



نشریه کشاورزی و باغبانی

دوره ۴ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۲۱۳-۲۰۱

انتشار الکترونیکی: بهار ۱۳۹۸

برآورد ترکیب‌پذیری و عمل‌ژن در برخی صفات زراعی لاین‌های آفتابگردان

عباس رضایی‌زاد^{۱*}، پرستو عدالتی^۲، علی اطمینان^۳

۱. استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه ایران.

۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، ایران.

۳. استادیار گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۶

چکیده

به منظور تهیه هیبریدهای جدید و ارزیابی ترکیب‌پذیری برخی لاین‌های نر عقیم و لاین‌های بازگردان باروری آفتابگردان، تعداد ۳۲ دورگ آفتابگردان حاصل از تلاقی چهار لاین بازگردان باروری با هشت لاین نر عقیم سیتوپلاسمی در سال زراعی ۹۱-۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که دورگ‌های CMS19×R217، CMS1221/1×R137 و CMS19×R137 به ترتیب با ۷۰۰۸، ۵۵۴۵ و ۵۵۲۶ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. هیبرید فرخ (شاهد) با ۵۴۱۲ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد دانه در رتبه چهارم قرار گرفت. تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری نشان داد که اثر لاین‌های نر عقیم که برآوردی از ترکیب‌پذیری عمومی می‌باشد و اثر متقابل لاین × تستر که نشان‌دهنده اثرات قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی می‌باشد برای عملکرد دانه معنی‌دار بود. لاین‌های بازگردان باروری R137 و R864 و لاین نر عقیم CMS19 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای عملکرد دانه بودند. بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی برای عملکرد دانه متعلق به دورگ‌های CMS19×R217 و CMS 456/2× R217 بود. نتایج نشان داد که برای برخی صفات زراعی مهم همانند وزن هزاردانه و قطر طبق لاین‌های بازگردان باروری نقش به مراتب بیشتری در کنترل ژنتیکی این صفات داشتند. برای عملکرد روغن، به‌عنوان یکی دیگر از صفات اصلاحی مهم در آفتابگردان، اثر لاین‌های بازگردان باروری و لاین‌های نر عقیم معنی‌دار و اثر متقابل لاین × تستر غیر معنی‌دار بود. برای عملکرد روغن دانه در بین لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری، همانند عملکرد دانه، بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت متعلق به لاین نر عقیم CMS19 و لاین بازگردان باروری R-864 بود. دورگ CMS6030×RN-3 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای عملکرد روغن بود. به‌طور کلی نتایج حاکی از نقش پررنگ اثرات افزایشی در کنترل صفات مورد بررسی بود.

کلیدواژه‌ها: اثرات افزایشی، اثرات غالبیت، تستر، ترکیب‌پذیری.

مقدمه

ارقام هیبرید در آفتابگردان به دلیل یکنواختی در صفات زراعی، عملکرد بالا ناشی از وجود هتروزیس کافی و مقاومت به آفات و بیماری‌ها از محبوبیت بالایی برخوردار می‌باشند. علی‌رغم این‌که در شروع اصلاح آفتابگردان هنوز به اهمیت هتروزیس و تولید واریته‌های هیبرید در آفتابگردان پی برده نشده بود، اولین ارقام آزادگرده‌افشان آفتابگردان جمعیت‌های هتروژنی بودند که مجموعه‌ای از هیبریده‌های طبیعی بود. آخرین ارقام آزادگرده‌افشان نیز واریته‌های خود عقیم بودند چرا که خود عقیمی به‌عنوان یک صفت مطلوب سبب تشکیل هیبریده‌های طبیعی بیشتری در جمعیت‌های آزادگرده‌افشان و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شد. با این حال نقطه ضعف این واریته‌ها غیریکنواختی در صفات مهم زراعی همچون ارتفاع بوته و زمان رسیدگی بود [۲۱].

یافتن والدین مناسب برای تولید ارقام هیبرید در آفتابگردان از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. برای شناسایی والدین مناسب باید جمعیتی از اینبردلاین‌ها با ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)^۱ بالا اصلاح شوند و سپس اقدام به شناسایی اینبردلاین‌های دارای ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA)^۲ بالا برای صفات زراعی مهم نمود.

ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب به‌عنوان شاخص ژن‌های دارای اثرات افزایشی و اثرات غیر افزایشی شناخته می‌شود [۱۸]. در یک تحقیق ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ۲۴۵ تست کراس مورد ارزیابی قرار گرفت و گزارش شد که برآوردهای ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری اغلب بیشتر از لاین‌های نر عقیم (CMS) بوده و این موضوع نشان می‌دهد که انتخاب براساس لاین‌های بازگردان باروری

نسبت به CMSها می‌تواند بیشتر مؤثر باشد، از طرفی میزان GCA همیشه کمتر از SCA بود [۲۲]. کمتر بودن مقدار ترکیب‌پذیری عمومی نسبت به ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات زراعی مهم در مطالعات متعدد اشاره شده است [۹، ۱۷، ۲۳، ۲۷ و ۳۴]. با این حال برخی گزارشات نشان داد که ترکیب‌پذیری عمومی برای برخی صفات مورد بررسی از قبیل عملکرد دانه و روغن، وزن هزاردانه و قطر طبق بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی بود [۱۴]. در مطالعه‌ای دیگر وراثت‌پذیری و واریانس ژنتیکی صفات مختلف آفتابگردان مورد ارزیابی قرار گرفته و گزارش شد که واریانس افزایشی برای صفات مؤثر بر طول دوره زایشی، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل و وزن طبق بیشتر از واریانس غالبیت بود درحالی‌که برای صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا انتهای گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و عملکرد دانه واریانس غالبیت از اهمیت بیشتری برخوردار بود [۳۱].

در تحقیق حاضر سعی شده است ضمن بررسی اینبردلاین‌های نر عقیم و لاین‌های بازگردان باروری جدید، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی این مواد آزمایشی برای عملکرد دانه و روغن و برخی صفات زراعی مهم مورد بررسی و چگونگی کنترل ژنتیکی این صفات مشخص شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تهیه دورگ‌های جدید و ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برخی از اینبردلاین‌های نر عقیم و لاین‌های بازگردان باروری آفتابگردان، تعداد هشت اینبردلاین و چهار لاین بازگردان باروری آفتابگردان برای دورگ‌گیری انتخاب شدند. برای انجام دورگ‌گیری، اینبردلاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری هر کدام در یک خط پنج متری و در دو تاریخ مختلف در سال زراعی

1. General combining ability
2. Specific combining ability

و CMS 1221/1) به صورت طرح تلاقی فاکتوریل یا طرح II کامستاک و رابینسون [۱۱] تجزیه شد و مجموع مربعات دورگ‌ها به اجزای اثر بازگردان باروری، لاین‌های نر عقیم و اثر متقابل لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری تقسیم شد. اثر لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری معادل ترکیب‌پذیری عمومی و اثر متقابل این دو برآوردی از ترکیب‌پذیری خصوصی است.

