Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۳۹۸-۳۸۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 2, Summer. 2017, p. 389-398

برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات زراعی گندم نان با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها در شرایط کم‌آبی

مریم درانی نژاد[۱]- قاسم محمدی‌نژاد[۲*]- روح‌اله عبدالشاهی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۴

چکیده

گندم مهم‌ترین محصول زراعی جهان می‌باشد که در مناطق کم آب عملکرد آن به شدت کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی تولید ارقام متحمل به خشکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور به‌نژادی گندم آگاهی از ماهیت ژنتیکی عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد کمک شایانی به اصلاح‌گر می‌نماید. جهت برآورد پارامترهای ژنتیکی برخی صفات زراعی در شرایط کم‌آبی در گندم نان، خانواده‌های F_4 حاصل از تلاقی ارقام گندم روشن و کویر به‌همراه والدین، F_2 و F_3 در شرایط تنش رطوبتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح آگمنت با پنج شاهد روشن، فلات، مهدوی، شاه‌پسند و خارچیا در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. به منظور اعمال تنش، آبیاری در مرحله سنبله‌دهی قطع گردید و عملکرد دانه به‌همراه برخی صفات زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت. از روش تجزیه میانگین نسل‌ها به‌منظور تعیین نحوه عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفات استفاده شد. روابط ژنتیکی شامل اثرات افزایشی، غالبیت، افزایشی× افزایشی و غالبیت× غالبیت برآورد شدند. در کنترل صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزاردانه، طول سنبله، طول ریشک و طول دوره پرشدن دانه، واریانس ژنتیکی افزایشی نقش بیشتری داشت. بنابراین در این صفات، گزینش در نسل‌های اولیه مؤثرتر خواهد بود. در حالی‌که در کنترل صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبله و تعداد دانه در بوته واریانس ژنتیکی غالبیت نقش بیشتری ایفا می‌کند. لذا در مورد این صفات توصیه می‌شود گزینش در نسل‌های پیشرفته انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: افزایشی، غالبیت، قطع آبیاری، وراثت‌پذیری

مقدمه

گندم نان (*Triticum aestivum* L.) از مهم‌ترین محصولات غذایی در بسیاری از کشورها می‌باشد. بهینه‌سازی عملکرد گندم مهم است، اما دستیابی به این هدف به دلیل تنش‌های زیستی و غیرزیستی که تولید محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهند مشکل است (Azadi *et al.*, 2014). در سال‌های اخیر تولید جهانی گندم نان به دلیل کاهش بارش‌های فصلی، محدود شده است (McIntyre *et al.*, 2010). بنابراین ایجاد ارقام با عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در برنامه‌های به‌نژادی اطلاع از ساختار ژنتیکی صفات از جمله دانستن نحوه عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفات و نحوه توارث آن‌ها روند گزینش نتایج مطلوب را سرعت می‌بخشد. یکی از بهترین روش‌ها برای تعیین پارامترهای ژنتیکی، روش تجزیه میانگین نسل‌ها است (Kearsey and Pooni, 1998; Singh and Singh, 1992). در یک بررسی در گندم دوروم با استفاده از روش تجزیه میانگین نسل‌ها صفات ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول پدانکل، طول ریشک و طول سنبله در دو شرایط تنش و عدم تنش رطوبتی مورد مطالعه ژنتیکی قرار گرفتند، نتایج نشان داد برای کلیه صفات مدل سه پارامتری در سطح احتمال یک درصد در هر دو شرایط محیطی و برای صفات طول پدانکل و ارتفاع بوته مدل چهار پارامتری در سطح احتمال پنج درصد در شرایط تنش خشکی بهترین برازش را داشت و همچنین جز غالبیت مؤثرتر از جز افزایشی بود و صفات ارتفاع بوته، طول برگ پرچم و طول پدانکل دارای واریانس غالبیت بیش از واریانس افزایشی بودند (Gol-Abadi *et al.*, 2008). در مطالعه دیگری در گندم نان با استفاده از این روش مشخص شد در کنترل صفات ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در سنبله علاوه بر اثرات افزایشی و غالبیت، اثرات اپیستازی نیز نقش دارند (Khattab شیخ و همکاران اظهار داشتند صفت ارتفاع بوته *et al.*, 2010).

