



## "مقاله پژوهشی"

# بررسی قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برخی لاین‌های اینبرد آفتابگردان در رایط نرمال و تنش خشکی در منطقه اسلام‌آباد، کرمانشاه

فاطمه محمدی<sup>۱</sup>، آرش فاضلی<sup>۲</sup>، اسدالله زارعی سیاه بیدی<sup>۳</sup> و عباس رضایی‌زاده<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>- کارشناس ارشد ژنتیک و به نزادی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

<sup>۲</sup>- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، (نویسنده مسؤول: a.fazeli@ilam.ac.ir)

<sup>۳</sup>- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باقی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه ایران

<sup>۴</sup>- دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باقی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۱

صفحه: ۱۲۱ تا ۱۱۳

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** آفتابگردان یک گیاه نیمه متحمل به تنش خشکی است که با توجه به اهمیت و نقش آن در تولید روغن کشت آن رو به گسترش است. اما تنش خشکی باعث کاهش شدید عملکرد دانه و روغن آن می‌شود. لذا تولید و معرفی ارقام هیبریدی ترکیب پذیری عمومی کمک کند که اولین گام در تولید دورگه هیبرید شناسایی والدین بر اساس قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی آنها و همچنین تعیین نوع اثرات ژنی است.

**مواد و روش‌ها:** بهمنظور برآوردن قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی لاین‌های اینبرد آفتابگردان در شرایط نرمال و تنش خشکی، آزمایشی با استفاده از تعداد ۱۲ هیبرید آفتابگردان حاصل تلاقی بین لاین‌های نر عقیم و تست به همراه دو شاهد قاسم و شمس در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی اجرا شد.

**یافته‌ها:** نتایج تجزیه واریانس مرکب تیمارهای مورد بررسی در دو شرایط نرمال و تنش خشکی نشان داد که اثر تنش خشکی بر اکثر صفات مورد بررسی در سطح یک درصد به جز تعداد دانه در طبق اثر معنی دارد. اثر لاین‌ها برای ارتقای بوته، درصد روغن و قطر طبق و اثر تست‌ها برای اکثر صفات به جز تعداد دانه در طبق معنی دار گردید که نشان دهنده اختلاف معنی دار بین ترکیب پذیری عمومی لاین‌ها و تست‌ها است. ممچنین لاین ۱ و تستر ۳ در هر دو شرایط نرمال و تنش با برخورداری از ترکیب پذیری منفی و معنی دار برای ارتقای بوته والد مناسبی در جهت کاهش این صفت در تلاقی‌ها محسوب می‌شود. علاوه بر این اثر متقابل لاین × تستر بر اکثر صفات به جز وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق اثر معنی دار داشت. لاین ۱ و تستر ۱ در هر دو شرایط دارای بیشترین مقدار مثبت ترکیب پذیری عمومی از لحاظ عملکرد دانه بودند و به عنوان والد مناسب در برنامه‌های اصلاحی قابل استفاده شناخته شدند، به طوری که در شرایط نرمال هیبرید شماره ۱۳ با عملکرد دانه ۵۲۴۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت و در شرایط تنش هیبرید شماره ۳۱ با میانگین ۳۵۴۴/۶ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت.

**نتیجه گیری:** نتایج کلی این تحقیق نشان می‌دهد که صفات مهم عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن توسط اثرات غالیت ژنی کنترل می‌شود که با انجام هیبریداسیون و انتخاب صحیح والدین در برنامه‌های اصلاحی می‌توان این صفات را بهبود بخشد.

**واژه‌های کلیدی:** تست، درصد روغن، قابلیت ترکیب پذیری، لاین، هیبرید آفتابگردان

و تعیین ژنتیپ‌های مناسب برای توانایی ترکیب پذیری در برنامه‌های اصلاحی است (۲۵).

اولین و مهمترین گام در تهیه دورگه‌های متحمل به تنش، انتخاب صحیح والدین بر اساس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی، تهیه ارقام هیبرید و شناسایی نوع اثرات ژنی صفات مهم و مؤثر در تحمل تنش است (۲۸). تجزیه لاین × تستر یک رویکرد مناسب برای تشخیص لاین‌های برتر برای تلاقی صفات مورد نظر می‌باشد. در بسیاری از مطالعات برای تعیین والدین مناسب از قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) صفات و برای برآورد تلاقی از قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) صفات استفاده می‌شود (۱۰). ترکیب پذیری عمومی، وضعیت متوسط یک لاین در ترکیب هیبریدهای آن را نشان داده و گویای اثرات افزایشی ژن است و ترکیب پذیری خصوصی، وضعیت دو لاین در یک تلاقی بخصوص را تعیین کرده و بیانگر اثرات غالیت ژن می‌باشد (۸).

اندرخور و همکاران (۴) در آزمون واریانس ژنتیکی لاین‌های اینبرد آفتابگردان گزارش کردند که در تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی دار برای صفات ارتقای بوته، طول دوره رویش، طول دوره گلدھی، عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق و عملکرد روغن مشاهده گردید و برخی تلاقی‌ها برای

## مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuus*) یکی از عمده‌ترین دانه‌های روغنی در ایران و جهان است که به دلیل مناسب بودن نیازهای زراعی، عملکرد بالای روغن، بالا بودن ارزش غذایی و فقدان عوامل ضد تقدیمی، سطح زیر کشت آن افزایش یافته است (۶). از طرفی ارقام مختلف آفتابگردان به دلیل وضعیت ژنتیکی متفاوت از نظر خصوصیات رشدی، حجم بوته و طول دوره نمو، رفتار متفاوتی را در شرایط محیطی مختلف از خود بروز می‌دهند و همانند اغلب محصولات زراعی به ویژه محصولات تابستانه، در معرض تنش‌های محیطی از جمله دما و خشکی قرار دارند (۲۰، ۲۶).