برآورد اثرات ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری، لاین‌های نر عقیم، ترکیب‌پذیری عمومی نسبی و ترکیب‌پذیری خصوصی به ترتیب با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد [۳۳]:

ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های نر عقیم

$$GCA_{i0} = X_{i0} - \bar{X}_{00}$$

ترکیب‌پذیری عمومی بازگردان باروری

$$GCA_{0j} = X_{0j} - \bar{X}_{00}$$

ترکیب‌پذیری خصوصی

$$SCA_{ij} = X_{ij} - GCA_{i0} - GCA_{0j} - \bar{X}_{00}$$

در روابط فوق X_{i0} ، \bar{X}_{00} ، X_{0j} ، GCA_{0j} و GCA_{i0} به ترتیب معادل میانگین لاین‌های نر عقیم، میانگین کل، میانگین بازگردان باروری، میانگین دورگ، ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های نر عقیم و ترکیب‌پذیری عمومی بازگردان باروری می‌باشد.

برای محاسبه مقادیر اشتباه معیار (SE) به منظور آزمون معنی‌دار بودن اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی از روابط ذیل استفاده شد:

اشتباه معیار ترکیب‌پذیری لاین‌های نر عقیم

$$SE_{gca}(CMS) = \sqrt{\frac{f-1 \times MSe}{f \times m \times r}}$$

اشتباه معیار ترکیب‌پذیری لاین‌های بازگردان باروری

$$SE_{gca}(restorer) = \sqrt{\frac{m-1 \times MSe}{f \times m \times r}}$$

۹۱-۹۰ کشت گردید. فاصله خطوط کشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها بر روی ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. قبل از شروع گل‌دهی تعدادی از بوته‌های لاین‌های نر عقیم و همچنین تعدادی از لاین‌های بازگردان باروری برای جمع‌آوری گرده با کیسه ململ پوشانیده شدند. در مرحله گل‌دهی هر لاین بازگردان باروری با سه بوته از هر لاین نر عقیم تلاقی داده شدند. تلاقی‌ها برای هر بوته سه بار و به صورت یک روز در میان انجام گرفت. تعداد ۳۲ هیبرید F1 به دست آمد به همراه دو شاهد فرخ و SHF81- 90 و دو هیبرید دیگر (جمعاً ۳۶ تیمار) در قالب یک طرح لاتیس ساده با دو تکرار در سال زراعی ۹۱-۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی اسلام‌آباد غرب مورد ارزیابی قرار گرفتند. کاشت به صورت جوی و پشته و هر کرت مشتمل بر چهار خط به طول ۵/۵ متر و با فواصل خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۲۵ سانتی‌متر روی خطوط بود. در این آزمایش از خصوصیات مهم زراعی شامل عملکرد دانه، وزن هزاردانه و قطر طبق براساس دستورالعمل رایج یادداشت‌برداری به عمل آمد [۳۲]. میزان روغن دانه و پروتئین دانه با استفاده از دستگاه NIR مدل DA7200 شرکت پرتن سوئد اندازه‌گیری شد [۱۰] و عملکرد روغن و پروتئین از حاصلضرب عملکرد دانه و میزان روغن و پروتئین دانه به دست آمد.

برای صفاتی که طرح لاتیس برای آنها نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی دارای سودمندی نسبی بود میانگین داده‌های هر کرت با استفاده از فرمول‌های مربوطه تصحیح شد و از داده‌های تصحیح‌شده برای تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری استفاده شد. به این منظور داده‌های مربوط به ۳۲ ترکیب حاصل از تلاقی چهار لاین بازگردان باروری (R-217 و R-864، RN-137، RN-3) و ۸ لاین نر عقیم سیتوپلاسمی (CMS 156/1، CMS 51، CMS 19، CMS 60/30، CMS 1052/1، CMS 522/2، CMS 456/2

اشتباه معیار ترکیب‌پذیری خصوصی

$$SE_{sca} = \sqrt{\frac{(m-1) \times (f-1) \times MSe}{f \times m \times r}}$$

در روابط فوق f و m به ترتیب تعداد لاین‌های هر عقیم و لاین‌های بازگردان باروری می‌باشد.

محاسبات آماری مربوط به طرح لاتیس و تجزیه ترکیب‌پذیری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس تیمارها به روش طرح لاتیس ساده نشان داد که سودمندی طرح لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای همه صفات به‌استثنای وزن هزاردانه معنی‌دار بود و در نتیجه مقادیر اندازه‌گیری‌شده براساس روابط مربوطه تصحیح (نتایج طرح لاتیس آورده نشده است) و سپس نسبت به تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری اقدام شد.

نتایج نشان داد که دورگ‌های CMS19×R217، CMS1221/1×R137 و CMS19×R137 به ترتیب با ۷۰۰۸، ۵۵۴۵ و ۵۵۲۶ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند (جدول ۳)، هیبرید فرخ (شاهد) با ۵۴۱۲ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد دانه در رتبه چهارم قرار گرفت. تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری ترکیبات (جدول ۱) نشان داد که برای همه صفات مورد ارزیابی اثر لاین‌های بازگردان باروری و یا لاین‌های هر عقیم سیتوپلاسمی که معادل ترکیب‌پذیری عمومی می‌باشد معنی‌دار بود و این موضوع بیانگر اهمیت اثرات افزایشی در برنامه‌های به‌نژادی آفتابگردان می‌باشد. اهمیت اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل صفات زراعی مهم آفتابگردان قبلاً گزارش شده است [۴ و ۲۴] با این حال در برخی مطالعات بر اهمیت اثرات غالبیت در کنترل صفات زراعی در آفتابگردان تأکید شده است [۳۰].

