

## بررسی ترکیب پذیری عمومی رگه های خویش آمیخته و میزان هتروزیس دورگ های آفتابگردان

### در دو شرایط رطوبتی متفاوت

سید سعید پورداد<sup>۱\*</sup>، رضا ملک حسینی<sup>۲</sup> و حسین حاتم زاده<sup>۱</sup>

۱- معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم- کرمانشاه

۲- دانشجوی سابق دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

### چکیده

به منظور بررسی ترکیب پذیری عمومی و برآورد هتروزیس در رگه های خالص آفتابگردان از نظر عملکرد دانه و سه صفت زراعی دیگر، تعداد ۶۸ رگه خالص با رقم آزاد گرده افشان لاکومکا تلاقی داده شده و در سال بعد رگه ها و تاپ کراس های حاصل در دو تکرار و در دو محیط با شرایط رطوبتی متفاوت در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود) کشت شدند. تجزیه واریانس داده ها در هر دو شرایط رطوبتی نشان داد که بین رگه های خالص و نیز تاپ کراس ها اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ برای کلیه صفات وجود داشت. بیشترین میانگین عملکرد در شرایط تنش رطوبتی متعلق به رگه -SIL-109 با ۱۴/۶ گرم در بوته و تاپ کراس SIL-175×lakumka با ۳۸/۶ گرم در بوته بود. در شرایط عدم تنش رطوبتی نیز رگه -SIL-102 با ۲۶/۷ گرم در بوته و تاپ کراس SIL-99×lakumka با ۳۲/۲ گرم در بوته بالاترین عملکرد دانه را داشتند. میانگین عملکرد رگه ها و تاپ کراس ها در محیط بدون تنش بیش از دو برابر محیط تنش رطوبتی بود. میانگین هتروزیس برای عملکرد دانه در شرایط با و بدون تنش رطوبتی به ترتیب ۲۵/۲۵ و ۴۳/۷۷ درصد بود. همچنین بررسی تعداد ترکیبات هتروتیک در دو محیط نشان داد که تعداد بیشتری از تاپ کراس ها در شرایط عدم تنش رطوبتی دارای هتروزیس مثبت بوده و پتانسیل عملکرد خود را بهتر بروز داده اند. بررسی قابلیت ترکیب پذیری در دو شرایط تنش و عدم تنش نیز نشان داد که قابلیت ترکیب پذیری رگه های خالص در شرایط بدون تنش رطوبتی افزایش می یابد. بررسی بای پلات ترکیب پذیری عمومی رگه های خالص نشان داد که در شرایط با و بدون تنش رطوبتی به ترتیب ۸ و ۱۰ رگه خالص در نزدیکی بردار عملکرد دانه و در ناحیه هم جهت با این بردار قرار داشتند که دارای قابلیت ترکیب پذیری عمومی بالایی بودند.

**واژه های کلیدی:** آفتابگردان، ترکیب پذیری عمومی، شرایط رطوبتی مختلف، هتروزیس

## مقدمه

اصلاح آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از سالیان دور توسط کشاورزان اولیه به صورت استفاده طبقه‌های درشت در کشت سال بعد انجام می‌شده است. اهداف مهم اصلاح نباتات در آفتابگردان افزایش عملکرد، بالا بردن میزان روغن دانه، زودرسی، کاهش ارتفاع بوته، افزایش مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی، بهبود کیفیت روغن، افزایش میزان و کیفیت پروتئین دانه بوده است (پورداد، ۱۳۷۵). کاربرد بذور هیبرید و استفاده عملی از هتروزیس در اصلاح آفتابگردان خیلی دیرتر از اصلاح ذرت شروع شده است، زیرا گلها در آفتابگردان دو جنسه بوده و عقیم نمودن مکانیکی آن برای تولید بذر در سطح وسیع ممکن نیست. اما با کشف نر عقیمی سیتوپلاسمی توسط لکلرک در سال ۱۹۶۴ و کشف ژن برگشت دهنده باروری توسط کینمن در سال ۱۹۷۱ سبب گردید که تولید بذر هیبرید آفتابگردان در سطح وسیع امکان پذیر گردد (نقل از عرشی، ۱۳۷۳).

اولین گام در ارزیابی ظرفیت رگه‌های جدید، تلاقی آنها با یک والد مشترک و مقایسه عملکرد دورگ‌های حاصل از آنهاست. والد مشترک تستر یا آزمون کننده و نتاج تولید شده نتاج تست کراس یا تاپ کراس (Topcross) نامیده می‌شوند. قدرت ترکیب پذیری عمومی (GCA) یک رگه قابلیت تولید عملکرد آن در تلاقی با سایر رگه‌های خالص است (Fehr, 1988). با تعیین قدرت ترکیب پذیری عمومی می‌توان رگه‌های مطلوب برای دورگ گیری را شناسایی و حجم رگه‌ها را کاهش داد. قابلیت ترکیب پذیری عمومی شاخصی برای ژنهایی با اثرات

افزایشی و قابلیت ترکیب پذیری خصوصی شاخصی برای ژنهایی با اثرات غیر افزایشی است (Hallauer and Miranda, 1988). ترکیب پذیری عمومی برآورد واریانس ژنتیکی افزایشی را فراهم می‌کند، که برای برآورد وراثت پذیری خصوصی لازم است (فرشادفر، ۱۳۷۶). جوشیچ و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از روش لاین در تستر ۲۰ رگه خالص آفتابگردان را با سه تستر تلاقی داده و نتیجه گرفتند که برای سه صفت اقتصادی عملکرد دانه، میزان روغن دانه و عملکرد روغن برآورد قدرت ترکیب پذیری عمومی پایین بوده و این صفات بوسیله اثرات غیر افزایشی ژنها کنترل می‌شوند. برای عملکرد دانه گوکسوی و همکاران (۲۰۰۰)، اسکورچ و همکاران (۲۰۰۰) و هلاذنی و همکاران (۲۰۱۱) نیز اثرات غیرافزایشی را در توارث این صفت موثر دانستند. همچنین پایین بودن میزان برآورد قدرت ترکیب پذیری عمومی و اهمیت ژنهای غیر افزایشی برای صفت عملکرد روغن در بررسی‌های اسکوریچ و همکاران (۲۰۰۰)، اورتیز و همکاران (۲۰۰۵) و گوزدنویچ و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش شده است. فرخی (۱۳۸۱) با بررسی رگه‌های جدید بازگردان باروری اعلام نمود که برای صفات ارتفاع بوته، طول دوره رویش، قطر طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه هر دو اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژنها و در مورد میزان روغن دانه تنها اثر افزایشی موثر بوده است. رضایی زاد و فرخی (۱۳۸۷) با تلاقی چهار رگه خالص و شش رگه بازگردان باروری آفتابگردان نشان دادند که ترکیب پذیری عمومی رگه‌ها خالص و رگه‌های بازگردان باروری برای صفت عملکرد دانه معنی دار نبود. اما برای صفات

