۰۶/۰	۱۰۴/۲	۳۳/۴
IUTC ₁₂₉	اصفهان	۱۷/۵	۳/۰۴	۱۱۵/۵	۱۳۸/۵	۲۹/۴
IUTH ₁₁₃	همدان	۲۲/۲	۳/۳۲	۱۰۷/۰	۹۳/۸	۲۷/۱
IUTK ₁₁₅	کردستان	۱۷/۳	۲/۶۷	۱۰۶/۰	۹۷/۷	۳۲/۶
IUTM ₁₂	مرکزی	۱۷/۹	۳/۰۸	۱۱۱/۰	۱۱۷/۹	۳۰/۴
IUTE ₁₄₄₉	اصفهان	۳۵/۶	۲/۵۴	۱۱۰/۰	۱۲۰/۲	۳۲/۶
Saffire	کانادا	۲۴/۴	۳/۴۶	۱۰۱/۰	۸۷/۹	۳۰/۲
LSD _(01/0)	-	۲/۸۶	۰/۴۲۹	۱۳/۴۲	۲۲/۱۰	۴/۵۷

کمترین میزان روغن دانه نیز مربوط به لاین‌های IUTH₁₁₃ و IUTC₁₂₉ بود و بقیه ژنوتیپ‌های والدین در گروه بیشترین قرار گرفتند. بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه نیز به ترتیب در لاین‌های IUTC₁₂₉، IUTE₁₄₄₉ و Saffire دارای کمترین و بقیه دارای بیشترین ارتفاع بوته بودند (جدول ۲). وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای برای خصوصیات زراعی و اقتصادی مهم چون عملکرد دانه و میزان در توده‌های بومی ایران قبلاً نیز گزارش شده است (احمدیان تهرانی و یزدی صمدی، ۱۳۵۳).

بزرگی واریانس جزء والدین در مقابل F₁ها (جدول ۱) نشان‌دهنده اثرات هتروزیگوسیستی قابل توجه برای

عملکرد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، روز تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی، میزان روغن و پروتئین دانه و همچنین زیاد بودن واریانس F₁ها در مقابل F₂ها (جدول ۱) گویای اثرات خویش‌آمیزی برای ارتفاع بوته می‌باشد. به عبارت دیگر، می‌توان در بین تلاقی‌های F₁ ژنوتیپ‌هایی با تفاوت قابل ملاحظه نسبت به والدین از لحاظ بروز صفات داشت.

نتایج حاصل از تجزیه میانگین نسل‌ها نشان داد که در ۴ تلاقی، مدل افزایشی - غالبیت به‌طور معنی‌داری تنوع عملکرد دانه را در بوته بین نسل‌ها توجیه نمود و در آنها پارامتر اثرات افزایشی ژن‌ها اختلاف معنی‌داری با صفر داشت (جدول ۳). مطالعه اهدایی و قادری (۱۹۷۸) نشان



توجه این که حداکثر هتروزیس عملکرد دانه در بوته در تلاقی مشاهده شده که والدین آن در بین والدین مورد بررسی دارای کمترین میزان عملکرد دانه در بوته بودند (جدول ۲). از طرف دیگر حداقل هتروزیس در تلاقی مشاهده شد که یکی از والدین آن (IUTE₁₄₄₉) بیشترین میزان عملکرد دانه در بوته را دارا بود. بنابراین، در برنامه‌های اصلاحی و تولید واریته‌های هیبرید توجه به والدین با عملکرد دانه کمتر نیز کاملاً ضروری به نظر می‌رسد.

