Archive of SID

بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و تجزیه ژنتیکی صفات مختلف گندم نان در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی

محمد ضابط[1,*]، امیر ابراهیم‌زاده[2]، زهره علیزاده[3] و علیرضا صمد زاده[4]

١- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند
٢- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند
٣- استادیار، گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند
٤- مربی، گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند

تاریخ دریافت: ١٣٩٨/٠٨/١٣ – تاریخ پذیرش: ١٣٩٨/١١/٠٦)

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

چکیده

تولید ارقام جدید و سازگار به محیط‌های مختلف از اهداف مهم به‌نژادگران به‌شمار می‌رود. تلاقی ارقام جدید و گزینش ژنوتیپ‌های برتر از نظر صفات مطلوب در بین نتاج آن‌ها همواره مورد استفاده به‌نژادگران قرار گرفته است. ٢٨ ژنوتیپ حاصل از تلاقی یک آزمایش دی‌آلل ٧ × ٧ یک‌طرفه شامل هفت والد (الوند، آنفارم٩، چمران٢، بک‌کراس‌روشن، قدس، افق و سرخ‌دانه) و ٢١ دورگ حاصل از آن‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در کلیه صفات تفاوت معنی‌دار وجود داشت. میانگین مربعات GCA و SCA در شرایط بدون تنش و تنش در همه صفات معنی‌دار بود، لذا جزء افزایشی و غیرافزایشی واریانس قابل توارث در وراثت کلیه صفات نقش داشت. والد بک‌کراس روشن دارای ترکیب‌پذیری بالا و والد افق دارای ترکیب‌پذیری پایینی در اکثر صفات در هر دو شرایط بدون تنش و تنش بودند. در هر دو شرایط دورگ‌های بک‌کراس روشن × چمران٢، سرخ‌دانه × قدس و افق × آنفارم٩ بالاترین دورگ از لحاظ عملکرد و صفات وابسته بودند. تجزیه واریانس هیمن نشان داد که جزء a (تنوع ژنتیکی افزایشی)، جزء b (تنوع ژنتیکی غالبیت)، جزء b_1 (هتروزیس)، جزء b_2 (هتروزیس خاص هر والد) و جزء b_3 (انحراف غالبیت خاص هر تلاقی) در هر دو شرایط در تمامی صفات معنی‌دار بود. تجزیه هیمن نتایج تجزیه گریفینگ را مورد تأیید قرار داد.

واژگان کلیدی: تجزیه گریفینگ، تجزیه هیمن، دی‌آلل، واریانس افزایشی، واریانس غالبیت

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: **mzabet@birjand.ac.ir**

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی جهان است که دارای بالاترین سطح کشت و تولید در بین دیگر غلات بوده و سلطان غلات شناخته می‌شود (Costa *et al.*, 2013). سطح زیرکشت گندم در دنیا ۲۱۸/۵ و در ایران ٦/۷ میلیون هکتار و تولید کل آن در جهان ۷۷۱/۷ و در ایران ١٤ میلیون تن گزارش شده است. متوسط عملکرد آن در جهان ۳۵۳۱/۲ و در ایران ۲۰۸۹/٦ تن در هر هکتار است (FAO, 2017). ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است و بنابراین افزایش تولید این محصول در کشور حائز اهمیت فراوانی است. در کنار اهمیت بالای این محصول، کمبود آب در بسیاری از نقاط دنیا به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید آن محسوب می‌شود، بنابراین ایجاد و استفاده از ارقام متحمل به شرایط خشکی نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (Gol-Abadi *et al.*, 2008).

انتخاب روش به‌نژادی مناسب برای بهره‌برداری بهتر از پتانسیل ژنتیکی صفات مختلف زراعی در یک گیاه بستگی به نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفت و نحوه توارث آن‌ها دارد (Zare *et al.*, 2008). بررسی اجزای ژنتیکی و نحوه توارث تعدادی از صفات مورفولوژیکی به روش تجزیه دی‌آلل در شش ژنوتیپ گندم دوروم و دورگ‌های حاصل از آن‌ها نشان داد که برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و تعداد پنجه بارور سهم واریانس افزایشی نسبت به واریانس غالبیت و آلل‌های غالب نسبت به آلل‌های مغلوب بیشتر بود. در کنترل صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، تعداد پنجه بارور و وزن صد دانه غالبیت ناقص و در طول پدانکل فوق غالبیت ژن‌ها نقش داشت (Sadeghzadeh-Ahari *et al.*, 2015). در پژوهشی میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA[1]) صفات تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود که این نتیجه نشان دهنده سهم بیشتر واریانس افزایشی در کنترل این صفات بود (Nanda *et al.*, 1983; Mondal and Dasgupta, 1998). بررسی صفات قدرت رشد گیاهچه، طول دوره پر شدن دانه، محتوی کلروفیل، دمای کانوپی، طول دانه و عملکرد دانه نشان داد که در کنترل ژنتیکی این صفات اثرات افزایشی و غیرافزایشی دخیل بودند، اما سهم اثرات غیرافزایشی نسبت به افزایشی بیشتر بود و عمل فوق‌غالبیت ژن‌ها نقش بارزی داشت (Mohammadi *et al.*, 2017). احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2003) با استفاده از تجزیه دی‌آلل در هشت ژنوتیپ گندم زمستانه در محیط واجد تنش خشکی، وراثت‌پذیری خصوصی متوسطی را برای عملکرد دانه، وزن ۵۰۰ دانه، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه گزارش نمودند. در این بررسی سهم اثرات افزایشی ژن‌ها برای اکثر صفات از اهمیت بیشتری در مقایسه با اثرات غیرافزایشی برخوردار بود. مطالعات خواهانی و همکاران (Khahani *et al.*, 2018) نشان داد که هم اثرات افزایشی و هم غالبیت در کنترل ژنتیکی صفات عملکرد، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، سطح برگ، طول میانگره سوم، طول میانگره دوم، قطر میانگره دوم، قطر میانگره سوم و شاخص برداشت نقش دارد. طی یک مطالعه صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، وزن صد دانه و مساحت برگ پرچم از وراثت‌پذیری پایینی برخوردار بود و اثرات غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل آن‌ها سهم بیشتری داشت (Sadeghzadeh-Ahari *et al.*, 2018). موفقیت بسیاری از روش‌های به‌نژادی به انتخاب والدهای مناسب بستگی دارد. ارقام با توانایی ترکیب‌پذیری عمومی بالا در اصلاح گیاهان خودگرده‌افشان از ارزش بیشتری برخوردار هستند، بنابراین تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین جهت استفاده در برنامه‌های دورگ‌گیری مورد توجه به‌نژادگران می‌باشد (Sharma *et al.*, 1980). پژوهش حاضر با استفاده از والدین و نتاج F_1 حاصل از تلاقی بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم به‌منظور بررسی نوع عمل ژن، بررسی ترکیب‌پذیری ارقام مختلف، معرفی بهترین دورگ

1- General combing ability

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

و بررسی وراثت‌پذیری صفات مختلف گندم به‌خصوص عملکرد در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در شرایط آب و هوایی بیرجند اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی ٣٢ درجه و ٥٦ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ٥٩ درجه و ١٣ دقیقه شرقی و ارتفاع ١٤٨٠ متر از سطح دریا و طی سال‌های ٩٦-١٣٩٤ انجام شد. در این راستا، از بذور هفت ژنوتیپ افق، قدس، الوند، بک‌کراس‌روشن (زمستانه)، آنفارم٩، چمران٢ و رقم محلی سرخ‌دانه بیرجند که دارای تفاوت‌های بارز ژنتیکی و مورفولوژیکی و هم‌چنین تحمل به خشکی متفاوتی بودند، استفاده شد (جدول ١).