دستی در اول اسفند ماه سال ۱۳۸۶ کشت شدند. در زمان گلدهی از هر ردیف پایه مادری تعداد ۶ بوته انتخاب و قبل از باز شدن گل، طبق‌ها با کیسه‌های ممل پوشانده شدند. هر روز صبح عمل گرده‌گیری از واریته لاکومکا و گرده افشانی بر روی طبق‌های مادری صورت می‌گرفت. عمل گرده افشانی بر روی هر پایه مادری چندین بار تکرار شد تا تمام گل‌های طبق مادری تلقیح یابند. از هر ردیف چهار بوته نیز انتخاب و قبل از باز شدن گل، طبق‌ها پوشانیده شدند تا خودگشن شوند. تعداد ۶۸ رگه خالص و ۶۸ نتاج تاپ کراس (جدول ۱) هر کدام در دو ردیف چهار متری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار و در دو محیط رطوبتی متفاوت (تنش و عدم تنش رطوبتی) در سوم اسفند ماه سال ۱۳۸۷ کشت گردید. در محیط تنش رطوبتی آبیاری در مرحله شروع گلدهی قطع گردید اما در آزمایش بدون تنش رطوبتی آبیاری تا پایان مرحله پر شدن دانه‌ها ادامه یافت. صفات تحت بررسی شامل چهار صفت قطر طبق، قطر ساقه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه بود. میزان کود مصرفی برابر فرمول  $N_{80}P_{20}O_{580}$  و از منابع کودی اوره و فسفات آمونیوم تامین گردید. مبارزه با علف‌های هرز در هر دو سال زراعی به صورت وجین دستی انجام شد. برای جلوگیری از خسارت پرنده‌گان در مرحله پر شدن دانه طبق‌ها به وسیله کاغذ روزنامه پوشانده شد. تجزیه واریانس با استفاده از روش تاپ کراس انجام و هتروزیس نسبی در نتاج تاپ کراس‌ها از فرمول زیر محاسبه گردید (Dheya, 1992).

$$100 \times \text{میانگین رگه} - \text{میانگین تاپ کراس}$$

میانگین رگه‌ها

میزان روغن دانه، ارتفاع بوته و قطر طبق ترکیب پذیری عمومی معنی دار و در نتیجه اثر افزایشی موثر دانسته شد. برای صفت وزن هزار دانه هر دو اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها مهم گزارش شد. یان و هانت (۲۰۰۲) با استفاده از روش گرافیکی بای پلات و روش چند متغیره تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روش  $GGE^1$  بای پلات را معرفی نمودند. این روش در ابتدا برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در آزمایشات منطقه‌ای ایجاد شد اما کاربرد آن در تمامی داده‌های دو طرفه که ساختار انتری در تستر داشته باشند از جمله داده‌های آزمایشات دی‌آلل، لاین  $\times$  تستر و تاپ کراس فراهم است.

هدف از این بررسی برآورد قدرت ترکیب پذیری عمومی رگه‌های خویش آمیخته نسل  $F_6$  و برآورد هتروزیس در دورگ‌های حاصل از روش تاپ کراس بوده و بمنظور دستیابی به نتایج دقیق تر و گزینش بهتر رگه‌های خالص و تاپ کراس‌ها، این پارامترها در دو شرایط رطوبتی متفاوت برآورد شده‌اند.

## مواد و روش‌ها

این بررسی در مزرعه تحقیقاتی معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود) با طول جغرافیایی  $34^\circ$  و  $19'$  و عرض جغرافیایی  $20'$  و  $47^\circ$  با ارتفاع ۱۳۵۱ متر از سطح دریا در دو سال زراعی انجام گرفت. تعداد ۶۸ رگه خالص نسل  $F_6$  آفتابگردان هر کدام در یک ردیف چهارمتری با فاصله ردیف‌های ۶۰ سانتیمتری و فاصله بوته‌های روی ردیف ۲۵ سانتیمتر به عنوان پایه‌های مادری و رقم لاکومکا به عنوان والد پدری در ۲۰ ردیف بطور

1- Genotype+Genotype $\times$ Environment interaction

$C_i =$  قابلیت ترکیب پذیری عمومی

$\bar{T}_i =$  میانگین تاپ کراس  $i$  ام

$\bar{T}_{..} =$  میانگین کل تاپ کراس ها

قابلیت ترکیب پذیری عمومی رگه‌های خالص نیز با

استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Dheya, 1992).

$$C_i = \bar{T}_i - \bar{T}_{..}$$

جدول ۱- اسامی تاپ کراس‌ها و رگه‌های خالص (ترکیبات بدون در نظر گرفتن والد مشترک پدری) آفتابگردان مورد مطالعه

شماره	تاپ کراس‌ها و رگه‌ها	شماره	تاپ کراس‌ها و رگه‌ها	شماره	تاپ کراس‌ها و رگه‌ها
1	SIL-5 x lakumka	24	SIL-96 x lakumka	47	SIL-218 x lakumka
2	SIL-18 x lakumka	25	SIL-97 x lakumka	48	SIL-219 x lakumka
3	SIL-23 x lakumka	26	SIL-99 x lakumka	49	SIL-220 x lakumka
4	SIL-25 x lakumka	27	SIL-101 x lakumka	50	SIL-221 x lakumka
5	SIL-28 x lakumka	28	SIL-102 x lakumka	51	SIL-226 x lakumka
6	SIL-33 x lakumka	29	SIL-103 x lakumka	52	SIL-228 x lakumka
7	SIL-34 x lakumka	30	SIL-109 x lakumka	53	SIL-231 x lakumka
8	SIL-39 x lakumka	31	SIL-112 x lakumka	54	SIL-232 x lakumka
9	SIL-42 x lakumka	32	SIL-165 x lakumka	55	SIL-233 x lakumka
10	SIL-45 x lakumka	33	SIL-173 x lakumka	56	SIL-234 x lakumka
11	SIL-48 x lakumka	34	SIL-174 x lakumka	57	SIL-235 x lakumka
12	SIL-51 x lakumka	35	SIL-175 x lakumka	58	SIL-246 x lakumka
13	SIL-53 x lakumka	36	SIL-178 x lakumka	59	SIL-247 x lakumka
14	SIL-54 x lakumka	37	SIL-179 x lakumka	60	SIL-254 x lakumka
15	SIL-58 x lakumka	38	SIL-191 x lakumka	61	SIL-255 x lakumka
16	SIL-59 x lakumka	39	SIL-193 x lakumka	62	SIL-258 x lakumka
17	SIL-61 x lakumka	40	SIL-196 x lakumka	63	SIL-260 x lakumka
18	SIL-68 x lakumka	41	SIL-198 x lakumka	64	SIL-269 x lakumka
19	SIL-82 x lakumka	42	SIL-203 x lakumka	65	SIL-272 x lakumka
20	SIL-85 x lakumka	43	SIL-204 x lakumka	66	SIL-276 x lakumka
21	SIL-88 x lakumka	44	SIL-209 x lakumka	67	SIL-280 x lakumka
22	SIL-89 x lakumka	45	SIL-210 x lakumka	68	SIL-284 x lakumka
23	SIL-91 x lakumka	46	SIL-211 x lakumka		

## نتایج و بحث

### شرایط عدم تنش رطوبتی

نیز اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد که حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بین آنها احتمالا به علت متفاوت بودن جمعیت‌های پایه در این رگه‌های خالص بوده است. همچنین بین نتایج (هیبریدها یا تاپ کراس‌ها) نیز از نظر تمامی صفات تحت بررسی اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. این امر می‌تواند دلیلی بر وجود مقادیر متفاوت هتروزیس در تاپ کراس‌ها باشد. مقایسه

تجزیه واریانس صفات (جدول ۲) نشان داد بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ برای کلیه صفات وجود داشت. این اختلاف معنی دار با توجه به وجود پس روی خویش آمیزی در رگه‌های خویش آمیخته و هتروزیس در هیبریدها (تاپ کراس‌ها) قابل انتظار بود. بین رگه‌های خالص

