



"مقاله پژوهشی"

تجزیه دای آل عملکرد دانه و برخی از صفات مهم زراعی در گندم نان

حبیب اله سوقی^۱، سعید باقری کیا^۲ و منوچهر خدارحمی^۳

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران،
(نویسنده مسول: hab3asog@gmail.com)

۲- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
۳- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۹

صفحه: ۲۱ تا ۲۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: گندم یکی از مهمترین گیاهان زراعی جهان است که نقش اساسی در تامین امنیت غذایی ایفا می کند. در برنامه های اصلاحی گندم گزینش ژنوتیپ هایی با صفات مطلوب زراعی و پتانسیل بالای عملکرد، همواره اهداف به نژادگران گیاهی بوده است. افزایش کارایی گزینش برای عملکرد دانه وابسته به شناخت ژنتیکی از صفات مورفولوژیک و تأثیر این صفات بر عملکرد دانه است.

مواد و روش ها: به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی و قابلیت ترکیب پذیری های عمومی و خصوصی، شش رقم گندم نان شامل فلات، تجن، بولانی، احسان، مروارید و کنبیرد در یک بلوک تلاقی کشت شدند و تلاقی های مستقیم و معکوس بین شش رقم مذکور به منظور تولید نسل F1 انجام شد. نتایج حاصل از تلاقی به همراه والدین آن ها در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله گرگان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته ها: تجزیه واریانس به روش گریفینگ، تفاوت معنی دار آماری بین ژنوتیپ ها در تمام صفات مورد بررسی نشان داد. میانگین مربعات قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در اکثریت صفات از نظر آماری معنی دار بود. اثرات معکوس، مادری و غیر مادری برای صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک معنی دار بود. در صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، رقم احسان بیشترین قابلیت ترکیب پذیری عمومی را داشت و به عنوان والد مناسب برای بهبود ژنتیکی این صفات شناخته شد. دورگ مستقیم کنبیرد×بولانی بالاترین قابلیت ترکیب پذیری خصوصی را در صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت داشت و به عنوان بهترین دورگ در بهبود ژنتیکی صفات زراعی مطلوب با توجه قابلیت ترکیب پذیری خصوصی بالا در عملکرد و اجزای عملکرد تعیین شد. سهم واریانس افزایشی از واریانس ژنتیکی برای صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ظهور سنبله و طول پدانکل بیشتر از واریانس غالبیت بود. بیشترین درجه غالبیت به ترتیب مربوط به صفات تعداد سنبلچه در سنبله، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بود.

نتیجه گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که در نتایج تلاقی ها می توان نسبت به بهبود ژنتیکی صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ظهور سنبله و طول پدانکل در نسل های مقدماتی اقدام نمود، اما برای سایر صفات شامل عملکرد دانه و اجزای آن بایستی عمل گزینش به نسل های پیشرفته تر موقوف گردد.

واژه های کلیدی: اثر افزایشی، ترکیب پذیری، درجه غالبیت، عملکرد دانه، وراثت پذیری

مقدمه

اهمیت اقتصادی گندم و سهم آن در رژیم غذایی انسان بر کسی پوشیده نیست. گندم منبع اصلی نشاسته و انرژی در رژیم غذایی بسیاری از مردم جهان است، علاوه بر این مقدار قابل توجهی از پروتئین، ویتامین ها (بخصوص ویتامین های گروه B)، فیبرهای غذایی را برای بدن فراهم می کند (۳۶). عملکرد دانه مهم ترین صفت در گندم است که با توارث پیچیده چند ژنی، متأثر از اجزای فراوانی است (۴۱). از آنجایی که ترکیب مطلوبی از اجزای عملکرد می تواند عملکرد دانه را تعیین کند، واکاوی صفات مختلف مرتبط با عملکرد دانه و همچنین گزینش ژنتیکی والدین مناسب جهت استفاده در تلاقی ها در آغاز برنامه به نژادی ضریب موفقیت را افزایش می دهد (۱۲). به نژادگران به دنبال تولید ارقامی با عملکرد بالا از طریق تلاقی لاین های والدی با ترکیب پذیری خوب هستند (۱۷). آگاهی از قدرت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در ژنوتیپ های گندم و همچنین اطلاع از ماهیت و نحوه توارث و عمل ژن ها، باعث افزایش توانایی گزینش لاین های والدی مناسب، جهت شرکت در تلاقی ها شده و نحوه پیشبرد نسل و گزینش را در جمعیت های در حال تفرق تعیین می کند (۱۹). آزمون نتایج حاصل از تلاقی های دای آل به منظور برآورد عمل ژن ها در توارث صفات کمی و همچنین تعیین قدرت

ترکیب پذیری لاین های والدی صورت می پذیرد (۲۹). به منظور درک بهتر صفات مهم زراعی، مدل های آماری و سازوکارهای به نژادی متفاوتی توسعه یافته اند. روش گریفینگ (۹) یکی از روش های متداول آنالیز آزمون تلاقی دای آل است که اطلاعات ارزشمندی درباره توانایی والدین در انتقال صفات مطلوب زراعی به نتایج در اختیار به نژادگر قرار می دهد (۳۳،۴۵). در این روش تغییرات کل به ترکیب پذیری عمومی والدین و ترکیب پذیری خصوصی تلاقی ها تقسیم می شود (۴۲). در گیاهان خودگشن تلاقی ها به صورت دستی انجام گرفته که نیاز به مهارت بالایی دارد و مستلزم صرف زمان نسبتاً زیادی است؛ بنابراین برآورد ترکیب پذیری عمومی والدین پیش از هر گونه تلاقی، تعداد تلاقی ها و نتایج که باید غربالگری شوند را کاهش داده و سبب صرفه جویی در زمان و هزینه می شود (۲۹). گزینش ژنوتیپ های گندم با صفات مطلوب زراعی و پتانسیل بالای عملکرد، همواره اهداف به نژادگران گیاهی بوده است (۳). کارایی گزینش برای عملکرد وابسته به آگاهی از صفات مورفولوژیک و تأثیر این صفات بر عملکرد دانه است (۲۴). مقدار قابل توجهی از هتروزیس در گیاهان زراعی خودگشن مشاهده شده که اولین بار در گندم توسط فریمن (۷) گزارش شده است. قابلیت ترکیب پذیری و عمل ژن ها و

بلوک تلاقی کشت شد و تلاقی‌های مستقیم و معکوس بین شش رقم مذکور به‌منظور تولید نسل F1 انجام شد. شش والد مذکور به همراه ۳۰ نتاج F1 (۱۵ تلاقی مستقیم و ۱۵ تلاقی معکوس) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ کشت شدند. محل اجرای آزمایش ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله گرگان بود که در پنج کیلومتری شمال گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی واقع شده است. در این ایستگاه تحقیقاتی با توجه به آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی، میانگین سالانه درجه حرارت هوا، درصد رطوبت نسبی و مجموع میزان بارندگی به ترتیب ۱۸/۱ درجه سلسیوس، ۷۲/۴ درصد و ۴۸۴/۷ میلی‌متر می‌باشد.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، لولر و ایجاد فارو و کاشت آزمایش در آذرماه انجام گرفت. میزان کودهای شیمیایی مصرفی در هر مرحله رشدی گیاه بر اساس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تعیین شد. هر کدام از ۳۰ نتاج F1 و ۶ والد (در مجموع ۳۶ تیمار) در دو خط یک متری و روی یک پشته با فاصله ۶۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. به‌منظور کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ از علف‌کش آتلانتیس (Atlantis) با غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار در مرحله پنجه‌زنی استفاده شد.