۱- دانشجوی دکتری، گروه اصلاح نباتات و عضو انجمن پژوهشگران جوان، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲- دانشیار، ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و گروه به‌نژادی و زیست فناوری پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳- دانشیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: Mohammadinejad@uk.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v15i2.51405

www.SID.ir

Archive of SID

توسط ژن‌هایی با اثر افزایشی کنترل می‌شود، بنابراین امکان اصلاح این صفت از طریق گزینش در نسل‌های اولیه وجود دارد (Sheikh *et al.*, 2000). در یک بررسی اثرات افزایشی را در کنترل ژنتیکی صفت طول ریشک گزارش کردند (Sharma and Sain, 2004). در بررسی دیگر مقدار وراثت‌پذیری خصوصی برای این صفت ۲۵ درصد گزارش شد (Mostafavi *et al.*, 2004). در مطالعه دیگری در گندم نان با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها مشاهده شد که اثر اپیستازی، نقش مهمی در کنترل صفت ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه داشته است (Akhtar and Chowdhry, 2006). نتایج یک بررسی در گندم دوروم نشان شد برای صفت تعداد دانه در سنبله، اثرات غالبیت و اپیستازی غالبیت× غالبیت بیشتر از اثرات افزایشی و اپیستازی‌های دیگر نقش دارد (Fethi and Mohamed, 2010). در یک آزمایش که به‌منظور مطالعه توارث عملکرد دانه گندم و اجزای آن انجام شد برای صفت تعداد دانه در سنبله، علاوه بر اثرات ساده افزایشی و غالبیت، اثرات اپیستازی افزایشی× افزایشی و غالبیت× افزایشی مشاهده شد، همچنین در این آزمایش برای صفات ارتفاع بوته و وزن صددانه اپیستازی‌های نوع افزایشی× افزایشی، غالبیت× غالبیت و غالبیت× افزایشی گزارش شد (Ahmadi *et al.*, 2007).

اطلاع از نحوه عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفات و همچنین چگونگی توارث می‌تواند در امر انتخاب روش اصلاحی مناسب برای بهره‌گیری بهتر از پتانسیل ژنتیکی صفات زراعی مختلف و همچنین بهبود عملکرد که هدف نهایی هر اصلاح‌گر می‌باشد کمک بزرگی نماید. نظر به این‌که هدف از به‌نژادی گندم در شرایط تنش‌های محیطی، دستیابی به ارقام متحمل به تنش‌های غیرزیستی می‌باشد و از آنجایی که والدین جمعیت مورد مطالعه دارای تحمل بالایی به شوری می‌باشند لذا هدف از گزینش، انتخاب نتاج متحمل به خشکی است. بدین منظور ارزیابی پارامترهای ژنتیکی، مقدم بر انجام گزینش می‌باشد. در این راستا یک آزمایش با هدف بررسی پارامترهای ژنتیکی برخی صفات زراعی در گندم نان در شرایط تنش رطوبتی با استفاده از روش تجزیه میانگین و واریانس نسل‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان به اجرا در آمد. این منطقه دارای طول جغرافیایی ۵۷ درجه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه است و در ارتفاع ۱۷۵۶ متری از سطح دریا قرار دارد. بافت خاک آن از نوع لومی شنی با اسیدیته ۷/۹ و هدایت الکتریکی ۲/۱۱ دسی زیمنس بر متر می‌باشد.

