Archive of SID

برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری و اثرهای ژنی صفات زراعی در تعدادی از لاین‌های اینبرد آفتابگردان (*Helianthus annuus*)

فاطمه حسن‌زاده[۱]، محمود تورچی[۲*]، محمد مقدم‌واحد[۲]
سعید اهری‌زاد[۲] و مهدی غفاری[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۱۰)

چکیده

تولید موفقیت‌آمیز ارقام هیبرید آفتابگردان نیازمند اطلاع از قابلیت ترکیب‌پذیری لاین‌های اینبرد و نیز اجزای واریانس ژنتیکی برای خصوصیات مختلف زراعی است. بدین‌منظور ۲۰ هیبرید حاصل از تلاقی پنج لاین خویش‌آمیخته نر عقیم سیتوپلاسمی با چهار لاین برگرداننده باروری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز مورد بررسی قرار گرفتند. براساس نتایج حاصل اختلاف معنی‌داری بین هیبریدها از نظر بیشتر خصوصیات اندازه‌گیری شده وجود داشت که امکان برآورد اجزای واریانس ژنتیکی از طریق روش لاین × تستر را فراهم کرد. نتایج نشان داد که صفات ارتفاع بوته، قطر طبق، وزن هزار دانه و درصد روغن تحت کنترل اثرات افزایشی بود. در صفات زمان شروع گل‌دهی، قطر ساقه و عملکرد دانه اثرات فوق غالبیت مشاهده شد که بیانگر کارایی گزینش و دورگه‌گیری به‌ترتیب برای اصلاح این صفات می‌باشد. از نظر عملکرد دانه لاین نر عقیم ۵۲ و تستر R۵۰ از ترکیب‌پذیری عمومی بهتری برخوردار بودند. دو ترکیب R۲۶ × ۵۲ و R۵۰ × ۲۲۲ بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی را داشتند. نتایج این بررسی نشان داد که به‌دلیل وجود تنوع ژنتیکی در مواد ژنتیکی اصلاحی از نظر خصوصیات زراعی و وجود ترکیباتی با قابلیت ترکیب‌پذیری مطلوب، با اعمال روش های مبتنی بر گزینش و دورگ‌گیری امکان تولید هیبریدهای برتر آفتابگردان وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: اثر ژنی، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، تجزیه لاین × تستر، آفتابگردان

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادان گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳. دانشیار ژنتیک بیومتری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی، آذربایجان‌غربی
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mtoorchi@tabrizu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آفتابگردان از مهم‌ترین گیاهان روغنی در ایران و جهان است. هیبریدهای آفتابگردان در بسیاری از کشورها به‌علت عملکرد بالا، یکنواختی، کیفیت و ... ترجیح داده می‌شوند (۱۴). شایستگی یک لاین یا یک رقم برای استفاده به‌عنوان والد در یک هیبرید (علاوه بر خصوصیات با ارزش اقتصادی آن)، توسط توانایی آن در تولید در تلاقی‌ها تعیین می‌شود، این توانایی را ترکیب‌پذیری می‌گویند. در برنامه‌های تهیه ارقام هیبرید، شناسایی لاین‌های اینبرد برخوردار از ترکیب‌پذیری بالا برای قرارگیری در برنامه‌های تلاقی از ملزومات انتخاب والدین می‌باشد (۱۳). طرح تجزیه لاین × تستر در واقع حالتی از تجزیه فاکتوریل یا طرح II کامستاک و رابینسون می‌باشد که برای برآورد اجزای واریانس افزایشی و غالبیت و نیز ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها و ترکیب‌پذیری خصوصی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۶). روش تجزیه لاین × تستر حالت گسترش‌یافته روش تاپ‌کراس می‌باشد که به‌منظور افزایش اطلاعات حاصل از تجزیه و تحلیل طرح‌ریزی شده است (۱۵). در این روش بیش از یک تستر به‌منظور برآورد قابلیت ترکیب به‌کار گرفته می‌شود. با داشتن بیش از یک تستر روش تجزیه لاین × تستر به‌طور هم‌زمان خانواده‌های تنی و ناتنی را در اختیار گذاشته و از این‌رو، علاوه بر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، امکان برآورد واریانس افزایشی و غالبیت را فراهم می‌آورد (۲۳). رایت به نقل از فرشادفر (۳) بیان داشت که از میان این دو جزء واریانس افزایشی و غالبیت، فقط جزء افزایشی است که به گزینش در درون یک جمعیت پاسخ می‌دهد. مطالعات متعددی تاکنون به‌منظور برآورد مقدار اجزای واریانس ژنتیکی صورت گرفته است. نتیجه حاصل از مطالعات فوق نشان می‌دهد که بخش مهمی از تنوع ژنتیکی موجود در مهم‌ترین صفات زراعی تقریباً در کلیه گیاهان زراعی، توسط عمل افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود. در عین حال واریانس غیر افزایشی نیز در بیشتر گونه‌های گیاهان و برای بیشتر صفات وجود دارد که توجیه‌کننده تولید واریته‌های هیبرید در این گیاه است (۳).

پوت (۱۹) در تلاقی دیالل لاین‌های اینبرد و گوزدنوویک و همکاران (۸) و اندرخور و همکاران (۲) در تلاقی لاین × تستر آفتابگردان، نقش اثرات غیرافزایشی در کنترل ارتفاع بوته را اشاره نمودند. پوت (۱۹) برای درصد روغن نقش اثرات افزایشی را مهم‌تر دانست. کنترل درصد روغن توسط اثرات افزایشی به‌وسیله فیک (۴)، اورتیس و همکاران (۱۸) و رضایی‌زاد و فرخی (۲۱) گزارش شده است. از طرف دیگر هلادنی و همکاران (۱۱)، اسکوریچ و همکاران (۲۵) و اندرخور و همکاران (۲) نقش جزء غیر افزایشی (واریانس غالبیت و اپیستازی) واریانس ژنتیکی را در توارث درصد روغن دانه را عنوان کردند. درحالی‌که هیتی (۱۰) هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی را در کنترل درصد روغن دانه و نیز وزن صد دانه و ارتفاع گیاه مؤثر دانست. علی‌رغم اینکه نقش اثرات افزایشی در کنترل زمان گل‌دهی آفتابگردان به کرات ذکر شده است (۱)، مهاسوندرام و همکاران (۱۷) نقش اثرات غالبیت در کنترل این صفت را مهم‌تر دانست. کنترل قطر طبق توسط اثرات افزایشی به‌وسیله گوزدنوویک و همکاران (۸) و گانگاپا و همکاران (۵) عنوان شده است. اما مهاناسوندرام و همکاران (۱۷) نقش اثرات غالبیت را در کنترل این صفت مهم‌تر دانستند. پوت (۱۹) نیز نقش مهم‌تر اثرات غیر افزایشی در کنترل عملکرد دانه را گزارش کرده است. وی در تجزیه ژنتیکی عملکرد و خصوصیات مرتبط با آن از تلاقی لاین × تستر در آفتابگردان، اثرات افزایشی معنی‌دار را برای صفاتی مانند تعداد دانه‌های پر در طبق و وزن هزار دانه، به‌دست آوردند. اما غفاری و همکاران (۶) نقش اثرات غیر افزایشی را برای وزن هزار دانه گزارش کردند. گوکسوی و همکاران (۷) نیز هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی را در کنترل وزن هزار دانه گزارش کردند. اطلاع از سهم اجزای واریانس ژنتیکی در لاین های جدید به‌نژادی می‌تواند کارایی برنامه‌های به‌نژادی آفتابگردان از نظر خصوصیات زراعی را افزایش دهد، لذا بررسی حاضر به‌منظور برآورد اجزای واریانس ژنتیکی برای صفات زراعی مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

