

بررسی ترکیب پذیری و عمل ژنها در گندم نان در شرایط تنش خشکی با استفاده از تجزیه دی آلل

جعفر احمدی^۱، عباسعلی زالی^۲، بهمن یزدی صمدی^۳، علیرضا طالعی^۴، محمدرضا قنادها^۵ و عباس سعیدی^۶
۱، ۲، ۳، ۴، ۵، دانشجوی دوره دکتری، استادان و دانشیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
۶، استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۵/۲

خلاصه

برای مطالعه اثر ترکیب پذیری عمومی و خصوصی و نحوه عمل ژنها در شرایط تنش خشکی در ۶ لاین و دو رقم گندم نان از لحاظ صفات ارتفاع بوته، زمان خوشه دهی، طول ریشک، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن ۵۰۰ دانه و عملکرد دانه از یک طرح دی آلل کراس ۸×۸ یک طرفه استفاده گردید. در پائیز سال ۱۳۷۹ بذر ۲۸ دو رگ F1 به همراه ۸ والد آنها (جمعا ۳۶ ژنوتیپ) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران کشت گردید. نتایج تجزیه دی آلل بر اساس روش ۲ مدل B گریفینگ نشان داد که اثر ترکیب پذیری عمومی (GCA) برای کلیه صفات و ترکیب پذیری خصوصی (SCA) به استثناء صفت طول سنبله برای بقیه صفات در سطح آماری ۱٪ معنی دار است. نسبت میانگین مربعات GCA بر SCA در مورد کلیه صفات به غیر از صفت ارتفاع بوته معنی دار بود، نتیجه این که برای عملکرد دانه و سایر اجزای عملکرد بیشترین سهم واریانس ژنتیکی به واریانس افزایشی اختصاص دارد. بالا بودن سهم قابل توجه واریانس ژنتیکی افزایشی در صفات مذکور بیانگر بالا بودن میزان وراثت پذیری در این صفات بوده و زمینه انتخاب پاسخ دار برای این صفات را فراهم می سازد.

واژه های کلیدی: گندم نان، تجزیه دی آلل، ترکیب پذیری، عمل ژن، تنش خشکی.

مقدمه

بخش زیادی از اراضی کشت گندم در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. در این مناطق به علت کمبود آب، عملکرد گندم شدیداً کاهش می یابد. بر این اساس خشکی از عمده ترین خطرات برای تولید موفق محصولات زراعی در ایران و جهان است. بنابراین اصلاح کردن برای مقاومت به خشکی و حداکثر عملکرد هدفی مهم در برنامه های اصلاحی ملی و بین المللی است.

مطالعات ژنتیکی و دانستن نوع عمل ژن درگیر در بیان یک صفت و قدرت ترکیب پذیری در روش های اصلاحی جوامع گیاهی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به خصوص آنکه اطلاعات و مطالعه دقیق ترکیب پذیری می تواند در رابطه با

انتخاب روشهای اصلاحی و انتخاب لاین ها برای ترکیبات دورگی مفید واقع گردد. برآورد قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) با استفاده از تلاقی های دی آلل صورت می گیرد (۲).

بهره گیری از تجزیه دی آلل در اصلاح گندم عمدتاً در ارزیابی قابلیت ترکیب پذیری صفات کمی انجام گردیده و نتایج سودمندی در اختیار می باشد. فرشادفر (۱۳۷۵) در آزمایشی خصوصیات ژنتیکی مقاومت به خشکی در گندم را در قالب طرح آمیزشی دی آلل در دو محیط تنش زا روی ۱۵ صفت مورد مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت که بین ترکیب پذیری عمومی و خصوصی کلیه صفات اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد. در این بررسی همچنین مشخص شد که اثر متقابل محیط $GCA \times$