آفتابگردان به دلیل دارا بودن سیستم ریشه‌ای عمیق یک محصول زراعی نیمه متحمل به خشکی شناخته می‌شود و کشت آن در اراضی خشک و نیمه خشک دنیا گسترش پیدا کرده است (۲۲). اما توزیع نابرابر بارندگی و کمبود آب در برخی مناطق باعث کاهش شدید تولید دانه و عملکرد روغن آن می‌شود (۲۴). بنابراین، تلاش‌های اصلاحی والدین ارقام و دورگه‌های متحمل به تنش خشکی می‌تواند راحل مناسبی برای کاهش تلفات محصول در اثر تنش خشکی باشد که این موضوع مستلزم شناخت صفات مؤثر در تحمل خشکی

در هکتار اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی بزرگتری از ترکیب‌پذیری عمومی به دست آوردنده که دلالت بر عمل غیر افزایشی زن داشت. در تحقیقی دیگر به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر شاخص‌های ژنتیکی و ترکیب‌پذیری صفات مهم زراعی آفتاگرگران، هشت لاین برگرداننده با روری با سطوح مختلف تحمل به تنش خشکی، با سه لاین نرعمیم (تستر) در دو سطح بدون تنش و تنش خشکی تلاقي داده شدند. نتایج نشان داد که اثر لاین‌ها و تسترهای به جز قطر طبق در شرایط تنش، از لحاظ سایر صفات در شرایط بدون تنش و تنش معنی‌دار بودند. اثر متقابل لاین × تستر در شرایط بدون تنش بر صفات تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه و در شرایط تنش بر تعداد روز تا رسیدگی و تعداد دانه در بوته، معنی‌دار بود (۲).

هدف از انجام پژوهش حاضر برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌های آفتاگرگران با استفاده از روش لاین × تستر به منظور تعیین بهترین ترکیب هیبرید برای عملکرد دانه و رونم و همچنین تعیین اثرهای زنی (افزایشی و غالیت) تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش کم آبی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان اسلام آباد غرب استان کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۴۲ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس آمار هوواشناسی میانگین دمای سالانه ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۴۶۹ میلی‌متر است. این ایستگاه از اقلیم سرد و معتدل برخوردار است و بارندگی در این شهر معمولاً از نیمه دوم مهر ماه شروع شده و تا اوایل خداداد ماه ادامه دارد.

مواد گیاهی مورد استفاده شامل ۱۲ ترکیب آفتاگرگران حاصل از تلاقي ۴ لاین برگرداننده با روری (والد پدری) به عنوان تستر با ۳ لاین نرعمیم (والد مادری) و از دو هیبرید قاسم و شمس به عنوان شاهد تشکیل شده بودند. لاین‌ها و تسترهای مورد استفاده به شرح جدول ۱ بود.

Table 1. Used lines and testers in experiment

شماره هیبرید	کد	لاین تستر	لاین بازگرداننده با روری	لاین های استفاده شده
R131×AF81-222	D1	AF81-222	R131	
R131×AGK32	D2	AGK32	R131	
R131×AGK38	D3	AGK38	R131	
RGK33×AF81-222	D4	AF81-222	RGK33	
RGK33×AGK32	D5	AGK32	RGK33	
RGK33× AGK38	D6	AGK38	RGK33	
RGK15×AF81-222	D7	AF81-222	RGK15	
RGK15×AGK32	D8	AGK32	RGK15	
RGK15×AGK38	D9	AGK38	RGK15	
RF81-112×AF81-222	D10	AF81-222	RF81-112	
RF81-112×AGK32	D11	AGK32	RF81-112	
RF81-112×AGK38	D12	AGK38	RF81-112	
قاسم	D13	-	-	
شمس	D14	-	-	

عملکرد دانه و عملکرد رونم دارای ترکیب‌پذیری مشت معتبر دار بالا بودند.

در پژوهشی مشابه تبریزی و همکاران (۲۳) پنج لاین نرعمیم و چهار لاین بازگرداننده (تستر) تلاقي دادند. نتایج نشان داد ارتفاع بوته، قطر طبق، دانه های خالی در هر طبق، روز تا آغاز گلدهی، روز تا رسیدگی، قطر ساقه و وزن هزار دانه به طور عمده توسط اثرات افزایشی زن کنترل شد و اثر غالبیت برای روزهای پایان گلدهی مهم بود. همچنین عملکرد رونم، درصد رونم، وزن خشک طبق، وزن دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد پوسته دانه تحت کنترل هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی بودند.

در پژوهشی ترکیب‌پذیری لاین‌های آفتاگرگران در شرایط نرمال آبی و تنفس خشکی، با استفاده از ۴۱ آفتاگرگران، شامل ۱۳ والد پدری، دو والد مادری و هیبرید حاصل از آن‌ها بررسی شد. بر اساس نتایج اثر لاین‌ها در شرایط بدون تنفس برای صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه و در شرایط تنفس برای اکثر صفات معنی‌دار شد که بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها است. همچنین اثرات متقابل لاین × تستر در شرایط بدون تنفس فقط در مورد صفت وزن هزار دانه و در شرایط تنفس برای طول دوره گلدهی، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد رونم معنی‌دار بود (۵).

