Archive of SID

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی ترکیب‌پذیری لاین‌های آفتابگردان از طریق تجزیه لاین در تستر در شرایط طبیعی و تنش خشکی

سمانه عارفی[۱]، علیرضا نبی‌پور[۲] و حبیبا... سمیع‌زاده[۳]

۱ و ۳- کارشناس ارشد و دانشیار، دانشگاه گیلان
۲- استادیار، موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، (نویسنده مسوول: ali_reza_54@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۷

چکیده

به‌منظور برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری لاین‌های آفتابگردان در شرایط نرمال آبی و تنش خشکی، تحقیقی با استفاده از ۴۱ ژنوتیپ آفتابگردان، شامل ۱۳ والد پدری، دو والد مادری و ۲۶ هیبرید حاصل از آن‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش خشکی اجرا شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، تنش خشکی اثر معنی‌داری روی تظاهر صفات داشت. تجزیه واریانس برای صفات مختلف نشان داد که اثر تیمار، میانگین مربعات والدین در مقابل تلاقی، اثر والدین، اثر تلاقی‌ها و نیز اثر تسترها برای اکثر صفات در هر دو محیط معنی‌دار شد. اثر لاین‌ها در شرایط بدون تنش برای صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه و در شرایط تنش برای اکثر صفات معنی‌دار شد که بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌هاست. اثرات متقابل لاین × تستر در شرایط بدون تنش فقط در مورد صفت وزن هزار دانه و در شرایط تنش برای طول دوره گلدهی، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار بود. بر اساس ارزیابی ترکیب‌پذیری‌ها، تستر CMS19 و هیبرید CMSb × R7 به ترتیب به عنوان مناسب‌ترین لاین و هیبرید در هر دو شرایط تعیین شدند.

واژه‌های کلیدی: ترکیب‌پذیری، واریانس افزایشی، واریانس غالبیت، وراثت‌پذیری، تنش خشکی

مقدمه

آفتابگردان به دلیل سازگاری وسیع با شرایط مختلف آب و هوایی و دارا بودن مقدار زیاد روغن (۴۰-۵۰ درصد) یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی دنیا به شمار می‌رود (۲۳). با توجه به دگرگرده‌افشان بودن این گیاه، تولید ارقام هیبرید مهم‌ترین روش اصلاحی آن به شمار می‌رود (۲۵) که با توجه به عملکرد بالای ارقام هیبرید و یکنواختی مزرعه از نظر خصوصیات زراعی و یکنواختی در رسیدگی بسیار موفق نیز بوده است (۲۲). کم بودن نزولات آسمانی و همچنین پراکنش نامناسب آن در طول دوره رشد یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد آفتابگردان در ایران است (۱۴). یافتن ارقام و هیبریدهای متحمل به تنش خشکی می‌تواند راه حل مناسبی برای کاهش تلفات محصول در اثر تنش خشکی باشد، که خود مستلزم شناخت صفات موثر در تحمل خشکی و تعیین نحوه توارث آنها است.

نخسین گام در تهیه هیبریدهای متحمل به تنش، انتخاب صحیح والدین بر اساس تعیین ترکیب‌پذیری و نوع اثرات ژنی صفات موثر در تحمل تنش می‌باشد که معمولاً با استفاده از طرح‌های ژنتیکی صورت می‌گیرد (۱۱). در یک طرح ژنتیکی مانند "لاین در تستر"، ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) از طریق اندازه‌گیری متوسط عملکرد یک لاین در مجموعه‌ای از ترکیبات هیبریدی تعیین شده و اثر افزایشی ژن را اندازه‌گیری می‌نماید و در مقابل ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) بیانگر عملکرد دو لاین خالص در یک ترکیب هیبریدی است و اثرات غیر افزایشی ژن را ارزیابی می‌کند (۱۲،۵).

نتایج تحقیقاتی که در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی روی آفتابگردان انجام شده‌اند، موید آن است که بیشتر صفات به تنش خشکی واکنش منفی نشان می‌دهند (۱۵،۲،۶). برای مثال، تنش خشکی باعث کاهش وزن هزار دانه، قطر طبق و عملکرد دانه شده است (۲۶،۶). همچنین، تنش خشکی از تظاهر پتانسیل صفات ممانعت به عمل آورده و برخلاف حالت نرمال آبی، در حالت تنش از نظر بیشتر صفات اختلاف معنی‌داری بین هیبریدها مشاهده نمی‌شود (۱۷).

در بیشتر تحقیقات انجام شده، ترکیب‌پذیری‌های عمومی و خصوصی معنی‌داری برای لاین‌ها و هیبریدهای حاصل از آنها برای صفات مختلفی نظیر روز تا رسیدگی، طول مدت گل‌دهی، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، قطر ساقه، قطر طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن به دست آمده است (۱۶،۱۵،۹،۸،۱). هر چند که زمینه ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی تاثیر قابل‌توجهی بر برآوردهای ژنتیکی دارد. در برخی گزارشات، برای صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه، ارتفاع بوته و قطر طبق،

www.SID.ir

Archive of SID

اهمیت اثر غیرافزایشی بیشتر از اثر افزایشی به دست آمده (۲۴،۱۹،۱۵،۱۴،۹،۱،۴) و در برخی دیگر برای صفات روز تا گل‌دهی و رسیدگی، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و قطر طبق اهمیت اثر افزایشی بیشتر از اثر غیرافزایشی برآورد شده است (۲۲،۱۹،۱۸). گروهی نیز اهمیت اثر افزایشی و غالبیت را برای صفات قطر طبق، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن یکسان گزارش نموده‌اند (۲۲،۱۸). در پژوهشی دیگر، هیچ یک از واریانس‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای قطر طبق و وزن هزار دانه معنی‌دار نشد (۹).

تحقیق حاضر با استفاده از ۲ لاین نرعقیم و ۱۳ لاین برگرداننده باروری آفتابگردان و هیبریدهای حاصل از آنها در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش اجرا شد تا ترکیب‌پذیری‌های عمومی و خصوصی، اثرات ژنی، سهم لاین‌ها، تسترها و ترکیب لاین در تستر در کنترل برخی از صفات مهم زراعی برآورد گردد. همچنین ارزیابی تحمل لاین‌ها و هیبریدهای حاصل به تنش خشکی و شناسایی ارقام متحمل از نظر صفات مورد نظر از اهداف دیگر این تحقیق بوده است.

مواد و روش‌ها

در سال زراعی ۱۳۸۴، همه تلاقی‌های ممکن بین ۱۳ لاین برگرداننده باروری و دو لاین نرعقیم آفتابگردان انجام شد (جدول ۱). ترکیب CMS19 × R11 همان هیبرید آذرگل می‌باشد که پیشتر توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی شده است. در سال زراعی ۱۳۸۵، ۲۶ هیبرید حاصل به همراه والدین در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط آبیاری کامل و آبیاری محدود شده در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) مورد بررسی قرار گرفتند. مزرعه به دو بخش مجزا شامل بخش مربوط به تنش خشکی و بخش نرمال آبی تقسیم و به منظور جلوگیری از نفوذ آب از بخش آبی به بخش خشکی مسافتی حدود ۲۱ متر بین آن‌ها لحاظ شد.

جدول ۱- لیست لاین‌های مورد استفاده*

کد	نام اصلی
R1	RHA-F81-58
R2	RHA-F81-52
R3	RHA-F81-74
R4	RHA-F81-25
R5	RHA-F81-44
R6	RHA-F81-45
R7	RHA-F81-65
R8	R-1003
R9	R-14
R10	R-232
R11	R-43
R12	R-82
R13	R-256
CMS19	CMS19
CMSb	CMS-b1

*: کدهای R1 تا R13 مربوط به لاین‌های برگرداننده باروری بوده و دو لاین آخر لاین‌های نرعقیم می‌باشند.

عملیات اولیه تهیه زمین شامل شخم، دیسک و ماله‌کشی جهت تسطیح زمین انجام و خاک مزرعه با علف‌کش ترفلان با غلظت دو لیتر در هکتار تیمار شد و کودهای فسفات آمونیوم و اوره به‌ترتیب با مقادیر ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط شدند.