همکاران (۲۰۰۱)، کومار و همکاران (۱۹۹۹)، یالماز و امیراوغلو (۱۹۹۵) ارزش هتروزیس برای عملکرد دانه آفتابگردان را به ترتیب ۲۷۸٪، ۶۵/۷٪ و ۳۰ تا ۷۳٪ گزارش نمودند. برآورد قابلیت ترکیب پذیری عمومی برای عملکرد نیز نشان داد که ۳۳ رگه خالص دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت بوده و در بین آنها بیشترین مقادیر متعلق به SIL-99 بود. خانی و همکاران (۱۳۸۴) گزارش نمودند که مقادیر ترکیب پذیری عمومی رگه ها در شرایط بدون تنش رطوبتی برای صفت عملکرد دانه آفتابگردان معنی دار نبوده و در شرایط تنش فقط برای یک رگه معنی دار بود. به منظور کاهش حجم جداول تنها مقادیر هتروزیس، قابلیت ترکیب پذیری و میانگین های رگه های خالص و تاپ کراس های برتر آورده شده است (جدول ۵). میانگین کل قطر طبق رگه ها و تاپ کراس ها بترتیب ۱۱/۴۹ و ۱۰/۷۹ سانتیمتر بوده و نشان داد که میانگین هتروزیس تاپ کراس ها منفی بوده (۳/۹- درصد) و به همین خاطر در اکثر رگه ها میزان قطر طبق بیشتر از تاپ کراس ها بود. این امر شاید به آن دلیل باشد که رگه های خالص طی شش نسل خودگشنی برای قطر طبق بزرگتر گزینش شده اند. تعداد ۲۴ تاپ کراس دارای هتروزیس مثبت بوده و ترکیبات  $SIL-91 \times lakumka$  و  $SIL-102$   $\times lakumka$  دارای بیشترین مقادیر هتروزیس بود (جدول ۵). ترکیب پذیری عمومی رگه ها برای صفت قطر طبق نیز نشان داد که ۳۳ رگه دارای قدرت ترکیب پذیری عمومی مثبت بوده اند و در بین آنها بیشترین مقادیر متعلق به رگه های SIL-260، SIL-42، SIL-85 و SIL-88 بود. بررسی وزن هزار دانه نشان داد که میانگین کل رگه های خالص کمتر از

اورتوگونال بین نتاج و والدین نیز تفاوت معنی داری را در سطح احتمال ۱٪ از نظر تمامی صفات تحت بررسی نشان داد که مبین اختلاف بین میانگین دو گروه رگه های خالص و تاپ کراس ها از نظر صفات تحت بررسی است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ های تحت بررسی به علت وجود اختلاف معنی دار بین رگه ها و نتاج (تاپ کراس ها) بوده است. تیاگی (۱۹۸۸)، میخالشویچ (۱۹۸۸) و اورنگون و همکاران (۱۹۹۲) نیز همین نتایج را در آفتابگردان اعلام کردند. راضی و آساد (۱۳۷۷) نتیجه گرفتند که در شرایط مطلوب و عدم تنش رطوبتی بیشترین تاثیر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه مربوط به اجزاء عملکرد از قبیل وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق آفتابگردان بود.

میانگین عملکرد دانه رگه ها و تاپ کراس ها و قدرت ترکیب پذیری عمومی رگه ها و میزان هتروزیس در تاپ کراس ها محاسبه و به منظور کاهش حجم نتایج، تنها میانگین ۲۰ رگه و تاپ کراس برتر آورده شده است (جدول ۴). نتایج نشان داد که میانگین کل عملکرد دانه تاپ کراس ها بالاتر از رگه ها بوده به طوری که میانگین آنها به ترتیب ۱۵/۶۵ و ۱۱/۰۱ گرم در بوته بود. مقدار هتروزیس در ۴۸ تاپ کراس مثبت و در ۲۰ تاپ کراس منفی برآورد شد و در مجموع میانگین هتروزیس تاپ کراس ها ۸۹/۹۵ درصد بود. ترکیب SIL- $25 \times lakumka$  بیشترین مقدار هتروزیس (۴۲۲/۳ درصد) را نشان داد. این ترکیب به همراه ۹ تاپ کراس دیگر که دارای هتروزیس بیش از ۲۰۰ درصد بودند گزینش شدند (جدول ۴) تا در برنامه های اصلاحی آفتابگردان قرار گیرند. گوکسوی و

دانه و قطر طبق دارای مقادیر بالا برای مؤلفه اصلی اول بود لذا این مؤلفه می‌تواند رگه‌های خالص را برای این دو صفت تفکیک نماید. این موضوع برای عملکرد دانه برعکس بوده و مؤلفه اصلی دوم دارای قدرت متمایز کنندگی بیشتری برای تفکیک رگه‌های خالص از نظر قابلیت ترکیب پذیری عمومی عملکرد دانه است (نمودار ۱). از آنجایی که میانگین قابلیت ترکیب پذیری عمومی بسیار نزدیک به صفر است لذا رگه‌های خالصی که در نزدیکی مبدا مختصات قرار دارند دارای ترکیب پذیری عمومی نزدیک صفر خواهند بود. زاویه بین بردارها نیز بیانگر همبستگی بین آنهاست به طوری که بین بردارهای وزن هزار دانه و قطر طبق زاویه بسیار کوچکی وجود داشته و حاکی از همبستگی مثبت و بالای قابلیت ترکیب پذیری این دو صفت است. همچنین بردارهای این دو صفت با بردار قطر ساقه زاویه حاده تشکیل داده و همبستگی مثبتی بین آنها وجود دارد. اما زاویه بین عملکرد دانه و قطر ساقه بسیار نزدیک به ۹۰ درجه بوده و حاکی از عدم همبستگی بین قابلیت ترکیب پذیری این دو صفت است. بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه و قطر طبق نیز همبستگی مثبت اما ضعیف وجود داشت. غفاری و همکاران (۲۰۱۱) نیز با رسم بای پلات برای ۶ رگه خالص و ۴ تستر آفتابگردان و هیبریدهای حاصل از آنها در شرایط بدون تنش رطوبتی قابلیت ترکیب پذیری خصوصی و عمومی آنها را برای شش صفت زراعی مورد بررسی قرار داده و اظهار داشتند که رسم بای پلات روشی مناسب بوده و می‌تواند اطلاعات مفیدی در اختیار اصلاح گران آفتابگردان قرار دهد.

تاپ کراس‌ها (بترتیب ۴۲/۸۰ و ۴۳/۵۴ گرم) بوده و به همین علت میانگین هتروزیس مثبت (۱۵/۴۰ درصد) برآورد گردید. میزان هتروزیس برای این صفت در ۳۱ تاپ کراس مثبت بود و بیشترین مقادیر متعلق به ترکیبات SIL-247×lakumka ، SIL-174×lakumka ، SIL-45×lakumka و SIL-28×lakumka بود (جدول ۵). برآورد قابلیت ترکیب پذیری عمومی رگه‌ها برای این صفت نشان داد که ۲۹ رگه دارای مقادیر مثبت و بیشترین مقادیر متعلق به رگه‌های، SIL-45، SIL-174، SIL-255، SIL-247، و SIL-235 بود (جدول ۵).