خودگشتی از F_1 و F_2 موجب افزایش عملکرد دانه در ۴ تلاقی کاهش آن در دو تلاقی دیگر گردید (جدول ۴). بیشترین افزایش و کاهش عملکرد دانه در اثر یک نسل خویش‌آمیزی به ترتیب با ۱۹/۵ و ۱۸/۲ درصد در تلاقی‌های IUTM × IUTC₁₂₉ و IUTH₁₃ × IUTK₁₁₅ مشاهده شد (جدول ۴)، که والدین این تلاقی‌ها جزء کم عملکردترین والدین مورد بررسی بودند (جدول ۲). نتایج مطالعات یزدی صمدی و همکاران (۱۹۷۵) نیز نشان داد که عملکرد دانه گلرنگ در اثر یک نسل خویش‌آمیزی به میزان قابل توجهی کاهش داشته است. وجود اثرات خویش‌آمیزی بر عملکرد اقتصادی سایر گیاهان نیز گزارش شده است (قادری و لور، ۱۹۷۹؛ کانتا و همکاران، ۱۹۹۷).

مدل ژنتیکی افزایشی - غالبیت، تنوع مشاهده شده برای صفت وزن ۱۰۰ دانه را تنها در مورد تلاقی‌های IUTH₁₃ × IUTC₁₂₉ و IUTE₁₄₄₉ × IUTK₁₁₅ بخوبی توجیه نمود. در این مدل نیز تنها پارامتر افزایشی - معنی‌دار بود (جدول ۳). عدم کفایت مدل افزایشی - غالبیت برای وزن ۱۰۰ دانه در ۴ تلاقی دیگر ممکن است به علت اپیستازی ژن‌ها در کنترل این صفت باشد، کوتچا (۱۹۸۱) نیز با مطالعه چندین تلاقی گلرنگ اهمیت اثرات اپیستازی را در کنترل وزن دانه گزارش نموده است. بیشترین مقدار هتروزیس و اثرات خویش‌آمیزی برای وزن ۱۰۰ دانه نسبتاً بالایی داشتند (جدول ۴).

داد که تنها ژن‌هایی با اثرات غالبیت در کنترل عملکرد دانه گلرنگ نقش داشته‌اند. عدم تطابق نتایج این دو مطالعه را می‌توان به تفاوت ژنوتیپ‌های مورد استفاده در تلاقی‌ها مرتبط دانست. وجود ژن‌های با اثرات افزایشی در کنترل عملکرد دانه نشان می‌دهد که در برنامه‌های به نژادی می‌توان با انجام انتخاب در نتایج این تلاقی‌ها، به ژنوتیپ‌های با عملکرد بالادست یافت (ماتر و جینگز، ۱۹۸۲). در تلاقی‌های IUTM₁₂ × IUTC₁₂₉ و IUTH₁₃ × IUTK₁₁₅ علاوه بر اثرات افزایشی، اثرات غالبیت نیز در کنترل عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). تأثیر ژن‌هایی با اثرات غالبیت در کنترل عملکرد دانه گلرنگ قبلاً نیز گزارش شده است (کوتچا، ۱۹۸۱). احتمال وجود هتروزیس برای یک صفت در مواردی که ژن‌هایی با اثرات غیرافزایشی در کنترل آن نقش دارند، بیشتر است (کرسی و پونی، ۱۹۹۶).

در نتیجه می‌توان از ترکیبات ژنتیکی خاصی جهت استفاده از حداکثر هتروزیس و عملکرد دانه استفاده نمود. علامت جبری پارامتر غالبیت (d) در مدل ژنتیکی نشان‌دهنده جهت غالبیت می‌باشد (ماتر و جینگز، ۱۹۸۲). بنابراین در تلاقی IUTM₁₂ × IUTC₁₂₉ آلل‌های افزایش‌دهنده عملکرد دانه عموماً غالب می‌باشند ($d = 14/2^*$) ولی در تلاقی IUTK₁₁₅ × IUTH₁₃ آلل‌های کاهش‌دهنده عملکرد دانه غالب می‌باشند ($d = 15/1^*$). با توجه به اینکه در تلاقی‌های IUTH₁₃ × IUTE₁₄₄₉ و IUTC₁₂₉ × Saffire مدل افزایشی - غالبیت کفایت لازم را نداشت (جدول ۳)، ممکن است در این تلاقی‌ها اثرات اپیستازی در کنترل عملکرد دانه نقش زیادی داشته‌اند (ماتر و جینگز، ۱۹۸۲).

