



بررسی قابلیت ترکیب و توارث پذیری صفات کمی در لاین‌های اصلاح شده

آفتابگردان به روش لاین - تستر

سیدعباسعلی اندرخور*^۱ و عرازمحمد نوری‌راد دوجی^۲

^۱ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران، ^۲ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گنبد، ایران

چکیده

به منظور تهیه دورگ‌های جدید و ارزیابی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی والدین، هشت لاین اینبرد نرعیتم و شش لاین بازگردان باروری آفتابگردان متحمل به بیماری پلاسموپارا در قالب طرح ژنتیکی لاین در تستر تلاقی داده شدند. تعداد ۴۸ دورگ F1 حاصل به همراه والدها و دو شاهد هیبرید آذرگل و هیبرید فرخ در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر تیمارها برای کلیه صفات از جمله ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، قطر طبق، طول دوره رویش، عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن دارای اختلاف معنی‌دار بودند. تجزیه واریانس ترکیب پذیری به روش طرح تلاقی لاین در تستر کمپتون نشان داد که اثر ژنوتیپ، هیبریدها و اثر متقابل لاین در تستر برای کلیه صفات معنی‌دار گردید. برای عملکرد دانه و عملکرد روغن بازگردان باروری RF81-25 و اینبرد لاین AF80-488/1/2/1، برای وزن هزار دانه بازگردان باروری RF81-30 و اینبرد لاین AF80-460/2/1/1 دارای قابلیت ترکیب عمومی مثبت و معنی‌دار، برای ارتفاع گیاه بازگردان باروری RF81-131/1 و اینبرد لاین AF80-438/1/2/2 و برای طول دوره رویش بازگردان باروری RF81-131/1 دارای قابلیت ترکیب عمومی منفی و معنی‌دار بودند. تلاقی RF81-25*AF80-460/2/1/1 و AF-6937*RF81-30 برای عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن دارای ترکیب پذیری مثبت معنی‌دار بود. نتایج حاصل از برآوردهای اجزای ژنتیکی حاکی از سهم بیشتر واریانس غیرافزایشی در توارث بسیاری از صفات مورد بررسی بوده است. لذا به منظور بهبود وارتقاء این صفات در جوامع مورد نظر، استفاده از پدیده هتروزیس از طریق تلاقی والدین دور از هم می‌تواند مد نظر قرار گیرد.

