"نهال و بذر"
جلد ۲۴ ، شماره ۱، سال ۱۳۸۷

ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برخی اینبردلاین‌ها و لاین های بازگردان باروری آفتابگردان
General and Specific Combining Ability of some Sunflower Inbred Lines and Restorers

عباس رضائی‌زاد[۱] و ابراهیم فرخی[۲]

۱- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه
۲- مربی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۲/۱۶ **تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۵/۲۵**

چکیده

رضائی‌زاد، ع.، و فرخی، ا. ۱۳۸۷. ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برخی اینبردلاین‌ها و لاین های بازگردان باروری آفتابگردان. **نهال و بذر ۲۴:** ۸۳-۹۸

به منظور تهیه دورگ‌های جدید و ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برخی از اینبرد لاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری آفتابگردان، چهار اینبرد لاین وشش لاین بازگردان باروری آفتابگردان برای دورگ‌گیری در سال ۱۳۸۳ انتخاب شدند. تعداد ۲۴ دورگ F1 حاصل در سال ۱۳۸۴ به همراه دورگ آذرگل به عنوان شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمارهای مورد بررسی برای کلیه صفات به استثنای عملکرد دانه دارای اختلاف معنی‌دار بودند. دورگ‌های AHa107F81-240×RHa107F81-127/2، آذرگل و AHa107F81-30×RHa107F81-127/2 به ترتیب با ۴۴۷۱ ، ۴۲۷۴ و ۴۱۳۱ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری به روش طرح تلاقیII کامستاک و رابینسون نشان داد که ترکیب‌پذیری عمومی اینبرد لاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری برای صفت عملکرد دانه معنی‌دار نبود. با این حال از بین لاین های بازگردان باروری، RHa107F81-127/2 و از بین اینبرد لاین‌ها، AHa107F81-120 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی بودند. نتایج نشان داد برای اکثر صفات نقش والد پدری یا لاین‌های بازگردان باروری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و از بین مواد آزمایشی حاضر لاین بازگردان باروری RHa107F81-127/2 ظرفیت لازم برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی را دارد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی، دورگ گیری.

نویسنده مسئول: arezaizad@yahoo.com

مقدمه

آفتابگردان یک گیاه دگرگشن است که ارقام آزادگرده‌افشان (O.P.) آن به دلیل دگرگشنی به تدریج ساختار ژنتیکی خود را از دست می‌دهند بنابراین توجه محققان به تولید ارقام دورگ برای این محصول معطوف گشته است. اصلاح ارقام دورگ پر محصول و پر روغن آفتابگردان که علاوه بر یکنواختی در رسیدن، به بیماری‌ها نیز مقاوم باشند سبب افزایش تولیدآن در واحد سطح می‌شود (Aliari, 2000).

اصلاح اینبرد لاین‌ها ابتدا در سال ۱۹۲۰ در شوروی سابق آغاز شد. اگرچه در آن زمان نیز هتروزیس در دورگ‌های آفتابگردان مشاهده شد ولی به دلیل فقدان یک سیستم نر عقیمی مناسب، تولید دورگ‌های تجاری با مشکل مواجه بود (Sindagi and Virupakshappa, 1990). یک نقطه عطف در تولید دورگ‌های آفتابگردان کشف سیستم نرعقیمی و همچنین یافتن ژن‌های رجعت‌دهنده باروری در تیپ‌های وحشی و ارقام بومی اولیه(Obsolete) بود (Sindagi and Virupakshappa, 1990؛ Fehr, 1987). معمولاً در تولید ارقام دورگ چهار مرحله وجود دارد:

۱- اصلاح و تولید اینبرد لاین‌ها که معمول‌ترین روش آن انتخاب تک گیاهان از جمعیت‌های پایه (ارقام آزاد گرده‌افشان، ذخایر ژنی یا تلاقی‌های طراحی شده) است.

۲- ارزیابی اینبرد لاین‌ها برای توانایی ترکیب‌پذیری که از طریق تاپ کراس و یا روش‌های دیگر انجام می‌شود.

۳- تبدیل اینبرد لاین‌ها به لاین‌های نرعقیم و رجعت‌دهنده باروری که از طریق بک‌کراس انجام می‌شود.

۴- تولید دورگ‌ها که از تلاقی لاین‌های نرعقیم با لاین‌های رجعت دهنده باروری (رستورر) انجام می‌شود.

پایه‌های مادری در این گونه تلاقی‌ها به دنبال چند نسل خودگشنی پسروی اجباری نشان می‌دهند (Fick, 1987). برای حل این مشکل تولید دورگ‌های تری‌وی‌کراس که در آن بذر از پایه‌های قوی سینگل کراس به دست می‌آید مورد توجه قرار گرفته است (Sindagi and Virupakshappa, 1990). اولین دورگ‌های ایرانی با نام‌های مهر و شفق در سال۱۳۶۶ معرفی شدند (Arshi and Jafari, 1990) و در سال ۱۳۷۳ سه دورگ جدید CMS31×R28 , CMS19×R43 , و CMS31×R43 با نام‌های گلشید ، آذرگل وگلدیس معرفی شدند (Arshi *et al.*, 1994 ؛Fallahtoosi, 1994).