در آزمایشی به منظور بررسی تخمین میزان هتروزیس، عملکرد، توانایی ترکیب‌پذیری، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و پارامترهای پایداری آفتاگرگران، با چهارده تستر و سه لاین نرعمیم (CMS) در قالب طرح تلاقي لاین در تستر، صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا بلوغ فیزیولوژیکی، ارتفاع گیاه، قطر طبق، درصد پر شدن دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد رونم و درصد رونم را بررسی شد. برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی بالا در مقایسه با ترکیب‌پذیری عمومی برای همه صفات نمایانگر اهمیت اثرات غیر افزایشی در کنترل صفات بود (۷).

خان و همکاران (۱۶) در آزمایش لاین × تستر برای صفات روز تا رسیدگی، وزن صد دانه، محتوای رونم و عملکرد دانه

جدول ۱- لاین‌ها و تسترهای مورد استفاده در آزمایش

متقابل تنش × تستر × لاین برای هیچکدام از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۲). این نتایج نشان دهنده این است که تفاوت بین لاین‌ها یا تسترها در دو سطح تنش مورد بررسی با هم فرق می‌کند.

بر اساس مقایسه میانگین (جدول ۳) صفات ارزیابی شده در هیبریدهای حاصل از تلاقی لاین × تستر آفتاگردان در شرایط نرمال آبیاری و تنش خشکی نشان داد که هیبرید RGK33×AGK32 در شرایط نرمال و هیبرید RF81-112×AGK38 در شرایط تنش بلندترین ارتفاع بوته را داشت، اما هیبرید AF81-222 RGK15 در شرایط نرمال و تنش پاکوتاه ترین هیبرید بود. از آنجایی که ارتفاع کوتاه برای هیبریدها از نظر برداشت آسانتر، به ویژه در برداشت ماشینی حائز اهمیت است. بنابراین یک صفت اساسی در اصلاح آفتاگردان محسوب می‌شود. همچنین هیبریدهای RGK15×AF81-222 و R131×AF81-222 به ترتیب کمترین قطر طبق و هیبرید R131×AGK38 بیشترین قطر طبق را در شرایط نرمال و تنش داشتند. از لحاظ وزن هزار دانه در شرایط نرمال، بیشترین مقدار مربوط به هیبرید RGK15×AGK38 و کمترین مقدار مربوط به هیبرید RGK33×AF81- RF81-112×AGK32 و هیبریدهای ۲۲۲ و RGK15×AGK38 در شرایط تنش بیشترین و کمترین مقدار را داشتند.

از لحاظ صفت تعداد دانه در طبق در شرایط نرمال، هیبریدهای R131×AGK32 (بیشترین) و هیبرید RGK15×AF81-222 (کمترین) در شرایط تنش، هیبریدهای RF81-112×AGK32 (بیشترین) و هیبرید RGK33×AGK38 (کمترین) تعداد دانه در طبق را داشتند. هیبریدهای R131×AF81-222 RF81-112×AGK32 و R131×AGK38 به ترتیب بیشترین و کمترین درصد روغن را در شرایط نرمال و تنش در بین هیبریدها داشتند. هیبریدهای RGK33×AGK32 و R131×AGK38 کمترین عملکرد دانه در شرایط نرمال داشتند در حالی که هیبریدهای RGK15×AF81-222 و RGK33×AGK32 همچنین بیشترین و کمترین عملکرد دانه را در شرایط تنش نشان دادند. بیشترین عملکرد روغن مربوط به هیبرید R131×AGK38 و کمترین مربوط به هیبریدهای RGK33×AGK32 و RGK33×AGK38 به ترتیب در در بین صفات مورد بررسی بیشترین تغییرات حاصل از تنش خشکی مربوط به عملکرد دانه، عملکرد روغن و وزن هزار دانه بود. به طوری که این صفات به ترتیب ۱۸/۱۲ و ۱۸/۱۶ درصد کاهش یافته‌اند (جدول ۳). در پژوهشی مشابه غفاری و همکاران (۱۲) اینبند لاین در شرایط عادی و تنش خشکی با قطع آبیاری از مرحله گلدهی مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه نیز عملکرد دانه نسبت به سایر صفات موردمطالعه بیشتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت به طوری که در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد عملکرد دانه به میزان ۳۹/۶ درصد کاهش یافت. در آزمایشی دیگر کاهش عملکرد روغن و عملکرد دانه آفتاگردان در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (۱۳).

پس از آماده‌سازی زمین شامل شخم، تسطیح زمین و نهرکنی کاشت بذر انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل سه خط سه متري با فواصل رديف ۷۵ سانتي‌متر و فواصل بوته ۱۷ سانتي‌متر بوده است. گیاهان حاصل از تلاقی لاین × تستر در قالب طرح بلوک‌های كامل تصادفي با سه تکرار و در دو آزمایش مرکب مكانی جدآگاهه تحت تنش خشکی و آبیاری نرمال قرار گرفتند. در شرایط نرمال، آبیاری مطابق با نياز گیاه انجام شد و در محیط تنش، آبیاری از مرحله هشت برگی تا پایان گلدهی صورت پذیرفت و سپس قطع گردید.

صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته (سانتي‌متر)، قطر طبق (سانتي‌متر)، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه (گرم)، عملکرد دانه (کيلوگرم بر هكتار)، عملکرد روغن (کيلوگرم بر هكتار) و درصد روغن از روش NMR<sup>1</sup> در بخش تحقيقات دانه‌های روغنی موسسه نهال و بذر کرج اندازه‌گيري شد. برآورده اثر ترکيب‌پذيری عمومی لاین‌هاي برگداننده باروری، اينبند لاین‌ها، ترکيب‌پذيری خصوصی از طريق روش سينگ و چوداري به شرح زير استفاده گردید (۲۱).

$$\text{رابطه ۱: } \text{GCA}_i = X_i - \bar{X}..$$

$$\text{رابطه ۲: } \text{GCA}_{i,j} = X_{i,j} - \bar{X}..$$

$$\text{رابطه ۳: } \text{SCA}_{ij} = X_{ij} - \text{GCA}_i - \text{GCA}_{j..} - \bar{X}..$$

در روابط فوق GCA<sub>i..</sub>, GCA<sub>j..</sub>, X<sub>i..</sub>, X<sub>j..</sub>, X<sub>..ij</sub> و X<sub>..</sub> به ترتیب معادل میانگین لاین، میانگین کل، میانگین تستر، میانگین هیبرید، ترکيب‌پذيری عمومی لاین، ترکيب‌پذيری عمومی تستر و ترکيب‌پذيری خصوصی است.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۲) برای صفات مختلف در شرایط تنش و آبیاری مطلوب نشان داد که میانگین مربیعات برای کلیه صفات معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که بین لاین‌ها از نظر صفات ارتفاع بوته و درصد روغن، قطر طبق اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین بین تسترهای از نظر صفات قطر طبق، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد روغن و ارتفاع بوته اختلاف معنی‌دار وجود داشت. معنی‌دار بودن اثر تسترهای با گزارشات خانی و همکاران (۱۷) مطابقت دارد. معنی‌داری صفات مذکور، این موضوع را بیان می‌دارد که تفاوت معنی‌داری در ترکيب‌پذيری عمومی لاین‌ها و تسترهای برای این صفات وجود دارد و معنی‌داری ترکيب‌پذيری عمومی لاین‌ها و تسترهای بیانگر اثرات افزایشی ژن‌ها دارد (۳،۱۹). اثر متقابل تستر × لاین برای صفات ارتفاع بوته، قطر طبق، درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن در سطح احتمال یک تفاوت معنی‌دار بود که بیانگر نقش اثر غالیت در کنترل این صفات دارد. واریانس لاین × تستر برآورده از واریانس ترکيب‌پذيری خصوصی است که با واریانس غالیت مرتبط است. اثر متقابل تنش × تستر فقط برای قطر طبق معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش × لاین و اثر



جدول ۵- قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی تسترهای تحت شرایط آبیاری مطلوب (NS) و تنش (S)

Table 5. General combining ability for restorer lines of sunflower in the line  $\times$  tester analysis under optimum (NS) and water limited conditions (S)

عملکرد رونمایش (kg ha <sup>-1</sup> )		عملکرد دانه (kg ha <sup>-1</sup> )		درصد رونمایش (%)		تعداد دانه در طبق		وزن هزار دانه (g)		قطر طبق (cm)		ارتفاع بوته (cm)		تستر
S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	
۱۹/۷/۱۴۷	۳۴۷/۵۳۳	۵۰/۶/۶۵۰	۹۷۲/۰/۰۳	-۱/۲۵۳	-۲/۱۶۵	۱۹/۴۵۰	۲۰۰/۱/۰۳	۳/۴۱۶	۳/۶۸۸	۰/۹۵۹	-۰/۰۰۸	۱/۳۱۹	۰/۴۴۴	۱
-۱۹/۹/۹۳	-۳۴۷/۸۲۸	-۱۸۳/۴۳۹	-۶۸۳/۲۶۸	-۰/۸۷۳	-۱/۱۸۵	-۱۱۳/۴۲۰	-۳۹/۰/۷۷	۳/۳۴۶	-۰/۱۶۳	۰/۰۳۹	-۰/۱۴۷	۶/۴۳۹	۲/۸۸۹	۲
۱۱۴/۶۶۷	-۱۱/۷۹۸	۲۶۳/۴۹۰	-۱۲۴/۴۷۸	-۰/۱۹۳	۱/۳۱۵	۷۷/۸۹۰	-۷۳/۷۷۸	۳/۳۸۶	۲/۹۱۸	۰/۲۲۹	۰/۲۰۳	-۱۲/۰/۱۴	-۳/۵۵۶	۳
-۴۵/۰/۰۳	۲/۱۶۲	-۱۸۱/۱۳۰	-۱۶۴/۲۵۸	۱/۳۱۷	۲/۰/۳۵	۳۱/۷۴۰	-۸۷/۲۸۷	-۷/۴۱۴	-۷/۴۵۳	-۰/۴۶۱	-۰/۰۴۷	۵/۴۳۱	۰/۲۲۲	۴
۶۱/۵۰۰	۶۱/۵۰۰	۱۴۴/۶۸۵	۱۴۴/۶۸۵	-۰/۴۱۳	-۰/۴۱۳	۴۵/۶۸۵	۴۵/۶۸۵	۱/۵۷۹	۱/۵۷۹	۰/۱۱۵	۰/۱۱۵	۲/۵۳۰	۲/۵۳۰	استاندارد (SE)
اشتباه استاندارد														

جدول ۶- قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدهای آفتابگردان حاصل از تلاقی لاین  $\times$  تستر تحت شرایط آبیاری مطلوب (NS) و تنش (S)

Table 6. Specific combining ability for hybrids of sunflower in the line  $\times$  tester analysis under optimum (NS) and water limited conditions (S)