بررسی بای پلات دو مؤلفه اصلی (PC1 و PC2) ترکیب پذیری عمومی رگه‌های خالص (نمودار ۱) نیز نشان داد که این دو مؤلفه در مجموع ۷۱/۱ درصد تغییرات را توجیه می‌نمایند. موقعیت بردارهای چهار صفت تحت بررسی و پراکنش رگه‌های خالص در اطراف بردارها نشان داد که رگه‌های خالصی که به هر یک از بردارها نزدیک‌ترند دارای قابلیت ترکیب پذیری بیشتری از نظر آن صفت‌اند. برای عملکرد دانه رگه‌های خالص شماره ۲۶، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲۷، ۳۵، ۲۸، ۶۲، ۶۸ و ۴۷ (نمودار-۱) که بر اساس جدول ۱ به ترتیب شامل SIL-99، SIL-53، SIL-54، SIL-58، SIL-101، SIL-175، SIL-102، SIL-258، SIL-284 و SIL-218 بودند در نزدیکی بردار عملکرد دانه و در ناحیه هم جهت با این بردار قرار داشتند و همگی دارای قدرت ترکیب پذیری عمومی بالایی برای عملکرد دانه بودند. این رگه‌های خالص همگی جزء ۲۰ رگه خالص برتر با ترکیب پذیری بالا بودند (جدول ۴). قابلیت ترکیب پذیری عمومی برای صفات وزن هزار

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) رگه‌های خالص و تاپ کراس‌های آفتابگردان از نظر ۴ صفت زراعی در شرایط عدم تنش رطوبتی

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر طبق	قطر ساقه	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
تکرار	۱	۰/۰۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۲۴ <sup>ns</sup>	۳۱/۲۷**
ژنوتیپ	۱۳۵	۷/۰۵**	۶/۷۵**	۳۷۱/۰۳**	۱۰۴/۱۹**
رگه	۶۷	۶/۸۳**	۷/۶۹**	۴۳۴/۲۴**	۷۸/۶۲**
تاپ کراس	۶۷	۶/۸۸**	۵/۸۶**	۳۱۲/۸۱**	۱۱۳/۴۵**
رگه در برابر تاپ کراس	۱	۳۲/۸۳**	۳/۴۲**	۳۶/۲۷**	۱۱۹۶/۲۸**
اشتباه	۱۳۵	۲/۱۹	۳/۱۴	۱۲/۲۷	۱/۴۱
درصد ضریب تغییرات		۱۳/۲۷	۱۷/۵۸	۸/۱۲	۹/۰۷

ns، \*، \*\* بترتیب معنی دار در سطوح ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) رگه‌های خالص و تاپ کراس‌های آفتابگردان از نظر چهار صفت زراعی در شرایط تنش رطوبتی

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر طبق	قطر ساقه	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
تکرار	۱	۴/۱۸ <sup>ns</sup>	۱/۹۴ <sup>ns</sup>	۲۵/۹۶ **	۰/۴۱ <sup>ns</sup>
ژنوتیپ	۱۳۵	۴/۳۳**	۶/۳۹**	۷۰۱/۴۲ **	۷/۶۱**
رگه	۶۷	۴/۲۹**	۶/۰۴**	۵۳۷/۳۴**	۷/۳۴**
تاپ کراس	۶۷	۴/۴۴**	۴/۹۶**	۸۶۶/۴۴**	۷/۹۸**
رگه در برابر تاپ کراس	۱	۰/۲۴ <sup>ns</sup>	۱۲۵/۸۲**	۶۳۷/۸۵**	۰/۴۶ <sup>ns</sup>
اشتباه	۱۳۵	۲/۳۱	۱/۶۷	۲۲/۷۷	۰/۲۸
درصد ضریب تغییرات		۱۴/۹۷	۱۵/۲۴	۱۳/۳۸	۱۵/۵۹

ns، \*، \*\* بترتیب معنی دار در سطوح ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

### شرایط تنش رطوبتی

مقایسه اورتوگونال بین میانگین رگه‌ها در برابر تاپ کراس‌ها برای دو صفت قطر ساقه و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی داری گردید. نتایج تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها در شرایط وجود تنش رطوبتی مشخص نمود که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر تمامی صفات تحت بررسی بعلت وجود اختلاف بین رگه‌ها و تاپ کراس‌ها بوده است. وجود تنوع ژنتیکی در عملکرد دانه و برخی صفات زراعی در شرایط تنش رطوبتی برای تعدادی از رگه‌های خالص و نیز

در شرایط تنش رطوبتی نیز بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ برای کلیه صفات دیده شد (جدول ۲). بین رگه‌های خالص برای تمام صفات اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد که این اختلاف نشان از وجود تنوع ژنتیکی بین رگه‌ها در شرایط دیم بود. همچنین بین تاپ کراس‌ها نیز اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ برای تمامی صفات تحت بررسی وجود داشت.

هیبریدهای آفتابگردان گزارش شده است (پورداد ۱۳۸۷، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰). میانگین عملکرد تاپ کراس‌ها و رگه‌های خالص به ترتیب ۶/۲۵ و ۴/۹۹ گرم در بوته بود که حاکی از برتری هیبریدها است. میانگین هتروزیس تاپ کراس‌ها نیز مثبت (۱۳۷/۹۸ درصد) بوده و در مجموع ۳۵ تاپ کراس دارای هتروزیس مثبت بودند. بیشترین مقدار هتروزیس ۸۶۰/۲ درصد برآورد گردید که متعلق به ترکیب SIL-175×lakumka بود (جدول ۴). میزان بالای هتروزیس در برخی از تاپ کراس‌ها می‌تواند به سه علت باشد اولاً میزان عملکرد رگه‌ها در شرایط تنش به شدت کاهش یافته و تفاوت آنها با تاپ کراس‌ها زیادتر خواهد شد. دوم اینکه مقادیر هتروزیس محاسبه شده در روش تاپ کراس هتروزیس نسبی بوده (نسبت به رگه‌ها محاسبه شده) در حالیکه معمولاً هتروزیس استاندارد و یا نسبت به والد برتر، محاسبه می‌گردد که مقادیر این دو کمتر از هتروزیس نسبی خواهد بود و سوم اینکه برآورد هتروزیس بر اساس عملکرد تک بوته بوده است. هلاذنی و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی ۲۱ هیبرید آفتابگردان و محاسبه دو نوع هتروزیس نسبی و برتر برای عملکرد دانه نشان دادند که مقادیر هتروزیس نسبی بیشتر از هتروزیس برتر بوده و دامنه آن ۹۸ تا ۲۷۴/۱ درصد بود. ساوارگانکار و گودکه (۲۰۰۸) بالاترین هتروزیس مثبت برای عملکرد دانه ۴۳/۹۸ درصد و یالماز و امیراوغلو (۱۹۹۵) میزان هتروزیس برای عملکرد دانه را بین ۲۰-۷۷ درصد گزارش کردند. میزان ترکیب پذیری عمومی رگه‌ها برای صفت عملکرد (جدول ۴) نشان داد که ۲۲ رگه خالص دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت بوده و

بیشترین مقدار متعلق به SIL-175 بود. خانی و همکاران (۱۳۸۴) نیز قابلیت ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی داری را در شرایط تنش رطوبتی برای عملکرد دانه آفتابگردان گزارش کردند. میانگین قطر طبق رگه‌ها و تاپ کراس‌ها بترتیب ۱۰/۱۳ و ۱۰/۱۹ سانتیمتر بود که اختلاف بسیار اندکی با هم داشته و به همین علت میانگین هتروزیس در تاپ کراس‌ها بسیار کوچک و منفی (۲/۹۴ درصد) برآورد گردید. در مجموع ۳۲ تاپ کراس دارای هتروزیس مثبت بوده و در بین آنها بیشترین مقادیر متعلق به تاپ کراس‌های SIL-235×lakumka، SIL-45×lakumka و SIL-284×lakumka بود (جدول ۵). ساوارگانکار و گودکه (۲۰۰۸) بالاترین هتروزیس مثبت را ۳۲/۱۰ درصد برای قطر طبق گزارش نمودند. برآورد قابلیت ترکیب پذیری عمومی رگه‌ها برای این صفت نشان داد که ۳۵ رگه دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت بوده‌اند و بیشترین مقادیر متعلق به رگه‌های SIL-103، SIL-101 و SIL-235 بود (جدول ۵). میانگین وزن هزاردانه رگه‌ها و تاپ کراس‌ها نیز بترتیب ۳۵/۱۶ و ۳۷/۴۸ گرم و میانگین هتروزیس آنها مثبت (۳۸/۱۹ درصد) بود. برای ۳۴ تاپ کراس هتروزیس مثبت بوده و در بین آنها بیشترین مقادیر شامل تاپ کراس‌های SIL-210×lakumka، SIL-209×lakumka، SIL-211×lakumka و SIL-193×lakumka بود (جدول ۵). ساوارگانکار و گودکه (۲۰۰۸) بالاترین هتروزیس مثبت برای وزن صد دانه را ۵۵/۳۲ درصد گزارش نمودند. یالماز و امیراوغلو (۱۹۹۵) نیز هتروزیس در نسل F1 را برای وزن دانه را ۳۳ تا ۷۳٪ گزارش کردند.