در سال زراعی ٩٥-١٣٩٤ هر ژنوتیپ در دو خط به طول سه متر، فاصله بین ردیف‌ها ٦٠ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ٥ تا ١٠ سانتی‌متر و در عمق دو تا پنج سانتی‌متری کاشته شدند. از اوایل تا اواخر اردیبهشت‌ماه سال ١٣٩٥ بسته به آمادگی بوته‌ها (با توجه به تاریخ یکسان کاشت)، کلیه تلاقی‌های ممکن به‌صورت دی‌آلل یک‌طرفه انجام شد. در این راستا از سنبله‌های جوان‌تر برای ارقامی که زودتر به گل رفتند استفاده شد. در اواخر بهار بذور حاصل از بوته‌های مادری و F_1 برداشت شدند. در آبان ماه سال ١٣٩٥ بذرهای والدین (هفت ژنوتیپ) به‌همراه نتاج (٢١ دورگ F_1) یعنی مجموعاً ٢٨ ژنوتیپ در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. طول هر خط کشت ١/٣ متر و فاصله بذور روی هر خط کشت دو الی پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌ها ٦٠ سانتی‌متر بود و بذرها در عمق دو الی پنج سانتی‌متر کشت شدند. هر ژنوتیپ والدینی در سه خط و با توجه به مقدار بذر کم F_1ها، هر دورگ در یک خط کشت شدند. در شرایط بدون تنش تیمار آبیاری بر اساس دور آبیاری رایج در منطقه یعنی هر ده روز (بر اساس ١٠٠ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و در شرایط تنش خشکی دور آبیاری هر بیست روز (بر اساس ٢٥٠ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) در نظر گرفته شد. هم‌زمان با اولین آبیاری در بهار تیمار آبیاری اعمال شد. در اواخر خرداد، برداشت به‌وسیله دست انجام شد. با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، کل خط در F_1 ها و خط وسطی در والدین برداشت گردید. صفات زراعی مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته (میانگین ارتفاع ٢٠ بوته برحسب سانتی‌متر)، تعداد پنجه‌ها (میانگین تعداد پنجه در ٢٠ بوته)، طول سنبله (میانگین طول ٢٠ سنبله برحسب سانتی‌متر)، طول پدانکل (میانگین طول پدانکل ٢٠ ساقه برحسب سانتی‌متر)، وزن ساقه (میانگین وزن ٢٠ ساقه برحسب گرم)، تعداد سنبله در بوته (میانگین تعداد سنبله در ٢٠ بوته)، تعداد سنبلچه در سنبله (میانگین تعداد سنبلچه در ٢٠ سنبله)، تعداد دانه در سنبله (میانگین تعداد دانه در ٢٠ سنبله)، وزن سنبله (میانگین وزن ٢٠ سنبله برحسب گرم)، وزن هزار دانه (وزن ١٠٠٠ دانه برحسب گرم)، عملکرد دانه (عملکرد دانه خط برداشت شده برحسب گرم)، عملکرد بیولوژیکی (عملکرد بیولوژیکی خط برداشت شده برحسب گرم)، شاخص برداشت (تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک) و درصد پروتئین (میانگین دو تکرار از هر بلوک به روش کجلدال (Kjeldahl, 1883)) بودند. داده‌های آزمایش در ابتدا با بررسی ضریب چولگی و کشیدگی (در بازه ٢ تا ٢- نرمال) و سپس با آزمون شاپیرو - ویلک[1] با نرم‌افزار SPSS برای نرمال بودن آزمون شدند. آزمون غیریکنواختی واریانس‌های درون تیماری با استفاده از آزمون‌های بارتلت (نرم‌افزار MSTATC) و لون (IBM SPSS v22) انجام شد. ابتدا تجزیه واریانس داده‌ها صورت گرفت تا معنی‌دار بودن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها آشکار گردد. با توجه به آنکه والدین به‌طور تصادفی انتخاب نشده بودند و از طرفی چون در آزمایش F_1 ها به‌همراه والدین استفاده گردید، لذا تعیین ترکیب‌پذیری و نحوه عمل ژن با استفاده از روش دو مدل یک گریفینگ (Griffing, 1956a,b)

1- Shapiro-Wilk test

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

صورت گرفت. پارامترهای ژنتیکی زیر به روش هیمن برآورد گردید. طبق نظریه هیمن، پارامترهای افزایشی (D) و اثرات غالبیت ژن‌ها (H) و توزیع ژن‌ها (F) به شرح زیر است: $D = 4Suvd^2$؛ $H_1 = 4Suvh^2$؛ $H_2 = 16Su^2v^2h^2$؛ F = 8Suv (u – v dh) که u و v به‌ترتیب، فراوانی‌های افزایشی و کاهشی آلل‌ها، d نشان دهنده واریانس ژنتیکی افزایشی و h تفاوت بین مقادیر هتروزیگوت و میانگین هموزیگوت‌ها است (Hayman, 1954). جدول ANOVA دی‌آلل به روش هیمن شامل اثرات اصلی با علامت a اثرات ژنتیکی افزایشی، b اثرات ژنتیکی غالبیت، c میانگین اثرات مادری هر لاین والدینی و d واریانس اختلافات متقابل که به c تعلق نمی‌گیرد (Hayman, 1954). اثر اصلی b بیشتر به سه اثر تقسیم می‌شود، b_1 آزمون میانگین انحرافات F_1 از میانگین ارزش‌های والدینی، b_2 آزمون اینکه آیا میانگین انحرافات غالبیت F_1 از میانگین ارزش‌های والدینی در هر آرایه نسبت به کل آرایه متفاوت است وb_3 آزمون انحرافات غالبیت که منحصربه‌فرد هر F_1 است (Hayman, 1954; Mather and Jinks, 1971). تجزیه هیمن مطابق با برنامه SASHAYDIALL (Makumbi *et al.*, 2018)، تجزیه گریفینگ مطابق با برنامه کانگ (Manjit, 2003) و سایر تجزیه‌ها همه با نرم‌افزار SAS v9.2 انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات ارقام گندم مورد مطالعه