نحوه توارث اجزای عملکرد در تلاقی‌های کامل (دوطرفه) دای آلل در گندم نان توسط سایر محققان مورد بررسی قرار گرفته است (۱۹۳۵، ۴۳). با بررسی یک آزمایش دای آلل کامل با شش ژنوتیپ مشخص شده است که واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در صفات ارتفاع بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، طول سنبله و وزن صد دانه از نظر آماری معنی‌دار بوده است، به‌طوری که هم اثر افزایشی و هم اثر غیر افزایشی در توارث این صفات نقش داشته‌اند (۳۷). اسحقی شمس‌آبادی و همکاران (۶) با بررسی برخی صفات مورفولوژیک در یک آزمایش دای آلل گزارش کردند که واریانس غیر افزایشی نقش بیشتری در اکثر صفات ایفا می‌کند. با توجه به اینکه برای افزایش ضریب موفقیت در برنامه‌های اصلاحی، اطلاع از ساختار ژنتیکی والدین ضروری است، این پژوهش با هدف تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، شناخت نحوه توارث صفات عملکرد دانه و اجزای آن و امکان تولید ترکیب‌های مناسب و انتخاب والدین برتر در برنامه‌های به‌نژادی گندم نان در اقلیم گرم و مرطوب شمال کشور انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط آزمایش

در پژوهش حاضر شش رقم تجاری گندم نان شامل فلات، تجن، بولانی، احسان، مروارید و کتیرد (جدول ۱) در یک

جدول ۱- شجره ارقام والد گندم نان در این مطالعه

Table 1. Pedigree of bread wheat parental cultivars in this study

شجره	تیپ رشد	نام رقم لاین	شماره ژنوتیپ
Kvz/Buho's//Kal/Bb=Ser82	بهاره	فلات	۱
Bow's//Nkt's	بهاره	تجن	۲
Landrace from Sistan and Baluchestan- Zabol	بهاره	بولانی	۳
SABUF/7/ALTAR 84/AE.SUARROSA (224)/YACRO/6/CROC_1/AE.SUARROSA (205) /5/ BR12*3/4/IAS55*4/CI114123/3/IAS55*4/EG,AUS/IAS55*4/ALD	بهاره	احسان	۴
Milan/Shah7	بهاره	مروارید	۵
CHUAN-MAI-18/BAGULA	بهاره	کتیرد	۶

انجام شد (۴۵). با استفاده از روابط زیر نیز نسبت ژنتیکی (۴) و درجه غالبیت (۲۰) محاسبه شد.

$$\text{Genetic ratio} = \frac{2\sigma_g^2}{2\sigma_g^2 + 2\sigma_s^2}$$

$$\text{Degree of Dominance} = \sqrt{\frac{2\sigma_D^2}{\sigma_A^2}}$$

نتایج و بحث

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس دای آلل به روش گریفینگ (جدول ۲) تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در صفت شاخص برداشت در سطح آماری پنج درصد و برای سایر صفات مورد بررسی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. این امر، بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و امکان گزینش بین آن‌ها می‌باشد؛ بنابراین در بین نتایج حاصل از این تلاقی‌ها می‌توان اقدام به گزینش ژنوتیپ‌های برتر با استفاده از پدیده هتروزیس نمود (۸). اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در سایر مطالعات دای آلل در گندم گزارش شده است (۴۰، ۳۲، ۸). میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری

صفات مورد ارزیابی

اندازه‌گیری صفات بر اساس برداشت جداگانه ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت بود. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، برداشت کرت‌های آزمایشی به روش دستی صورت گرفت و صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، طول پدانکل، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت نیز با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید.

محاسبات آماری

نرمال بودن خطاهای آزمایشی و همگنی واریانس‌های درون تیماری با آزمون کولموگوروف-اسیمرنوف (Kolmogorov-Smirnov) با استفاده از نرم‌افزار SPSS 26 مورد آزمون قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر مبنای روش اول (Method 1) گریفینگ با استفاده از مدل‌های اول و دوم آن به‌وسیله نرم‌افزار SAS 9 و بر اساس دستور پیشنهادی ژانگ و کنگ

استفاده كرد كه به ترتيب ارتفاع بيشتر و كمترى داشته باشد. در مورد صفت طول پدانكل بيشترين مقدار تركيب پذيرى عمومى در مورد رقم مرواريد بود (جدول ۳). لذا با توجه به تاثير مثبت طول پدانكل در پر شدن دانه ها در شرايط تنش خشكى (۲۶) مى توان از اين لاین در برنامه هاى دورگ گيرى براى توليد ارقام متحمل به خشكى در جهت افزايش طول پدانكل و در نتيجه براى ميزان عملکرد دانه بهره جست. در صفات عملکرد بيوپلوژيك و عملکرد دانه رقم احسان بيشترين مقدار تركيب پذيرى را داشت، در حاليكه رقم فلات كمترين ميزان تركيب پذيرى عمومى را نشان داد؛ بنابراین براى افزايش عملکرد دانه و عملکرد بيوپلوژيك از رقم احسان مى توان استفاده كرد. شاخص برداشت در رقم تجن بيشترين و در رقم بولانى كمترين مقدار را به خود اختصاص دارد. به طور متضادى در صفات تعداد روز تا ظهور سنبله و وزن صد دانه بيشترين و كمترين مقادير تركيب پذيرى عمومى به ترتيب به ارقام بولانى و تجن اختصاص داشت. در صفت تعداد دانه در سنبله بيشترين تركيب پذيرى عمومى مربوط به رقم مرواريد و كمترين مقدار مربوط به رقم بولانى بود (جدول ۳).