بالاترین میزان قابلیت ترکیب پذیری عمومی بوده و در نمودار بای پلات دارای بیشترین فاصله از مبدا مختصات بوده و بسیار نزدیک به بردار عملکرد دانه بود. ۸ رگه خالص گزینش شده همگی جزء ۲۰ رگه خالص برتر با ترکیب پذیری بالا بودند (جدول ۴). رگه‌های خالص واقع در نزدیکی مبدا مختصات دارای ترکیب پذیری عمومی نزدیک صفر بودند. زاویه بین بردارها نیز نشان داد که بین وزن هزار دانه و قطر طبق و نیز وزن هزار دانه و عملکرد دانه همبستگی مثبت وجود دارد. اما زاویه بین عملکرد دانه با قطر ساقه و قطر طبق حدوداً قائمه بوده و حاکی از عدم همبستگی بین قابلیت ترکیب پذیری عملکرد دانه با این دو صفت است. اورکی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی شاخص‌های تحمل خشکی در هیبریدهای آفتابگردان و رسم نمودار بای پلات نشان دادند که بردارهای STI و GMP دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه در دو شرایط بدون تنش و تنش شدید خشکی بوده و معیار مناسبی برای گزینش می‌باشد.

در کل می‌توان چنین نتیجه گرفت که شرایط رطوبتی می‌تواند برآورد قابلیت ترکیب پذیری عمومی رگه‌های خالص و برآورد هتروزیس در تاپ کراس‌ها را برای صفات مورد بررسی تحت تاثیر قرار دهد. همچنین روش بای پلات توانست به خوبی رگه‌های خالص را از نظر ترکیب پذیری عمومی در هر دو شرایط رطوبتی گروه بندی نموده و روشیکارا برای تعیین ترکیب پذیری عمومی رگه‌های خالص آفتابگران بود.

برآورد ترکیب پذیری عمومی رگه‌ها برای صفت وزن هزار دانه نشان داد که ۲۵ رگه از ۶۸ رگه مورد مطالعه دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت و در بین آنها بیشترین مقادیر متعلق به رگه‌های-SIL-210، SIL-211، SIL-179، 260 بوده است. میانگین قطر ساقه در رگه‌ها و تاپ کراس‌ها به ترتیب برابر ۷/۸۰ و ۹/۱۶ میلیمتر بوده و میانگین هتروزیس در تاپ کراس‌ها مثبت شد (۲۴/۵۴ درصد). مقادیر هتروزیس در ۴۶ تاپ کراس مثبت بوده و در بین آنها بیشترین مقادیر هتروزیس متعلق به تاپ کراس‌های SIL-210×lakumka، SIL-101×lakumka و SIL-232×lakumka بود. محاسبه میزان ترکیب پذیری عمومی قطر طبق رگه‌ها نشان داد که ۳۳ رگه از ۶۸ رگه ترکیب پذیری عمومی مثبت و بیشترین مقادیر متعلق به رگه‌های، SIL-198، SIL-101، SIL-232، SIL-103 و SIL-231 بوده است.

رسم نمودار بای پلات با استفاده از دو مولفه اصلی (PC1 و PC2) برای قابلیت ترکیب پذیری عمومی رگه‌های خالص نشان داد که این دو مولفه در مجموع ۷۳/۴ درصد تغییرات را توجیه می‌نمایند.

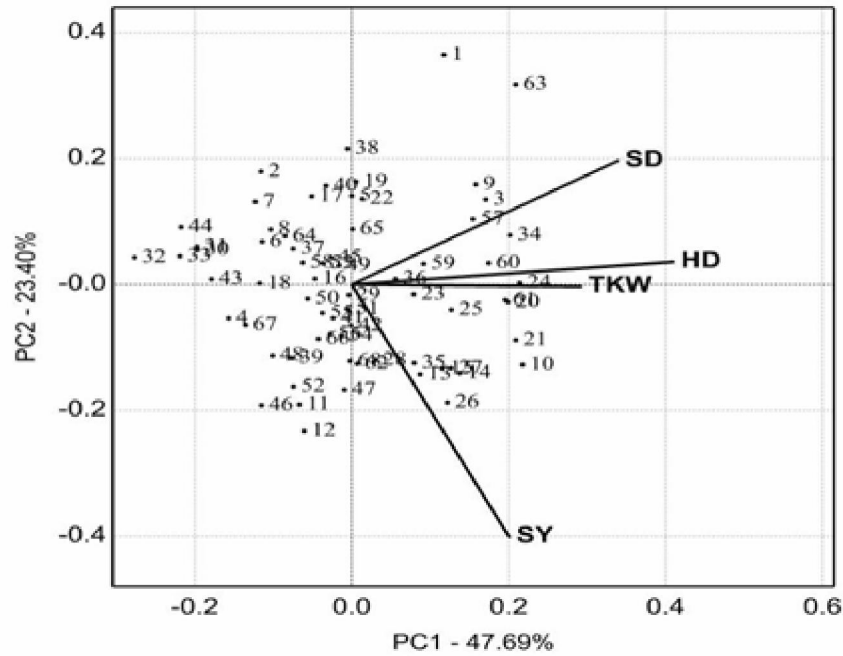
موقعیت بردارهای چهار صفت تحت بررسی و پراکنش رگه‌های خالص در اطراف بردارها نشان داد که برای عملکرد دانه ۸ رگه‌های خالص با شماره‌های ۱، ۳۵، ۱۶، ۳۰، ۱۷، ۳۲، ۲۱ و ۹ (نمودار-۲) که طبق جدول ۱ به ترتیب شامل SIL-175، SIL-5، SIL-، SIL-59، SIL-109، SIL-61، SIL-165، SIL-88 و SIL-42 بودند در نزدیکی بردار عملکرد دانه و در ناحیه هم جهت با این بردار قرار داشتند و همگی دارای قدرت ترکیب پذیری عمومی بالایی برای عملکرد دانه بودند. رگه خالص SIL-175 دارای

جدول ۴- میانگین عملکرد دانه ۲۰ رگه خالص و تاپ کراس برتر آفتابگردان و میزان هتروزیس و قدرت ترکیب پذیری آنها در دو شرایط رطوبتی متفاوت