عملکرد رونمایش (kg ha <sup>-1</sup> )		عملکرد دانه (kg ha <sup>-1</sup> )		درصد رونمایش (%)		تعداد دانه در طبق		وزن هزار دانه (g)		قطر طبق (cm)		ارتفاع بوته (cm)		تستر
S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	
-۲۹۵/۸۶۴	-۴۶۶/۴۳۳	-۵۴۳/۱۳۳	-۸۲۳/۶۰۸	-۱/۵۰۶	-۲/۶۶۸	-۱۹۱/۱۸۶	-۲/۱۵۵	-۲/۶۸	-۰/۷۲۲	-۰/۷۹۳	-۰/۶۸۱	-۲/۱۹۴	۱	
-۴۲/۹۵۴	-۱۱۷/۲۲۳	-۱۲۴/۰/۳۷	-۱۵/۰/۳۷	-۰/۱۶۴	-۱/۴۲۶	۱۰۸/۶۱۴	۱/۱۸۴	۰/۹۷	-۰/۷۷۷	-۰/۶۱۳	-۴/۴۰۹	-۱/۶۱۴	۱	
۲۲۰/۶۳۶	۵۸۳/۷۶۷	۷۷۳/۱۶۷	۹۷۲/۹۵۲	۱/۶۶۴	۴/۳۹۳	۱۵۵/۷۴۲	۳۲/۶۱۴	-۱/۰/۷۶	۱/۷۲	۰/۹۱۸	۱/۴۶	۲/۹۳۱	۳/۸۰۵	۱
۱۶۵/۷۷۶	۴۷۷/۶۷۱	۳۵۳/۲۰۷	۹۰۰/۴۶۲	۱/۱۶۴	۱/۲۸۳	۱۰۰/۹۱۲	۷۰/۰/۴	۳/۹۷۴	۴/۷۱	۰/۷۰۸	-۰/۱۶	۱۱/۶۸۱	۴/۳۶۱	۱
-۲۱۲/۹۲۴	-۱۴۶/۲۰۳	-۴۴۸/۸۹۳	-۳۵۲/۱۸۷	-۰/۱۶۷	-۰/۴۳۳	-۶۸/۴۸۸	-۰/۰/۸۰	-۶/۵۴۶	-۳/۲۴	-۰/۳۴۲	-۰/۹۶	-۰/۶۱۱	۲/۶۱۱	۲
-۷۱/۲۲۴	-۲۸۱/۰/۵۰	-۲۰/۸/۲۷۷	-۵۴۷/۵۷۷	-۰/۶۷۴	-۱/۶۲۶	-۴۴/۰/۸	۲۰/۰/۹۷	-۱/۴۹	-۰/۹۴۲	-۰/۴۲۳	-۱۲/۳۹۹	-۱۲/۶۶۸	۳/۰/۶۴۶	۳
۱۶۰/۳۱۶	۲۰/۶۵۷	۲۳۹/۷۲۷	۴۳۰/۲۷۲	۱/۱۹۴	-۰/۱۶۳	-۳۳/۲۹۸	۶/۶۵۴	-۰/۰/۹۶	-۴/۱	-۰/۸۸۲	-۰/۲۳۶	-۱۹/۶۴۶	-۰/۰/۶۴	۱
-۱۱۲/۱۸۴	-۶۴۳/۲	-۴۲۱/۵۷۷	-۱۱۳/۱۷۷	-۰/۱۵۴	-۰/۳۳۳	۱۸/۰/۲	-۰/۰/۶۴۵	-۲/۷۸۷	۲/۷۸	-۰/۰۹۸	-۰/۱۶	۱۴/۹۳۴	۱/۳۵۰	۲
-۱۶۶/۲۸۴	-۱۴۲/۰/۳۰	-۲۸۲/۱۷۳	-۲۵۷/۳۳۷	-۱/۰/۳۶	-۰/۰/۴۸۶	۲/۸/۰	-۶/۰/۴۵	۱/۴۳۴	۱/۵۳	-۰/۰/۲۸۲	-۰/۰/۳۸۳	۳/۹۳۴	-۰/۰/۲۴۴	۳
-۱۸۸/۰/۱۴	-۱۶۷/۸۶۳	-۴۵۵/۱۵۳	-۵۰/۷۲۴	-۰/۵۶۴	۱/۵۱۳	۱۴/۸۵۲	۹۴/۰/۴	-۳/۸۶	۲/۰/۷	-۰/۱۲۸	-۰/۰/۴۱	۶/۲۳۹	-۱/۰/۲۰	۴
۲۱۰/۴۸۷	۳۳۷/۷۷۷	۴۳۹/۲۷۷	۶۷۵/۵۵۲	-۰/۱۱۴	-۰/۰/۴۳	۱۰/۰/۵۲	-۴۷/۰/۹۵	۵/۴۳۴	۰/۷۱	-۰/۰/۵۲	-۰/۱۶	-۱۲/۵۲۱	-۸/۳۹۲	۲
-۱۴۰/۷۱۴	-۱۵۹/۸۶۳	-۲۸۸/۰/۵۳	-۱۶۹/۱۴۸	-۰/۰/۳۶	-۲/۰/۶۶	-۱۳۰/۶۴۸	-۴۷/۰/۹۵	-۳/۶۰۶	-۱/۷۶	-۰/۰/۴۵۲	-۰/۰/۶۰۳	۹/۶۴۷	۴/۰/۳	۳
۸۶/۹۷۵	۸۶/۹۷۴	۲۰۴/۶۱۵	۲۰۴/۶۱۵	-۰/۰/۵۸۴	-۰/۰/۵۸۴	۶۴/۰/۰۸	۶۴/۰/۰۸	۲/۰/۲۳۲	۲/۰/۲۳۲	-۰/۰/۱۶۳	-۰/۰/۱۶۳	۳/۰/۵۷۷	۰/۰/۵۷۷	استاندارد (SE)

می‌توان برای بهبود صفات مهم گیاهی در شرایط محیطی مختلف استفاده کرد.

در بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدها (جدول ۶)، هیبرید RGK33  $\times$  AGK38 در شرایط نرمال و هیبرید RGK15  $\times$  AF81-222 قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی منفی و معنی دار برای ارتفاع بوته بودند که با مطالعات عمران و همکاران (۱۴) همخوانی داشت. برای صفت قطر طبق هیبرید RGK33  $\times$  AGK38 در شرایط نرمال و تنش دارای بیشترین قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی دار بود. هیبرید RGK33  $\times$  AF81-222 در شرایط نرمال و تنش دارای بیشترین قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی دار بود. هیبرید RF81-112  $\times$  AGK32 در شرایط تنش دارای بیشترین قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی دار برای ارتفاع بوته بودند.

نتایج این مطالعه نشان داد برای صفات ارتفاع بوته، قطر طبق و وزن هزار دانه در شرایط نرمال سهم هیبریدها به مراتب بیشتر از سهم تسترهای لاین ها بود. برای صفت قطر طبق در شرایط تنش سهم هیبریدها بیشتر از سهم هیبریدها و لاین ها بود. به طوری که تستر R131 با مقدار ۱۴/۸۱ سانتی‌متر در شرایط تنش بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی و مثبت را داشت و در برنامه‌های اصلاحی می‌توان به عنوان والد مناسب برای افزایش مقاومت به خشکی استفاده کرد.

با توجه به اهمیت صفت پاکوتاهی از لحاظ ارتفاع بوته (به دلیل مقاوم بودن گیاه پاکوتاه به ورس) و مطلوب بودن مقادیر کم و منفی ترکیب‌پذیری، تستر R1315 بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی و منفی را در شرایط نرمال و تنش برای این صفت داشت (جدول ۵). همچنین تستر R131 در شرایط نرمال و تستر R131 در شرایط تنش برای صفت قطر طبق دارای ترکیب‌پذیری عمومی بالا و مثبتی بودند. از آنجا که قطر طبق بیشتر باشد تعداد دانه‌های طبق نیز افزایش می‌یابد در نتیجه عملکرد گیاه بیشتر می‌شود بنابراین از این صفت به عنوان یک شاخص برای گزینش در شرایط تنش می‌توان بفرمود که با نتایج یالچین و همکاران (۲۷) در مورد صفت قطر طبق همخوانی داشت.

تستر R131 در شرایط نرمال و تستر RGK15 در شرایط تنش بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و بالا برای صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد رونمایش (kg ha<sup>-1</sup>) در هر دو شرایط نرمال و تنش دارای ترکیب‌پذیری عمومی بالا و مثبت بود، معنی دار شدن تسترهای در رابطه با صفات فوق در نتایج اندرخور و همکاران (۳) گزارش شده است. برای صفت درصد رونمایش (kg ha<sup>-1</sup>) در شرایط نرمال و تنش دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و بالا بود. بنابراین از این تسترهای

این صفت بیشترین نقش را داشت که با نتایج عارفی و همکاران (۵) مطابقت نداشت.

#### نتیجه‌گیری کلی

بین لاین‌ها از نظر صفات روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، ارتفاع بوته، درصد روغن و شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد و برای صفات قطر طبق و وزن خشک اندام هوایی تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بین تسترهای از نظر صفات ستاره‌ای، روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، قطر طبق، قطر ساقه، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد دانه، عملکرد روغن و شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌دار وجود داشت که بیانگر اثر افزایشی در کنترل این صفات است. اثر متقابل تستر × لاین برای صفات ستاره‌ای، روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، قطر طبق، قطر ساقه، درصد روغن، عملکرد دانه، عملکرد روغن، شاخص سطح برگ و صفت وزن خشک اندام هوایی تفاوت معنی‌دار بود که بیانگر نقش اثر غالیت در کنترل این صفات است.

نتایج ترکیب‌پذیری نشان داد که برای اکثر صفات مورد ارزیابی به جز صفت تعداد دانه در طبق در شرایط نرمال سهم هیبریدها بیشتر از سهم لاین‌ها و تسترهای بود و برای صفت تعداد دانه در طبق سهم تستر بیشتر از سهم لاین و هیبرید بود. در شرایط خشکی نیز برای اکثر صفات مورد ارزیابی به جز صفات قطر طبق و عملکرد دانه سهم هیبریدها بیشتر از سهم لاین و تستر بود و برای صفات تعداد دانه در طبق در شرایط نرمال سهم تستر بیشتر از سهم هیبریدها و لاین‌ها بود. ولی در شرایط تنش سهم هیبرید بیشتر از سهم تستر و لاین‌ها بود. به طوری که تستر R131 با میانگین ۱۵۰۳/۱۶ دانه در شرایط نرمال بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی و مثبت را داشت.

برای صفت قطر طبق در شرایط تنش سهم تستر بیشتر از سهم هیبرید و لاین بود. به طوری که عملکرد دانه برای تستر ۱۴/۸۱ سانتی‌متر در شرایط تنش بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی و مثبت را داشت. برای صفت عملکرد دانه در شرایط تنش سهم تستر بیشتر از سهم هیبرید و لاین بود. به طوری که عملکرد دانه برای تستر R131 با میانگین ۳۲۲۷/۷۱ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی و مثبت را داشت.

ترکیب‌پذیری عمومی بالای تسترهای در مورد صفت قطر طبق نیز توسط عباسی و همکاران (۱) گزارش شده است.

