برآورد پارامترهای ژنتیکی عملکرد دانه و برخی صفات زراعی گندم با استفاده از تلاقی‌های دای‌آلل

محتشم محمدی[۱،*] و مظفر روستایی[۲]

۱- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گچساران، ایران

۲- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۱/۲۰ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۳۱)

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، مطالعه قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین، ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) هیبریدهای نتاج و برآورد وراثت‌پذیری و هتروزیس برای عملکرد دانه و برخی از صفات زراعی در جهت توسعه ارقام گندم با عملکرد بالا بود. یک مجموعه دای‌آلل یک‌طرفه حاصل از شش ژنوتیپ گندم در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی در طی فصل زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران در شرایط دیم ارزیابی شدند. اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها برای تمام صفات مورد مطالعه، بیانگر تنوع قابل توجه در مواد ژنتیکی مورد استفاده بود. اثرات معنی‌دار GCA و SCA نشان‌دهنده نقش عمل افزایشی و غیر افزایشی ژن‌های کنترل‌کننده تمام صفات بود. نسبت میانگین مربعات GCA به SCA و نسبت ژنتیکی ارجحیت عمل غیرافزایشی ژن را برای صفات مورد مطالعه نشان داد. وراثت‌پذیری عمومی برای تمام صفات مورد مطالعه بالا (۰/٦۷-۰/۹۹) بود که نقش فاکتورهای ژنتیکی را در کنترل این صفات در مقایسه با اثرات غیرژنتیکی نشان داد. وراثت‌پذیری خصوصی برای تمام صفات پایین تا متوسط (۰/۰٦-۰/۳۷) بود. در بین والدین، رقم کوهدشت به عنوان بهترین ترکیب‌شونده عمومی برای قدرت رشداولیه، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، طول سنبله، طول پدانکل، خروج سنبله از برگ پرچم و عملکرد دانه بود. همچنین هیبرید DAMARA-6 × کوهدشت یک تلاقی با ترکیب‌پذیری خصوصی مناسب برای تعداد صفات روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، محتوای کلروفیل، دمای کانوپی، طول دانه و عملکرد دانه بود. انتظار می‌رود این تلاقی با دارا بودن هتروزیس مثبت برای عملکرد دانه، محتوای کلروفیل و طول دانه و هتروزیس منفی از نظر ارتفاع بوته، نتاج مناسبی تولید کند و به طور موفقیت‌آمیزی در برنامه‌های تولید هیبرید به کار گرفته شود. با توجه به سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی صفات، بازده ژنتیکی گزینش آنها به ویژه در نسل‌های اولیه پایین می‌باشد و گزینش برای بهبود ژنتیکی این صفات می‌بایست از نسل‌های پیشرفته اصلاحی آغاز شود.

واژگان کلیدی: تلاقی دی‌آلل، قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA)، قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)، گندم، هتروزیس

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: **m-mohammadi@areo.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]

[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

مقدمه

برای شناسایی ارقام مطلوب با عملکرد بالا، دستیابی به اطلاعات جامعی در مورد ساختار ژنتیکی والدین و همچنین پارامترهای ژنتیکی مختلف آن‌ها به ویژه نحوه‌ی کنترل ژنتیکی و میزان توارث عملکرد و صفات مرتبط با آن ضروری می‌باشد. این امر از طریق استفاده از روش‌های مختلف ژنتیک کمی از جمله تلاقی‌های دای‌آلل میسر می‌شود. توارث‌پذیری عمومی و خصوصی، ترکیب‌پذیری عمومی[1] (GCA) والدین و ترکیب‌پذیری خصوصی[2] (SCA) هیبریدها، نوع عمل ژن شامل اثرات افزایشی، غالبیت و اپیستازی از جمله پارامترهای مهمی است که با این روش برآورد می‌شود. به طور کلی، روش دای‌آلل کامل‌ترین اطلاعات ژنتیکی برای ارزیابی پتانسیل ژنتیکی لاین‌های اصلاحی را در اختیار قرار می‌دهد (Talei, 1996). مقدار هتروزیس یا برتری هیبرید F_1 نسبت به میانگین والدین یا والد برتر، نتیجه‌ی تلاقی بین نژادها یا بین واریته‌های مختلف است که در اصلاح گیاهان حائز اهمیت می‌باشد. هیبریدها یا نسل اول گیاهان حاصل، بعد از یک تلاقی غالبا برای عملکرد دانه هتروزیس نشان می‌دهند و نمود کلی گیاه بهبود می‌یابد (Virmani *et al.*, 2003).

تلاقی‌های دای‌آلل در گندم به طور گسترده‌ای برای برآورد اثر ژن‌های کنترل کننده صفات مطلوب و همچنین شناخت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به کار گرفته شده است. برای مثال، جمالی و آیینه (Jamali and Ayeeneh, 2000) در آزمایشی به منظور بررسی ژنتیکی چند صفت کمی در ۵ رقم گندم نان به روش دای‌آلل، نشان دادند که بین ژنوتیپ‌ها از نظر طول ریشک، طول دم گل‌آذین، تراکم سنبله، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین نتایج حاصله از تجزیه گریفینگ نشان داد که ترکیب‌پذیری عمومی برای کلیه‌ی صفات مذکور و ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات طول ریشک، طول دم گل‌آذین، تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بوده است. ریاض و چاودری (Riaz and Chowdhry, 2003) در بررسی برخی صفات کمی گندم نان تحت شرایط تنش خشکی پی بردند که عملکرد و اجزای آن تحت کنترل اثرات افزایشی و غالبیت ژن ها قرار دارند. ایشان هچنین نشان دادند که صفت تعداد دانه در سنبله توسط اثرات افزایشی ژن‌ها کنترل شده و از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بود و استفاده از این صفت به عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم در جهت بهبود ژنتیکی عملکرد دانه منجر به بهبود کارایی انتخاب می‌شود. طهماسبی و همکاران (Tahmasebi *et al.*, 2007) با استفاده از تلاقی‌های دای‌آلل یک‌طرفه با ۸ والد گندم نان نشان دادند که سهم آثار افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله بیشتر بود. همچنین برآورد پارامترهای ژنتیکی نشان داد که صفات فوق تحت تاثیر غالبیت نسبی ژن‌ها قرار داشتند، ولی صفات تعداد پنجه بارور و عملکرد بوته متأثر از اثر فوق غالبیت ژن‌ها بودند. موسوی و همکاران (Mousavi *et al.*, 2006) در یک آزمایش بصورت دی‌آلل یک‌طرفه با استفاده از ۱۰ رقم گندم نان پی بردند که در شرایط نرمال رطوبتی، اثر غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل صفات عملکرد دانه، وزنه هزار دانه و تاریخ ۵۰٪ سنبله دهی دخالت داشت، در حالی‌که در کنترل ژنتیکی صفات طول پدانکل و طول سنبله اثر افزایشی ژنها نقش مهمی داشت. در شرایط تنش خشکی اثر غیرافزایشی ژن‌ها نقش بیشتری در کنترل ژنتیکی طول سنبله، عملکرد دانه و وزن هزار دانه داشت. با این حال، برای صفت طول پدانکل اثر افزایشی نقش عمده‌ای ایفا نمود. احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2003) در تحقیقی با استفاده از تلاقی دای‌آلل یک‌طرفه در ۸ والد گندم اظهار داشتند که برای صفات زمان ظهور سنبله، طول سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه، بیشترین سهم واریانس ژنتیکی به واریانس افزایشی اختصاص داشت که بیانگر بالا بودن میزان وراثت پذیری در این صفات بود. در حالی‌که برای ارتفاع بوته، سهم اثر غالبیت بیشتر بود. حیدری و همکاران (Heidari

1- General Combining Ability
2- Specific Combining Ability

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

et al., 2006a) در یک آزمایش دای‌آلل‌با استفاده از ۹ ژنوتیپ گندم نشان دادند که میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. ایشان همچنین عمل ژن برای عملکرد دانه در بوته، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه را از نوع فوق غالبیت برآورد کردند. محمدی و خدام‌باشی امامی (Mohammadi and Khodambashi Emami, 2008) در تحقیقی با استفاده از تلاقی‌های دای‌آلل یک طرفه ۹ رقم گندم، تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها به جز برای تعداد پنجه بارور و وزن دانه در سنبله اصلی گزارش کردند. ایشان همچنین با توجه به برآوردهای میانگین درجه غالبیت و نتایج تجزیه و تحلیل گرافیکی، عمل ژن برای طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته، طول سنبله اصلی، طول آخرین میانگره و وزن آخرین میانگره را از نوع غالبیت نسبی نشان دادند. در آزمایشی دیگر، گل‌پرور و همکاران (Golparvar *et al.*, 2011) گزارش دادند که برای صفات عملکرد دانه در بوته، عملکرد دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، اثرات غیرافزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری نسبت به اثرات افزایشی برخوردار بودند.