کشت به صورت جوی و پشته با فاصله ردیف ۶۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۲۵ سانتی‌متر انجام شد. هر کرت شامل ۴ ردیف ۵/۵ متری بود. در اوایل دوره رویشی، آبیاری در هر دو محیط بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر انجام شد، ولی از مرحله شش الی هشت برگی، آبیاری در محیط آبی بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر و در محیط خشکی پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر صورت پذیرفت.

در طول دوره رویش به منظور یادداشت‌برداری صفات، از هر کرت پنج بوته نرمال به طور تصادفی انتخاب و یادداشت‌برداری صفات از زمان سبز شدن تا زمان رسیدن انجام گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعداد روز تا رسیدگی، طول دوره گلدهی، قطر ساقه (میلی‌متر)، قطر طبق (سانتی‌متر)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) بودند. در پایان فصل زراعی کل طبق‌های هر کرت پس از حذف حاشیه‌ها برداشت و پس از توزین و محاسبه عملکرد، نمونه‌ای از هر یک از تیمارها جهت تعیین درصد روغن به آزمایشگاه بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح بذر کرج ارسال گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جهت تعیین ترکیب‌پذیری‌های عمومی و خصوصی لاین‌ها از تجزیه لاین در تستر (۱۳) استفاده شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۲) برای صفات مختلف نشان داد که اثر تنش خشکی روی صفات روز تا رسیدگی، قطر طبق، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفات طول دوره گل‌دهی، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار و برای بقیه صفات غیرمعنی‌دار شد. معنی‌دار شدن اثر متقابل برای یک صفت به این مفهوم است که صفت مذکور تحت تأثیر تغییر تنش خشکی قرار گرفته ولی میزان تاثیر تنش بر ژنوتیپ‌ها یکسان نبوده است. این یافته‌ها با نتایج علوی و همکاران (۲) در توافق است.
میانگین مربعات ژنوتیپ برای کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار شد که نشان‌دهنده وجود تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات مختلف در هر دو شرایط رطوبتی می‌باشد. مشابه این نتیجه را علوی و همکاران (۲) نیز گزارش کرده‌اند.

با توجه به معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ برای کلیه صفات، برای همه آن‌ها تجزیه لاین × تستر انجام گرفت (جدول ۳). میانگین مربعات والدین در مقابل تلاقی در شرایط تنش برای همه صفات و در شرایط بدون تنش برای همه صفات به جز صفت طول دوره گل‌دهی معنی‌دار شد که گویای وجود هتروزیس در این صفات می‌باشد. مشابه این نتیجه را خانی و همکاران (۱۴) نیز گزارش کرده‌اند.

با توجه به جدول ۳، دیده می‌شود که اثر والدین به جز برای صفات عملکرد دانه و عملکرد روغن، در هر دو شرایط تنش و بدون تنش برای بقیه صفات معنی‌دار شد. خانی و همکاران (۱۴) نیز گزارش کردند که اثر والدین برای صفت عملکرد دانه در هیچکدام از دو شرایط معنی‌دار نشد، در حالی که این اثر برای صفت وزن هزار دانه در هر دو شرایط معنی‌دار بود. اثر تلاقی‌ها برای کلیه صفات معنی‌دار شد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی بین هیبریدها از نظر صفات فوق می‌باشد. معنی‌داری اثر تلاقی‌ها برای صفات تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه در شرایط نرمال آبی با نتایج رضایی‌زاد و فرخی (۲۱) در توافق است، اما معنی‌دار شدن اثر تلاقی‌ها برای صفت عملکرد دانه در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی با نتایج خانی و همکاران (۱۴) همخوانی ندارد. این امر می‌تواند ناشی از متفاوت بودن ژنوتیپ‌ها و نیز سطوح تنش بکار برده شده در دو آزمایش باشد که معنی‌دار شدن اثر تلاقی‌ها در تحقیق حاضر را سبب شده است.
با تجزیه اثر تلاقی‌ها به اجزای خود شامل اثر لاین‌ها، تسترها و لاین × تستر معلوم شد که اثر لاین‌ها در شرایط بدون تنش برای صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه و در شرایط تنش برای صفات روز تا رسیدگی، قطر ساقه، قطر طبق، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار بود که بیانگر تفاوت معنی‌دار بین ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و نیز نقش اثرات افزایشی در کنترل این صفات می‌باشد. معنی‌دار نبودن اثر لاین‌ها برای صفت عملکرد دانه در شرایط تنش و برای صفت وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش با نتایج خانی و همکاران (۱۴) مطابقت دارد.

میانگین مربعات تسترها برای همه صفات در شرایط بدون تنش معنی‌دار و در شرایط تنش نیز به جز صفات طول دوره گل‌دهی و عملکرد روغن، برای بقیه صفات معنی‌دار شد. معنی‌دار بودن اثر تسترها برای صفت عملکرد دانه با گزارشات خانی و همکاران (۱۴) مطابقت دارد.

اثرات متقابل لاین × تستر در شرایط نرمال جز در مورد صفت وزن هزار دانه برای دیگر صفات معنی‌دار نبوده است، در حالی که در شرایط تنش این اثر متقابل برای صفات طول دوره گل‌دهی، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار شده است که نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در ترکیب‌پذیری خصوصی والدین برای این صفات می‌باشد. معنی‌دار نبودن اثرات متقابل لاین × تستر برای صفت عملکرد دانه در شرایط بدون تنش نشان داد که ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌داری بین والدین از نظر صفت عملکرد دانه وجود ندارد. این موضوع با گزارشات خانی و همکاران (۱۴) و نیک‌پی (۱۶) مطابقت دارد.

بررسی مقدار ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترهای مورد مطالعه (جدول ۴) نشان می‌دهد که لاین R11 در شرایط بدون تنش و لاین R3 در شرایط تنش و تستر CMS19 در شرایط بدون تنش و تنش بیشترین مقدار مثبت و معنی‌دار GCA را برای صفت طول دوره گل‌دهی دارا بودند. در این بین تستر CMS19 در هر دو شرایط از میزان GCA بالایی برخوردار بوده و به‌عنوان بهترین لاین در مورد این صفت شناخته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف در آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش خشکی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS صفات مورد بررسی)						
		طول دوره گل‌دهی	روز تا رسیدگی	قطر ساقه (میلی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه درکرت (گرم در واحد سطح)	عملکرد روغن (گرم در واحد سطح)
محیط	۱	۷/۶۷^{ns}	۹۷۹/۴۹**	۶۵/۵۵^{ns}	۳۱۴/۰۱*	۸۰۵۱/۸۷**	۳۴۵۶/۴۷*	۷۰۸۰۳۱/۳۹^{ns}	۲۴۲۷۴/۷۶^{ns}
تکرار درون محیط	۴	۴/۷۴	۶/۱۱	۲۷/۱۵	۳۰/۰۶	۳۰۶/۸۳	۱۷۹/۰۶	۱۳۵۳۴۱/۱۱	۳۶۹۴۸/۲۳
ژنوتیپ	۴۰	۶/۶۴**	۲۴/۵۷**	۲۲/۹۳**	۹۰/۴۹**	۲۷۰۰/۸۳**	۱۱۴۱/۸۹**	۲۵۱۸۳۹/۷۲**	۱۶۱۲۹/۴۴**
ژنوتیپ × محیط	۴۰	۲/۲۷*	۲/۷۹^{ns}	۱/۲۴^{ns}	۴/۰۸^{ns}	۲۱۸/۹۷**	۵۵/۴۱**	۱۸۴۴۵/۱۴^{ns}	۲۱۶۹/۶۱^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۶۰	۱/۴۱	۲/۷۴	۱/۸۱	۲/۹۷	۴۶/۰۰	۲۴/۶۶	۱۶۴۳۷/۳۰	۱۹۱۷/۵۲
ضریب تغییرات (٪)		۲۲/۹۸	۱/۳۹	۱۰/۸۹	۱۰/۹۳	۵/۳۴	۹/۶۵	۲۹/۶۶	۲۰/۲

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

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف در آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش بر اساس طرح تلاقی لاین در تستر