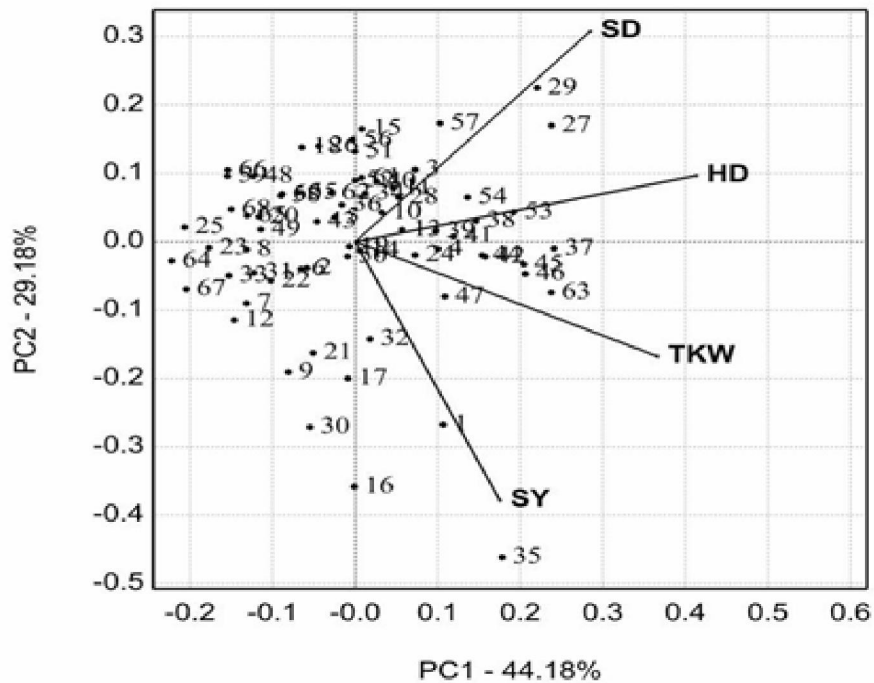
شرایط عدم تنش رطوبتی							شرایط تنش رطوبتی						
هتروزیس نسبی (درصد)	تاپ کراس	ترکیب پذیری عمومی	میانگین عملکرد (گرم در بوته)	رگه خالص یا تاپ کراس	میانگین عملکرد (گرم در بوته)	رگه خالص	هتروزیس نسبی (درصد)	تاپ کراس	ترکیب پذیری عمومی	میانگین عملکرد (گرم در بوته)	رگه خالص یا تاپ کراس	میانگین عملکرد (گرم در بوته)	رگه خالص
۴۲۲/۳	SIL-25	۱۶/۶	۳۲/۲	SIL-99	۲۶/۷	SIL-102	۸۶۰/۲	SIL-175	۳۲/۴	۳۸/۶	SIL-175	۱۴/۶	SIL-109
۳۸۹/۴	SIL-45	۱۲/۲	۲۷/۸	SIL-45	۲۶/۲	SIL-99	۷۱۶/۴	SIL-89	۲۱/۳	۲۷/۵	SIL-59	۱۲/۳	SIL-59
۳۸۵/۲	SIL-51	۱۲/۲	۲۷/۸	SIL-48	۲۵/۳	SIL-219	۶۸۴/۴	SIL-210	۱۶/۲	۲۲/۴	SIL-5	۱۲/۳	SIL-33
۳۶۲/۶	SIL-101	۱۲/۲	۲۷/۸	SIL-51	۲۴/۴	SIL-226	۶۳۴/۹	SIL-260	۸/۲	۱۴/۵	SIL-109	۱۲/۱	SIL-68
۳۵۸/۱	SIL-272	۱۲/۲	۲۷/۸	SIL-53	۲۳/۱	SIL-61	۵۱۲/۷	SIL-82	۷/۸	۱۴/۱	SIL-61	۱۰/۸	SIL-28
۳۰۰/۸	SIL-218	۱۲/۲	۲۷/۸	SIL-54	۲۲/۶	SIL-276	۴۷۵/۰	SIL-196	۷/۶	۱۳/۹	SIL-165	۱۰/۳	SIL-45
۲۹۶/۰	SIL-58	۱۲/۲	۲۷/۸	SIL-58	۲۰/۱	SIL-234	۴۴۶/۸	SIL-179	۶/۵	۱۲/۷	SIL-88	۱۰/۲	SIL-53
۲۴۸/۰	SIL-97	۱۲/۱	۲۷/۷	SIL-175	۱۹/۲	SIL-175	۴۱۳/۰	SIL-193	۴/۸	۱۱/۰	SIL-203	۹/۹	SIL-34
۲۰۲/۸	SIL-211	۱۱/۵	۲۷/۱	SIL-88	۱۸/۱	SIL-85	۳۷۹/۲	SIL-88	۴/۳	۱۰/۶	SIL-101	۹/۱	SIL-25
۲۰۰/۹	SIL-48	۱۱/۲	۲۶/۸	SIL-101	۱۸/۰	SIL-42	۳۱۶/۷	SIL-211	۳/۹	۱۰/۱	SIL-82	۹/۰	SIL-39
۱۹۴/۰	SIL-247	۱۰/۹	۲۶/۵	SIL-218	۱۷/۷	SIL-198	۳۱۵/۸	SIL-5	۳/۶	۹/۹	SIL-54	۹/۰	SIL-112
۱۹۲/۰	SIL-54	۹/۷	۲۵/۴	SIL-258	۱۷/۱	SIL-88	۲۳۳/۰	SIL-101	۳/۶	۹/۸	SIL-53	۸/۷	SIL-51
۱۵۷/۷	SIL-258	۹/۳	۲۴/۹	SIL-102	۱۶/۷	SIL-178	۲۰۰/۶	SIL-209	۳/۵	۹/۷	SIL-112	۷/۸	SIL-173
۱۳۰/۳	SIL-33	۷/۶	۲۳/۳	SIL-284	۱۶/۵	SIL-203	۱۹۹/۵	SIL-218	۳/۲	۹/۵	SIL-96	۷/۷	SIL-23
۱۲۹/۸	SIL-53	۷/۵	۲۳/۲	SIL-228	۱۶/۲	SIL-82	۱۶۲/۶	SIL-165	۳/۱	۹/۳	SIL-42	۷/۷	SIL-178
۱۲۷/۰	SIL-228	۷/۰	۲۲/۶	SIL-211	۱۵/۳	SIL-91	۱۵۵/۷	SIL-203	۲/۱	۸/۴	SIL-103	۶/۹	SIL-103
۱۲۴/۲	SIL-284	۶/۲	۲۱/۹	SIL-91	۱۴/۵	SIL-96	۱۵۴/۱	SIL-91	۱/۵	۷/۷	SIL-33	۶/۶	SIL-102
۱۱۶/۲	SIL-235	۵/۳	۲۰/۹	SIL-193	۱۴/۴	SIL-220	۱۴۳/۶	SIL-42	۰/۸	۷/۱	SIL-48	۶/۶	SIL-96
۱۱۳/۸	SIL-23	۴/۹	۲۰/۵	SIL-96	۱۴/۱	SIL-59	۱۲۷/۷	SIL-61	۰/۸	۷/۱	SIL-210	۶/۲	SIL-232
۱۱۲/۴	SIL-260	۴/۸	۲۰/۵	SIL-232	۱۳/۶	SIL-68	۱۲۳/۱	SIL-59	۰/۷	۷/۰	SIL-231	۶/۲	SIL-61

جدول ۵- قابلیت ترکیب پذیری عمومی، میزان هتروزیس و میانگین رگه ها و تاپ کراس های برتر آفتابگردان برای سه صفت زراعی در دو شرایط رطوبتی مختلف