آفتابگردان صورت گرفت و ضمن آن با برآورد قابلیت‌های ترکیب عمومی و خصوصی لاین‌های والدی مناسب برای انجام دورگ‌گیری شناسایی شدند.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ و در یک سال در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا گردید. مواد گیاهی شامل ۲۰ هیبرید سینگل‌کراس بود که این هیبریدها از تلاقی پنج لاین نر عقیم سیتوپلاسمی به‌عنوان والد مادری و چهار لاین برگرداننده باروری به‌عنوان والد پدری (تستر) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی تولید شدند. لاین‌های نر عقیم سیتوپلاسمی از انتقال سیتوپلاسم نر عقیم به گونه والد مادری با تلاقی برگشتی و لاین‌های برگرداننده باروری از انتقال ژن‌های برگشت‌دهنده باروری به گونه‌های والد پدری به‌دست آمدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار پیاده شد. آماده‌سازی زمین در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۸ انجام شد. کاشت در تاریخ ۳۰ و ۳۱ اردیبهشت صورت گرفت. هر کرت آزمایشی مشتمل بر ۲ خط ۵ متری با فواصل ردیفی ۶۰ سانتی‌متر و فواصل بوته ۲۵ سانتی‌متر بود. اندازه‌گیری صفات تعداد روز تا شروع گل‌دهی، تعداد روز تا پایان گل‌دهی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، زمان رسیدن در طی فصل رشد بر روی ده بوته انجام شد. در مورد صفات تعداد دانه در طبق، وزن دانه‌های هر طبق، عملکرد دانه برحسب تک‌بوته، وزن هزار دانه، درصد روغن، اندازه‌گیری‌ها پس از برداشت محصول بر روی ۵ بوته انجام شد. به‌طورکلی از طریق اثر لاین‌ها وتسترها، ترکیب‌پذیری عمومی و از طریق برهمکنش لاین × تستر، ترکیب‌پذیری خصوصی محاسبه شد. تجزیه داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از طرح تلاقی لاین × تستر در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با فرض ثابت بودن لاین‌ها و تسترها انجام شد. برای انجام محاسبات و تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای SPSS16، MSTATC و Excel استفاده به‌عمل آمد.

برای برآورد پارامترهای ژنتیکی از فرمول‌های زیر استفاده شد (۲۴):

$$\hat{\sigma}^2_{gca} = CovHS = \frac{\frac{(MSL)(l-1)(MST)(t-1)}{l+t-1} - MSE}{r\left(\frac{1+t}{2}\right)} \quad (۱)$$

$$\hat{\sigma}^2_{sca} = \frac{MSLT - MSE}{r} \quad (۲)$$

$$\hat{\sigma}^2_{gca} = \left(\frac{1+F}{4}\right)\sigma^2_A \quad (۳)$$

$$\hat{\sigma}^2_{sca} = \left(\frac{1+F}{2}\right)^2 \sigma^2_D \quad (۴)$$

$$\hat{\sigma}^2_A = (F=1) = 2\sigma^2_{gca} \quad (۵)$$

$$\hat{\sigma}^2_D = (F=1) = \sigma^2_{sca} \quad (۶)$$

در این فرمول‌ها، MSL، MST، MSLT، MSE، σ^2_{gca}، Cov HS، σ^2_A، σ^2_D و F به‌ترتیب عبارت از میانگین مربعات لاین‌ها، میانگین مربعات تسترها، میانگین مربعات برهمکنش لاین × تستر، واریانس خطا، واریانس ترکیب‌پذیری عمومی، کواریانس برادر – خواهران تنی، واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی، واریانس افزایشی، واریانس غالبیت و ضریب اینبریدینگ بودند.

در برآورد واریانس اثرات افزایشی و غالبیت به‌علت اینکه لاین‌های والدی اینبرد بودند، میزان F (ضریب اینبریدینگ) برابر با ۱ در نظر گرفته شد. در حالتی که اثر لاین معنی‌دار نبود واریانس ترکیب‌پذیری عمومی از طریق میانگین مربعات تستر و در شرایط معنی‌دار نشدن اثر تستر، ترکیب‌پذیری عمومی از طریق میانگین مربعات لاین برآورد شد.

برآورد ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها و ترکیب‌پذیری خصوصی آنها با استفاده از روابط زیر صورت گرفت:

$$gca(l) = \frac{X_{i...}}{rt} - \frac{X_{...}}{rlt} \quad (۷)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$gca(t) = \frac{X_{.j.}}{rl} - \frac{X_{...}}{rlt} \quad (۸)$$

$$scaij = \frac{X_{ij.}}{r} - \frac{X_{i..}}{rt} - \frac{X_{.j.}}{rl} + \frac{X_{...}}{rlt} \quad (۹)$$

که در آن gca (l) = ترکیب‌پذیری عمومی لاین، gca (t) = ترکیب‌پذیری عمومی تستر، scaij = ترکیب‌پذیری خصوصی لاین با تستر، $X_{i...}$ = مجموع ارزش هیبریدهای مربوط به لاین iام، $X_{.j.}$ = مجموع ارزش‌های تستر jام، $X_{ij.}$ = مجموع ارزش حاصل از تلاقی لاین iام با تستر jام و $X_{...}$ = مجموع کل می‌باشد.

وراثت‌پذیری عمومی (h_B^2) و وراثت‌پذیری خصوصی (h_N^2) با رابطه زیر به‌دست آمد:

$$h_B^2 = \frac{V_G}{V_P} \quad (۱۰)$$

$$h_N^2 = \frac{V_A}{V_P} \quad (۱۱)$$

که در آن: V_G = واریانس ژنتیکی کل، V_A = واریانس اصلاحی و V_P = واریانس فنوتیپی است.