عمومى براى تمامى صفات به جز تعداد سنبلچه در سنبله و ميانگين مربعات قابليت تركيب پذيرى خصوصى نيز براى تمامى صفات به جز تعداد دانه در سنبله بسيار معنى دار بود كه نشان دهنده اهميت هر دو اثرات افزايشى و غالبيت ژن ها در توارث صفات مورد مطالعه است (۸). اثر معكوس براى صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بيوپلوژيك و وزن صد دانه معنى دار بود كه نشان دهنده تفاوت بين تلاقى هاى مستقيم و معكوس در صفات مورد نظر است. همچنين در صفات مذكور به استثنای وزن صد دانه كه در آن فقط اثر مادري معنى دار بود، هر دو اثر مادري و غير مادري بسيار معنى دار برآورد شد (جدول ۲) كه نشان دهنده تاثير ژن هاى هسته اى و سيتوپلاسمى در تظاهر اين صفات است. در جدول شماره ۳ مقادير قدرت تركيب پذيرى عمومى (GCA) والدين به روش گريفينگ براى صفات مورد مطالعه ارائه شده است كه مقادير آن بيانگر بهترين ارقام مورد مطالعه جهت کاهش يا افزايش صفات مختلف در تلاقى است. بالاترين مقدار تركيب پذيرى عمومى براى صفت ارتفاع بوته به رقم بولانى و كمترين آن به رقم تجن اختصاص داشت؛ بنابراین مى توان از رقم بولانى و تجن جهت توليد دورگى

جدول ۲- تجزيه واريانس برخى از صفات كمى گندم نان در تلاقى داى آلل كامل ۶×۶

Table 2. Analysis of variance for some of bread wheat quantitative traits in a 6×6 complete diallel crosses

منابع تغيير	درجه آزادى	ارتفاع بوته	تعداد روز تا ظهور سنبله	عملکرد بيوپلوژيك	عملکرد دانه	شاخص برداشت	طول پدانكل	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن صد دانه
تكرار	۲	۵۱/۵۹	۲/۰۱	۱۵۷/۲۰	۲۸/۶۲	۲۱/۳۹	۲/۹۵	۰/۰۸	۲۵/۱۵	۹/۵۹
ژنوتپ	۳۵	۱۹۸/۷۳**	۳۹/۹۰**	۹۹۴/۴۹**	۱۶۲/۰۵**	۳۱/۹۳*	۲۵/۷۷**	۳/۹۴**	۱۵۵/۹۷**	۴۵/۴۵**
تركيب پذيرى عمومى	۵	۱۱۰۳/۰۵**	۸۸/۸۳**	۱۰۰۸/۱۸**	۱۲۱/۵۶**	۸۹/۲۴**	۱۱۲/۶۰۳**	۲/۴۳ ^{ns}	۲۷۵/۶۹**	۳۱/۶۱**
تركيب پذيرى خصوصى	۱۵	۷۰/۷۶**	۲۷/۰۳**	۱۲۶۹/۰۹**	۲۱۶/۱۲**	۳۴/۱۰**	۱۵/۲۷۱*	۶/۲۳**	۱۸۴/۷۰**	۷۹/۲۴**
اثر معكوس	۱۵	۲۵/۲۳ ^{ns}	۱۳/۱۳**	۷۱۵/۳۱**	۱۲۱/۴۷**	۱۰/۶۳ ^{ns}	۶/۹۸۵ ^{ns}	۲/۱۸ ^{ns}	۸۷/۳۳ ^{ns}	۱۶/۲۸**
اثر مادري	۵	۲۰/۵۷ ^{ns}	۲۰/۱۲**	۵۲۲/۵۵**	۱۲۲/۶۶**	۱۰/۱۸ ^{ns}	۸/۳۲۵ ^{ns}	۳/۹۴*	۹۸/۹۴ ^{ns}	۱۰/۳۸ ^{ns}
اثر غير مادري	۱۰	۳۷/۵۷ ^{ns}	۹/۶۴**	۷۸۶/۶۹**	۱۲۰/۳۸**	۱۰/۸۵ ^{ns}	۶/۳۱۶ ^{ns}	۱/۳۰ ^{ns}	۸۱/۵۳ ^{ns}	۱۹/۲۳**
خطا	۷۰	۱۷/۶۷	۰/۹۴	۱۷۲/۶۹	۳۰/۱۵	۷/۳۳	۷/۶۴	۱/۳۹	۶۴/۴۶	۵/۸۸
ضريب تغييرات	-	۴/۰۵	۰/۷۲	۲۴/۶۹	۲۷/۷۴	۷/۳۷	۷/۹۰	۶/۰۶	۱۵/۲۳	۵/۱۲

*، ** و ns: به ترتيب معنى دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و غير معنى دار

جدول ۳- مقادير تركيب پذيرى عمومى براى صفات مورد بررسى در شش والد گندم نان

Table 3. General combining ability for evaluated traits in six parents of bread wheat

والد	ارتفاع بوته	تعداد روز تا ظهور سنبله	عملکرد بيوپلوژيك	عملکرد دانه	شاخص برداشت	طول پدانكل	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن صد دانه
فلات	-۱/۶۰*	۰/۱۰ ^{ns}	-۷/۵۰**	-۲/۹۷**	-۰/۱۹ ^{ns}	-۱/۲۹**	۰/۰۵ ^{ns}	-۱/۶۰ ^{ns}	-۰/۵۵ ^{ns}
تجن	-۵/۶۹**	-۲/۵۶**	-۳/۱۱ ^{ns}	-۰/۲۴ ^{ns}	۱/۶۶**	-۰/۶۶ ^{ns}	-۰/۲۱ ^{ns}	۱/۷۶ ^{ns}	-۱/۲۷**
بولانى	۹/۴۵**	۱/۸۸**	۴/۱۹*	۰/۳۶ ^{ns}	-۲/۱۸**	۱/۱۶**	-۰/۴۰*	-۳/۳۰**	۱/۲۰**
احسان	-۱/۱۶ ^{ns}	۱/۰۲**	۵/۰۱*	۲/۲۸**	۰/۸۴*	۰/۳۱ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	-۲/۱۶ ^{ns}	۰/۹۵*
مرواريد	۳/۱۸**	۰/۵۲**	-۳/۱۹ ^{ns}	-۰/۸۳ ^{ns}	۰/۹۳*	۲/۷۰**	۰/۳۳ ^{ns}	۳/۸۹**	-۰/۳۵ ^{ns}
كتبيرد	۴/۱۹**	-۰/۹۵**	۴/۶۱*	۱/۴۰ ^{ns}	-۰/۴۵ ^{ns}	-۰/۲۳**	۰/۱۴ ^{ns}	۱/۴۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}

*، ** و ns: به ترتيب معنى دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و غير معنى دار

مى شود (۲۹). سوقى و همكاران (۳۷) در يك تلاقى داى آلل كامل ۶×۶، رقم احسان را بهترين تركيب شونده با بالاترين قابليت تركيب پذيرى عمومى براى عملکرد دانه و عملکرد

برآورد تركيب پذيرى عمومى والدين پيش از هر گونه تلاقى، تعداد تلاقى ها و نتاجى كه بايد غربالگرى شوند را کاهش داده و سبب صرفه جويى در زمان و هزينه در برنامه هاى به نژادى

۸۷ درصد بود که بیانگر آن است که عمل افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات نقش بالاتری دارند. این موضوع توسط نزدیکی نسبت‌های ژنتیکی به یک نیز قابل تأیید بود (جدول ۵).

وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی صفت ارتفاع بوته نیز به ترتیب ۹۸ و ۹۵ درصد بود که در گروه با وراثت‌پذیری بالا طبقه‌بندی شد. در واقع توارث عمومی بالای ارتفاع بوته که حاکی از تأثیر نسبتاً کم عوامل محیطی بر این صفت و کارایی‌گزینش مستقیم برای آن است. در سایر مطالعات روی گندم نان، قابلیت وراثت‌پذیری خصوصی و عمومی بالایی برای ارتفاع بوته گزارش شده است (۳۹،۳۷،۱۳).

وراثت‌پذیری عمومی و وراثت‌پذیری خصوصی در صفت تعداد روز تا ظهور سنبله به ترتیب ۹۰ و ۵۲ درصد بود که نشان‌دهنده سهم بیشتر واریانس افزایشی در کنترل این صفت است. این موضوع با گزارش احمدی و همکاران (۲) در یک آزمایش نیمه دای آلل با مطالعه تلاقی‌های هشت والد گندم نان مطابقت دارد. همچنین وراثت‌پذیری عمومی و وراثت‌پذیری خصوصی در صفت طول پدانکل به ترتیب ۵۵ و ۴۷ درصد برآورد شد که بیانگر سهم بالای واریانس افزایشی از واریانس ژنتیکی است.

وزن صد دانه یکی از اجزای مهم عملکرد گندم بوده و تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه از نظر پتانسیل تولید تعداد دانه در سنبله، رقابت دانه‌ها به‌عنوان مخازن اصلی گیاه، طول دوره پر شدن دانه و شرایط محیطی قبل و بعد از گرده‌افشانی و اثرات متقابل آن‌ها دارد (۳۴). در صفت وزن صد دانه تعلق حدود ۹۵ درصد از واریانس ژنتیکی به واریانس غالبیت نشان‌دهنده این است که سهم اثر غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی وزن صد دانه به‌مراتب بیشتر از اثر افزایشی آن‌ها است (جدول ۵).

در مورد وزن صد دانه گزارش‌های متناقضی وجود دارد؛ در برخی مطالعات عمل غالبیت ژن‌ها برای کنترل این صفت گزارش شده است (۲۸،۲۱،۵،۸) در حالیکه در برخی دیگر از مطالعات بیشتر روی عمل افزایشی ژن‌ها تأکید شده است (۳۷،۱۰). وراثت‌پذیری عمومی و وراثت‌پذیری خصوصی در صفت وزن صد دانه به ترتیب ۹۹ و ۵ درصد برآورد شد. اختلاف زیاد این دو برآورد نیز حاکی از سهم بیشتر واریانس غالبیت در کنترل ژنتیکی این صفت است (۱۴)؛ بنابراین برای تصمیم‌گیری برای انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس قدرت ترکیب‌پذیری عمومی باید با احتیاط بیشتری صورت پذیرد. بیشترین درجه غالبیت به ترتیب مربوط به صفات تعداد سنبلچه در سنبله، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله بود (جدول ۵). از همین رو به‌طور کلی در صفات مذکور وراثت‌پذیری عمومی بالای ۸۹ درصد و وراثت‌پذیری خصوصی زیر ۲۳ درصد مشاهده گردید (جدول ۵).

بیولوژیک معرفی کردند. در آزمایشی نیمه دای آلل با تلاقی‌های نه ژنوتیپ گندم، رقم الوند بهترین ترکیب‌پذیر عمومی از نظر صفات عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن سنبله اصلی و وزن هزار دانه معرفی شد (۱۱). به‌طور کلی در گزارش‌های مختلف دای آلل گندم در کشور با بررسی صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، ارقام و لاین مختلفی به‌عنوان مناسب‌ترین والد‌ها در جهت بهبود صفات مهم زراعی معرفی شده‌اند. به‌طوری که مختاری‌فر و همکاران (۲۲) رقم قدس، رامشینی و همکاران (۲۷) ژنوتیپ WS-82-9، رقم سرداری و رقم کویر، عبدی و همکاران (۱) رقم گاسپارد و ضابط و همکاران (۴۴) رقم بک‌کراس روشن را به‌عنوان والدین مناسب با بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای بهبود ژنتیکی صفات مطلوب زراعی در مقایسه با سایر ارقام و لاین‌های ارزیابی شده در هر مطالعه پیشنهاد داده‌اند.

مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) دورگ‌ها برای هر یک از صفات مورد بررسی در جدول شماره ۴ ارائه شده است. برای هر کدام از صفات مورد بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و منفی معنی‌دار مشاهده شد که ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و منفی به ترتیب نشان‌دهنده میزان بالا و پائین آن صفت است. با توجه به نتایج، دورگ مستقیم کتبیرو×بولانی دارای بالاترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. با توجه ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت دورگ مستقیم کتبیرو×بولانی برای سایر اجزای عملکرد شامل تعداد سنبلچه در سنبله و وزن صد دانه، این دورگ به‌عنوان بهترین دورگ در بهبود ژنتیکی صفات زراعی مطلوب شناخته شد. علاوه بر این به‌طور کلی با در نظر گرفتن صفات عملکرد و اجزای آن، دورگ‌های مستقیم کتبیرو×تجن، معکوس احسان×تجن و معکوس مروارید×تجن نسبت به سایر تلاقی‌ها وضعیت مطلوب‌تری داشتند (جدول ۴). در مطالعه سوقی و خدارحمی (۳۷) تلاقی دورگ احسان × مهرگان بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی را برای عملکرد دانه داشت و با توجه به اینکه ترکیب‌پذیری خصوصی صفات وزن صد دانه و وزن دانه در سنبله نیز در دورگ مذکور بالا بود، به‌عنوان بهترین دورگ از حیث عملکرد دانه شناخته شد. اسحق‌شمس‌آبادی و همکاران (۶) نیز تلاقی احسان در لاین N-92-9 را به‌عنوان دورگی با بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی گزارش کردند.