بیشترین میزان هتروزیس نسبت به والد برتر برای دانه در تلاقی IUTM₁₂ × IUTC₁₂₉ و کمترین آن در تلاقی IUTE₁₄₄₉ * IUTH₁₃ مشاهده شد (جدول ۴). وجود هتروزیس برای عملکرد دانه گلرنگ قبلاً نیز گزارش شده است (مالشاپا و همکاران، ۱۹۷۵). نکته قابل



جدول ۳- بررسی کارایی مدل ژنتیکی افزایشی- غالبیت و برآورد پارامترهای میانگین (m)، افزایشی (a) و غالبیت (d).

میزان پروتئین دانه (درصد)	میزان روغن دانه (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	منبع تنوع	تلافی
-	۳۳.۰**±۰.۹۲	۹۱.۸**±۸.۶۵	۱۱.۰/۵**±۴.۶۹	۳.۳۲**±۰.۷۹	۵.۰/۰**±۶.۲۹	m	IUTKH ₂₁₁
-	۰.۷±۱.۰	۲.۰±۹.۰۷	-۲.۵±۴.۹۲	-۰.۰۳±۰.۸۳	-۲.۰/۴**±۶.۶۰	a	.
-	-۰.۳±۱.۰۶	۱۶۴.۴±۱۰.۹۴	-۹.۰±۵.۹۳	-۰.۰۷±۱.۰۰	-۱۱.۶±۷.۹۶	d	IUTE ₁₄₄₉
-	۰.۰۵	۶.۱۱	۶.۳۱	۰.۷۵	۰.۳۴	X ^{2*}	
-	۲۹.۸**±۱.۴	۱۱.۰/۵**±۹.۰۵	۱.۰۷/۸**±۵.۱۲	۳.۷۶**±۰.۳۲	۳.۸/۶**±۹.۳۷	m	IUTC ₁₂₉
-	۱.۲±۱.۰	۵.۶±۱۰.۲۳	۵.۵/۸**±۰.۴۱	۱۸.۷**±۹.۸۵	-۱۸.۷**±۹.۸۵	a	IUTH ₁₃
-	۱.۰±۲.۰	-۲.۲±۱۱.۴۵	۱.۰±۶.۹۰	-۰.۰۵±۰.۵۰	-۹.۲±۱۰.۳۲	d	
-	۲.۴/۸.۰	۷/۶۷	۵/۴۳	۰.۹۸	۲/۴۶	X ²	
-	۳.۰/۴**±۰.۷	۱۲.۰/۳**±۱۷.۴	۱.۰۷/۸**±۳.۵۵	۳.۰/۸**±۰.۴۳	۲۵.۴**±۷.۴۹	m	IUTC ₁₂₉
-	۰.۲±۰.۷	۷.۹±۱۹.۳۵	۶.۲±۵.۶۴	-۰.۰۲±۰.۴۴	-۷.۶**±۶.۸۹	a	IUTM ₁₂
-	۴.۲±۱.۲	۱۱.۱±۲۰.۱۹	۲.۰±۶.۰۱	۰.۴±۰.۴۹	۴.۷±۴.۲۴	d	
-	۰.۹۰	۱.۸۱	۱۷.۱۹	۹.۸۴	۱.۰۱	X ²	
۲.۰/۶±۰.۷	۳.۰/۱**±۰.۵	۷۸.۷**±۸.۱۲	۹.۹/۰**±۲.۴۳	۳.۰/۰**±۰.۲۷	۵.۴/۰**±۶.۸۹	m	IUTH ₁₃
۲.۳**±۰.۷	۲.۳**±۰.۶	۱۷.۰**±۹.۰۵	۷.۵±۴.۷۲	۰.۰۷±۰.۳۲	۳.۴/۲**±۱۰.۳۷	a	IUTK ₁₁₃
-۲.۴±۱.۲	-۱.۰±۱.۰	۲۲.۰**±۱۰.۵۶	۱.۰/۰**±۴.۹۸	۰.۱۱±۰.۴۰	-۶.۷/۱**±۱۱.۵۱	d	
۴.۳۶	۰.۷۶	۰.۷۹	۲.۷/۲	۳.۴/۰	۰.۶۷	X ²	
۱۸.۵±۶.۳	۳.۰/۲**±۰.۴	۱.۰۵/۰**±۱۳.۸	۱.۰/۵**±۳.۰۳	۲.۷**±۰.۴۲	۲.۴/۳±۸.۵۳	m	IUTH ₁₃
۰.۱±۰.۶	۲.۵**±۰.۴	۲.۰±۳.۴۵	۲.۰±۳.۲۱	۰.۰۲±۰.۴۴	۴.۶±۹.۵۹	a	IUTE ₁₄₄₉
-۱.۰±۱.۱	۲.۰**±۰.۶	۳۰.۰/۱±۵.۵	-۲.۰±۳.۸۷	۳.۰±۰.۴۳	۶.۸/۱±۱۰.۷۹	d	
۲.۱۱	۰.۴۰	۱.۰۳	۲.۱۲	۹.۳۹	۶.۷۳	X ²	
۲۱.۰±۰.۳	۳.۰/۶**±۱.۱	۱.۰/۳.۶**±۲۷.۶۸	۱.۰/۳.۶**±۵.۱۴	۳.۲۹±۰.۲۵	۲۹.۷**±۵.۵۶	m	Saffire
۳.۰±۰.۳	۰.۱±۱.۱	۹.۶±۲۹.۰۳	۱.۲±۵.۳۹	۰.۰۴±۰.۲۷	۸.۷±۵.۸۳	a	IUTC ₁₂₉
-۳.۵±۰.۵	۷.۸±۳۵.۰۲	-۵.۰±۶.۰	۰.۳±۵.۳۲	۰.۷±۷.۰۴	۰.۷±۸.۰۴	d	
۰.۰۵	۷.۳	۱۸.۰۲	۱.۷/۰	۴.۷/۴	۱۳.۷۱	X ²	