با توجه به اهمیت محصول گندم در کشور و اجرای پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه اصلاح آن، هدف از انجام این تحقیق، تعیین چگونگی اثر ژن‌ها در کنترل ژنتیکی برخی صفات و برآورد ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای والدین و هیبریدهای حاصل از تلاقی آنها در گندم نان بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از بین ارقام و لاین‌های گندم تحت بررسی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران، شش ژنوتیپ انتخاب و برای تشکیل یک مجموعه دی‌آلل یک‌طرفه، تلاقی‌های ممکن در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بین آنها انجام شد. برای انجام دورگ‌گیری ۲ تا ۳ روز قبل از رسیدن پرچم‌ها که تقریبا نصف سنبله‌ها از غلاف خارج شدند، تعدادی ازسنبلچه‌های فوقانی و تحتانی به وسیله پنس حذف گردیدند، بطوری‌که ۱۰ تا ۱۶ سنبلچه باقی ماند. سپس به کمک پنس گلچه وسط هر سنبلچه نیز حذف شد. از هر گل باقی مانده، قسمت فوقانی گلوم قطع شده، بطوریکه پرچم‌ها به آسانی قادر به خروج از گلچه بودند. پس از آن، پرچم‌ها به وسیله پنس خارج شدند، تا بدین ترتیب گلچه‌ها اخته شوند. آنگاه سنبله حاوی گلچه‌های اخته شده با پاکت شفاف پوشانیده شد تا از نشستن گرده خارجی بر روی کلاله‌ها جلوگیری شود. دو روز بعد، در زمانی که کلاله بصورت کرکدار مشاهده شد، با استفاده ازگرده پایه پدری، والد ماده ازطریق روش چرخشی تلقیح گردید. سپس در تابستان همین سال نسل F1 آنها در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه کشت شد. در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، نتاج حاصله به همراه والدین (در مجموع ۲۱ تیمار) بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران تحت شرایط دیم ارزیابی گردیدند. هر کرت آزمایشی در این مرحله شامل ٤ خط کاشت به طول۲ متر و فواصل خطوط ۲۵ سانتی‌متر بود. اسامی والدین ژنوتیپ‌های مورد استفاده به‌ترتیب عبارتند از:

KARIM
CHEN/AEGILOPSSQUARROSA(TAUS)//BCN/3/VEE#7/BOW/4/
KOOHDAST
AFLAK
PASTOR
PASTOR/2*SITTA//PBW343*2/KUKUNA
DAMARA-6

در آزمایش مزرعه‌ای، تعداد ده بوته بصورت تصادفی از هر ژنوتیپ در هر تکرار انتخاب گردیده و صفات قدرت رشد اولیه گیاه، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی، دوره پر شدن دانه، ارتفاع گیاه، طول سنبله، طول خروج سنبله از برگ پرچم، محتوای کلروفیل، دمای کانوپی، طول دانه، طول پدانکل، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. همچنین برای انجام تجزیه

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

دای‌آلل با روش دوم گریفینگ (Griffing, 1956) از برنامه DIALLEL-SAS (Zhang *et al.*, 2005) استفاده شد. مجموع مربعات ژنوتیپ‌ها به اجزای ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی تفکیک شدند. واریانس‌های افزایشی و غالبیت با استفاده از میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برآورد گردیدند. وراثت‌پذیری عمومی(h_b^2)و خصوصی (h_n^2) با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (Teklewold *et al.*, 2005):

$$h_b^2 = \frac{2\sigma_{gca}^2 + \sigma_{sca}^2}{2\sigma_{gca}^2 + \sigma_{sca}^2 + \sigma_{\varepsilon}^2}$$

$$h_n^2 = \frac{2\sigma_{gca}^2}{2\sigma_{gca}^2 + \sigma_{sca}^2 + \sigma_{\varepsilon}^2}$$

نسبت ژنتیکی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Baker, 1978):

$$\frac{2\sigma_{gca}^2}{2\sigma_{gca}^2 + \sigma_{sca}^2}$$

که در روابط فوق، σ_{gca}^2 و σ_{sca}^2 به ترتیب بیانگر واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی می‌باشد.

برآورد GCA والدین و SCA هیبریدها و همچنین معنی‌دار بودن این اجزاء با استفاده از برنامه DIALLEL-SAS انجام شد (Zhang *et al.*, 2005).

هتروزیس مطلق (بر اساس تفاضل بین مقادیر F_1 و میانگین والدین یا والد برتر) و درصد هتروزیس (نسبت هتروزیس مطلق بر میانگین والدین یا والد برتر) بر روی میانگین داده‌ها با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (Matzinger *et al.*, 1962):

هتروزیس مطلق نسبت به متوسط والدین:

$$AMPH = F_1\text{-}MPV$$

هتروزیس نسبی نسبت به متوسط والدین:

$$RMPH = \frac{F_1 - MPV}{MPV} \times 100$$

هتروزیس مطلق نسبت به والد برتر:

$$AHPH = F_1\text{-}HPV$$

هتروزیس نسبی نسبت به والد برتر:

$$RHPH = \frac{F_1 - HPV}{HPV} \times 100$$

اختلاف میانگین F_1 از متوسط ارزش والدین (MPV) و ارزش والد برتر (HPV) برای هر کدام از صفات با استفاده از آزمون t، مطابق با روابط زیر مورد آزمون قرار گرفت (Roy, 2000):

آزمون t برای هتروزیس بر اساس متوسط والدین:

$$t = \frac{\overline{F}_{1ij} - MP_{ij}}{\sqrt{\frac{3}{8}\sigma_e^2}}$$

آزمون t برای هتروزیس بر اساس والد برتر:

$$t = \frac{\overline{F}_{1ij} - HP_{ij}}{\sqrt{\frac{1}{2}\sigma_e^2}}$$

نتایج و بحث

میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها و همچنین اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۳). این موضوع بر وجود اثرات افزایشی و غالبیت دلالت دارد. خیراله و همکاران (Kheirella *et al.*, 1993)، منون و شارما (Menon and Sharma,1995) و ارشد و چاودری (Arshad and Chowdhry, 2003) نیز در مطالعات خود بر اهمیت اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژنها در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه اشاره نمودند. در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر، محققین دیگری نیز معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ، ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری خصوصی را برای عملکرد و اجزای عملکرد گندم گزارش کرده‌اند (Mohammadi and Khodambashi Emami *et al.*, 2008; Mousavi *et al.*, 2006 ; Ahmadi *et al.*, 2003; Heidari *et al.*, 2006b; Golparvar *et al.*, 2011).