نتایج تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری نشان داد که اثر لاین‌های بازگردان باروری برای صفت عملکرد دانه معنی‌دار نبود اما اثر لاین‌های هر عقیم در سطح یک درصد برای این صفت معنی‌دار بود. بنابراین سهم لاین‌های هر عقیم در تظاهر عملکرد دانه به مراتب بیش از لاین‌های بازگردان باروری بود (جدول ۲). در این خصوص نتایج متفاوتی ارائه شده است به‌طوری‌که در برخی مطالعات لاین‌های هر عقیم (والد مادری) سهم بیشتری در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه داشته‌اند [۷] و در برخی مطالعات سهم لاین بازگردان باروری (والد پدری) در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه بیشتر بوده است [۳]. اثر متقابل لاین×تستر که نماینده اثرات غالبیت ژنی می‌باشد برای عملکرد دانه معنی‌دار بود اما به‌طور کلی سهم اثر متقابل کمتر از سهم لاین‌های بازگردان باروری و لاین‌های هر عقیم بود. این نتایج نشان می‌دهد که در مورد صفت عملکرد دانه به‌عنوان مهم‌ترین صفت اصلاحی سهم اثرات افزایشی حاصل از لاین هر عقیم بیش از اثرات غالبیت بود با این حال سهم اثرات غالبیت در کنترل این صفت قابل توجه بود و به‌نظر می‌رسد این صفت تحت تأثیر اثرات دوگانه افزایشی و غیر افزایشی قرار دارد. سهم بیشتر اثر افزایشی مربوط به لاین‌های هر عقیم ممکن است به سبب اثرات مادری باشد. در یک مطالعه با بررسی ۱۰۹ لاین هر عقیم آفتابگردان در ترکیب با دو تستر نشان داده شد که برای عملکرد دانه سهم واریانس ترکیب‌پذیری عمومی بیش از واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی بود و نتیجه‌گیری شد که شناسایی هیبریدهای برتر آفتابگردان براساس اثرات ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های مادری امکان‌پذیر می‌باشد [۱۲]. در تحقیقات مختلف گاهی اثرات افزایشی ژن [۱۴، ۲۳ و ۳۴] و گاهی اثرات ژنی غیر افزایشی [۹، ۱۷، ۲۷ و ۲۹] مؤثر بر عملکرد دانه گزارش شده است. برخی محققان [۲، ۱۶، ۲۵، ۲۸ و ۳۵] اثرات

برآورد ترکیب‌پذیری و عمل‌ژن در برخی صفات زراعی لاین‌های آفتابگردان

دوگانه افزایشی و غیر افزایشی را برای عملکرد دانه گزارش داده‌اند. لاین‌های بازگردان باروری R137 و R864 و لاین‌نر عقیم CMS19 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای عملکرد دانه بودند (جدول ۳). لاین CMS19 در بسیاری از مطالعات همواره ترکیب‌پذیری خوب خود را برای عملکرد دانه نشان داده است [۵ و ۷].

در بین بازگردان‌های باروری دو لاین RN-137 و R-864 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای عملکرد دانه بودند. لاین بازگردان باروری RN3 از نظر عملکرد دانه دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی بود. در این آزمایش بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی برای عملکرد دانه متعلق به دورگ‌های CMS19×R217 و CMS و R217×456/2 بود (جدول ۵). میزان ترکیب‌پذیری عمومی برای عملکرد دانه از ۳۶۹/۶- در لاین بازگردان باروری

RN3 تا ۹۶۰ در CMS19 و در ترکیب‌پذیری خصوصی از ۱۳۷۴- تا ۱۲۵۸ متغیر بود و این تنوع نشان می‌دهد که تولید دورگ‌های با عملکرد بالا امکان‌پذیر می‌باشد.

در مورد میزان روغن دانه به‌عنوان یکی از صفات اصلاحی مهم در آفتابگردان، اثرات لاین‌های بازگردان باروری غیرمعنی‌دار و اثرات لاین‌های نر عقیم معنی‌دار بود. در تطابق با این نتایج، در برخی مطالعات دیگر بر نقش لاین‌های مادری در کنترل میزان روغن دانه اشاره شده است [۳۰]. اثرات غالبیت برای کنترل این صفت که حاصل اثرات متقابل لاین‌های نر عقیم و لاین‌های بازگردان باروری می‌باشد نیز معنی‌دار بود. بنابراین به‌نظر می‌رسد که همانند عملکرد دانه، میزان روغن دانه نیز تحت تأثیر اثرات دوگانه افزایشی و غالبیت می‌باشد و در این بین نقش لاین‌های نر عقیم پررنگ‌تر می‌باشد.

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ترکیب‌پذیری لاین‌های نر عقیم، لاین‌های بازگردان باروری و تلاقی آنها

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		میزان روغن دانه	میزان پروتئین دانه	میزان روغن	عملکرد دانه	وزن هزاردانه
تکرار	۱	۱۳/۴ ^{ns}	۵/۰ ^{ns}	۲۱۸۷۷ ^{ns}	۲۳۸۸۹ ^{ns}	۵۸/۹ ^{ns}
بازگردان باروری	۳	۱۳/۰ ^{ns}	۱۲/۴ ^{**}	۲۳۹۳۹۸*	۹۸۵۷۷۶ ^{ns}	۲۶۸/۴ ^{**}
لاین نر عقیم	۷	۵۴/۵ ^{**}	۲/۴ ^{ns}	۵۱۸۸۵۱ ^{**}	۱۳۳۱۵۰۴ ^{**}	۲۰۰/۰ ^{**}
تلاقی لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری	۲۱	۱۷/۸*	۲/۷*	۱۳۱۱۸۲ ^{ns}	۸۶۴۰۲۷*	۴۷/۱ ^{**}
اشتباه آزمایشی	۳۱	۷/۹	۱/۴	۷۲۴۸۹	۳۶۸۶۸۲	۱۷/۸
درصد ضریب تغییرات		۷/۱	۵/۹	۱۴/۴	۱۲/۹	۶/۱

ns, **, *: غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد.

