

بررسی وراثت پذیری صفات مهم زراعی گندم نان در شرایط تنش خشکی با استفاده از روش تجزیه میانگین نسل‌ها در تلاقی روشن × کویر

مهديه سالارپور غربا^۱، روح‌الله عبدالشاهی^{۲*} و قاسم محمدی‌نژاد^۲
۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات و دانشیاران، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰)

چکیده

با توجه به اینکه غلات در مراحل مختلفی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند. بدین منظور بررسی تعیین نحوه عمل ژن در گندم نان در شرایط تنش خشکی، روش تجزیه میانگین نسل‌ها، با نسل‌های F_1 ، F_2 و F_3 به دست آمده از تلاقی رقم‌های روشن و کویر استفاده شد. تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از آزمون مقیاس مشترک انجام شد. فراسنجه‌های ژنتیکی شامل اثر افزایشی [d]، غالبیت [h]، اثر متقابل غیر همدریف ژنی (اپیستازی) افزایشی × افزایشی [i] و غالبیت × غالبیت [I] برای صفات شمار پنجه، ارتفاع بوته، طول ریشک، طول سنبله، طول پدانکل، شمار دانه در سنبله، شمار دانه در بوته، طول برگ پرچم و عملکرد دانه در بوته محاسبه شد. در بیشتر صفات اثر غالبیت ژن‌ها مهم‌تر از اثر افزایشی بود، بنابراین برای این صفات گزینش باید تا نسل‌های دیرتر یعنی تا دسترسی به سطح بالایی از تثبیت ژنی به تأخیر بیافتد. همچنین اثر متقابل غیر همدریف ژنی افزایشی × افزایشی یا [i] نسبت به اثر غالبیت × غالبیت یا [I] اهمیت بیشتری داشت. وراثت پذیری عمومی برای صفات مورد بررسی بین ۰/۹۵-۰/۵۲ بود. در حالی که، وراثت پذیری خصوصی ۰/۷۶-۰/۳۲ بود. میزان دورگ برتری (هتروزیس) نسبت به میانگین والدین برای همه صفات مثبت بود. انتخاب در نسل‌های پیشرفته، در این جمعیت در حال تفرق می‌تواند برای بهبود عملکرد در شرایط تنش خشکی مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: اثرگذاری ژن‌ها، تنش خشکی، دورگ برتری.

Heritability study of important bread wheat agronomic traits under drought stress condition using generation mean analysis of Roushan × Kavir cross

Mahdiye Salarpour Ghoraba¹, Rohollah Abdoshahi^{2*} and Ghasem Mohammadi-Nejad²

1, 2. Former M. Sc. Student of Plant Breeding, and Associated Professors of Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

(Received: Oct. 1, 2015 - Accepted: Jan. 20, 2016)

ABSTRACT

Due to Cereals are affected by drought stress in their lifetime. In order to study gene action of bread wheat under drought stress condition, a generation mean analysis was performed using F_1 , F_2 and F_3 generations derived from Roushan and Kavir. Generation mean analysis was performed based on joint scaling test. Genetic parameters including additive effect (d), dominance effect (h), additive × additive epistatic effect [i] and dominance × dominance effect [I] were calculated for number of tillers, plant height, awn length, spike length, peduncle length, grain number per spike, grain number per plant, flag leaf length and grain yield. Dominance effect was more important than additive for most of evaluated traits, Therefore, for these traits selection should be made in later generations till desirable genes are fixed. Furthermore, additive × additive epistasis effect, [i], was more important than dominant × dominant effect, [I]. Broad sense heritability for evaluated traits ranged 0.52 to 0.95. While it was ranged 0.32 to 0.76 for narrow sense heritability. Positive heterosis was observed for all traits. selection in later generation in the segregating populations can be effective to improve yield under drought stress condition.

Keywords: drought stress, gene action, heterosis.