رگه ها یا تاپ کراسها	شراعدم تنش رطوبتی					تنش رطوبتی				
	میانگین رگه ها	میانگین تاپ کراسها	ترکیب	هتروزیس	رگه ها یا تاپ کراسها	میانگین رگه ها	میانگین تاپ کراسها	ترکیب	هتروزیس	
			پذیری عمومی	نسبی				پذیری عمومی	نسبی	
SIL-54	۹/۵	۱۳/۲	۲/۵	۳۹/۵	SIL-23	۹/۳	۱۱/۷	۱/۶	۲۷/۰	
SIL-82	۹/۵	۱۱/۸	۰/۹۶	۲۳/۷	SIL-45	۸/۰	۱۱/۰	۰/۸۷	۳۷/۵	
SIL-85	۱۱/۸	۱۴/۵	۳/۷	۲۳/۴	SIL-101	۱۰/۸	۱۳/۸	۳/۶	۲۷/۹	
SIL-88	۱۰/۳	۱۳/۷	۳/۰	۳۴/۱	SIL-103	۱۱/۸	۱۵/۰	۴/۹	۲۷/۶	
SIL-91	۷/۷	۱۱/۷	۰/۹۶	۵۱/۶	SIL-203	۸/۷	۱۱/۰	۰/۸۷	۲۵/۷	
SIL-101	۱۰/۰	۱۲/۳	۱/۵	۲۲/۵	SIL-228	۸/۰	۱۰/۳	۰/۱۲	۲۸/۱	
SIL-102	۷/۵	۱۱/۰	۰/۲۱	۴۶/۷	SIL-232	۸/۸	۱۱/۰	۰/۸۷	۲۵/۷	
SIL-174	۹/۵	۱۲/۵	۱/۷	۳۱/۶	SIL-234	۹/۳	۱۱/۸	۱/۶	۲۷/۰	
SIL-260	۱۱/۰	۱۵/۰	۴/۲	۳۶/۴	SIL-235	۸/۵	۱۳/۳	۳/۱	۵۵/۹	
					SIL-284	۷/۵	۱۰/۰	-۰/۱۳	۳۳/۳	
SIL-23	۳۲/۰	۶۱/۶	۱۸/۰	۹۲/۵	SIL-25	۳۳/۶	۶۳/۹	۲۶/۵	۹۰/۵	
SIL-28	۲۳/۶	۵۹/۰	۱۵/۴	۱۵۰/۰	SIL-88	۱۲/۳	۲۹/۸	-۷/۷	۱۴۱/۴	
SIL-42	۲۸/۴	۵۹/۴	۱۵/۸	۱۰۹/۲	SIL-89	۱۶/۹	۳۰/۷	-۶/۸	۸۱/۶	
SIL-45	۲۲/۶	۶۸/۲	۲۴/۶	۲۰۱/۷	SIL-165	۳۰/۸	۵۵/۲	۱۷/۷	۷۹/۰	
SIL-82	۳۴/۶	۵۶/۰	۱۲/۴	۶۱/۹	SIL-178	۱۳/۳	۳۴/۱	-۳/۴	۱۵۷/۰	
SIL-85	۳۶/۸	۶۳/۴	۱۹/۸	۷۲/۳	SIL-179	۴۰/۴	۹۰/۴	۵۳/۰	۱۲۳/۹	
SIL-96	۲۷/۶	۶۳/۸	۲۰/۲	۱۳۱/۲	SIL-191	۱۷/۷	۵۷/۸	۲۰/۳	۲۲۶/۹	
SIL-174	۲۲/۴	۶۷/۴	۲۳/۸	۲۰۰/۸	SIL-193	۱۱/۹	۵۶/۷	۱۹/۳	۳۷۷/۶	
SIL-203	۴۲/۸	۶۲/۲	۱۸/۶	۴۵/۳	SIL-203	۲۵/۶	۵۰/۹	۱۳/۵	۹۸/۶	
SIL-235	۴۱/۴	۶۳/۸	۲۰/۲	۵۴/۱	SIL-209	۱۰/۶	۶۸/۰	۳۰/۶	۵۳۹/۵	
SIL-246	۲۳/۸	۳۸/۶	-۵/۰	۶۲/۲	SIL-210	۸/۷	۷۹/۹	۴۲/۵	۷۹۴/۴	
SIL-247	۱۸/۸	۶۳/۸	۲۰/۲	۲۳۹/۴	SIL-211	۱۷/۴	۸۳/۴	۴۵/۹	۳۷۸/۳	
SIL-255	۳۸/۸	۶۷/۰	۲۳/۴	۷۲/۷	SIL-218	۳۷/۶	۵۷/۴	۱۹/۹	۵۲/۸	
SIL-260	۲۲/۸	۳۸/۴	-۵/۲	۶۸/۴	SIL-232	۲۳/۵	۴۸/۵	۱۱/۰	۱۰۶/۶	
SIL-284	۳۱/۲	۴۸/۸	۵/۲	۵۶/۴	SIL-260	۵۹/۷	۹۳/۸	۵۶/۳	۵۷/۲	
SIL-5	۱۰/۵	۱۶/۵	۶/۳	۵۷/۱	SIL-48	۶/۳	۱۰/۰	۰/۸۴	۶۰/۰	
SIL-18	۸/۵	۱۱/۷	۱/۶	۳۸/۲	SIL-59	۵/۸	۹/۰	-۰/۱۶	۵۶/۵	
SIL-23	۹/۵	۱۳/۳	۳/۱	۳۹/۵	SIL-101	۷/۰	۱۳/۰	۳/۸	۸۵/۷	
SIL-45	۷/۵	۱۱/۳	۱/۱	۵۰/۰	SIL-102	۶/۳	۱۰/۳	۱/۱	۶۴/۰	
SIL-54	۸/۰	۱۰/۸	۰/۵۵	۳۴/۴	SIL-174	۵/۷	۹/۷	۰/۵۹	۶۹/۶	
SIL-88	۸/۰	۱۲/۰	۱/۸	۵۰/۰	SIL-191	۷/۰	۱۰/۷	۱/۶	۵۳/۶	
SIL-89	۸/۰	۱۱/۰	۰/۸۰	۳۷/۵	SIL-198	۷/۳	۱۱/۸	۲/۶	۶۲/۱	
SIL-91	۶/۵	۱۲/۳	۲/۱	۹۲/۳	SIL-203	۶/۸	۱۱/۳	۲/۱	۶۶/۷	
SIL-99	۸/۰	۱۱/۳	۱/۱	۴۰/۶	SIL-209	۷/۳	۱۱/۳	۲/۱	۵۵/۲	
SIL-102	۶/۵	۱۰/۵	۰/۳۰	۶۱/۵	SIL-210	۳/۰	۱۰/۸	۱/۶	۲۵۸/۳	
SIL-235	۱۰/۳	۱۳/۵	۳/۳	۳۱/۷	SIL-211	۶/۸	۱۱/۰	۱/۸	۶۳/۰	
SIL-260	۱۱/۵	۱۵/۰	۴/۸	۳۰/۴	SIL-226	۶/۳	۱۰/۳	۱/۱	۶۴/۰	
					SIL-228	۶/۵	۱۰/۳	۱/۱	۵۷/۷	
					SIL-232	۶/۳	۱۱/۵	۲/۳	۸۴/۰	



نمودار ۱- بای پلات مولفه های اصلی اول و دوم قابلیت ترکیب پذیری عمومی ۶۸ رگه خالص آفتابگردان از نظر چهار صفت تحت بررسی در شرایط عدم تنش رطوبتی



نمودار ۲- بای پلات مولفه های اصلی اول و دوم قابلیت ترکیب پذیری عمومی ۶۸ رگه خالص آفتابگردان از نظر چهار صفت تحت بررسی در شرایط تنش رطوبتی