جدول ۲. میانگین سهم (درصد) لاین‌های بازگردان باروری و نر عقیم و اثرات متقابل آنها در تظاهر صفات اندازه‌گیری‌شده

منابع تغییرات	میزان روغن دانه	میزان پروتئین دانه	عملکرد روغن	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	قطر طبق
بازگردان باروری	۰/۱۵	۰/۷۱	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۵۲
لاین نر عقیم	۰/۶۴	۰/۱۴	۰/۵۸	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۲۵
اثر متقابل	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۰۹	۰/۲۴

جدول ۳. میانگین صفات زراعی مهم دورگ‌های آفتابگردان به همراه شاهد‌ها

قطر طبق (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان پروتئین دانه	میزان روغن دانه	بازگردان باروری	لاین نر عقیم
۱۷/۶	۸۰/۶	۴۷۲۶	۲۱۱۶	۲۰/۹	۴۴/۷	RN-3	CMS 19
۱۹/۱	۶۶/۱	۵۵۲۶	۱۵۹۸	۲۱/۲	۳۳/۷	RN-137	CMS 19
۱۹/۳	۶۹/۵	۵۴۰۵	۱۷۷۲	۱۸/۷	۳۶/۴	R-864	CMS 19
۱۷/۳	۷۳/۴	۷۰۰۸	۹۶۳	۱۹/۹	۲۹/۷	R-217	CMS 19
۱۵/۸	۸۳/۳	۴۷۶۹	۱۶۳۳	۲۱/۲	۴۰/۳	RN-3	CMS 51
۱۸/۸	۶۹/۸	۴۹۰۳	۱۸۲۶	۲۱/۳	۴۰/۵	RN-137	CMS 51
۱۹/۳	۷۹/۸	۴۲۱۸	۱۸۴۳	۲۱/۵	۴۴/۶	R-864	CMS 51
۱۶/۹	۷۸/۲	۳۸۹۴	۱۷۸۹	۲۰/۹	۴۱/۱	R-217	CMS 51
۱۷/۵	۷۶/۳	۴۸۶۳	۱۷۶۱	۲۰/۶	۳۶/۵	RN-3	CMS 156/1
۱۶/۵	۸۱/۶	۳۴۸۶	۱۸۲۵	۲۰/۹	۳۳/۶	RN-137	CMS 156/1
۲۰/۵	۷۲/۱	۵۳۷۰	۲۳۵۲	۲۱/۳	۴۲/۵	R-864	CMS 156/1
۲۲/۵	۶۷/۶	۵۰۹۵	۲۰۲۰	۲۰/۲	۴۱/۲	R-217	CMS 156/1
۱۵/۰	۷۲/۷	۳۲۳۴	۱۴۰۴	۲۳/۸	۴۰/۳	RN-3	CMS 456/2
۲۲/۴	۷۴/۹	۴۵۸۰	۱۸۷۸	۲۰/۴	۴۱/۰	RN-137	CMS 456/2
۱۸/۳	۶۲/۰	۴۵۳۶	۱۷۳۲	۲۰/۱	۳۵/۸	R-864	CMS 456/2
۱۹/۴	۵۶/۰	۵۳۱۲	۱۹۰۶	۱۸/۸	۳۷/۱	R-217	CMS 456/2
۱۶/۱	۷۰/۳	۴۰۶۷	۲۰۳۳	۲۰/۸	۴۲/۲	RN-3	CMS 522/2
۱۸/۱	۶۹/۲	۴۸۵۴	۱۹۴۹	۲۱/۲	۳۵/۲	RN-137	CMS 522/2
۱۶/۹	۶۷/۰	۴۷۶۰	۲۳۳۹	۱۹/۳	۴۳/۳	R-864	CMS 522/2
۱۴/۸	۶۳/۹	۴۰۳۷	۱۸۷۲	۲۲/۹	۴۴/۴	R-217	CMS 522/2
۱۶/۲	۷۴/۶	۴۵۴۵	۲۰۷۶	۱۹/۴	۳۸/۶	RN-3	CMS 1052/1
۱۶/۷	۶۰/۰	۵۱۷۲	۱۶۵۳	۱۹/۶	۳۶/۱	RN-137	CMS 1052/1
۱۷/۵	۵۸/۴	۵۰۵۱	۱۹۳۳	۲۰/۴	۴۰/۶	R-864	CMS 1052/1
۱۶/۱	۶۰/۲	۴۱۳۴	۱۹۷۸	۱۹/۱	۳۹/۱	R-217	CMS 1052/1
۱۹/۵	۶۷/۵	۴۱۲۵	۲۲۴۲	۲۱/۱	۴۴/۹	RN-3	CMS 60/30
۲۰/۲	۶۶	۴۸۲۶	۱۷۳۶	۲۱/۲	۳۹/۹	RN-137	CMS 60/30
۱۷/۱	۶۸/۸	۴۹۹۲	۲۸۹۱	۱۷/۵	۴۱/۲	R-864	CMS 60/30
۱۷/۸	۵۷/۱	۴۴۳۹	۱۳۸۶	۱۹/۶	۳۵/۶	R-217	CMS 60/30
۱۸/۰	۷۵/۰	۴۳۵۸	۱۹۳۱	۱۹/۳	۳۸/۰	RN-3	CMS 1221/1
۲۲/۹	۶۶/۵	۵۵۴۵	۱۹۷۹	۱۸/۸	۳۷/۱	RN-137	CMS 1221/1
۱۷/۱	۶۶/۵	۴۳۵۰	۱۴۹۳	۱۷/۹	۳۶/۵	R-864	CMS 1221/1
۱۵/۱	۶۶/۲	۴۳۹۴	۱۶۰۱	۱۹/۲	۳۸/۵	R-217	CMS 1221/1
۱۷/۷	۶۴/۱	۵۴۱۲	۱۹۲۳	۱۹/۴	۳۶/۲		Farokh
۲۱/۲	۶۵/۶	۴۷۲۲	۲۰۷۷	۱۹/۸	۴۴/۰		SHF-81-90
۳/۶	۱۴/۸	۱۰۹۵	۵۱۵	۲/۲	۶/۵		LSD ($P \leq 0.05$)
۴/۸	۱۹/۸	۱۴۸۲	۶۹۱	۳/۰	۸/۷		LSD ($P \leq 0.01$)

برآورد ترکیب‌پذیری و عمل‌ژن در برخی صفات زراعی لاین‌های آفتابگردان

می‌باشد و اثر غالبیت در آن نقشی ندارد چرا که اثرات لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری برای این صفت معنی-دار و اثرات متقابل این دو غیرمعنی‌دار می‌باشد. محاسبه سهم اثرات افزایشی و غالبیت نشان می‌دهد که سهم لاین‌های نر عقیم به‌صورت قابل توجهی بیش از سهم لاین‌های بازگردان باروری و اثرات متقابل می‌باشد (جدول ۴). با این حال در برخی مطالعات چنین استنباط شده است که این صفت توسط هر دو آثار افزایشی و غیر افزایشی کنترل می‌شود [۱۴]. در مطالعه دیگری با استفاده از روش لاین در تستر ۲۰ رگه خالص آفتابگردان با سه تستر تلاقی داده شد و نتیجه‌گیری شد که قدرت ترکیب‌پذیری عمومی برای سه صفت اقتصادی در آفتابگردان یعنی عملکرد دانه، میزان روغن دانه و عملکرد روغن پایین بوده و این صفات به‌وسیله اثرات غیرافزایشی ژن‌ها کنترل می‌شوند [۱۵].