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

*مسئول مکاتبه: a_andarkhor@yahoo.com

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) یکی از گیاهان عمده روغنی است که روغن آن دارای کیفیت بالایی بوده و زراعت آن در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران رایج است. تولید هیبریدهای جدید با پتانسیل عملکرد بالاتر، درصد روغن بیشتر، یکنواختی در رسیدن، مقاوم و یا متحمل به بیماری سفیدک کرکی (*Plasmopara hastedii*) و زنگ آفتابگردان (*Puccinia helianthi*) سبب افزایش تولید این گیاه در واحد سطح می‌گردد (Bajaj *et al.*, 1997). قابلیت ترکیب عمومی عبارت از قابلیت تولید عملکرد هر لاین در تلاقی با سایر لاین‌ها و قابلیت ترکیب خصوصی عبارت از قابلیت ترکیب هر لاین در تلاقی با یک والد یا یک لاین خاص می‌باشد (Fehr, 1987). اورتگون و همکاران (Ortegon *et al.*, 1992) قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی معنی‌داری را برای روز تا رسیدگی گزارش نموده و عمل ژن را غیر افزایشی ذکر کردند ولی در مطالعات دیگر خان و همکاران (Khan *et al.*, 2008) برای این صفت قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی معنی‌دار و ماهیت ژن را افزایشی با کمی اثر غیر افزایشی گزارش نمودند. تیاگی (Tyagi, 1988) اثر ژن را افزایشی ولی میخالشوویچ (Mihaljevic, 1988) و اورتگون و همکاران (Ortegon *et al.*, 1992) برای وزن دانه اثر ژن را افزایشی و غیر افزایشی با اهمیت یکسان گزارش نمودند. مطالعات غفاری و همکاران (Ghaffari *et al.*, 2011) حاکی از آن است که قابلیت ترکیب خصوصی برای ارتفاع بوته آفتابگردان بسیار مهم‌تر از قابلیت ترکیب عمومی است ولی تیاگی (Tyagi, 1988) و میها لشوویچ (Mihaljevic, 1988) و اورتگون و همکاران (Ortegon *et al.*, 1992) بر اهمیت قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی معنی‌دار برای ارتفاع بوته آفتابگردان تأکید نمودند و نتیجه گرفتند که اثر افزایشی و غیر افزایشی اهمیت یکسانی در توارث ارتفاع بوته آفتابگردان دارد. قابلیت ترکیب و اثر ژنی برای قطر طبق بستگی به ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارد. میزان روغن دانه نیز در زمره مهم‌ترین صفاتی است که به‌نژادگران آفتابگردان در پی اصلاح آن می‌باشند. اسکوریک و همکاران (Skoric *et al.*, 2000) برای عملکرد دانه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را مشاهده کردند و نسبت واریانس قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی را کمتر از یک برآورد کردند. این امر نشان‌دهنده سهم بیشتر واریانس غیر افزایشی در کنترل این صفت بود. پوت (Put, 1966) و میلر (Miller, 1987) قابلیت ترکیب عمومی درصد روغن را بیشتر از قابلیت ترکیب خصوصی برآورده نموده و اعلام داشتند که اثر افزایشی ژن بیشتر از اثر غیر افزایشی در کنترل درصد روغن اهمیت دارد. فیک (Fick, 1987) و هیتی (Hity, 1992) نیز اثر افزایشی و غالبیت را با اهمیت یکسان مشاهده نمودند. سوجاتا و همکاران (Sujatha *et al.*, 2002) بیان داشتند که بیشترین واریانس متعلق به عملکرد روغن، وزن هزار دانه، قطر طبق و درصد روغن دانه بود. بجز در صد 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 به همراه پیشرفت ژنتیکی پائین برای صفات قطر طبق، قطر ساقه، وزن هزار دانه و عملکرد روغن مشاهده شد که نشان می‌دهد این صفات نمی‌توانند به طور موثری توسط انتخاب توسعه یابند. اندرخور (2002, Andarkhor) در بررسی خود اثرات ژنی را در ژنوتیپ‌های تحت بررسی برای ارتفاع بوته، افزایشی و برای طول دوره رویش، وزن هزار دانه، عملکرد روغن، قطر طبق، درصد روغن و عملکرد دانه غیر افزایشی تشخیص داد. فرخی (2003, Farrokhi) در بررسی خود اثرات ژنی را در ژنوتیپ‌های تحت بررسی برای ارتفاع بوته، طول دوره رویش، قطر طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه افزایشی و غیر افزایشی و برای درصد روغن افزایشی تشخیص داد. اندرخور (2013, Andarkhor) در بررسی صفات در گیاه آفتابگردان قابلیت توارث خصوصی نسبتاً بالا را برای صفات وزن هزار دانه و عملکرد دانه و همچنین اهمیت بیشتر اثرات افزایشی ژن‌ها را در کنترل ژنتیکی صفات گزارش نمود. اندرخور (2014, Andarkhor) در آزمون واریانس ژنتیکی لاین‌های اینبرد آفتابگردان گزارش نمود که در تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌دار برای صفات ارتفاع بوته، طول دوره رویش، طول دوره گل‌دهی، عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق و عملکرد روغن مشاهده گردید و برخی تلاقی‌ها برای عملکرد دانه و عملکرد روغن دارای ترکیب‌پذیری مثبت معنی‌دار بالا بودند. هدف از این بررسی تعیین اثرات ژنی در لاین‌های موجود و استفاده از نتایج آن در تعیین روش اصلاحی و همچنین تعیین لاین‌های بازگردان باروری و اینبرد لاین‌های برتر و استفاده از آن‌ها در تهیه هیبریدهای پر محصول و برخوردار از صفات مطلوب زراعی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تهیه هیبریدهای جدید و ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و اثر ژن بر روی برخی از این برد لاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری آفتابگردان تعداد هشت لاین اینبرد نر عقیم شامل AF80-6920، AF80-460/2/1/1، AF80-463/1/1/1، AF80-427/2/1/1، AF80-488/1/2/1، AF80-533/1/1/1، AF80-6937، AF80-438/1/2/2 و شش لاین بازگردان باروری آفتابگردان شامل RF81-25، RF81-150/1، RF81-65، RF81-053/2، RF81-131/1، RF81-30 در قالب طرح ژنتیکی لاین در تستر در سال ۱۳۸۷ تلاقی داده شدند. ۴۸ هیبرید F1 حاصل به همراه والدین و دو شاهد آذرگل و فرخ در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار در سال ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات زراعی دشت ناز ساری مورد مطالعه قرار گرفتند. کشت به‌صورت دستی، هر کرت شامل چهار خط به طول پنج متر و با فواصل ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف بود. در این آزمایش از صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، قطر طبق، طول دوره رویش، درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن و برداشت برداری به عمل آمد. برداشت از دو خط وسط هر کرت با حذف یک بوته از ابتدا و انتهای هر

کرت انجام شد. درصد روغن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه (Nuclear Magnetic Resonance) NMR در آزمایشگاه شیمی تحقیقات دانه‌های روغنی تعیین گردید. برای مطالعه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی دورگ‌های حاصل از تلاقی لاین‌های بازگردان باروری و اینبرد لاین‌ها داده‌ها با استفاده از طرح تلاقی لاین در تستر کمپتورن (Kemporne, 1957) انجام شد. اثر ماده‌ها و نرها معادل ترکیب‌پذیری عمومی و اثر متقابل ماده‌ها و نرها معادل ترکیب‌پذیری خصوصی است. برای برآورد اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری، اینبرد لاین‌ها و ترکیب‌پذیری خصوصی به ترتیب از فرمول‌های زیر استفاده شد.