هالور و میراندا (Halluer and Miranda, 1988) ترکیب‌پذیری عمومی را به عنوان شاخص ژن‌های با اثر افزایشی و قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی را نشان دهنده اثر غیر افزایشی عنوان کردند. لورتی و گاتو

(Laurti and Gatto, 1999) ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ۲۴۵ تست کراس را مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش دادند که بر آوردهای ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری (GCA) اغلب بیشتر از لاین‌های عقیم (CMS) است و این موضوع نشان می‌دهد که انتخاب بر اساس لاین‌های بازگردان باروری نسبت به CMS ها می‌تواند بیشتر موثر باشد، از طرفی میزان GCA همیشه کمتر از SCA بود. سانچز و همکاران (Sanchez *et al.*, 1999) وراثت‌پذیری و واریانس ژنتیکی صفات مختلف آفتابگردان را مورد ارزیابی قرار داده و گزارش کردند که واریانس افزایشی برای صفات موثر بر طول دوره زایشی، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل و وزن طبق بیشتر از واریانس غالبیت بود، در حالی که برای صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا انتهای گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و عملکرد دانه واریانس غالبیت از اهمیت بیشتری برخوردار بود. پوت (Putt, 1966) و میلر (Miller, 1987) ترکیب‌پذیری عمومی درصد روغن را بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی برآورد کرده و اعلام داشتند اثر افزایشی ژن بیشتر از اثر غیر افزایشی در کنترل درصد روغن اهمیت دارد. سوجاتا و همکاران (Sujatha *et al.*, 2002) در آزمایشی واریانس ژنتیکی را در لاین‌های اینبرد آفتابگردان بررسی کردند و بیان داشتند که بیشترین واریانس متعلق به عملکرد روغن، وزن هزار دانه، قطر طبق و درصد روغن دانه بود. به جز درصد روغن دانه بقیه صفات اندازه‌گیری شده کمتر تحت تاثیر محیط قرار گرفتند که نشانه همبستگی نزدیک بین کواریانس ژنتیکی و فنوتیپی است. در این آزمایش وراثت‌پذیری بالا همراه با پیشرفت ژنتیکی برای صفات ارتفاع بوته، در صد خودگشنی، درصد تشکیل بذر و عملکرد مشاهده شد در حالی که وراثت‌پذیری بالا به همراه پیشرفت ژنتیکی پایین برای صفات تعداد برگ در بوته، قطر طبق، قطر ساقه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، وزن هزار دانه و عملکرد روغن مشاهده شد که نشان می‌دهد این صفات نمی‌توانند به طور موثری توسط انتخاب توسعه یابند. (Khan, 2001) وراثت‌پذیری و برخی صفات کمی را در آفتابگردان مورد مطالعه قرار داد و طیف گسترده‌ای را برای وراثت‌پذیری از ۵/۵۸- درصد برای صفت تعداد بذر در طبق تا ۹۸/۷۲ درصد برای صفت تعداد روز تا ۵۰ در صد گلدهی گزارش داد. در این آزمایش وزن صد دانه، تاریخ گلدهی کامل، رسیدگی و درصد روغن دانه دارای برآوردهای وراثت پذیری بالایی بودند. راجانا و همکاران (Rajanna *et al.*, 2001) هتروزیس را در تاپ‌کراس‌های آفتابگردان مورد مطالعه قرار داده و بیان داشتند که تنوع CMSها در برنامه‌های اصلاحی هتروزیس می‌تواند مفید واقع شود. اسکوریچ و همکاران

(Skoric *et al.*, 2000) برای عملکرد دانه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را مشاهده کردند و نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی را کمتر از یک برآورد کردند. بجاج و همکاران (Bajaj *et al.*, 1997) با استفاده از یک طرح تجزیه لاین × تستر اثر ژنی غیر افزایشی را مهم‌تر از اثر ژنی افزایشی تشخیص دادند.

در تحقیق حاضر سعی شده است ضمن بررسی اینبردلاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری جدید، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی این مواد آزمایشی برای صفات زراعی مهم در آفتابگردان برآورد شود.

مواد و روش‌ها

برای اجرای آزمایش در سال ۱۳۸۳ قطعه زمینی کاملاً یکنواخت انتخاب شد و عملیات زراعی مناسب شامل شخم ، دیسک و ماله برای تسطیح زمین انجام شد.کود شیمیایی مورد نیاز بر اساس آزمون خاک مصرف شد. به منظور تهیه دورگ‌های جدید و ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برخی از اینبرد لاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری آفتابگردان تعداد چهار اینبردلاین و شش لاین بازگردان باروری آفتابگردان (از مواد اصلاحی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج) برای دورگ‌گیری انتخاب شدند. تلاقی‌ها به روش ذیل انجام شد:

در سال اول آزمایش تعداد چهار اینبرد لاین و شش لاین بازگردان باروری هر کدام در سه خط سه متری و در دو تاریخ مختلف کاشته شدند. فاصله خطوط کشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها بر روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر بود. قبل از شروع گل‌دهی تعدادی ازبوته‌های لاین‌های نر عقیم و همچنین تعدادی از لاین‌های بازگردان باروری برای جمع‌آوری گرده با کیسه ململ پوشانیده شدند. در مرحله گل‌دهی هر لاین بازگردان باروری با سه بوته از هر لاین نرعقیم تلاقی داده شدند. تلاقی‌ها برای هر بوته سه بار و به صورت یک روز در میان انجام شد و در نهایت تعداد ۲۴ ترکیب هیبرید F1 تولید شد. ارزیابی ترکیب‌پذیری اینبرد لاین‌ها با کاشت ۲۴ هیبرید F1 حاصل در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۴انجام شد. کاشت به صورت جوی و پشته و هر کرت مشتمل بر سه خط به طول ۵/۵ متر و با فواصل خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۲۵ سانتی‌متر روی خطوط بود. در طی آزمایش عملیات معمول زراعی شامل تنک کردن، وجین و سله‌شکنی و مبارزه با آفات انجام شد. در این آزمایش از خصوصیات مهم زراعی شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گل‌دهی، طول مدت گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته وقطر طبق بر اساس دستورالعمل اشنایتر و میلر (Schneiter and Miller, 1981) یادداشت‌برداری به عمل آمد. برداشت از خط وسط هر کرت با حذف یک بوته از ابتدا و

انتهای هر کرت انجام شد. درصد روغن دانه بر اساس روش تشدید مغناطیسی هسته‌ای(Nuclear Magnetic Resonance) اندازه‌گیری شد.