Table 1. Characteristics of studied wheat cultivars

رقم Cultivar	خصوصیات Characteristics
چمران۲ Chamran2	تیپ رشد بهاره؛ مناسب مناطق گرم و خشک؛ ارتفاع بوته: ۱۰۲ سانتی‌متر؛ نیمه‌مقاوم تا نیمه‌حساس به زنگ‌های زرد و قهوه‌ای؛ مقاوم به زنگ‌سیاه، خوابیدگی، ریزش دانه و گرما Spring growth type; Suitable for hot and dry areas; plant height 102 cm; Semi-resistant up to semi-susceptible to yellow and brown rusts; Resistant to black rust, lodging, shattering and warm
قدس Qods	تیپ رشد بینابین، میانگین عملکرد: ٦/١ تن، حساس به زنگ زرد؛ مقاوم به خوابیدگی؛ نیمه‌مقاوم به ریزش دانه؛ درصد پروتئین: ۱۰/۵؛ وزن هزاردانه: ٤٢ گرم Intermediate growth type; Average yield: 6.1 ton; Susceptible to yellow rust; Resistant to lodging; Semi-resistant to shattering; %Protein 10.5; 1000-grain weight: 42gr
الوند Alvand	تیپ رشد نیمه‌زمستانه؛ مناسب مناطق سرد؛ ارتفاع بوته: ۱۱۰–۱۰۵ سانتی‌متر؛ مقاوم به خوابیدگی؛ رنگ‌دانه کهربایی؛ وزن هزاردانه ٤٠ گرم؛ درصد پروتئین: ۱۲/۵؛ متحمل به زنگ زرد و قهوه‌ای، شوری، خشکی و ریزش دانه Mid-winter growth type; Suitable for cold areas; Plant height: 105-110cm; Resistant to lodging Amber grain color; 1000-grain weight: 40gr; %Protein: 12.5; Tolerant to yellow and brown rust, salinity, drought and shattering
آنفارم۹ Anfarm9	تیپ رشد اختیاری؛ مناسب اقلیم معتدل؛ ارتفاع بوته: ۱۰۰– ۹۵ سانتی‌متر؛ وزن هزاردانه: ٤٣؛ متحمل به زنگ زرد و قهوه‌ای و گرما؛ مقاوم به شوری؛ رنگ دانه کهربائی؛ درصد پروتئین: ۱۱/۵؛ وزن هزاردانه: ٤٣ گرم Facultative growth type; Suitable for temperate climate; plant height: 95-100cm; Tolerant to yellow and brown rust and heat; Resistant to salinity; amber seed; % Protein: 11.5; 1000- grain weight: 43gr
افق Ofogh	تیپ رشد بهاره؛ مناسب مناطق با آب یا خاک شور؛ ارتفاع بوته: ٧٤ سانتی‌متر؛ درصد پروتئین: ۱۱/۵؛ رنگ دانه کهربایی؛ متحمل به شوری، خوابیدگی و ریزش دانه؛ نیمه مقاوم تا نیمه حساس به زنگ‌های زرد، قهوه‌ای و سیاه Spring growth type; Suitable for areas with saline soil or water; Plant height: 74cm; %Protein: 11.5; Amber grain color; Tolerant to salt; lodging and shattering; Semi-resistant up to semi-susceptible to yellow, brown and black rust
بک‌کراس‌روشن BC- Roshan	تیپ رشد نیمه زمستانه؛ مناسب مناطق سرد و معتدل؛ ارتفاع بوته: ۱۱۰–۱۱۵ سانتی‌متر؛ نیمه مقاوم به خوابیدگی؛ رنگ‌دانه روشن؛ وزن هزاردانه: ٤٢ گرم؛ درصد پروتئین: ۱۱؛ نیمه حساس به زنگ زرد؛ مقاوم به زنگ قهوه‌ای Mid-winter growth type; Suitable for cold and temperate areas; Plant height: 110-115 cm; Semi-resistant to lodging; Light grain color; 1000-grain weight 42gr; %Protein: 11; Semi-susceptible to yellow rust; Resistant to brown rust

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده نشان داد که در شرایط بدون تنش در کلیه صفات (به‌استثنای تعداد پنجه) و در شرایط تنش در کلیه صفات (به‌استثنای وزن هزار دانه) بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جداول ٢ و ٣)، بنابراین برای کلیه صفات به‌استثنای دو صفت فوق مجاز به انجام تجزیه دی‌آلل هستیم. تجزیه واریانس مرکب نیز نشان داد که بین دو شرایط در کلیه صفات (به‌استثنای وزن هزار دانه) تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط برای کلیه صفات به‌استثنای وزن هزار دانه و درصد پروتئین معنی‌دار گردید. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط حاکی از آن است که روند تغییرات ژنوتیپ‌ها برای صفات مختلف (به‌استثنای دو صفت فوق) در دو شرایط بدون تنش و تنش متفاوت بود (جداول نیامده است). پس از مشخص شدن اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها، اقدام به تجزیه گریفینگ در دو شرایط بدون تنش و تنش گردید. با توجه به آن‌که عملکرد مهم‌ترین اولویت در برنامه‌های به‌نژادی است و از طرفی تعداد صفات اندازه‌گیری شده زیاد بود، لذا جهت تمرکز روی صفات مهم‌تر، ابتدا تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد تا صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه مشخص گردد تا از این طریق، عملکرد دانه و صفات وابسته به آن بهتر مورد واکاوی قرار گیرد. تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که در شرایط بدون تنش وزن سنبله، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و طول پدانکل و در شرایط تنش عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و وزن سنبله بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند (جداول ٤ و٥). لازم به ذکر است که صفات تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله در شرایط تنش با ضریب منفی وارد مدل گردید که حکایت از همبستگی منفی آن با عملکرد دانه دارد.

تجزیه گریفینگ: میانگین مربعات GCA در شرایط بدون تنش و تنش در همه صفات معنی‌دار بود. این نتایج نشان داد که بین اثرات GCA تفاوت معنی‌دار وجود داشت، بنابراین جزء افزایشی واریانس قابل توارث در وراثت کلیه صفات وابسته به عملکرد نقش داشت. با نگاهی به میانگین مربعات SCA ملاحظه می‌شود که در شرایط بدون تنش و تنش در کلیه صفات اثرات SCA معنی‌دار بودند. با توجه به این نتایج می‌توان گفت که جزء غیرافزایشی واریانس قابل توارث نیز در کلیه صفات تأثیرگذار بود (جداول ٦ و ٧).

ترکیب‌پذیری عمومی صفات مرتبط با عملکرد گندم: نتایج حاصل از برآورد ترکیب‌پذیری‌های عمومی ژنوتیپ‌ها برای صفات مختلف نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش ژنوتیپ‌های والدینی دارای ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌داری در جهت مثبت و یا منفی بودند. در اینجا با توجه به ضرایب رگرسیون مثبت اکثر صفات در مدل، مقادیر ترکیب‌پذیری مثبت و در دو صفت تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله مقادیر ترکیب‌پذیری منفی مطلوب خواهد بود.

جدول ٢- تجزیه واریانس صفات مختلف گندم در شرایط بدون تنش

Table 2. Analysis of variance of different traits of wheat in normal condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات صفات Mean square of traits							
		ارتفاع بوته Plant height	وزن هزاردانه 1000-seed weight	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight	تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	تعداد سنبله در بوته No. of spike per plant	تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelet per spike
تکرار Replication	2	150.6**	398.7**	120.9**	10.0**	12311.8**	613.4**	272.0**	96.7**
ژنوتیپ Genotype	27	381.4**	91.1**	31.7**	2.8**	9397.9**	382.2**	120.5**	8.1**
خطا Error	54	2.28	30.9	0.09	0.0001	0.18	0.17	0.13	0.02

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: Significance at 1% probability level

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

ادامه جدول ۲

Continued Table 2

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات صفات Mean square of traits					
		وزن ساقه Stem weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد پروتئین Protein percent	تعداد پنجه‌ها No. of tillers	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	24555.4**	34177.7**	0.009**	66.5**	38.0ns	9400.2**
ژنوتیپ Genotype	27	9441.9**	34556.0**	0.005**	8.8**	307.4ns	4711.7**
خطا Error	54	121.1	1.3	0.0001	0.10	189.3	15.5

ns و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

ns and **: Non-significant and significance at 1% probability level, respectively

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف گندم در شرایط تنش

Table 3. Analysis of variance of different traits of wheat in stress condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات صفات Mean square of traits							
		ارتفاع بوته Plant height	وزن هزاردانه 1000-seed weight	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight	تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	تعداد سنبله در بوته No. of spike per plant	تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelet per spike
تکرار Replication	2	39.3**	1530.3ns	51.3**	0.23**	132.5**	519.8**	42.8**	25.1**
ژنوتیپ Genotype	27	374.7**	1534.1ns	38.1**	1.33**	5199.0**	311.6**	36.1**	9.3**
خطا Error	54	0.20	1383.9	0.04	0.009	0.15	0.41	0.31	0.08

ns و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

ns and **: Non-significant and significance at 1% probability level, respectively