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۳۸۴، ۱، ۳، ۸۴ و ۰.۰۵ X²



جدول ۴- مقادیر هتروزیس نسبت به والد برتر و اثرات خویش‌آمیزی در صفات مختلف.

صفت							
تلاقی	پارامتر	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	میزان روغن دانه (درصد)	میزان پروتئین دانه (درصد)
IUTKH ₂₁₁ × IUTE ₁₄₄₉	هتروزیس (%)	۷/۹	-۱۹/۶	-۷/۳	-۱۶/۷	-۱/۲	-
	خویش‌آمیزی (%)	-۱۵/۱	-۱/۲	-۲/۵	۷/۶	۱/۱	-
IUTC ₁₂₉ × IUTH ₁₃	هتروزیس (%)	۳۲/۴	-۳/۰	-۶/۵	-۲۱/۸	۰/۰	-
	خویش‌آمیزی (%)	-۱۵/۳	-۸/۷	۰/۵	-۱/۰	-۱۷/۷	-
IUTC ₁₂₉ × IUTM ₁₂	هتروزیس (%)	۱۲۱/۰	۱۴/۸	-۵/۶	-۵/۱	۱۲/۸	-
	خویش‌آمیزی (%)	۱۸/۲	۶/۰	۰/۹	۴/۳	۲/۹	-
IUTH ₁₃ × IUTK ₁₁₅	هتروزیس (%)	۷۵/۲	-۱۰/۸	۱/۹	۳/۱	-۱۲/۶	-۱۸/۱
	خویش‌آمیزی (%)	-۱۹/۵	-۲/۰	۴/۶	۱۱/۰	-۶/۵	۷/۶
IUTH ₁₃ × IUTE ₁₄₄₉	هتروزیس (%)	۲/۸	-۴/۵	-۵/۹	-۱۷/۳	-۱/۵	-۳/۲
	خویش‌آمیزی (%)	۱۶/۹	۷/۳	-۲/۰	-۲/۰	۷/۵	۸/۴
Saffire × IUTC ₁₂₉	هتروزیس (%)	۱۸/۹	۵/۲	-۱۱/۷	-۱۹/۶	۱۴/۹	-۱۰/۶
	خویش‌آمیزی (%)	-۱/۰	۴/۷	-۲/۴	۳/۵	-۳/۱	-۱۱/۵