مقدمه

گندم غذای اصلی بیش از ۳۵ درصد از جمعیت جهان است (HongBo *et al.*, 2005). کمبود آب از جمله مهم‌ترین محدودکننده‌های اصلی تولید گندم در سطح جهان است (Bajji *et al.*, 2001). بررسی فیزیولوژی گندم مقاوم به خشکی، برای تولید گندم و اصلاح برای روبرویی با تنش‌های زنده و غیرزنده مهم است (Shao *et al.*, 2005). ایران در ناحیه نیمه‌خشک جهان واقع شده است و به خاطر بارندگی‌های ناکافی در سال‌های اخیر عملکرد به‌طور چشمگیری کاهش یافته است (Mohammadi *et al.*, 2011). بنابراین ایجاد و استفاده از رقم‌های متحمل به شرایط خشکی اهمیت زیادی دارد. گرچه همبستگی عملکرد پتانسیل و عملکرد در شرایط تنش در بسیاری از آزمایش‌ها اثبات شده است ولی میزان این همبستگی به‌شدت تنش بستگی دارد (Abdolshahi *et al.*, 2013). آگاهی از نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفات اهمیت فراوانی دارد هر چه عمل افزایشی ژن‌ها برای صفت موردنظر بیشتر باشد پاسخ‌گویی به انتخاب و بازدهی ناشی از انتخاب بیشتر است و می‌توان از آن صفات در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد. از روش‌های مختلفی برای تعیین فراسنجه‌های ژنتیکی استفاده می‌شود یکی از روش‌های به نسبت مناسب برای تعیین فراسنجه‌های ژنتیکی روش تجزیه میانگین نسل‌ها است (Sharma *et al.*, 2003). Akhtar & Chowdhry (2006) با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها نشان دادند که اثر متقابل غیر هم‌ردیف ژنی (اپیستازی) نقش مهمی در کنترل صفات ارتفاع بوته، شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانه داشت. Sharma & Sain (2002) در گندم دوروم به بررسی اثرگذاری ژن‌ها برای صفت سطح ساق‌گل یا پدانکل (طول \times قطر \times $3/14$) پرداختند و به‌طور معنی‌داری اثرگذاری افزایشی را بیشتر از غالبیت برآورد کردند. Erkul *et al.* (2010) در تحقیقات خود روی رقم‌های گندم بیان کردند: که برای صفات وزن دانه در سنبله، شمار دانه در سنبله مدل سه فراسنجه در شرایط تنش خشکی، توارث این صفات را بر عهده دارد. Prakash *et al.* (2006) دریافتند اثر غالبیت به همراه اثر افزایشی، اثر متقابل

افزایشی \times غالبیت و اثر متقابل افزایشی \times افزایشی در کنترل صفات مورد بررسی در گندم نقش داشته است. Khattab *et al.* (2010) در گزارش خود در گندم با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها بیان داشتند که صفات وزن بوته، ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته و شمار دانه در سنبله به‌وسیله اثر افزایشی غالبیت و اثر متقابل غیر هم‌ردیف ژنی کنترل می‌شود. Sultan *et al.* (2011) با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها روی چهار تلاقی گندم نان برای صفات دانه در سنبله، عملکرد دانه در بوته و وزن صددانه اثر متقابل غیر هم‌ردیف ژنی را گزارش و همچنین بیان کردند که مدل ساده افزایشی و غالبیت برای توجیه همه صفات در تلاقی‌ها کافی نیست.

هدف این تحقیق، بررسی فراسنجه‌های ژنتیکی برخی صفات زارعی مهم و نیز بررسی نحوه عمل ژن و وراثت‌پذیری این صفات در نتایج به‌دست‌آمده از تلاقی رقم‌های روشن و کویر در شرایط تنش خشکی در استان کرمان با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها است. این رقم‌ها به ترتیب در سال‌های ۱۳۳۷ و ۱۳۷۶ در ایران معرفی شدند (Khodarahmi & Vazan, 2010). رقم کویر در مناطق دارای تنش‌های محیطی عملکرد بالایی داشته و برای کشت در مناطقی با محدودیت آب و شوری خاک توصیه می‌شود. رقم روشن، نیز رقم غالب کشت‌شده در مناطق استان کرمان است.

مواد و روش‌ها

رقم‌های روشن و کویر به همراه نسل‌های F_1 ، F_2 و F_3 و دورگ‌های نسل F_3 به‌دست‌آمده از تلاقی این رقم‌ها که توسط حیدری رودبالی تهیه شده بودند (Heidari, 2013)، در قالب طرح لاتیس ساده 10×10 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان با مختصات طول و عرض جغرافیایی ۵۷ و ۳۰ و ارتفاع ۱۷۵۶ متر از سطح دریا کشت شدند، به این ترتیب که از هر کدام از والدها و نسل‌های F_1 و F_2 ۶۰ بوته و ۱۳۴۴ بوته F_3 به‌طوری‌که در هر تکرار، یک ردیف به هر کدام از والدین، یک ردیف به F_1 ، یک ردیف به F_2 و ۹۶ دورگ‌های نسل F_3 هر کدام در یک ردیف کاشته

$$H_t = [(F_1 - P_m) / P_m] \times 100$$

$$H_b = [(F_1 - M_p) / M_p] \times 100$$

$$I_n = [(F_2 - F_1) / F_1] \times 100$$

اجزای رابطه‌های بالا عبارت‌اند از:

h_b^2 : وراثت‌پذیری عمومی

h_n^2 : وراثت‌پذیری خصوصی

H_t : دورگ برتری نسبت به والد برتر

H_b : دورگ برتری نسبت به میانگین والدین

I_n : اثرگذاری‌های سوء ناشی از خویش‌آمیزی

D : اثر افزایشی ژن‌ها

H : اثر غالبیت ژن‌ها

E : اثر محیط

F_1 : میانگین

P_m : میانگین بهترین والد

M_p : میانگین والدین

F_2 : میانگین

نتایج و بحث

تجزیه طرح لاتیس انجام شد، ولی با توجه به کارایی نه چندان مناسب طرح لاتیس برای صفات مورد بررسی نسبت به طرح بلوک کامل تصادفی، تجزیه واریانس و تجزیه‌های آماری بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد برای همه صفات مورد بررسی به جزء عرض برگ پرچم و شمار دانه در بوته تفاوت معنی‌داری بین نسل‌های مختلف وجود داشت. هرچند در تجزیه واریانس صفت شمار دانه در بوته نامعنی‌دار نشان داده شده بود اما مقایسه میانگین این صفت را معنی‌دار نشان داد، لذا تجزیه میانگین نسل‌ها و برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی برای همه صفات به جز عرض برگ پرچم امکان‌پذیر بود. بنا بر مقایسه میانگین (جدول ۲) قرار گرفتن نتایج در حدواسط دو والد برای برخی صفات نشان می‌دهد که اثر افزایشی در کنترل این صفات نقش دارد. در صفاتی که میانگین دورگ (هیبرید)های F_1 بیش از جمعیت F_2 بود دلیل آنرا می‌توان به اثرگذاری‌های سوء ناشی از خویش‌آمیزی ربط داد، در صورت مطلوب بودن هم‌ردیف (آل)‌های ژنی مغلوب درصد صفات پس از خویش‌آمیزی زیادت‌ر می‌شود که این حالت برای صفات شمار پنجه و شمار

شدند. وجین علف‌های هرز و آبیاری به‌هنگام به‌منظور رسیدن به سطح سبز یکنواخت تا پیش از مرحله گلدهی انجام شد و در مرحله ۵۰ درصد سنبله‌دهی به‌منظور اعمال تنش خشکی قطع آبیاری صورت گرفت. صفات شمار پنجه بارور، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول ریشک (سانتی‌متر)، طول سنبله (سانتی‌متر)، طول ساق گل (سانتی‌متر)، طول و عرض برگ پرچم (سانتی‌متر) یادداشت‌برداری شد و در انتهای فصل رشد بوته‌ها برداشت شد و صفات شمار دانه در سنبله اصلی، شمار دانه در بوته و عملکرد در واحد بوته (گرم) یادداشت شد. سپس نسل‌های موجود برای صفات مختلف تجزیه واریانس شدند و با مشاهده تفاوت معنی‌دار بین نسل‌ها، تجزیه میانگین نسل‌ها به روش ماطر و جینکز (Mather and jinks 1982) انجام شد. میانگین کلی هر صفت در این روش با رابطه زیر محاسبه شد:

$$Y = m + a[d] + B[h] + a^2[i] + 2aB[j] + B^2[l]$$

در رابطه بالا:

Y : میانگین یک نسل،

m : میانگین همه نسل‌ها

$[d]$: مجموع اثر افزایشی

$[h]$: مجموع اثر غالبیت

$[i]$: مجموع اثر متقابل بین اثر افزایشی

$[j]$: مجموع اثر متقابل بین اثر غالبیت

$[l]$: مجموع اثر متقابل بین اثر افزایشی و اثر غالبیت،

همچنین a ، B ، a^2 و $2aB$ ضریب‌های هر یک از فراسنجه‌های مدل هستند.

از مدل‌های دو، سه و چهار فراسنجه در تبیین میانگین‌های مشاهده‌شده استفاده شد. این مدل‌ها به کمک آزمون کی‌دو به ترتیب با سه، دو و یک درجه آزادی بررسی شدند، و بهترین مدل برای هر یک از صفات مشخص شد. مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی، دورگ برتری (هتروزیس) نسبت به والد برتر و میانگین والدین و اثرگذاری‌های سوء ناشی از خویش‌آمیزی با رابطه‌های زیر محاسبه شد.

$$h_b^2 = (0.5 D + 0.25H) / (0.5D + 0.25H+E)$$

$$h_n^2 = 0.5D / (0.5D + 0.25H+E)$$

دانه در بوته رخ داده است. در برخی صفات نیز میانگین دورگ‌های F_1 به دست آمده از تلاقی دو والد به یکی از والدین نزدیک‌تر بود که این وضعیت بیانگر غالبیت نسبی یا غالبیت کامل در این صفات بود. میزان خطای معیار در نسل‌های مختلف معرف تفاوت افراد مختلف درون نسل‌ها بود.