و محیط \times SCA برای کلیه صفات معنی‌دار می‌باشد. این مطلب بدان معناست که هر دو نوع عمل افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها نسبت به محیط تنش آبی حساس هستند. بورقی و پرین زین (۱۹۹۴) در آزمایشی در یک تلاقی دی‌آلل قابلیت ترکیب‌پذیری را برای عملکرد دانه، اجزای عملکرد و چندین صفت کمی مطالعه کردند و نشان دادند که اثرات GCA برای تمامی صفات اندازه‌گیری شده به جز تعداد دانه در سنبله به طور معنی‌داری بالا بودند، در حالی که اثرات SCA برای عملکرد دانه، ارتفاع بوته زمان خوشه‌دهی معنی‌دار بودند. همچنین ملاحظه گردید که برای اکثر صفات اندازه‌گیری شده مقادیر GCA از SCA بزرگتراند. سانگ وان و چادهاری (۱۹۹۹) در آزمایشی برای تجزیه قدرت ترکیب‌پذیری در گندم با دی‌آلل 9×9 نقش عمده عمل غیر افزایشی ژن را برای عملکرد دانه نشان دادند. همچنین در این بررسی صفت تعداد دانه در سنبله اهمیت مساوی از نظر عمل افزایشی و غیر افزایشی ژن نشان داد. خیرالله و همکاران (۱۹۹۳) در آزمایشی از طریق تلاقی دی‌آلل 6×6 صفات عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت در شرایط تنش آبی و غیر تنش را تجزیه ژنتیکی کردند و نتیجه گرفتند که مدل افزایشی - غلبه برای عملکرد دانه و بیوماس تحت شرایط غیر تنش کفایت می‌کند. همچنین نتیجه گرفتند که فوق غالبیت برای عملکرد دانه تحت شرایط بدون تنش و برای شاخص برداشت تحت هر دو شرایط تنش و غیر تنش عمل می‌کند. در این بررسی توارث‌پذیری عمومی برای همه صفات فوق تحت شرایط غیر تنش بالا بود، ولی تحت شرایط تنش آبی تنها صفت شاخص برداشت توارث‌پذیری متوسطی را نشان داد. ادواردز و همکاران (۱۹۷۶) در آزمایشی روی گندم، نحوه عمل ژن را در تعدادی از صفات مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تنها اثر افزایشی ژن برای ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته و وزن دانه معنی‌دار بودند، که نشان دهنده امکان اصلاح این صفات به واسطه گزینش در نسل‌های اولیه می‌باشد و نیز بیان کردند که زمان خوشه‌دهی و تعداد دانه در سنبله به وسیله اثرات افزایشی و غالبیت کنترل می‌شوند که بیانگر این مسئله هست که گزینش برای این صفت در نسل‌های بعدی موثر خواهد بود. قندی و همکاران (۱۳۷۶) در آزمایشی به منظور بررسی و مطالعه اثرات قدرت ترکیب‌پذیری عمومی، خصوصی و هتروزیس

در هشت رقم گندم، نتیجه گرفتند که واریانس قدرت ترکیب‌پذیری عمومی کلیه صفات در سطح یک درصد و واریانس قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی کلیه صفات به جز سه صفت تعداد سنبله در خوشه، تعداد دانه در خوشه و قطر دانه در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. نسبت $MS(GCA)/MS(SCA)$ در کلیه صفات به جز عملکرد دانه در هر گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شد و برای این صفت بیشترین سهم واریانس ژنتیکی، به واریانس غیر افزایشی اثرات ژن اختصاص داشته و در مورد بقیه صفات بیشترین سهم را واریانس افزایشی به خود اختصاص داد. جمالی و آینه (۱۳۷۹) در آزمایشی به منظور بررسی ژنتیکی چند صفت کمی در ۵ رقم گندم نان به روش دی‌آلل نشان دادند که بین ژنوتیپ‌ها از نظر طول ریشک، طول دم گل آذین، تراکم خوشه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین نتایج حاصله از تجزیه گریفینگ نشان داد که معنی‌دار شدن ترکیب‌پذیری عمومی برای کلیه صفات مذکور و معنی‌دار شدن ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات طول ریشک، طول دم گل آذین، تعداد دانه در خوشه نشان دهنده تفاوت معنی‌داری بین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ارقام برای صفات مذکور است. یلدریم و همکاران (۱۹۹۵) در آزمایشی روی گندم نان، والدین و ۱۵ هیبرید F1 حاصل از تلاقی دی‌آلل 6×6 آنها را برای شاخص برداشت و شش صفت مرتبط با عملکرد دانه ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که شاخص برداشت تحت کنترل عمل افزایشی و غالبیت ناقص ژن قرار دارد. همچنین همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری بین شاخص برداشت و عملکرد، وزن هزار دانه، طول سنبله و تعداد پنجه به دست آمد. کولاکو (۱۹۹۴) در آزمایشی که به منظور مطالعه گزینش برای عملکرد و اجزاء آن در جمعیت گندم پائیزه تحت شرایط تنش آبی انجام داد، نتیجه گرفت که بالاترین مقدار توارث‌پذیری مربوط به ارتفاع بوته، وزن دانه و طول خوشه می‌باشد. همچنین به علت تنش آبی توارث‌پذیری تعداد دانه در خوشه پایین بود. مارشال و صرافی (۱۹۹۶) در آزمایشی که به منظور آنالیز تعدادی از پارامترهای تولید در گیاه جو تحت شرایط تنش خشکی انجام دادند، وجود اثرات افزایشی ژن را در توارث وزن دانه، تعداد خوشه، وزن خوشه، تعداد دانه در خوشه اثبات کردند.