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات مورد بررسی							
		طول دوره گل‌دهی		روز روز تا رسیدگی		قطر ساقه (میلی‌متر)		قطر طبق (سانتی‌متر)	
		S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
تکرار	۲	۶/۷۶**	۲/۷۵^{ns}	۷/۶۳^{ns}	۴/۹۱^{ns}	۱۴/۱۳**	۴۱/۵۰**	۲۱/۲۸**	۴۰/۴۵**
تیمار	۴۰	۴/۳۸**	۴/۵۱**	۱۳/۹۴**	۱۳/۴۲**	۱۱/۰۱**	۱۳/۱۷**	۴۱/۶۴**	۵۳/۶۵**
والدین	۱۴	۳/۸۷**	۵/۰۷**	۱۰/۴۸**	۱۰/۱۰**	۶/۹۷**	۹/۰۲**	۲۱/۴۴**	۲۷/۷۶**
تلاقی‌ها	۲۵	۴/۵۲**	۴/۳۳**	۸/۷۳**	۷/۳۳**	۴/۴۱**	۴/۱۵**	۱۰/۷۹**	۸/۹۱**
لاین	۱۲	۳/۴۶^{ns}	۳/۶۶^{ns}	۱۱/۰۲**	۱۰/۳۲*	۵/۸۶*	۴/۲۲^{ns}	۱۳/۶۸*	۵/۸۷^{ns}
تستر	۱	۱۷/۵۵^{ns}	۲۰/۵۱*	۶۱/۰۴**	۲۷/۱۳**	۱۴/۹۶*	۳۱/۸۲**	۵۴/۴۲**	۹۲/۰۶**
لاین در تستر	۱۲	۴/۵۰**	۳/۶۵^{ns}	۲/۰۹^{ns}	۲/۶۸ ^{ns}	۱/۹۲^{ns}	۱/۷۸^{ns}	۳/۳۶^{ns}	۵/۰۳^{ns}
والدین در مقابل تلاقی	۱	۸/۱۹**	۱/۵۷^{ns}	۱۹۲/۶۵**	۲۱۲/۳۹**	۲۱۶/۸۵**	۲۹۶/۲۹**	۱۰۲۳/۵۷**	۱۵۳۴/۹۰**
خطا	۸۰	۱/۰۶	۱/۹۶	۲/۵۱	۲/۹۷	۱/۹۸	۱/۶۶	۳/۱۲	۲/۸۳

S= شرایط تنش، NS= شرایط بدون تنش، ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

www.SID.ir

Archive of SID

(ادامه جدول ۳)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات مورد بررسی							
		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)		وزن هزار دانه (گرم)		عملکرد دانه (kg/ha)		عملکرد روغن (kg/ha)	
		S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
تکرار	۲	۲۱۱/۴۸**	۴۰۲/۳۴**	۹۲/۹۷*	۲۶۷/۸۹**	۲۱۵۱۸۱**	۵۵۵۰۱*	۱۴۹۲۵/۸۲**	۳۳۹۵۰/۵۲**
تیمار	۴۰	۱۳۲۶/۶۲**	۱۶۷۴/۷۲**	۵۲۰/۵۳**	۶۹۱/۴۳**	۱۱۷۵۲۵**	۱۵۲۵۳۲**	۶۹۶۵/۸۷**	۷۷۳۹/۰۵**
والدین	۱۴	۶۵۸/۹۰**	۶۲۰/۳۷**	۴۲۳/۳۲**	۴۹۲/۶۲**	۲۳۵۶۷^{ns}	۲۱۵۴۴^{ns}	۱۳۳۲/۶۳^{ns}	۱۳۷۳/۵۴^{ns}
تلاقی‌ها	۲۵	۷۴۵/۶۶**	۸۰۰/۴۵**	۳۶۴/۱۶**	۴۳۵/۰۹**	۵۲۲۰۷**	۵۳۶۵۳**	۳۳۱۴/۳۲**	۲۲۳۶/۸۲**
لاین	۱۲	۹۱۴/۱۸*	۶۴۹/۱۶*	۳۲۹/۴۵*	۲۳۶/۱۶^{ns}	۴۴۰۲۴^{ns}	۶۰۸۱۵*	۳۲۷۶/۸۱^{ns}	۲۲۲۷/۹۷^{ns}
تستر	۱	۳۹۴۷/۱۲**	۱۰۴۸۸/۰۷**	۴۱۶۴/۶۸**	۶۱۴۲/۶۱**	۲۸۶۱۰۳*	۵۲۲۳۱۷**	۷۳۰۴/۰۹^{ns}	۱۰۶۲۴/۶۰**
لاین در تستر	۱۲	۳۳۸/۵۵**	۷۵/۷۶^{ns}	۹۹/۷۲^{ns}	۱۵۵/۳۴**	۳۷۱۹۶*	۱۶۱۹۵^{ns}	۳۰۰۵/۲۵**	۱۵۴۶/۶۸^{ns}
والدین در مقابل تلاقی	۱	۲۵۸۶۶/۹۹**	۳۴۴۹۸/۵۲**	۵۵۴۴/۴۸**	۱۰۱۶۰/۹۱**	۳۰۸۸۷۹۶**	۴۷۹۰۹۲۲**	۱۶۷۰۵۲/۱۴**	۲۳۴۴۰۴/۱۸**
خطا	۸۰	۳۷/۵۴	۵۲/۱۱	۷۹/۸۹	۲۴/۵۶	۱۸۶۳۲	۱۴۱۲۱	۹۰۷/۳۱	۱۰۹۹/۷۱

S= شرایط تنش، NS= شرایط بدون تنش، ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

جدول ۴- برآورد ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها و تسترها در شرایط تنش و بدون تنش بر اساس طرح تلاقی لاین × تستر