جدول ۱. تجزیه واریانس نسل‌های به دست آمده از تلاقی رقم‌های روشن × کویر

Table 1. Analysis of variance for generations derived of Roushan × Kavir cross

S.O.V	df	MS									
		Number of tillers	Plant height (cm)	Awn length (cm)	Spike length (cm)	Peduncle length (cm)	Flag leaf length (cm)	Flag leaf width (cm)	Grain number per spike	Grain number per plant	Grain Yield (gr)
Block	1	0.084 ^a	3.43 ^{ns}	0.48 ^{ns}	0.023 ^{ns}	13.94 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.83 ^{ns}	49.95 ^{ns}	10512 ^{ns}	25.2 ^{ns}
Generation	4	7.8 [*]	333.4 ^{**}	6.8 ^{**}	2.35 [*]	84.64 ^{**}	30.68 ^{**}	0.69 ^{ns}	371.57 [*]	13774 ^{ns}	31.37 [*]
Error	4	1.41	16.67	0.95	0.15	2.28	0.57	0.69	39.48	4095	4.8
CV (%)		12.84	4.18	25	3.4	3.74	3.97	44.03	10.44	17.22	14.21

ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ درصد، درصد و غیر معنی‌دار.

*, **, ns: Significant at 0.05, 0.01 probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۲. میانگین‌ها و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد و خطای معیار صفات در نسل‌های مختلف به دست آمده از تلاقی روشن × کویر

Table 2. Means and comparison of means based on Duncan test at 0.05 probability level and standard error in different generations derived of Roushan × Kavir cross

Traits	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	F ₃
Number of tillers	9.65 ± 5.0 ^a	5.74 ± 2.0 ^b	8.43 ± 4.1 ^a	12.59 ± 6.2 ^a	10.44 ± 5.7 ^a
Plant height	110.87 ± 4 ^a	75.74 ± 5.2 ^b	100.65 ± 4.5 ^a	101.12 ± 11.3 ^a	99.28 ± 15.6 ^a
Awn length	1.23 ± 0.5 ^c	6.22 ± 1.3 ^a	4.10 ± 0.7 ^{ab}	3.54 ± 7.9 ^{ab}	2.99 ± 1.9 ^{bc}
Spike length	10.65 ± 1.2 ^b	10.24 ± 1.3 ^b	12.79 ± 0.9 ^a	12.07 ± 1.7 ^b	11.06 ± 1 ^b
Peduncle length	40.80 ± 2.0 ^a	29.7 ± 9.0 ^c	42.8 ± 2.4 ^b	40.77 ± 6.3 ^b	39.88 ± 7 ^b
Flag leaf length	17.47 ± 2.4 ^b	18.34 ± 4.1 ^b	22.18 ± 5.21 ^a	17.89 ± 5.1 ^{bc}	18.93 ± 4 ^b
Grain number per spike	43.93 ± 8.6 ^b	71.65 ± 14.8 ^a	68.92 ± 16.5 ^a	63.2 ± 6.97 ^a	55.7 ± 15.7 ^{ab}
Grain number per plant	320.6 ± 180 ^b	269.52 ± 125.3 ^{ab}	426.64 ± 198.5 ^{ab}	474.94 ± 218.9 ^{ab}	415.48 ± 256.5 ^{ab}
Grain yield	13.57 ± 8.1 ^b	11.53 ± 5.3 ^b	20.23 ± 9.6 ^a	16.84 ± 8.3 ^{ab}	15.98 ± 10.4 ^{ab}

سنبله اصلی مؤید گزارش *Erkul et al.* (2010) است. برای صفات شمار دانه در بوته، طول ریشک و ارتفاع بوته مدل چهار فراسنجه [i]، [m]، [h] و [d] بهترین برازش را نشان داد، همچنین برای صفات شمار پنجه بارور و طول برگ پرچم مدل پنج فراسنجه [m]، [h]، [d]، [i] و [l] بهترین برازش را نشان داد.