به معنی‌دار بودن واریانس ژنوتیپ‌ها تجزیه دی‌آل بر اساس روش ۲ مدل B (مختلط) گریفینگ (۱۹۵۶) به عمل آمد که بر این اساس مجموع مربعات ژنوتیپ به دو جزء ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) تفکیک شد. اثرات ترکیب‌پذیری عمومی برای هر لاین (gi) و ترکیب‌پذیری خصوصی برای هر دو رگ (Sij) محاسبه و آزمون معنی‌دار بودن آنها با استفاده از توزیع ای استیودنت انجام گردید. همچنین از تقسیم واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی و تست آن با آزمون F به طور تقریب نوع اثرات ژن‌ها مشخص گردید. با استفاده از روش‌های مدل گریفینگ (۱۹۵۶) مقادیر واریانس افزایشی و غالبیت و نیز وراثت‌پذیری خصوصی برای صفات مختلف برآورد گردید.

نتایج و بحث

میانگین صفات مورد ارزیابی والدین در جدول ۱ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، لاین ۵۲۴ و رقم سرداری به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین ارتفاع بوته را داشتند. لاین‌های ۵۵۹۳/۲ و ۵۸۰۶ به ترتیب بیشترین و کمترین طول سنبله را دارا بودند. بیشترین طول ریشک مربوط به لاین ۵۸۰۶ بود، که این صفت می‌تواند به عنوان عاملی مهم در پر شدن دانه در شرایط کم آبی در این لاین محسوب گردد. برای بقیه صفات نیز بیشترین و کمترین مقادیر در جدول ۱ مشخص می‌باشند.

با توجه به اینکه برای انجام موفقیت آمیز هر برنامه اصلاحی اطلاع از ساختار ژنتیکی ضروری می‌باشد، به همین دلیل این تحقیق با هدف بررسی قابلیت ترکیب‌پذیری و نیز نحوه کنترل صفات توسط ژن‌ها جهت انتخاب صحیح لاینها و ارقام در برنامه‌های اصلاحی صورت گرفت.

مواد و روشها

این بررسی در سال ۸۰-۱۳۷۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام گرفت. در این آزمایش ۶ لاین و ۲ رقم گندم پائیزه به شماره‌های ۵۵۹۳/۲، ۵۸۰۶-۶، ۷۱۰۷-۶، ۷۰۰۷-۲، ۶۴۵۲، ۴-۵۲۴ و نام‌های سرداری و شاه پسند به صورت طرح دی‌آل یک طرفه با یکدیگر تلاقی داده شدند و نتایج آنها به همراه والدین در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در کرت‌هائی به طول ۲ متر و عرض ۰/۵ متر در ۳ تکرار کشت شدند. پس از کشت، آبیاری مزرعه طی دو بار برای سبز کردن کامل گیاهان انجام گرفت و پس از آن تا زمان برداشت، متوقف شد تا شرایط تنش خشکی برای گیاه اعمال گردد. از ژنوتیپ‌های مزبور ۷ صفت کمی به منظور برآورد ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و نوع عمل ژن با استفاده از میانگین ۱۰ نمونه برای هر صفت مورد ارزیابی قرار گرفتند. این صفات عبارت بودند از ارتفاع بوته، تعداد روز تا خوشه‌هی، طول سنبله، طول ریشک، تعداد دانه در سنبله، وزن ۵۰۰ دانه و عملکرد دانه. نتایج به دست آمده بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس اولیه قرار گرفت و با توجه

جدول ۱- میانگین صفات مورد ارزیابی در ۶ لاین و دو رقم گندم والدین

والدین	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد روز تا ظهور خوشه	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول ریشک (سانتی‌متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن ۵۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه تک بوته (گرم)
۵۵۹۳/۲	۸۱/۲AB	۱۶۸/۷BC	۱۱/۵	۰/۵E	۳۹ AB	۱۸/۵ AB	۹/۶ B
۵۸۰۶-۶	۸۳/۶ AB	۱۶۵C	۸/۶ B	۷/۹ A	۴۳/۹	۲۰/۲ AB	۸/۵ B
سرداری	۷۲/۶B	۱۶۵C	۱۰/۴ AB	۴/۳BCD	۲۸/۵ B	۲۲/۶ A	۱۰/۷A
شاهپسند	۸۷/۹ AB	۱۷۲ AB	۱۱ AB	۲/۲DE	۴۶/۳	۲۱/۶ A	۱۰/۵ AB
۷۱۰۷-۶	۸۲/۳ AB	۱۶۶C	۱۰/۸ AB	۵/۴ABC	۴۲/۳ AB	۱۶/۵۳ B	۱۰/۷ A
۷۰۰۷-۲	۷۸/۳ AB	۱۷۴/۷A	۹/۷ AB	۶/۵ AB	۳۱/۸ AB	۱۶/۴ B	۱۰/۳ AB
۶۴۵۲	۸۵/۱ AB	۱۶۷/۷BC	۱۰/۴ AB	۰/۷E	۴۳/۱	۲۰/۱ AB	۱۱/۳ A
۵۲۴-۴	۹۱/۵A	۱۶۵C	۱۱/۱ AB	۲/۹CDE	۳۲/۶ AB	۱۷/۸ AB	۱۰/۴۷ AB

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشابه نیستند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$)

نیز حاکی از وجود اثر افزایشی و غیر افزایشی ژنها در شکل‌گیری صفاتی مانند ارتفاع بوته، زمان خوشه‌دهی، وزن دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و غیره می‌باشد.