سایر محققین اثرات افزایشی را به‌عنوان اثرات اصلی کنترل‌کننده میزان روغن دانه در آفتابگردان بیان کرده‌اند [۱۳، ۱۹، ۲۰، ۲۸ و ۳۵]. نتایج نشان داد که در بین لاین‌های نر عقیم بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای این صفت متعلق به لاین‌های CMS19 و CMS60/30 بود و در بین لاین‌های بازگردان باروری بیشترین ترکیب‌پذیری برای این صفت متعلق به RN-864 بود. با این حال در برخی مطالعات CMS19 دارای ترکیب‌پذیری منفی برای میزان روغن دانه بود [۶]. بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای این صفت متعلق به دورگ CMS156/1×R-217 بود.

عملکرد روغن حاصل‌ضرب میزان روغن دانه و عملکرد دانه می‌باشد و یکی از صفات اصلی در به‌نژادی آفتابگردان می‌باشد. نتایج نشان داد این صفت تحت تأثیر اثرات افزایشی

جدول ۴. برآورد اثرات ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری

لاین نر عقیم	میزان روغن دانه	میزان پروتئین دانه	عملکرد روغن	عملکرد دانه	وزن هزارانه	قطر طبق
CMS 19	۳/۴	-۰/۵	۵۵۹	۹۶۰/۸	۳/۰	۰/۳
CMS 51	-۰/۸	۰/۸	-۱۴۶	-۲۵۹/۵	۸/۴	-۰/۳
CMS 156/1	-۱/۲	۰/۱	-۶۹	-۱/۹	۵/۰	۱/۲
CMS 456/2	-۳/۶	-۰/۵	-۲۴۷	-۲۸۹/۹	-۳/۰	۰/۸
CMS 522/2	-۱/۲	-۰/۳	-۱۶۸	-۲۷۵/۸	۱/۸	-۱/۵
CMS 1052/1	-۰/۷	-۰/۶	-۳۸	۲۰/۰	-۶/۱	-۱/۴
CMS 60/30	۴/۴	۰/۵	۱۵۲	-۱۰۹/۹	-۴/۶	۰/۶
CMS 1221/1	-۰/۲	۰/۵	-۴۳	-۴۳/۷	-۰/۹	۰/۳
SE_i	۰/۹	۰/۴	۸۹	۲۰۱/۰	۱/۴	۴/۸
لاین بازگردان باروری						
RN-3	-۰/۶	۰/۵	-۱۷۳	-۳۶۹/۶	۵/۶	-۱/۰
RN-137	-۰/۱	۰/۶	۴۴	-۱۵۶/۱	-۰/۱	۱/۳
R-864	۱/۳	۰/۲	۱۱۳	۱۲۹/۸	-۱/۴	۰/۲
R-217	-۰/۵	-۱/۳	۱۶	۸۳/۷	-۴/۱	-۰/۵
SE_j	۰/۶	۰/۲	۵۸	۱۳۱/۰	۰/۹۱	۳/۲

GCA: ترکیب‌پذیری عمومی، SE_i : اشتباه معیار ترکیب‌پذیری لاین‌های نر عقیم، SE_j : اشتباه معیار ترکیب‌پذیری لاین‌های بازگردان باروری.

همبستگی منفی بین میزان روغن دانه و میزان پروتئین دانه طبیعی است که لاین‌هایی که دارای بیشترین میزان پروتئین دانه هستند با لاین‌هایی که دارای بیشترین میزان روغن دانه هستند متفاوت باشند.

بهبود ژنتیکی وزن هزاردانه به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد دانه که معمولاً همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه دارد، می‌تواند موجب بهبود عملکرد دانه در آفتابگردان شود. نتایج تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری نشان داد که وزن هزاردانه بیشتر تحت تأثیر لاین‌های بازگردان باروری بود. این نتایج با نتیجه مطالعات برخی محققین [۱۴ و ۲۹] مطابقت دارد. در مطالعه دیگری [۱] گزارش گردید که برای کنترل وزن هزاردانه میزان واریانس افزایشی بیش از واریانس غالبیت می‌باشد و بنابراین برای اصلاح این صفت استفاده از روش کلاسیک اصلاحی (گزینش) قابل توصیه می‌باشد. درحالی‌که سایر محققین [۶ و ۸] اثرات توأم افزایشی و غیر افزایشی و برخی دیگر [۲۳] اثرات غیرافزایشی را برای کنترل وزن هزاردانه اعلام کردند. لاین CMS51 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت برای صفت وزن هزاردانه بود در عین حال این لاین از ترکیب‌پذیری منفی بالایی برای عملکرد دانه برخوردار بود. در بین بازگردان‌های باروری نیز لاین RN-3 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت برای وزن هزاردانه بود اما این لاین دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی برای عملکرد دانه بود.

در مورد میزان پروتئین دانه نتایج نشان داد که برخلاف میزان روغن دانه، که لاین‌های نر عقیم در کنترل آن نقش اساسی داشتند، لاین‌های بازگردان باروری نقش تعیین‌کننده‌تری نسبت به لاین‌های نر عقیم و اثرات متقابل دارند. با این حال اثرات متقابل نیز در مورد این صفت معنی‌دار شده و به‌نظر می‌رسد که این صفت نیز تحت تأثیر اثرات دوگانه افزایشی و غالبیت می‌باشد.

در بین لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری، همانند عملکرد دانه، بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای این صفت به‌ترتیب متعلق به لاین نر عقیم CMS19 و لاین بازگردان باروری R-864 بود. ترکیب‌پذیری مناسب CMS19 برای افزایش عملکرد روغن تحت شرایط طبیعی و تنش خشکی قبلاً نیز گزارش شده بود [۷]. این نتایج نشان می‌دهد که عملکرد دانه نقش مهم‌تری نسبت به میزان روغن دانه در تعیین عملکرد روغن دارد و به‌همین دلیل لاین‌هایی که ترکیب‌پذیری بالایی برای این دو صفت دارند مشابه هستند. اما این مطلب در خصوص اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی صادق نمی‌باشد و دورگ‌های دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی برای عملکرد دانه و عملکرد روغن یکسان نیستند. نتایج نشان داد که دورگ CMS6030×RN-3 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای عملکرد روغن بود درحالی‌که این دورگ برای عملکرد دانه دارای ترکیب‌پذیری خصوصی منفی بود (جدول ۵).