ادامه جدول ۳

Continued Table 3

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات صفت‌ها Mean square of traits					
		وزن ساقه Stem weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد پروتئین Protein percent	تعداد پنجه‌ها No. of Tillers	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	11801.0**	5907.7**	0.03**	17.6**	121.1**	5350.2**
ژنوتیپ Genotype	27	6311.2**	18480.9**	0.01**	8.7**	63.3**	2771.9**
خطا Error	54	4.4	131.2	0.0001	0.19	0.31	13.2

جدول ٤- تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط بدون تنش

Table 4. Stepwise regression analysis in non-stress condition

صفات Traits	ضریب رگرسیون Beta	R^2 تصحیح شده Adjusted R square	t	Sig.
وزن سنبله Spike length	0.28**	0.889	5.70	0.000
شاخص برداشت Harvest index	0.33**	0.955	20.3	0.000
عملکرد بیولوژیک Biologic yield	0.55**	0.983	11.6	0.000
ارتفاع گیاه Plant height	0.04**	0.985	3.12	0.003
طول پدانکل Peduncle length	0.04*	0.986	2.43	0.017
ثابت Constant	113.615**	-	-22.6	0.000

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

*and **: Significance at the 5% and 1% probability levels, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

جدول ٥- تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط تنش

Table 5. Stepwise regression analysis in stress condition

صفات Traits	ضریب رگرسیون Beta	R^2 تصحیح شده Adjusted R Square	t	Sig.
عملکرد بیولوژیک Biologic yield	0.81**	0.525	24.9	0.000
شاخص برداشت Harvest index	0.69**	0.975	39.7	0.000
تعداد دانه در سنبله Number of grand per spike	-0.08**	0.976	-3.70	0.000
طول سنبله Spike length	0.06**	0.978	2.88	0.005
وزن سنبله Spike weight	-0.08*	0.979	-2.56	0.012
ثابت Constant	-100.9**	-	-11.99	0.000

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

*and **: Significance at the 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ٦- تجزیه گریفینگ صفات مختلف گندم در شرایط بدون تنش

Table 6. Analysis of variance using Griffing method in different traits of wheat in normal condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات صفت‌ها Mean square of traits					
		عملکرد دانه Grain yield	وزن سنبله Spike weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length
تکرار Replication	2	9400.2**	12311.8**	0.010**	34177.7**	150.7**	120.9**
ترکیب‌پذیری عمومی GCA	6	3872.6**	8150.7**	0.008**	41252.4**	732.4**	56.1**
ترکیب‌پذیری خصوصی SCA	21	4951.5**	9754.2**	0.005**	3264.8**	281.1**	24.7**
خطا Error	54	15.5	0.18	0.0001	1.31	2.28	0.099

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: Significance at 1% probability level

جدول ٧- تجزیه گریفینگ صفات مختلف گندم در شرایط تنش

Table 7. Analysis of variance using Griffing method of different traits in wheat in stress condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات صفات Mean square of traits					
		عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight
تکرار Replication	2	5350.2**	5907.8**	0.032**	519.8**	0.23**	132.5**
ترکیب‌پذیری عمومی GCA	6	2258.5**	9676.2**	0.009**	379.2**	2.07**	3280.3**
ترکیب‌پذیری خصوصی SCA	21	2918.6**	20996.6**	0.018**	292.3**	1.12**	5747.2**
خطا Error	54	13.3	131.2	0.0001	0.41	0.009	0.15

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: Significance at 1% probability level

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

در شرایط بدون تنش (جدول ۸) از لحاظ عملکرد دانه بک‌کراس‌روشن بالاترین و افق کمترین مقدار را داشت. از لحاظ وزن سنبله: بک‌کراس‌روشن بالاترین و قدس کمترین، شاخص برداشت: قدس بالاترین و افق کمترین، عملکرد بیولوژیک: آنفارم۹ بالاترین و قدس کمترین، ارتفاع بوته: سرخ‌دانه بالاترین و افق کمترین، طول پدانکل: بک‌کراس‌روشن بالاترین و افق کمترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی را از جنبه عملکرد دانه داشتند.

در شرایط تنش (جدول ۹) از لحاظ عملکرد دانه: بک‌کراس‌روشن بالاترین و افق کمترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی را داشت؛ از لحاظ عملکرد بیولوژیک: سرخ‌دانه بالاترین و چمران۲ کمترین، شاخص برداشت: بک‌کراس‌روشن بالاترین و افق کمترین، تعداد دانه در سنبله: بک‌کراس‌روشن بالاترین و الوند کمترین، طول سنبله: الوند بالاترین و چمران۲ کمترین و وزن سنبله: چمران۲ بالاترین و آنفارم۹ کمترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی را از جنبه عملکرد دانه داشتند.

ترکیب‌پذیری خصوصی صفات مرتبط با عملکرد در گندم: نتایج حاکی از وجود تنوع بالا در ترکیب‌پذیری خصوصی ترکیبات مختلف حاصل از تلاقی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط بدون تنش و تنش بود. در شرایط بدون تنش بالاترین دورگ‌ها از لحاظ عملکرد با توجه به صفت مورد بررسی به شرح ذیل بود. آنفارم۹ × چمران۲ بالاترین دورگ در عملکرد دانه، سرخ‌دانه × قدس بالاترین دورگ در وزن سنبله، چمران × قدس بالاترین دورگ در شاخص برداشت، بک‌کراس‌روشن × چمران۲ بالاترین دورگ در صفت عملکرد بیولوژیک و طول پدانکل و افق × آنفارم۹ بالاترین دورگ در صفت ارتفاع بودند (جدول ۱۰). در شرایط تنش سرخ‌دانه × قدس بالاترین دورگ در عملکرد دانه، افق × آنفارم۹ بالاترین دورگ در عملکرد بیولوژیک، آنفارم۹ × سرخ‌دانه بالاترین دورگ در شاخص برداشت، بک‌کراس‌روشن × چمران۲ بالاترین دورگ در تعداد دانه در سنبله، افق × چمران۲ بالاترین دورگ در طول سنبله، بک‌کراس‌روشن × قدس بالاترین دورگ در وزن سنبله بودند (جدول ۱۱).

در شرایط بدون تنش دورگ افق × قدس کمترین دورگ در صفت عملکرد دانه، دورگ افق × بک‌کراس‌روشن کمترین دورگ در صفات وزن سنبله و عملکرد بیولوژیک، دورگ افق × چمران۲ کمترین دورگ در صفت شاخص برداشت، دورگ افق × سرخ‌دانه کمترین دورگ در صفت ارتفاع بوته و دورگ الوند × افق کمترین دورگ در صفت طول پدانکل بودند (جدول ۱۰).