برای مطالعه ترکیب‌پذیری عمومی دورگ‌های حاصل از تلاقی لاین‌های بازگردان باروری و اینبرد لاین‌ها داده‌ها به صورت طرح تلاقی فاکتوریل یا طرح II کامستاک ورابینسون (Comstock and Robinson, 1948) تجزیه شد و مجموع مربعات دورگ‌ها به اجزائ اثر ماده‌ها، نرها و اثرمتقابل ماده‌ها و نرها تقسیم شد. اثر ماده‌ها و نرها معادل ترکیب‌پذیری عمومی و اثر متقابل ماده‌ها و نرها معادل ترکیب‌پذیری خصوصی است.

برآورد اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری، اینبردلاین‌ها، ترکیب‌پذیری عمومی نسبی و ترکیب‌پذیری خصوصی به ترتیب با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$GCA_{i.} = X_{i.} - \bar{x}..$ ،

$GCA_{.j} = X_{.j} - \bar{x}..$ ،

$\hat{GCA} = GCA / \bar{x}.. \times 100$ و

$SCA_{ij} = X_{ij} - GCA_{i.} - GCA_{.j} - \bar{x}..$

اینبرد لاین‌های استفاده شده در این مطالعه AHa107F81-30، AHa107F81-180، Ha107F81-240، AHa107F81-248 و لاین‌های بازگردان باروری RHa107F81-1/2، RHa107F81-80/1، RHa107F81-22/2، RHa107F81-34/1، RHa107F81-127/2 و RHa107F81-161/2 بودند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده نشان داد ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات به استثنای عملکرد دانه دارای اختلاف معنی‌دار بودند. از نظر عملکرد دانه دورگ های AHa107F81-240×RHa107F81-127/2، آذرگل وAHa107F81-30×RHa107F81-127/2 به ترتیب با ۴۴۷۱ ، ۴۲۷۴ و ۴۱۳۱ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند (جدول۱). میانگین مربعات ترکیب‌پذیری به دست آمده به روش طرح تلاقی II کامستاک و رابینسون در جدول ۲ درج شده است. ترکیب‌پذیری عمومی اینبرد لاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری برای صفت عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). با این حال از بین لاین‌های بازگردان باروری، RHa107F81-127/2 و از بین اینبردلاین‌ها AHa107F81-240، دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی بودند (جدول ۴). دورگ‌های AHa107F81-248× RHa107F81-34/1 و AHa107F81-30× RHa107F81-161/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی بودند (جدول۵). در تحقیقات مختلف، برای عملکرد دانه گاهی اثر افزایشی ژن

(Skoric *et al.*, 2000) و گاهی اثر ژنی غیرافزایشی (Bajaj *et al.*, 1997) گزارش شده است. برخی محققین از جمله پوت (Putt, 1966) ، میحالشویچ (Mihaljevic, 1988)، تیاگی (Tyagi, 1988) و کستلوت و همکاران (Kestloot, *e tal.*, 1985) اثرهای دوگانه افزایشی و غیر افزایشی را برای عملکرد دانه گزارش داده‌اند. نتایج ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نشان می‌دهد که لاین‌هایی که دارای ترکیب‌پذیری عمومی بالایی هستند لزوماً منتج به تولید یک دو رگ با عملکرد بالا نمی‌شوند. برای صفت با اهمیت درصد روغن دانه ترکیب‌پذیری عمومی برای لاین‌های بازگردان باروری و اینبردلاین‌ها معنی‌دار بود. لاین بازگردان RHa107F81-22/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی و RHa107F81-1/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی بود. در بین اینبردلاین‌ها تنها AHa107F81-248 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). ترکیب‌پذیری خصوصی در بین مواد آزمایشی حاضر از نظر این صفت کمتر بود. دورگ های RHa107F81-161/2 ×AHa107F81-248 و RHa107F81-22/2 ×AHa107F81-248 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت بودند (جدول۵). فرخی(Farrokhi, 2003) نیز اثر افزایشی را برای درصد روغن دانه گزارش داد در حالی که پوت (Putt, 1966)، اورتگون و همکاران (Ortegon *et al.*,1992) و هیتی(Hity, 1992) هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی را در کنترل میزان روغن موثر دانسته‌اند. با توجه به نقش تعیین‌کننده اثر افزایشی در کنترل درصد روغن دانه پیدا کردن لاین‌هایی که دارای ترکیب‌پذیری عمومی بالایی برای درصد روغن دانه باشند می‌تواند در تهیه دورگ‌های با درصد روغن بالا مفید موثر باشد. در مورد صفت ارتفاع بوته، ترکیب‌پذیری لاین‌های بازگردان باروری دارای اثر معنی‌داری بود. از بین لاین‌های بازگردان RHa107F81-127/2 بیشترین ترکیب‌پذیری منفی (۱۳/۵۵-) بود در حالی که در بین اینبرد لاین‌ها AHa107F81-248 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی (۴/۶۴-) را داشت. دورگ AHa107F81-248× RHa107F81-161/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی (۸/۶۱-) بود. نتایج فرخی (۲۰۰۳) و زائوچنگ و همکاران(Zaocheng *et al.*, 1987) نشان‌دهنده اثر معنی‌دار لاین‌های بازگردان باروری بر روی صفت ارتفاع بوته است. قابل توجه است که یکی از صفات اصلاحی در آفتابگردان پاکوتاهی است. لاین بازگردان باروری RHa107F81-127/2 با بیشترین ترکیب‌پذیری منفی برای ارتفاع بوته دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای عملکرد دانه بود و این موضوع نشان می‌دهد که این لاین بازگردان باروری ظرفیت لازم برای استفاده در برنامه‌های