منبع تغییرات	صفات مورد بررسی Traits															
	طول دوره گل‌دهی		روز تا رسیدگی		قطر ساقه (میلی‌متر)		قطر طبق (سانتی‌متر)		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)		وزن هزار دانه (گرم)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	
	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
R۱	-۰/۰۱^{ns}	۰/۲۴^{ns}	-۰/۹۱^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۰/۵۹^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۰/۱۱^{ns}	-۰/۵۸^{ns}	-۱۸/۰۱**	-۲۱/۱۲**	۳/۷۹^{ns}	۱۰/۱۷**	۷۹/۷۰^{ns}	۱۹۱/۳۴**	۱۵/۶۵^{ns}	۱۹/۳۰^{ns}
R۲	-۰/۶۸^{ns}	-۰/۰۹^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۲/۳۸**	۰/۰۹^{ns}	-۰/۲۸^{ns}	۱/۰۷^{ns}	-۰/۲۰^{ns}	۱۳/۸۱**	۱۶/۳۱**	۶/۵۲^{ns}	۲/۰۰^{ns}	-۳۹/۸۶^{ns}	-۱۳۳/۰۸**	-۸/۳۶^{ns}	-۱۹/۲۴^{ns}
R۳	۱/۸۲**	۰/۷۴^{ns}	-۲/۵۸**	-۰/۴۵ ^{ns}	-۰/۷۸^{ns}	-۰/۳۸^{ns}	-۱/۴۴*	۰/۳۸^{ns}	-۶/۱*	-۸/۳۲**	-۱۰/۹۳**	-۹/۷۱**	-۶۵/۹۳^{ns}	-۶۶/۲۳^{ns}	-۵/۳۲^{ns}	-۱۴/۸۸^{ns}
R۴	-۰/۳۵^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	-۱/۱۲ ^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	-۰/۴۸^{ns}	-۰/۳۲^{ns}	-۰/۲۰^{ns}	-۱/۲۳^{ns}	۱۲/۲۷**	-۰/۲۲ ^{ns}	-۱/۴۷^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۱۴/۵۳^{ns}	۶۰/۶۴^{ns}	-۵/۱۲^{ns}	۱۶/۴۴^{ns}
R۵	-۰/۶۸^{ns}	-۰/۰۹^{ns}	-۰/۱۲ ^{ns}	۰/۹۲^{ns}	-۰/۸۷^{ns}	-۰/۲۴^{ns}	-۰/۳۳^{ns}	۰/۶۲^{ns}	۲۴/۰۳**	۱۸/۶۲**	-۱۱/۰۶**	-۱۰/۱۵**	-۸۴/۵۷^{ns}	-۱۳۸/۶۳**	-۹/۴۵^{ns}	-۲۷/۱۹*
R۶	-۰/۱۸^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	-۱/۴۵*	-۰/۲۶^{ns}	-۰/۵۱^{ns}	۰/۲۳^{ns}	-۰/۹۸^{ns}	-۰/۳۲^{ns}	-۹/۷۶**	-۴/۲۰^{ns}	۵/۹۵^{ns}	۶/۶۶**	۱۵/۷۳^{ns}	۸۸/۴۳^{ns}	۹/۹۵^{ns}	۱۹/۴۱^{ns}
R۷	۱/۱۵**	۱/۰۹^{ns}	-۰/۲۸^{ns}	-۰/۹۲^{ns}	۱/۴۲*	۱/۵۹**	۱/۱۹^{ns}	۱/۰۵^{ns}	-۱۶/۸۱**	-۶/۴۵*	۲/۹۰^{ns}	۶/۴۷**	۱۲۹/۱۶*	۷۲/۶۹^{ns}	۴۶/۶**	۸/۱۷^{ns}
R۸	-۰/۱۸^{ns}	۰/۹۱^{ns}	۳/۰۵**	۲/۵۹**	-۰/۳۱^{ns}	-۰/۹۸^{ns}	۱/۲۵^{ns}	-۰/۹۸^{ns}	۲/۰۰^{ns}	-۳/۱۳^{ns}	-۲/۳۲^{ns}	-۲/۸۴^{ns}	۱۶/۶۷^{ns}	-۳۳/۴۵^{ns}	-۱/۳۲^{ns}	۸/۷۱^{ns}
R۹	-۰/۳۵^{ns}	-۱/۲۶*	-۰/۷۸^{ns}	-۱/۵۸**	۰/۵۹^{ns}	۰/۰۹^{ns}	-۰/۰۲^{ns}	-۰/۱۷^{ns}	-۱۶/۱۶**	۱۰/۸۵**	۶/۰۷^{ns}	۷/۱۲**	۳۰/۵۸^{ns}	۹۴/۳۲^{ns}	-۱۱/۵۸^{ns}	۱۳/۵۲^{ns}
R۱۰	-۰/۳۵^{ns}	-۰/۰۹^{ns}	-۰/۲۸^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۱/۹۴**	۰/۸۹^{ns}	۳/۳۹**	۲/۴۵**	۸/۷۸**	۳/۷۵^{ns}	۱۲/۲۳**	۱/۴۸ ^{ns}	۱۷۳/۰۸**	۷۷/۱۲^{ns}	۴۶/۲۶**	۲۳/۸۵^{ns}
R۱۱	۰/۶۵^{ns}	۱/۴۱*	-۰/۵۸^{ns}	-۰/۰۵^{ns}	۱/۰۰^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}	۰/۷۴^{ns}	۱۵/۴۱**	۵/۳۱^{ns}	۳/۷۲^{ns}	-۰/۳۶ ^{ns}	-۲۵/۲۸^{ns}	-۳۵/۷۵^{ns}	-۷/۷۷^{ns}	-۳/۵۸^{ns}
R۱۲	-۰/۶۸^{ns}	-۰/۴۱^{ns}	-۱/۱۲^{ns}	-۰/۲۴^{ns}	-۱/۹۹**	۰/۰۶ ^{ns}	-۴/۰۹**	۰/۳۸^{ns}	-۱۰/۹۰**	-۲/۲۵^{ns}	-۱۷/۹۷**	-۷/۲۰**	-۱۶۱/۸۵**	-۱۹/۴۱^{ns}	-۵۵/۰۱**	-۱۲/۰۵^{ns}
R۱۳	-۰/۱۸^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۲۲^{ns}	-۰/۷۴^{ns}	-۰/۷۱^{ns}	-۱/۷۴**	-۰/۲۱^{ns}	-۰/۶۵^{ns}	۱/۴۵^{ns}	-۹/۱۵**	۲/۵۸^{ns}	-۴/۰۳*	-۸۱/۹۶^{ns}	-۱۵۷/۸۰**	-۱۴/۵۵^{ns}	-۳۲/۴۶*
S.E لاین‌ها	۰/۴۲	۰/۵۷	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۷۲	۰/۶۹	۲/۵۰	۲/۹۵	۳/۶۵	۲/۰۲	۵۵/۷۳	۴۸/۵۱	۱۲/۳۰	۱۳/۵۴
S.E(gi-gj)	۰/۵۹	۰/۸۱	۰/۹۱	۱/۰۰	۰/۸۱	۰/۷۴	۱/۰۲	۰/۹۷	۳/۵۴	۴/۱۷	۵/۱۶	۲/۸۶	۷۸/۸۱	۶۸/۶۱	۱۷/۳۹	۱۹/۱۵
CMS 19	۰/۴۷**	۰/۵۱*	۰/۵۹*	۰/۸۸**	۰/۴۶*	۰/۶۴**	۰/۹۰**	۱/۰۹**	۸/۱۲**	۱۲/۰۵**	۸/۱۸**	۹/۱۱**	۶۱/۸۳**	۸۷/۶۳**	۹/۹۴*	۱۱/۶۷*
CMS B	-۰/۴۷**	-۰/۵۱*	-۰/۵۹*	-۰/۸۸**	-۰/۴۶*	-۰/۶۴**	-۰/۹۰**	-۱/۰۹**	-۸/۱۲**	-۱۲/۰۵**	-۸/۱۸**	-۹/۱۱**	-۶۱/۸۳**	-۸۷/۶۳**	-۹/۹۴*	-۱۱/۶۷*
S.E تسترها	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۹۸	۱/۱۶	۱/۴۳	۰/۷۹	۲۱/۸۶	۱۹/۰۳	۴/۸۲	۵/۳۱
S.E(gi-gj)	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۲۹	۰/۴۰	۰/۳۸	۱/۳۹	۱/۶۳	۲/۰۲	۱/۱۲	۳۰/۹۱	۲۶/۹۱	۶/۸۲	۷/۵۱

S= شرایط تنش، NS= شرایط بدون تنش، ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها در رابطه با صفت طول دوره گل‌دهی در شرایط بدون تنش با گزارشات اندرخور و همکاران (۳) و رضایی‌زاد و فرخی (۲۱) در توافق است. لاین R7 در شرایط بدون تنش، لاین‌های R7 و R10 در شرایط تنش و تستر CMS19 در هر دو شرایط در رابطه با صفت قطر ساقه بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار را به خود اختصاص دادند. لاین R7 و تستر CMS19 مناسب‌ترین ترکیب‌پذیرنده‌ها در هر دو شرایط شناخته شدند.

در مورد صفت قطر طبق، لاین R10 و تستر CMS19 با داشتن بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار به عنوان بهترین لاین‌ها در شرایط تنش و بدون تنش معرفی شدند. معنی‌دار شدن ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها با گزارشات اورتگون و همکاران (۱۸) و اندرخور و همکاران (۳) همخوانی داشته و مخالف نتایج گوکسوی و توران (۹) بود. گزارش عباسی و همکاران (۱) نیز موید ترکیب‌پذیری بالای تستر CMS19 در مورد صفت قطر طبق در شرایط بدون تنش است.

برای ارتفاع بوته، لاین‌های R5، R2 و R9 در شرایط بدون تنش و لاین‌های R5، R11، R2، R4 و R10 در شرایط تنش و تستر CMS19 در هر دو شرایط بالاترین میزان GCA مثبت و معنی‌دار را دارا بودند و لاین R5 و تستر CMS19 در هر دو شرایط مناسب‌ترین لاین‌ها در مقابل تنش بودند. محققین دیگر هم ترکیب‌پذیری‌های عمومی معنی‌داری را برای لاین‌های آفتابگردان در مورد ارتفاع بوته گزارش کرده‌اند (۱۸،۸).

در رابطه با وزن هزاردانه، لاین‌های R1، R9، R6 و R7 در شرایط بدون تنش و لاین R10 در شرایط تنش و تستر CMS19 در هر دو شرایط بیشترین مقدار GCA مثبت و معنی‌دار را دارا بودند. در این بین تستر CMS19 به عنوان بهترین لاین برای این صفت در هر دو شرایط تشخیص داده شد. تحقیقات قبلی هم ترکیب‌پذیری‌های عمومی معنی‌داری را در رابطه با صفت وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش گزارش کرده‌اند (۲۱،۱۸،۸،۱).

