

ارزیابی وراثت‌پذیری و میزان ترکیب‌پذیری عملکرد و تعدادی از صفات مرتبط با آن

در گندم نان با استفاده از تجزیه نیمه دی آلل

خدیدجه مختاری فر^۱ و روح‌اله عبدالشاهی^{۲*} و شهرام پورسیدی^۳

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- نویسنده مسئول: دانشیار، بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید باهنر کرمان (abdoshahi@gmail.com)

۳- دانشیار بخش بیوتکنولوژی دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۲۰

چکیده

برای ارزیابی پارامترهای ژنتیکی عملکرد و صفات مرتبط با آن از یک جمعیت دی آلل شامل نه رقم گندم نان و نتایج F_2 حاصل از تلاقی‌های یک‌طرفه آن‌ها استفاده شد. ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو شرایط نرمال و تنش خشکی آخر فصل کشت شدند و صفات ارتفاع (سانتی‌متر)، طول ریشک (سانتی‌متر)، عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد روز تا گلدهی، طول دوره پرشدن و عملکرد دانه (تن در هکتار) اندازه‌گیری شد. محاسبات ژنتیکی نشان داد که تنوع مناسبی در جمعیت از لحاظ این صفات وجود داشته است. برای اکثر صفات میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و اثر افزایشی a و غیر افزایشی b معنی‌دار بود که نقش اثرات افزایشی و غیر افزایشی را توأم با هم در کنترل این صفات روشن کرد. بیشترین وراثت‌پذیری خصوصی مربوط به طول ریشک (۰/۸۰) و تعداد روز تا گلدهی (۰/۵۷) بود. وراثت‌پذیری خصوصی عملکرد در شرایط نرمال به طور قابل توجهی بیشتر از شرایط تنش خشکی بود. صفات ارتفاع و طول ریشک در هر دو شرایط و تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش خشکی با توجه به آزمون فرضیات مدل همین و عدم وجود اپیستازی در کنترل آن‌ها و دارا بودن وراثت‌پذیری خصوصی بالا صفات مناسبی برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی شناخته شدند. با توجه به نقش زیاد واریانس غیر افزایشی در کنترل اکثر صفات در جمعیت مورد نظر روش‌هایی همچون بالک و بالک تک‌بذر برای اداره این جمعیت مناسب می‌باشند.

کلید واژه‌ها: گندم نان، طرح نیمه دی آلل، وراثت‌پذیری، روش بالک.

مقدمه

را به خود اختصاص داده (Ahmadi et al., 2003) و افزایش مقاومت به خشکی و عملکرد از اهداف مهم در برنامه‌های ملی و بین‌المللی اصلاح نباتات می‌باشد (Ahmadi et al., 2003). هرچند افزایش عملکرد دانه مهم‌ترین هدف به‌نژادگران در برنامه اصلاحی است، از آنجایی که عملکرد دانه توارث پللی ژنیک داشته و اجزاء کمی بسیاری را در برمی‌گیرد مطالعه آن را بسیار مشکل نموده است (Foroozfar et al., 2011).

به دلیل افزایش جمعیت جهان اهمیت غلات و به خصوص گندم به‌عنوان منبع مهم تأمین غذای بشر روز به روز در حال افزایش است (Mohammadi and Khadambashi-Emami, 2007). غذای ۳۶٪ جمعیت جهان را گندم تأمین می‌کند و سهم آن در تأمین کالری غذایی ۲۰٪ است (Eid, 2009). مناطق خشک و نیمه‌خشک بخش بزرگی از زمین‌های زیرکشت گندم

صفات مورد بررسی داشتند. Eid (۲۰۰۹) وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی صفات مرتبط با عملکرد را در گندم و در شرایط خشکی مورد بررسی قرار داد. ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، تاریخ ۵۰٪ گلدهی و وزن هزاردانه به‌طور قابل ملاحظه‌ای میان ژنوتیپ‌ها متفاوت بود. نامبرده وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی بالایی را برای صفات طول سنبله و وزن هزاردانه مشاهده کرد ولی وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی برای ارتفاع گیاه و تعداد دانه در سنبله پایین بود. Ahmed و همکاران (۲۰۰۷) نحوه توارث عملکرد و اجزای عملکرد گندم را در شرایط خشکی مورد بررسی قرار دادند. وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی مورد انتظار برای صفات ارتفاع گیاه، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد پنجه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در بوته و برای طول سنبله و تعداد دانه در سنبله به ترتیب نسبتاً بالا و پایین بود. هدف از انجام این آزمایش مطالعه‌ی نحوه‌ی توارث عملکرد و تعدادی از صفات مرتبط با آن در شرایط معمول رطوبتی و تنش خشکی در گندم نان با استفاده از طرح نیمه‌دی‌آلل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

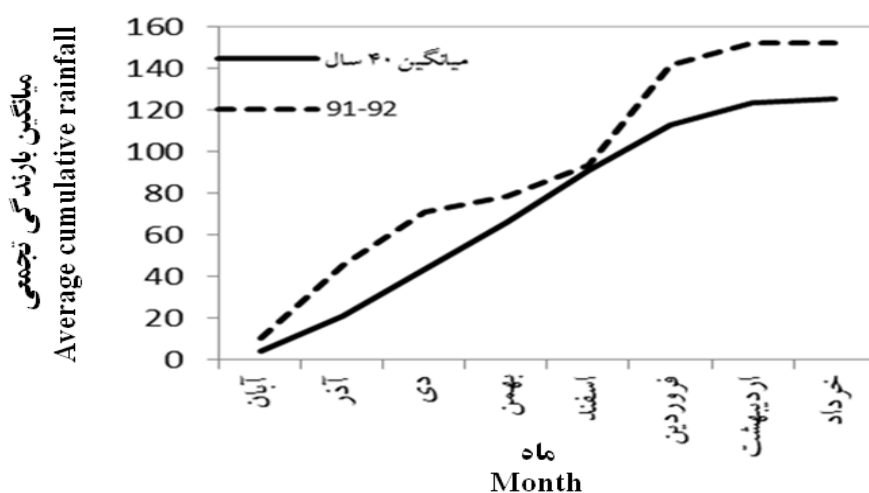
به‌منظور ارزیابی وراثت‌پذیری و نحوه عمل ژن‌های کنترل‌کننده عملکرد و تعدادی از صفات مرتبط با آن در شرایط معمول رطوبتی و تنش خشکی آخر فصل در یک جمعیت شامل ۹ رقم گندم نان (مهدوی، آذر ۲، روشن، قدس، کویر، اکسکلیبر، کل‌حیدری، شیراز و شاهپسند) و ۳۶ نتایج F_2 حاصل از تلاقی‌های دو به دو میان‌ها از طرح نیمه‌دی‌آلل استفاده شد. والدین تلاقی از بین ۴۰ رقم گندم که به مدت دو سال در شرایط تنش خشکی بررسی شدند (Abdolshahi *et al.*, 2015) انتخاب شد. هدف از این پژوهش، گزینش مناسب‌ترین والدین تلاقی برای به‌نژادی در شرایط تنش خشکی است. از طرفی با در دست داشتن اطلاعات ژنتیکی صفات مورد مطالعه، بهترین روش اصلاحی انتخاب می‌شود. رقم روشن رقم غالب منطقه کرمان، نیمه‌زودرس و مقاوم به خشکی می‌باشد. ارقام کویر،