جدول ۱ – تجزیه واریانس صفات مختلف زراعی آفتابگردان

Table1. Analysis of variance for different agronomic traits of sunflower.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Means of Square									
		تعداد روز تاغنچه‌دهی Days to budding	تعداد روزتا شروع گلدهی Days to initial flowering	تعداد روزتا گلدهی کامل Days to complete flowering	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end of flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Height (cm)	قطر طبق Diameter of head (cm)	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	عملکرد دانه Yield (kgha^{-1})	درصد روغن دانه Seed oil content (%)
تکرار eplication	2	15.45 **	12.97 **	7.24 *	5.05 *	10.36 ^{ns}	4.34 ^{ns}	1.80 ^{ns}	11.20**	4891162 **	12.99 ^{ns}
تیمار Treatment	24	9.57 **	4.46 **	5.52 **	4.05 **	12.13 **	258.70 **	2.60 **	8.87**	497667 ^{ns}	28.00 *
اشتباه Error	48	1.92	1.39	2.14	1.02	4.30	73.10	0.97	1.85	313324	15.63
ضریب تغییرات (%) CV		2.3	1.84	1.12	1.35	1.94	5.2	6.8	7.121	14.66	8.08

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

ns , * and ** : Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

جدول ۲ – تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری برای صفات مختلف زراعی لاین‌های نر عقیم، بازگرداندن باروری و تلاقی‌های آن‌ها در آفتابگردان

Table 2. Variance analysis of combining ability for different agronomic traits in CMS lnes restorer lines and their hybrids in sunflower.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Means of Square									
		وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	قطر طبق Diameter of head (cm)	ارتفاع بوته Height (cm)	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end of flowering	تعداد روز تا گلدهی کامل Days to complete flowering	تعداد روز تا شروع گلدهی Days to initial flowering	تعداد روز تا غنچه‌دهی Days to budding	عملکرد دانه Yield ($kgha^{-1}$)	درصد روغن دانه Seed oil content (%)
Replication تکرار	2	16.09 **	13.51 **	6.50 ns	5.93 **	0.18 ns	5.8 ns	1.93 ns	121.77 **	4849185 **	6.16 ns
لاین‌های بازگردان‌باروری Restorers(R)	5	19.79 **	11.81 **	16.49 **	9.01 **	15.25 **	858.5 **	4.27 **	245.42 **	643314 ns	48.22 **
CMS لاین‌های نر عقیمی	3	20.11 **	2.64 ns	3.24 ns	5.42 **	11.87 *	181.7 ns	7.85 **	86.77 **	628172 ns	16.42 **
CMS×R اثر متقابل	15	4.39 **	2.48 ns	1.76 ns	1.51 ns	3.45 ns	87.9 ns	1.12 ns	56.28 **	412692 ns	3.04 ns
Error اشتباه	46	1.98	1.43	2.23	0.99	4.46	76.1	1.01	21.44	315999	2.62
CV (%) ضریب تغییرات		2.36	1.87	2.17	1.33	1.99	5.32	6.92	7.29	14.8	3.35

ns ، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

ns , * and ** : Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively

جدول ۳- میانگین صفات زراعی مهم .در تلاقی‌های حاصل از ترکیب لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری آفتابگردان

Table 3. Mean of different agronomic traits in hybrids of CMS inbred lines and restore lines of sunflower