جدول ۸- مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی صفات مرتبط با عملکرد در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط بدون تنش

Table 8. General combining ability values of correlated traits with yield in wheat genotypes in normal condition

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	عملکرد دانه Grain yield	وزن سنبله Spike weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length
الوند Alvand	-8.36**	-15.9**	0.003ns	-35.0**	2.94**	-0.26**
افق Ofogh	-18.6**	-15.4**	-0.024**	-34.1**	-5.39**	-2.52**
آنفارم۹ Anfarm9	10.3**	21.7**	-0.008**	49.8**	-3.66**	1.62**
بک‌کراس‌روشن BCRoshan	16.9**	22.4**	0.013**	34.6**	-0.61*	1.77**
چمران۲ Chamran2	0.17ns	-4.31**	0.007**	-11.2**	0.08ns	0.02ns
قدس Qods	-5.14**	-16.4**	0.026**	-40.5**	-3.35**	-0.54**
سرخ‌دانه Sorkhdane	4.67**	7.95**	-0.018**	36.4**	9.99**	-0.09ns

ns، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, *and **: Non-significant, significance at the 5% and 1% probability levels, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

جدول ۹- مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی صفات مرتبط با عملکرد در گندم در شرایط تنش

Table 9. General combining ability values of correlated traits with yield in wheat in stress condition

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight
الوند Alvand	-0.62^{ns}	-9.95**	0.007*	7.09**	0.35**	10.2**
افق Ofogh	-9.98**	-13.5**	-0.019**	0.19^{ns}	-0.00^{ns}	-13.0**
آنفارم۹ Anfarm9	10.2**	14.6**	0.022**	-2.93**	-0.026^{ns}	10.8**
بک‌کراس‌روشن BCRoshan	11.7**	5.82**	0.026**	-4.26**	-0.026^{ns}	2.64**
چمران۲ Chamran2	-8.65**	-24.2**	-0.005^{ns}	0.23^{ns}	-0.38**	-17.3**
قدس Qods	-7.74**	-4.63**	-0.012**	1.71**	-0.25**	1.16**
سرخ‌دانه Sorkhdane	5.07**	31.8**	-0.018**	-2.04**	0.34**	5.48**

^{ns}، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, *and **: Non-significant, significance at the 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۱۰- مقادیر ترکیب‌پذیری‌های خصوصی صفات مرتبط با عملکرد در دورگ‌های مختلف گندم در شرایط بدون تنش

Table 10. Specific combining ability values of correlated traits with yield in wheat hybrids in normal condition

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	عملکرد دانه Grain yield	وزن سنبله Spike weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Pedunclelength
الوند × افق Alvand × Ofogh	7.0**	19.1**	-0.006^{ns}	37.6**	9.31**	-5.28**
الوند × آنفارم۹ Alvand × Anfarm9	29.0**	47.0**	0.040**	33.6**	0.71^{ns}	1.18**
الوند × بک‌کراس‌روشن Alvand × BCRoshan	49.0**	46.3**	0.043**	88.9**	-0.90^{ns}	0.03^{ns}
الوند × چمران۲ Alvand × Chamran2	-30.2**	-46.9**	-0.044**	-41.3**	-13.3**	-3.21**
الوند × قدس Alvand × Qods	-33.1**	-49.8**	-0.036**	-62.9**	4.80**	0.67**
الوند × سرخ‌دانه Alvand × Sorkhdane	25.5**	5.05**	0.019*	-24.2**	-5.47**	4.05**
افق × آنفارم۹ Ofogh × Anfarm9	-46.5**	0.84**	0.048**	22.0**	14.8**	3.63**
افق × بک‌کراس‌روشن Ofogh × BCRoshan	-44.9**	-84.1**	0.007^{ns}	-147.3**	-1.24^{ns}	-1.01**
افق × چمران۲ Ofogh × Chamran2	3.97*	-27.4**	-0.076**	-66.2**	-0.22^{ns}	-0.55**
افق × قدس Ofogh × Qods	-58.8**	-10.4**	0.011^{ns}	3.47**	0.70^{ns}	-1.76**
افق × سرخ‌دانه Ofogh × Sorkhdane	-28.9**	18.8**	0.010^{ns}	-1.71*	-19.0**	2.19**
آنفارم۹ × بک‌کراس‌روشن Anfarm9 × BCRoshan	-25.2**	-51.2**	-0.061**	-115.3**	-3.70**	-3.44**
آنفارم۹ × چمران۲ Anfarm9 × Chamran2	80.9**	-49.8**	-0.003^{ns}	-89.8**	2.14**	2.37**
آنفارم۹ × قدس Anfarm9 × Qods	-21.6**	-57.4**	-0.015*	-70.5**	2.40**	1.93**
آنفارم۹ × سرخ‌دانه Anfarm9 × Sorkhdane	-33.3**	71.9**	0.026**	106.2**	1.94*	-2.51**
بک‌کراس‌روشن × چمران۲ BCRoshan×Chamran2	-3.63^{ns}	114.4**	0.023**	198.7**	5.65**	6.15**
بک‌کراس‌روشن × قدس BCRoshan × Qods	0.44^{ns}	-38.4**	0.031**	-90.8**	-2.11**	-0.05^{ns}
بک‌کراس‌روشن × سرخ‌دانه BCRoshan×Sorkhdane	43.0**	14.9**	-0.024**	72.1**	5.30**	-1.86**
چمران۲ × قدس Chamran2 × Qods	8.60**	-51.4**	0.053**	-126.1**	-5.43**	-4.29**
چمران۲ × سرخ‌دانه Chamran2×Sorkhdane	34.3**	34.9**	0.035**	69.3**	11.0**	0.46*
قدس × سرخ‌دانه Qods × Sorkhdane	61.0**	116.9**	-0.024**	192.5**	-2.62**	2.20**

^{ns}، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

^{ns}, *and **: Non-significant, significance at the 5% and 1% probability levels, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۱- مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی صفات مرتبط با عملکرد در دورگ‌های مختلف گندم در شرایط تنش

Table 11. Specific combining ability values of correlated traits with yield in wheat hybrids in stress condition

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه درسنبله No. of grain per spike	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight
الوند × افق Alvand × Ofogh	6.34**	1.60ns	0.034**	-8.00**	0.15**	-11.3**
الوند × آنفارم۹ Alvand × Anfarm9	10.2**	86.8**	-0.057**	-0.30ns	0.07ns	69.5**
الوند × بک‌کراس‌روشن Alvand × BCRoshan	51.5**	116.2**	0.028*	-6.44**	0.17**	82.4**
الوند × چمران۲ Alvand × Chamran2	-29.0**	-36.0**	-0.073**	-7.80**	-0.32**	-32.0**
الوند × قدس Alvand × Qods	-29.9**	-119.7**	0.042**	24.5**	1.04**	-59.9**
الوند × سرخ‌دانه Alvand × Sorkhdane	-1.65ns	-38.6**	0.038**	7.53**	-0.49**	-19.0**
افق × آنفارم۹ Ofogh × Anfarm9	20.1**	128.8**	-0.057**	-0.11ns	-0.39**	42.9**
افق × بک‌کراس‌روشن Ofogh × BCRoshan	-20.7**	-70.8**	0.025*	-7.91**	-1.22**	-13.3**
افق × چمران۲ Ofogh × Chamran2	-13.4**	-65.8**	0.037**	15.0**	1.23**	-13.3**
افق × قدس Ofogh × Qods	-3.63*	7.78ns	-0.033**	-6.12**	0.30**	-2.00**
افق × سرخ‌دانه Ofogh × Sorkhdane	-25.6**	-37.7**	-0.09**	0.81*	0.15**	-19.5**
آنفارم۹ × بک‌کراس‌روشن Anfarm9 × BCRoshan	-30.2**	-70.7**	-0.016ns	6.51**	0.33**	-32.1**
آنفارم۹ × چمران۲ Anfarm9 × Chamran2	-11.6**	28.2**	-0.074**	-0.08ns	-0.14**	17.5**
آنفارم۹ × قدس Anfarm9 × Qods	-13.7**	-29.6**	-0.028*	-4.08**	0.03ns	-30.6**
آنفارم۹ × سرخ‌دانه Anfarm9 × Sorkhdane	5.60*	-97.5**	0.117**	-0.75*	0.26**	-41.2**
بک‌کراس‌روشن × چمران۲ BCRoshan×Chamran2	46.6**	46.5**	0.104**	11.8**	0.25**	-19.3**
بک‌کراس‌روشن × قدس BCRoshan × Qods	-52.5**	-110.5**	-0.085**	-13.0**	-0.46**	-62.2**
بک‌کراس‌روشن × سرخ‌دانه BCRoshan×Sorkhdane	7.89**	51.9**	-0.02ns	4.13**	0.72**	18.8**
چمران۲ × قدس Chamran2 × Qods	-4.99*	-54.9**	0.045**	2.00**	-0.50**	-7.42**
چمران۲ × سرخ‌دانه Chamran2×Sorkhdane	12.7**	69.6**	-0.025*	-12.9**	-0.25**	38.6**
قدس × سرخ‌دانه Qods × Sorkhdane	63.4**	123.1**	0.102**	-2.41**	-0.77**	68.4**

ns، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, *and **: Non-significant, significance at the 5% and 1% probability levels, respectively