پیشرفت کم در گزینش برای عملکرد باعث شد توجه به‌نژادگران به گزینش صفات ثانویه جلب شود (Landjeva *et al.*, 2008). صفاتی که منجر به افزایش تحمل به خشکی در گیاهان می‌شوند دارای اهمیت زیادی هستند، زیرا تحمل به خشکی تأثیر مستقیم بر امنیت غذایی میلیون‌ها انسان خواهد داشت (Rebetzke *et al.*, 2006). در برنامه‌های به‌نژادی با هدف افزایش عملکرد انتخاب بر مبنای اجزای عملکرد بسیار مهم می‌باشد (Mohammadi and Khadambashi-Emami, 2007). زمانی که هدف به‌نژادگر، اصلاح چند صفت به‌طور همزمان باشد باید ابتدا پارامترهای ژنتیکی مرتبط با هر کدام از صفات را برآورد و سپس بر اساس این اطلاعات روش مناسب اصلاحی را انتخاب کند (Kamali-Zadeh *et al.*, 2013). ارزیابی عمل ژن برای شروع یک برنامه به‌نژادی موفق، حائز اهمیت می‌باشد (Ahmad *et al.*, 2011). روش‌های مختلفی برای آگاهی از نحوه‌ی کنترل ژنتیکی صفات ارائه شده است که بسته به امکانات موجود، از آن‌ها استفاده می‌شود. کاربردی‌ترین طرح ژنتیکی در گیاهان زراعی روش دی‌آلل است (Sabouri and Mohammadinejad, 2009).

به دلیل میزان تولید بذر بیشتر در نسل F_2 امکان انجام آزمایش در سطح گسترده‌تری نسبت به نسل F_1 وجود دارد. محققین مختلفی در تحقیقات خود از نسل F_2 به‌تهایی و یا در کنار نسل F_1 استفاده کرده‌اند (Joshi *et al.*, 2004؛ Al-Hamdani, 2010؛ Tahmasebi *et al.*, 2006). Joshi و همکاران (۲۰۰۴) برای تعیین ترکیب‌پذیری تعدادی از صفات کمی و کیفی در گندم هگزابلوئید مطالعه‌ای را با استفاده از روش دی‌آلل انجام دادند و دوازده صفت تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تارسیدگی، ارتفاع، مساحت برگ، پرچم، تعداد پنجه، طول سنبله، عملکرد دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد دانه در گیاه و محتوی پروتئین را اندازه‌گیری کردند. اثرات افزایشی مهم‌ترین نقش را در کنترل

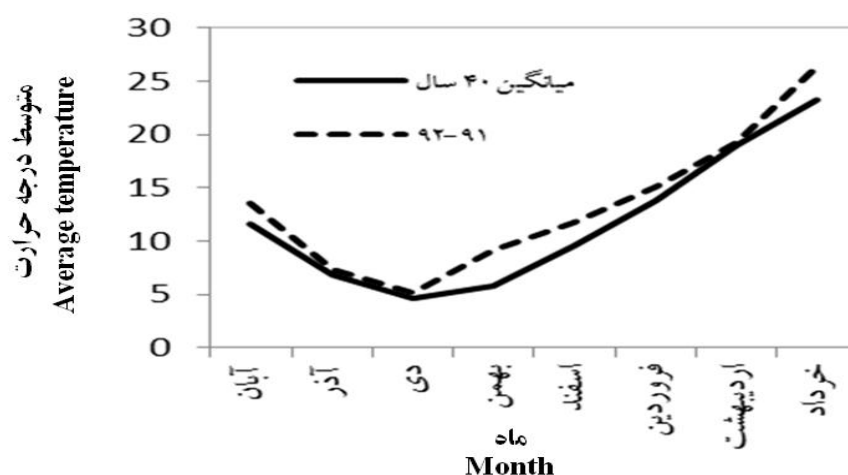
به طور موفقیت آمیز منجر به تولید نتایج گردیدند. ژنوتیپ‌ها در اوایل آذرماه سال زراعی ۹۱-۹۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در شرایط نرمال و تنش خشکی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان کشت شدند. مشخصات جغرافیایی محل آزمایش ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی است. میانگین بارندگی و درجه حرارت این منطقه در شکل (۱ و ۲) قابل مشاهده است.

اکسکلیبر و مهدوی ارقامی زودرس و متحمل به خشکی هستند، رقم آذر ۲ متوسط رس و مقاوم به خشکی، رقم قدس متوسط رس و نیمه مقاوم به خشکی و رقم کل‌حیدری رقمی دیررس و مناسب محیط رشد دیم است. ارقام شیراز و شاه‌پسند ارقامی حساس به خشکی اما با پتانسیل عملکرد بالا و پرمحصول می‌باشند. تلاقی‌ها در بهار سال زراعی ۹۰-۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. همه‌ی تلاقی‌های انجام شده



شکل ۱- میانگین بارندگی تجمعی در سال زراعی ۹۲ - ۹۱ و میانگین ۴۰ ساله بارندگی تجمعی

Fig. 1. Average cumulative rainfall in crop year 2012-2013 and average cumulative rainfall over 40 years



شکل ۲- متوسط درجه حرارت ماهیانه در سال زراعی ۹۲ - ۹۱ و میانگین ۴۰ ساله درجه حرارت

Fig. 2. Average monthly temperature in crop year 2012-2013 and average temperature over 40 years

هر واحد آزمایشی شامل یک کرت با دو پشته به طول ۲ متر و عرض ۰/۵ متر بود. روی هر پشته ۲۳۰ عدد بذر قرار گرفت. در فروردین ماه به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ووجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. آبیاری در پاییز و زمستان، هر ده روز و در بهار هر هشت روز یک بار صورت گرفت، تنش از مرحله گلدهی و با قطع آبیاری اعمال گردید. صفات تعداد روز تا گلدهی (روز)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول ریشک (سانتی‌متر)، تعداد پنجه بارور و طول پرشدن دانه (روز) در مزرعه اندازه‌گیری شد. بوته‌ها در اواخر خردادماه برداشت، و صفات عملکرد بیولوژیک (گرم)، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه هر کرت (گرم) محاسبه گردید. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک کرت به عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح (تن در هکتار) تبدیل شدند. تجزیه و تحلیل آماری به منظور ارزیابی تنوع جمعیت از لحاظ صفات اندازه‌گیری شده مورد سنجش قرار گرفت. میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی با استفاده از روش دوم گریفینک آزمون گردید (Griffing, 1956). نسبت Baker (1978) با استفاده از معادله $2\sigma^2_{GCA}/(2\sigma^2_{GCA} + \sigma^2_{SCA})$ و فرضیات مدل هیمن با استفاده از آزمون اعتبار مدل هیمن آزمون گردیدند (Hayman, 1960). در صورت برقرار بودن این فرضیات پارامترهای ژنتیکی برآورد، و در مورد نحوه توارث و میزان مشارکت اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی صفات مورد بررسی در جمعیت مورد نظر، بحث گردید. محاسبات آماری و ژنتیکی با نرم‌افزارهای SAS، EXCEL و DIAL98 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات، تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای را در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای همه صفات اندازه‌گیری شده در دو شرایط نرمال و تنش خشکی

آخر فصل نشان داد (جدول ۱).