در مورد میزان پروتئین دانه نتایج نشان داد که برخلاف میزان روغن دانه، که لاین‌های نر عقیم در کنترل آن نقش اساسی داشتند، لاین‌های بازگردان باروری نقش تعیین‌کننده‌تری نسبت به لاین‌های نر عقیم و اثرات متقابل دارند. با این حال اثرات متقابل نیز در مورد این صفت معنی‌دار شده و به‌نظر می‌رسد که این صفت نیز تحت تأثیر اثرات دوگانه افزایشی و غالبیت می‌باشد. در یک مطالعه [۲۶] با بررسی ۳۶ هیبرید F1 که حاصل دورگ‌گیری بین شش لاین نر عقیم و شش لاین بازگردان باروری بود به نقش پررنگ اثرات غالبیت در کنترل میزان پروتئین دانه تأکید گردید با این حال اثر لاین‌های پدری و مادری نیز در تجزیه واریانس لاین×تستر برای میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود. لاین نر عقیم CMS51 و لاین بازگردان باروری RN-137 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای میزان پروتئین دانه بودند. با توجه به

برآورد ترکیب‌پذیری و عمل‌ژن در برخی صفات زراعی لاین‌های آفتابگردان

جدول ۵. اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌های بازگردان باروری و نر عقیم

لاین نر عقیم	لاین بازگردان باروری	میزان روغن دانه	میزان پروتئین دانه	عملکرد روغن	عملکرد دانه	وزن هزارانه	قطر طبق
CMS 19	RN-3	۲/۴	۰/۶	-۱۳۶	-۵۷۱	۲/۶	۰/۳
CMS 19	RN-137	-۴/۴	-۰/۳	۵۲	-۲۹۷	-۶/۲	-۰/۵
CMS 19	R-864	-۱/۲	-۲/۲	۱۴۹	-۳۹۱	-۱/۵	۰/۸
CMS 19	R-217	-۵/۶	-۰/۲	-۴۸۲	۱۲۵۸	۵/۱	-۰/۵
CMS 51	RN-3	۲/۶	۰/۸	۱۰۸	۶۹۲	-۰/۱	-۰/۸
CMS 51	RN-137	۲/۳	۱/۲	۱۷۱	۳۰۱	-۷/۸	-۰/۲
CMS 51	R-864	۱/۴	۰/۳	-۱/۷	-۳۵۸	۳/۴	۱/۳
CMS 51	R-217	۲/۴	-۰/۳	۱۳۹	-۶۳۶	۴/۵	-۰/۳
CMS 156/1	RN-3	-۰/۳	۰/۹	-۱۱۶	۵۲۹	-۳/۷	-۰/۷
CMS 156/1	RN-137	۲/۶	-۱/۳	۲۵۷	-۱۳۷۴	۷/۳	-۱/۴
CMS 156/1	R-864	۲/۱	۲/۸	-۴۳۵	۵۳۷	-۰/۹	۱/۰
CMS 156/1	R-217	۵/۱	۰/۱	۲۱۶	۳۰۸	-۲/۷	۳/۷
CMS 456/2	RN-3	-۲/۴	-۰/۴	-۹/۹	-۸۱۲	۰/۷	-۲/۷
CMS 456/2	RN-137	-۱/۵	-۱/۴	۳۵	۸	۸/۶	۲/۳
CMS 456/2	R-864	-۳/۰	-۰/۱	-۹۸	-۹	-۳/۰	-۰/۷
CMS 456/2	R-217	-۴/۲	-۰/۱	۸۲	۸۱۲	-۶/۳	۱/۲
CMS 522/2	RN-3	-۰/۹	-۰/۶	-۱۹۸	۷	-۲/۹	۰/۷
CMS 522/2	RN-137	۴/۳	۱/۷	۳۹	۲۶۸	۱/۷	۰/۳
CMS 522/2	R-864	-۱/۰	-۱/۱	۱۶۶	۲۰۰	۰/۸	۰/۲
CMS 522/2	R-217	-۱/۲	-۰/۲	-۷۸	-۴۷۶	۰/۴	-۱/۱
CMS 1052/1	RN-3	۱/۰	۰/۳	۱۲۲	۱۸۹	۵/۷	۰/۶
CMS 1052/1	RN-137	-۱/۰	-۰/۶	۳۷	۲۹۰	-۳/۲	-۱/۲
CMS 1052/1	R-864	-۰/۳	۰/۲	۱۱۲	۱۹۶	-۳/۵	۰/۶
CMS 1052/1	R-217	-۰/۸	۰/۳	-۲۰۰	-۶۷۵	۱/۰	۰/۰
CMS 60/30	RN-3	-۱/۱	-۱/۰	۴۵۰	۱۰۱-	-۳/۰	۱/۹
CMS 60/30	RN-137	-۲/۶	-۰/۱	-۳۴۹	۱۰۱	۲/۵	۱/۳
CMS 60/30	R-864	۰/۲	۰/۳	۱۲۰	۲۶۶	۵/۳	-۱/۸
CMS 60/30	R-217	۱/۷	۰/۴	۳۴۵	-۲۴۰	-۳/۷	-۰/۴
CMS 1221/1	RN-3	-۱/۳	-۰/۷	-۲۲۱	۶۶	۰/۸	۰/۸
CMS 1221/1	RN-137	۰/۲	۰/۹	-۲۴۳	۷۲۷	-۱/۹	۳/۳
CMS 1221/1	R-864	۰/۵	۰/۰	-۸۲	-۴۴۲	-۰/۷	-۱/۴
CMS 1221/1	R-217	۲/۵	۰/۱	-۲۲	-۳۵۲	۱/۷	-۲/۶
							<i>SE_{ij}</i>
							۱/۶
							۰/۷
							۱۵۴
							۳۴۹
							۲/۴
							۸/۴

SE_{ij}: اشتباه معیار ترکیب‌پذیری خصوصی.