تلاقی‌ها Crosses (CMS×R)	عملکرد دانه Yield (kgha^{-1})	تعداد روز تا غنچه‌دهی Days to budding	تعداد روز تا شروع گلدهی Days to initial flowering	تعداد روز تا گلدهی کامل Days to complete flowering	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end of flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Height (cm)	قطر طبق Diameter of head (cm)	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	درصد روغن دانه Seed oil content (%)
AHa107F81-30× RHa107F81-1/2	3889	57.00	63.67	68.00	73.67	104.7	15.75	15.75	65.00	46.7
AHa107F81-180× RHa107F81-1/2	4085	58.33	62.33	67.67	73.67	106.3	15.22	15.22	68.47	44.7
AHa107F81-240× RHa107F81-1/2	3820	60.33	64.67	68.67	75.00	106.7	15.75	15.75	65.30	46.8
AHa107F81-248× RHa107F81-1/2	3848	59.33	64.00	68.67	75.00	107.0	14.85	14.85	70.90	44.9
AHa107F81-30× RHa107F81-80/1	3816	58.00	63.67	67.67	73.67	106.7	14.42	14.42	65.33	47.5
AHa107F81-180× RHa107F81-80/1	4094	56.67	61.33	66.00	72.33	106.3	13.82	13.82	72.33	45.2
AHa107F81-240× RHa107F81-80/1	3932	61.00	64.33	68.33	73.67	105.7	14.07	14.07	63.80	48.6
AHa107F81-248× RHa107F81-80/1	3548	56.33	62.33	68.00	74.33	104.7	13.23	13.23	67.57	48.4
AHa107F81-30× RHa107F81-22/2	3854	61.00	64.67	72.67	75.33	103.3	15.67	15.67	57.53	50.7
AHa107F81-180× RHa107F81-22/2	3910	61.67	66.33	70.33	76.00	107.0	13.55	13.55	58.33	50.9
AHa107F81-240× RHa107F81-22/2	3584	62.33	65.00	69.67	75.33	108.0	13.96	13.96	58.67	51.8
AHa107F81-248× RHa107F81-22/2	3613	62.00	66.33	71.00	77.33	104.3	12.67	12.67	56.00	53.4
AHa107F81-30× RHa107F81-34/1	3538	60.33	65.33	68.67	75.33	107.0	14.23	14.23	54.47	48.2
AHa107F81-180× RHa107F81-34/1	3605	60.33	63.00	68.00	74.67	109.7	16.21	16.21	63.87	47.5
AHa107F81-240× RHa107F81-34/1	4030	59.67	63.67	68.00	74.33	107.7	14.41	14.41	65.77	47.8
AHa107F81-248× RHa107F81-34/1	4070	59.00	63.67	68.67	75.00	107.3	13.67	13.67	70.10	47.0
AHa107F81-30× RHa107F81-127/2	4131	57.00	63.00	68.00	74.33	104.3	15.75	15.75	64.57	49.5
AHa107F81-180× RHa107F81-127/2	3917	59.67	63.33	69.00	76.00	106.0	15.08	15.08	66.33	47.4
AHa107F81-240× RHa107F81-127/2	4471	62.67	62.67	68.33	74.33	104.0	15.08	15.08	65.43	50.9
AHa107F81-248× RHa107F81-127/2	3827	60.00	64.00	69.00	75.33	103.3	14.07	14.07	72.00	49.1
AHa107F81-30× RHa107F81-161/2	3957	59.33	64.67	68.67	75.33	106.0	14.83	14.83	58.10	47.6
AHa107F81-180× RHa107F81-161/2	3792	59.00	64.33	68.67	75.00	106.3	14.83	14.83	66.47	45.8
AHa107F81-240× RHa107F81-161/2	3605	61.33	64.67	69.00	74.33	106.7	14.42	14.42	58.67	48.5
AHa107F81-248× RHa107F81-161/2	2207	61.00	65.33	70.33	77.00	105.3	13.00	13.00	50.00	49.9
Check(Azargol)	4274	61.00	65.00	71.00	77.00	112.7	15.10	15.10	67.13	53.9

جدول ۴- ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری عمومی نسبی لاین‌های بازگردان باروری و اینبرد لاین‌های نر عقیم آفتبگردان

Table 4. General combining ability and partial general combining ability of restorers and CMS inbred lines of sunflower

	عملکرد دانه			تعداد روز تا غنچه‌دهی			تعداد روز تا شروع گلدهی			تعداد روز تا گلدهی کامل		
	Yield (kgha^{-1})			Days to budding			Days to initial flowering			Drays to complete flowering		
Restorer	Mean	**GCA**	RGCA	Mean	**GCA**	RGCA	Mean	**GCA**	RGCA	Mean	**GCA**	RGCA
RHa107F81-1/2	3910.7	113.00 ns	2.98	58.75	-0.97 ns	-1.62	63.67	-0.35 ns	-0.55	68.25	-0.54 ns	-0.79
RHa107F81-80/1	3847.4	49.75 ns	1.31	58.00	-1.72 **	-2.88	62.92	-1.10 **	-1.72	67.50	-1.29 **	-1.87
RHa107F81-22/2	3740.3	-57.33 ^{ns}	-1.51	61.75	2.03 **	3.40	65.58	1.57 **	2.45	70.92	2.13 **	3.05
RHa107F81-34/1	3810.7	13.08 ^{ns}	0.34	59.83	0.11 ^{ns}	0.18	63.92	-0.10 ^{ns}	-0.16	68.33	-0.46 ^{ns}	-0.67
RHa107F81-127/2	4086.5	288.83 ^{ns}	7.61	59.83	0.11 ^{ns}	0.18	63.25	-0.76 *	-1.19	68.58	-0.21 ^{ns}	-0.30
RHa107F81-161/2	3390.3	-407.33 ^{ns}	-10.73	60.17	0.45 ^{ns}	0.75	64.75	0.74 *	1.16	69.17	0.38 ^{ns}	0.5
S.E.$_{gi}$		162.27			0.41			0.345			0.43	
Inbred												
AHa107F81-30	3864.11	66.44 ^{ns}	1.75	58.78	-0.94 *	-1.57	64.17	0.15 ^{ns}	0.23	68.94	0.15 ^{ns}	0.22
AHa107F81-180	3900.61	102.94 ^{ns}	2.71	59.28	-0.44 ^{ns}	-0.74	63.44	-0.57 *	-0.89	68.28	-0.51 ^{ns}	-0.74
AHa107F81-240	3907.06	109.39 ^{ns}	2.88	61.22	1.50 ^{ns}	2.51	64.17	0.15 ^{ns}	0.23	68.67	-0.12 ^{ns}	-0.174
AHa107F81-248	3518.89	-278.78 *	-7.34	59.61	-0.11 ^{ns}	-0.18	64.278	0.26 ^{ns}	0.41	69.28	0.49 ^{ns}	0.71
S.E.$_{gi}$		132.49			0.33			0.282			0.352	

ns , * and ** : Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

ns ، *و** : به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

GCA : General Combining Ability, RGCA: Ratio General Combining Ability , S.E.$_{gi}$: Standard Error of general combining ability

GCA : ترکیب پذیری عمومی ، RGCA: ترکیب پذیری عمومی نسبی ، S.E.$_{gi}$: خطای استاندارد ترکیب پذیری عمومی