متوسط تعداد روز تا ظهور سنبله برای والدها از ۱۰۱/۵ تا ۱۱۱/۵ روز (به ترتیب برای ژنوتیپ‌های کریم و افلاک) متغیر بود. هیچ‌کدام از هیبریدها تعداد روز تا ظهور سنبله بالاتر از ژنوتیپ افلاک و پایین‌تر از ژنوتیپ کریم را نشان ندادند. از نظر قدرت رشداولیه، والدین در دامنه‌ای از ۲/۷۵ (ژنوتیپ ۵) تا ۵ (رقم کریم) واقع بودند. همچنین تمام هیبریدها از نظر این صفت در محدوده ۲/۷۵ تا ۵ قرار داشتند. ژنوتیپ‌های ۵ (۱۴۲/۵) و افلاک (۱۴۷/۵) به

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

ترتیب با بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی بین والدها در دو حد انتهایی برای این صفت قرار داشتند و در بین هیبریدها تلاقی ۳×۵ نسبت به دیررس‌ترین والد دیررس‌تر بود. والدین مورد مطالعه از نظر طول دوره پر شدن دانه از ۳۶ تا ۴۱/۵ روز متغیر بودند. همچنین هیبریدهای مورد مطالعه از نظر این صفت در دامنه فوق واقع بودند. خروج سنبله از برگ پرچم برای والدین از ۱۲/۴۵ (ژنوتیپ ۱) تا ۲۶/۵۵ سانتی‌متر (ژنوتیپ ٤) متغیر بود و در بین تلاقی‌ها، برخی تلاقی‌ها از جمله تلاقی ٤×۱ (۳۰/۳۵ سانتی‌متر)، ٤×۵ (۲۸/۲۰ سانتی‌متر) و ٦×۵ (۲۸/٤۰ سانتی‌متر) دارای طولی بیشتر از ژنوتیپ ٤ بودند. از نظر ارتفاع بوته، دو ژنوتیپ ۱ و ٦ به ترتیب با ۸۲/۰۰ و ۱۰۸/۱۵ سانتی‌متر طول، کوتاه‌ترین و بلندترین ژنوتیپ‌ها در این تحقیق بودند و تمام هیبریدها از نظر این صفت، در دامنه فوق قرار داشتند. کمترین طول پدانکل مربوط به ژنوتیپ ۳ با مقدار ۳۰/۳۵ سانتی‌متر و بیشترین میزان آن مربوط به ژنوتیپ ٦ با ۳۳/۹۵ سانتی‌متر بود. در بین تلاقی‌ها، تلاقی ٦×۱ (۲۹/٦۰ سانتی‌متر) و ٤×۵ (٤۲/۳۵ سانتی‌متر) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان طول خروج سنبله از غلاف بودند. میانگین طول سنبله در والدین مورد مطالعه از ۹/٤ سانتی‌متر (ژنوتیپ‌های ۳ و ۵) تا ۱۲/٦ سانتی‌متر (ژنوتیپ ٤) متغیر بود. در بین هیبریدها، تلاقی ٤×۱ با ۱۳/۲۵ سانتی‌متر و تلاقی ٤×۵ با ۷/۷۵ سانتی‌متر دارای حداقل طول سنبله بودند. همچنین نتایج حاکی از این بود که ژنوتیپ‌های ۲ (٤۳/۷۰) و ۳ (۵۰/۷۰) دارای حداقل و حداکثر محتوای کلروفیل بودند و تلاقی ۵×۲ (۵۳/۲۰) نسبت به ژنوتیپ ۳ دارای محتوای کلروفیل بالاتری بود. از نظر درجه حرارت کانوپی والدین در دامنه‌ای از ۲۳/۸ درجه سانتی‌گراد (ژنوتیپ ٦) تا ۲۸/۲ درجه سانتی‌گراد (ژنوتیپ ۱) متغیر بودند. برخی از تلاقی‌ها دارای درجه حرارت کمتر از ژنوتیپ ٦ بودند. از لحاظ طول دانه، والدین مورد مطالعه از ٦/۲۰ میلی‌متر (ژنوتیپ ٤) تا ۷/۱۵ میلی‌متر (ژنوتیپ ۱) متغیر بودند و هیچ‌کدام از ژنوتیپ‌ها دارای طولی بالاتر یا پایین‌تر از دو والد فوق نبودند. وزن هزار دانه در والدین از ۲٤/۵۰ گرم (ژنوتیپ ۳) تا ۳۲/۵٤ گرم (ژنوتیپ ۱) متغیر بود و تمام تلاقی‌ها به جز تلاقی ۳×۲ (۲۲/۱۱ گرم) در دامنه بین والدین مورد مطالعه از نظر وزن هزار دانه قرار داشتند. کمترین و بیشترین عملکرد دانه در والدین مورد مطالعه به ترتیب مربوط به ژنوتیپ ۳ (۲۰۱/۰ گرم در متر مربع) و ژنوتیپ‌های ۵ و ٦ (۲٦۵/۵ گرم در مترمربع) بود. برخی از ژنوتیپ‌ها دارای عملکردی کمتر از والد ۳ بودند، همچنین هیبریدهای ٤×۵ (۲۷۵/۵۰ متر مربع) و ٦×٤ (۲۷۹/۰ گرم در متر مربع) دارای عملکردی بالاتر از برترین والدین بودند.

از بین هیبریدهای مورد مطالعه، ۳ مورد دارای هتروزیس مثبت برای عملکرد دانه بر اساس متوسط والدین و والد برتر بودند. هر سه هیبرید، دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار از نظر متوسط والدین بودند. در حالی‌که بر اساس والد برتر هتروزیس مثبت اما غیر معنی‌دار داشتند (جدول ۱). تلاقی ٤×۳ حداکثر میزان هتروزیس مثبت و معنی‌دار را بر اساس متوسط والدین نشان داد (۱٤/٤۷ درصد). تلاقی ٦×٤ با بیشترین عملکرد دانه، دارای بیشترین هتروزیس مثبت نسبت به والد برتر (۵/۰۸ درصد) بود. با توجه به اینکه این تلاقی‌ها، مقادیر بالاتر صفت مذکور را نیز به خود اختصاص داده بودند، می‌توان در بین نتاج حاصل از آنها، ژنوتیپ‌هایی را برای مقادیر بالای عملکرد دانه با استفاده از پدیده هتروزیس گزینش نمود و این صفت را بهبود بخشید. این یافته در تطابق با گزارش ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 1994)، آلزونا و آرادئو (Alzona and Arraudeau, 1995) و گل‌پرور و همکاران (Golparvar *et al.*, 2011) دال بر وجود درصد بالایی از هتروزیس برای عملکرد دانه است. به جز سه تلاقی فوق، سایر هیبریدها دارای هتروزیس منفی نسبت به بهترین والد و همچنین متوسط والدین بودند که از بین آنها تلاقی ٦×۱ بیشترین میزان هتروزیس منفی را داشت. در تلاقی‌های ٤×۳، ۵×٤ و ٦×٤ که حداکثر میزان هتروزیس مثبت و معنی‌دار بر اساس متوسط والدین برای

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

عملکرد دانه برآورد گردیده بود (جدول ۱)، صفات طول پدانکل و ارتفاع بوته در تلاقی ٥×٤ دارای حداکثر هتروزیس مثبت بودند، ولی، برای تلاقی ٦×٤، این دو صفت دارای هتروزیس منفی بودند. برای صفات محتوای کلروفیل و طول دانه بیشترین مقداری هتروزیس مثبت در تلاقی ٦×٤ مشاهده شد(شکل ۱).

نتایج حاصل از برآورد پارامترهای ژنتیکی که در جدول ۲ ارائه شده نشان می‌دهد که برای تمام صفات مورد مطالعه میزان واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی بود. نسبت ژنتیکی (بیکر) برای تمام صفات مورد مطالعه پایین بود، بطوری‌که کمترین میزان آن (۰/۰۵) برای دمای کانوپی و بیشترین میزان آن (۰/٦٥) برای وزن هزار دانه برآورد گردید. درجه غالبیت برای صفات مورد مطالعه از ۱/۰۵ (وزن هزار دانه) تا ٦/۱۹ (دمای کانوپی) متغیر بود. درجه غالبیت بزرگتر از واحد، بیانگر وجود فوق‌غالبیت برای این صفات بود. کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی (۰/٦۷) مربوط به دمای کانوپی بود، در حالیکه برای سایر صفات میزان وراثت‌پذیری عمومی میزان وراثت‌پذیری خصوصی برای تمام صفات مورد مطالعه پایین بوده و در دامنه ۰/۰۵ (دمای کانوپی) تا ۰/٦٤ (وزن هزار دانه) متغیر بود. این امر نشان می‌دهد در کنترل ژنتیکی صفات مورد مطالعه نقش اثرات غیرافزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرات افزایشی بود. از آنجا که وراثت‌پذیری خصوصی برای صفات مورد مطالعه پایین بود، به نظر می‌رسد که گزینش برای ژن‌های افزایشی در مورد این صفات چندان موثر نباشد. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمام صفات مورد مطالعه کمتر از یک برآورد گردید.