با توجه به میانگین ارقام و نتایج F_4 جدول (۲) هم‌چنین معنی‌دار بودن تفاوت میانگین والد‌ها با نتایج جدول (۱) در شرایط نرمال، برای صفات ارتفاع، طول ریشک، بیوماس، تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا گلدهی میانگین نتایج برای صفات مذکور به جز تعداد روز تا گلدهی و برای تعداد روز تا گلدهی میانگین نتایج به ترتیب بیشتر و کمتر از والدین بود، به همین دلیل انتظار می‌رود به‌نژادی در این جمعیت در شرایط نرمال منجر به تولید نتایجی موفق‌تر از والدین گردد. در شرایط تنش، تفاوت میانگین والدین با نتایج فقط برای ارتفاع و بیوماس معنی‌دار بود، از طرفی ارتفاع میانگین نتایج بیشتر از والدین و برای بیوماس میانگین والدین بیشتر از نتایج بود (جدول ۲). معنی‌دار نبودن اثر والدین در برابر نتایج اگرچه می‌تواند به دلیل اثرافزایشی ژن‌ها باشد لیکن نمی‌توان به وجود این اثر مطمئن بود. زیرا طبق نظر Mather and Jinks (1982) آل‌های ژنی غالب ممکن است در برخی از مکان‌های ژنی باعث افزایش و در مکان‌های ژنی دیگر باعث کاهش صفت گردند. به دلیل پیچیدگی‌های زیاد در نحوه توارث صفات در شرایط تنش خشکی، بررسی‌های بیشتری برای آگاهی از نحوه عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفات در این شرایط لازم است. تجزیه واریانس گریفینک برای صفات مورد بررسی (جدول ۳) نشان داد که اثر ترکیب‌پذیری عمومی در شرایط نرمال رطوبتی برای همه صفات و در شرایط تنش خشکی برای همه صفات به جز تعداد پنجه و عملکرد بسیار معنی‌دار بود.

ترکیب‌پذیری خصوصی برای طول ریشک در شرایط تنش خشکی معنی‌دار و در شرایط نرمال رطوبتی بسیار معنی‌دار و برای سایر صفات در هر دو شرایط بسیار معنی‌دار بود. Al-Hamdani (2010) نیز برای عملکرد ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بسیار معنی‌داری را گزارش کرد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در شرایط مطلوب (نرمال) و تنش خشکی

Table 1. Analysis of variance for studied traits under normal and drought stress conditions

عملکرد دانه Grain yield	طول دوره پر شدن Filling period length	تعداد روز تا گلدهی Number days to flowering	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Kernel number per spike	بیوماس Biomass	طول ریشک Awn length	ارتفاع Height	درجه آزادی df	شرایط Conditions	منابع تغییر SOV
8.31**	37.84**	10.87**	18.68**	457.58**	86.31**	3.60**	1006.61**	2	Normal نرمال	بلوک
8.31**	17.21 ^{ns}	3.37 ^{ns}	0.89 ^{ns}	394.11**	33.49**	3.44**	3240.35**	2	Stress تنش	
1.44**	14.43**	14.15**	1.21**	254.03**	14.09**	5.97**	380.92**	44	Normal نرمال	ژنوتیپ
0.71**	33.38**	16.82**	1.11**	177.40**	10.01**	6.55**	384.06**	44	Stress تنش	
2.68**	12.05**	16.69**	0.41 ^{ns}	304.85**	7.60 ^{ns}	14.72**	911.70**	8	Normal نرمال	والدها
0.94 ^{ns}	19.26 ^{ns}	7.39**	2.41**	248.47**	14.46**	15.11**	543.16**	8	Stress تنش	
1.20**	15.38**	13.64**	1.42**	236.14**	15.49**	3.85**	257.59**	35	Normal نرمال	نتایج F _۲
0.66**	43.76**	19.46**	0.85*	163.64**	7.33**	4.77**	324.81**	35	Stress تنش	
0.00 ^{ns}	0.003 ^{ns}	11.49**	0.13 ^{ns}	473.51**	16.93*	2.70**	451.14*	1	Normal نرمال	والدها در برابر نتایج F _۲
0.53 ^{ns}	2.22 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.03 ^{ns}	90.29 ^{ns}	68.39**	0.41 ^{ns}	1185.15**	1	Stress تنش	Parents vs F ₂ progeny
0.37	4.10	0.73	0.47	47.84	3.32	0.32	66.28	88	Normal نرمال	خطا
0.28	12.65	1.34	0.43	40.60	2.58	0.57	83.91	88	Stress تنش	
20.45	4.44	3.59	19.34	16.37	18.45	8.59	7.55		Normal نرمال	ضریب تغییرات
24.29	9.90	0.79	22.17	14.47	23.41	12.02	8.71		Stress تنش	Coefficient of variation

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.

ns, * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ را نشان می دهند.

جدول ۲- میانگین والد‌ها و نتایج F_۲ برای صفات مورد مطالعه

Table 2. Mean of parents and F2 progeny for studied traits

عملکرد دانه Grain yield (t.ha ⁻¹)	طول دوره پر شدن Filling period length	تعداد روز تا گلدهی Number days to flowering	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Kernel number per spike	بیوماس Biomass (t.ha ⁻¹)	طول ریشک Awn length (cm)	ارتفاع Height (cm)	ژنوتیپ Genotype	شرایط Conditions
2.92	45.59	146.25	3.50	38.52	9.17	6.27	104.29	والدها	نرمال
2.90	45.59	145.52	3.57	43.20	10.05	6.62	108.86	نتایج F _۲	Normal
2.29	36.51	145.26	2.94	45.68	7.40	6.24	99.23	والدها	خشکی
2.13	36.32	145.21	2.96	43.63	6.94	6.29	106.64	نتایج F _۲	Drought

جدول ۳- تجزیه واریانس گریفینک برای صفات مورد بررسی در شرایط مطلوب (نرمال) و تنش خشکی

Table 3. Griffing analysis of variance for studied traits under normal and drought conditions

عملکرد دانه Grain yield	طول دوره پر شدن Filling period length	تعداد روز تا گلدهی Number days to flowering	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Kernel number per spike	بیوماس Biomass	طول ریشک Awn length	ارتفاع Height	درجه آزادی df	شرایط Conditions	منابع تغییر SOV	
2.16**	33.58**	42.42**	1.90**	667.55**	19.38**	13.59**	468.10**	8	Normal	نرمال	ترکیب پذیری عمومی
0.45 ^{ns}	105.12**	58.06**	0.60 ^{ns}	443.30**	11.94**	17.06**	548.18**	8	Stress	تنش	GCA
0.91**	9.99**	4.83**	1.28**	107.92**	14.34**	0.96**	199.24**	27	Normal	نرمال	ترکیب پذیری خصوصی
0.72**	25.57**	8.82**	0.92**	78.94*	6.34**	1.95*	258.70**	27	Stress	تنش	SCA
0.38	4.31	0.86	0.41	47.94	3.04	0.29	68.93	70	Normal	نرمال	خطا
0.24	11.11	1.32	0.46	41.01	2.87	14.12	88.80	70	Stress	تنش	Error
0.40	0.50	0.72	0.30	0.64	0.28	0.80	0.40		Normal	نرمال	نسبت بیگر
0.15	0.54	0.65	0.15	0.62	0.15	0.80	0.38		Stress	تنش	Baker ratio

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.

ns, * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ را نشان می دهند.