در رابطه با عملکرد دانه لاین R1 در شرایط بدون تنش و لاین‌های R10 و R7 در شرایط تنش و تستر CMS19 در هر دو شرایط بالاترین میزان GCA مثبت و معنی‌دار را به خود اختصاص دادند و تستر CMS19 به‌عنوان مناسب‌ترین لاین تشخیص داده شد. معنی‌دار بودن قابلیت ترکیب عمومی در رابطه با صفت عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با نتایج قبلی (۲۴،۲۱،۳) همخوانی دارد. عملکردی که در دو محیط مختلف اندازه‌گیری می‌شود را نباید یک صفت، بلکه باید دو صفت در نظر گرفت، زیرا مکانیسم‌های فیزیولوژیک درگیر تا حدودی متفاوت هستند و ژن‌های لازم برای تولید عملکرد در دو محیط تا اندازه‌ای متفاوت خواهند بود و در نتیجه منطقی است که لاین‌های مختلفی در دو محیط برای بهبود عملکرد هیبرید شناسایی شوند (۵).

در مورد صفت عملکرد روغن، لاین‌های R7 و R10 در شرایط تنش و تستر CMS19 در هر دو شرایط بیشترین مقدار GCA مثبت و معنی‌دار را نشان دادند و افزاینده این صفت محسوب می‌شوند. معنی‌دار شدن ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها در شرایط بدون تنش در رابطه با صفت عملکرد روغن در گزارشات گاتو و همکاران (۸) و عباسی و همکاران (۱) و معنی‌دار شدن تسترها در نتایج اندرخور و همکاران (۳) گزارش شده است.

بنابراین با توجه به نتایج ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی برای تمامی صفات، تستر CMS19 به عنوان مناسب‌ترین لاین برای بررسی ترکیب‌پذیری عمومی در هر دو شرایط ارزیابی شد. یکی از اهداف این مطالعه انتخاب لاین‌های مادری مناسب جهت استفاده در برنامه‌های تولید هیبرید بود. بنابراین از طریق برآورد ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها بهترین والدین جهت تولید هیبریدهای برتر با ظرفیت عملکرد بالا شناسایی شدند. لاین R10 بهترین ترکیب‌پذیرنده عمومی برای صفت قطر طبق، در هر دو شرایط رطوبتی و برای صفات قطر ساقه، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و عملکرد روغن در شرایط تنش می‌باشد. در واقع برای بهبود عملکرد در هر دو شرایط تنش رطوبتی از طریق افزایش صفت قطر طبق می‌توان از لاین R10 استفاده کرد و در شرایط کمبود آب این لاین قطر ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن را بهبود می‌بخشد. بهترین ترکیب‌پذیرنده عمومی برای صفات وزن هزار دانه و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش لاین R1 می‌باشد. لاین R7 بهترین ترکیب‌پذیرنده عمومی برای صفات عملکرد دانه و عملکرد روغن در شرایط تنش و برای صفت قطر ساقه در شرایط بدون تنش می‌باشد.

لاین R3 بهترین ترکیب‌پذیرنده عمومی برای صفت طول دوره گل‌دهی در شرایط تنش بوده و طول دوره گلدهی را در هیبریدها افزایش داده است. تستر CMS19 هم بهترین ترکیب‌پذیرنده عمومی برای افزایش صفات طول دوره گل‌دهی، روز تا رسیدگی، قطر ساقه، قطر طبق، ارتفاع بوته، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و عملکرد روغن در هر دو شرایط رطوبتی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

در بیشتر هیبریدها مقدار SCA برای هیچکدام از صفات معنی‌دار نشده است (جدول ۵). این نتیجه با گزارشات گاتو و همکاران (۸) مطابقت دارد. با توجه به نتایج ترکیب‌پذیری خصوصی (جدول ۵)، هیبرید CMSb × R7 به عنوان هیبرید دارنده بیشترین هتروزیس برای اکثر صفات مورد بررسی شناخته شد. علت برتری ترکیب‌پذیری خصوصی این هیبرید می‌تواند ناشی از کنار هم قرار گرفتن CMSb با اثرات افزایشی کاهنده و R7 با اثرات افزایشی افزاینده و تولید اثرات غالبیت در هیبرید باشد.

ترکیب CMSb × R7 برای صفات وزن هزار دانه و عملکرد روغن در شرایط تنش بیشترین مقدار هتروزیس را دارا بود و این در حالی است که در شرایط تنش ترکیب‌پذیری عمومی لاین R7 برای صفات وزن هزار دانه غیرمعنی‌دار است. CMSb والد دیگر این هیبرید نیز دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که یک هیبرید با ترکیب‌پذیری خصوصی خوب می‌تواند از والدینی با قابلیت ترکیب خوب و یا بد حاصل شود، در واقع یک تکامل خوب آلل‌های مطلوب بین والدین را نشان می‌دهد (۱۰،۸).

نکته قابل اهمیت در بررسی ترکیب‌پذیری‌ها توجه به این نکته است که برای انتخاب و معرفی یک هیبرید صرفاً داشتن قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی و یا خصوصی خوب به تنهایی کافی نیست، بلکه در عمل عملکرد هیبرید (و خصوصیات دیگر از قبیل کیفیت دانه و درصد روغن و مقاومت به بیماری‌ها) مد نظر قرار می‌گیرد. در واقع داشتن ترکیب‌پذیری خصوصی و یا عمومی بالا تضمین‌کننده عملکرد بالا برای هیبرید نمی‌باشد و عملکرد مناسب از ترکیب هر دوی ترکیب‌پذیری‌های عمومی و خصوصی بالا حاصل می‌شود.

درصورتی‌که دو هیبرید از نظر عملکرد در یک سطح باشند، بایستی هیبریدی ترکیب‌پذیری خصوصی بالاتری دارد را معرفی کرد، زیرا در این صورت بذر هیبرید بازار مطمئن‌تری خواهد داشت.

هیبرید CMS19 × R3 در حالی دارای بالاترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات قطر ساقه، قطر طبق، وزن هزار دانه و عملکرد روغن در شرایط بدون تنش بود که لاین R3 برای صفات ذکر شده دارای ترکیب‌پذیری عمومی پایین و تستر CMS19 دارای ترکیب‌پذیری عمومی بالا می‌باشد.

هیبرید CMSb × R1 دارای بیشترین SCA برای صفت ارتفاع بوته در شرایط بدون تنش و هیبرید CMSb × R9 دارای بیشترین SCA برای صفت ارتفاع بوته در شرایط تنش می‌باشد. در صورتی که لاین‌های R1 و R9 و تستر CMSb از قابلیت ترکیب منفی و معنی‌دار برای صفت ارتفاع بوته برخوردارند. هیبرید CMSb × R10 دارای بیشترین مقدار SCA برای صفات طول دوره گل دهی و قطر طبق در شرایط تنش می‌باشد. در صورتی که لاین R10 دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و غیرمعنی‌دار برای صفت طول دوره گل‌دهی و ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای صفت قطر طبق در شرایط تنش می‌باشد. تستر CMSb والد دیگر این هیبرید از قابلیت ترکیب منفی و معنی‌دار برخوردار است. به طور کلی هیبریدهایی که CMSb در آنها حضور دارد با داشتن عملکردی نسبتاً پایین دارای ترکیب‌پذیری خصوصی خوبی می‌باشند. هیبریدهای CMSb × R11 (آذرگل) و CMS19 × R1 دارای بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفت عملکرد دانه به ترتیب در شرایط بدون تنش و تنش می‌باشند. در حالی که CMSb دارای قابلیت ترکیب منفی و معنی‌دار و R11 دارای قابلیت ترکیب مثبت و غیرمعنی‌دار و CMS19 و R1 دارای قابلیت‌های ترکیب مثبت و معنی‌دار می‌باشند. هیبرید CMS19 × R5 در شرایط بدون تنش و هیبرید CMS19 × R8 در شرایط تنش دارای بالاترین مقدار SCA برای صفت روز تا رسیدگی می‌باشد. در صورتی که لاین R5 دارای قابلیت ترکیب منفی و غیرمعنی‌دار در شرایط بدون تنش و لاین R8 دارای بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار در شرایط تنش و تستر CMS19 دارای قابلیت ترکیب مثبت و معنی‌دار در هر دو شرایط می‌باشند.