الف- برآورد GCA از طریق والد پدری لاین‌ها (i)

$$\text{GCA لاین } = gi = \frac{Xi..}{fr} - \frac{x...}{fmr} \quad \sum gi = 0$$

ب- برآورد GCA والد مادری یا تسترها (j)

$$\text{GCA تستر } = gj = \frac{X.j.}{mr} - \frac{X...}{fmr} \quad \sum gj = 0$$

۳-۶-۲- برآورد اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA)

$$SCA = sij = \frac{Xij}{r} - \frac{Xi..}{fr} - \frac{X.j.}{mr} + \frac{X...}{fmr}$$

$$\sum_i Sij = \sum_j Sij = \sum_i \sum_j Sij = 0$$

آزمون اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها و تسترها با استفاده از آزمون T انجام گردید. در این بررسی از نرم افزارهای Excel، MSTAT-C و SAS (Sas, 2004) استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده نشان داد ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول ۱). قابل توجه است که یکی از صفات اصلاحی در آفتابگردان پا کوتاهی است و نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن ترکیب‌پذیری عمومی برای لاین‌های بازگردان باروری (تستر) و همچنین ترکیب‌پذیری خصوصی (لاین × تستر) بر روی ارتفاع بوته بود (جدول ۱). بازگردان باروری RF81-150/1 و اینبرد لاین AF80-438/1/2/2 به ترتیب با احتساب (۱۳/۹۳-) و (۱۱/۴۵-) دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی بودند. تلاقی AF80-427/2/1/1*RF81-053/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی منفی (۳۰/۲۸-) بود (جدول ۳ و ۴). نسبت واریانس ترکیب‌پذیری

عمومی به خصوصی به میزان ۰/۲۹، واریانس غالبیت ۱۷۰/۱۲ و توارث پذیری خصوصی ۰/۱۵ برآورد گردید که اثرات ژنی غیرافزایشی را در کنترل این صفت مهم‌تر نشان می‌دهد (جدول ۲). فرخی (Farrokhi, 2003) نتایج مشابهی را گزارش نمود.

اثرات مستقل لاین‌ها و تسترها بر قطر طبق معنی‌دار نبود ولی اثر متقابل آنها بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). لاین AF80-488/1/2/1 دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۳). دورگ‌های AF80-533/1/1/1*RF81-150/1، AF80-533/1/1/1*RF81-65، AF80-533/1/1/1*RF81-65 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری بودند (جدول ۴). برای قطر طبق نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی ۰/۰۶، واریانس غالبیت، ۱/۵ و توارث‌پذیری خصوصی ۰/۰۵ برآورد گردید که سهم بالاتر اثرات ژنی غیرافزایشی را در کنترل این صفت نشان می‌دهد (جدول ۲). سوجاتا و همکاران (Sujatha et al., 2002) نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

در خصوص صفاتی که با فنولوژی گیاه (طول دوره رویش) در ارتباط هستند برآورد قابلیت ترکیب عمومی برای اینبرد لاین‌ها و همچنین برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی (لاین×تستر) معنی‌دار شد (جدول ۱). از بین لاین‌های بازگردان باروری RF81-131/1 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی (۱/۳۶-) بود در حالی که در بین اینبرد لاین‌ها، اینبرد لاین AF80-6920 دارای کمترین ترکیب‌پذیری عمومی و همچنین تعدادی از ترکیب‌ها دارای ترکیب‌پذیری خصوصی منفی بوده اند (جدول ۳ و ۴). نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی ۰/۱۲، واریانس غالبیت ۷/۴۵ و توارث‌پذیری خصوصی ۰/۱۴ برآورد گردید که این نتایج سهم اثرات ژنی غیر افزایشی را در کنترل این صفت مهم‌تر نشان می‌دهد (جدول ۲). اندرخور (Andarkhor, 2014) نتایج مشابهی را گزارش کرد.

در مورد وزن هزار دانه نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن برآورد ترکیب‌پذیری عمومی برای لاین‌های بازگردان باروری (تستر) و همچنین برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی (لاین×تستر) بود (جدول ۱). از بین لاین‌های بازگردان باروری RF81-30 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت بود در حالی که در بین اینبرد لاین‌ها AF80-460/2/1/1 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری بود. دورگ AF6920*RF81-65، AF80-533/1/1/1*RF81-30 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی بودند (جدول ۳ و ۴). نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی ۰/۳۶، واریانس غالبیت ۲۰/۵۲ و توارث‌پذیری خصوصی ۰/۱۴ برآورد گردید که نقش اثرات ژنی غیرافزایشی را در کنترل این صفت مهم‌تر نشان می‌دهد (جدول ۲). اندرخور (Andarkhor, 2002) برای این صفت نتایج مشابهی را گزارش کرد.