با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد که اثرات غیر افزایشی هیبریدها یعنی غالیت در ایجاد تنوع صفات ارتفاع بوته، قطر طبق و وزن هزار دانه در شرایط نرمال نقش بیشتری داشته است و اثر افزایشی در ایجاد تنوع صفت قطر طبق در شرایط خشکی نقش بیشتری داشته است که با نتایج عارفی و همکاران (۵) در مورد صفات اخیر همخوانی دارد. مشابه با نتایج فوق غفاری و همکاران (۱۱) گزارش کردنده که ترکیب‌پذیری عمومی برای صفاتی از قبیل عملکرد دانه و قطر طبق بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی بود. همچنین در شرایط تنش اثر افزایشی اندازه بزرگتری نسبت به اثر غالیت و در شرایط نرمال اثر غالیت بسیار بیشتر از اثر افزایشی برای بررسی قطر طبق نشان دادند.

از لحاظ صفت تعداد دانه در طبق در شرایط نرمال هیبرید R131×AGK32 و در شرایط تنش هیبرید R131×AGK38 دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری بودند که حاکی نقش بیشتر از اثرات غیر افزایشی ژن‌ها یا غالیت در شرایط تنش است. همچنین در شرایط نرمال هیبرید R131×AGK38 و در شرایط تنش هیبرید RGK15×AF81-222 دارای بیشترین قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای درصد روغن بودند. صفت عملکرد دانه در شرایط نرمال هیبرید R131×AGK38 و در شرایط تنش هیبرید RF81-112×AGK32 دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری بودند. از لحاظ صفت عملکرد روغن، هیبرید R131×AGK38 در شرایط نرمال و تنش دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و بالایی بود.

صفاتی از جمله عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن که اثر غالیت در بروز آن‌ها نقش دارد می‌توان از طریق انتخاب هیبرید، از اثرهای غالیت این صفات بهره برد و در برنامه‌های اصلاحی از آن‌ها استفاده کرد. جوسیک و همکاران (۱۵) بیان کردنده برای صفاتی از جمله میزان روغن دانه و عملکرد روغن برآورد قدرت ترکیب‌پذیری عمومی پایین بوده و این صفات بوسیله اثرات غیر افزایشی کنترل می‌شوند.

همچنین می‌توان بیان کرد که در شرایط نرمال، اثرات غالیت ژن‌ها نقش بیشتری در کنترل و بیان عملکرد دانه داشت، در حالی که در شرایط تنش، اثرات افزایشی در کنترل

## منابع

- Abbasi, A., Gh.A. Saeedi, A.M. Rezaee and E. Farrokhi. 2004. Assessment of general combining ability in some sunflower inbred lines. Proceedings of the 8th Iranian Crop Production and Plant Breeding Congress. Aug. 25-27: 309 pp (In Persian).
- Abedini Esfahlani, M., R. Fotovat, M. Soltani Najafabadi and A.R. Tavakoli. 2018. Combining ability and gene action in parental lines of sunflower (*Helianthus annuus L.*) under drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 20(1): 1-15 (In Persian).
- Andarkhor, S.A.A., M. Moghadam and E. Farrokhi Ardebili. 2004. Assessment of general combining of sunflower inbred lines with three male sterility testers on line × tester analysis. Proceedings of the 8th Iranian Crop Production and Plant Breeding Congress, Aug. 25-27, 301 p (In Persian).
- Andarkhor, S.A.A., N. Mastibege, V. Rameeh, and R.A. Alitabar. 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, 6(13) (In Persian).
- Arefi, S., A. Nabipour and H. Samizadeh. 2015. Evaluation of combining ability of sunflower lines based on line × tester analysis under water stress and non-stress conditions. Journal of Crop Breeding, 7: 115-125 (In Persian).
- Bagheri, A.A. 2013. Te effect of foliar nitrogen and on the qualitative and quantitative characteristics of the Sunflower. MSc. thesis. Faculty of Agriculture, University of Zabol. 110 p (In Persian).
- Bhoite, K.D., R.B. Dubey, M. Vyas, S.L. Mundra and K.D. Ameta. 2018. Evaluation of combining ability and heterosis for seed yield in breeding lines of sunflower (*Helianthus annuus L.*) using line x tester analysis. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(5): 1457-1464.
- Chiuta, N.E. and C.S. Mutengwa. 2020. Combining ability of quality protein maize inbred lines for yield and morpho-agronomic traits under optimum as well as combined drought and heat-stressed conditions. Agronomy, 10(2): 184.
- Gatto, A.D., L. Mangoni and D. Laureti. 2005. Germplasm with good combining ability for selecting RHA lines in sunflower (*Helianthus annuus L.*) Proceedings of the XLIX Italian Society of Agricultural Genetics Annual Congress Potenza, Italy-12-15 September.
- Ghaffari, M. and F. Shariati. 2018. Combining ability of sunflower inbred lines under drought stress. Helia, 41(69): 201-212.
- Ghaffari, M., I. Farrokhi and M. Mirzapour. 2011. Combining ability and gene action for agronomic traits and oil content in sunflower (*Helianthus annuus L.*) using F1 hybrids, Crop Breed Journal, 1: 73-84.
- Ghaffari, M., M.M. Toorchi, Valizadeh and M.R. Shakiba. 2012. Morpho-physiological screening of sunflower inbred lines under drought stress condition. Turk J Field Crop, 17(2): 185-190.
- Göksoy, A. T., A. O. Demir, Z. M. Turan and N. Dagusta. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus L.*) to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Res, 87: 167-78.
- Imran, M., S.A. Saif-ul-Malook, M.A. Nawaz, M.K. Ahabaz, M. Asif and Q. Ali. 2015. Combining ability analysis for yield related traits in sunflower (*Helianthus annuus L.*). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Science, 15(3): 424-436.
- Jocic, S., D. Miladinović and Y. Kaya. 2015. Breeding and genetics of sunflower. In: Sunflower: Chemistry, Production, Processina, and Utilization. AOCS Press, Urbana, Illionois, USA (Eds: Force EM, Dunford DT, Salas JJ), 27-53.
- Khan, H., H.U. Rahman, H. Ahmad, H. Ali, H.A. Inamullah and M. Alam. 2008. Magnitude of combining ability of sunflower genotypes in different environments. Pakistan Journal of Botany, 40: 151-160.
- Khani, M., J. Daneshian, H. Zeinalikhah and M.R. Ghanadha. 2005. Genetic analysis of yeild and yield components in sunflower lines using line × tester design in drought stress and non-stress conditions. Iranian Journal of Agronomy Sciences, 36: 435-445 (In Persian).
- Ortegon, M., A.A. Escabedo and L.Q. Villarreal. 1992. Combining ability of sunflower lines and comparisons among Parent lines and hybrids. Proc. 13th Int. sunflower Conf. (Pisa-Italy). 1178- 193.
- Rezaeezad, A. and E. Farrokhi. 2004. Evaluation of combining ability in sunflower lines. Proceedings of the 8th Iranian Crop Production and Plant Breeding Congress, Aug. 25-27: 52 pp (In Persian).
- Robert, G.A., M. Rajasekar and P. Manivannan. 2016. Triazole-induced drought stress amelioration on growth yield, and pigments composition of *Helianthus annuus L.* (sunflower). International Multidisciplinary Research Journal, 5: 6-15.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1977. Biometrical methods in quantitative genetics analysis. Kalyani Publisher, New Delhi, Ludhiana, India.
- Skoric, D. 2009. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. Helia, 32: 1-15.
- Tabrizi, M., F. Hassanzadeh, M. Moghaddam, S. Alavikia, S. Aharizad and M. Ghaffari. 2012. Combining ability and gene action in sunflower using line tester method. Journal of Plant Physiology & Breeding, 2(2): 35-44.