برآورد واریانس‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، اجزاء واریانس‌های فنوتیپی و ژنوتیپی و وراثت‌پذیری در جدول ۵ نمایش داده شده است. سهم واریانس افزایشی از واریانس ژنتیکی برای صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ظهور سنبله و طول پدانکل بیشتر از واریانس غالبیت بود. سهم واریانس افزایشی از واریانس ژنتیکی برای صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ظهور سنبله و طول پدانکل به ترتیب ۹۷، ۵۸ و

جدول ۴- مقادير تركيب پذيرى خصوصى (SCA) دورگ‌ها براى صفات مورد ارزايى

نوع تلاقى	دورگ	ارتفاع بوته	تعداد روز تا ظهور سنبله	عملکرد بيوپلوژيك	عملکرد دانه	شاخص برداشت	طول پدانكل	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن صد دانه
	فلات×تجن	۰/۶۹ ^{ns}	۲/۹۰ ^{ns}	۱۲/۰۷ ^{ns}	۵/۸۴ ^{ns}	۲/۷۱ ^{ns}	۱/۳۱ ^{ns}	۱/۰۶ ^{ns}	۶/۸۳ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}
	فلات×بولانى	۳/۲۱ [*]	-۲/۰۵ ^{ns}	-۴/۷۹ ^{ns}	-۱/۶۸ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	۱/۳۸ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	۲/۵۵ ^{ns}	-۰/۲۷ ^{ns}
	فلات×احسان	-۳/۵۱ [*]	-۱/۰۲ ^{ns}	-۲/۲۳ ^{ns}	-۰/۸۷ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	-۱/۷۱ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	-۱/۲۶ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}
	فلات×مرواريد	۴/۴۹ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}	-۴/۸۳ ^{ns}	-۲/۱۵ ^{ns}	-۰/۹۵ ^{ns}	-۰/۵۹ ^{ns}	-۰/۸۰ [*]	-۷/۶۹ ^{ns}	-۲/۳۴ ^{ns}
	فلات×كتيبرد	-۵/۴۳ ^{ns}	۲/۷۳ ^{ns}	۱۱/۶۷ ^{ns}	۳/۱۵ ^{ns}	-۱/۱۸ ^{ns}	-۰/۷۵ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}	-۲/۷۹ ^{ns}	-۰/۲۳ ^{ns}
	تجن×بولانى	-۴/۵۴ ^{ns}	۳/۲۹ ^{ns}	۱/۷۶ ^{ns}	۱/۰۲ ^{ns}	۱/۲۵ ^{ns}	-۰/۴۵ ^{ns}	۱/۶۸ ^{ns}	۹/۰۲ ^{ns}	-۰/۳۴ ^{ns}
	تجن×احسان	۲/۴۱ ^{ns}	۲/۱۵ ^{ns}	۴/۵۱ ^{ns}	۲/۱۵ ^{ns}	-۰/۸۶ ^{ns}	-۰/۰۰ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	-۰/۱۳ ^{ns}	۳/۹۱ ^{ns}
	تجن×مرواريد	۳/۹۱ [*]	-۱/۰۲ ^{ns}	۷/۳۰ ^{ns}	۲/۸۵ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۹۰ ^{ns}	-۰/۲۱ ^{ns}	۱/۰۰ ^{ns}	۲/۷۱ ^{ns}
مستقيم	تجن×كتيبرد	۴/۶۷ ^{ns}	-۲/۱۱ ^{ns}	۱۸/۱۷ ^{ns}	۹/۰۶ [*]	۵/۴۷ ^{ns}	۲/۱۸ ^{ns}	۱/۹۹ [*]	۷/۶۹ ^{ns}	۱۱/۳۹ ^{ns}
	بولانى×احسان	۱/۹۴ ^{ns}	-۱/۴۶ ^{ns}	۲۷/۰۱ ^{ns}	-۱/۰۳ ^{ns}	۱/۰۵ ^{ns}	۱/۰۰ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۳/۴۴ ^{ns}	-۰/۲۷ ^{ns}
	بولانى×مرواريد	-۳/۰۶ [*]	-۰/۴۶ ^{ns}	-۷/۶۳ ^{ns}	-۲/۲۸ ^{ns}	۱/۵۵ ^{ns}	-۰/۸۷ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}
	بولانى×كتيبرد	۷/۴۷ [*]	۱/۶۷ [*]	۴۷/۰۳ ^{ns}	۲۰/۲۰ ^{ns}	۱۰/۴۳ ^{ns}	۴/۴۷ [*]	۱/۸۰ [*]	۵/۶۳ ^{ns}	۳/۵۳ ^{ns}
	احسان×مرواريد	-۰/۲۹ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}	۱/۷۸ ^{ns}	۱/۰۹ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	-۰/۵۵ ^{ns}	-۰/۰۲ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}	-۱/۶۸ ^{ns}
	احسان×كتيبرد	-۱/۶۴ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}	۲۹/۷۳ ^{ns}	۵/۱۲ ^{ns}	۵/۲۹ ^{ns}	-۰/۲۹ ^{ns}	۲/۹۶ ^{ns}	۸/۶ ^{ns}	۱/۱۲ ^{ns}
	مرواريد×كتيبرد	۶/۱۹ [*]	۰/۴۷ ^{ns}	۳۱/۰۲ [*]	۸/۹۲ [*]	۲/۰۳ ^{ns}	۵/۷۹ ^{ns}	۱/۱۹ ^{ns}	۸/۶۵ ^{ns}	۴/۱۴ [*]
	تجن×فلات	۰/۳۳ ^{ns}	-۱/۵۰ ^{ns}	۲/۲۳ ^{ns}	۱/۵۵ ^{ns}	۱/۱۸ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	-۰/۶۷ ^{ns}	-۴/۰۰ ^{ns}	۱/۶۷ ^{ns}
	بولانى×فلات	۱/۶۷ ^{ns}	-۱/۰۰ ^{ns}	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	-۰/۵۰ ^{ns}	-۲/۰۰ ^{ns}	۰/۶۷ ^{ns}
	احسان×فلات	-۱/۱۷ ^{ns}	-۱/۱۷ ^{ns}	-۵/۷۳ ^{ns}	-۲/۱۳ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	-۲/۴۳ ^{ns}	-۰/۳۳ ^{ns}	۰/۶۷ ^{ns}	-۰/۶۷ ^{ns}
	مرواريد×فلات	۱/۶۷ ^{ns}	-۰/۶۷ ^{ns}	-۱/۷۷ ^{ns}	-۱/۳۷ ^{ns}	-۱/۸۳ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	-۰/۳۳ ^{ns}	-۱/۳۸ ^{ns}	۱/۵۰ ^{ns}
	كتيبرد×فلات	-۱/۳۳ ^{ns}	-۱/۳۳ ^{ns}	-۱/۰۴ ^{ns}	-۲/۷۸ ^{ns}	۰/۹۰ ^{ns}	-۱/۸۸ ^{ns}	-۱/۴۰ ^{ns}	۱/۱۷ ^{ns}	۲/۰۰ ^{ns}
	بولانى×تجن	۴/۱۷ [*]	-۰/۶۷ ^{ns}	۹/۷۰ ^{ns}	۴/۳۳ ^{ns}	۰/۹۷ ^{ns}	-۱/۴۰ ^{ns}	-۰/۱۷ ^{ns}	۱/۱۷ ^{ns}	-۰/۳۳ ^{ns}
	احسان×تجن	-۲/۵ ^{ns}	۲/۰۰ ^{ns}	۱۲/۵۷ [*]	۷/۵۵ ^{ns}	۴/۱۰ ^{ns}	۱/۶۵ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۸/۱۷ [*]	-۰/۰۰ ^{ns}
معكوس	مرواريد×تجن	-۱/۰۰ ^{ns}	۳/۶۷ ^{ns}	۱۲/۹۸ [*]	۵/۶۸ [*]	۰/۵۹ ^{ns}	-۰/۵۸ ^{ns}	۱/۰۰ [*]	۶/۶۷ [*]	-۱/۸۳ ^{ns}
	كتيبرد×تجن	-۳/۵۰ [*]	-۱/۵۰ ^{ns}	۸/۳۵ ^{ns}	۳/۷۳ ^{ns}	۰/۹۳ ^{ns}	-۱/۱۳ ^{ns}	۰/۶۷ ^{ns}	-۲/۳۳ ^{ns}	۲/۳۳ ^{ns}
	احسان×بولانى	-۰/۵۰ ^{ns}	۱/۵۰ ^{ns}	۳۳/۶ ^{ns}	۸/۴۳ ^{ns}	-۰/۱۵ ^{ns}	۱/۲۸ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۱/۶۷ ^{ns}	۲/۱۷ ^{ns}
	مرواريد×بولانى	-۲/۸۳ ^{ns}	۰/۶۷ ^{ns}	۲/۵۳ ^{ns}	۱/۳۰ ^{ns}	-۰/۸۳ ^{ns}	-۰/۸۳ ^{ns}	۱/۰۰ [*]	۴/۸۳ ^{ns}	-۲/۸۳ ^{ns}
	كتيبرد×بولانى	۱/۵۰ ^{ns}	-۰/۱۷ ^{ns}	-۴/۲۵ ^{ns}	-۱/۱۰ ^{ns}	-۰/۷۳ ^{ns}	۱/۴۳ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	-۱/۶۷ ^{ns}	-۰/۳۳ ^{ns}
	مرواريد×احسان	۰/۶۷ ^{ns}	-۰/۱۷ ^{ns}	۶/۱۵ ^{ns}	۲/۶ ^{ns}	-۰/۵۳ ^{ns}	۱/۱۳ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	۳/۵ ^{ns}	۳/۰۰ ^{ns}
	كتيبرد×احسان	۱/۰۰ ^{ns}	-۰/۳۳ ^{ns}	۱۵/۰۷ ^{ns}	۶/۱۸ ^{ns}	-۰/۵۳ ^{ns}	-۰/۰۳ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۳/۵۰ ^{ns}	-۰/۰۰ ^{ns}
	كتيبرد×مرواريد	-۱/۱۷ ^{ns}	۲/۰۰ ^{ns}	۱۷/۳۳ ^{ns}	۶/۷۸ ^{ns}	-۰/۴۳ ^{ns}	-۰/۴۳ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۴/۸۳ ^{ns}	-۰/۱۷ ^{ns}