اثرات ترکیب‌پذیری عمومی هر لاین (gi) برای صفات مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به معنی‌دار بودن (gi) در دو جهت مثبت و منفی در تمامی صفات، می‌توان اظهار داشت که والدین از قابلیت انتقال میزان بالا یا پائین هر صفت برخوردار هستند. بدین نحو که در مواردی که افزایش اندازه یک صفت مورد نظر باشد بایستی به مقادیر مثبت (gi) توجه گردد.

به دلیل معنی‌دار بودن اختلافات بین ژنوتیپ‌ها، برای تمام صفات تجزیه دی‌آلل انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد. معنی‌دار بودن ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) بدین معناست که صفات مورد مطالعه تحت تاثیر اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها می‌باشند. همانگونه که از جدول ۲ برمی‌آید، برای تمام صفات مقادیر میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی بیشتر از خصوصی می‌باشد که بیانگر این است که از نظر GCA، بین والدین از حیث تمام صفات تفاوت وجود دارد.

نتایج بررسی‌های دیگر (۴، ۶، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸)

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده و دی‌آلل برای صفات مورد ارزیابی در والدین و دو رگ‌های آنها

میانگین مربعات (Ms)							درجات آزادی	منابع تغییرات
عملکرد دانه تک بوته (گرم)	وزن ۵۰۰ دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	طول ریشک (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد روز تا ظهور خوشه	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)		
۲۵/۹**	۱۷/۹۵**	۲۷۶/۲**	۱۳/۲**	۲/۳**	۲۹/۶**	۸۷/۰۶**	۳۵	ژنوتیپ
۵۰/۲۴**	۵۳/۲**	۶۶۷/۸**	۴۷/۴**	۸/۳**	۱۰۹/۴**	۱۴۹/۶**	۷	ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)
۱۹/۹**	۹/۱**	۱۷۸/۴**	۴/۷**	۰/۸۴	۹/۷۱**	۷۱/۴**	۲۸	ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA)
۷۹/۹**	۶/۳	۲۳۰/۹**	۰/۸۲	۰/۶۷	۵/۳۶	۹۸/۶۵**	۲	بلوک
۹/۴	۲/۵	۲۰/۷	۰/۷۸	۰/۷۶	۲/۹۵	۲۳/۷۵	۷۰	خطا
۲۳/۴	۷/۱	۱۲/۳	۲۲/۶	۸/۲	۱/۰۲	۵/۸		%CV

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳- مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی (gi) والدین برای صفات مورد بررسی

والدین	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد روز تا ظهور خوشه	طول سنبله (سانتی‌متر)	طول ریشک (سانتی‌متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن ۵۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه تک بوته (گرم)
۵۵۹۳/۲	-۰/۸۹۲	۰/۰۴۲	۰/۳۵*	-۱/۸۵۲**	-۱/۲۵	-۰/۷۴۲**	۰/۱۷۷
۵۸۰۶-۶	-۱/۴۵۸	-۱/۶۲۵**	-۱/۱۵**	۲/۰۰۳**	-۷/۸۵۲**	-۰/۹۴۱**	-۲/۸۹۵**
سرداری	-۲/۸۹۲**	-۰/۸۲۳**	-۰/۰۶۲	۰/۴۵۴	-۲/۷۰۸**	۱/۷۱۲**	۰/۵۱۵
شاه‌پسند	۳/۴۳**	۲/۶۰۸**	۰/۶۴۷**	-۰/۵۷۲	۵/۰۱۸**	۰/۵۹۱*	۱/۴۸۲**
۷۱۰۷/۶	۰/۹۴۶	-۱/۳۵۸**	۰/۱۷۲	۰/۶۲	۱/۳۶۸	-۰/۶۲۷*	-۰/۲۷۵
۷۰۰۷/۲	-۱/۶۲۵	۲/۸۰۸**	-۰/۰۶۷	۰/۷۸۴	۳/۱۸۲**	-۱/۷۷۹**	۰/۵۳۱
۶۴۵۲	-۰/۳۸۱	۰/۶۴۲*	-۰/۰۶۴	-۱/۴۴۸**	۵/۸۹۵**	-۰/۲۳۷	۰/۶۶۶
۵۲۴-۴	۲/۸۵۳**	-۲/۲۹۲**	۰/۱۷۴	۰/۰۱	-۳/۶۲۵**	۲/۰۲۲**	-۰/۲۵۴
LSD _{0.05}	۱/۶۷	۰/۵۸۶	۰/۲۹۷	۰/۹۵۲	۱/۵۵۴	۰/۵۳۸	۱/۰۴۶
LDS _{0.01}	۲/۲	۰/۷۷۷	۰/۳۹۵	۱/۲۶۳	۲/۰۶۱	۰/۷۱۳	۱/۳۸۷
S.E(gi)	۰/۸۳۲	۰/۲۹۳	۰/۱۴۹	۰/۴۷۶	۰/۷۷۷	۰/۲۶۹	۰/۵۲۳