برای صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، مدل افزایشی - غالبیت در هیچ یک از تلاقی‌ها با تنوع مشاهده شده بین نسل‌ها مناسب نداشت (جدول ۳). اهدایی و قادری (۱۹۷۸) نیز عدم کفایت مدل افزایشی - غالبیت در بر ارزش داده‌های مربوط به زمان گلدهی گلرنگ را گزارش نموده‌اند. دلیل عدم کفایت مدل را می‌توان به وجود مؤثر ژن‌هایی با اثرات اپیستازی در کنترل تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی مرتبط دانست (کرسی و پونی، ۱۹۹۶). بیشترین کاهش تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی در نتایج حاصل از تلاقی Saffire × IUTC₁₂₉ مشاهده گردید (جدول ۴). Saffire که یک رقم اصلاح شده تجاری می‌باشد، دارای کوتاه‌ترین و IUTC₁₂₉ دارای طولانی‌ترین زمان تا مرحله گلدهی می‌باشند.

مدل افزایشی - غالبیت تنوع مشاهده شده برای ارتفاع بوته را در تلاقی‌های IUTH₁₃ × IUTK₁₁₅ و

IUTC₁₂₉ × IUTM₁₂ بخوبی توجیه نمود (جدول ۳). اهمیت ژن‌هایی با اثرات افزایشی در کنترل ارتفاع بوته در کنترل گلرنگ قبلاً نیز گزارش شده است (کوئچا، ۱۹۷۹). بنابراین، انتخاب می‌تواند در تغییر ارتفاع بوته گلرنگ در نتایج تلاقی‌های فوق مؤثر واقع گردد. مثبت بودن ضریب پارامتر غالبیت در تلاقی IUTH₁₃ × IUTK₁₁₅ (d=۲۲/۰*) حاکی از غالب بودن آلل‌های افزایش‌دهنده ارتفاع بوته در نتایج این تلاقی می‌باشد. در دیگر تلاقی‌های نذل افزایشی - غالبیت در توجیه تنوعات مشاهده برای بوته ناتوان بود، که نتایج ابل (۱۹۷۶) در گلرنگ مطابقت دارد و می‌توان نتیجه گرفت که در این تلاقی‌ها، کنترل ارتفاع بوته احتمالاً تحت تأثیر اثرات متقابل بین ژن‌ها می‌باشد. کمترین میزان اثرات هتروزیس برای ارتفاع بوته در تلاقی‌هایی که مدل افزایشی - غالبیت تنوع بین نسل‌ها را توجیه نمود، مشاهده گردید (جدول





۴) و این مطابق فرضیه‌ای است که در آن یکی از دلایل بروز پدیده هتروزیس اثرات ایستازی ژن‌ها بیان شده است (کرسی و پونی، ۱۹۹۶).