Table 4. Continued

ادامه جدول ۴-

Restorer	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end of flowering			تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity			ارتفاع بوته Height (cm)			قطر طبق Diameter of head (cm)		
	Mean	**GCA**	RGCA	Mean	**GCA**	RGCA	Mean	**GCA**	RGCA	Mean	**GCA**	RGCA
RHa107F81-1/2	74.33	-0.52 ^{ns}	-0.69	106.2	0.16 ^{ns}	0.15	171.13	7.16 **	4.37	15.39	0.869 **	5.98
RHa107F81-80/1	73.50	-1.35 **	-1.80	105.8	-0.18 ^{ns}	-0.17	161.04	-2.93 ^{ns}	-1.79	13.88	-0.641 **	-4.41
RHa107F81-22/2	76.00	1.15 **	1.54	105.7	-0.34 ^{ns}	-0.32	174.53	10.56 **	6.44	13.96	-0.561 **	-3.86
RHa107F81-34/1	74.83	-0.02 ^{ns}	-0.03	107.9	1.91 **	1.80	162.35	-1.62 ^{ns}	-0.99	14.63	0.109 ^{n}s	0.75
RHa107F81-127/2	75.00	0.15 ^{ns}	0.20	104.4	-1.59 *	-1.50	150.43	-13.55 **	-8.26	15.00	0.479 **	3.30
RHa107F81-161/2	75.42	0.57 ^{ns}	0.76	106.1	0.07 ^{ns}	0.07	164.34	0.37 ^{ns}	0.23	14.27	-0.251 *	-1.73
$S.E._{gi}$		0.287			0.61			2.52			0.094	
Inbred												
AHa107F81-30	74.61	-0.24 ^{ns}	-0.32	105.33	-0.68 ^{ns}	-0.64	164.76	0.79 ^{ns}	0.48	15.11	0.598 *	4.06
AHa107F81-180	74.61	-0.24 ^{ns}	-0.32	106.94	0.93 ^{ns}	0.88	166.48	2.51 ^{ns}	1.53	14.79	0.27 ^{ns}	1.86
AHa107F81-240	74.50	-0.35 ^{ns}	-0.47	106.44	0.43 ^{ns}	0.41	165.31	1.34 ^{ns}	0.82	14.62	0.1 ^{ns}	0.69
AHa107F81-248	75.67	0.82 **	1.10	105.33	-0.68 ^{ns}	-0.64	159.33	-4.64 *	-2.83	13.58	-0.94	-6.47
$S.E._{gi}$		0.23			0.497			2.06			0.24	

ns , * and ** : Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

ns ، *و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

GCA : General Combining Ability, RGCA: Ratio General Combining Ability , $S.E._{gi}$: Standard Error of general combining ability

GCA : ترکیب پذیری عمومی ، RGCA : ترکیب پذیری عمومی نسبی ، $S.E._{gi}$: خطای استاندارد ترکیب پذیری عمومی

Table 4. Continued

ادامه جدول ۴-

Restorer	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)			درصد روغن دانه Seed oil content (%)		
	Mean	**GCA**	RGCA	Mean	**GCA**	RGCA
RHa107F81-1/2	67.35	3.86 *	608	45.78	-2.5 **	-5.2
RHa107F81-80/1	67.18	3.69 **	5.81	47.43	-0.9 ns	-1.8
RHa107F81-22/2	57.69	-5.80 **	-9.13	51.70	3.4 **	7.1
RHa107F81-34/1	63.50	0.01 ns	0.02	50.12	-0.7 ns	-1.4
RHa107F81-127/2	67.02	3.53 *	5.56	49.23	0.9 ns	1.9
RHa107F81-161/2	58.23	-5.27 **	-8.30	48.00	-0.3 ns	-0.6
$S.E._{gi}$		1.34			0.47	
Inbred						
AHa107F81-30	60.77	-2.72 *	-4.28	48.40	0.1 ns	0.2
AHa107F81-180	65.89	2.40 ns	3.78	46.90	-1.4 **	-2.9
AHa107F81-240	62.88	-0.61 ns	-0.96	50.75	0.8 *	1.7
AHa107F81-248	64.43	0.94 ns	1.48	48.80	0.5 ns	1.0
$S.E._{gi}$		1.09			0.38	

ns، *و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪. ns , * and ** : Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

GCA : ترکیب پذیری عمومی، RGCA: ترکیب پذیری عمومی نسبی، $S.E._{gi}$: خطای استاندارد ترکیب پذیری عمومی

GCA : General Combining Ability, RGCA: Ratio General Combining Ability , $S.E._{gi}$: Standard Error of general combining ability

جدول ۵- ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌های بازگردان باروری واینبرد لاین‌های نر عقیم آفتابگردان

Table 4. Specific combining ability of restorers and CMS inbred lines of sunflower