جدول ۱- عملکرد دانه در هیبریدها، مقدار متوسط والد برای هر تلاقی و هتروزیس مطلق بر اساس متوسط والدین و والد برتر در ۱۵ هیبرید گندم

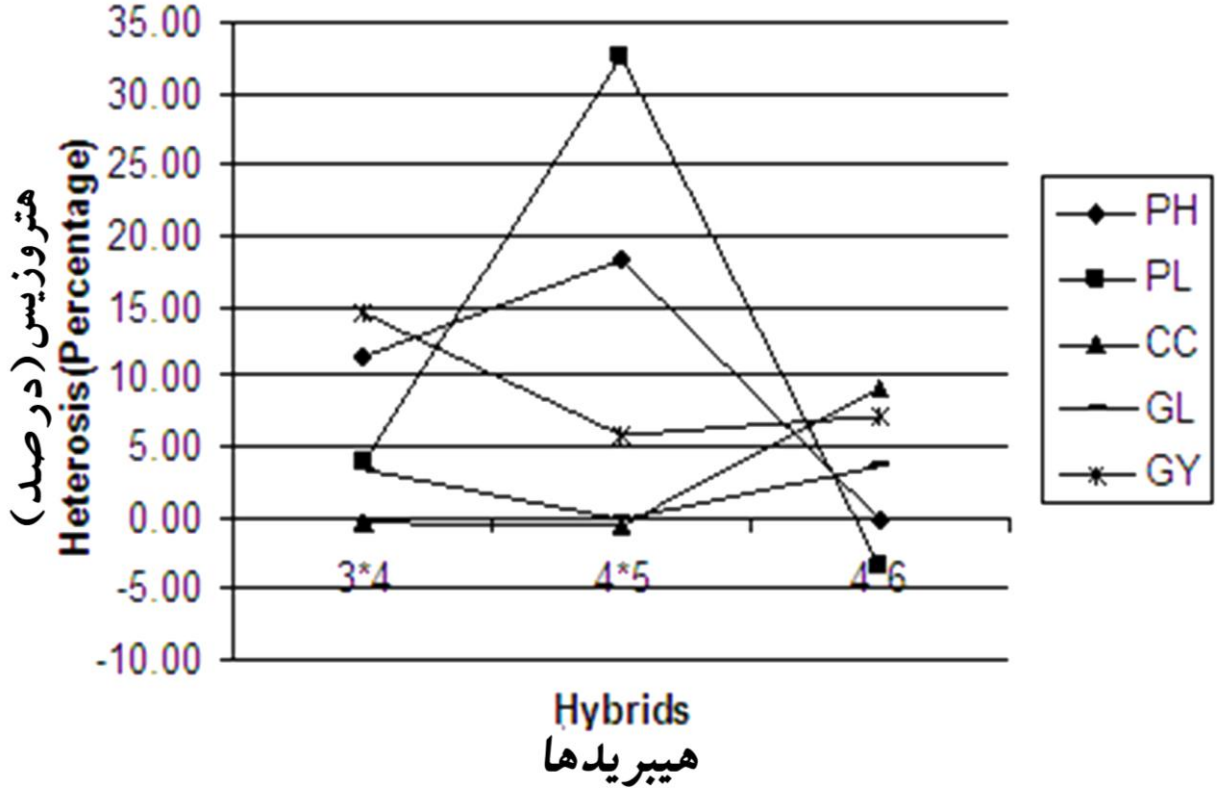
Table 1. The relative contribution of grain yield means for hybrids, mid-parental values (MPV), absolute mid-parent heterosis (AMPH) and absolute high-parent heterosis (AHPH) to the observed grain yield in 15 F1 wheat hybrids

شماره No.	شماره No.	متوسط هیبرید Hybrid mean	متوسط والدین MPV	هتروزیس مطلق بر اساس متوسط والدین AMPH	هتروزیس نسبی بر اساس متوسط والدین RMPH	هتروزیس مطلق بر اساس والد برتر AHPH	هتروزیس نسبی بر اساس والد برتر RHPH
1	2	195.50	233.00	-37.50**	-16.09	-64.50**	-24.81
1	3	190.00	230.50	-40.50**	-17.57	-70.00**	-26.92
1	4	248.50	257.50	-9.00	-3.50	-11.50	-4.42
1	5	179.00	262.75	-83.75**	-31.87	-86.50**	-32.58
1	6	155.00	262.75	-107.75**	-41.01	-110.50**	-41.62
2	3	191.00	203.50	-12.50	-6.14	-15.00	-7.28
2	4	175.50	230.50	-55.00**	-23.86	-79.50**	-31.18
2	5	190.50	235.75	-45.25**	-19.19	-75.00**	-28.25
2	6	235.50	235.75	-0.25	-0.11	-30.00**	-11.30
3	4	261.00	228.00	33.00**	14.47	6.00	2.35
3	5	156.50	233.25	-76.75**	-32.90	-109.00**	-41.05
3	6	162.00	233.25	-71.25**	-30.55	-103.50**	-38.98
4	5	275.50	260.25	15.25**	5.86	10.00	3.77
4	6	279.00	260.25	18.75**	7.20	13.50	5.08
5	6	239.00	265.50	-26.50**	-9.98	-26.50**	-9.98
Max (بیشینه)		279.00	265.50	33.00	14.47	13.50	5.08
Min (کمینه)		155.00	203.50	-107.75	-41.01	-110.50	-41.62
Mean (میانگین)		208.90	242.17	-33.27	-13.68	-50.13	-19.14
SE (خطای استاندارد)		11.19	4.67	10.63	4.29	11.52	4.34

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

**: Significant at 1% probability level

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]



شکل ۱- مقایسه هتروزیس مشاهده شده برای صفات ارتفاع گیاه، طول پدانکل، محتوای کلروفیل و طول دانه در سه هیبرید برتر گندم از نظر عملکرد دانه

Figure 1. Comparison of plant height (PH), Panicle length (PL), chlorophyll content (CC) and Grain length (GL) heterosis in three superior wheat hybrids for grain yield

بطوری‌که کمترین میزان آن (۰/۰۳) مربوط به دمای کانوپی بود و در پی آن تعداد روز تا رسیدگی، طول دانه و خروج سنبله از برگ پرچم قرار داشتند. نسبت ژنتیکی حدود متوسط، نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی کمتر از یک و وراثت‌پذیری خصوصی پایین برای تمام صفات مورد مطالعه، بیانگر سهم بیشتر اثر غیرافزایشی (غالبیت و اپیستازی) ژن‌ها در مقایسه با اثر افزایشی در کنترل آنها بود. در تطابق با نتایج تحقیق حاضر، حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2006b) عمل فوق‌غالبیت ژن‌ها را در کنترل ارتفاع بوته گندم گزارش کردند. در حالی‌که احمدی و همکاران (۲۰۰۳)، محمدی و خدامباشی امامی (Mohammadi and Khodambashi Emami, 2008) و طهماسبی و همکاران (۲۰۰۷) عمل ژن برای ارتفاع بوته گندم را از نوع غالبیت نسبی نشان دادند.