نتایج تجزیه میانگین نسل‌ها بر پایه آزمون مقیاس مشترک (جدول ۳) نشان داد برای صفات عملکرد دانه در بوته، شمار دانه در سنبله اصلی، طول ساق گل، طول سنبله مدل سه فراسنجه مشتعل بر [m]، [h] و [d] بهترین برازش را در سطح معنی‌دار ۱ درصد داشت، که مدل ارائه شده برای صفت شمار دانه در

جدول ۳. برآورد میانگین و اجزاء ژنتیکی و خطای استاندارد در آزمون مقیاس مشترک و انتخاب بهترین مدل

Table 3. Estimates of means, genetic components and Standard error of different traits based on joint scaling test and the best model

Traits	M	[d]	[h]	[i]	[l]	X ²
Number of tillers	5.47 ± 1.84 ^{**}	1.96 ± 0.73 ^{**}	25.49 ± 1.34 ^{**}	2.22 ± 1.98 ^{ns}	22.54 ± 7.87 ^{**}	-
Plant height	98.73 ± 0.43 ^{**}	17.56 ± 0.96 ^{**}	2.20 ± 1.69 ^{ns}	-5.42 ± 1.05 ^{**}	--	0.68 ^{ns}
Awn length	2.62 ± 0.09 ^{**}	-2.50 ± 0.20 ^{**}	1.48 ± 0.34 ^{**}	1.10 ± 0.22 ^{**}	--	0.02 ^{ns}
Spike length	10.43 ± 0.09 ^{**}	0.21 ± 0.25 ^{ns}	2.54 ± 0.34 ^{**}	--	--	3.48 ^{ns}
Peduncle length	38.92 ± 0.23 ^{**}	9.85 ± 0.57 ^{**}	3.84 ± 0.91 ^{**}	--	--	0.1 ^{ns}
Flag leaf length	22.11 ± 1.59 ^{**}	-0.44 ± 0.65 ^{ns}	-16.94 ± 8.11 [*]	4.20 ± 1.71 [*]	17.02 ± 7.3 [*]	-
Grain number per spike	53.44 ± 1.34 ^{**}	-11.67 ± 2.11 ^{**}	9.07 ± 5.35 ^{ns}	--	--	0.09 ^{ns}
Grain number per plant	395.64 ± 16.83 ^{**}	12.09 ± 29.3 ^{ns}	79.37 ± 67.28 ^{ns}	87.03 ± 33.8 [*]	--	2.4 ^{ns}
Grain yield	14.22 ± 0.65 ^{**}	1.68 ± 1.22 ^{ns}	7.00 ± 2/59 ^{**}	--	--	4.34 ^{ns}

ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ درصد، درصد و غیر معنی‌دار.

m میانگین همه نسل‌ها در یک تلاقی، [d] برآیند اثرگذاری‌های افزایشی، [h] برآیند اثرگذاری‌های غالبیت، [i] برآیند اثرگذاری‌های متقابل افزایشی در افزایشی، [l] برآیند اثرگذاری‌های متقابل غالبیت در غالبیت.

*, **, ns: Significant at 0.05, 0.01 probability levels and non-significant, respectively.

m: mean, [d] sum of additive effects, [h] sum of dominance effects; [i] sum of additive additive effects, [l] sum of dominance dominance effects.

ژنتیکی صفات است، لذا برای صفات شمار پنجه بارور، ارتفاع بوته، طول ریشک، طول ساق گل، شمار دانه در سنبله اثر غالبیت و افزایشی نقش عمده را در کنترل توارث این صفات بر عهده داشت. در این بررسی اثر متقابل غیر همردیف ژنی افزایشی × افزایشی اهمیت بیشتری نسبت به اثر متقابل غیر همردیف ژنی غالبیت × غالبیت داشت که مؤید گزارش Cheloei *et al.* (2012) است. در مجموع اثر غالبیت ژن‌ها مهم‌ترین عامل در کنترل ژنتیکی بیشتر صفات شناخته شد، Gol-Abadi *et al.* (2008) نیز در گندم دوروم برای بیشتر صفات اثر غالبیت ژن‌ها را مهم‌تر از اثر افزایشی برآورد کردند. با استفاده از مقادیر واریانس گیاهان در نسل‌های مختلف، اجزای واریانس و درجه غالبیت برای صفات مختلف برآورد شد (جدول ۴).

نشانه مثبت و منفی [d] بستگی به این دارد که کدام والد به‌عنوان p_1 و کدام والد به‌عنوان p_2 در نظر گرفته شود. نشانه مثبت و منفی [h] به ترتیب غالبیت نسبی در جهت افزایش و کاهش صفت موردنظر است (Mather & Jinks, 1982). بنابراین می‌توان گفت در تلاقی روشن × کویر در همه صفات به جز طول برگ پرچم غالبیت نسبی در جهت افزایش صفات موردنظر است. منفی بودن میزان [i] در صفت شمار پنجه بارور نشان‌دهنده این بود که غالبیت در برخی مکان‌های ژنی در جهت منفی عمل کرده است. در صفات ارتفاع، طول ریشک و شمار دانه در بوته نشانه مخالف [d] و [i] نشان‌دهنده ماهیت متضاد اثر متقابل برای این صفات بود. معنی‌دار شدن اجزای افزایشی و غالبیت بیانگر اهمیت اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل

جدول ۴. برآورد اجزای واریانس و درجه غالبیت برای صفات مختلف در تلاقی روشن در کویر

Table 4. Estimates of components of variance and degree of dominance for various traits of Roushan×Kavir cross

Traits	D	H	E	√H/D
Number of tillers	24.00	56.00	12.04	1.53
Plant height	256.00	128.00	8.74	0.71
Awn length	4.00	0.00	0.76	0.00
Spike length	5.50	3.00	0.30	0.00
Peduncle length	64.00	64.00	4.26	0.74
Flag leaf length	256.00	0.00	116.24	1.00
Grain number per spike	81920.00	32768.00	12323.08	0.63
Grain number per plant	416.00	96.00	43.54	0.48
Grain yield	10.00	20.00	5.08	1.41

D: اثر افزایشی ژن‌ها، H: اثر غالبیت ژن‌ها، E: اثر محیط، √H/D: درجه غالبیت.

D: additive effect; H: dominance effect; E: environmental effect; √H/D: Degree of dominance

۰/۹۲) بیشترین میزان را نشان داد که معرف زیادتر بودن تنوع ژنتیکی نسبت به تنوع محیطی است. میانگین وراثت‌پذیری عمومی بین ۵۲ درصد تا ۹۵ درصد متغیر بود. Nakhjavan *et al.* (2010) در شرایط تنش خشکی پایان فصل در برخی صفات کمی جو وراثت‌پذیری عمومی را بین ۴۸ درصد تا ۷۷ درصد گزارش کردند. قابلیت وراثت‌پذیری عمومی برای عملکرد دانه در واحد بوته ۸۴ درصد به‌دست آمد در حالی که Moradi Ashour *et al.* (2006) در گندم نان قابلیت وراثت‌پذیری عمومی را برای عملکرد دانه در بوته ۵۲ درصد گزارش کردند. وراثت‌پذیری عمومی برای صفات زراعی گندم در رنج متفاوتی بیان شده است که نشان می‌دهد میزان وراثت‌پذیری به شرایط

همچنین نتایج نشان داد که به‌طور متوسط در مکان‌های ژنی کنترل‌کننده صفات ارتفاع، طول سنبله، شمار دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته غالبیت ناقص برقرار بود. برای صفات پنجه بارور و طول برگ پرچم بالا غلبه و برای صفت ساق گل غلبه کامل مشاهده شد. در صفات ارتفاع بوته، طول ریشک، طول سنبله، شمار دانه در سنبله، شمار دانه در بوته و عملکرد دانه جزء افزایشی بیشتر از جزء غالبیت و میانگین غالبیت ژنی در این صفات کمتر از یک بود که بیانگر اهمیت جز افزایشی است. نتایج برآورد وراثت‌پذیری عمومی، وراثت‌پذیری خصوصی (جدول ۵) نشان داد قابلیت وراثت‌پذیری عمومی برای صفات ارتفاع بوته، طول سنبله و طول ساق گل (به ترتیب ۰/۹۵، ۰/۹۲ و

بیشترین میزان دورگ برتری نسبت به والد برتر را برای صفات ارتفاع بوته و طول ساق گل گزارش کردند. برآورد اثرگذاری‌های ناشی از پس‌روی خویش‌آمیزی نشان داد که میزان این فراسنجه برای صفت شمار پنجه بارور بیشترین میزان بود. به‌طورکلی خودگشنی باعث افزایش خالصی (هموزیگوسیتی) و در بیشتر صفات باعث ظهور اثرگذاری‌های ژن‌های مغلوب نامطلوب که توسط هم‌ردیف‌های ژنی غالب والدها پوشانده شده بودند، شده است و درنهایت باعث کاهش درصد صفات در اثر خویش‌آمیزی شده است. درحالی‌که برای صفات شمار پنجه بارور، ارتفاع، شمار دانه در بوته به علت نبود هم‌ردیف‌های ژنی نامطلوب مغلوب در والدها، درصد این صفات پس از خویش‌آمیزی زیاد شده است. بزرگ‌تر بودن واریانس غلبه نسبت به واریانس افزایشی و بزرگ‌تر از یک بودن متوسط غالبیت نشان‌دهنده وجود رابطه بالای غالبیت است که اصلاح برای چنین صفاتی از راه تولید دورگ و گزینش در نسل‌های بعدی مؤثر است، درحالی‌که بزرگ‌تر بودن واریانس افزایشی نسبت به واریانس غلبه و کوچک‌تر از یک بودن میانگین غالبیت، بیانگر غالبیت نسبی است که برای اصلاح چنین صفاتی گزینش در نسل‌های اولیه مؤثر است.