در شرایط تنش بک‌کراس‌روشن × قدس کمترین دورگ در صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله، الوند × قدس کمترین دورگ در عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله، افق × بک‌کراس‌روشن کمترین دورگ در طول سنبله و دورگ الوند × بک‌کراس‌روشن کمترین دورگ در وزن سنبله شناسایی شدند (جدول ۱۱).

در هر دو شرایط دورگ‌های بک‌کراس‌روشن × چمران۲، سرخ‌دانه × قدس و افق × آنفارم۹ دورگ‌های مناسبی بودند. دورگ‌های افق × قدس، افق × بک‌کراس‌روشن، افق × چمران۲، افق × سرخ‌دانه و الوند × افق کمترین دورگ‌ها در شرایط بدون تنش و بک‌کراس‌روشن × قدس، الوند × قدس، افق × بک‌کراس‌روشن و الوند × بک‌کراس‌روشن کمترین دورگ در شرایط تنش در شرایط

www.SID.ir
Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

آب و هوایی بیرجند شناسایی شدند. در هر دو شرایط افق × بک‌کراس‌روشن دورگی نامناسب بود. نکته دیگر این است که رقم محلی سرخ‌دانه در بالاترین دورگ‌ها مشارکت داشت و در بعضی صفات (وزن سنبله در شرایط بدون تنش و عملکرد دانه در شرایط تنش) بالاترین دورگ را تولید نمود، لذا می‌توان نتیجه گرفت که نبایستی بی‌دلیل ارقام تجاری را جایگزین ارقام محلی نمود و حداقل بایستی در تلاقی‌ها از آن‌ها بهره گرفت.

تجزیه واریانس صفات مرتبط با عملکرد در گندم به روش هیمن: جزء a که تنوع ژنتیکی افزایشی را نشان می‌دهد در شرایط بدون تنش و تنش در تمامی صفات مختلف معنی‌دار شد، بنابراین واریانس ژنتیکی افزایشی در تمامی این صفات نقش دارد. این جزء تخمینی از ترکیب‌پذیری عمومی گریفینگ است. جزء b که دال بر غالبیت است در شرایط بدون تنش و تنش در تمامی صفات معنی‌دار شد، بنابراین واریانس غالبیت نیز در اکثر صفات مؤثر است. جزء b_1 که مقایسه والدها در برابر تلاقی‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد در شرایط بدون تنش و تنش در همه صفات معنی‌دار شد، بنابراین در همه صفات هتروزیس را می‌توان ملاحظه کرد. جزء b_2 که هتروزیس خاص هر والد را نشان می‌دهد در شرایط بدون تنش و تنش در تمامی صفات معنی‌دار شد، بنابراین در تمامی صفات فراوانی نابرابر آلل‌های غالب و مغلوب مشاهده شد. جزء b_3 که بخشی از انحراف غالبیت خاص هر تلاقی را اندازه‌گیری می‌کند در شرایط بدون تنش و تنش در تمامی صفات معنی‌دار شد. این جزء معادل ترکیب‌پذیری خصوصی در تجزیه گریفینگ است و در اینجا نتایج حاصل از آن تجزیه را مورد تأکید قرار داد (جداول ١٢ و ١٣).

تجزیه عددی هیمن برای صفات مرتبط با عملکرد در گندم: برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات مورد مطالعه نشان داد که D یا اثرات افزایشی در شرایط بدون تنش و تنش در کلیه صفات غیرمعنی‌دار شد، در نتیجه در کلیه این صفات عمل افزایشی ژن‌ها زیاد تأثیرگذار نبود. H_1 یا اندازه اثرات غالبیت در شرایط بدون تنش و تنش در کلیه صفات معنی‌دار گردید، لذا در کلیه صفات عمل غیرافزایشی ژن‌ها مهم و تأثیرگذار بوده است. H_2 یا اندازه اثرات غالبیت که در صورت فراوانی مساوی آلل‌های افزاینده و کاهنده مانند H_1 است، در شرایط بدون تنش و تنش در کلیه صفات معنی‌دار شد؛ لذا توزیع نامتقارن ژن‌ها با اثرات مثبت و منفی در والدین در مورد کلیه صفات وجود داشت. F که مبین متوسط کوواریانس اثرات افزایشی در غالبیت است در شرایط بدون تنش و تنش (به‌استثنای عملکرد بیولوژیک) در کلیه صفات معنی‌دار نگردید. لذا در تمامی صفات فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب نسبتاً مساوی است و تنها در صفت عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب مساوی نیست. با توجه به آن‌که علامت این پارامتر در شرایط بدون تنش و تنش در تمامی صفات مثبت است، لذا نتیجه‌گیری می‌شود که آلل‌های غالب صرف‌نظر از مثبت یا منفی بودن در بین والدین فراوانی بیشتری دارند.

در شرایط بدون تنش وراثت‌پذیری عمومی (h_b^2) بین حداقل ٠/٩٠ برای عملکرد دانه تا حداکثر ٠/٩٩ برای طول پدانکل، وزن سنبله و عملکرد بیولوژیک و در شرایط تنش بین حداقل ٠/٨٩ برای شاخص برداشت تا حداکثر ٠/٩٩ برای وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله متغیر بود. با توجه به این‌که این پارامتر سهم واریانس ژنتیکی را از واریانس فنوتیپی کل نشان می‌دهد، لذا مقادیر بالای این پارامتر در کلیه صفات نشان دهنده سهم بالای واریانس ژنتیکی است. وراثت‌پذیری خصوصی (h_n^2) که سهم واریانس ژنتیکی افزایشی را از واریانس فنوتیپی کل می‌رساند بین حداقل ٠/٢٤ برای وزن سنبله تا حداکثر ٠/٤٢ برای صفت طول پدانکل در شرایط بدون تنش و بین حداقل ٠/١١ برای صفت شاخص برداشت تا حداکثر ٠/٣٣ برای طول سنبله در شرایط تنش متغیر بود (جداول ١٤ و ١٥).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

جدول ۱۲- تجزیه واریانس صفات مرتبط با عملکرد به روش هیمن در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط بدون تنش

Table 12. Analysis of variance of correlated traits with yield using Hayman method in wheat genotypes in normal condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات صفات Mean square of traits					
		عملکرد دانه Grain yield	وزن سنبله Spike weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length
تکرار Replication	2	9400.2**	12311.8**	0.010**	34177.7**	150.7**	120.9**
افزایشی A	6	11676.0**	18408.8**	0.014**	476304.9**	1085.6**	117.3**
غالبیت B	21	8749.9**	16253.3**	0.009**	1135719.0**	487.0**	2.2**
هتروزیس b_1	1	6980.0**	24431.0**	0.004**	131931.6**	355.6**	31.4**
هتروزیس خاص هر تلاقی b_2	6	6657.5**	15010.8**	0.004**	245392.6**	394.2**	52.9**
هر خاص انحراف غالبیت تلاقی b_3	14	9773.1**	16201.7**	0.012**	758394.8**	536.2**	44.4**
خطا Error	96	196.9	0.2	0.0001	130.74	1.4	0.1