بژوهشنامه گیاهان دانه روغنی ایران / جلد چهارم (۱)، ۱۳۹۴

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های آفتابگردان بر اساس تلاقی لاین در تستر.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	قطر طبق	طول دوره رویش	عملکرددانه	درصد روغن	عملکرد روغن	وزن هزاردانه
تکرار	۱	۵۰۰/۰۷**	۶/۹۹*	۱۲/۲۴**	۱۶۷۰۰۱/۵۹ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۱۰۵۲/۲۷ ^{ns}	۱۷۰/۹۹*
تیمار	۶۳	۱۳۰۷/۷۶**	۷/۵۵**	۲۵/۳۵**	۵۱۵۴۹۹۶/۶۶**	۴۴/۲۹**	۱۱۰۶۲۳۵/۸۱**	۲۱۷/۵۵**
شاهد در مقابل والدین در مقابل هیبریدها	۲	۲۳۱۹۳/۳۸۵**	۷۳/۳۱**	۸۰/۵۴**	۷۶۵۳۹۸۵/۶۳**	۸/۷۳*	۱۶۰۰۵۰۸۵/۵۴**	۲۳۶۵/۷۱**
شاهد در مقابل (والدین و هیبرید)	۱	۱۴۲۳/۹۲**	۰/۰۸ ^{ns}	۳/۱ ^{ns}	۱۰۶۲۹۰۱۷/۱۸**	۱۱/۲۴**	۲۴۳۲۶۶۶/۲۲**	۱۱۱۴/۹۵**
شاهد در مقابل هیبریدها	۱	۴۴۹۶۲/۸۴**	۱۴۶/۵۴**	۱۵۷/۹۸**	۱۴۲۴۷۸۹۵۴/۰۹**	۶/۲۳ ^{ns}	۲۹۵۷۷۵۰۴/۸۶**	۳۶۱۶/۴۵**
شاهدها	۱	۴۸۴**	۱/۰۶ ^{ns}	۱/۱۶ ^{ns}	۷۱۵۵۸۴/۷۴ ^{ns}	۱/۶۱ ^{ns}	۹۳۲۰۷/۱۷ ^{ns}	۵۲۹/۸۱**
والدین	۱۳	۷۴۵/۷۶**	۹/۵۷**	۳۷/۵۲**	۴۱۶۳۴۲۷/۳۵**	۶۸/۳۱**	۶۱۳۱۸۷/۰۲**	۳۰۳/۸۶**
هیبریدها	۴۷	۵۴۹/۴۳**	۴/۳۳**	۲۰/۱۵**	۲۴۸۵۷۳۷/۸۳**	۴۰/۰۸**	۶۳۰۱۷۱/۱۹**	۹۵/۶۳**
لاینها	۷	۸۲۸/۸۸ ^{ns}	۳/۷۳ ^{ns}	۴۸/۰۵**	۵۸۴۸۲۵۴/۷۶**	۷۲/۵۴*	۱۳۱۰۵۵۷/۰۲**	۱۲۰/۵۹ ^{ns}
تسترها	۵	۱۳۱۰/۴۶**	۳/۰۴ ^{ns}	۹/۶۱ ^{ns}	۴۹۵۷۴۹۸/۶۹**	۶۲/۳۳ ^{ns}	۱۶۸۷۹۹۲/۴۶**	۲۲۹/۴۷*
لاین در تستر	۳۵	۳۸۴/۸۲**	۴/۶۳**	۱۶۰/۰۸**	۱۴۶۰۱۲۵/۷۵**	۳۰/۴۱**	۳۴۲۹۷۶/۷۱**	۷۱/۵۲**
خطا	۶۳	۴۴/۵۸	۱/۶	۱/۱۸	۲۱۸۰۴۷/۹۴	۲/۵۱	۴۵۸۱۸/۸۸	۳۰/۴۷

جدول ۲- اجزای واریانس ژنتیکی و سهم آن‌ها در صفات مختلف مورد مطالعه در آفتابگردان.

اجزای ژنتیکی	اجزای واریانس	ارتفاع	قطر طبق	طول دوره رویش	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	وزن هزاردانه
Vg	واریانس ژنتیکی	۶۳۱/۵۹	۲/۹۷	۱۲/۰۹	۲۴۶۸۴۷۴/۳۶	۲۰/۸۹	۵۳۰۲۰۸/۴۶	۹۳/۵۴
Vp	واریانس فنوتیپی	۶۵۳/۸۸	۳/۷۷	۱۲/۶۸	۲۵۷۷۴۹۸/۳۳	۲۲/۱۵	۵۵۳۱۱۷/۹۱	۱۰۸/۷۸
Cov.Hs(Vgca)	ترکیب پذیری عمومی	۴۸/۹۲	۰/۰۹	۰/۹۱	۲۸۱۶۲۵/۰۷	۲/۶۵	۸۲۵۹۲/۷۲	۷/۳۹
Va	افزایشی (F=1)	۹۷/۸۴	۰/۱۸	۱/۸۲	۵۶۳۲۵۰/۱۴	۵/۳۹	۱۶۵۱۸۵/۴۳	۱۴/۷۹
Vd(Vsca)	غالبیت (F=1)	۱۷۰/۱۲	۱/۵۱	۷/۴۵	۶۲۱۰۲۸/۹۱	۱۳/۹۵	۱۴۸۵۷۸/۹۲	۲۰/۵۲
Hb ²	توارث پذیری عمومی	۰/۹۷	۰/۷۹	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۸۶
Hn ²	توارث پذیری خصوصی	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۳	۰/۱۴
Vgca/Vsca	ترکیب پذیری عمومی نسبت	۰/۲۹	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۴۵	۰/۱۹	۰/۵۶	۰/۳۶
% of lines	سهم لاینها %	۲۲/۴۷	۱۲/۸۵	۳۵/۵۲	۳۵/۰۴	۲۶/۹۶	۳۰/۹۷	۱۸/۷۸
% of testers	سهم تسترها %	۲۵/۳۷	۷/۴۷	۵/۰۸	۲۱/۲۲	۱۶/۵۵	۲۸/۴۹	۲۵/۵۳
% of LXT	تسترها X سهم لاین	۵۲/۱۶	۷۹/۶۸	۵۹/۴۱	۴۳/۷۴	۵۶/۴۹	۴۰/۵۳	۵۵/۶۹

میانگین مربعات برآوردهای ترکیب پذیری عمومی و خصوصی اینبرد لاین ها و لاین های بازگردان باروری برای صفت عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی دار بود (جدول ۱). به طوری که لاین بازگردان باروری RF81-65 و اینبرد لاین های AF80-488/1/2/1 و AF80-427/2/1/1 دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی دار بودند (جدول ۳). برخی از دورگ ها از جمله AF6920*RF81-65 و AF80-533/1/1/1*RF81-30 بالاترین ترکیب پذیری خصوصی مثبت و معنی دار بودند (جدول ۴).