در همسویی با نتیجه تحقیق حاضر، اقبال و همکاران (Eqbal *et al.*, 2007) قابلیت توارث‌پذیری عمومی بالایی را برای ارتفاع گیاه گزارش کردند. همانند نتایج تحقیق حاضر، محققین دیگر نیز سهم بیشتر واریانس غیرافزایشی را در مقایسه با واریانس افزایشی برای صفات طول سنبله (Mousavi *et al.*, 2006 Tahmasebi *et al.*, 2007;) و وزن هزاردانه (Mousavi *et al.*, 2006 Golparvar *et al.*, 2002) گزارش کردند. بزرگتر بودن درجه غالبیت از یک برای صفت وزن هزار دانه نشان‌دهنده عمل فوق‌غالبیت یا غالبیت کاذب ژن‌های کنترل کننده این صفت بود. موسوی و همکاران (Mousavi *et al.*, 2006)، چالیش و هوشمند (Chalish and Houshmand, 2011)، حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2006) نیز اثرات فوق‌غالبیت را در کنترل ژنتیکی وزن هزاردانه نشان دادند.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]

[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

جدول ۲- برآورد پارامترهای ژنتیکی

Table 2. Estimates of genetic parameters

پارامترها Parameters	قدرت رشد اولیه (۵-۱) Early growth vigor (1-5)	تعداد روز تا ظهور سنبله (روز) Days to heading (day)	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی (روز) Days to maturity (day)	طول دوره پر شدن دانه (روز) Grain filling period (day)	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height (cm)	طول سنبله (سانتیمتر) Spike length (cm)	طول پدانکل(سانتیمتر) Peduncle length (cm)	خروج سنبله از برگ پرچم (سانتیمتر) Flag leaf extrude (cm)	محتوای کلروفیل Chlorophyll content	دمای کانوپی (سانتیگراد) Canopy temperature (C^0)	طول دانه (میلیمتر) Grain length (mm)
σ^2A	0.14	2.42	0.22	0.85	15.42	1.76	2.20	0.05	0.01	3.96	254.08
σ^2D	0.28	3.85	2.50	0.89	49.18	12.28	3.81	1.00	0.05	2.17	1472.00
Genetic ratio	0.34	0.39	0.08	0.49	0.24	0.13	0.37	0.05	0.09	0.65	0.15
DH	1.97	1.78	4.77	1.44	2.53	3.74	1.86	6.19	4.53	1.05	3.40
h^2n	0.32	0.38	0.08	0.42	0.24	0.12	0.34	0.05	0.09	0.64	0.14
h^2b	0.93	0.98	0.95	0.87	0.98	0.99	0.92	0.67	0.98	0.99	0.67
σ^2g/σ^2s	0.26	0.31	0.04	0.48	0.16	0.07	0.29	0.03	0.05	0.91	0.09

† σ^2D: واریانس غالبیت، σ^2A: واریانس افزایشی، σ^2s: واریانس SCA، σ^2g: واریانس GCA، DH: درجع غالبیت، h^2n: وراثت‌پذیری عمومی و h^2b: وراثت‌پذیری خصوصی

† σ^2D=dominance variance, σ^2A=additive variance, σ^2s=SCA variance, σ^2g=GCA variance, DH=degree of dominance, h^2n=narrow-sense heritability, and h^2b=broad-sense heritability

جدول ۳- برآورد ترکیب‌پذیری عمومی در یک دای‌آلل یک طرفه ۶×۶ گندم

Table 3. Estimates of parental general combining ability in a 6-by-6 partial diallel

والدین Parent	قدرت رشد اولیه (۵-۱) Early growth vigor (1-5)	تعداد روز تا ظهور سنبله (روز) Days to heading (day)	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی (روز) Days to maturity (day)	طول دوره پر شدن دانه (روز) Grain filling period (day)	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height (cm)	طول سنبله (سانتیمتر) Spike length (cm)	طول پدانکل (سانتیمتر) Peduncle length (cm)	خروج سنبله از برگ پرچم (سانتیمتر) Flag leaf extrude (cm)	محتوای کلروفیل Chlorophyll content	دمای کانوپی (سانتیگراد) Canopy temperature (C^0)	طول دانه (میلیمتر) Grain length (mm)	وزن هزار دانه (گرم) Thousand kernel weight (g)	عملکرد دانه (گرم در کرت) Grain yield (kg/plot)
1	0.17**	-0.79**	0.00	0.79**	-3.00**	-0.11	-1.81**	-2.70**	-1.45**	0.94**	0.10**	2.28**	-5.10*
2	-0.43**	0.15	0.13	-0.02	-2.81**	0.17	-1.00**	0.22*	-1.34**	-0.19	0.05	-1.14**	-16.10**
3	-0.11	2.52**	1.25**	-1.27**	-2.13**	-0.34**	0.63**	-0.61**	0.88**	-0.18	-0.01	-1.96**	-20.79**
4	0.26**	-0.29*	-0.56**	-0.27	0.19	0.36**	0.88**	1.77**	1.33**	-0.12	-0.18**	-0.41**	27.58**
5	-0.30**	-0.48**	-0.44**	0.04	0.88**	-0.53**	0.49**	0.20*	1.18**	-0.33	0.03*	0.73**	5.33*
6	0.42**	-1.10**	-0.38**	0.73**	6.88**	0.44**	0.82**	1.12**	-0.59*	-0.13	0.00	0.51**	9.08*

***، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد**

*, **: significant at the 0.05 and 0.01 probability level

موسوی و همکاران (Mousavi *et al.*, 2006)، چالیش و هوشمند (Chalish and Houshmand, 2011)، گل‌پرور و همکاران (Golparvar *et al.*, 2002)، دری و ایلدریم (Dere and Yildirim, 2006) و کمال‌الدین و همکاران (Kamaluddin *et al.*, 2007) نیز دریافتند که در کنترل ژنتیکی صفت عملکرد دانه، سهم واریانس غیر افزایشی در مقایسه با واریانس افزایشی بیشتر می‌باشد. اما برخلاف نتیجه تحقیق حاضر، محققین دیگری (Chalish and Houshmand, 2011; Golparvar *et al.*, 2002; نشـــان دادند که صفت عملکرد دانه تحت تأثیر عمل افزایشی ژن‌ها در مقایسه با عمل غالبیت قرار می‌گیرد.

در توافق با بزرگتر بودن درجه غالبیت از یک در این پژوهش (۳/٤۰) که نشان‌دهنده عمل فوق غالبیت و یا غالبیت کاذب ژن‌های کنترل کننده این صفت بود، طهماسبی و همکاران (Tahmasebi *et al.*, 2006)، حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2006b)، ضابط و همکاران (Zabet *et al.*, 2009) نیز نشان دادند که عملکرد دانه تحت کنترل اثر فوق غالبیت ژن‌ها بود. اقبال و همکاران (۲۰۰۵) و حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2006a) نیز میزان بالایی از وراثت‌پذیری عمومی را در مورد عملکرد دانه گندم گزارش نمودند.

برای دو صفت طول سنبله و طول پدانکل، واریانس افزایشی منفی برآورد گردید. دلیل این امر بزگ‌تر بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوص از ترکیب‌پذیری عمومی است. این موضوع توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Arshad and Chowdhry, 2003؛ Golparvar *et al.*, 2011). روی (Roy, 2000) و شارما (Sharma, 2008) علت برآورد منفی اجزای واریانس را مدل آماری نامناسب، نمونه‌گیری نامناسب از جامعه، اشتباه نمونه‌گیری و طرح آماری نامناسب می‌دانند. هرچند، شرایط سخت محیطی نیز در این خصوص تاثیرگذار است.

برآورد ترکیب‌پذیری عمومی والدین و ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدهای حاصله برای صفات مورد مطالعه در جداول ٦ و ۷ ارائه شده‌اند. این نتایج نشان داد که برای قدرت رشد اولیه، ارقام کریم و کوهدشت و همچنین ژنوتیپ ٦ دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت معنی‌دار بودند و سه ژنوتیپ دیگر از ترکیب‌پذیری عمومی منفی برخوردار بودند. برای این صفت برخی از تلاقی‌ها دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت معنی‌دار بودند که در بین آنها تلاقی ٦×۳، ٤×۳ و ٥×٤ بالاترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی را به خود اختصاص دادند.

از آنجا که زودرسی در زراعت دیم صفت مطلوبی است، برای دو صفت تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، ترکیب‌پذیری عمومی منفی مناسب می‌باشند و نشان می‌دهند که چنین والدینی صفت زودرسی را به نتاج خود منتقل می‌کنند. از نظر تعداد روز تا ظهور سنبله ژنوتیپ‌های ۱، ٤، ٥ و ٦ و از نظر تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های ٤، ٥ و ٦ دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی معنی‌دار بودند. از نظر طول دوره پر شدن دانه ژنوتیپ‌های ۱ و ٦ دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت معنی‌داری بودند. در بین هیبریدها نیز برخی از آنها دارای ترکیب‌پذیری خصوصی منفی معنی‌دار برای این صفت بودند. بطوری‌که کمترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی معنی‌دار مربوط به هیبریدهای ٤×۳ و ٦×۳ بود. از نظر طول دوره پر شدن دانه نیز تلاقی ٤×۱ دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت معنی‌دار و تلاقی‌های ٥×۲، ٤×٥ و ٦×۱ دارای کمترین ترکیب‌پذیری خصوصی منفی معنی‌دار بودند. در مجموع بر اساس سه صفت فوق، ژنوتیپ ٦ با ترکیب‌پذیری عمومی منفی معنی‌دار برای تعداد روز تا ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوزیکی و ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت معنی‌دار برای طول پر شدن دانه، می‌تواند به عنوان یک ترکیب‌کننده عمومی مناسب در نظر گرفته شود.