لازم به ذکر است صفاتی که نسبت واریانس GCA به SCA در آنها کمتر از یک برآورد شود گویای نقش بیشتر واریانس غالبیت نسبت به واریانس افزایشی است و در واقع می‌توان از روش هیبریداسیون برای به‌نژادی این صفات استفاده کرد. در صفاتی که نسبت واریانس GCA به SCA در آنها بیشتر از یک است نقش واریانس افزایشی نسبت به واریانس غالبیت بیشتر است و می‌بایست از گزینش مستقیم برای اصلاح آنها استفاده گردد (۱۱).

در هر دو شرایط تنش خشکی و نرمال رطوبتی واریانس افزایشی برای صفت روز تا رسیدگی بیشتر از واریانس غالبیت ارزیابی شده است و نسبت بیشتر از یک واریانس GCA به SCA نیز گویای این مطلب می‌باشد. این امر نشان از این دارد که انتخاب در نسل‌های در حال تفکیک برای این صفت می‌تواند مؤثر باشد. این نتیجه با نتایج سعیدی و همکاران (۲۲) همخوانی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌ها و تسترها در شرایط تنش و بدون تنش بر اساس طرح تلاقی لاین در تستر

صفات ←	روز تا گل‌دهی				روز تا رسیدگی				قطر ساقه (mm)				قطر طبق (cm)			
	S		NS		S		NS		S		NS		S		NS	
تسترها / لاین‌ها	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb
R1	۰/۱۹^{ns}	-۰/۱۹	۰/۹۹^{ns}	-۰/۹۹	۰/۱۲^{ns}	-۰/۱۲	-۰/۷۶^{ns}	۰/۷۶	-۰/۱^{ns}	۰/۱	۰/۵۶^{ns}	-۰/۵۶	۰/۷۵^{ns}	-۰/۷۵	۰/۴۵^{ns}	-۰/۴۵
R2	-۰/۴۷^{ns}	۰/۴۷	-۰/۳۵^{ns}	۰/۳۵	۰/۱۲^{ns}	-۰/۱۲	۰/۴۱^{ns}	-۰/۴۱	۰/۲^{ns}	-۰/۲	۰/۱۳^{ns}	-۰/۱۳	۰/۲۹^{ns}	-۰/۲۹	۰/۹۶^{ns}	-۰/۹۶
R3	۱/۳۶*	-۱/۳۶	-۰/۵۱^{ns}	۰/۵۱	-۰/۸۸^{ns}	۰/۸۸	-۰/۰۹^{ns}	۰/۰۹	۰/۲^{ns}	-۰/۲	۰/۹۶^{ns}	-۰/۹۶	۱/۲۳^{ns}	-۱/۲۳	۲/۱۸**	-۲/۱۸
R4	-۱/۱۴^{ns}	۱/۱۴	-۰/۶۸^{ns}	۰/۶۸	-۰/۰۵^{ns}	۰/۰۵	-۰/۰۹^{ns}	۰/۰۹	۰/۹^{ns}	-۰/۹	-۰/۰۹^{ns}	۰/۰۹	۰/۴۳^{ns}	-۰/۴۳	-۰/۰۷^{ns}	۰/۰۷
R5	۰/۵۳^{ns}	-۰/۵۳	-۰/۰۱^{ns}	۰/۰۱	-۰/۰۵^{ns}	۰/۰۵	۱/۵۸^{ns}	-۱/۵۸	۰/۴۶^{ns}	-۰/۴۶	-۰/۳۷^{ns}	۰/۳۷	۰/۶۶^{ns}	-۰/۶۶	-۰/۵۹^{ns}	۰/۵۹
R6	-۰/۶۴^{ns}	۰/۶۴	-۰/۱۸^{ns}	۰/۱۸	-۰/۳۸^{ns}	۰/۳۸	-۰/۴۲^{ns}	۰/۴۲	۰/۴^{ns}	-۰/۴	-۰/۵۱^{ns}	۰/۵۱	-۰/۲۲^{ns}	۰/۲۲	-۱/۴۹^{ns}	۱/۴۹
R7	۰/۶۹^{ns}	-۰/۶۹	-۰/۱۸^{ns}	۰/۱۸	-۰/۵۵^{ns}	۰/۵۵	-۰/۹۲^{ns}	۰/۹۲	۰/۴۶^{ns}	-۰/۴۶	۰/۵۳^{ns}	-۰/۵۳	-۰/۵۶^{ns}	۰/۵۶	۰/۳۵^{ns}	-۰/۳۵
R8	-۰/۳۱^{ns}	۰/۳۱	۰/۳۲^{ns}	-۰/۳۲	۱/۲۸^{ns}	-۱/۲۸	۰/۴۱^{ns}	-۰/۴۱	۰/۱۴^{ns}	-۰/۱۴	۰/۱۶^{ns}	-۰/۱۶	۰/۲۲^{ns}	-۰/۲۲	۰/۰۸^{ns}	-۰/۰۸
R9	-۰/۴۷^{ns}	۰/۴۷	۰/۱۵^{ns}	-۰/۱۵	۰/۱۲^{ns}	-۰/۱۲	-۰/۰۹^{ns}	۰/۰۹	-۰/۷^{ns}	۰/۷	-۰/۵۱^{ns}	۰/۵۱	-۰/۷۵^{ns}	۰/۷۵	-۰/۳۷^{ns}	۰/۳۷
R10	-۱/۴۷*	۱/۴۷	-۰/۳۵^{ns}	۰/۳۵	۰/۱۲^{ns}	-۰/۱۲	۰/۴۱^{ns}	-۰/۴۱	-۰/۶۱^{ns}	۰/۶۱	-۰/۰۴^{ns}	۰/۰۴	-۱/۷۳^{ns}	۱/۷۳	-۰/۱۲^{ns}	۰/۱۲
R11	۱/۱۹*	-۱/۱۹	۰/۸۲^{ns}	-۰/۸۲	-۰/۲۲^{ns}	۰/۲۲	۰/۴۱^{ns}	-۰/۴۱	۱/۲۳^{ns}	-۱/۲۳	۰/۵۳^{ns}	-۰/۵۳	۰/۳۶^{ns}	-۰/۳۶	-۰/۹۱^{ns}	۰/۹۱
R12	-۰/۱۴^{ns}	۰/۱۴	-۱/۵۱^{ns}	۱/۵۱	-۰/۵۵^{ns}	۰/۵۵	-۰/۷۶^{ns}	۰/۷۶	-۰/۲۶^{ns}	۰/۲۶	-۰/۹۴^{ns}	۰/۹۴	۰/۴^{ns}	-۰/۴	-۰/۶۹^{ns}	۰/۶۹
R13	۰/۶۹^{ns}	-۰/۶۹	۱/۴۹^{ns}	-۱/۴۹	۰/۹۵ ^{ns}	-۰/۹۵	-۰/۰۹^{ns}	۰/۰۹	-۰/۶^{ns}	۰/۶	-۰/۴۱^{ns}	۰/۴۱	-۱/۰۹ ^{ns}	۱/۰۹	۰/۲۱^{ns}	-۰/۲۱
S.E(SCA)	۰/۵۹		۰/۸۱		۰/۹۱		۱/۰۰		۰/۸۱		۰/۷۴		۱/۰۲		۰/۹۷	
S.E(Sij-Skl)	۰/۸۴		۱/۱۴		۱/۲۹		۱/۴۱		۱/۱۵		۱/۰۵		۱/۴۴		۱/۳۷	

S= شرایط تنش، NS= شرایط بدون تنش، ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

(ادامه جدول ۵)