محیطی، نوع جمعیت مورد بررسی و عامل‌های دیگری بستگی دارد. (Novoselovic *et al.* 2007) وراثت‌پذیری خصوصی را برای عملکرد گندم، وابسته به روش کشت و تراکم گیاه بین ۹۹درصد-۶۸درصد متغیر دانستند. لازم به یادآوری است که وراثت‌پذیری‌ها به علت نداشتن تکرار در چند مکان و سال بیش‌ازحد واقعی برآورد شده است (Gol-Abadi *et al.*, 2008). بیشترین و کمترین میزان وراثت‌پذیری خصوصی برای صفات ارتفاع بوته و شمار پنجه بارور (به ترتیب ۷۶درصد و ۳۲درصد) مشاهده شد. دورگ برتری نسبت به میانگین والدین بیشترین میزان را برای طول برگ پرچم و عملکرد دانه در بوته، داشت که مبین پیشرفت و برتری دورگ‌های F_1 تولیدشده از تلاقی رقم‌های روشن × کویر است. میزان دورگ برتری مثبت برای همه صفات معرف برتری F_1 نسبت به میانگین والدین و مناسب بودن این تلاقی‌ها برای صفات مربوطه بود، همچنین میزان دورگ برتری نسبت به والد برتر بیشترین میزان را در صفت طول برگ پرچم نشان داد. (Gol-Abadi *et al.* 2008) در گندم دوروم بیشترین دورگ برتری نسبت به میانگین والدین را برای صفات طول ریشک، طول برگ پرچم و ارتفاع بوته و

جدول ۵. برآورد وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی، واریانس افزایشی، واریانس غلبه و واریانس محیطی، میزان دورگ برتری نسبت به میانگین والدین و والد برتر و پس‌روی خویش‌آمیزی

Table 5. Estimates of broad-sense and narrow-sense heritability and additive variance, dominance variance, environmental variance, Heterosis (Mean parents and High parents) and Inbreeding depression

Traits	h_b^2	h_n^2	σ_D^2	σ_H^2	σ_E^2	I_n	H_b	H_t
Number of tillers	0.68	0.32	12	14	12.04	49.34	9.53	-12.69
Plant height	0.95	0.76	128	32	8.74	0.47	7.87	-9.22
Awn length	0.72	0.72	2	0	0.76	-13.78	10.22	-34.03
Spike length	0.92	0.72	2.75	0.75	0.3	-5.63	22.48	20.11
Peduncle length	0.92	0.61	32	16	4.26	-4.77	8.96	-12.26
Flag leaf length	0.52	0.52	128	0	116.24	-9.13	11.27	10.8
Grain number per spike	0.8	0.67	40960	8192	12323	-8.29	19.21	-3.81
Grain number per plant	0.84	0.75	208	24	43.54	11.32	38.25	33.04
Grain yield	0.66	0.33	5	5	5.08	-16.74	61.18	49.09

h_b^2 : وراثت‌پذیری عمومی، h_n^2 : وراثت‌پذیری خصوصی، σ_D^2 : واریانس افزایشی، σ_H^2 : واریانس غلبه، σ_E^2 : واریانس محیطی، H_b : دورگ برتری نسبت به میانگین والدین، H_t : دورگ برتری نسبت به والد برتر، I_n : اثرگذاری‌های سوء ناشی از خویش‌آمیزی.

h_b^2 : Broad sense heritability, h_n^2 : Narrow sense heritability, σ_D^2 : Additive variance, σ_H^2 : Dominance variance, σ_E^2 : Environmental variance, H_b : mid-parent heterosis, H_t : High-parent heterosis, I_n : Inbreeding depression.

افزایش عملکرد در شرایط تنش خشکی شود. در مجموع در این آزمایش اثر غالبیت ژن‌ها مهم‌ترین عامل در کنترل ژنتیکی بیشتر صفات شناخته شد. اطلاع از نحوه عمل ژن‌ها، راهکار و روش اصلاحی

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که استفاده از نتایج به‌دست‌آمده از تلاقی رقم‌های روشن و کویر در برنامه‌های به‌نژادی می‌تواند باعث

انتخاب تا نسل‌های دیرتر به تأخیر بیافتد و برای صفاتی که اثرگذاری‌های افزایشی مهم‌تر از اثرگذاری‌های غلبه بود گزینش در نسل‌های اولیه صورت بگیرد.