در سنبله و تعداد روز تا گلدهی در هر دو شرایط بالا بود (جدول ۳) از این رو سهم بیشتری از اثرات افزایشی نسبت به اثرات غیرافزایشی را در کنترل این صفات نشان داد. با توجه به نسبت بیکر برای سایر صفات می توان گفت برای صفت طول دوره پرشدن دانه در هر دو شرایط سهم اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفت تقریباً یکسان بوده است. برای ارتفاع، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد پنجه بارور در هر دو شرایط سهم اثرات غیر افزایشی بیشتر از اثرات افزایشی بوده است. برای صفات طول ریشک، تعداد پنجه و تعداد دانه در سنبله این نتایج مشابه نتایج حاصل از آزمایش Safarian and Abdolshahi (۲۰۱۴) بود. Mondal and Desgupta (۱۹۹۸) برای صفت تعداد پنجه در بوته نیز اثر غالبیت را بیشتر از عمل افزایشی ژن مؤثر دانستند. نسبت بیکر برای صفت عملکرد تفاوت قابل ملاحظه ای در شرایط تنش و نرمال از خود نشان داد این موضوع ممکن است به دلیل نحوه توارث متفاوت این صفت در دو شرایط باشد. همچنین برای افزایش عملکرد در شرایط خشکی گزینش در شرایط نرمال پاسخ مناسبی نمی دهد. طبق نظر Singh و همکاران (۱۹۹۲) نیز وراثت پذیری صفات، نحوه عمل ژن و سایر پارامترهای ژنتیکی در محیط های مختلف متفاوت هستند. بنابراین برای بهبود این صفات در هر شرایط محیطی، تعیین استراتژی مناسب به صورت جداگانه ضروری و حائز اهمیت است. شیب خط رگرسیون Wr/Vr برای صفات ارتفاع و طول ریشک در هر دو شرایط و برای تعداد دانه در سنبله در شرایط خشکی دارای اختلاف معنی دار با صفر و فاقد اختلاف معنی دار با یک بود (جدول ۵). بنابراین برای این صفات فرضیات مدل همین برقرار بوده و برای سایر صفات این فرضیات برقرار نبود و اثرات ایستازی در کنترل آنها نقش داشت و این باعث افزایش پیچیدگی در نحوه کنترل این صفات در برنامه های به نژادی می شود. Mohammadi and Khadambashi-Emami

به طور کلی برای افزایش و کاهش اثر یک صفت در یک جمعیت به ترتیب ارقامی که بالاترین و کمترین ترکیب پذیری عمومی را داشته باشند می توانند به عنوان والدین مناسبی جهت گزینش در برنامه های به نژادی معرفی گردند. برای صفت ارتفاع در هر دو شرایط بیشترین و کمترین ترکیب پذیری عمومی به ترتیب متعلق به ارقام روشن و اکسکلیر بود. بنابراین رقم روشن برای افزایش ارتفاع و رقم اکسکلیر برای کاهش ارتفاع والدین مناسبی شناخته شدند (جدول ۴). ارقام مهدوی و شیراز نیز به عنوان بهترین ترکیب شونده های عمومی جهت افزایش طول ریشک در هر دو شرایط در جمعیت مذکور معرفی شدند. بهترین ترکیب شونده های عمومی برای افزایش و کاهش بیوماس در شرایط نرمال به ترتیب ارقام قدس و آذر ۲ و در شرایط تنش به ترتیب ارقام روشن و شاه پسند بودند. ارقام مهدوی و کویر برای افزایش تعداد دانه در سنبله به ترتیب در شرایط نرمال و تنش به عنوان والدین بهتری معرفی گردیدند. بهترین ترکیب شونده عمومی برای افزایش تعداد پنجه بارور در هر دو شرایط، کل حیدری و برای کاهش تعداد پنجه در شرایط نرمال شیراز و در شرایط تنش مهدوی، قدس و شاه پسند بودند. در هر دو شرایط برای افزایش و کاهش تعداد روز تا گلدهی به ترتیب ارقام شاه پسند و اکسکلیر والدین مناسبی بودند.

برای افزایش طول دوره پرشدن در شرایط نرمال و تنش به ترتیب ارقام کویر و شیراز و برای کاهش طول دوره پرشدن در هر دو شرایط رقم اکسکلیر بهترین ترکیب شونده های عمومی بودند. رقم قدس با داشتن بالاترین ترکیب پذیری عمومی برای عملکرد به عنوان یک والد مناسب برای افزایش عملکرد در شرایط نرمال در این جمعیت بودند. در شرایط تنش رقم روشن بیشترین ترکیب پذیری عمومی را داشت بنابراین به عنوان یک والد مناسب جهت استفاده در برنامه های به نژادی با هدف افزایش عملکرد در شرایط تنش خشکی معرفی می شود. نسبت بیکر برای صفات طول ریشک، تعداد دانه

برابر است و برای سایر صفات مورد مطالعه متفاوت می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی برای همه صفات در هر دو شرایط بالا بود و وراثت‌پذیری خصوصی برای طول ریشک، تعداد روز تا گلدهی در هر دو شرایط و تعداد دانه در سنبله در شرایط نرمال بالا بود که ارزش اصلاحی بالای این صفات را نشان می‌دهد. وراثت‌پذیری خصوصی برای ارتفاع (۰/۴۲) و طول دوره پرشدن (۰/۳۹) در هر دو شرایط و عملکرد در شرایط نرمال (۰/۳۸) و تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش (۰/۴۰) متوسط و برای سایر صفات پایین بود. بیشترین وراثت‌پذیری خصوصی مربوط به صفات طول ریشک (۰/۸۰) و تعداد روز تا گلدهی (۰/۷۱ و ۰/۵۷) بود. Ahmadi و همکاران (۲۰۰۳) نیز برای طول ریشک وراثت‌پذیری خصوصی بالایی را گزارش کردند. با توجه به صادق بودن فرضیات همین برای صفات ارتفاع و طول ریشک در شرایط نرمال و تنش و تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش، تجزیه و تحلیل گرافیکی برای صفات مذکور انجام شد. برای صفت ارتفاع در شرایط نرمال خط رگرسیون Wt/Vt محور Wt را در بالای محور مختصات قطع نمود بنابراین نوع عمل ژن‌ها برای این صفت از نوع غالبیت نسبی بوده است (شکل ۳). ولی در شرایط تنش این خط محور Wt را در قسمت منفی قطع کرده است که نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که نوع عمل ژن برای این صفت در شرایط خشکی فوق غالبیت بوده است (شکل ۴). درجه غالبیت بالاتر از یک برای این صفت نیز مؤید این مطلب می‌باشد (جدول ۷). با توجه به شکل ۱ رقم آذر ۲ بیشترین مکان‌های ژنی غالب و رقم کویر بیشترین مکان‌های ژنی مغلوب را برای صفت ارتفاع در شرایط نرمال دارد. برای صفت ارتفاع در شرایط تنش بیشترین مکان‌های ژنی غالب و مغلوب مربوط به ارقام روشن و اکسکلیر می‌باشد. از آنجا که رقم روشن بیشترین ارتفاع و رقم اکسکلیر کم‌ترین ارتفاع را در شرایط تنش در میان والدین مورد بررسی داشتند، مشخص گردید که آلل‌های غالب برای کنترل صفت ارتفاع بوته در شرایط تنش افزایشی بوده است.