Crosses (Inbred × Restorer)	عملکرد دانه Yield ($kgha^{-1}$)	تعداد روز تا غنچه‌دهی Days to budding	تعداد روز تا شروع گلدهی Days to initial flowering	تعداد روز تا گلدهی کامل Drys to complete flowering	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Height (cm)	قطر طبق Diameter of head (cm)	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	درصد روغن دانه Seed oil content (%)
AHa107F81-30× RHa107F81-1/2	-88.07	-0.81	-0.14	-0.50	-0.42	-0.79	4.18	-0.23	0.32	1.66
AHa107F81-180× RHa107F81-1/2	71.44	0.02	-0.76	-0.07	-0.42	-0.80	-0.24	-0.44	-1.33	1.16
AHa107F81-240× RHa107F81-1/2	-200.02	0.08	0.86	0.54	1.02	0.10	1.43	0.26	-1.49	-0.59
AHa107F81-248× RHa107F81-1/2	216.16	0.69	0.08	-0.07	-0.15	1.51	-5.40	0.40	2.56	-0.54
AHa107F81-30× RHa107F81-80/1	-97.82	0.94	0.61	-0.08	0.41	1.55	2.57	-0.05	0.82	0.81
AHa107F81-180× RHa107F81-80/1	143.69	-0.89	-1.01	-0.99	-0.93	-0.46	0.85	-0.33	2.70	0.01
AHa107F81-240× RHa107F81-80/1	-24.77	1.50	1.27	0.95	0.52	-0.56	-0.38	0.09	-2.82	-0.44
AHa107F81-248× RHa107F81-80/1	-20.60	-1.56	-0.84	0.01	0.01	-0.45	-3.10	0.29	-0.60	1.31
AHa107F81-30× RHa107F81-22/2	47.27	0.19	-1.06	1.50	-0.43	-1.69	-0.32	1.12	2.51	-0.26
AHa107F81-180× RHa107F81-22/2	66.77	0.36	1.32	-0.08	0.24	0.40	-4.24	-0.68	-1.81	1.44
AHa107F81-240× RHa107F81-22/2	-265.69	-0.92	-0.73	-1.13	-0.32	1.90	-2.57	-0.10	1.54	-1.51
AHa107F81-248× RHa107F81-22/2	151.49	0.36	0.49	-0.41	0.51	-0.69	7.21	-0.35	-2.68	2.04
AHa107F81-30× RHa107F81-34/1	-339.15	1.44	1.27	0.09	0.74	-0.24	-6.45	-0.99	-6.36	-1.18
AHa107F81-180× RHa107F81-34/1	-308.65	0.94	-0.34	0.18	0.08	0.85	-0.46	1.31	-2.08	-0.38
AHa107F81-240× RHa107F81-34/1	109.91	-1.66	-0.39	-0.21	-0.15	-0.65	5.71	-0.32	2.83	-3.93
AHa107F81-248× RHa107F81-34/1	538.08	-0.72	-0.50	-0.15	-0.65	0.06	1.19	-0.02	5.61	-2.78
AHa107F81-30× RHa107F81-127/2	-21.90	-1.89	-0.40	-0.83	-0.43	0.56	-2.31	0-16	0.22	1.01
AHa107F81-180× RHa107F81-127/2	-272.4	0.28	0.65	0.93	1.24	0.62	-0.13	-0.19	-3.14	0.41
AHa107F81-240× RHa107F81-127/2	275.16	1.34	-0.73	-0.13	-0.32	-0.85	-6.17	-0.02	-1.03	0.06
AHa107F81-248× RHa107F81-127/2	19.33	0.28	0.49	-0.07	-0.49	-0.44	8.72	0.01	3.99	0.21
AHa107F81-30× RHa107F81-161/2	500.27	0.10	-0.23	-0.75	0.15	0.60	2.37	-0.03	2.55	0.34
AHa107F81-180× RHa107F81-161/2	298.77	-0.73	0.15	0.01	-0.18	-0.71	4.25	0.29	5.80	0.04
AHa107F81-240× RHa107F81-161/2	105.32	-0.34	-0.23	-0.05	-0.74	0.19	2.01	0.05	1.01	-1.11
AHa107F81-248× RHa107F81-161/2	-904.52	0.94	0.32	0.67	0.76	-0.10	-8.61	-0.33	-9.21	2.24
$S.E._{sij}$	324.55	0.81	0.69	0.86	0.57	1.22	5.04	0.58	2.67	0.93

$S.E._{sij}$: Specific combining ability

$S.E._{sij}$: خطای استاندارد ترکیب پذیری خصوصی

اصلاحی را دارد .ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری و اینبرد لاین‌ها برای صفت قطر طبق معنی‌دار بود در حالی که ترکیب‌پذیری خصوصی برای این صفت معنی‌دار نبود. در بین لاین‌های بازگردان باروری RHa107F81-1/2 و از اینبرد لاین‌ها AHa107F81-30 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت بودند در حالی که هیچ کدام از دورگ‌ها دارای ترکیب‌پذیری خصوصی قابل توجهی برای قطر طبق نبودند. برخی محققین مثل تیاگی (Tyagi, 1988) برای این صفت اثر افزایشی را گزارش دادند در حالی که اورتگون و همکاران (Ortegon *et al.*,1992)، اثر غیرافزایشی و هیتی(Hity, 1992) اثر دوگانه افزایشی و غیرافزایشی را برای این صفت گزارش دادند. در مورد صفت وزن هزار دانه اثر توام ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌دار بود که با نتایج فرخی(۲۰۰۳) مطابقت دارد، از این نظر لاین بازگردان باروری RHa107F81-1/2 و اینبردلاین AHa107F81-108 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی و دورگ AHa107F81-248 × RHa107F81-34/1 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی بود. در مورد صفاتی که با فنولوژی گیاه در ارتباط هستند ترکیب‌پذیری لاین‌های بازگردان باروری به استثنای تعداد روز تا رسیدگی برای بقیه صفات اندازه‌گیری شده دارای اثر معنی‌دار بود و ترکیب‌پذیری عمومی اینبردلاین‌ها تنها برای صفات تعداد روز تا غنچه‌دهی و تعداد روز تا پایان گل‌دهی معنی‌دار بود در حالی که ترکیب‌پذیری خصوصی تنها برای تعداد روز تا غنچه‌دهی معنی‌دار بود. به لحاظ طول دوره رویش، لاین بازگردان باروری RHa107F81-127/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی در بین لاین‌های بازگردان باروری و اینبرد لاین‌ها بود. در بین مواد آزمایشی بررسی شده لاین بازگردان باروری RHa107F81-127/2 با داشتن بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت برای عملکرد دانه و بیشترین ترکیب‌پذیری منفی برای صفات طول دوره رویش و ارتفاع بوته می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرارگیرد. اخیراً در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر از این لاین بازگردان باروری در تلاقی با لاین‌های نرعقیم جدید برای تولید دورگ‌های پرمحصول استفاده می‌شود. نتایج نشان داد که نقش اثر افزایشی در کنترل ژنتیکی صفات زراعی آفتابگردان بیشتر از اثر غالبیت است و برای اکثر صفات نقش والد پدری یا لاین‌های بازگردان باروری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این موضوع نشان می‌دهد که انتخاب بر اساس لاین‌های بازگردان باروری نسبت به لاین‌های نرعقیم می‌تواند بیشتر مؤثر باشد. این نتایج با یافته‌های لورتی‌و گاتو (Laurti and Gatto, 2001) نیز مطابقت دارند.