*، ** و ns: به ترتيب معنى دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و غير معنى دار

جدول ۵- برآورد اجزاء واريانس فنوتىپى و ژنوتىپى و وراثت پذيرى براى صفات زراعى گندم نان

پارامترهاى ژنتيكي	ارتفاع بوته	تعداد روز تا ظهور سنبله	عملکرد بيوپلوژيك	عملکرد دانه	شاخص برداشت	طول پدانكل	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن صد دانه
واريانس تركيب پذيرى عمومى	۳۷۶/۰۱	۲/۵۱	۴۶۸/۱۹	۹/۰۶	۲/۵۷	۴/۰۱	۰/۰۶	۲۶/۷۵	۰/۹۱
واريانس تركيب پذيرى خصوصى	۲۵/۳۵	۳/۶۵	۸۰۷۶/۵۵	۲۳۴/۲۷	۵/۸۷	۱/۲۳	۰/۲۰	۱۷۴/۸۴	۳۱/۴۰
واريانس افزايشى	۷۵۲/۰۳	۵/۰۱	۹۳۷/۷۸	۱۸/۱۲	۵/۱۴	۸/۰۱	۰/۰۱	۵۳/۴۹	۱/۸۳
سهم واريانس افزايشى از (%)	۹۷	۵۸	۱۰	۷	۴۷	۸۷	۵	۲۳	۵
واريانس ژنتيكي	۲۵/۳۵	۳/۶۵	۸۰۷۶/۵۵	۲۳۴/۲۷	۵/۸۷	۱/۲۳	۰/۲۰	۱۷۴/۸۴	۳۱/۴۰
واريانس غالبيت	۳	۴۲	۹۰	۹۳	۵۳	۱۳	۹۵	۷۷	۹۵
سهم واريانس غالبيت از (%)	۱۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۲	۱۵	۹۷	۴۴	۳۰
واريانس ژنتيكي	۰/۲۶	۱/۲۱	۴/۱۵	۵/۰۸	۱/۵۱	-۰/۵۵	۵/۹۳	۲/۵۶	۵/۸۶
درجه غالبيت	۱۷/۶۷	-۰/۹۴	۱۷۲/۶۹	۳۰/۱۵	۷/۳۳	۷/۶۴	-۰/۰۲	۵/۳۵	-۰/۱۷
واريانس محيطى	۷۹۵/۰۴	۹/۶۰	۹۱۸۷/۰۲	۲۸۲/۵۵	۱۸/۳۴	۱۶/۸۸	-۰/۲۲	۲۳۳/۶۸	۳۳۳/۳۹
واريانس فنوتىپى	۰/۹۸	-۰/۹۰	۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۶۰	-۰/۵۵	-۰/۹۱	۰/۹۸	-۰/۹۹
وراثت پذيرى عمومى	۰/۹۵	-۰/۵۲	۰/۱۰	۰/۰۶	-۰/۲۸	-۰/۴۷	-۰/۰۵	۰/۲۳	-۰/۰۵
وراثت پذيرى خصوصى	۰/۹۷	-۰/۵۸	۰/۱۰	-۰/۰۷	-۰/۴۷	-۰/۸۷	-۰/۰۵	۰/۲۳	-۰/۰۵
نسبت ژنتيكي بيكر									

مشخص شده است كه عملكرد دانه و اجزای آن در گندم نان بيشتر توسط ژن‌هاى غير افزايشى كنترل مى‌شود (۱۰، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۳). اجاقى و آخوندى (۲۵) گزارش كردند كه تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد پنجه در بوته بيشتر توسط اثرات غالبيت كنترل مى‌گردند. در مطالعه صادقى و همكاران (۳۰) نيز سهم اثرات غير افزايشى براى دو صفت تعداد دانه در سنبله و عملكرد دانه برترى نشان داده است؛ اما برخلاف نتايج تحقيق حاضر، سهم بيشتر واريانس افزايشى ژن‌ها در كنترل ژنتيكي تعداد دانه در سنبله (۲)، وزن صد دانه (۳۸، ۲) و

صادق زاده اهري و همكاران (۳۱)، اقبال و همكاران (۱۲) و حيدرى و همكاران (۱۰) نيز ميزان بالايى از وراثت پذيرى عمومى در عملكرد دانه گندم گزارش نمودند؛ بنا بر اين با توجه به سهم بيشتر اثرات غير افزايشى ژن‌ها در كنترل ژنتيكي عملكرد دانه و عملكرد بيوپلوژيك و همچنين اجزای عملكرد شامل تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه، بهتر است گزينش در بين نتاج تلاقى‌هاى مختلف تا نسل‌هاى پيشرفته ادامه يابد. در گزارش‌هاى متعددى با استفاده از تجزيه دای آلل با مطالعه نحوه توارث عملكرد دانه

نسل‌های مقدماتی اقدام کرد، اما برای سایر صفات بایستی انجام گزینش به نسل‌های پیشرفته و افزایش سهم اثر افزایشی ژن‌ها موکول کرد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از پروژه مصوب مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به شماره ۹۹۱۱۰۴-۹۹۱۱۰۴-۰۳-۰۳-۰۳ تهیه شده است. از همکاران پروژه غلات در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان به جهت همکاری صمیمانه آن‌ها در انجام این پژوهش تقدیر و تشکر می‌شود.