مقادیر خطای استاندارد (SE) برای آزمون معنی‌دار بودن اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و تفاوت‌های آنها با استفاده از روابط زیر به‌دست آمد (۲۴).

$$SE\ (\text{برای لاین gca}) = \sqrt{\frac{MSE}{rt}} \quad (۱۲)$$

$$SE\ (\text{برای تستر gca}) = \sqrt{\frac{MSE}{rl}} \quad (۱۳)$$

$$SE\ (sca) = \sqrt{\frac{MSE}{r}} \quad (۱۴)$$

برای مقایسه ترکیب‌پذیری عمومی دو لاین

$$SE\ (gi\text{-}gj) = \sqrt{\frac{2MSE}{rt}} \quad (۱۵)$$

برای مقایسه ترکیب‌پذیری عمومی دو تستر

$$S.E.\ (gi\text{-}gj) = \sqrt{\frac{2MSE}{rl}} \quad (۱۶)$$

برای مقایسه دو ترکیب‌پذیری خصوصی

$$S.E.\ (sij\text{-}skj) = \sqrt{\frac{2MSE}{r}} \quad (۱۷)$$

برای برآورد وراثت‌پذیری عمومی ($\hat{h}_B^2$) و خصوصی ($\hat{h}_N^2$) و درجه غالبیت($\hat{\bar{a}}$) از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$\hat{h}_B^2 = \frac{\sigma_C^2}{\sigma_C^2 + \frac{\sigma_E^2}{r}} \quad (۱۸)$$

$$\hat{h}_N^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \frac{\sigma_E^2}{r}} \quad (۱۹)$$

$$\hat{\bar{a}} = \sqrt{\frac{2\sigma_D^2}{\sigma_A^2}} \quad (۲۰)$$

که در این فرمول σ_G^2=واریانس کل ژنتیکی و σ_E^2 واریانس خطا است.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که بین تسترها و نیز لاین‌ها از نظر کلیه صفات به‌غیر از ارتفاع بوته و قطر طبق برای لاین‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت که نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و وجود اثرات افزایشی از نظر این صفات است. برهمکنش لاین × تستر نیز برای صفات زمان شروع گل‌دهی، زمان پایان گل‌دهی، قطر ساقه، قطر طبق، زمان رسیدن، تعداد دانه، وزن دانه‌های طبق و عملکرد دانه معنی‌دار بود که بیانگر نقش اثرات غالبیت در تبیین این صفات است.

بیشترین عملکرد دانه به هیبریدهای R۵۰ × ۲۲۲ (۶۸/۸ گرم) و R۲۶ × ۵۲ (۶۵/۱ گرم) تعلق داشت. هیبریدهای R۲۵ × ۱۴۸ (۵۳/۶ درصد) و R۲۵ × ۵۲ (۵۱/۳ درصد) بیشترین درصد روغن را دارا بودند. این نتایج نشان می‌دهد که ارقام پرمحصول لزوماً دارای درصد روغن بالایی نیستند، بنابراین باید در برنامه‌های به‌نژادی به گزینش هم‌زمان این دو معیار و یا استفاده از شاخص‌های گزینشی برای بهبود هر دو صفت توجه کرد. هیبرید R۲۶ × ۱۴۸ از لحاظ تعداد روزهای تا رسیدگی (۱۱۰ روز)، شروع گل‌دهی (۶۰/۳ روز) و پایان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. تجزیه واریانس طرح لاین × تستر برای صفات زراعی در آفتابگردان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		شروع گل‌دهی	پایان گل‌دهی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	قطر طبق	زمان رسیدن	تعداد دانه	وزن دانه‌ها	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	درصد روغن
تکرار	۲	۴/۲۷*	۸/۴۵**	۴۳۳*	۰/۷۱ ns	۰/۴۳ ns	۳/۶۵ns	۵۴۳۲ns	۸۵/۴ ns	۴۳/۷ns	۱۴۷/۹ns	۱/۸۶ns
لاین	۴	۶۸/۱۷**	۶۲/۸۹**	۱۲۸ ns	۹/۹۰**	۰/۶۰ ns	۴۵/۳۵**	۴۱۱۸۰۵ **	۴۹۲/۲**	۲۶۱/۳ *	۵۸۵/۸**	۱۸/۸۲**
تستر	۳	۵/۲۶**	۱۲/۶۴ **	۶۴۲**	۹/۹۹**	۴/۳۷**	۵۹/۱۳ **	۱۱۸۵۷۵**	۳۰۳/۰*	۴۲۳/۱**	۱۸۸/۵*	۳۱/۲۷**
لاین × تستر	۱۲	۴/۶۲**	۵/۴۷ **	۱۳۴ns	۳/۴۸*	۱/۱۸*	۱۶/۱۶*	۳۰۶۴۰**	۱۴۱/۱ *	۱۷۲/۱ *	۷۴/۳ ns	۵/۸۳ ns
خطا	۳۸	۰/۸۴	۱/۳۱	۱۲۰	۱/۳۷	۰/۵۳	۶/۰۹	۱۱۳۹۸	۷۰/۸	۸۵/۶	۴۹/۱	۴/۶۴
ضریب تغییرات (٪)		۱/۴۱	۱/۴۸	۷/۹۷	۶/۳۲	۴/۹۸	۲/۱۴	۱۱/۵۸	۱۵/۹۱	۱۸/۶۸	۱۰/۹۴	۴/۴۵

ns، *، **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

گل‌دهی (۷۲/۶ روز) زودرس‌ترین هیبرید بود. به‌طورکلی با در نظر گرفتن صفات مهمی مانند عملکرد دانه، درصد روغن و سایر صفات زراعی هیبریدهای R۵۰ × R۲۵ ،۲۲۲ × R۲۵ ،۱۴۸ × R۲۵ ،۵۲ × R۲۶ ،۱۴۸ × R۲۳ ،۳۴۴ × R۲۶ ،۵۲ دارای ویژگی‌های مطلوبی در این آزمایش بودند و از آنها می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی آفتابگردان استفاده کرد (جدول ۲).