References

Aliari, H. 2000. Oilseeds, Agronomy and Physiology. Amid Publication, Iran. 182pp.

Arshi, Y., Arab, G. H., Soltani, A., Khiavi, M., Taie, A., RadDavaji, A. M., and Faghih, M. J., Alisharifi, M. A., and Fallahtoosi, A. 1994. Introduction of new hybrids of sunflower. Proceedings of the 3rd Iranian Congress of Agronmy and Plant Breeding. Tabriz University. Page 204.

Arshi, Y., and Jafari, H. 1990. Study of Sunflower. A publication of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. 37pp.

Bajaj, R.K., Aujla, K.K. and Chahal, G.S. 1997. Combining ability studies in sunflower.*(Helianthus annuus* L.*)* Crop improvement.34: 141-146.

Comstock, R. E., and Robinson, H. F. 1948. The components of genetic variances in biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. Biometrica 4: 495-516.

Fallahtoosi, A. 1994. Introduction of new sunflower hybrids. Porceedings of the 3rd Congress of Agronomy and Plant Breeding. Tabriz University. Page 194.

Farrokhi, E. 2003. General combining ability and gene effects of sunflower new restorer lines. Seed and Plant 18: 470-486 (in Farsi).

Fehr, W.R. 1987. Principales of Cultivar Development.Vol. 1. Mc Millan, New York. 525 pp.

Fick, G.N. 1987. Sunflower. pp 544-585. In: Rabbelen, G., Doweny, R.K. and Ashri, A. D. (eds). Oilcrops of the World. McGrow Hill, U.S.A.**.**

Hallauer,A.R., and Miranda, J.B. 1988. Quantitative Genetic in Maize Breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Hity, A. H. 1992. Genetic analysis of agronomic characters in sunflower. Proceedings of the 13th. International Sunflower Conference, pisa, Italy. pp. 1118-1128.

Kestloot, J. A., Heursel, A. J., and Oawales, F. M. 1985. Estimation of heritability and genetic variation in sunflower. Helia 8: 17-20.

Khan, A. 2001. Yield performance, hritability and interrelationship in some quantitative traits in sunflower. Helia 24: 35-50.

Laureti, D., and Gatto, A. D. 2001. General and specific combining ability in sunflower(*Helianthus annuus* L.). Helia. 24: 1-16.

Mihaljevic, M.1988. Combining ability and hetrosis in *Helianthus annuus* (wild). Proceedings of the 12th International Sunflower Conference Noisad, Yugoslavia. pp.963-968.

Miller, J. F. 1987. Sunflower. pp. 621-688. In: Fehr, W.R. (ed.) Principles of Cultivar Development.Vol. 2. McMillan, New York, USA.

Ortegon, M, Escabedo, A. A., and Villareal, L.Q.1992. Combining ability of sunflower lines and comparison among parent lines and hybrids. Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, Pisa, Italy. pp.1178-1193.

Putt, E.D.1966. Hetrosis, combining ability, and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower. Canadian Journal of Plant Science 46: 50-67.

Rajanna, M.P., Seethram, A., Virupakshappa, K. and Kamesh, S. 2001. Hetrosis in top-cross hybrids of diverse cytostrile source of sunflower(*Helianthus annuus* L.). Helia 24: 25-34.

Sanchez, D.G., Baldini, M., Charles, D. A., and Vannozzi, G. P. 1999. Genetic variances and heritability of sunflower traits associated with drought tolerance. Helia 22: 23-34.

Schneiter, A. A., and Miller, J. F. 1981. Description of sunflower growth stage. Crop Science 21: 901-903.

Sindagi, S.S., and Virupakshappa, K. 1990. Sunflower. ICAR.

Skoric. D.S, and Mohnar, I. 2000. General(GCA) and specific(SCA) combining abilities in sunflower. Proceedings of the 15th. International Sunflower Conference. Toulose, Frence. pp. E23-E27.

Sujatha, H.L., Chikkadevaiah, and Nandini, . 2002. Genetic variability study in sunflower inbreds. Helia 25: 93-100.

Tyagi, A.P. 1988. Combining ability of yield component and maturity trait in sunflower*(Helianthus annuus* L.*)*. Proceedings of the 12th International Sunflower Conference, Noisad, Yugoslavia. pp.489-493.

Zhaocheng, X.L., Guizhi, D.W., and JI, Q. 1987, Applied the theory of relative hetriability to calculate the hetrosis of sunflower. Proceedings of the 12th International Sunflower Conference. Noisad, Yugoslavia. pp.484-488.