(۲۰۰۷) Safarian and Abdolshahi (۲۰۱۴) برای صفت ارتفاع گیاه و برای صفت طول ریشک، برقرار بودن فرضیات مدل همین را گزارش کردند. با توجه به نتایج تجزیه واریانس ژنتیکی همین برای صفات مورد بررسی جدول (۶) اثر افزایشی a برای صفات تعداد پنجه در شرایط نرمال و طول دوره پرشدن در شرایط خشکی معنی‌دار نبود ولی برای بقیه صفات هر دو اثرات افزایشی a و غیر افزایشی b معنی‌دار بوده که نشان می‌دهد در کنترل این صفات اثرات افزایشی و غیرافزایشی توأم با هم نقش داشته‌اند. Ahmad و همکاران (۲۰۱۱) به منظور آگاهی از ژنتیک عملکرد و صفات مرتبط با آن تاریخ کشت متفاوت، برای صفات تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد روز تا گلدهی و تعداد دانه در سنبله اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها هر دو مؤثر بودند. اثر b_1 برای صفات تعداد پنجه، طول دوره پرشدن و عملکرد در شرایط نرمال و همه صفات به جز ارتفاع در شرایط تنش غیر معنی‌دار بود. بنابراین در کنترل این صفات آلل‌های غالب در برخی از مکان‌های ژنی افزایشی و در مکان‌های دیگر کاهشنده هستند (Mather and Jinks 1982).

برای صفات طول ریشک در هر دو شرایط و ارتفاع و تعداد پنجه در شرایط نرمال رطوبتی درجه غالبیت کمتر از یک بود جدول (۷) این امر حاکی از وجود اثر غالبیت نسبی ژن‌ها برای کنترل این صفات نشان می‌دهد. برای بقیه صفات درجه غالبیت بالاتر از یک بود که اثر فوق غالبیت را در کنترل این صفات نشان می‌دهد. Safarian and Abdolshahi (۲۰۱۴) نیز نوع عمل ژن را برای صفات تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله در شرایط خشکی فوق غالبیت و برای طول ریشک در این شرایط غالبیت نسبی اعلام کردند. فراوانی آللی برای صفات تعداد دانه در سنبله، بیوماس و تعداد روز تا گلدهی در شرایط نرمال رطوبتی و ارتفاع، طول ریشک، طول دوره پرشدن و عملکرد در شرایط تنش برابر ۰/۲۵ یا نزدیک به آن بود (جدول ۷). بنابراین فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در این جمعیت برای این صفات تقریباً

جدول ۴- میزان ترکیب پذیری عمومی ارقام در شرایط نرمال و تنش خشکی

Table 4. General combining ability (GCA) of parents under normal and drought stress conditions

صفات Variables								شرایط Conditions		ارقام Cultivars
عملکرد دانه Grain yield (t.ha ⁻¹)	طول دوره پر شدن Filling period length	تعداد روز تا گلدهی Number days to flowering	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Kernel number per spike	بیوماس Biomass (t.ha ⁻¹)	طول ریشک Aw length (cm)	ارتفاع Height (cm)			
0.43	1.17	-0.05	-0.13	7.47	0.98	0.52	0.91	Normal	نرمال	مهدوی
-0.06	0.17	-0.06	-0.11	4.52	-0.33	0.72	-0.58	Stress	تنش	Mahdavi
-0.41	0.26	-0.41	-0.15	-2.33	-1.99	0.37	1.07	Normal	نرمال	آذر ۲
0.10	-0.28	-0.88	-0.03	-4.00	0.28	0.43	4.25	Stress	تنش	Azar
0.09	-0.44	-0.29	0.02	-3.52	0.33	-1.81	5.36	Normal	نرمال	روشن
0.27	0.44	-0.29	0.19	-1.61	0.89	-1.98	7.13	Stress	تنش	Rosha
0.53	1.06	-0.33	0.24	6.90	1.03	0.51	2.80	Normal	نرمال	قدس
-0.08	0.98	-0.59	-0.11	5.48	-0.13	0.78	-1.28	Stress	تنش	Ghod
-0.18	1.21	-0.87	-0.10	2.26	-0.23	0.51	-5.91	Normal	نرمال	کویر
-0.05	1.45	-0.99	-0.08	6.34	0.31	0.25	-3.44	Stress	تنش	Kavi
-0.33	-2.68	-1.64	-0.27	-5.60	-0.09	-0.07	-6.83	Normal	نرمال	اکسکلیر
0.00	-4.43	-2.20	-0.08	-5.25	-0.50	-0.19	-9.24	Stress	تنش	Excaliber
-0.10	-1.08	0.19	0.56	-9.37	0.50	0.18	2.36	Normal	نرمال	کل حیدری
0.05	-2.71	0.31	0.37	-5.14	0.38	0.10	1.91	Stress	تنش	Kal-Heidari
-0.15	0.01	-0.10	-0.40	1.93	-0.91	0.57	-5.01	Normal	نرمال	شیراز
0.04	2.41	1.09	-0.04	1.52	-0.35	0.69	-3.64	Stress	تنش	Shiraz
0.10	0.49	3.51	0.24	2.26	0.38	-0.79	5.24	Normal	نرمال	شاهپسند
-0.27	1.98	3.61	-0.11	-1.85	-0.53	-0.81	4.88	Stress	تنش	Shahpasand

جدول ۵- نتایج آزمون اعتبار مدل هیمن برای صفات مورد بررسی
Table 5. Validity test of Hayman model for studied traits

عملکرد دانه Grain yield (t.ha ⁻¹)	طول دوره پر شدن Filling period length	تعداد روز تا گلدهی Number days to flowering	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Kernel number per spike	بیوماس Biomass (t.ha ⁻¹)	طول ریشک Awn length (cm)	ارتفاع Height (cm)	شرایط Conditions	پارامتر Parameter
0.10	0.23	0.61	-0.19	0.53	0.14	0.96	0.82	Normal	ضریب رگرسیون b
0.18	0.02	0.40	0.46	0.60	0.55	1.23	0.99	Stress	
0.77 ^{ns}	2.43*	6.75**	1.24 ^{ns}	4.16**	0.63 ^{ns}	5.93**	4.79**	Normal	آزمون t برای b = 0
1.25 ^{ns}	0.08 ^{ns}	13.18**	1.35 ^{ns}	2.06*	2.90*	4.28**	3.95**	Stress	T test for b=0
1.15 ^{ns}	8.12**	4.39**	7.66**	3.65**	3.84**	0.24 ^{ns}	1.04 ^{ns}	Normal	آزمون t برای b = 1
5.70**	5.02**	19.94**	2.42*	1.36 ^{ns}	2.42**	0.80 ^{ns}	0.04 ^{ns}	Stress	T test for b=1

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively. ns, * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ را نشان می دهند.