نتایج مربوط به برآوردهای اجزای واریانس ژنتیکی (واریانس افزایشی و واریانس غالبیت)، نسبت قابلیت ترکیب عمومی به قابلیت ترکیب خصوصی (GCA/SCA)، درجه غالبیت و هم‌چنین مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. زمان شروع گل‌دهی تحت‌تأثیر اثرات غالبیت بود. نسبت GCA/SCA نیز مؤید این موضوع است. و درجه غالبیت در مورد این صفت نیز بیشتر از یک به‌دست آمد. این نتایج بیان می‌دارند که روابط اللی از نوع فوق غالبیت شروع گل‌دهی را در این مواد کنترل می‌کنند. سانچز و همکاران (۲۲) گزارش کردند که برای صفت شروع گل‌دهی واریانس غالبیت از اهمیت بیشتری برخوردار است. درحالی‌که گانگاپا و همکاران (۵) نقش اثرات افزایشی را در کنترل زمان شروع گل‌دهی مؤثرتر دانستند. زمان پایان گل‌دهی، زمان رسیدگی و قطر ساقه تحت‌تأثیر هر دو نوع اثر افزایشی و غالبیت بودند (جدول ۳). در عین حال سانچز و همکاران (۲۲) گزارش کردند که برای صفت طول دوره گل‌دهی واریانس غالبیت از اهمیت بیشتری برخوردار است. پوت و هیزر (۲۰) نقش بیشتر اثرات افزایشی را در کنترل زمان رسیدگی عنوان کردند. گانگاپا و همکاران (۵) قطر ساقه را تحت‌تأثیر هر دو اثرات افزایشی و غالبیت دانستند. جان (۱۲) بیان کرد که قطر ساقه توسط اثرات غالبیت تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. در مورد صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و درصد روغن، اثر لاین × تستر معنی‌دار نبود و بنابراین نقش واریانس غالبیت در این صفات ناچیز بود و می‌توان گفت که در تبیین این صفات اثرات افزایشی سهم عمده‌ای دارند. اورتیس و همکاران (۱۸) و هلادنی و همکاران (۱۱) اثرات افزایشی را در کنترل ارتفاع گیاه مهم‌تر دانستند. پوت و هیزر (۲۰) دریافتند که هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در تبیین صفت وزن هزار دانه اهمیت دارد. پوت و هیزر (۲۰)، فیک (۴) و حسن (۹) اثرات افزایشی را در کنترل درصد روغن مؤثر دانسته‌اند. درحالی‌که هیتی (۱۰) گزارش کرد که درصد روغن بیشتر تحت‌تأثیر اثر غالبیت ژن‌ها قرار دارد. قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن دانه‌های طبق بیشتر تحت‌تأثیر اثرات افزایشی بودند و نسبت GCA/SCA در آنها بیشتر از یک برآورد شد. درجه غالبیت کمتر از یک نیز حاکی از کنترل روابط اللی این صفت از نوع غالبیت ناقص است. به‌طورکلی تفاوت گزارش‌های مختلف در نقش اثرات افزایشی و غیر افزایشی در خصوص صفات مورد مطالعه می‌تواند به تفاوت در مواد گیاهی، نوع طرح ژنتیکی مورد استفاده نسبت داد. عملکرد دانه در بوته بیشتر توسط اثرات غالبیت تحت‌تأثیر قرار گرفت. نسبت GCA/SCA کمتر از یک و درجه غالبیت بزرگ‌تر از یک نیز مؤید این مطلب بوده و حاکی از کنترل روابط اللی این صفت از نوع فوق غالبیت است. لذا باید روش‌های مبتنی بر تولید واریته‌های هیبرید را برای به‌نژادی این صفت به‌کار برد. پوت و هیزر (۲۰)، اورتیس و همکاران (۱۸)، اسکوریچ و همکاران (۲۵) و حسن (۹) نیز نقش بیشتر اثرات غالبیت را برای عملکرد دانه گزارش کردند. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که به‌نژادی صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و درصد روغن از طریق روش های مبتنی بر انتخاب امکان‌پذیر است. در مورد عملکرد دانه نیز به‌علت نقش بارز اثرات غالبیت تولید واریته‌های هیبرید قابل توجیه است.

وراثت‌پذیری عمومی برای همه صفات مورد مطالعه در حد مطلوبی بود. بیشترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی به‌ترتیب در صفات پایان گل‌دهی (۰/۹۴) و تعداد دانه در طبق (۰/۹۲) و کمترین مقدار آن در عملکرد دانه (۰/۷۰) و هم‌چنین بیشترین مقدار وراثت‌پذیری خصوصی به‌ترتیب در صفات تعداد دانه (۰/۷۹) و پایان گل‌دهی (۰/۷۷) و کمترین مقدار آن در زمان شروع گل‌دهی (۰/۲۸) به‌دست آمد. نوع وراثت صفات می‌تواند

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. میانگین صفات زراعی هیبریدهای آفتابگردان مورد آزمایش

لاین	تستر	شروع گل‌دهی (روز)	پایان گل‌دهی (روز)	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	زمان رسیدن (روز)	تعداد دانه در طبق	وزن دانه‌های طبق (گرم)	عملکرد دانه (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	روغن (درصد)
۵۲	R۲۳	۶۹/۰ ab	۸۰/۶ ab	۱۳۱ abcd	۱۸/۴ bcd	۱۳/۷ d	۱۱۸ ab	۹۵۰ cdefg	۴۸/۸ bcde	۴۶/۴ cde	۵۹/۵ cdef	۴۸/۷ bcde
۵۲	R۲۵	۶۸/۰ abc	۸۰/۰ bc	۱۴۰ abcd	۱۹/۴ abc	۱۳/۸ cd	۱۱۷ abcd	۱۲۳۷ a	۵۳/۵ bcd	۴۸/۷ bcde	۵۱/۳ ef	۵۱/۳ ab
۵۲	R۲۶	۶۸/۳ abc	۸۰/۰ bc	۱۵۰ abc	۲۰/۹ a	۱۵/۶ ab	۱۱۷ abc	۱۲۲۸ abc	۶۴/۹ ab	۶۵/۱ ab	۶۳/۸ bcdef	۴۸/۲ bcde
۵۲	R۵۰	۶۷/۰ cd	۷۸/۳ bcde	۱۴۳abcd	۱۹/۲ abc	۱۴/۲ bcd	۱۱۳ cdef	۱۰۵۳ abcde	۵۲/۷ bcd	۵۰/۰ bcde	۴۹/۸ f	۴۹/۳ bcde
۱۴۸	R۲۳	۶۲/۶ i	۷۴/۶ ghi	۱۳۳abcd	۱۸/۷ abcd	۱۴/۵ abcd	۱۲۰ a	۷۶۴ g	۵۲/۱ bcd	۴۹/۱ bcde	۵۱/۲ abc	۵۰/۳ abc
۱۴۸	R۲۵	۶۲/۳ i	۷۴/۶ ghi	۱۳۹abcd	۱۸/۰ bcd	۱۳/۵ d	۱۱۲ def	۱۰۵۰ abcde	۵۹/۷ abc	۴۸/۷ bcde	۵۸/۲ cdef	۵۳/۶ a
۱۴۸	R۲۶	۶۰/۳ j	۷۲/۶ i	۱۲۷ cd	۱۸/۲ bcd	۱۴/۴ bcd	۱۱۰ f	۱۰۰۶ bcde	۵۸/۵ abc	۵۴/۰ abcd	۶۲/۳ bcdef	۴۶/۳ cde
۱۴۸	R۵۰	۶۵/۰ efg	۷۷/۰ defg	۱۴۱ abcd	۲۰/۲ ab	۱۵/۱ abc	۱۱۵ bcde	۱۱۰۹ abcd	۶۰/۸ ab	۵۵/۴ abcd	۵۸/۱ cdef	۴۸/۳ cde
۲۲۲	R۲۳	۶۳/۳ ghi	۷۴/۶ ghi	۱۲۹ bcd	۱۷/۲ cde	۱۴/۴ bcd	۱۱۳ cdef	۸۶۵ efg	۴۳/۸ cde	۴۵/۳ cde	۶۰/۳ cdef	۴۶/۹ cde
۲۲۲	R۲۵	۶۴/۶ efgh	۷۵/۶ fgh	۱۳۵ abcd	۱۷/۲ cde	۱۴/۵ abcd	۱۱۲ def	۹۴۲ cdefg	۵۴/۴ bcd	۴۶/۰ cde	۶۰/۰ cdef	۵۰/۱ abcd
۲۲۲	R۲۶	۶۵/۰ efg	۷۶/۳ efgh	۱۲۶ d	۱۶/۵ de	۱۴/۴ bcd	۱۱۳ cdef	۹۴۱ cdefg	۴۸/۶ bcde	۴۵/۷ cde	۵۴/۴ def	۴۸/۲ bcde
۲۲۲	R۵۰	۶۴/۰ fghi	۷۸/۰ cdef	۱۴۴ abcd	۱۹/۶ ab	۱۵/۹ a	۱۱۶ abcd	۱۲۰۱ ab	۷۱/۶ a	۶۸/۸ a	۶۴/۹ bcde	۴۹/۷ abcd
۳۳۰	R۲۳	۶۷/۳ bcd	۷۹/۰ bcd	۱۳۱ abcd	۱۸/۸ abcd	۱۴/۸ abcd	۱۱۹ ab	۸۵۸ efg	۵۴/۰ bcd	۴۷/۲ cde	۷۰/۵ abc	۴۶/۹ de
۳۳۰	R۲۵	۶۵/۶ def	۷۷/۶ cdef	۱۳۴ abcd	۱۸/۲ bcd	۱۴/۰ cd	۱۱۴ bcdef	۱۰۱۹ bcde	۵۳/۰ bcd	۴۸/۵ bcde	۵۸/۷ cdef	۴۹/۹ abcd
۳۳۰	R۲۶	۶۶/۰ de	۷۸/۳ bcde	۱۴۴abcd	۲۰/۰ ab	۱۵/۸ a	۱۱۶ abcd	۹۷۱ cdef	۵۹/۰ abc	۵۶/۵ abcd	۶۸/۴ abcd	۴۶/۷ cde
۳۳۰	R۵۰	۶۹/۳ a	۸۲/۳ a	۱۵۱ ab	۱۹/۵ ab	۱۴/۶ abcd	۱۱۹ ab	۹۰۹ defg	۵۴/۹ bcd	۴۸/۹ bcde	۷۰/۶ abc	۴۶/۲ bcde
۳۴۴	R۲۳	۶۷/۶ ghi	۷۶/۰ efgh	۱۳۲abcd	۱۷/۲ cde	۱۴/۴ bcd	۱۱۶ abcd	۵۷۱ h	۴۱/۴ de	۳۹/۰ de	۸۱/۵ a	۴۵/۰ e
۳۴۴	۲۵R	۶۳/۰ hi	۷۵/۶ fgh	۱۴۳abcd	۱۶/۹ de	۱۳/۷ cd	۱۱۰ ef	۵۱۳ h	۳۵/۸ e	۳۳/۵ e	۷۱/۴ abc	۴۶/۲ cde
۳۴۴	R۲۶	۶۳/۰ hi	۷۴/۰ hi	۱۲۶ d	۱۵/۵ e	۱۴/۴ bcd	۱۱۰ ef	۵۴۴ h	۳۵/۴ e	۳۴/۲ e	۶۹/۲ abc	۴۶/۹ de
۳۴۴	R۵۰	۶۴/۰ fghi	۷۶/۳ efgh	۱۵۳ a	۲۰/۰ ab	۱۵/۹ a	۱۱۳ cdef	792 fg	۵۳/۷ bcd	۵۸/۳ abc	۷۵/۰ ab	۴۸/۴ bcde