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

**: Significance at the 1% probability level

جدول ۱۳- تجزیه واریانس به روش هیمن در صفات مرتبط با عملکرد در گندم در شرایط تنش

Table 13. Analysis of variance using Hayman method of correlated traits with yield in wheat in stress condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات صفات Mean square of traits					
		عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه درسنبله No. of grain per spike	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight
تکرار Replication	2	5350.2**	5907.8**	0.032**	519.8**	0.23**	132.5**
افزایشی a	6	4729.7**	19119.2**	0.017**	785.3**	3.89**	8064.4**
غالبیت b	21	5183.4**	34139.9**	0.031**	543.2**	2.11**	9298.0**
هتروزیس b_1	1	6698.2**	53122.5**	0.004*	74.6**	0.50**	9701.6**
هتروزیس خاص هر تلاقی b_2	6	2611.6**	37523.4**	0.027**	244.5**	0.73**	11655.1**
انحراف غالبیت خاص هر تلاقی b_3	14	6177.5**	31333.9**	0.034**	704.6**	2.82**	8259.0**
خطا Error	96	14.6	145.3	0.001	0.41	0.01	0.15

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

**: Significance at the 1% probability level

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

جدول ١٤- پارامترهای ژنتیکی صفات مختلف در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط بدون تنش

Table 14. Genetic parameters of different traits in wheat genotypes in normal condition

پارامترهای ژنتیکی*	عملکرد دانه	وزن سنبله	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	ارتفاع بوته	طول پدانکل
Genetic parameters	Grain yield	Spike weight	Harvest index	Biological yield	Plant height	Peduncle length
E	196.9 ± 271.9	0.16 ± 484.2	0.0002 ± 0.0002	1.36 ± 1595.9	1.43 ± 18.9	0.11 ± 1.32
D	472.8 ± 769.2	2077.1 ± 1369.6	0.0013 ± 0.0005	8612.7 ± 5543.5	197 ± 53.4	4.02 ± 3.74
F	861.6 ± 1845.4	3897.8 ± 3285.7	0.0008 ± 0.0012	10789.5 ± 13298.7	187.8 ± 128.2	0.30 ± 8.97
H1	6883.9 ± 1851.9	14409.1 ± 3297.4	0.0066 ± 0.0012	45788.7 ± 13345.8	414.7 ± 128.6	36.8 ± 9.01
H2	5439.5 ± 1631.8	10835.2 ± 2905.4	0.0058 ± 0.0010	36051.8 ± 11759.5	321.8 ± 113.3	29.4 ± 7.94
h_b^2	0.90	0.99	0.93	0.99	0.98	0.99
h_n^2	0.25	0.24	0.29	0.29	0.38	0.42

*E: اثرات محیطی؛ D: اثرات افزایشی؛ H1: اثرات غالبیت، H2: اثرات غالبیت؛ F: کوواریانس اثرات افزایشی × غالبیت؛ h_b^2 وراثت‌پذیری عمومی؛ h_n^2: وراثت‌پذیری خصوصی

*E: Environmental effects; D: Additive effects; H1: Dominance effects; H2: Dominance effects; F: Covariance of additive × dominance effects; h_b^2: General heritability; h_n^2: Spicific heritability

جدول ١٥- پارامترهای ژنتیکی صفات مختلف در گندم در شرایط تنش

Table 15. Genetic parameters of different traits in wheat genotypes in stress condition

پارامترهای ژنتیکی*	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله	وزن سنبله
Genetic parameters	Grain yield	Biological yield	Harvest Index	No. of grain per spike	Spike length	Spike weight
E	14.6 ± 160.3	145.3 ± 708	0.0006 ± 0.0009	0.41 ± 19.2	0.009 ± 0.05	0.14 ± 358
D	398.2 ± 453.5	6881 ± 2002	0.005 ± 0.003	35.9 ± 54.4	0.21 ± 0.16	1656 ± 1013
F	563.3 ± 1088	13932 ± 4804	0.0099 ± 0.0064	19.2 ± 130.5	0.013 ± 0.39	3663 ± 2430
H1	4037.8 ± 1091.1	31299 ± 4821	0.0251 ± 0.0064	419.2 ± 131.0	1.55 ± 0.39	8973 ± 2438
H2	3426 ± 962.1	22469 ± 4248	0.0119 ± 0.0057	361.3 ± 115.4	1.39 ± 0.35	6198 ± 2148
h_b^2	0.98	0.98	0.89	0.99	0.98	0.99
h_n^2	0.20	0.13	0.11	0.29	0.33	0.19

*E: اثرات محیطی؛ D: اثرات افزایشی؛ H1: اثرات غالبیت، H2: اثرات غالبیت؛ F: کوواریانس اثرات افزایشی × غالبیت؛ h_b^2: وراثت‌پذیری عمومی؛ h_n^2: وراثت‌پذیری خصوصی

*E: Environmental effects; D: Additive effects; H1: Dominance effects; H2: Dominance effects; F: Covariance of additive × dominance effects; h_b^2: General heritability; h_n^2: Spicific heritability

نتایج حاصل از تجزیه گریفینگ در صفات مختلف نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش والد بک‌کراس‌روشن در اکثر صفات دارای ترکیب‌پذیری بالا و افق در اکثر صفات دارای ترکیب‌پذیری پایینی بود. والد محلی سرخ‌دانه در دو شرایط ترکیب‌پذیری عمومی خوبی داشت و بقیه والدین در حالت بینابینی قرار داشتند. این نتایج بیانگر آن است که بک‌کراس‌روشن والدی مناسب و افق والدی نامناسب به لحاظ ترکیب‌پذیری عمومی در شرایط آب و هوایی بیرجند جهت تلاقی با سایر ارقام می‌باشد. بررسی دورگ‌ها نشان داد که والد افق که دارای ترکیب‌پذیری عمومی پایینی در شرایط بدون تنش بود دورگ‌های نامناسب را در این شرایط تولید نمود. دورگ‌هایی که در شرایط بدون تنش بالاترین بودند در شرایط تنش نیز بالاترین بودند ولیکن دورگ‌هایی که در شرایط بدون تنش کمترین بودند در شرایط تنش کمترین نبودند؛ ازاین‌رو انتخاب ژنوتیپ‌ها بایستی در هر شرایط جداگانه صورت گیرد و ژنوتیپی که دارای عملکرد بالاتر و یا کمتری در شرایط بدون تنش می‌باشد لزوماً دارای عملکرد بالا و یا کم در شرایط تنش نمی‌باشد. آنچه از مجموع نتایج تجزیه هیمن برمی‌آید این است که واریانس افزایشی و غیرافزایشی اکثر صفات معنی‌دار بود. کنترل ژنتیکی صفت توسط اثرات افزایشی نشان‌دهنده امکان اصلاح این صفات به‌واسطه گزینش در نسل‌های اولیه می‌باشد و کنترل ژنتیکی صفات توسط اثرات افزایشی و غالبیت بیانگر این مسئله است که گزینش برای این صفات در نسل‌های بعدی مؤثر خواهد بود. بررسی مقادیر