جدول ۶- تجزیه واریانس ژنتیکی صفات مورد بررسی به روش هیمن
Table 6. Hayman analysis of variance for studied traits

عملکرد دانه Grain yield	طول دوره پر شدن Filling period length	تعداد روز تا گلدهی Number days to flowering	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Kernel number per spike	بیوماس Biomass	طول ریشک Awn length	ارتفاع Height	درجه آزادی df	شرایط Conditions	منابع تغییر SOV
2.68**	12.05**	16.69**	0.41 ^{ns}	304.85**	7.75*	14.72**	910.67**	8	Normal	نرمال
0.94**	19.26 ^{ns}	7.38**	2.50**	248.47**	14.46**	15.11**	543.16**	8	Stress	تنش
1.16**	14.96**	13.34**	1.39**	242.69**	15.51**	3.81**	266.25**	36	Normal	نرمال
0.66**	42.56**	19.06**	0.83**	160.32**	7.25**	4.70**	348.76**	36	Stress	تنش
0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	10.46**	0.13 ^{ns}	482.38**	16.24*	2.66**	60.69**	36	Normal	نرمال
0.53 ^{ns}	0.89 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.08 ^{ns}	93.5 ^{ns}	5.23 ^{ns}	0.07 ^{ns}	1184.97**	1	Stress	تنش
0.96*	9.88*	2.23**	1.37**	41.27 ^{ns}	4.38 ^{ns}	1.54**	259.02**	8	Normal	نرمال
0.44 ^{ns}	15.20 ^{ns}	11.12**	0.79 ^{ns}	291.38**	7.70**	0.83 ^{ns}	58.09 ^{ns}	8	Stress	تنش
1.27**	17.02**	16.73**	1.44**	293.49**	18.78**	4.53**	261.19**	27	Normal	نرمال
0.72**	52.21**	22.11**	0.87**	123.96**	7.20**	6.02**	403.91**	27	Stress	تنش
0.37	4.10	0.73	0.47	46.36	3.31	0.32	66.23	88	Normal	نرمال
0.28	12.95	1.30	0.43	40.82	2.58	0.56	83.90	88	Stress	تنش

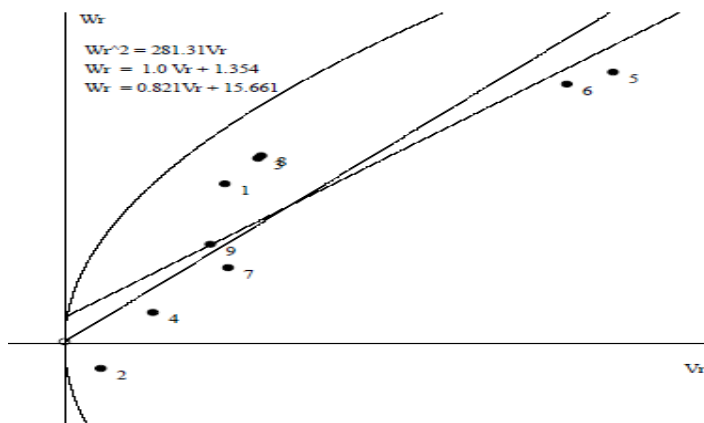
ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively. ns, * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ را نشان می دهند.

جدول ۷- پارامترهای ژنتیکی برآورد شده برای صفات مورد بررسی در شرایط مطلوب و تنش خشکی

Table 7. Hayman genetic parameters for studied traits under normal and drought stress conditions

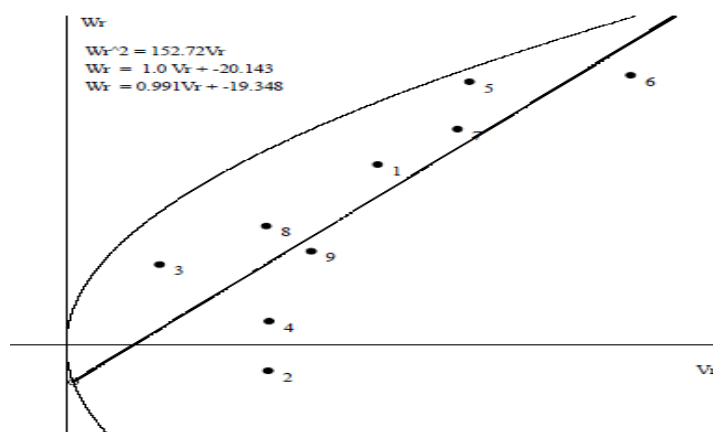
عملکرد دانه Grain yield (t.ha ⁻¹)	طول دوره پر شدن Filling period length	تعداد روز تا گلدهی Number days to flowering	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Kernel number per spike	بیوماس Biomass (t.ha ⁻¹)	طول ریشک Awn length (cm)	ارتفاع Height (cm)	شرایط Conditions	پارامتر Parameter	
0.77	2.63	5.31	-0.01	86.09	1.53	4.81	281.31	Normal	نرمال	D*
0.23	2.43	2.03	0.69	69.33	3.93	4.84	152.72	Stress	تنش	
1.05	11.06	5.43	1.56	95.28	13.92	1.50	275.89	Normal	نرمال	H1
0.72	22.06	13.17	0.91	188.47	9.64	1.09	233.29	Stress	تنش	
0.84	8.78	4.94	1.24	94.66	13.38	1.09	211.67	Normal	نرمال	H2
0.64	20.45	9.99	0.78	106.97	7.92	0.98	237.62	Stress	تنش	
0.57	0.02	-1.46	0.15	-27.20	0.72	2.28	237.67	Normal	نرمال	F
0.22	-10.60	-2.53	0.65	96.46	4.76	1.43	39.19	Stress	تنش	
0.12	1.39	0.26	0.15	15.52	1.05	0.10	22.25	Normal	نرمال	E
0.09	4.00	0.43	0.15	13.50	0.89	0.19	28.34	Stress	تنش	
1.71	2.05	1.01	-	1.05	3.02	0.56	0.99	Normal	نرمال	$\sqrt{H1/D}$
1.77	3.02	2.55	1.15	1.65	1.57	0.47	1.24	Stress	تنش	
0.20	0.20	0.23	0.20	0.25	0.24	0.18	0.19	Normal	نرمال	Uv
0.23	0.23	0.19	0.21	0.14	0.21	0.23	0.26	Stress	تنش	
0.77	0.77	0.95	0.72	0.84	0.82	0.95	0.83	Normal	نرمال	h_b^2
0.70	0.76	0.94	0.66	0.80	0.73	0.91	0.80	Stress	تنش	
0.38	0.39	0.71	0.14	0.59	0.24	0.30	0.42	Normal	نرمال	h_n^2
0.13	0.45	0.57	0.20	0.40	0.13	0.80	0.38	Stress	تنش	

D: تنوع افزایشی، H₁ و H₂: تنوع غالبیت، F: تنوع مشترک حاصل از اثر افزایشی و غالبیت، E: تنوع محیطی، $\sqrt{H1/D}$: درجه غالبیت، uv: نسبت فراوانی آللی، h_b^2 : وراثت پذیری عمومی و h_n^2 : وراثت پذیری خصوصی می‌باشند.



شکل ۳- W_r/V_r برای ارتفاع در شرایط نرمال رطوبتی. شماره‌های ۱ تا ۹ به ترتیب ارقام مهدوی، آذر ۲، روشن، قدس، کویر، اکسکلیبر، کل حیدری، شیراز و شاهپسند می‌باشند.

Fig. 3. W_r/V_r for height under normal conditions. Number 1-9 are Mahdavi, Azar2, Roshan, Ghods, Kavir, Excaliber, Kal-Heidari, Shiraz and Shahpasand respectively.



شکل ۴- W_r/V_r برای ارتفاع در شرایط تنش خشکی. شماره‌های ۱ تا ۹ به ترتیب ارقام مهدوی، آذر ۲، روشن، قدس، کویر، اکسکلیبر، کل حیدری، شیراز و شاهپسند می‌باشند.