در مورد صفت قطر طبق نیز اثرات دوگانه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌دار شد اما سهم اثرات لاین‌های بازگردان باروری در تظاهر این صفت به مراتب بیشتر بود. در مطالعه‌ای ترکیب‌پذیری صفات زراعی آفتابگردان با استفاده از تلاقی پنج اینبردلاین و چهار لاین بازگردان باروری محاسبه شده و لاین‌های بازگردان باروری سهم به مراتب بیشتری در کنترل قطر طبق داشتند [۳]. قطر طبق در مقایسه با سایر صفات زراعی مرتبط با عملکرد در آفتابگردان بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی و به‌ویژه تراکم بوته و طول دوره رشد قرار می‌گیرد و نقش اثرات ژنتیکی کمتر می‌باشد [۱۳]. با این حال هر دو اثرات افزایشی [۲۳] و غیر افزایشی [۱۹ و ۲۷] در کنترل ژنتیکی این صفت گزارش شده است.

به‌طورکلی نتایج نشان داد با توجه به نقش قابل توجه اثرات افزایشی در کنترل صفات مورد بررسی که در سایر مطالعات انجام گرفته‌شده نیز به آن اشاره شده است برای به‌دست آوردن دورگ مناسب باید حداقل یکی از والدین دارای ترکیب‌پذیری مناسب در جهت مطلوب صفت مورد نظر باشد. با توجه به عملکرد بالا و قابل توجه هیبرید CMS19×R217 توصیه می‌شود این هیبرید در آزمایشات تکمیلی مورد ارزیابی دقیق‌تر قرار گیرد. این ترکیب علاوه بر این‌که دارای بیشترین عملکرد بود از نظر ترکیب‌پذیری خصوصی نیز برای عملکرد دانه در رتبه اول قرار داشت. با توجه به ترکیب‌پذیری خوب CMS19 برای عملکرد دانه و روغن در این آزمایش، استفاده از این لاین در تولید هیبریدهای ایرانی کماکان قابل توجیه می‌باشد. از طرفی وجود تنوع زیاد در ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی مربوط به صفات زراعی مهم به‌ویژه عملکرد دانه و روغن نشان می‌دهد که می‌توان از این تنوع در راستای تولید ارقام هیبرید با عملکرد دانه و روغن بیشتر استفاده کرد. گزارش‌های متعدد و گاهی متفاوت در نحوه کنترل

در یک مطالعه [۲۶] با بررسی ۳۶ هیبرید F1 که حاصل دورگ‌گیری بین شش لاین نر عقیم و شش لاین بازگردان باروری بود به نقش پررنگ اثرات غالبیت در کنترل میزان پروتئین دانه تأکید گردید با این حال اثر لاین‌های پدری و مادری نیز در تجزیه واریانس لاین×تستر برای میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود. لاین نر عقیم CMS51 و لاین بازگردان باروری RN-137 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای میزان پروتئین دانه بودند. با توجه به همبستگی منفی بین میزان روغن دانه و میزان پروتئین دانه طبیعی است که لاین‌هایی که دارای بیشترین میزان پروتئین دانه هستند با لاین‌هایی که دارای بیشترین میزان روغن دانه هستند متفاوت باشند.

بهبود ژنتیکی وزن هزاردانه به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد دانه که معمولاً همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه دارد، می‌تواند موجب بهبود عملکرد دانه در آفتابگردان شود. نتایج تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری نشان داد که وزن هزاردانه بیشتر تحت تأثیر لاین‌های بازگردان باروری بود. این نتایج با نتیجه مطالعات برخی محققین [۱۴ و ۲۹] مطابقت دارد. در مطالعه دیگری [۱] گزارش گردید که برای کنترل وزن هزاردانه میزان واریانس افزایشی بیش از واریانس غالبیت می‌باشد و بنابراین برای اصلاح این صفت استفاده از روش کلاسیک اصلاحی (گزینش) قابل توصیه می‌باشد. درحالی‌که سایر محققین [۶ و ۸] اثرات توأم افزایشی و غیر افزایشی و برخی دیگر [۲۳] اثرات غیرافزایشی را برای کنترل وزن هزاردانه اعلام کردند. لاین CMS51 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت برای صفت وزن هزاردانه بود در عین حال این لاین از ترکیب‌پذیری منفی بالایی برای عملکرد دانه برخوردار بود. در بین بازگردان‌های باروری نیز لاین RN-3 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت برای وزن هزاردانه بود اما این لاین دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی برای عملکرد دانه بود.

۷. عارفی س، نبی‌پور ع و سمیع زاده ح (۱۳۹۴). ارزیابی ترکیب‌پذیری لاین‌های آفتابگردان از طریق تجزیه لاین در تستر در شرایط طبیعی و تنش خشکی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۵: ۱۱۵-۱۲۵.

۸. فرخی ا (۱۳۸۱) ترکیب‌پذیری عمومی و اثرات ژنی لاین‌های جدید بازگردان باروری در آفتابگردان. نهال و بذر. ۱۸ (۴): ۴۸۶-۴۷۰.

9. Bajaj RK, Aujla KK and Chahal GS (1997) Combining ability studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Crop improvement. 34: 141-146.
10. Batten, GD (1998) Plant analysis using near infrared reflectance spectroscopy: potential and the limitations. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38: 697-706.
11. Comstock RE and Robinson HF (1952) Estimation of average dominance of genes in heterosis, Iowa state college Press, Ames: 494-516.
12. Chigeza G, Mashingaidze K and Shanahan P (2014) Advanced cycle pedigree breeding in sunflower. II: Combining ability for oil yield it's components. Euphytica. 19:183-195.
13. Fick GN (1987) Sunflower. In: Rabbelen G, Downey RK and Ashri AD (Eds), Oilcrops of the world. Mc. Grow Hill.
14. Ghaffari M, Farrokhi I and Mirzapour M (2011) Combining ability and gene action for agronomic traits and oil content in sunflower (*Helianthus annuus* L.) using F1 hybrids. Crop Breeding Journal. 1(1): 73-84.
15. 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 18th International Sunflower Conference, Plata and Balcare, Argentina.
16. Kestlout JA, Heursel AJ, and Oawales FM (1985) Estimation of heritability and genetic variation in sunflower. Helia. 8: 17-20.
17. Khan H, Rahman H, Ahmad H, Ali H, and Alam M (2008) Magnitude of combining ability of sunflower genotypes in different environments. Pakistanian Journal of Botany. 40 (1): 151-160.
18. Hallauer AR and Miranda JB (1988) Quantitative genetic in maize breeding. Iowa State University. Press, Ames, Iowa, USA.

ژنتیکی صفات زراعی مهم در آفتابگردان در مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که پس‌زمینه ژنتیکی و تعداد والدین مورد استفاده در چنین مطالعاتی می‌تواند بر نتیجه اثرگذار باشد.