جدول ۳- برآورد ترکیب پذیری عمومی لاین ها و تسترها برای صفات مورد مطالعه در آفتابگردان بر اساس تلاقی لاین در تستر.

والدین	ارتفاع	قطرطبق	طول دوره رویش	عملکرددانه	درصد روغن	عملکرد روغن	وزن هزاردانه
RF81-25 تستر ۱	۱۳/۰۷**	۰/۲۵	-۰/۲۱	۸۸۷/۳۳**	۲/۶۷**	۵۲۴/۰۴**	۲/۰۴
RF81-150/1 تستر ۲	-۱۳/۹۳**	۰/۳۳	۰/۲۷	۲۰۰/۷۶	۱/۷۶**	۱۴۱/۲۶*	۰/۴۱
RF81-65 تستر ۳	۲/۰۱	-۰/۰۱	۰/۸۲**	۷۶/۱۳	۰/۴۸	۱۶/۷۷	-۳/۳۹*
RF81-053/2 تستر ۴	۲/۴۵	۰/۱۶	۰/۵۹*	-۶۶۴/۶۳**	-۲/۱۸**	-۴۰۷/۱۳**	-۰/۱۲
RF81-131/1 تستر ۵	-۵/۵۵**	-۰/۸۶**	-۱/۳۶**	-۵۲۲/۹۵**	-۰/۸۶*	-۲۵۸/۰۸**	-۴/۶۹**
RF81-30 تستر ۶	۱/۹۵	۰/۱۲	-۰/۰۱	۲۳/۳۵	-۱/۸۷**	-۱۶/۸۶	۵/۸۲**
TSE	۱/۶۷	۰/۳۲	۰/۲۷	۱۱۶/۷۴	۰/۴	۵۳/۵۱	۱/۳۸
لاین ۱ AF80-488/1/2/1	۷/۰۵**	۱/۳**	۱/۱۵**	۹۳۲/۸۸**	-۰/۷۸	۳۶۷/۰۹**	-۰/۰۱
لاین ۲ AF80-427/2/1/1	-۶/۷۸**	-۰/۱۲	۰/۳۹	۵۹۲/۷۵**	۰/۸۸	۲۸۷/۹۷**	۲/۹۲
لاین ۳ AF80-463/1/1/1	۷/۸**	-۰/۳۱	۱/۵**	۵۰/۳۵	۰/۸۱	۴۶/۷۶	-۳/۰۸
لاین ۴ AF80-460/2/1/1	-۷/۳۶**	۰/۰۹	-۴/۷۴	-۱۱۷۵/۶۹**	-۲/۱**	-۵۳۰/۶۵**	۵/۲۴**
لاین ۵ AF6920	-۴/۵۳**	-۰/۴۷	۰/۶۵*	-۸۷/۱۵	۱/۴۵**	۱۰/۱۳	۱/۵۸
لاین ۶ AF80-438/1/2/2	-۱۱/۴۵**	-۰/۲۴	-۰/۱۴	-۸۱۸/۴۱**	-۰/۶۶	-۴۰۵/۳۱**	-۴/۴۹**
لاین ۷ AF-6937	۹/۱۴**	۰/۰۶	۰/۰۱	۲۴۶/۹۵	۴/۲۷**	۳۰۳/۸**	-۱/۱۲
لاین ۸ AF80-533/1/1/1	۶/۱۴**	-۰/۳۱	۱/۱۸**	۲۵۸/۳۲	-۳/۸۹**	-۷۹/۷۸	-۰/۸۸
LSE	۱/۹۳	۰/۳۷	۰/۳۱	۱۳۴/۸	۰/۴۶	۶۱/۷۹	۱/۵۹

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

جدول ۴- برآورد ترکیب پذیری خصوصی تلاقی‌ها برای صفات مورد مطالعه در آفتابگردان بر اساس تلاقی لاین در تستر.