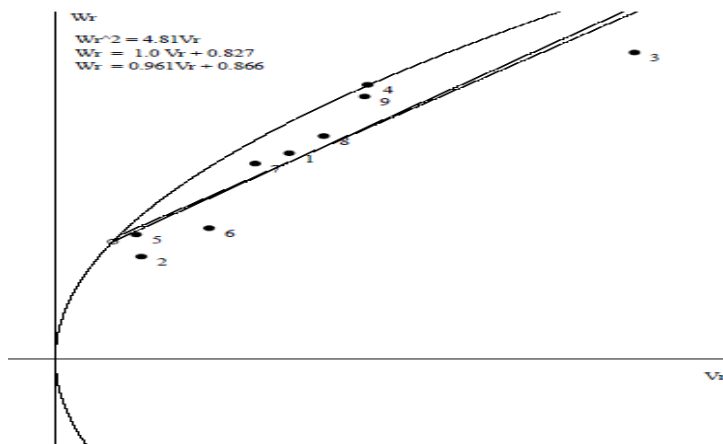
Fig. 4. W_r/V_r for height under drought stress conditions. Number 1-9 are Mahdavi, Azar 2, Roshan, Ghods, Kavir, Excaliber, Kal-Heidari, Shiraz and Shahpasand respectively

(۷) مطابقت دارد. در شرایط نرمال ارقام آذر ۲ و روشن بیشترین مکان‌های ژنی غالب و مغلوب را داشتند و در شرایط تنش بیشترین مکان‌های ژنی غالب و مغلوب متعلق به ارقام اکسکلیبر و روشن بود. در هر دو شرایط رقم روشن با کمترین طول ریشک بیشترین فاصله را از مبدأ مختصات داشت. بنابراین احتمالاً در اکثر مکان‌های ژنی آلل‌های مغلوب باعث کاهش طول ریشک شوند. با توجه به نمودار W_r/V_r برای صفت تعداد دانه در سنبه در شرایط خشکی شکل (۷) و قطع شدن محور

Ataollahi و همکاران (۲۰۱۴) برای ارتفاع در شرایط معمول آبیاری برای نسل F_1 همین والدین اثر فوق‌غالبیت را برای کنترل صفت ارتفاع گزارش نمودند. نامبرده بیان داشت آلل‌های غالب برای صفت ارتفاع به سمت افزایش تمایل می‌باشد. برای صفت طول ریشک در هر دو شرایط مغلوب و تنش خشکی عرض از مبدأ برای خط رگرسیون W_r/V_r مثبت بود (شکل ۵ و ۶). بنابراین برای این صفت در هر دو شرایط عمل ژن‌ها از نوع غالبیت نسبی بوده و با نتایج به‌دست آمده از جدول

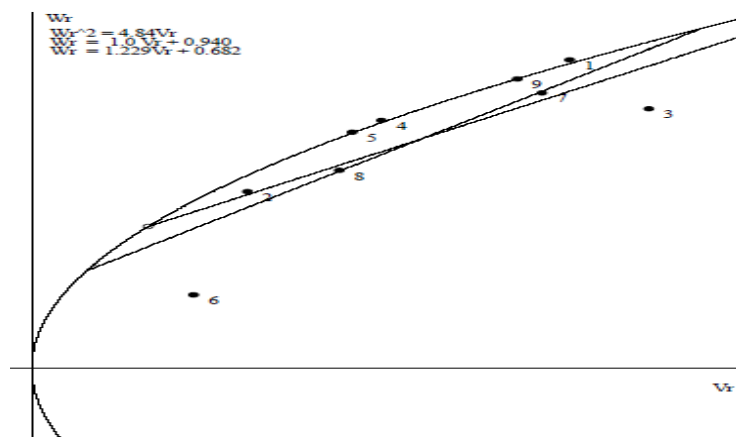
صفت کاهنده هستند. در مطالعه Ataollahi و همکاران (۲۰۱۴) برای طول ریشک عمل ژن‌ها از نوع غالبی نسبی بوده است. Safarian and Abdolshahi (۲۰۱۴) اثر فوق غالبی ژن‌ها و افزایشی بودن آلل‌های غالب برای صفت تعداد دانه در سنبله در شرایط خشکی را تأیید نمودند.

W_r در قسمت منفی می‌توان نتیجه گرفت عمل ژن‌ها برای این صفت از نوع فوق غالبی بوده است. ارقام روشن و کل‌حیدری کمترین و بیشترین فاصله را از مبدأ مختصات را دارا بودند. بنابراین بیشترین و کمترین آلل‌های غالب و مغلوب متعلق به این ارقام بوده‌است. رقم روشن کمترین و رقم کل‌حیدری بیشترین تعداد دانه در سنبله را داشتند. در نتیجه آلل‌های غالب برای این



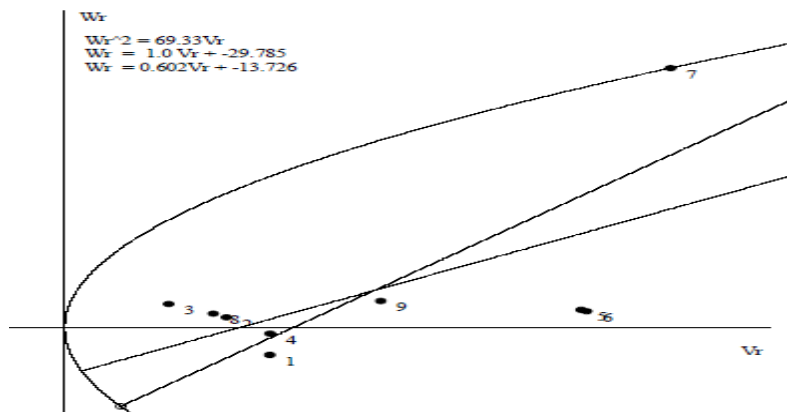
شکل ۵- W_r/V_r برای طول ریشک در شرایط نرمال رطوبتی. شماره‌های ۱ تا ۹ به ترتیب ارقام مهدوی، آذر ۲، روشن، قدس، کویر، اکسکلیبر، کل‌حیدری، شیراز و شاهپسند می‌باشند.

Fig. 5. W_r/V_r for awn length under normal conditions. Number 1-9 are Mahdavi, Azar 2, Roshan, Ghods, Kavir, Excaliber, Kal-Heidari, Shiraz and Shahpasand respectively



شکل ۶- W_r/V_r برای طول ریشک در شرایط تنش خشکی. شماره‌های ۱ تا ۹ به ترتیب ارقام مهدوی، آذر ۲، روشن، قدس، کویر، اکسکلیبر، کل‌حیدری، شیراز و شاهپسند می‌باشند.

Fig. 6. W_r/V_r for awn length under drought stress conditions. Number 1-9 are Mahdavi, Azar 2, Roshan, Ghods, Kavir, Excaliber, Kal-Heidari, Shiraz and Shahpasand respectively.



شکل ۷- W_r/V_r برای تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش خشکی. شماره‌های ۱ تا ۹

به ترتیب ارقام مهدوی، آذر ۲، روشن، قدس، کویر، اکسلیبر، کل حیدری، شیراز و شاهپسند می‌باشد.

Fig. 7. W_r/V_r for kernel number per spike under drought stress conditions. Number 1-9 are Mahdavi, Azar2, Roshan, Ghods, Kavir, Excaliber, Kal-Heidari, Shiraz and Shahpasand respectively.