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

دو رگ دارای بالاترین مقادیر می‌باشند. این دو رگ به عنوان بهترین دو رگ از حیث عملکرد شناخته شد. لازم به ذکر است که از نظر صفت وزن دانه دو ترکیب (دو-رگ) ۱۵ و ۲۵ نیز دارای بالاترین مقادیر S_{ij} می‌باشند. با توجه به صحت پیش فرض‌های مدل گریفینگ (۱۱)، مبنی بر دیپلوئید بودن والدین، عدم وجود اثر سیتوپلاسم مادری و غیره، واریانس‌های افزایشی و غالبیت از طریق روابط $(\sigma^2_D = \sigma^2_{sca}, \sigma^2_A = 2\sigma^2_{gca})$ محاسبه

شده و از طریق آنها با توجه به رابطه $h^2 = \frac{\sigma^2_A}{\sigma^2_P}$ مقادیر

وراثت‌پذیری خصوصی برآورد گردید و به همراه نسبت $\frac{MS(GCA)}{MS(SCA)}$ نوع عمل ژن، بهترین ترکیب شونده عمومی و

بهترین ترکیب دو رگی برای هر یک از صفات مورد مطالعه در جدول ۵ آمده است. با توجه به این جدول بالا بودن معنی‌دار

نسبت $\frac{MS(GCA)}{MS(SCA)}$ ، بیشتر بودن سهم اثرات افزایشی ژن‌ها را

در مورد کلیه صفات به استثناء ارتفاع بوته را مشخص می‌کند که این امر دلیل بالا بودن میزان وراثت‌پذیری صفات مذکور گردیده است. بنابراین با توجه به این نتایج به دست آمده گزینش برای این صفات می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد و یا به اصطلاح پاسخ به گزینش در مورد این صفات می‌تواند دیده شود. گزارشات (۳، ۴، ۶، ۹، ۱۲، ۱۳) نیز قابل تطبیق با نتایج به دست آمده می‌باشند.

در جدول ۵ بهترین ترکیب شونده‌ها برای هر کدام از صفات و نیز بهترین دورگ‌ها معرفی شده است که با بهره‌گیری از این اطلاعات و سایر نتایج این تحقیق اصلاح کنندگان گندم خواهند توانست آگاهانه‌تر نسبت به طراحی برنامه‌های اصلاحی اقدام نمایند. در یک بررسی پیکت (۱۹۹۳) حداقل ۳۶ مقاله منتشر شده روی قابلیت ترکیب‌پذیری در گندم را مطالعه کرد و نتیجه گرفت که برای اکثر صفات کمی، ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) اهمیت بیشتری از ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) دارد و نیز مطابق با نتایج مطالعات (۱، ۴، ۶، ۸، ۱۷) نتایج آزمایشات حاضر نیز اهمیت بالاتر (GCA) را اثبات نمود.

همانگونه که از جدول ۳ ملاحظه می‌شود بالاترین و پائین‌ترین مقدار GI برای صفت ارتفاع بوته به ترتیب در رقم شاه پسند و رقم سرداری وجود دارد. بنابراین می‌توان از رقم شاه پسند جهت تولید دو رگی استفاده کرد که ارتفاع بوته بیشتری داشته باشد همچنین از رقم سرداری در جهت کاهش ارتفاع بوته در تولید دو رگ می‌توان استفاده نمود.

در مورد صفت طول ریشک همانطور که ملاحظه می‌شود بیشترین مقدار GI در مورد لاین ۵۸۰۶ می‌باشد. لذا با توجه به تاثیر مثبت طول ریشک در پر شدن دانه‌ها در شرایط خشکی می‌توان از این لاین در برنامه‌های دو رگیری برای تولید ارقام متحمل به خشکی در جهت افزایش طول ریشک و به طبع آن میزان عملکرد بالا بهره جست.

اثرات (GI) برای صفت تعداد دانه در سنبله که یکی از اجزای عملکرد می‌باشد در لاین‌های ۶۴۵۲، ۷۰۰۷-۲ و رقم شاه پسند دارای بالاترین مقادیر مثبت معنی‌دار است. لذا برای افزایش این جزء مهم عملکرد می‌توان از این لاین‌ها در برنامه‌های دو رگ‌گیری استفاده نمود.