وزن هزاردانه	عملکرد روغن	درصد روغن	عملکرد دانه	طول دوره رویش	فطر طبق	ارتفاع	تلاقی‌ها		
-۱/۰۳	-۳۰۰/۱۳	-۱/۳۵	-۵۵۴/۱۶	۱/۱۶	۰/۳۱	۴/۷۶	L1	T1	AF80-488/1/2/1*RF81-25
۲/۹۷	-۳۷۰/۶۶*	-۳/۲۸**	-۴۶۸/۶۱	-۲*	-۱/۲	۲۲/۰۹**	L2	T1	AF80-427/2/1/1*RF81-25
۲/۳۲	-۱۶۲/۸۸	-۲/۰۷	-۱۲۲/۷۸	-۱	۰/۱۷	-۱۴/۴۹**	L3	T1	AF80-463/1/1/1*RF81-25
-۲/۵۶	۸۶۱/۷۸**	۵**	۱۵۵۷/۹۳**	۴/۱۶**	۱/۷۲	۱۳/۶۸**	L4	T1	AF80-460/2/1/1*RF81-25
-۳/۴۴	-۱۷۶/۹۲	-۱/۴۷	-۲۶۲/۲۶	۱/۶۶*	۰/۱۲	-۷/۱۶	L5	T1	AF6920*RF81-25
-۱/۸	-۱۳۳/۳۶	۲/۸۶*	-۵۵۸/۷۳	-۴/۴۴**	-۰/۹۶	۷/۲۶	L6	T1	AF80-438/1/2/2*RF81-25
۵/۴۴	۲۶۲/۲۹	۰/۵۹	۳۵۳/۷۴	۱/۴۱	-۰/۲۶	-۱۱/۸۲*	L7	T1	AF-6937*RF81-25
-۱/۹	۱۹/۸۸	-۰/۲۹	۵۴/۸۶	-۰/۹۶	۰/۱	-۱۴/۳۲**	L8	T1	AF80-533/1/1/1*RF81-25
۳/۱۴	۲۳۹/۹۴	۰/۸۵	۳۰۵/۳۹	-۱/۳۶	-۱/۶۲	۴/۷۶	L1	T2	AF80-488/1/2/1*RF81-150/1
-۳/۱۸	-۳۷۱/۸۹*	۲/۷۷*	-۱۰۸۱/۹۸**	۵/۵۴**	-۱/۲۸	-۰/۹۱	L2	T2	AF80-427/2/1/1*RF81-150/1
-۱/۰۸	۴۹۰/۷۸**	-۱/۶۵	۱۲۱۰/۱۲**	۰/۴۱	-۰/۹۸	۸/۵۱	L3	T2	AF80-463/1/1/1*RF81-150/1
۲/۳۸	۳۹۳/۳۳*	۲/۸۹*	۷۴۴/۱۹*	۰/۶۱	۰/۵۴	۱۸/۶۸**	L4	T2	AF80-460/2/1/1*RF81-150/1
-۱/۷۷	-۳۰۰/۵۶	۱/۷۸	-۸۱۹/۴۲*	-۰/۷۴	۱/۱۸	-۱۰/۱۶*	L5	T2	AF6920*RF81-150/1
۰/۷۶	-۳۹۴/۷۸*	۰/۸۶	-۹۸۸/۹۲**	۱/۰۴	۱/۴۵	-۱۹/۲۴**	L6	T2	AF80-438/1/2/2*RF81-150/1
-۵/۱۸	-۳۴۷/۱۶*	-۷/۲۳**	-۹۰/۵۹	-۵/۲۲**	-۱/۳۸	-۵/۳۲	L7	T2	AF-6937*RF81-150/1
۴/۹۳	۲۹۰/۳۴	-۰/۲۷	۷۲۱/۲۱*	-۰/۲۷	۲/۰۹*	۲/۶۸	L8	T2	AF80-533/1/1/1*RF81-150/1
۷/۹۴*	۲۸۱/۶۱	-۰/۳	۵۶۷/۱۷	-۰/۸۵	۰/۸۲	-۹/۶۸*	L1	T3	AF80-488/1/2/1*RF81-65
۲/۶۱	۱۱۰/۲۴	-۲/۷۱*	۵۳۶/۱۴	-۱/۰۹	۱/۰۳	۱۲/۱۶*	L2	T3	AF80-427/2/1/1*RF81-65
۴/۱۳	۱۸۸/۱۵	۱/۶۵	۲۱۳/۸	۱/۸۶*	-۱/۷۵	-۱/۹۳	L3	T3	AF80-463/1/1/1*RF81-65
۶/۱۸	۱۴۰/۳۳	۱	۳۸۵/۲۲	-۰/۷۹	-۱/۱۶	-۶/۷۶	L4	T3	AF80-460/2/1/1*RF81-65
۱۱/۴۱**	-۶۵/۲۴	-۱/۲۵	-۹۶/۹۷	-۰/۲۹	-۲/۳۷*	۲۰/۹۱**	L5	T3	AF6920*RF81-65
-۱/۷۵	۱۷/۹۹	۰/۶۱	-۶۳/۸۸	-۳/۴۸**	-۰/۸۲	-۵/۶۸	L6	T3	AF80-438/1/2/2*RF81-65
-۴/۳۸	-۴۸۱/۹۳**	۳/۶۳**	-۱۳۱۱/۵۹**	۲/۴۶**	۲/۰۲*	-۴/۷۶	L7	T3	AF-6937*RF81-65
-۱۲/۶۷**	-۱۹۱/۱۵	-۲/۶۳*	-۲۲۹/۸۹	۲/۱۸**	۲/۲۴*	-۴/۲۶	L8	T3	AF80-533/1/1/1*RF81-65
۰/۸۵	-۲۲۱/۴۳	-۴/۱۲**	۰/۴۳	-۰/۴۹	-۰/۴۷	-۱۱/۱۱*	L1	T4	AF80-488/1/2/1*RF81-053/2
۷/۴۹	۷۴۷/۶۶**	۲/۶۶*	۱۳۱۵/۸۴**	-۳/۳۳**	۱/۵۴	-۳۰/۲۸**	L2	T4	AF80-427/2/1/1*RF81-053/2
۴/۴۵	۸۵/۰۱	۱/۱۲	۴۱/۰۳	۱/۰۸	۱/۲۳	۱۱/۱۴*	L3	T4	AF80-463/1/1/1*RF81-053/2

ادامه جدول ۴- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها برای صفات مورد مطالعه در آفتابگردان بر اساس تلاقی لاین در تستر.