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای ژنتیکی نشان می‌دهد که مقدار این پارامترها برای اثرات غیرافزایشی بیشتر از اثرات افزایشی بود؛ به‌عبارت دیگر نقش اثرات غالبیت در کلیه صفات بیشتر است که با مطالعه خیرالله و همکاران (Kheirella *et al.*, 1993) مطابقت دارد. بررسی پژوهش‌های محققین دیگر نشان می‌دهد که در برخی از صفات اثرات افزایشی مهم‌تر از غیرافزایشی بوده است، در حالی‌که در مطالعه دیگر دقیقاً برعکس آن اتفاق افتاده است. در مطالعه انجام شده توسط احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2003) اثرات افزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری در مقایسه با اثرات غیرافزایشی برخوردار بود، در حالی‌که در مطالعه‌ای دیگر اثرات غیرافزایشی ژن‌ها سهم بیشتری از اثرات افزایشی را در اکثر صفات به خود اختصاص دادند (Kheirella *et al.*, 1993). مقدار وراثت‌پذیری خصوصی برای عملکرد دانه ۰/۲۵ و ۰/۲۰ و وراثت‌پذیری عمومی ۰/۹۰ و ۰/۹۸ به‌ترتیب در شرایط بدون تنش و تنش بود، لذا تأثیر محیط در این صفت بسیار بالا و از روی فنوتیپ گیاه نمی‌توان به ژنوتیپ آن پی‌برد. بنابراین لازم است که از روی صفات دیگر مانند وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، عملکرد بیولوژیک، طول پدانکل و ارتفاع بوته که با عملکرد همبستگی بالا و وراثت‌پذیری بالایی نیز داشتند برای انتخاب گیاهان با عملکرد بالاتر استفاده نمود.

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

References

Ahmadi, J., Zali, A., Yazdi-Samadi, B., Talei, A.R., Ghannadha, M.R. and Saidi, A. (2003). Investigation of combing ability and action of genes under drought stress conditions using Diallel analysis. *Iranian Journal of Agricultural Science*, **34(1):** 1-8 (In Persian).

Costa, R., Pinheiro, N., Ameida, A.S., Gomes, C., Coutinho, J., Coco, J., Costa, A. and Nacas, B. (2013). Effect of sowing date and seeding rate on bread wheat yield and test weight under mediterranean conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, **25:** 951-961.

FAO. (2017). Food and Agriculture Organization. Accessed 20 January 2020, from http://fao.org/ crop/stat istics.

Gol-Abadi, M., Arzani, A. and Mirmohammady Maibody, S.A.M. (2008). Genetic analysis of some morphological traits in durum wheat by generation mean analysis under normal and drought stress conditions. *Seed Plant*, **24(1):** 99-116 (In Persian).

Griffing, B. (1956a). Concept of general and specific combining ability in relation to Diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*, **9:** 463-493.

Griffing, B. (1956b). A generalized treatment of the use of Diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, **10:** 31-50.

Hayman, B.I. (1954). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, **39:** 789-809.

Khahani, B., Bihamta, M.R. and Naserian, B. (2018). Estimation of general and specific combining Abilities of morphological traits and grain yield in bread Wheat. *Journal of Crop Breeding*, **10(25):** 53-62 (In Persian).

Kheirella, K.A., Defrawy, M. and Sherif, T. (1993). Genetic analysis of grain yield, biomass and harvest index in wheat under drought stress and normal moisture conditions. *Asian Journal of Agriculture Science*, **24:** 163-183.

Kjeldahl, J. (1883). Neue methode zur bestimmung des sticks offs in organischen körpern. (New method for the determination of nitrogen in organic substances). *Zeitschrift für Analytische Chemie* **22(1):** 366-383.

Makumbi, D., Alvarado, G., Crossa, J., and Burgueño, J. (2018). SASHAYDIALL: A SAS program for Hayman's diallel analysis. *Crop Science*, **58:** 1605-1615.

Manjit, S.K. (2003). *Handbook of Formulas and Software for Plant Geneticists and Breeders*. Haworth Press/CRC Press, Bighamton, New York, USA.

Mather, K., and Jinks, J.L. (1971). *Biometrical Genetics: the Study of Continuous Variation*. Chapman and Hall, London, UK.

Mohammadi, M., Sharifi, P., Karimizadeh, R. and Rostaei, M. (2017). Evaluating the genetic parameters for some morpho-physiological traits in wheat using diallel analysis. *Cereal Research*, **7(3):** 343-356.

Mondal, A.B. and Dasgupta, T. (1998). Diallel analysis in wheat. *Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, **48:** 167-170.

www.SID.ir

Archive of SID

Nanda, G.S., Virk, P.S. and Gill, K.S. (1983). Diallel analysis over environments in wheat. *Indian Journal Genetics*, **38:** 220-224.

Sadeghzadeh-Ahari, D., Sharifi, P., Karimizadeh, R. and Mohammadi, M. (2015). Estimation of genetic parameters of morphological traits in rainfed durum wheat (*Triticum turgidum L.*) using diallel method. *Plant Genetic Researches*, **2(1):** 45-62.

Sadeghzadeh-Ahari, D., Sharifi, P., Karimizadeh, R. and Mohammadi, M. (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.

Sharma, S., Iqbal, K. and Singh, K.P. (1980). Heterosis and combining ability in wheat. *Crop Improvement*, **13(1):** 101-103.

Zare, M., Chogan, R., Majidi-Heravan, E. and Bihamta, M.R. (2008). Generation mean analysis for grain yield and its associated traits inmaize. *Seed Plant*, **24(1):** 63-81 (In Persian).

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

www.SID.ir

Plant Genetic Researches, Vol. 6, No. 2
Archive of SID

Investigation of General and Specific Combining Ability and Genetic Analysis of Different Traits of Bread Wheat under Non-Stress and Drought Stress Conditions

Mohammad Zabet[1,*], Amir Ebrahimzadeh[2], Zohreh Alizadeh[3] and Ali Reza Samadzadeh[4]

1- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
2- Former M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
4- Instructor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

(Received: November 4, 2019 – Accepted: January 26, 2020)

Downloaded from journals.lu.ac.ir at 12:25 IRDT on Sunday June 14th 2020

Abstract

The production of new and compatible cultivars to different environments is one of the most important goals for the breeders. The crossing new cultivars and the selection of superior genotypes for desirable traits among their offspring is a method that has always been used by breeders. 28 genotypes obtained from the crossing of a 7 × 7 one-way diallel experiment consisting of seven parents (Alvand, Anfarm9, Chamran2, BC Roshan, Qods, Ofogh, local variety Sorkh-dane) and their 21 hybrids were investigated in a randomized complete block design with three replications in the research field of the Faculty of Agriculture of University of Birjand (Iran) under non-stress and drought stress conditions. The analysis of variance showed a significant difference among genotypes for all traits. Mean squares of GCA and SCA were significant for all traits under non-stress and stress conditions, so, there were additive and non-additive components of heritable variance in all traits. The BC Roshan parent had the high combining ability and Ofogh parent had the lowest combining ability in most traits in non-stress and stress conditions. In both conditions, BC-Roshan × Chamran2, Sorkh-dane × Qods and Ofogh × Anfarm9 hybrids had the highest yield and yield dependent traits. Hayman's variance analysis showed that component a (additive genetic diversity), component b (dominance genetic diversity), component b1 (heterosis), component b2 (heterosis specifically for each parent), and component b3 (specific dominance deviation per cross) were significant in both conditions in all traits.The Hayman's analysis confirmed the results of Griffing's analysis.

Keywords: Additive effects, Diallel, Dominance effects, Griffing analysis, Hayman analysis

* **Corresponding Author, E-mail: mzabet@birjand.ac.ir**

www.SID.ir