وجود GCA مثبت و معنی‌دار برای ژنوتیپ ٦ (٦/۸۸) با بیشترین میزان ارتفاع بوته (۱۰۸ سانتی‌متر) نشان‌دهنده مناسب بودن این والد برای ایجاد نتاجی با ارتفاع بلند می‌باشد. زیرا این والد صفت پابلندی را به نتاج خود

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

منتقل می‌کند. از طرف دیگر وجود GCA منفی و معنی‌دار برای رقم کریم (۳/۰۰-) با ارتفاع کوتاه (۸۲ سانتی‌متر) نشان‌دهنده پاکوتاهی این والد (به عنوان یک صفت مطلوب) و ژنوتیپ‌های ۲ و ۳ و همچنین قابلیت انتقال صفت پاکوتاهی به نتاج می‌باشد. در بین نتاج مورد مطالعه از نظر ارتفاع بوته، بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت مربوط به تلاقی ٤×١، ٥×١ و ٥×٤ بود. همچنین برخی از تلاقی‌ها دارای ترکیب‌پذیری خصوصی منفی بودند که کمترین میزان آن مربوط به تلاقی‌های ٥×٢ و ٦×١ بود. منفی و معنی‌دار بودن GCA برای والدین ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهد که این ژنوتیپ‌ها برای کاهش ارتفاع بوته مناسب می‌باشند و از آنجا که والد کریم (ژنوتیپ ۱)، کوچکترین میزان GCA منفی و معنی‌دار را به خود اختصاص داد، می‌توان این رقم را در اولویت اول و دو ژنوتیپ دیگر را در اولویت بعدی برای کوتاه‌کردن ارتفاع بوته نتاج استفاده نمود. تلاقی ٦×٤ با دارا بودن ارتفاع کم و ترکیب‌پذیری خصوصی منفی برای این صفت می‌تواند به عنوان یک تلاقی مطلوب برای دستیابی به هیبرید پاکوتاه در اصلاح گندم برای زراعت آبی مورد استفاده قرار گیرد.

برآورد ترکیب‌پذیری عمومی طول سنبله نشان داد که ژنوتیپ کوهدشت (۰/۳٦) و ژنوتیپ ٦ (۰/٤٤) دارای GCA مثبت و معنی‌دار بودند. نتایج مربوط به برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی بین تلاقی‌ها نشان داد که تلاقی‌های ٤×١، ٣×٢، ٤×٢، ٥×٢، ٥×٣، ٦×١ و ٦×٥ دارای بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار بودند و می‌توانند به عنوان تلاقی‌های مناسب برای افزایش طول سنبله در نظر گرفته شوند. با توجه به نقش بیشتر اثرات غیرافزایشی در مقایسه با اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی طول سنبله، تلاقی‌های فوق می‌توانند برای ایجاد هیبریدهایی با سنبله‌های طویل مفید باشند. برای صفت طول پدانکل دو ژنوتیپ ۱ و ۲ دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی بودند، در حالی‌که سایر ژنوتیپ‌ها ترکیب‌پذیری عمومی مثبت داشتند، بطوری‌که بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت مربوط به ژنوتیپ ٤ و در پی آن ژنوتیپ ٦ بود. برای این صفت نیز تعدادی از تلاقی‌ها دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار بودند بیشترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت معنی‌دار مربوط به تلاقی‌های ٥×٤، ٦×٣، ٣×٢ و ٦×٥ بود.

ژنوتیپ‌های ۱ و ۳ دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی معنی‌دار برای خروج سنبله از برگ پرچم بودند، در حالی‌که سایر ژنوتیپ‌ها ترکیب‌پذیری عمومی مثبت معنی‌دار داشتند. بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت معنی‌دار مربوط به رقم کوهدشت (۱/۷۷) و سپس ژنوتیپ ٦ (۱/۱۲) بود. در بین هیبریدها، تلاقی‌های ٣×١، ٤×١، ٥×١، ٣×٢، ٥×٤، ٦×١، ٦×٢ و ٦×٥ دارای SCA مثبت و معنی‌دار بودند. بیشترین میزان SCA مثبت و معنی‌دار مربوط به تلاقی ٤×١ با حداکثر خروج سنبله از برگ پرچم (۳۰/۳۵) بود.

از نظر محتوای کلروفیل، ژنوتیپ‌های ۳، ٤ و ٥ دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بودند، بطوری‌که بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای رقم کوهدشت با محتوای کلروفیل ٥٠/٢٥ برآورد گردید. در بین هیبریدهای مورد مطالعه، بیشترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار مربوط به تلاقی ٥×٢ (٤/٥٧) با محتوای کلروفیل ٥٣/٢٠ بود. رقم کوهدشت با بیشترین دمای کانوپی (۲۸/۱۸) دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت معنی‌دار (۰/۹٤) بود و سایر ژنوتیپ‌ها دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی بودند. هیچکدام از هیبریدهای مورد مطالعه دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار از نظر دمای کانوپی نبودند.

بیشترین میزان GCA مثبت و معنی‌دار (۰/۱۰) مربوط به رقم کریم با طول دانه ۷/۱۵ میلی‌متر بود. بنابراین، این والد می‌تواند صفت طویل بودن دانه را به نتاج خود منتقل کند. تلاقی ٦×٥ با طول دانه برابر با ٦/٧ میلی‌متر دارای بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار (۰/۳٦) بود. ژنوتیپ‌های ۱، ٥ و ٦ دارای GCA مثبت و معنی‌دار برای وزن هزار دانه بودند و بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار مربوط به رقم کریم (۲/۲۸) با بیشترین وزن هزار دانه (۳۲/٥٤ گرم)

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

بود. وجود GCA مثبت و معنی‌دار برای این رقم نشان داد که این والد صفت سنگین بودن دانه‌ها را به نتاج خود منتقل خواهد کرد. با توجه به نتایج ترکیب‌پذیری خصوصی مشاهده گردید که تلاقی‌های ۵×۱، ٦×۳ و ٦×۵ (۱/٤۳، ۱/۳٤ و ۰/۹۰) و با وزن هزار دانه ۳۲/۰۵، ۲۷/٤۸، ۲۹/۷٤ گرم دارای بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار بودند و می‌توانند به عنوان تلاقی‌های مطلوب برای افزایش وزن هزار دانه مورد توجه قرار گیرند.

عملکرد دانه مهم‌ترین صفات اصلاحی است و اکثر تحقیقات مرتبط با صفات زراعی گندم بر روی آن و همچنین بررسی روابط بین عوامل موثر بر آن متمرکز شده‌اند. نتایج برآورد ترکیب‌پذیری عمومی نشان داد که بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مثبت متعلق به والد کوهدشت (۲۷/۵۸) و در پی آن ژنوتیپ‌های ٦ و ۵ بود، در حالی‌که برای سایر ژنوتیپ‌ها، ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار بود. با توجه به اینکه میزان عملکرد دانه برای ژنوتیپ‌های ٤ (کوهدشت)، ۵ و ٦ بالا بود، می‌توان اظهار داشت که این ژنوتیپ‌ها می‌توانند عملکرد دانه را در نتاج خود افزایش داده و این صفت را به نتاج خود منتقل نمایند. برآورد اجزای ترکیب‌پذیری خصوصی نشان داد که بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار متعلق به تلاقی‌های ٤×۳، ۵×٤، ٦×۲، و ٤×٦ با عملکرد دانه معادل ۲٦۱، ۲۷۵/۵، ۲۳٦/۵ و ۲۷۹ گرم در متر مربع بود. این امر حاکی از آن است که ژنوتیپ‌های فوق توانسته‌اند عملکرد دانه را نسبت به هر دو والد در نتاج خود افزایش دهند. از سوی دیگر، با توجه به سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی در مقایسه با اثر افزایشی در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه (جدول٤)، برآوردهای ترکیب‌پذیری خصوصی می‌تواند در مطالعات مربوط به تولید واریته‌های گندم هیبرید مفید باشد.