حروف به‌ترتیب نشان‌دهنده میانگین صفات از بیشتر به کمتر می‌باشد. اعداد با حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. برآورد اجزای واریانس ژنتیکی، درجه غالبیت و وراثت‌پذیری نتاج حاصل از تلاقی لاین × تستر در آفتابگردان

	شروع گل‌دهی	پایان گل‌دهی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	قطر طبق	زمان رسیدن	تعداد دانه	وزن دانه‌ها	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	درصد روغن
واریانس افزایشی	۰/۵۹	۵/۹۳	۶۹/۱	۱/۲۷	۰/۵۱	۶/۶۹	۴۰۷۰۱	۵۰/۴	۳۶/۳	۵۳/۳	۲/۸۵
واریانس غالبیت	۱/۲۶	۱/۳۸	–	۰/۷۰	۰/۱۷	۳/۳۶	۶۴۱۴	۲۳/۴	۲۸/۸	–	–
نسبت $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$	۰/۲۳	۲/۱۶	–	۰/۹۰	۱/۵۱	۱/۰۰	۳/۱۷	۱/۰۸	۰/۶۳	–	–
وراثت‌پذیری عمومی	۰/۸۷	۰/۹۴	–	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۹۲	۰/۷۶	۰/۷۰	–	–
وراثت‌پذیری خصوصی	۰/۲۸	۰/۷۷	۰/۶۲	۰/۵۲	۰/۶۰	۰/۵۵	۰/۷۹	۰/۵۲	۰/۳۹	۰/۷۴	۰/۶۳
درجه غالبیت	۲/۰۷	۰/۶۸	–	۱/۰۵	۰/۸۱	۱/۰۰	۰/۵۶	۰/۹۶	۱/۲۶	–	–

در تصمیم‌گیری برای تعیین روش‌های به‌نژادی مناسب و پیش‌بینی میزان پیشبرد ژنتیکی ناشی از گزینش کمک کند. خان (۱۶) در یک طرح تلاقی لاین × تستر وراثت‌پذیری بالایی را برای صفات تعداد روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، وزن صد دانه، تعداد دانه در طبق، محتوای روغن دانه، عملکرد روغن و دانه گزارش کرد.

ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های نر عقیم در جدول ۴ آمده است. با توجه به اهمیت زودرسی، مقادیر منفی ترکیب‌پذیری عمومی در مورد صفات زمان شروع گل‌دهی و زمان پایان گل‌دهی مطلوب می‌باشد. لاین نر عقیم ۱۴۸ بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی را از لحاظ زمان شروع گل‌دهی (۲/۵۰-) و زمان پایان گل‌دهی (۲/۳۵-) داشت. هم‌چنین این لاین از لحاظ درصد روغن و وزن دانه‌های طبق ترکیب‌پذیری عمومی بالایی (به‌ترتیب ۱/۲۳ و ۴/۹۳) نشان داد. لاین ۳۴۴ دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار برای روزهای تارسیدگی (۲/۱۸-) بود. هم‌چنین این لاین از لحاظ وزن هزار دانه بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی را داشت (۱۰/۲۶). کلیه لاین‌های نر عقیم از ترکیب‌پذیری عمومی غیر معنی‌دار برای صفت ارتفاع بوته برخوردار بودند. کاهش ارتفاع بوته از نظر افزایش مقاومت به ورس و سهولت عملیات اجرایی به‌ویژه برداشت مهم است. در عین حال با توجه به مطلوب بودن مقادیر منفی برای صفت ارتفاع بوته، لاین ۲۲۲ (۴/۲۳-) شاید مطلوب‌تر از بقیه لاین‌های نر عقیم باشد. برای قطر ساقه لاین ۵۲ ترکیب‌پذیری عمومی بالا و معنی‌دار (۰/۹۶) داشت. با توجه به اهمیت قطر ساقه بیشتر، لاین ۵۲ به جهت داشتن ترکیب‌پذیری عمومی در جهت مثبت و نیز قطر ساقه بیشتر (جدول ۲) لاین مطلوبی از لحاظ این صفت شمرده می‌شود. برای تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه نیز ترکیب‌پذیری عمومی لاین ۵۲ (به‌ترتیب ۱۷۰/۸ و ۳/۰۶) بهتر بود. به‌طورکلی لاین‌های ۵۲ و ۱۴۸ با در نظر گرفتن کلیه خصوصیات به‌عنوان بهترین لاین‌های نر عقیم از نظر ترکیب‌پذیری عمومی شناسایی شدند. از لحاظ درصد روغن، ترکیب‌پذیری عمومی تستر R۲۵ معنی‌دار (۱/۸۶) بود و با توجه به اهمیت درصد روغن، این لاین برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی مناسب می‌باشد. افزون بر این، لاین R۲۵ بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی را برای زمان پایان گل‌دهی (۰/۳۷-) و زمان رسیدگی (۱/۶۳-) داشت.