وزن هزاردانه	عملکرد روغن	درصد روغن	عملکرد دانه	طول دوره رویش	قطرطبق	ارتفاع	تلاقی‌ها
-۲/۹۴	-۱۷۷/۲۱	۷/۰۲**	-۷۶۸/۷۱*	-۴/۱۷**	۰/۲۲	-۱۵/۳**	L4 T4 AF80-460/2/1/1*RF81-053/2
۳/۰۲	-۲۶۵/۶۷	۱/۳۲	-۷۹۷/۵۱*	-۱/۰۶	۰/۳۸	۱۳/۹۷**	L5 T4 AF6920*RF81-053/2
-۰/۸۹	۱۱۲/۰۳	-۲/۳۱*	۴۳۸/۸۷	۲/۸**	۰/۰۷	۱۰/۳۹*	L6 T4 AF80-438/1/2/2*RF81-053/2
-۸/۸*	-۳۶/۰۵	-۴/۶۵**	۳۴۰/۶۲	۳/۵۷**	-۰/۱۴	۱۳/۳**	L7 T4 AF-6937*RF81-053/2
-۳/۱۸	-۲۴۴/۳۶	-۱/۰۵	-۵۷۰/۵۶	۱/۶*	-۲/۸۳**	۷/۸	L8 T4 AF80-533/1/1/1*RF81-053/2
-۱/۶۶	۳۶/۱۳	۲/۱	-۱۳۷/۰۲	۱/۳۹	۱/۴۵	۹/۸۹*	L1 T5 AF80-488/1/2/1*RF81-131/1
-۶/۴۳	-۲۸۸/۶	-۱/۸۴	-۴۸۶/۴	۰/۰۴	-۱/۰۱	۱/۷۲	L2 T5 AF80-427/2/1/1*RF81-131/1
۱/۶۱	۱۳۴/۷۶	۰/۳۸	۲۵۸/۹۴	۲/۸۵**	۱/۱۵	۱۸/۱۴**	L3 T5 AF80-463/1/1/1*RF81-131/1
۰/۹	-۳۳۷/۴*	-۳/۶۴**	-۵۰۸/۲۱	۰/۲۸	-۲/۱۹*	-۱۷/۲**	L4 T5 AF80-460/2/1/1*RF81-131/1
-۱/۹۲	۵۱۶/۰۸**	-۰/۷۶	۱۲۶۵/۴۴**	۰/۷۸	۱/۳۴	-۱۰/۵۳*	L5 T5 AF80-6920*RF81-131/1
۲/۷۶	۷۵/۲۴	-۴/۷۵**	۶۳۲/۳۳	۲/۷۵**	۱/۰۹	-۵/۱۱	L6 T5 AF80-438/1/2/2*RF81-131/1
۴/۶۴	-۱۵۳/۱۹	۴/۰۵**	-۵۸۹/۱۵	-۴/۴۴**	۰/۹۲	۲/۸	L7 T5 AF-6937*RF81-131/1
۰/۱	۱۶/۹۸	۴/۴۶**	-۴۳۵/۹۴	-۳/۶۴**	-۲/۷۶**	۰/۳	L8 T5 AF80-533/1/1/1*RF81-131/1
-۹/۲۵*	-۳۶/۱۳	۲/۸۳*	-۱۸۱/۸۱	۰/۱۵	-۰/۵	۱/۳۹	L1 T6 AF80-488/1/2/1*RF81-30
۱/۷۷	۱۷۳/۲۴	۲/۳۹*	۱۸۵	۰/۸۳	۰/۹۲	-۴/۷۸	L2 T6 AF80-427/2/1/1*RF81-30
-۳/۱۷	-۷۳۵/۸۲**	۰/۵۷	-۱۶۰/۱/۱**	-۵/۳**	۰/۱۹	-۲/۳۶**	L3 T6 AF80-463/1/1/1*RF81-30
-۳/۹۶	-۸۸۰/۸۳**	-۱۲/۲۸**	-۱۴۱۰/۴۲**	۰/۰۹	۰/۸۸	۶/۸	L4 T6 AF80-460/2/1/1*RF81-30
-۷/۳	۲۹۲/۳۱	۰/۳۸	۷۱۰/۷۲*	-۰/۳۵	-۰/۶۴	-۷/۰۳	L5 T6 AF6920*RF81-30
۰/۹۱	۳۲۲/۸۸*	۲/۷۳*	۵۴۰/۳۴	۱/۳۳	-۰/۸۳	۱۲/۳۹*	L6 T6 AF80-438/1/2/2*RF81-30
۸/۲۷*	۷۵۶/۰۴**	۳/۶۱**	۱۲۹۶/۹۷**	۲/۲۲**	-۱/۱۶	۵/۸	L7 T6 AF-6937*RF81-30
۱۲/۷۲**	۱۰۸/۳۱	-۰/۲۳	۴۶۰/۳	۱/۱	۱/۱۵	۶/۸	L8 T6 AF80-533/1/1/1*RF81-30
۳/۹	۱۵۱/۳۶	۱/۱۲	۳۳۰/۱۹	۰/۷۷	۰/۹	۴/۷۲	TXL SE

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

از آنجائی که نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی برای عملکرد دانه و عملکرد روغن بترتیب ۰/۴۵، ۰/۵۵ و توارث پذیری خصوصی ۰/۲۱، ۰/۲۹ برآورد گردید، می‌توان گفت اثر ژنی غیر افزایشی سهم بیشتری در کنترل این صفت داشته است (جدول ۲). سوجاتا و همکاران (Sujatha et al., 2002) نظریات تقریباً مشابهی در این مورد اظهار نمودند.