با توجه به اینکه سهم اثرات غیرافزایشی ژن‌ها نسبت به اثرات افزایش صفات مورد مطالعه بیشتر بود، ترکیب‌پذیری خصوصی بالا، که نتیجه غالبیت و یا اثرات اپی‌ستاتیک بین والدین تلاقی‌ها می‌باشد، می‌تواند به عنوان شاخصی برای تعیین کارایی یک تلاقی ویژه در کاربرد هتروزیس مورد استفاده قرار گیرد و بر اساس آن در بین نتاج حاصل از تلاقی‌های مطلوب گزینش نمود. در مطالعه حاضر هیچ‌کدام از تلاقی‌ها ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار برای تمام صفات مطالعه شده نشان ندادند. با این وجود، تلاقی ۵×٤ دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت از نظر قدرت رشداولیه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، خروج سنبله از برگ پرچم و عملکرد دانه بوده و ترکیب‌پذیری خصوصی منفی از نظر تعداد روز تا ظهور سنبله و رسیدن فیزیولوژیک بود. همچنین تلاقی ٦×٤ دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای طول دوره پر شدن دانه، محتوای کلروفیل، طول دانه و عملکرد دانه و ترکیب‌پذیری خصوصی منفی برای تعداد روز تا ظهور سنبله، رسیدن فیزیولوژیک و ارتفاع بوته بودند. تلاقی‌های فوق دارای بیشترین عملکرد دانه در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و هتروزیس معنی‌دار نسبت به متوسط والدین بودند. این تلاقی‌ها می‌توانند به عنوان تلاقی‌های مناسب برای تولید هیبرید مورد استفاده قرار گیرند. از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، رقم کوهدشت با دارا بودن قدرت ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای صفاتی مانند عملکرد دانه، محتوای کلروفیل، طول خروج سنبله از برگ پرچم، طول پدانکل و قدرت رشد اولیه و همچنین ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار برای تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی، می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به عنوان والد مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

بر اساس اثرات معنی‌دار ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمام صفات مورد مطالعه، وجود اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفات آشکار گردید. با توجه به سهم بسیار بیشتر اثرات غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی و مقادیر قابلیت-توارث خصوصی این صفات، بازده ژنتیکی گزینش آنها به ویژه در نسل‌های اولیه اصلاحی پایین می‌باشد و گزینش برای بهبود ژنتیکی این صفات می‌بایست از نسل‌های

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]

[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

جدول ٤- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی در یک دای‌آلل یک طرفه ٦×٦ گندم

Table 4. Estimates of specific combining ability (SCA) in a 6-by-6 partial diallel

هیبرید Hybrid	قدرت رشداولیه (۵-۱) Early growth vigor (1-5)	تعداد روز تا ظهور سنبله (روز) Days to heading (day)	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی (روز) Days to maturity (day)	طول دوره پر شدن دانه (روز) Grain filling period (day)	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height (cm)	طول سنبله (سانتیمتر) Spike length (cm)	طول پدانکل(سانتیمتر) Peduncle length (cm)	خروج سنبله از برگ پرچم (سانتیمتر) Flag leaf extrude (cm)	محتوای کلروفیل Chlorophyll content	دمای کانوپی (سانتیگراد) Canopy temperature (C^0)	طول دانه (میلیمتر) Grain length (mm)	وزن هزار دانه (گرم) Thousand kernel weight (g)	عملکرد دانه (گرم در کرت) Grain yield (kg/plot)
S12	-0.55**	-0.04	-0.48	-0.44	3.88**	-1.00**	0.07	-1.18**	-1.99*	-0.57	-0.45**	-0.30	-1.70
S13	-0.86**	1.08**	0.89*	-0.19	-3.30**	0.52	0.94**	3.55**	2.34**	-1.03	-0.20**	0.38	-2.51
S14	0.01	-0.11	1.21**	1.31**	12.38**	1.97**	0.79*	7.11**	0.29	-1.04	0.02	0.78**	7.62
S15	0.33*	0.08	1.08**	1.00*	8.20**	-1.00**	0.58	1.83**	-0.52	-1.48	0.11**	1.43**	-39.63**
S23	-0.27	0.14	0.77*	0.63	5.01**	2.09**	4.48**	3.93**	-0.33	-1.40	0.16**	-2.41**	9.49
S24	0.11	1.46**	0.58	-0.88	0.20	0.69*	1.23**	-1.66**	1.82**	-0.51	-0.07*	0.39	-54.38**
S25	-0.08	1.14**	-0.04	-1.19*	-6.49**	2.12**	-3.03**	-0.89**	4.57**	-1.25	0.12**	0.25	-17.13*
S34	0.54**	-3.92**	-3.04**	0.88	2.51**	-0.60*	-2.10**	-1.63**	-0.69	-0.53	0.18**	-0.23	35.80**
S35	0.36*	2.77**	2.83**	0.06	1.32*	1.09**	-0.27	-0.76**	-0.65	-0.02	-0.17**	-0.72*	-46.45**
S45	0.48*	-0.42	-1.86**	-1.44**	7.51**	-2.76**	7.23**	2.06**	-1.65*	0.72	-0.10**	-0.62*	24.18**
S16	-0.64**	3.21**	1.02**	-2.19**	-6.30**	1.54**	-3.15**	1.31**	0.86	-0.08	-0.16**	-3.05**	-67.38**
S26	0.20	-0.73*	-0.61	0.13	3.01**	-1.35**	-1.26**	3.19**	0.74	-0.30	0.15**	-0.78**	24.12**
S36	0.89**	-2.61**	-1.73**	0.88	5.82**	-1.28**	6.26**	-2.03**	-0.98	-0.47	0.10**	1.34**	-44.70**
S46	-0.49**	-0.79*	-0.42	0.38	-4.99**	-1.58**	-2.94**	-3.56**	2.62**	0.92	0.07*	-2.06**	23.93**
S56	-0.17	-0.11	0.96**	1.06	4.82**	1.00**	3.95**	2.91**	1.47*	0.28	0.36**	0.90**	6.18

***، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد**

*, **: Significant at the 0.05 and 0.01 probability level

پیشرفته اصلاحی آغاز شود. در این زمینه بر استفاده از ژنوتیپ‌های ٤ (کوهدشت)، ٥ (KUKUNA /PASTOR/2*SITTA//PBW343*2) و ٦ (DAMARA-6 P) با ترکیب‌پذیری مثبت و بسیار معنی‌دار برای عملکرد دانه تأکید می‌شود تلاقی این ژنوتیپ‌ها دارای SCA مثبت و معنی‌دار بود. بنابراین، گزینش در بین نتاج حاصل از این تلاقی، علاوه بر بالا بردن سهم اثرات افزایشی ژن‌ها، بازده ژنتیکی گزینش را نیز افزایش خواهد داد. نتایج بررسی تطبیقی هتروزیس مشاهده شده برای صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، محتوای کلروفیل، طول دانه و عملکرد دانه نشان داد که تلاقی DAMARA-6 × کوهدشت با دارا بودن هتروزیس مثبت برای عملکرد دانه، محتوای کروفیل، طول دانه و هتروزیس منفی از نظر ارتفاع بوته و همچنین بیشترین میزان عملکرد دانه در مقایسه با تمام ژنوتیپ‌ها (والدین و هیبریدها)، می‌تواند به عنوان یک هیبرید مناسب در نظر گرفته شود. در بین نتاج حاصل از این تلاقی، می‌توان ژنوتیپ‌هایی برای مقادیر بالای عملکرد دانه و صفات فوق گزینش نمود. وجود هتروزیس منفی برای ارتفاع گیاه بر مفید بودن این تلاقی در تولید هیبریدی پاکوتاه می‌افزاید. علاوه بر این، چون هتروزیس مشاهده شده برای عملکرد دانه ناشی از فوق غالبیت است (با توجه به نتایج درجه غالبیت)، امکان تولید لاین‌های هیبریدی که فراتر از والدین باشند، قابل انتظار است.