ترکیب‌پذیری خصوصی ترکیبات سینگل‌کراس در جدول ۵ آمده است. هیبرید R۵۰ × ۵۲ بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی منفی را از لحاظ زمان رسیدگی (۳/۶۵-) داشت. از لحاظ شروع گل‌دهی و زمان رسیدگی هیبرید R۲۶ × ۱۴۸ دارای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های نر عقیم و تسترهای آفتابگردان در آزمایش

لاین	شروع گل‌دهی	پایان گل‌دهی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	قطر طبق	زمان رسیدن	تعداد دانه	وزن دانه‌ها	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	درصد روغن
۵۲	۳/۰۰**	۲/۶۵**	۳/۳۱ ns	۰/۹۶**	-۰/۱۴ ns	۱/۶۵*	۱۷۰/۸**	۲/۱۵ ns	۳/۰۶ ns	-۷/۸۸**	۰/۹۹ ns
۱۴۸	-۲/۵۰**	-۲/۳۵**	-۲/۵۳ ns	۰/۲۹ ns	-۰/۲۳ ns	-۰/۶۸ ns	۶۱/۰*	۴/۹۳*	۲/۳۴ ns	-۱/۳۰ ns	۱/۲۳ ns
۲۲۲	-۰/۸۳**	-۰/۹۳**	-۴/۲۳ ns	-۰/۸۵*	۰/۲۱ ns	-۱/۱۸ ns	۶۶/۰*	۱/۳۳ ns	۱/۹۹ ns	-۴/۱۱ ns	۰/۲۹ ns
۳۳۰	۲/۰۰**	۲/۲۳**	۲/۶۱ ns	۰/۶۵ ns	۰/۳۳ ns	۲/۴۰**	۱۷/۸ ns	۲/۳۹ ns	۰/۸۲ ns	۳/۰۴ ns	-۰/۷۲ ns
۳۴۴	-۱/۶۶**	-۱/۶۰**	۰/۸۴ ns	-۱/۰۶**	-۰/۱۷ ns	-۲/۱۸ **	-۳۱۵/۷۲**	-۱۱/۲۵**	-۸/۲۲**	۱۰/۲۶**	-۱/۷۸**
SE(GCA)	۰/۲۲۳۶	۰/۴ ۳۳۰	۲/۲۲۲۶	۰/۳۳۷۸	۰/۲۱۰۱	۰/۷۱۲۳	۳۰/۸۱۹۶	۲/۴۲۹۱	۲/۶۷۰۸	۲/۱۴۴۱	۰/۶۴۰۷
SE(gi-gi)	۰/۳۷۵۴	۰/۴۶۷۲	۴/۵۵۷۵	۰/۴۷۷۸	۰/۲۹۷۲	۱/۰۰۷	۴۳/۵۸۵۶	۳/۴۳۵۳	۳/۷۷۷۱	۳/۰۴۷۱	۰/۹۰۶۱
تستر											
R۲۳	۰/۱۲ ns	۰/۱۰ ns	-۶/۲۸ *	-۰/۴۲ ns	۰/۱۴ ns	۲/۵۷**	-۱۱۹/۶**	-۴/۸۰ *	-۴/۰۶ ns	۴/۵۸*	-۰/۹۴ ns
R۲۵	۰/۳۵ ns	-۰/۳۷ ns	۰/۴۲ns	-۰/۵۴ ns	-۰/۵۷**	-۱/۶۳*	۳۱/۰ ns	-۱/۵۵ ns	-۴/۳۷ ns	-۴/۰۷*	۱/۸۶**
R۲۶	۰/۵۵*	۰/۸۳**	-۳/۰۶ ns	-۰/۲۵ ns	۰/۰۲ ns	-۱/۵۰*	-۳/۱ ns	۰/۴۵ ns	۱/۶۲ ns	-۰/۱۸ ns	-۱/۳۲*
R۵۰	۰/۷۸**	۱/۳۰**	-۳/۰۶ ns	۱/۲۱**	۰/۳۷ ns	۰/۵۷ ns	۹۱/۸**	۵/۹۱ **	۶/۸۱**	-۰/۳۲ ns	۰/۴۰ ns
SE(GCA)	۰/۲۳۷۴	۰/۲۹۵۵	۲/۸۸۲۴	۰/۳۰۲۲	۰/۱۸۷۹	۰/۶۳۷۱	۲۷/۵۶۵۹	۲/۱۷۲۷	۲/۳۸۸۹	۱/۹۱۷۸	۰/۵۷۳۱
SE(gi-gi)	۰/۳۳۵۸	۰/۴۱۷۹	۴/۰۷۶۳	۰/۴۲۷۳	۰/۲۶۵۸	۰/۹۰۱۰	۳۸/۹۸۴۱	۳/۰۷۲۶	۳/۳۷۸۴	۲/۷۱۲۲	۰/۸۱۰۵

ns، *، ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

SE(GCA) مقادیر خطای استاندارد برای آزمون معنی‌دار بودن اثرات ترکیب‌پذیری عمومی

SE(gi-gi) مقادیر خطای استاندارد برای آزمون معنی‌دار بودن تفاوت‌های اثرات ترکیب‌پذیری عمومی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. ترکیب‌پذیری خصوصی ترکیبات سینگل کراس آفتابگردان مورد آزمایش، حاصل از تلاقی لاین × تستر