عملکرد دانه در بوته (۲۸)، نیز گزارش شده است. دلیل این تضاد در نتایج، احتمالاً به ماهیت ژنتیکی متفاوت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در تحقیقات مختلف برمی‌گردد (۳۱)

نتیجه‌گیری کلی

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود که برای صفت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک رقم احسان دارای بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی و دورگ مستقیم کتبیرد×بولانی دارای بالاترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. نتایج این پژوهش نشان داد که در نتایج این تلاقی‌ها می‌توان نسبت به بهبود ژنتیکی صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ظهور سنبله و طول پدانکل در

منابع

1. Abdi, H., A. Asadzadeh and M.R. Bihamta. 2015. The combining ability and inheritance type of some morphological traits in bread wheat under drought stress using diallel analysis. *Applied Crop Breeding*, 3(2): 257-268 (In Persian).
2. Ahmadi, J., A.A. Zali, B.Y. Samadi, A. Talaie, M.R. Ghannadha and A. Saeidi. 2003. A study of combining ability and gene effect in bread wheat under stress conditions by diallel method. *Iranian Journal Agriculture Science*, 34(1): 1-8 (In Persian).
3. Ashfaq, S., H.M. Ahmad, S.I. Awan and S.A.K. Muhammad. 2014. Estimation of genetic variability, heritability and correlation for some morphological traits in spring wheat. *Seeds*, 4(5): 10-16.
4. Baker, R.J. 1978. Issues in diallel analysis. *Crop science*, 18(4): 533-536.
5. Ejaz-Ul-Hassan, S. and I. Khaliq. 2008. Quantitative inheritance of some physiological traits for spring wheat under two different population densities. *Pakistan Journal of Botany*, 40(2): 581-587.
6. Eshaghi Shamsabadi, E., H. Sabouri, H. Soughi and S.J. Sajadi. 2019. Diallel analysis of some important Morpho-Phenological traits in bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) crosses. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 8(1): 45-54.
7. Freeman, G.F. 1919. The heredity of quantitative characters in wheat. *Genetics*, 4(1): 1-93.
8. Golparvar, A.R., S. Mottaghi and O. Lotfifar. 2011. Diallel analysis of grain yield and its components in bread wheat genotypes under drought stress conditions. *Plant Production Technology*, 3(1): 51-62 (In Persian).
9. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9: 463-493.
10. Hama Amin, T.N. and S. Towfiq. 2019. Inheritance of grain yield and its related characters for 5×5 diallel cross of F1 bread wheat. *Ecology and Environmental Research*, 17(2): 3013-3032.
11. Heidari, B., A. Rezaie, S.A.M. Mirmohammadi Maibody. 2006. Diallel Analysis for the Estimation of the Genetic Parameters of Grain Yield and Grain Yield Components in Bread Wheat. *Journal of Crop Production and Processing*, 10(2): 121-140 (In Persian).
12. Ilker, E., F.A. Tonk, M. Tosun, M. Altinbas and M. Kuçukakça. 2009. Inheritance and combining ability in some powdery mildew resistant wheat lines. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 9: 124-131.
13. Iqbal, M., A. Navabi, D.F. Salmon, R.C. Yang and D. Spaner. 2007. Simultaneous selection for early maturity, increased grain yield and elevated grain protein content in spring wheat. *Plant breeding*, 126(3): 244-250.
14. Kamalizadeh, M., A. Hoseinzadeh and H. Zeinali Khanghah. 2013. Evaluation of inheritance for some quantitative traits in bread wheat using generation mean analysis under water deficit condition. *Iranian Journal of Field Crop science*, 44(2): 317-326 (In Persian).
15. Kamaluddin, R., R.M. Singh, L.C. Prasad, M.Z. Abdin and A.K. Joshi. 2007. Combining ability analysis for grain filling duration and yield traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.). *Genetics and Molecular Biology*, 30(2): 411-416.
16. Khodadadi, E., S. Aharizad, H. Shahbazi and M. Sabzi. 2013. Heritability of Some Characters Related to Bread Quality of Wheat. *Journal of Crop Production and Processing*, 3(7): 37-46 (In Persian).
17. Kumar, A., H. Harshwardhan, A. Kumar and B. Prasad. 2015. Combining ability and gene interaction study for yield, its attributing traits and quality in common wheat. *Journal of Applied and Natural Science*, 7(2): 927-934.
18. Kumar, J., A. Kumar, M. Kumar, S.K. Singh and L. Singh. 2019. Inheritance pattern of genes for morpho-physiological and yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal research communications*, 47(2): 191-204.
19. Ljubičić, N., S. Petrović, M. Kostić, M. Dimitrijević, N. Hristov, A. Kondić and R. Jevtić. 2017. Diallel analysis of some important grain yield traits in bread wheat crosses. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(1): 1-7.