برای صفت درصد روغن دانه برآوردهای ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی مثبت و معنی‌داری برآورد گردید (جدول ۱). لاین‌های بازگردان باروری RF81-25، RF81-150/1 و از بین اینبرد لاین‌ها AF6920 و AF-6937 دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری بودند (جدول ۳). تعدادی از

ترکیب‌ها دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار بودند (جدول ۴). از آنجایی که نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی ۰/۱۹، واریانس غالبیت ۱۳/۹۵ و توارث‌پذیری خصوصی ۰/۲۴ برآورد گردید که سهم بالاتر اثرات ژنی غیرافزایشی را در کنترل این صفت نشان می‌دهد (جدول ۲). اندرخور (Andarkhor, 2014) برای این صفت نتایج مشابهی را گزارش کرد.

نتیجه‌گیری کلی

در این بررسی برای عملکرد دانه و عملکرد روغن بازگردان باروری RF81-25 و اینبرد لاین AF80-488/1/2/1 برای وزن هزار دانه بازگردان باروری RF81-30 و اینبرد لاین AF80-460/2/1/1، دارای قابلیت ترکیب عمومی مثبت و معنی‌دار بوده و می‌توان در تهیه دورگهای جدید از این لاین‌ها استفاده نمود. همچنین تلاقی‌های RF81-25*AF80-460/2/1/1 و RF81-30*AF-6937 برای عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن دارای ترکیب‌پذیری مثبت معنی‌دار بودند که در مراحل بعدی می‌توان از این ترکیبات در آزمایش‌های تکمیلی استفاده نمود.

نتایج حاصل از برآوردهای اجزای ژنتیکی حاکی از سهم بیشتر واریانس غیرافزایشی در توارث بسیاری از صفات مورد بررسی بوده است. لذا به منظور بهبود وارتقاء این صفات در جوامع مورد نظر، استفاده از پدیده هتروزیس از طریق تلاقی والدین دور از هم می‌تواند مد نظر قرار گیرد.

منابع

- Andarkhor, S.A. 2002. Evaluation of combining ability of sunflower inbred lines and three cytoplasmic male sterile lines by line×tester crossing method. A thesis to submit for receiving M.Sc. degree in Plant breeding. Islamic Azad University Ardabil. (In Persian)
- Andarkhor, S.A. 2013. Evaluation of combining ability and heritability estimates of quantitative and qualitative traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines. Journal of Crop Breeding. 11(5):22-33. (In Persian)
- Andarkhor, S.A. 2014. Evaluation of Combining Ability and Heterosis of Phenological and Morphological Traits and Seed Yield in Breeding Lines of Sunflower using Line×Tester Analysis in Summer Cropping Condition. Journal of Crop Breeding. 13(6):1-17. (In Persian)
- 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. Biometrika. 4: 495-516.
- Farrokhi, E. 2003. General combining ability and gene effects of sunflower new restorer lines. Seed and Plant. 18: 470-486. (In Persian)
- Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development. Vol. i. Mc Millan, NewYork. 525p.

- Fick, G.N. 1987. Sunflower. In : Rabbelen, G., Downey , R.K. and Ashri, A.D. (eds). Oil crops of the World . McGraw Hill, U.S.A. 544-585.
- Ghaffari, M., Farrokhi, I. and Mirzapour, M. 2011. Combining ability and gene action for agronomic traits and oil content in sunflower (*Helianthus annuus* L.) using F1 hybrids. Crop Breeding Journal. 1(1): 75-87.
- 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. 1118-1128.
- Hladni, N., Skoric, D., Kraljevic-Balalic, M., Sakacand, Z. and Jovanovic, D. 2006. Combining ability for oil content and its correlations with other yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia. 29(44): 101-110.
- Kempton O. 1957. An Introduction to Genetic Statistics. The Iowa State University Press. 409p.
- Khan, H., Ur Rahaman, H., Ahmad, H., Alli, H. and Alam, M. 2008. Magnitude of combining ability of sunflower genotypes in different environments. Pakistan Journal of Botany. 40(1): 151-160.
- Khan, S.A., A. Khan, M. Saeed and Khan, S.M. 2009. Using line x tester analysis for earliness and plant height traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Recent Research in Science and Technology. 1(5): 202-206.
- Madson, E. 1976. Nuclear magnetic resonance spectrometry: A method of determination of oil content in rapeseed oil. Journal of American Oil Chemical Society. 53: 467-469.
- Mihaljevic, M. 1988. Combining ability and heterosis in *Helianthus annuus* wild. Proceedings of the 12th International Sunflower Conference Noisad, Yugoslavia. 963-968.
- Miller, J.F. 1987. Sunflower. In Fehr, W.R. (ed) Principles of Cultivar Development. Vol. 20 Mc Millan, New York, USA. 621-688.
- 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. 1178-1193.
- Putt, E.D. 1966. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from a diallel cross in Sunflower. Canadian Journal of plant Science. 46: 50-67.
- Sas institute Inc. 2004. SAS/STAT user's guide. Version 6. Fourth Edition. Statistical Analysis Institute Inc., Cary North Carolina. conference. Toulouse, France.
- Skoric, D.S. and Mohnar, I. 2000. General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. Proceedings of the 15th . International Sunflower conference. Toulouse, France. E23-E27.
- Sujatha, H., Chikkadevaiah, L. and Nandini, C. 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. 489-490.