لاین	تستر	شروع گل‌دهی (روز)	پایان گل‌دهی (روز)	قطر ساقه (میلی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	زمان رسیدن (روز)	تعداد دانه در طبق	وزن دانه‌های طبق (گرم)	عملکرد دانه (گرم)
۵۲	۲۳R	۰/۸۰ ns	۱/۰۲ ns	-۰/۶۷ ns	۰/۱۹ ns	-۰/۶۵ ns	-۲۲/۶ ns	-۱/۳۸ ns	-۲/۰۳ ns
۵۲	۲۵R	۰/۲۷ ns	۰/۶۲ ns	۰/۵۰ ns	-۰/۴۷ ns	۱/۸۸ ns	۱۱۳/۶ ns	۰/۰۶ ns	۰/۵۲ ns
۵۲	۲۶R	۰/۸۰ ns	۱/۰۸ ns	۱/۶۳ *	۰/۳۸ ns	۲/۴۲ ns	۳۹/۵ ns	۹/۴۷ ns	۱۰/۹۰ *
۵۲	۵۰R	۱/۸۷**	-۲/۷۲**	-۱/۴۶ *	-۰/۰۵ ns	-۳/۶۵ **	-۱۳۰/۵ *	-۸/۱۵ ns	-۹/۳۸ ns
۱۴۸	۲۳R	-۰/۰۳ ns	۰/۰۲ ns	۰/۴۰ ns	۰/۰۹ ns	۳/۳۵*	-۹۸/۴ ns	-۰/۸۷ ns	۱/۳۸ ns
۱۴۸	۲۵R	۰/۱۰ ns	۰/۲۸ ns	-۰/۲۵ ns	۰/۱۳ ns	-۰/۴۵ ns	۳۶/۷ ns	۳/۴۷ ns	۱/۲۸ ns
۱۴۸	۲۶R	-۱/۷۰ **	-۱/۲۵ ns	- ۰/۳۳ ns	-۰/۲۷ ns	-۲/۹۲ *	۲۶/۵ ns	۰/۲۷ ns	۰/۵۹ ns
۱۴۸	۵۰R	۱/۶۳ **	۰/۹۵ ns	۰/۱۸ ns	۰/۰۹ ns	۰/۲۲ ns	۳۵/۱ ns	-۲/۸۷ ns	-۳/۲۵ ns
۲۲۲	۲۳R	-۱/۰۳ ns	-۱/۴۰ *	۰/۰۳ ns	۰/۰۰ ns	-۳/۱۵ *	-۲/۸ ns	-۵/۹۷ ns	-۲/۰۷ ns
۲۲۲	۲۵R	۰/۷۷ns	-۰/۱۳ ns	۰/۱۰ ns	۰/۳۶ ns	۰/۳۸ ns	-۷۶/۳ ns	۱/۳۳ ns	-۱/۰۷ ns
۲۲۲	۲۶R	۰/۳۰ *	۱/۰۰ ns	-۰/۸۵ ns	-۰/۷۹ ns	۰/۵۸ ns	-۴۳/۱ ns	-۶/۴۳ ns	-۷/۴۱ ns
۲۲۲	۵۰R	-۱/۰۳ ns	۰/۵۳ ns	۰/۷۲ ns	۰/۴۶ ns	۲/۱۸ ns	۱۲۲/۳ ns	۱۱/۰۶ *	۱۰/۵۷ *
۳۳۰	۲۳R	۰/۱۳ ns	- ۰/۲۳ ns	۰/۰۵ ns	-۰/۰۱ ns	۰/۷۳ ns	۳۸/۴ ns	۳/۶۱ ns	۰/۹۲ ns
۳۳۰	۲۵R	۱/۰۷*	-۱/۳۰*	-۰/۳۸ ns	-۰/۰۵ ns	-۱/۲ ns	۴۸/۹ ns	-۰/۶۸ ns	۲/۶۳ ns
۳۳۰	۲۶R	-۰/۵۳ ns	-۰/۱۷ ns	۱/۱۷*	۰/۸۱ ns	۰/۶۶ ns	۳۴/۸ ns	۳/۲۹ ns	۴/۶۲ ns
۳۳۰	۵۰R	۱/۴۷ **	۱/۷۰ *	-۰/۸۴ ns	-۰/۷۰ ns	۱/۲۶ ns	-۱۲۲/۲ ns	-۶/۲۳ ns	۸۰/۱۷ ns
۳۴۴	۲۳R	۰/۱۳ ns	۰/۶۰ns	۰/۱۸ ns	-۰/۰۶ ns	۱/۱۸ ns	۸۵/۵ ns	۴/۶۱ ns	۱/۷۹ ns
۳۴۴	۲۵R	-۰/۰۷**	۰/۵۳ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۳۴ ns	-۰/۶۲ ns	-۱۲۲/۹ *	۴/۱۹ ns	-۳/۳۴ ns
۳۴۴	۲۶R	۰/۱۳ ns	-۰/۶۷ ns	-۱/۶۲*	-۰/۱۳ ns	-۰/۷۵ ns	-۵۷/۸ ns	-۶/۶۱ ns	-۸/۶۹ ns
۳۴۴	۵۰R	-۰/۲۰ ns	- ۰/۴۷ ns	۱/۴۰*	۰/۲۰ ns	۰/۱۸ ns	۹۵/۲ ns	۶/۱۸ ns	۱۰/۲۵ ns
۵۳	SE (sca)	۰/۵۳	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۴۲	۱/۴۲	۶۱/۶۴	۴/۸۶	۵/۳۴
۷۵	SE (Sij-Skj)	۰/۷۵	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۵۹	۲/۰۱	۸۷/۱۷	۶/۸۷	۴۳/۵۵

ns، *، **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد، SE(s) مقادیر خطای استاندارد برای آزمون معنی‌دار بودن اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی، SE (Sij-Skj) مقادیر خطای استاندارد برای آزمون معنی‌دار بودن تفاوت‌های اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار و مطلوبی (۱/۷۰- و ۲/۹۲-) بود. ترکیب‌پذیری خصوصی هیبرید R۲۶ × ۵۲ برای قطر ساقه (۱/۶۳) معنی‌دار بود. این هیبرید به جهت داشتن ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و نیز قطر ساقه بیشتر ژنوتیپ مطلوبی از لحاظ این صفت شمرده می‌شود. هم‌چنین ترکیب‌پذیری خصوصی این هیبرید از لحاظ عملکرد دانه معنی‌دار و مثبت (۱۰/۹۰) بوده و بالاترین ترکیب‌پذیری را در بین هیبریدها داشت. هیبرید R۵۰ × ۲۲۲ از نظر تعداد دانه در طبق (۱۲۲/۳)، وزن دانه‌های طبق (۱۱/۰۶) و عملکرد دانه (۱۰/۵۷) نیز ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار و بالایی داشت و از لحاظ تعداد دانه در طبق (۱۲۰۲) نیز در حد مطلوبی قرار داشت و از بیشترین عملکرد دانه (۶۸/۸۸ گرم) و بیشترین وزن دانه‌های طبق (۷۱/۶۱ گرم) نیز برخوردار شد. برای قطر طبق هیبرید R۲۶ × ۳۳۰ بیشترین قابلیت ترکیب خصوصی (۰/۸۱) را دارا بود. به‌طورکلی با در نظر گرفتن کلیه صفات مورد بررسی، هیبریدهای R۵۰ × ۲۲۲ و R۲۶ × ۵۲ را می‌توان به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های به‌نژادی مدنظر قرار داد. هیبرید R۲۶ × ۱۴۸ نیز در برنامه‌های به‌نژادی زودرسی می‌تواند به‌کار گرفته شود.