برای صفت وزن ۵۰۰ دانه (یکی دیگر از اجزای مهم عملکرد) لاین ۵۲۴-۴ و رقم سرداری می‌توانند به عنوان بهترین ترکیب شونده‌ها از حیث افزایش این صفت در جهت مثبت محسوب شوند. برای صفت عملکرد دانه نیز رقم شاه پسند دارای بیشترین مقدار GI می‌باشد.

مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی دو رگ‌ها (S_{ij}) برای هر یک از صفات مورد بررسی به جز صفت طول سنبله به دلیل معنی‌دار نبودن میانگین مربعات SCA آن، در جدول ۴ ارائه شده است. برای هر کدام از صفات مورد بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و منفی معنی‌دار مشاهده می‌گردد که S_{ij} مثبت و منفی به ترتیب نشان دهنده میزان بالا و پائین آن صفت می‌باشد.

همانگونه که از جدول ۴ بر می‌آید، دو رگ ۹ (۶-۵۸۰۶ × شاه پسند) دارای بالاترین مقدار S_{ij} برای عملکرد دانه است. با توجه به اینکه ترکیب‌پذیری خصوصی صفت تعداد دانه در سنبله و وزن ۵۰۰ دانه (دو جزء مهم عملکرد) در همین

جدول ۴- مقادیر ترکیب پذیری خصوصی (Sij) دو رگ‌ها برای صفات مورد ارزیابی

دورگ‌ها	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد روز تا ظهور خوشه	طول ریشک (سانتی‌متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن ۵۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه تک بوته (گرم)
(۱) ۵۸۰۶×۵۵۹۳/۲	-۲/۷۴	-۲/۱۱*	-۰/۷۳	-۱۳/۱۳**	-۲/۸۳**	-۱/۴۱
(۲) ۶۱۶۹×۵۵۹۳/۲	۶/۶۹*	۰/۰۹۹	-۰/۹۳*	۳/۷۹	-۰/۸۳	۲/۴۱
(۳) ۵۵۹۳×شاه‌پسند	-۰/۲۹	۰/۶۵۶	-۰/۵۴	-۶/۴۹**	۱/۱۹	-۰/۰۲
(۴) ۷۱۰۷/۶×۵۵۹۳/۲	۶/۸۴**	-۰/۳۸	-۰/۲۸	۲/۴۹	-۱/۳۴	۲/۳۲
(۵) ۷۰۰۷/۲×۵۵۹۳/۲	-۰/۵۴	۱/۴۶	-۰/۲۱	۱/۴۷	۱/۴۶	-۱/۴۸
(۶) ۶۴۵۲×۵۵۹۳/۲	۱/۰۷	-۰/۰۴۴	-۰/۰۲	۴/۵۳	-۰/۹۱	۰/۴۱
(۷) ۵۲۴-۴×۵۵۹۳/۲	-۱/۱۰۵**	-۰/۵۶	-۰/۱۶	-۲/۳۹	-۰/۵۱	-۲/۳۸
(۸) ۵۸۰۶-۶×سرداری	۱/۴۸	-۰/۲۴۴	-۰/۴۸	-۱۰/۶۴**	-۰/۶۳	-۰/۴۲
(۹) ۵۸۰۶-۶×شاه‌پسند	۷/۸۳**	-۰/۳۴۴	-۱/۹۸**	۱۲/۳۷**	۲/۱۲*	۵/۲۱**
(۱۰) ۷۱۰۷-۶×۵۸۰۶-۶	-۳/۹۳	-۰/۷۱۱	-۰/۶۹	-۶/۵۲**	۲/۰۳*	-۲/۶۵
(۱۱) ۷۰۰۷-۲×۵۸۰۶-۶	-۲/۶۷	-۰/۴۶	-۰/۴۷	-۸/۴۹**	-۲/۴۳**	-۳/۲۸*
(۱۲) ۶۴۵۲×۵۸۰۶-۶	-۷/۹**	۲/۶۲**	-۰/۱۳	-۱۲/۵۴**	-۰/۱۱	-۴/۱۷*
(۱۳) ۵۲۴-۴×۵۸۰۶-۶	۱/۴۱	۱/۲۲	-۰/۲۳	-۶/۴۶**	-۲/۷۶**	-۱/۴۵
(۱۴) سرداری × شاه‌پسند	۴/۱۵	۲/۸۶**	۱/۲۵**	۱/۹۳	-۲/۰۹*	-۱/۰۷
(۱۵) سرداری × ۷۱۰۷-۶	-۵/۳۸*	-۰/۱۶	-۰/۳۸	-۲/۵۳	۲/۹۷**	-۴/۹۳**
(۱۶) سرداری × ۷۰۰۷-۲	-۴/۲۴	۱/۳۲	-۰/۸۹	۶/۰۹*	-۱/۷۱*	-۰/۰۴
(۱۷) سرداری × ۶۴۵۲	۵/۰۷۲	-۰/۱۶	-۰/۹۷*	۳/۲۲	-۰/۶۵	۱/۲۹
(۱۸) سرداری × ۵۲۴-۴	۲/۶۲	-۰/۳۴۴	-۰/۱۶	۴/۱۶	۱/۲۲	۱/۷۸
(۱۹) شاه‌پسند × ۷۱۰۷-۶	-۱/۹۳	۳/۰۶**	-۰/۱۳	۳/۷۵	-۲/۴۲**	۱/۸۷
(۲۰) شاه‌پسند × ۷۰۰۲-۲	۲/۷۷	-۴/۱۱**	-۳/۳۳**	-۴/۴۳	۱/۵۲	-۰/۸۴
(۲۱) شاه‌پسند × ۶۴۵۲	-۵/۶۹*	۳/۷۲**	۳/۴۹**	-۶/۵**	-۱/۲۲	-۲/۰۳
(۲۲) شاه‌پسند × ۵۲۴-۴	-۱/۸۲	-۲/۰۱*	۲/۰۶**	-۰/۷۴	-۰/۲۶	-۱/۴۴
(۲۳) ۷۰۰۷-۲×۷۱۰۷-۶	۲/۲۴	-۰/۱۴۴	-۰/۹۱*	۳/۴۵	-۰/۸۳	۱/۴۸
(۲۴) ۶۴۵۲×۷۱۰۷-۶	۵/۷۷*	-۱/۹۸**	-۰/۹۴*	-۱/۶۶	-۰/۵۱	-۱/۹۷
(۲۵) ۵۲۴-۴×۷۱۰۷-۶	۲/۶۵	-۰/۰۴	-۰/۲۹	-۴/۸*	۲/۴۷**	-۰/۱۵
(۲۶) ۶۴۵۲×۷۰۰۷-۲	-۰/۳۶	-۰/۸۶	-۰/۰۶	۵/۲۳*	-۰/۰۱	۲/۳۹
(۲۷) ۵۲۴-۴×۷۰۰۷-۲	۴/۹۱	-۰/۵۴	-۰/۶۳	۳/۵۴	-۰/۰۵	-۰/۲۳
(۲۸) ۵۲۴-۴×۶۴۵۲	-۳/۳۴	-۰/۷۱۱	-۰/۸۹	-۱/۲۸	-۱/۳۳	-۲/۱۹
	۵/۰۹	۱/۷۹	-۰/۹۱	۴/۷۵	۱/۶۴	۳/۱۹
	۶/۷۶	۲/۳۸	۱/۲۲	۶/۳۱	۲/۱۸	۴/۲۴
	۲/۵۵	-۰/۸۹۹	-۰/۴۶	۲/۳۸	-۰/۸۲۵	۱/۶