در ۴ تلاقی مدل افزایشی - غالبیت بطور معنی‌داری تنوع مشاهده شده بین نسل‌ها را برای میزان روغن دانه نبیین نمود (جدول ۳) و در تلاقی $IUTH_{13} \times IUTK_{115}$ تنها پارامتر اثرات افزایشی معنی‌دار بود. بنابراین، انتخاب در نتایج این تلاقی‌ها می‌توان منجر به افزایش در صد روغن دانه گردد. معنی‌دار بودن اثرات غالبیت در ۲ تلاقی دیگر بدین معنی است که می‌توان در نتایج این تلاقی‌ها از پدیده هتروزیس استفاده نمود و هیبریدهایی با درصد روغن بیشتر از والدین یافت. ضریب مثبت پارامتر غالبیت برای میزان روغن در تلاقی $Saffire \times IUTH_{13}$ $IUTK_{1430}$ نشان‌دهنده غالب بودن آلل‌های افزایش‌دهنده درصد روغن در تلاقی‌های مذکور می‌باشد (جدول ۳). در ۲ تلاقی دیگر مدل افزایشی - غالبیت در توجه واریانس مشاهده شده بین نسل‌ها ناتوان بود، که می‌توان دلیل آن را به وجود اثرات ایستازی در کنترل میزان روغن دانه در این تلاقی‌ها ارتباط دارد. بیشترین درصد هتروزیس نسبت به والد برتر برای درصد روغن (۱۴/۹ درصد) در تلاقی $Saffire \times IUTC_{129}$ که دارای والد‌هایی با درصد روغن متوسط بودند، مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۴). هتروزیس برای میزان روغن دانه گلرنگ قبلاً نیز مشاهده شده است (پاتیل و نارکد، ۱۹۹۶). بطورکلی حداکثر تا ۱۷/۷ درصد افزایش و

پ ۷/۵ درصد کاهش در میزان روغن دانه در اثر یک نسل خویش‌آمیزی در تلاقی‌های مختلف مشاهده گردید (جدول ۴). اثرات خویش‌آمیزی روی درصد روغن دانه گلرنگ قبلاً نیز مشاهده شده است (بزدی صمدی و همکاران، ۱۹۷۵).

مدل افزایشی - غالبیت تنوع مشاهده شده برای میزان پروتئین دانه را در تلاقی‌های $IUTH_{13} \times IUTK_{1449}$ و $Saffire \times IUTC_{129}$ بخوبی توجیه نمود (جدول ۳). بنابراین، انتخاب می‌تواند در تغییر میزان پروتئین دانه گلرنگ در نتایج تلاقی‌های فوق مؤثر واقع گردد. در هر ۳ تلاقی مورد بررسی میزان هتروزیس از والد برتر برای میزان پروتئین دانه منفی بود (جدول ۴). خویش‌آمیزی نیز موجب کاهش (تا ۸/۴ درصد) و افزایش (تا ۱/۵ درصد) در میزان پروتئین دانه گردید (جدول ۴).

نتایج این مطالعه نشان داد که ژن‌هایی با اثرات افزایشی در کنترل عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه و میزان روغن دانه گلرنگ نقش دارند. بنابراین با انتخاب می‌توان میانگین این صفات را بهبود داد. همچنین برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، میزان روغن و پروتئین دانه نیز می‌توان در بین نتایج برخی از تلاقی‌های انجام شده، ژنوتیپ‌هایی که برتر از والدین خویش باشند، عدم کفایت مدل ژنتیکی افزایشی - غالبیت برای صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته در برخی از تلاقی‌ها وجود اثرات ایستازی یا اثرات متقابل بین ژن‌های مختلف در کنترل و بروز این صفات می‌باشد.

منابع

۱. احمدیان تهرانی، پ.، و ب. بزدی صمدی. ۱۳۵۳. مقایسه کلرنگ وحشی و گلرنگ اهلی از لحاظ چند صفت بتائیکی و زراعتی. مجله علوم کشاورزی ایران، سال ششم، شماره (۲)، صفحه ۱۳-۲۰.
۲. زینعلی، ا. گلرنگ (ساخت، تولید و مصرف). ۱۳۷۸. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۷ ص.
3. Abel, G. H. 1976. Inheritance of stem length and its components in safflower, *Crop Sci.* 16:374-376.
4. Ehdai, B., and A. Ghaderi. 1978. Inheritance of some agronomic characters in a cross of safflower. *Crop Sci.* 18: 544-547.
5. Ghaderi, a., and R.L. Lower. 1979. Heterosis and inbreeding depression for yield in populati on derived from six crosses of cucumber. *G. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 564-567.
6. Kearsy, M.g., and H.S. Pooni. 1996. *The Genetical Analysis of Quantitative Traits*, Chapman & Hall press.