صفات ←	ارتفاع بوته (cm)				وزن هزار دانه (g)				عملکرد دانه (kg/ha)				عملکرد روغن (kg/ha)			
	S		NS		S		NS		S		NS		S		NS	
تسترها / لاین‌ها	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb	CMS19	CMSb
R1	-۰/۰۲^{ns}	۰/۰۲	-۶/۳۵^{ns}	۶/۳۵	۳/۷۶^{ns}	-۳/۷۶	۶/۵۰*	-۶/۵۰	۱۴۸/۶۶^{ns}	-۱۴۸/۶۶	۳۰/۷۷^{ns}	-۳۰/۷۷	۳۷/۴۰*	-۳۷/۴۰	-۷/۹۷^{ns}	۷/۹۷
R2	-۰/۳۱^{ns}	۰/۳۱	۳/۱۹^{ns}	-۳/۱۹	-۳/۹۳^{ns}	۳/۹۳	۵/۵۲^{ns}	-۵/۵۲	۵۱/۸۶^{ns}	-۵۱/۸۶	۳۵/۰۱^{ns}	-۳۵/۰۱	۳/۷۰^{ns}	-۳/۷۰	-۳/۳۵^{ns}	۳/۳۵
R3	۱۶/۷۲**	-۱۶/۷۲	۳/۴۶^{ns}	-۳/۴۶	۲/۹۰^{ns}	-۲/۹۰	۷/۴**	-۷/۴	-۲۸/۱۹^{ns}	۲۸/۱۹	۱۰۲/۸۴^{ns}	-۱۰۲/۸۴	۱۱/۴^{ns}	-۱۱/۴۰	۳۲/۸۶^{ns}	-۳۲/۸۶
R4	۳/۰۵^{ns}	-۳/۰۵	۰/۱۱^{ns}	-۰/۱۱	۴/۷۶^{ns}	-۴/۷۶	۳/۸۷^{ns}	-۳/۸۷	۱۱۹/۱۵^{ns}	-۱۱۹/۱۵	۲۵/۲۴^{ns}	-۲۵/۲۴	۲۳/۱۹^{ns}	-۲۳/۱۹	۵/۱۲^{ns}	-۵/۱۲
R5	۰/۴۷^{ns}	-۰/۴۷	۴/۰۸^{ns}	-۴/۰۸	۲/۵۰^{ns}	-۲/۵۰	۰/۹۷^{ns}	-۰/۹۷	۲۶/۰۵^{ns}	-۲۶/۰۵	۱۱/۰۲^{ns}	-۱۱/۰۲	۱۱/۸۴^{ns}	-۱۱/۸۴	۱۵/۱۲^{ns}	-۱۵/۱۲
R6	۴/۳۰^{ns}	-۴/۳۰	۱/۱۰^{ns}	-۱/۱۰	۲/۲۱^{ns}	-۲/۲۱	۱/۰۰^{ns}	-۱/۰۰	۲۱/۳۶^{ns}	-۲۱/۳۶	۲۱/۵۳^{ns}	-۲۱/۵۳	۱۴/۶۱^{ns}	-۱۴/۶۱	۶/۰۶^{ns}	-۶/۰۶
R7	-۳/۵۳^{ns}	۳/۵۳	-۵/۳۳^{ns}	۵/۳۲	-۹/۷۴^{ns}	۹/۷۴	۵/۹۵*	-۵/۹۵	۱۰۲/۶۱^{ns}	-۱۰۲/۶۱	۱۵/۵۲^{ns}	-۱۵/۵۲	۵۳/۰۸**	-۵۳/۰۸	-۲۰/۳۴^{ns}	۲۰/۳۴
R8	۴/۵۰^{ns}	-۴/۵۰	-۳/۵۷^{ns}	۳/۵۷	-۶/۲۸^{ns}	۶/۲۸	۶/۷۵*	-۶/۷۵	۷۸/۷۱^{ns}	-۷۸/۷۱	۱۷/۹۴^{ns}	-۱۷/۹۴	۵/۰۱^{ns}	-۵/۰۱	۱۲/۸۳^{ns}	-۱۲/۸۳
R9	-۱۷/۸۷**	۱۷/۸۷	-۴/۲۹^{ns}	۴/۲۹	-۳/۹۵^{ns}	۳/۹۵	۵/۸۱*	-۵/۸۱	۴۶/۰۳^{ns}	-۴۶/۰۳	۹/۹۱^{ns}	-۹/۹۱	۰/۱۸^{ns}	-۰/۱۸	-۶/۷۹^{ns}	۶/۷۹
R10	-۲/۷۸^{ns}	۲/۷۸	۳/۶۸^{ns}	-۳/۶۸	-۰/۵۲^{ns}	۰/۵۲	-۲/۷۵^{ns}	۲/۷۵	-۸۱/۰۲^{ns}	۸۱/۰۲	-۱۷/۲۴^{ns}	۱۷/۲۴	-۸/۷۲^{ns}	۸/۷۲	۵/۶۹^{ns}	-۵/۶۹
R11	۶/۰۷^{ns}	-۶/۰۷	۳/۱۲^{ns}	-۳/۱۲	۲/۷^{ns}	-۲/۷	-۵/۶۷*	۵/۶۷	۷۰/۷۲^{ns}	-۷۰/۷۲	-۱۰۷/۷۲^{ns}	۱۰۷/۷۲	۳۱/۴۸^{ns}	-۳۱/۴۸	-۲۹/۱۷^{ns}	۲۹/۱۷
R12	-۹/۴۷**	۹/۴۷	۰/۴۱^{ns}	-۰/۴۱	-۱/۴۸^{ns}	۱/۴۸	-۲/۵۴^{ns}	۲/۵۴	-۹۷/۲۰^{ns}	۹۷/۲۰	۱۲/۸۹^{ns}	-۱۲/۸۹	-۸/۴۱^{ns}	۸/۴۱	۱/۶۳^{ns}	-۱/۶۳
R13	-۱/۱۲^{ns}	۱/۱۲	۰/۳۸^{ns}	-۰/۳۸	-۰/۸۲^{ns}	۰/۸۲	-۵/۴۳^{ns}	۵/۴۳	-۱/۸۱^{ns}	۱/۸۱	-۸۷/۶۷^{ns}	۸۷/۶۷	-۵/۶۷^{ns}	۵/۶۷	-۱۱/۶۹^{ns}	۱۱/۶۹
S.E(SCA)	۳/۵۴		۴/۱۷		۵/۱۶		۲/۸۶		۱۴۸/۶۶ ^{ns}		-۱۴۸/۶۶		۱۷/۳۹		۱۹/۱۵	
S.E(Sij-Skl)	۵		۵/۸۹		۷/۳		۴/۰۵		۵۱/۸۶ ^{ns}		-۵۱/۸۶		۲۴/۵۹		۲۷/۰۸	

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی قطر طبق در شرایط تنش نشان داد که واریانس افزایشی اندازه بزرگتری را نسبت به واریانس غالبیت نشان داد و بدین لحاظ نسبت واریانس GCA به SCA عدد بیشتر از یک بدست آمد. از طرف دیگر، در شرایط بدون تنش رطوبتی میزان واریانس غالبیت بسیار بیشتر از واریانس افزایشی بدست آمده است. بررسی تغییرات اجزای ژنتیکی قطر طبق در دو شرایط نشان داد که تنش رطوبتی موجب تنوع زیاد در بین لاین‌ها شده است و نحوه بروز اجزای ژنتیکی را از غالبیت به افزایشی تغییر داده است و لذا در شرایط مختلف نیاز است که طریقه به‌نژادی متفاوتی برای این صفت پایه‌گذاری گردد. نتایج حاصل موافق گزارشات گانگاپا و همکاران (۷) و نیلیما (۱۵) بوده ولی با نتایج اورتگون و همکاران (۱۸) مطابقت ندارد که احتمالاً ناشی از تفاوت در شرایط اقلیمی و ژنوتیپ‌های مورد بررسی است.

تأثیر واریانس افزایشی برای صفت ارتفاع بوته در شرایط بدون تنش بسیار بیشتر از واریانس غالبیت ارزیابی شده و نشان از این امر دارد که در شرایط نرمال گزینش مستقیم برای اصلاح این صفت کارایی بالایی خواهد داشت. این نتیجه با نتایج اورتیس و همکاران (۱۹) مطابقت داشته، ولی متفاوت از نتایج گانگاپا و همکاران (۷) می‌باشد.