منابع

۱. اندرخور س و رامنه و (۱۳۹۲) ارزیابی قابلیت ترکیب‌پذیری و توارث‌پذیری صفات کمی و کیفی لاین‌های آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در مازندران. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۵ (۱۱): ۲۲-۳۳.
۲. پورداد س، ملک حسینی ر و حاتم‌زاده ح (۱۳۹۲) بررسی ترکیب‌پذیری عمومی رگه‌های خویش‌آمیخته و میزان هتروزیس دورگ‌های آفتابگردان در دو شرایط رطوبتی متفاوت. نشریه زراعت دیم ایران. ۱۱ (۴): ۸۳-۱۰۴.
۳. حسن زاده ف، تورچی م، مقدم واحد م، اهری‌زاد س و غفاری م (۱۳۹۵) برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری و اثرهای ژنی صفات زراعی در تعدادی از لاین‌های اینبرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.). نشریه تولید و برآوری محصولات زراعی و باغی. ۶ (۲۰): ۹۷-۱۰۸.
۴. رضایی زاد ع. و فرخی ا (۱۳۸۷) ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی اینبردلاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری آفتابگردان. نهال و بذر. ۱۸ (۱): ۸۳-۹۸.
۵. رضایی‌زاد ع و زارعی ا (۱۳۹۴) ترکیب‌پذیری برخی لاین‌های آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از نظر صفات مهم زراعی. مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۳۱ (۲): ۲۹۳-۳۰۶.
۶. سعیدی ق، رضایی ع، عباسی ع و فرخی ا (۱۳۸۸) مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۰ (۲): ۱۰۵-۱۱۳.

19. Hladni N, Miklic V, Jovic S, Kraljevic-Balalic M and Skoric D (2014) Mode of inheritance and combining ability for plant height and head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Genetika*. 46 (1): 159-168.
20. Hladni N, Terzic S, Miklic V, Jovic S, Kraljevic-Balalic M and Skoric D (2011) Gene effect, combining ability and heterosis in sunflower morphophysiological traits. *Helia*. 34 (55): 101-114.
21. Hu j, Seiler G and Kolle C (2010) Genetics, genomics and breeding of sunflower. CRC Press, New York, USA.
22. Laureti D, and Gatto AD (2001) General and specific combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*. 24 (34):1-16.
23. Machikowa T, Saetang C and Funpeng K (2011) General and Specific combining ability for quantitative characters in sunflower. *Journal of Agricultural Science*. 3(1): 75-84.
24. Memon S, Baloch MJ, Baloch GM, Jatoi, WAJ (2015) Combining ability through line 3 tester analysis for phenological, seed yield, and oil traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica*. 204:199-209.
25. Mihaljevic M (1988) Combining ability and heterosis in *Helianthus annuus* (wild). *Proceedings 12th International Sunflower Conference Noisad, Yugoslavia*. 963-968.
26. Nasreen S, Ishaque S, Khan MA, ud-din S and Gilani SM (2014) Combining ability analysis for seed proteins, oil content and fatty acids composition in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 27(3): 174-187.
27. Patil R, Goud IS, Kulkarni V and Banakar C (2012) Combining ability and gene action studies for seed yield and its components in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 3(3): 861-867.
28. Putt ED (1966) Heterosis, combining ability, and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower. *Canadian Journal of Plant Science*. 46:50-67.
29. 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.
30. Rathi SR, Nichal SS, Vaidya ER, Ratnaparkhi RD and Janjal SM (2016). Combining ability for yield contributing traits and oil content in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Tropical Agriculture*. 34(4): 1043-1049.
31. Sanchez DG, Baldini M, Charles DA and Vannozzi GP (1999) Genetic variances and heritability of sunflower traits associated with drought tolerance. *Helia*. 22(31): 23-34.
32. Schneiter AA and Miller JF (1981) Description of sunflower growth stage. *Crop Science*. 21: 901-903.
33. Singh RK and Chaudhary BD (1977) *Biometrical Methods in Quantitative genetics Analysis*. Kalyani Publisher, New Delhi. Ludhiana, 288 p.
34. Skoric DS and Mohnar I (2000) General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. *Proceeding 15th Sunflower conference, Toulouse, France*. 23-27.
35. Tyagi AP (1988) Combining ability of yield component and maturity trait in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Proceedings 12th International Sunflower Conference, Noisad, Yugoslavia*. 489-493.



**Breeding of Agronomic
and Horticultural Crop**
(Journal of Agriculture, University of Tehran)

Vol. 4 ■ No. 1 ■ Spring & Summer 2016

**Estimation of combining ability and gene action in some agronomic traits in
sunflower lines**

Abbas Rezaeizad^{1*}, Parastou Edalati², Ali Etminan³

1. Assistant Professor of Agricultural and Horticultural Research, Kermanshah Agricultural Research and Training Center, Kermanshah Iran, Research Organization, Iran.
2. Former M. Sc. Student of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Kermanshah Branch, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.

Received: November 06, 2016

Accepted: March 17, 2019

Abstract

In order to production of new hybrids and study of combining ability in some sunflower inbred and restorer lines, 32 sunflower hybrids derived from crossing between 4 restorer lines and 8 CMS lines were evaluated in 2012-2013 cropping season in Agricultural Research Station of Islamabsd-e-Gharb. Results showed that hybrids CMS19×R217, CMS1221/1×R137 and CMS19×R137 had the highest seed yield with 7008, 5545 and 5526 kg/ha, respectively. Hybrid farokh (check) with 5412 kg/ha located in forth rank. Variance analysis of combining ability showed that CMS lines and Interaction effect between restorer and CMS lines were statistically significant for grain yield. Restorers R137 and R864 along with CMS19 had the highest positive general combining ability for grain yield. The highest specific combining ability of grain yield belonged to hybrids CMS19×R217 and CMS 456/2× R217. Results showed that restorer lines had a great contribution in genetic control of some important agronomic traits such as 1000 kernel weight and head diameter. For oil yield, CMS and restorer effects were statistically significant but Interaction effect between restorer and CMS lines was not significant. Similar to grain yield, Restorer R864 and CMS19 had the highest positive general combining ability for oil yield. The hybrid CMS6030×RN-3 had the highest specific combining ability for oil yield. Generally, results showed markedly role of additive effects in control of evaluated traits.

Keywords: Additive effects, combining ability, dominant effects, tester.