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۵- نسبت میانگین مربعات GCA به SCA، نوع عمل ژن، واریانس افزایشی، واریانس غالبیت، وراثت‌پذیری خصوصی، بهترین ترکیب شونده عمومی و بهترین ترکیب برای صفات مورد بررسی

صفات	MS(GCA) MS(SCA)	نوع عمل ژن	واریانس افزایشی	واریانس غالبیت	وراثت‌پذیری خصوصی (h ²)	بهترین ترکیب شونده عمومی	بهترین دو رگ (ترکیب)
ارتفاع گیاه	۲/۰۹	غیرافزایشی	۱۵/۶	۴۷/۶	۰/۱۸	شاه‌پسند ↑	۵۸۰۶-۶×شاه‌پسند ↑
تعداد روز تا ظهور خوشه	۱۱/۲**	افزایشی	۱۹/۹۴	۶/۸۱	۰/۶۷	سرداری ↓	۵۲۴-۴×۵۵۹۳-۶ ↓
طول سنبله	۹/۹**	افزایشی	۱/۵	۰/۰۸	۰/۶۴	شاه‌پسند	شاه‌پسند × ۶۴۵۲ ↑ شاه‌پسند × ۷۰۰۷-۲ ↓
طول ریشک	۱۰/۱**	افزایشی	۸/۷	۳/۹۲	۰/۶۵	شاه‌پسند	۵۸۰۶-۶×شاه‌پسند
تعداد دانه در سنبله	۳/۷**	افزایشی	۹۷/۸	۱۵۷/۷	۰/۳۵	۶۴۵۲ و شاه‌پسند	۵۸۰۶-۶×شاه‌پسند
وزن ۵۰۰ دانه	۵/۸**	افزایشی	۸/۸۲	۶/۶	۰/۴۹	۵۲۴ و سرداری	سرداری × ۷۱۰۷-۶
عملکرد دانه تک بوته	۲/۵۲*	افزایشی	۶	۱۰/۵	۰/۲۳	شاه‌پسند	۵۸۰۶-۶×شاه‌پسند