20. Mather, K. and J.L. Jinks. 1982. Biometrical Genetics: The Study of Continuous Variation. Chapman and Hall. New York, NY.
21. Mohammadi, M., P. Sharifi, R. Karimizadeh and M. Rostaei. 2017. Evaluating the genetic parameters for some morpho-physiological traits in wheat using diallel analysis. *Cereal Research*, 7(3): 343-356 (In Persian).
22. Mokhtarifar, K., R. Abdolshahi and M. Yazdizadeh. 2016. Evaluation genetic of early vigor of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using diallel crosses. *Journal of Crop Breeding*, 8(19): 37-44 (In Persian).
23. Nagar, S.S., P. Kumar, S.R. Vishwakarma and V. Gupta. 2018. Genetic analysis of grain yield and its component traits using diallel analysis in bread wheat. *Wheat and Barley Research*, 10(1): 45-51.
24. Naseem, Z., S. Ahtisham Masood, S. Irshad, N. Annum, M.K. Bashir, R. Anum, A. Qurban, A. Arfan, K. Naila and H.K. Nazar. 2015. Critical study of gene action and combining ability for varietal development in wheat: An Overview. *Life Science Journal*, 12(3): 104-108.
25. Ojaghi, J. and A. Akhundi. 2010. Genetic effects for grain yield and its related traits in doubled haploid lines of wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(1):86-90.
26. Okuyama, L.A., L.C. Federizzi and J.F. Barbosa Neto. 2005. Plant traits to complement selection based on yield components in wheat. *Ciência Rural*, 35: 1010-1018.
27. Ramshini H., M. Fazel Najafabadi and M.R. Bihamte. 2012. Inheritance of some traits in bread wheat using diallel method at normal and drought stress conditions. *Cereal Research*, 2(1): 1-15 (In Persian).
28. Rashid, M.A.R., A. Salam Khan and R. Iftikhar. 2012. Genetic studies for yield and yield related parameters in bread wheat. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 12(12): 1579-1583.
29. Rigatti, A., A.J. Peregrin, C. Meier, A. Lunkes, L.A. Klein, A. Da Silva, E.P. Bellé, A.D.B. Silva, V.S. Marchioro and V.Q. De Souza. 2018. Combination capacity and association among traits of grain yield in wheat (*Triticum aestivum* L.): A Review. *Journal of Agricultural Science*, 10(5): 179-187.
30. Sadeghi, F. 2014. Estimation of genetic structure of yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using diallele method. *Journal of Crop Breeding*, 6(13): 101-113 (In Persian).
31. Sadeghzadeh-Ahari, D., P. Sharifi, R. Karimizadeh and M. Mohammadi. 2018. Estimation of genetic parameters of yield and yield components in rainfed durum wheat through diallel cross. *Journal of Crop Breeding*, 10(25): 176-184 (In Persian).
32. Safarian, A. and R. Abdolshahi. 2014. Study the inheritance of water use efficiency in bread wheat (*Triticum aestivum*) under drought stress condition. *Journal of Crop Production*, 7(1): 181-199 (In Persian).
33. Seboka, H., A. Ayana and H. Zelleke. 2009. Combining ability analysis for bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *East African Journal of Sciences*, 3(1): 87-94.
34. Shanahan, J.F., D.H. Smith and J.R. Welsh. 1984. An analysis of post-anthesis sink-limited winter wheat grain yields under various environments 1. *Agronomy Journal*, 76(4): 611-615.
35. Shehzad, M., S.B. Hussain, M.K. Qureshi, M. Akbar, M. Javed, H.M. Imran and S.A. Manzoor. 2015. Diallel cross analysis of plesiomorphic traits in *Triticum aestivum* L. genotypes. *Genetics and Molecular Research*, 14(4): 13485-13495.
36. Shewry, P.R. and S.J. Hey. 2015. The contribution of wheat to human diet and health. *Food and energy security*, 4(3): 178-202.
37. Soughi, H. and M. Khodarahmi. 2021. Estimation of Genetically Parameters and Combining Ability of yield and Yield Components in Bread Wheat by Diallel Method. *Journal of Crop Breeding*, 13(37): 205-212 (In Persian).
38. Topal, A.C.A., N. Akgün and M. Babaoglu. 2004. Diallel cross analysis in durum wheat (*Triticum durum* Desf.): identification of best parents for some kernel physical features. *Field crops research*, 87(1): 1-12.
39. Tousi Mojarrad, M., M.R. Ghannadha. 2008. Diallel Analysis for Estimation of Genetic Parameters in Relation to Traits of Waheat Height in Normal and Drought Conditions. *Journal of Crop Production and Processing*, 12(43): 143-155 (In Persian).
40. Vanda, M. and S. Houshmand. 2012. Estimation of genetic parameters of some important agronomic traits in durum (*Triticum turgidum* Var. *durum*) wheat. *Agronomy Journal*, 95: 70-76.
41. Wu, X., X. Chang and R. Jing. 2012. Genetic insight into yield-associated traits of wheat grown in multiple rain-fed environments. *PloS one*, 7(2): e31249.
42. Yan, W. and L.A. Hunt. 2002. Biplot analysis of diallel data. *Crop science*, 42(1): 21-30.
43. Yao, J., H. Ma, X. Yang, G. Yao and M. Zhou. 2014. Inheritance of grain yield and its correlation with yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 13(12): 1379-1385.
44. Zabet, M., A. Ebrahimzade, Z. Alizadeh and A.R. Samadzadeh. 2020. Investigation of General and Specific Combining Ability and Genetic Analysis of Different Traits of Bread Wheat under Non-Stress and Drought Stress Conditions. *Journal of Plant Genetic Researches*, 6(2): 141-156.
45. Zhang, Y., M.S. Kang and K.R. Lamkey. 2005. DIALLEL-SAS05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner-Eberhart analyses. *Agronomy Journal*, 97(4): 1097-1106 (In Persian).

Diallel Analysis of Grain Yield and Some Important Agronomic Traits in Bread Wheat

Habiballah Soughi¹, Saeed Bagherikia² and Manouchehr Khodarahmi³

1- Horticulture Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, (Corresponding author: hab3asog@gmail.com)

2- Horticulture Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

3- Seed and Plant Improvement Institute, AREEO, Karaj, Iran

Received: 6 October, 2021 Accepted: 30 November, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Wheat is one of the most important crops in the world that plays a key role in ensuring food security. In wheat breeding programs, selection of genotypes with desirable agronomic traits and high yield potential have always been the goal of plant breeders. Increasing the selection efficiency for grain yield depends on genetic knowledge from morphological traits and the effect of these traits on grain yield.

Material and Methods: In order to estimate genetic parameters and general and specific combining abilities, six bread wheat cultivars including Falat, Tajan, Bolani, Ehsan, Morvarid and Catbird were planted in a crossing block and direct and reciprocal crosses were performed among the six cultivars to produce F1 generation. The progenies of the crosses with their parents were evaluated based on randomized complete block design (RCBD) with three replications in Gorgan agricultural research station in 2020-2021 cropping season.

Results: Analysis of variance of Griffing's diallel method showed a statistically significant difference between genotypes in all studied traits. Mean squares of general and specific combining abilities were statistically significant in most traits. Reciprocal, maternal and non-maternal effects were significant for the number of days to heading, grain yield, and biological yield. In grain yield and biological yield, Ehsan cultivar had the highest general combining ability and was identified as a suitable parent for the genetic improvement of these traits. The Catbird×Bolani hybrid had the highest specific combining ability in plant height, peduncle length, biological yield, grain yield and harvest index, it was determined as the best hybrid in genetic improvement of desirable agronomic traits with high specific combining ability in yield and yield components. The ratio of additive variance from genetic variance for plant height, number of days to heading and peduncle length was greater than dominance variance. The highest degree of dominance was related to the number of spikelets per spike, 100-seed weight, grain yield and biological yield, respectively.

Conclusion: The results of this study showed that in the progenies of the crosses, genetic improvement can be done in plant height, number of days to heading and peduncle length in the initial generations, but for other traits including grain yield and its components, selection should be postponed to more advanced generations.

Keywords: Additive effect, Combinability, Degree of dominance, Grain yield, Heritability