مناسب را برای هر صفت پیشنهاد می‌کند بنابراین در این جمعیت برای بهنژادی در شرایط تنش خشکی در صفاتی که اثرگذاری‌های غلبه مهم‌تر از اثرگذاری‌های افزایشی بود و میانگین غلبه بزرگ‌تر از یک بود باید

REFERENCES

1. Abdolshahi, R., Safarian, A., Nazari, M., Pourseyedi, S. & Mohamadi-Nejad, G. (2013). Screening drought-tolerant genotypes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using different multivariate methods. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59(5), 685-704.
2. Ahmadi, J., Orang, S. F., Zali, A. A., Yazdi-Samadi, B., Ghannadha, M. R. & Taleei, A. R. (2007). Study of yield and its components inheritance in wheat under drought and irrigated conditions. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 11(1), 201-214. (in Farsi)
3. Akhtar, N. & Chowdhry, M. A. (2006). Genetic analysis of yield and some other quantitative traits in bread wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4, 523-527.
4. Anderson, V. L. & Kempthorne, O. (1954). A model for the study of quantitative inheritance. *Genetics*, 39(6), 883.
5. Bajji, M., Lutts, S. & Kinet, J. M. (2001). Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Science*, 160(4), 669-681.
6. Cheloei, G. R., Mohammadi, A., Bihamta, M. R., Ramshini, H. A. & Najafiyahn, G. (2012). Inheritance of drought tolerance in bread wheat using generation mean analysis. *Journal of Plant Production*, 19(1), 43-66. (in Farsi)
7. Erkul, A., Aydin, U. N. A. Y. & Konak, C. (2010). Inheritance of yield and yield components in a bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cross. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2), 137-140.
8. Golabadi, M. A. R. Y. A. M., Arzani, A. & Maibody, S. M. (2008). Genetic analysis of some morphological traits in durum wheat by generation mean analysis under normal and drought stress conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*, 24(1), 99-116. (in Farsi)
9. Heidari Rodbali, M. (2013). *Study association of SSR marker and drought related traits in bread wheat*, graduate university of advance technology faculty of science and modern technology department of plant breeding. (in Farsi)
10. HongBo, S., ZongSuo, L. & MingAn, S. (2005). Changes of anti-oxidative enzymes and MDA content under soil water deficits among 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at maturation stage. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 45(1), 7-13.
11. Khattab, S. A. M., Esmail, R. M. & Al-Ansary, A. M. F. (2010). Genetical analysis of some quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *New York Science Journal*, 3(11), 152-157.
12. Khodarahmi, M. & Vazan, S. (2010). Trends in morphological and quantitative traits in bread wheat using introduced varieties during the last six decades in Iran. *Agriculture and Plant Breeding*, 6(1), 29-42. (in Farsi)
13. Mather, K. & Jinks, T. L. (1982). *Biometrical genetics*. Chapman & Hall. London. 396PP.
14. Mohammadi, M., Karimizadeh, R. & Abdipour, M. (2011). Evaluation of drought tolerance in bread wheat genotypes under dryland and supplemental irrigation conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4), 487-493
15. Moradi Ashour, B., Arzani, A., Rezaei, A. & Mirmohammady Maibody, S. A. M. (2006). Study of inheritance of yeild and related traits in five crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 9(4), 123-136. (in Farsi)
16. Nakhjavan, S., Bihamta, M. R., Darvish, F., Sorkhi, B. & Zahravi, M. (2012). Heritability of agronomic traits in the progenies of a cross between two drought tolerant and susceptible barley genotypes in terminal drought stress conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 14(2), 136-154. (in Farsi)
17. Novoselovic, D., Drezner, G., Lalić, A., Grljusic, S. & Gunjaca, J. (2007). Comparison of different planting methods in relation to grain yield of wheat. *Cereal Research Communications*, 35(1), 141-149.
18. Prakash, V., Saini, D. D. & Pancholi, S. R. (2006). Genetic basis of heterosis for grain yield and its traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal and late sown conditions. *Crop Res*, 31, 245-249.
19. Rajaram, S. (2001). Prospects and promise of wheat breeding in the 21st century. In *Wheat in a global environment*. (pp. 37-52).
20. Sharma, S. N. & Sain, R. S. (2002). Genetics of peduncle area in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 62, 97-100.

21. Sharma, S. N., Sain, R. S. & Sharma, R. K. (2003). Genetics of spike length in durum wheat. *Euphytica*, 130(2), 155-161.
22. Sultan, M. S., Abd EI-Latif, A. H., Abd EI-Moneam, M. A. & EI-Hawary, M. N. A. (2011). Genetic parameters for yeild and yield components characters in four cross of bread wheat under two water regime treatments. *Plant Production*, 2(2), 351-366.