24. Tahir, M.H.N., I. Muhammad and M.K. Hussain. 2002. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) inbred accessions for drought tolerance. Int. J. Agric. Biol, 3: 398-400.
25. Volotovich, A.A., T.A. Silkova, N.S. Fomchenko, O.V. Prokhorenko and O.G. Davydenko. 2008. Combining ability and heterosis effects in sunflower of Byelorussian origin. Helia, 31: 111-118.
26. Yadollahi, P., M.R. Asgharipour, H. Marvane, N. Kheiri, and A. Amir. 2017. The effects of drought stress on grain and oil yield of two cultivars of sunflower. Crop Science Research in Arid Regions, 1(1): 65-76 (In Persian).
27. Yalçın, K.A.Y.A., V. Pekca and N. Cicek. 2015. Effects of drought on morphological traits of some sunflower lines. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, 2(2): 54-68.
28. Zohdi Aghdam, M., F. Darvish Kojouri, M. Ghaffari, A. Ebrahimi. 2019. Genetic analysis of morphophysiological characteristics of sunflower under optimum and limited irrigation conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 12(2): 331-346 (In Persian).

## Evaluation of General and Specific Combining Ability of Some Sunflower Inbred Lines under Normal and Drought Stress Condition

Fatemeh Mohammadi<sup>1</sup>, Arash Fazeli<sup>2</sup>, Asadolah Zareei Siahbidi<sup>3</sup> and Abbas Rezaeizad<sup>4</sup>

1- M.Sc. of Science, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

2-Associated Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran, (Corresponding Author: a.fazeli@ilam.ac.ir)

3- Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Kermanshah, Iran

4- Associate Professor, Horticulture Crops Research department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Kermanshah, Iran

Received: Jun 27, 2021 Accepted: November 22, 2021

### Extended Abstract

**Introduction and Objective:** Sunflower is a semi-drought tolerant plant that due to its importance in oil production, the area under cultivation is expanding. But drought stress severely reduces the yield of grain and oil. Therefore, the production and introduction of hybrid cultivars can help increase performance. The first step in the production of hybrid is to identify parents based on their General and Specific combining ability and also to determine the type gene actions.

**Material and Methods:** In order to investigate the combining ability of sunflowers inbred lines under normal conditions and drought stress, a study using 12 sunflower hybrids obtained from the cross of male sterile and tester lines with two controls, Qasem and Shams, in two separate experiments in the form of The design of randomized complete blocks with three replications was performed under two conditions of normal irrigation and drought stress.

**Results:** The results of combined analysis of variance of the studied treatments under both normal and drought stress conditions showed that drought stress had a significant effect on all studied traits number of seeds per head. The effect of lines for plant height, oil percentage and head diameter and the effect of testers were significant for most traits except number of seeds per head, which shows a significant difference between the general combinability of lines and testers. Also, line 1 and tester 3 in both normal and stress conditions with a negative and significant combinability for the height of the parent plant is suitable to reduce this trait in the cross. In addition, line  $\times$  tester interaction had a significant effect on most traits except 1000-seed weight and number of seeds. The Line 1 and Tester 1 with significant positive general combining ability (GCA) effects for grain yields were considered as suitable combiners for improving these traits. So that under normal conditions, hybrid No. 13 with grain yield of 5224 kg / ha had the highest grain yield and under stress conditions of hybrid No. 31 with an average of 3544.6 kg / ha had the highest grain yield.

**Conclusion:** The general results of this study show that the important traits of grain yield, oil percentage and oil yield are controlled by the dominance gene action, which can be improved by hybridization and best selection of parents in breeding programs.

**Keywords:** Combining ability, Line, Oil percentage, Sunflower hybrid, Tester