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. جمالی، س. و ص. آینه. ۱۳۷۹. بررسی ژنتیکی چند صفت کمی در پنج رقم گندم نان به روش دیال. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابل. ص ۳۳.
۲. طالعی، ع. ۱۳۷۵. بررسی میزان ترکیب‌پذیری و هتروزیس در ارقام گندم نان به روش دو رگ‌گیری دیال، مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۷ شماره ۲، ص ۶۷ تا ۷۵.
۳. فرشادفر، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه ژنتیکی مقاومت به خشکی در گندم. چکیده مقالات چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان. ص ۱۶.
۴. قندی، ا. زالی، ع. و پ. وجدانی. ۱۳۷۶. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مختلف به روش دیال کراس. مجله نهال و بذر. جلد ۱۳، شماره ۳. ص ۳۱ تا ۴۰.
۵. هنر نژاد، ر. ۱۳۷۵. برآورد اثر ژنها و ترکیب‌پذیری برخی از صفات کمی برنج به روش دیال. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۷، شماره ۲. ص ۴۵ تا ۵۷.
6. Borghi, B. and M. Perenzin. 1994. Diallel analysis to predict heterosis and combining ability for grain yield, Yield components and bread making quality in bread wheat (*T. aestivum*). Theor. And Applied Genet., 89: 7-8, 815-981.
7. Collaku, A. 1994. Selection for yield and its components in a winter wheat population under different environmental condition in Albania. Plant Breeding. 112: 1, 40-46.
8. Dasgupta, T., A. B., Mondal. 1988. Diallel analysis in wheat. Indian J. of Genet. And Plant Breed., 48: 2, 167-170.
9. Edwards, L. H., H. Keteta and E. L. Smith. 1976. Gene action of heading date, plant hight and other characters in two winter wheat crosses. Crop Sci., 16: 275-277.
10. Griffing, B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity, 10: 31-50.
11. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust J. Biol. Sci., 9: 463-493.
12. Kheirella, K. A., M. Defrawy and T. Sherif. 1993. Genetic analysis of grain yield, biomass and harvest index in wheat under drought stress and normal moisture conditions. Assiat. J. of Agric. Sci. 24: 163-183.
13. Marcial, I. and A. Sarrafi. 1996. Genetic analysis of some chlorophyll fluorescence and productivity parameters in barley (*H. vulgare*). Plant Breeding. 115: 339-342.
14. Pickett, A. A. 1993. Hybrid wheat results and problems. Poal Parey Scientific Publishers, Berlin Hamburg. Pp: 259.
15. Sangwan, V. P. and B. D. Chaudhary. 1999. Diallel analysis in wheat (*T. aestivum*). Annals of Biology Ludhiana, 15: 2, 181-183.
16. Sharma, S., K. Iqbal and K. P. Singh. 1980. Heterosis and combining ability in wheat. Crop Imp., 13(1): 101-103.
17. Singh, I. and R. S. Paroda. 1988. Partial diallel analysis of combining ability in wheat. Crop Imp., 15: 2, 115-118.
18. Yildirim, M., N. Budak and Y. Arshad. 1995. Inheritance of harvest index in a 6×6 diallel cross population of bread wheat. Cereal Research Communications, 23: 1-2, 45-48.

A Study of Combining Ability and Gene Effect in Bread Wheat Under Drought Stress Condition by Diallel Method

**J. AHMADI¹, A. A. ZALI², B. YAZDI-SAMADI³, A. TALAIE⁴,
M. R. GHANNADHA⁵ AND A. SAEIDI⁶**

**1, 2, 3, 4, 5, Ph.D. Student, Professors and Associate Professors,
Faculty of Agriculture, University of Tehran 6, Associate Professor, Seed and
Plant Improvement Institute, Karaj, Iran**

Accepted July. 24, 2002

SUMMARY

General and specific combining ability, and gene effect under drought stress in six lines and two cultivars of bread wheat were studied in an 8×8 parent diallel design. The 28 F1 hybrids and the eight parental lines were sown in a complete randomized block design with three replications at the Research Field of Agriculture Faculty of the University of Tehran during 2000-2001. Plant height, heading date, awn length, spike length, number of grains per spike, 500 kernel weight and grain yield were evaluated. Preliminary analysis of variance showed that differences due to genotypes were significant for all the traits. Diallel analysis was conducted using the mixed B model of method two of Griffing. The effect of general combining ability (gca) were highly significant for all the traits, while the specific combining ability (sca) effects were highly significant for all the traits except the spike length. The MS(GCA)/MS(SCA) was significant for all traits excluding the plant height. It was observed that the majority of the genetic variance in grain yield as well as yield components were due to additive gene action. Because of the high additive genetic variance of measured traits, heritability and the probability of successful selection of these characters is high.

Key words: Bread wheat, Diallel, Combining ability, Gene effect, Drought stress.