References

Ahmadi, J., Zali, A.A., Yazdi-Samadi, B., Talaie, A., Ghanadha, M.R. and Saeidi. A. (2003). A study of combining ability and gene effect in bread wheat under drought stress condition by diallel method. *Iranian Journal of Agriculture Science*, **34(1)**: 1-8 (In Persian).

Alzona, A.V. and Arraudeau, M.A. (1995). Heterosis in yield components of upland rice. *Philipine Journal of Crop Science*, **17**: 13-18.

Arshad, M. and Chowdhry, M.S. (2003). Genetic behavior of wheat under irrigated and drought stress environment. *Asian. Journal of Plant Science*, **2**: 58-64.

Baker, R.J. (1978). Issues in Diallel Analysis. *Crop Science*, **18**: 533-536.

Chalish, L. and Houshmand, S. (2011). Estimate of heritability and relationship of some durum wheat characters using recombinant inbred lines. *Electonic Journal of Crop Protection*, **4(2)**: 223-238 (In Persian).

Dere, S. and Yildirim, M.B. (2006). Inheritance of grain yield per plant, flag leaf width, and length in an 8 x 8 Diallel cross population of bread wheat (*T. aestivum* L.). *Turkish Journal of Agriculture*, **30**: 339-345.

Eqbal, M., Nabavi, A., Salmon, D.F., Yang, R.C. and Spaner, D. (2007). Simultaneous selection for early maturity, increased grain yields and elevated grain protein content in spring wheat. *Plant Breeding*, **126**: 244-250.

Golparvar, A.R., Ghannadha, M.R., Zali A.A. and Ahmadi, A. (2002). Evaluation of some morphological traits as selection criteria for improvement of bread wheat. *Iranian Journal of Crop Science*, **4(3)**: 202-207 (In Persian).

Golparvar, A.R., Mottaghi S. and Lotfifar, O. (2011). Diallel analysis of grain yield and its components in bread wheat genotypes under drought stress conditions**.** *Plant Production Tecnology*, **11(1)**: 51-63 (In Persian).

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

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

Heidari, B., Rezaie, A.S. and Mirmohammadi Maibody, A.M. (2006a). Diallel analysis for the estimation of the genetic parameters of grain yield and grain yield components in bread wheat. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. *Water and Soil Science*, **10(2)**:121-140 (In Persian).

Heidari, B., Saeedi, G., Seyyed-Tabatabaei B.A. and Soenaga, K. (2006b). Evaluation of genetic diversity and estimation of heritability of some quantity traits in double haploid lines of wheat. *Iranian Journal of Agricultural Science*, **37(2)**: 347-356 (In Persian).

Jamali, S. and Ayeeneh, S. (2000). *Genetic study for some quantitative traits on five bread wheat cultivars using diallel cross*. Sixth International Agronomy and Plant Breeding Congress. Babolsar, IR (In Persian).

Kamaluddin, R., Singh, M., Prasad, L.C., Abdin, M.Z. and Joshi, A.K. (2007). Combining ability analysis for grain filling duration and yield traits in spring wheat (Triticum aestivum L. em. Thell.). *Genetics and Molecular Biology*, **30**: 411-416.

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.

Matzinger, D.F., Mann, T.J. and Cokerham, C.C. (1962). Diallel crosses in nicotina tabacum. *Crop Science*, **2**: 383-386.

Menon, U. and Sharma, S.N. (1995). Inheritance studies for yield and yield component traits in bread wheat over the environments. *Wheat Information Service*, **89**:1-5.

Mohammadi, S.H. and Khodambashi Emami, M. (2008). Graphical analysis for grain yield of wheat and its components using diallel crosses. *Seed and Plant Journal*, **24**:475-486 (In Persian).

Mousavi, S.S., Yazdi-Samadi, B., Zali A.A. and Ghanadha. M.R. (2006). Study GCA and SCA effects of quantitative traits of wheat in normal and water stress conditions. *Iranian Journal of Agriculture Science*, **37(1)**: 227-238 (In Persian).

Riaz, R. and Chowdhry. M.A. (2003). Genetic analysis of some economic traits of wheat under drought condition. *Australian journal of Plant Science*, **10**: 790-796.

Roy, D. (2000). *Plant breeding analysis and exploitation of variation*. Alpha Science International LTD, Bhagalpur, IN.

Sharma, J.R. (1998). *Statistical and Biometrical Techniques in Plant Breeding*, New Age International Publisher, Kerala, IN.

Tahmasebi, S., Khodambashi, M. and Rezai. A. (2007). Estimation of genetic parameters for grain yield and related traits in wheat using diallel analysis under optimum and moisture stress conditions. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. *Water and Soil Science*, **11(1)**: 229-241 (In Persian).

Talei, A. (1996). Investigation of combining ability and heterosis in bread wheat cultivars using diallel cross method. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, **27(2)**: 67-75 (in Persian).

Teklewold, A. and Becker. H.C. (2005). Heterosis and Combining Ability in a Diallel Cross of Ethiopian Mustard Inbred Lines. *Crop Science*, **45:** 2629-2635.

Virmani, S.S., Sun, Z.X., Mou, T.M., Jauhar Ali, A. and Mao, C.X. (2003). *Two Line Hybrid Rice Breeding Manual*. Copyright International Rice Research Institute, Mohakhali, BD.

Zabet, M., Bihamta M., Talei A., Mardi M., Zeynali H., Bagheri K. (2009). Genetic analysis for resistance to sunn pest through diallel method. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. *Water and Soil Science*, **12(46)**:93-107 (In Persian).

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

Zhang, Y., Kang, M.S. and Lamkey, K.R. (2005). DIALLEL-SAS05: A comprehensive program for griffing's and gardner–eberhart analyses. *Agronomy Journal*, **97**: 1097-1106.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]

[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]

Estimation of Genetic Parameters of Grain Yield and Some Agronomic Traits in Bread Wheat Using Diallel Crosses

Mohtasham Mohammadi[1,*] and Mozafar Roustaie[2]

1- Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gachsaran, Iran
2- Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran

(Received: February 09, 2016 – Accepted: June 20, 2016)

Abstract

For development of high yield wheat cultivars, this study was conducted to estimate the general combining ability (GCA) of parents, specific combining ability (SCA) of hybrid progenies, heritability and heterosis of grain yield and some agronomic traits. A partial diallel crosses which obtained in a set of six wheat genotypes were sown in randomized complete block design at Gachsarann agricultural research station in 2013-14 growing season under dryland condition. The results of this study revealed a significant difference among the genotypes for all of the traits that indicating considerable genetic variation. Significant effects of GCA and SCA indicated role of additive and non-additive gene action in the control of all considered traits. The mean square ratio of GCA to SCA and Baker genetic ratio showed a preponderance of non-additive gene action for all of the studied traits. Broad-sense heritability was high (0.67-0.99) for all of them, which indicated the role of genetic factors compared with non-genetic factors for controlling of these traits. Narrow-sense heritability was low to moderate (0.06–0.37). Among the parents, Koohdasht was the best general combiners for early growth vigor, days to maturity, spike length, peduncle length, flag leaf extrusion and grain yield. The Koohdasht × DAMARA-6 hybrid showed the best specific cross for days to heading, days to maturity, grain filling period, plant height, chlorophyll content, canopy temperature, grain length and grain yield. These hybrids showed positive and significant heterosis for grain yield, chlorophyll content and grain length and negative heterosis for plant height. It is expected to produce desirable segregants and could be exploited successfully in wheat improvement programs. In addition, because of preponderance of non-additive gene action for studied traits, particularly in the early generations, efficiency of genetic selection was low and selection for genetic improvement of these traits must be retraced in advanced generations.

Keywords: Diallel cross, Specific combining ability (SCA), General combining ability (GCA), Wheat, Heterosis

[*] **Corresponding Author, E-mail: m-mohammadi@areo.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1394.2.2.6.0]
[DOI: 10.29252/pgr.2.2.57]