## فهرست منابع

- اورکی حسین، ایرج اله دادی و فتانه پرهیز کارخاجانی. ۱۳۸۸. ارزیابی شاخص های تحمل تنش خشکی در هیبریدهای آفتابگردان. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، سال اول شماره ۴ صفحه ۲۲-۳۸.
- پورداد سید سعید. ۱۳۷۵. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام آفتابگردان از لحاظ صفات زراعی و پروتئین های دانه. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه تبریز.
- پورداد سید سعید. ۱۳۸۷. گزارش نهایی بررسی قابلیت ترکیب پذیری عمومی لاینهای اینبرد متحمل به خشکی آفتابگردان. انتشارات معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم. شماره ثبت ۸۷/۵۶۵.
- پورداد سید سعید. ۱۳۸۹. گزارش نهایی ارزیابی لاینهای خالص برتر و تهیه ارقام مصنوعی متحمل به خشکی آفتابگردان در شرایط دیم. انتشارات معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم. شماره ثبت ۸۷/۵۶۵.
- پورداد سید سعید. ۱۳۹۰. گزارش نهایی ارزیابی لاینهای خالص برتر و تهیه ارقام مصنوعی متحمل به خشکی آفتابگردان در شرایط دیم. انتشارات معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم. شماره ثبت ۹۰/۲۶۴.
- عرشی یوسف. ۱۳۷۳. اصلاح و ژنتیک، علوم و تکنولوژی آفتابگردان (ترجمه) معاونت زراعت وزارت کشاورزی. ص ۴۷۸-۴۰۸.
- خانی مهدی، جهانفر دانشیان، حسن زینالی خانقاه و محمد رضا قنادها. ۱۳۸۴. تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزای آن در رگه های آفتابگردان با استفاده از طرح تلاقی رگه در تستر در شرایط تنش و بدون تنش (خشکی). مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۳۶ شماره ۲ (۴۴۵ تا ۴۳۵).
- راضی هومن و محمد تقی آساد. ۱۳۷۷. مقایسه معیارهای انتخاب در شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری محدود در آفتابگردان. چکیده مقالات پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، موسسه تحقیقات و تهیه نهال و بذر - کرج، صفحه ۴۴۱.
- رضائی زادع و ابراهیم فرخی. ۱۳۸۷. ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برخی اینبرد رگه ها و رگه های بازگردان باروری آفتابگردان. نهال و بذر ۲۴: ۸۳-۹۸.
- فرخی ابراهیم. ۱۳۸۱. قابلیت ترکیب پذیری عمومی و اثرات ژنی در رگه های جدید بازگردان باروری در آفتابگردان. مجله نهال و بذر. ۱۸: ۴۷۰-۴۸۶.
- فرشادفر عزت اله. ۱۳۷۶. روش شناسی اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه. ۶۱۶ صفحه.

Dheya P.1992.Estimates of general combining ability in sunflower inbred and mutant lines. Journal of Islamic Academy of Sciences 5:4.305-308.

Fehr WR.1988.Principles of cultivar development. Vol.(1).Mc Millan.USA.

- Gaffari M, Farokhi A 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): 73-84.
- Goksoy AT, Turkec A, Turan ZM. 2000. Heterosis and combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Indian J. Agric. Sci. 70(8): 525-529.
- Goksoy AT, Turkec A and Turan ZM. 2001. Quantitative inheritance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turkish Journal of field Crops 6:43-48.
- Gvozdenovic S, Radeka I and Jovic S. 2008. Modes of inheritance and combining abilities for oil yield in sunflower. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium "Young People and Multidisciplinary Research" 2008. Temisvar, Romania.
- Hallauer AR, and Miranda JB. 1988. Quantitative Genetic in Maize Breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Hladni N, Skoric D, Kraljevic-Balalic M, Sakac Z and Miklic V. 2007. Heterosis for agronomically important traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia, 30(47): 191-198.
- Hladni N, Skoric D, Jovic S, Kraljevic-Balalic M and Dusanic N. 2011. Line x tester analysis for yield components in sunflower and their correlations with seed yield (*Helianthus annuus* L.). Genetika, 43(2): 297-306.
- Jovic S, Cvejic S, Ciric M, Hladni N, Miladinovic D, Miklic V and Radeka I. 2012. Estimation of combining abilities in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proceedings of 18<sup>th</sup> International Sunflower Conference Feb. 27- Mar 1, 2012, Argentina.
- Kumar AA, Ganesh M, Kumar SS and Reddy AVV. 1999. Heterosis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Annals of Agricultural Research, 20(4):478-480.
- Manivannan N, Vidhyavathi P and Murlidharan V. 2005. Diallel analysis in sunflower. Indian J. Agric. Res. 39(4):281-285.
- Mihaljcevic M. 1988. Combining ability and heterosis in *H. annuus* (wild). proceedings of 12<sup>th</sup> International Sunflower Conference, Novisad-Yugoslavia. pp:963-968.
- Moor MK, Raghavendra HR, Ratnaparkhi RD and Rathod PK. 2007. Hybrid vigour and combining ability studies in sunflower. ISOR National Seminar 118-120.
- Ortegon M, Escabedo AA and Villarreal LQ. 1992. Combining ability of sunflower lines and comparison among parent lines and hybrids. Proceedings of 13<sup>th</sup> International Sunflower Conference (pisa-Italy). pp:1178-1193
- Ortis L, Nestares G, Frutos E and Machado N. 2005. Combining ability analysis for agronomic traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Helia, 28(43): 125-134.
- Radhika P, Jagadeshwar k and Sharma PS. 1999. Genetic analysis of seed yield and certain physiological parameters in sunflower. Journal of Research ANGRAU. 27(1-2):5-17.
- Sawargaonkar SL and Ghodke MK. 2008. Heterosis in relation to combining ability in restorer lines of sunflower. Parbhani. M. India.
- Skoric D, Jovic S and Molnar I. 2000. General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. Proceedings of 15<sup>th</sup> International Sunflower Conference, Toulouse, France.
- Tan AS. 2010. Study on determination of combining abilities of inbred lines for hybrid breeding using line x tester analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia, 33(53): 131-148.

Tyagi AP.1988. Combining ability analysis for yield component and maturity traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Proceedings of 12<sup>th</sup> International Sunflower Conference, Novisad–Yugoslavia. pp:489-493.

Yan W and Hunt LA. 2002. Biplot analysis of diallel data. Crop Science. 42: 21-30.

Yilmaz HA and Emiroglu SH.1995. Broomrape resistance, yield, yield components and some chemical characteristics in breeding hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry .19:397-406.

## Study on general combining ability of inbred lines and heterosis of sunflower crosses in different moisture conditions

Seyyed Saeid Pourdad<sup>1\*</sup>, Reza Malek Hoseini<sup>2</sup>, Hosein Hatamzadeh<sup>1</sup>

*1- Deputy Dryland Agricultural Research Institute-Kermanshah*

*2-Former MSc. student of Islamic Azad University Kermanshah Branch*

### Abstract

To study general combining ability (GCA) and estimation of heterosis in sunflower inbred lines for seed yield and other three agronomic traits, 68 inbred lines crossed with open pollination variety Lakumka. In next year inbred lines along with topcrosses were planted in RCBD with 2 replications under two moisture conditions in Sararood Agricultural Research Station. Analysis of variance in both moisture conditions showed significant differences among inbred lines and topcrosses in 1% level of probability for all traits that means there were high genetic variation among genotypes under study. The highest seed yield in drought stress condition were belonged to SIL-109 inbred line with 14.6 and SIL-175×lakumka topcross with 38.6 g/plant. In non-stress condition SIL-102 inbred line and SIL-99×lakumka topcross had the highest seed yield with 26.7 and 32.2 g/plant, respectively. Average seed yield of inbred lines and topcrosses in non-stress condition were two times more than stress condition. Heterosis for seed yield in stress and non-stress conditions were 25.25 and 43.77 percent, respectively. Considering heterotic combinations in both conditions showed that more number of topcrosses had positive heterosis under non-stress condition as compare to drought stress condition and showed better yield potential. Estimation of GCA under both moisture conditions revealed that GCA of inbred lines increased in stress as compare to non-stress condition. Drawing biplot of GCA for inbred lines showed that 8 and 10 inbred lines were close to seed yield vector for stress and non-stress conditions, respectively and had high GCA.

**Key words:** Sunflower, GCA, different moisture conditions, heterosis

---

\* Corresponding author: [s.spourdad@areo.ir](mailto:s.spourdad@areo.ir) Received: 2012/5/18 Accepted: 2014/2/20