7. Knowels, P. F. 1969. Centers of plant diversity and conservation of crop germplasm. *Safflower. Econ. Botany*. 23: 324-329.
8. Kotecha, A. 1979. Inheritance and association of six traits in safflower. *Crop sci.* 19: 523-527.
9. Kotecha, A. 1981. Inheritance of seed yield and its components in safflower, *Can. g. Genet. Cytol.* 23: 111-117.
10. Kunta, T., L.H. Edwards, and K.R. Keim 1997. Heterosis, Inbreeding depression, and combining ability in soybeans. *SABARO gour.* 29: 21-32.
11. Malleshappa, c., g. v. Goud, and G. S. pati 1989. Study on heterosis in f_1 , f_2 and f_3 generations of safflower. *Karnataka, g. Agr. Sci.* 2: 220- 223.
12. Mather, K. and g. I. Jinks 1982. *Biometrical genetics*. 3rd edn. Chapman and Hall. London.
13. Mundel, H.-H., H. C., Huang, L. D., Burch, and F. Kiehn 1985. Saffire Safflower, *Can. g. Plant Sci.* 65: 1079 – 1081.
14. Pathil, S. C., and B. N. Narkhede 1996. Heterosis for yield and yield componets in irrigated safflower. *Gour. Maharashtra Agricultural University.* 21: 261 – 264.
15. SAS Institute Inc. 1996. SAS/STAT Users guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
16. Yazdi-Samadi, B., A., Sarrafi, and A. A. Zali 1975. Heterosis and inbreeding estimates in safflower. *Crop Sci.* 15: 81- 83.



Genetic mode controlling seed yield and oil content in local Safflower genotypes using generations mean analysis

¹M.H. Pahlavani, ²G. Saeidi and ²A. F. Mirlohi

¹Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences, Gorgan, ²Dept. of Agronomy, Isfahan University of Technology, Iran.

Abstract

Information on genetic control of agronomic characteristics, inbreeding depression and heterosis effects is needed to improve efficiency of breeding programs. Safflower genotype lines selected from different local populations along with their F_1 and F_2 generations were evaluated in this study. Results of generations mean analysis showed that additive and dominance effects play a major role in control of seed yield per plant. Considering the dominance parameter in genetic model, it was concluded that in some crosses responsible alleles for increasing yield per plant were dominant and in other crosses were recessive. Heterosis relative to high parent for seed yield per plant varied from 2.8 to 121.0% in different crosses. Also, one generation of inbreeding decreased (maximum to 18.9%) and increased (maximum to 19.5%) seed yield per plant in different crosses. The additive-dominance genetic model explained most of variation among generations for oil content in most crosses, especially $IUTKH_{211} \times IUTE_{1449}$ and $IUTH_{13} \times IUTE_{1449}$. Therefore, selection could improve oil content in variation from -12.6 to 14.9%. Inbreeding decreased (maximum to 7.5%) and increased (maximum to 17.7%) oil content in different crosses. The additive dominance genetic model failed to explain observed variation for days to 50% flowering, 100-seed weight and plant height in most of crosses. This was an indication that epistatic effects might play a considerable role in controlling these traits. Maximum amount of heterosis relative to high parent for 100-seed weight, days to flowering and plant height were 14.8, 1.9 and 3.1%, respectively. However, inbreeding had no considerable effects on these traits.

Keywords: Safflower; Generations; Mean Analysis