نتیجه‌گیری

اطلاع از نحوه کنترل ژنتیکی خصوصیات زراعی نقش مهمی در تعیین روش به‌نژادی دارد. هر دو نوع روش های مبتنی بر گزینش و دورگ‌گیری در به‌نژادی آفتابگردان که گیاهی دگرگشن است به‌کار گرفته می شود. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که به‌دلیل نقش بارز اثرات افزایشی در کنترل صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و درصد روغن، به‌نژادی این خصوصیات از طریق روش‌های مبتنی بر انتخاب امکان‌پذیر است. از سوی دیگر به‌دلیل نقش فوق غالبیت در کنترل خصوصیات زمان شروع گل‌دهی، قطر ساقه و عملکرد دانه بهره‌برداری از پدیده هتروزیس می‌تواند در به‌نژادی این صفات مؤثر باشد. خصوصیات مرتبط با فنولوژی، وزن دانه و تعداد دانه در طبق در کنترل هر دو نوع اثرات افزایشی و غالبیت بودند ولی نقش اثرات افزایشی بیشتر بود، لذا اعمال روش‌های مبتنی بر انتخاب و دورگ‌گیری می‌تواند به بهبود ژنتیکی این خصوصیات منجر شود.

لاین‌های نر عقیم ۵۲ و ۱۴۸ و لاین‌های رستورر R۵۰ و R۲۵ با در نظر گرفتن کلیه ویژگی‌ها به‌عنوان بهترین لاین‌ها از نظر ترکیب‌پذیری عمومی بودند و نیز با در نظر گرفتن کلیه صفات فوق، هیبرید R۵۰ × ۲۲۲ به‌عنوان هیبریدهای امیدبخش می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی مدنظر قرار گیرد. هیبرید R۲۶ × ۱۴۸ نیز در برنامه‌های به‌نژادی برای زودرسی می‌تواند به‌کار گرفته شود. نتایج این بررسی نشان داد که به‌دلیل وجود تنوع ژنتیکی از نظر خصوصیات زراعی در لاین‌های به‌نژادی و وجود ترکیباتی با قابلیت ترکیب مطلوب با اعمال روش‌های مبتنی بر گزینش و دورگ‌گیری امکان تولید هیبریدهای برتر آفتابگردان وجود دارد.

سپاسگزاری

از مدیریت گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی، مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه تبریز و مدیریت و کارکنان ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز که در اجرای این پژوهش همکاری داشتند، قدردانی می شود.

منابع مورد استفاده

1. Alvarez, D., P. Luduena and E. Frutos, 1992. Variability and genetic advance in sunflower. *In:* Proceedings of the 13th International Sunflower Conference. Pisa, Italy. pp. 963-968.
2. Andrakhor, S. A. and V. Rameeh. 2013. Evaluation the combining and inheritance abilities of quantitative and qualitative traits of sunflower lines in Mazandaran. *Journal of Crop Breeding* 11(5): 22-33. (In Farsi).
3. Farshadfar, A. 1997. Applying Quantitative Genetic in Plants Breeding. Vol: 1, Razi University of Kermanshah

www.SID.ir

Archive of SID

Publications. Kermanshah. (In Farsi).
4. Fick, G. N. 1975. Heritability of oil content in sunflower. *Crop Science* 15: 77-78
5. Gangappa, E., K. M. Channakrishnajiah and M. S. Harini. 1997. Studies on combining ability in sunflower. *Helia* 20: 73-84.
6. 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 Breeding Journal* 1: 75-87
7. Goksoy, A. T., A. Turkec and Z. M. Turan. 2002. Determination of some agronomic characteristics and hybrid vigor of new improved synthetic varieties in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 25: 119-130.
8. Gvozdenovic, S., J. Joksimovic and D. Skoric. 2005. Gene effect and combining abilities for plant height and head diameter in sunflower. *Genetika* 37: 57-64.
9. Hassan, S. W. 2001. Heritability estimates, genetic correlation and predicted gains from S1, families in two random mated sunflower population. PhD. Thesis, Punjabun University. Lahore, Pakistan.
10. Hity, A. H. 1992. Genetic analysis of agronomic characters in sunflower. *In:* Proceedings of the 13th International Sunflower Conference. Pisa, Italy. pp. 1118-1128.
11. Hladni, N., D. Skoric, M. Kraljevic-Balalic, Z. Sakac and D. Jovanovic. 2006. Combining ability for oil content and its correlations with other yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 29: 101-110.
12. Jan, M. 2003. Genetic analysis of heritable traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). PhD. Thesis, NWFP Agricultural University. Peshawar, Pakistan.
13. Jan, M., G. Hassan, I. Hussain and U. D. Razi. 2006. Combining ability analysis of yield and yield components in sunflower. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9: 2328-2332.
14. Kaya, Y. 2003. Aycicek Tarimi. *Tarım İstanbul Dergisi* 84: 24-25.
15. Kemptorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistics. The Iowa State University Press. United States.
16. Khan, H. 2004. Magnitude of hetrosis and combining ability in sunflower over environment. PhD. Thesis, NWFP Agricultural University. Peshawar, Pakistan.
17. Mehanasundaram, K., N. Manivernan and P. V. Verman. 2010. Combining ability analysis for seed yield and its components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding* 1: 864-868.
18. Ortis, L., G. Nestares, E. Frutos and N. Machado. 2005. Combining ability analysis for agronomic traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 28: 125-134.
19. Putt, E. D. 1966. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower. *Canadian Journal of Plant Science* 46: 59-67.
20. Putt, E. D. and C. B. Jr.Heiser. 1966. Male sterility and partial sterility in sunflower. *Crop Science* 6: 165-168.
21. Rezaizad, A. and A. Farrokhi. 2008. General and specific combining abilities of inbred and restorer lines of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Seed and Plant Journal* 24: 98-83. (In Farsi).
22. Sanchez, D. G., M. Baldini, D. A. Charles and G. P. Vannozzi. 1999. Genetic variances and heritability of sunflower traits associated with drought tolerance. *Helia* 22: 23-34.
23. Sharma, J .R. 1988. Statistical and Biometrical Techniques in Plant Breeding. New Age International Ltd Publishers. New Delhi. India.
24. Singh, R. K. and B. D. Chaudhary. 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyany Publishers, New Delhi. India.
25. Skoric, D., S. Jocic, N. Hladni and G. P. Vannozzi. 2007. An analysis of heterotic poteneial for agronomically important traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 30: 55-74.
26. Wricke, G. and W. E. Weber. 1986. Quantitative genetics and selection in plant breeding. *Helia* 23: 101-141.

www.SID.ir