شدن دوره رشد رویشی باعث می‌شود که در هنگام مواجهه با خشکی، گیاه رشد رویشی خود را پشت سر گذاشته و ذخیره مواد فتوسنتز بیشتر صرف رشد زایشی گیاه شود. صفات طول ریشک، تعداد روز تا گلدهی در هر دو شرایط و تعداد دانه در سنبله در شرایط نرمال دارای نسبت بیکر و وراثت پذیری خصوصی بالا (۰/۷۱-۰/۵۷) و ارزش اصلاحی مناسبی بودند. تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش وراثت پذیری خصوصی متوسطی (۰/۴۰) داشت. با توجه به آزمون اعتبار مدل هیمن اثرات ایستازی در کنترل صفات طول ریشک در هر دو شرایط و تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش نقش چندانی نداشت. برای اداره جمعیت از لحاظ این صفات علاوه بر روش‌های گفته شده می‌توان از روش‌های شجره‌ای و تلاقی برگشتی استفاده کرد.

نتیجه گیری

به‌طور کلی در این جمعیت برای اکثر صفات از جمله عملکرد در هر دو شرایط نقش اثرات افزایشی و وراثت‌پذیری خصوصی پایین بود به همین دلیل برای به‌نژادی این صفات در این جمعیت باید تا رسیدن ژنوتیپ‌ها به خلوص و تثبیت ژنی تامل کرد و بنابراین برای اصلاح این صفات روش‌های بالک، بالک تک بذر و دابل‌هاپلوئید توصیه می‌گردند. درحالی‌که برای صفات

Mohammadi و همکاران (۲۰۰۶) گزارش

کردند که صفاتی مثل ارتفاع زیاد و طویل بودن پدانکل به دلیل فراهم آوردن منبعی برای انتقال مجدد مواد و هم‌چنین سطح فتوسنتزکننده در تحمل گیاه به خشکی می‌تواند دخیل باشند. در شرایط مطلوب به گندم‌های پاکوتاه توجه بیشتری شده‌است. هم‌چنین در شرایط تنش خشکی بوته‌های با تعداد پنجه کمتر موفق‌تر از بوته‌های با پنجه‌های زیاد بوده‌اند. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش در مورد صفات ارتفاع، تعداد پنجه، طول دوره پرشدن و عملکرد در هر دو شرایط نسبت بیکر پایین و وراثت‌پذیری عمومی بالا (۰/۸۳-۰/۶۶) و وراثت‌پذیری خصوصی متوسط به پایین (۰/۴۵-۰/۱۳) به دست آمد. بنابراین نقش اثرات غیرافزایشی در کنترل این صفات بیشتر بود و روش‌های بالک، بالکتک بذر و دابل‌هاپلوئید روش‌های مناسبی برای اداره جمعیت از لحاظ این صفات می‌باشند. افزایش طول ریشک در هر دو شرایط به خصوص در شرایط تنش خشکی نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد. در شرایط بدون تنش کوتاه شدن دوره رشد رویشی و کم شدن میزان آن و طولانی شدن دوره زایشی صفت مطلوبی است که باعث افزایش عملکرد می‌شود (Mohammadi et al., 2006). در مناطقی که گیاهان با خشکی آخر فصل مواجه می‌گردند کوتاه

طول ریشک و تعداد روز تا گلدهی در هر دو شرایط و
تعداد دانه در سنبله در شرایط نرمال رطوبتی نقش اثرات
افزایشی و وراثت‌پذیری خصوصی بالا بود بنابراین در
این صفات می‌توان گزینش را در نسل‌های اولیه انجام
داد. روش‌های شجره‌ای و تلاقی برگشتی روش‌های
مناسبی برای به‌نژادی این صفات هستند.

References

1. Abdolshahi, R., Nazari, M., Safarian, A., Sadathossini, T.S., Salarpour, M., and H. 2015. Integrated selection criteria for drought tolerance in wheat (*Triticumaestivum* L.) breeding programs using discriminant analysis. *Field Crops Research*, 174: 20-29.
2. Ahmad, F., Khan, S., Latif, A., Khan, H., Khan, A., and Nawaz, A. 2011. Genetics of yield and related traits in bread wheat over different planting dates using diallel analysis. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6): 1564-1571.
3. Ahmed, N., Ghowdhry, M.A., Khaliq, I., and Maekawa, M. 2007. The inheritance of yield and yield components of five wheat hybrid populations under drought conditions. *Indonesian Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 53-59.
4. 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*, 44(2): 317-326. [in Farsi]
5. Al-Hamdani, Gh. 2010. Genetic analysis of F₂ diallel crosses in durum wheat. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 38(4): 7pp.
6. Ataollahi, R., Abdolshahi, R., and Maghsoudimoud, A. 2014. Genetic study of drought tolerance parameters in different wheat cultivars using diallel analysis. The thesis of M.Sc. in agronomy. Shahid bahonar university of kerman, Faculty of agricultural. Department of Agronomy & Plant Breeding, 117pp. [In Farsi]
7. Baker, R.J. 1978. Issues in diallel analysis. *Crop science*. 18: 533-537.
8. Eid, M.H. 2009. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat under drought conditions. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, 1(7): 115-120.
9. Foroozanfar, M., Bihamta, M., Peighambari, A., and Zeinali, H. 2011. Evaluation of bread wheat genotypes under normal and water stress conditions for agronomic Traits. *Sustainable Agriculture and Production Science*, 21(3): 33-46. [In Farsi]
10. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9: 463-493.
11. Hayman, B.I. 1960. The theory and analysis of diallel crosses. III. *Genetics*, 45(2): 155-172.

12. Joshi, S.K.; Sharma, N.; Singhania, D.L. and Sain, R.S. 2004. Combining ability in the F₁ and F₂ generation of diallel cross in hexaploid wheat. *Hereditas*, 141: 115-121.
13. Kamali_Zadeh, M., Hossein_Zadeh, A., and Zeinali Khaneghah, H. 2013. Inheritance of some quantitative traits in bread wheat under drought stress conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(2): 317-326. [In Farsi]
14. Landjeva, S., Neumann, K., Lohwasser, U., and Borner, A. 2008. Molecular mapping of genomic regions associated with wheat seedling growth under osmotic stress. *Biologia Plantarum*, 52: 259-266.
15. Mather, K. and Jinks, J.L. 1982. *Biometrical genetics*. Chapman & Hall Ins. London.
16. Mohammadi, A., Majidi, E., Bihamta, M.R., and Heidari-Sharifabad, H. 2006. Evaluation of drought stress on agro - morphological characteristics in some wheat cultivars. *Research and Development in Agriculture and Horticulture*, 73: 184-192. [In Farsi]
17. Mohammadi, S.H. and Khadambashi-Emami, M. 2007. Graphical analysis for grain yield of wheat and its components using diallel cross. *Seed and plant journal*, 24(3): 475-486. (In Farsi)
18. Mondal, A.B. and Desgupta. 1998. Diallel analysis in wheat. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 48: 167-170.
19. Rebetzke, G.J., Richards, R.A., Condon, A.G., and Farquhar, G.D. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 150: 97-106.
20. Sabouri, H. and Mohammadinejad, Gh. 2009. *Biometrical genetics*. Gorgan cultural-publishing establishment. Ghom, Iran, 412pp. [In Farsi]
21. Safarian, A. and Abdolshahi. R. 2014. Study the inheritance of water use efficiency in bread wheat under drought stress condition. *Electronic Journal of Crops Production*, 7(1): 181-199. [In Farsi]
22. Singh, R.P. and Singh, S. 1992. Estimation of genetic parameters through generation mean analysis in bread wheat. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 52: 369-375.
23. Tahmasebi, S., Khadambashi, M., and Resaei, A. 2006. Evaluation of genetic parameters of wheat grain yield and its relative traits using diallel method in normal and drought stress conditions. *Water and Soil Sciences*, 11(1): 229-240. [In Farsi]