از طرف دیگر، در شرایط تنش تأثیر واریانس غالبیت بسیار بیشتر از واریانس افزایشی بوده است. لاین‌ها در هر دو شرایط بیشترین سهم از کل تنوع موجود را به خود اختصاص داده‌اند و در هر دو شرایط این تنوع در هیبریدها مشاهده نشده است، که با توجه به اهمیت اثر غالبیت در شرایط تنش این نتیجه غیر قابل انتظار نبود. اهمیت بیشتر واریانس غالبیت نسبت به واریانس افزایشی در شرایط تنش در رابطه با صفت ارتفاع بوته با نتایج پوت (۲۰) در توافق است.

نسبت کمتر از یک واریانس GCA به SCA در هر دو شرایط برای صفت عملکرد روغن گویای تأثیر بیشتر واریانس غالبیت نسبت به واریانس افزایشی است.

در رابطه با صفت وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی و در شرایط تنش واریانس افزایشی بیشتر از واریانس غالبیت ارزیابی شده است. این نتیجه در شرایط بدون تنش با گزارشات نیک‌پی (۱۶) و نیلیما (۱۵) همخوانی دارد.

برای صفت عملکرد دانه در شرایط بدون تنش واریانس افزایشی بیشتر از واریانس غالبیت برآورد شده است و لاین‌ها بیشترین سهم از تنوع را داشتند. در شرایط تنش رطوبتی نقش واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی ارزیابی شده و بیشترین سهم از تنوع مربوط به لاین‌ها بوده و تا حدودی تنوع درون والدین به نتاج انتقال یافته است. تغییرات اجزای ژنتیکی از واریانس افزایشی در شرایط بدون تنش به واریانس غالبیت در شرایط تنش بیانگر این مطلب است که در شرایط متفاوت رطوبتی می‌بایست از روش‌های متفاوت به‌نژادی در رابطه با صفت عملکرد دانه استفاده کرد. همچنین در گزارشات باجاج و همکاران (۴)، اسکوریچ و همکاران (۲۴) و اورتیس و همکاران (۱۹) سهم واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی در شرایط بدون تنش ارزیابی شده است.

برای صفات قطر طبق و وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش و برای صفات ارتفاع بوته و عملکرد دانه در شرایط تنش و برای صفات طول دوره گل‌دهی و عملکرد روغن در هر دو شرایط نسبت واریانس GCA به SCA کمتر از یک برآورد شده است و در نتیجه بایستی از روش هیبریداسیون برای اصلاح این صفات استفاده کرد. همچنین در شرایط بدون تنش برای صفات ارتفاع بوته و عملکرد دانه و در شرایط تنش برای صفات قطر طبق و وزن هزار دانه و در هر دو شرایط برای صفت روز تا رسیدگی و قطر ساقه نسبت واریانس GCA به SCA بیشتر از یک برآورد شده است و بیانگر تأثیر بیشتر واریانس افزایشی نسبت به واریانس غالبیت می‌باشد. به این مفهوم که می‌توان از روش گزینش برای اصلاح آنها استفاده شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. 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)
2. Alavi, R., M. Valizadeh Moghadam and E. Farrokhi. 1994. Evaluation of sunflower lines for stress tolerance in drought stress and non-stress conditions in Khoy. MSc Thesis. Islamic Azad University, Khoy Branch. (In Persian)
3. Andarkhor, S.A.A., M. Moghadam and E. Farrokhi Ardebili. 2004. Assessment of general combining of sunflower inbred lines with three male seterility testers on line × tester analysis. Proceedings of the 8th Iranian Crop Production and Plant Breeding Congress. Aug. 25-27. 301 pp. (In Persian)
4. Bajaj, R.K., K.K. Aujla and G.S. Chahal. 1997. Combining ability studies in sunflower. (*Helianthus annuus* L.). Crop Improvement. 34: 141-146.
5. Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, Harlow, UK.
6. Freres, E., C. Gimens and J.M. Fernandez. 1986. Genetic variability in Sunflower cultivars under drought I. Yeild relationships. Australian Journal of Agricultural Resources. 37: 73-82.
7. Gangappa, E., K.M. Channakishnaiah and M.S. Harini. 1997. Studies on combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia. 20: 73-84.
8. 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, 2005.
9. Goksoy, A.T. and Z.M. Turan. 2005. Combining abilities of certain characters and estimation of hybrid vigor in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Acta Agronomica Hungarica. 52: 361-368.
10. Gowtham, P. 2006. Genetic analysis of yield and oil quality traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). MSc Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad, India
11. Hajipoor Bagheri, A., Gh.A. Nematzadeh, S.A. Peighambari and M. Noroozi. 2005. Evaluation combining and gene effectes in rice lines and varieties on Line × Tester analysis. Iranian Journal of Agronomy Sciences. 36: 947-953. (In Persian)
12. Kearsey, M.J. and H.S. Pooni. 1996. The genetical analysis of quantitative traits. Chapman and Hall. London.
13. Kempthorne, O. 1957. An introduction to genetic statistics, John Willey and Sons, Inc. New York.
14. 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)
15. Neelima, S. 2007. Genetic analysis and stability performance of single and three way crosses for yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). MSc Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad, India
16. Nikpey, Kh. 2001. Assessment general and specific combining ability, heritability and heterosis in some of sunflowers agronomic traits. Plants breeding graduate dissertation, College of Agriculture, Islamic Azad university of Karaj. (In Persian)
17. Mozaffari, K. and Y. Arshi. 1994. Evaluating the effects of water stress on some morphophysiological traits and yield components of sunflower. Proceedings of the 4th Iranian Crop Production and Plant Breeding Congress, pp: 161-162. (In Persian)
18. 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). pp: 1178-193.
19. Ortis. L., G. Nestares, E. Frutos and N. Machado. 2007. Combining ability analysis for agronomic traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia 30: 55-74.
20. Put, E.D. 1966. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Canadian Journal of Plant Science 46: 59-67.
21. 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)
22. Saeedi, G.A., A.M. Rezaee, A. Abbasi and E. Farrokhi. 2009. General and specific combining ability for agronomic and seed quality traits in some inbred lines of sunflower. Iranian Journal of Field Crop Science. 40: 105-113. (In Persian)
23. Scheiner, J.D., F.H. Gutierrez-Boem and R.S. Lavado. 2002. Sunflower nitrogen requirement and ^{15}N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. European Journal of agronomy. 17: 73-79.
24. Skoric, D., S. Jocic and I. Molnar. 2000. General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. Proc. 15 th. Int. sunflower Conf. Toulose, France, pp: E23-E27.
25. Weiss, E.A. 2000. Oil Seed Crops. Blackwell Science Ltd.
26. Yagappan, T.M., D.M. Paton, C.T. Gates and W.J. Muller. 1982. Water Stress in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) 3. Responses of cypsela size. Annals of Botany. 49: 63-68.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Combining Ability of Sunflower Lines Based on Line × Tester Analysis under Water Stress and Non-Stress Conditions

Samaneh Arefi[1], Alireza Nabipour[2] and Habibollah Samizadeh[3]

1 and 3- M.Sc. and Associate Professor, University of Guilan
2- Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran, Deputy of Mazandaran
(Corresponding author: ali_reza_54@yahoo.com)
Received: December 15, 2012 Accepted: May 28, 2013

Abstract

In order to investigate the combining ability of sunflowers lines under normal conditions and drought stress, a study was conducted at the Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran in 2006. A total of 41 treatments including 2 CMS and 13 restorer lines as well as their 26 corresponding hybrids were evaluated in two irrigation conditions, in a line x tester approach. The analysis of variance indicated that significant differences existed among genotypes, parents, parents against crosses, crosses and testers for most of the studied traits. The effects of lines were significant for days to maturity, plant height and grain yield in non-stress conditions, and for most of the traits in stress conditions. The effect of line × testers was significant for seed weight in non-stress condition, and for days to flowering, seed yield, plant height and oil yield in stress condition. Assessment of general and specific combining abilities showed that CMS19 (tester) and CMSb × R7 were best line and hybrid in both conditions, respectively.

Keywords: Combining Ability, Additive Variance, Dominant Variance, Heritability, Drought stress

www.SID.ir