در این آزمایش ۹۶ خانواده F_4، ۱۴۵ خانواده F_3 و۴۰ بوته F_2 به‌همراه والدین در قالب طرح آگمنت ارزیابی شدند و پنج رقم مهدوی، فلات، روشن، خارچیا و شاهپسند به‌عنوان شاهد برای تجزیه واریانس در همه بلوک‌ها تکرار شدند. هر ژنوتیپ در یک پلات که شامل سه خط دو متری بود کشت شد. کلیه مراقبت‌های لازم در طول دوره رشد مانند آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، کوددهی انجام شد. آبیاری تا مرحله سنبله‌دهی طبق معمول انجام شد و زمانی‌که تقریباً ۵۰٪ ژنوتیپ‌ها وارد مرحله سنبله‌دهی شد به‌منظور اعمال تنش آبیاری قطع شد و صفات طول دوره پرشدن دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، تعداد سنبله، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و اقتصادی در واحد سطح و شاخص برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات طول دوره پرشدن دانه، تعداد سنبله، ارتفاع بوته، طول سنبله و طول ریشک، پس از رسیدگی فیزیولوژیک مورد ارزیابی واقع شدند. اندازه‌گیری بقیه صفات شامل تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در واحد سطح و شاخص برداشت، پس از برداشت انجام شد. ارزیابی صفات فنوتیپی با استفاده از خط‌کش با دقت میلی‌متر و ترازوی دیجیتال با دقت 10^{-3} گرم صورت گرفت. پس از به‌دست آوردن اطلاعات مربوطه، ابتدا تجزیه واریانس نسل‌های موجود برای صفات اندازه‌گیری شده انجام شد و با مشاهده تفاوت معنی‌دار بین نسل‌ها، تجزیه میانگین نسل‌ها برای هر صفت ذکر شده با استفاده از فرمول (۱) انجام پذیرفت.

$$Y=m+\alpha[d]+\beta[h]+\alpha^2[i]+2\alpha\beta[j]+\beta^2[l] \quad (۱)$$

در این فرمول، Y: میانگین یک نسل، m: میانگین همه نسل‌ها در یک تلاقی، [d]: مجموع اثرات افزایشی، [h]: مجموع اثرات غالبیت، [i]: مجموع اثر متقابل بین اثرات افزایشی، [l]: مجموع اثر متقابل بین اثرات غالبیت، [j]: مجموع اثر متقابل بین اثرات افزایشی و غالبیت، α، β، α^2 و β^2، $2\alpha\beta$: حاصل‌ضرب پارامترهای ژنتیکی هستند. ضرایب اجزای ژنتیکی از ماتر وجینکز گرفته شده است (Mather and Jinks, 1982). برآوردهای پنج پارامتری یا کمتر با استفاده از حداقل مربعات وزنی به‌دست آمد. در این مطالعه هر پنج نسل با مدل سه، چهار و پنج پارامتری امتحان شدند تا مشاهده شود کدام مدل به‌عنوان بهترین مدل می‌تواند میانگین‌ها را توجیه کند.

برای برآورد وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به‌ترتیب از فرمول‌های (۲) و (۳) استفاده شد:

$$h_b^2 = [\left(\frac{1}{2}\right)D + \left(\frac{1}{4}\right)H]/[\left(\frac{1}{2}\right)D + \left(\frac{1}{4}\right)H + E \quad (۲)$$

$$h_n^2 = [\left(\frac{1}{2}\right)D]/[\left(\frac{1}{2}\right)D + \left(\frac{1}{4}\right)H + E \quad (۳)$$

به‌منظور تجزیه واریانس بین نسل‌ها از نرم‌افزار SAS و برای تجزیه میانگین و واریانس نسل‌ها از فرمول‌نویسی در نرم‌افزار Excel 2007 استفاده شد.

نتایج و بحث

خلاصه تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱

www.SID.ir

Archive of SID

ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین نسل‌های مختلف برای صفات مورد مطالعه وجود دارد. بنابراین امکان تجزیه و تحلیل ژنتیکی و بررسی نحوه توارث صفات مورد بررسی وجود دارد.

میانگین و خطای معیار هر یک از صفات اندازه‌گیری شده در نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی ارقام روشن و کویر در شرایط کم‌آبی در جدول ۲ نشان داده شده است. مقدار خطای معیار در نسل‌های مختلف نشان‌دهنده تفاوت افراد مختلف در داخل نسل‌هاست. با توجه به خطای معیار نسل‌های مختلف، تنوع موجود در F_2، F_3 و F_4 بیشتر از والدین می‌باشد.

پارامترهای ژنتیکی صفات مختلف در شرایط کم‌آبی در جدول ۳ ارائه شده است. در مورد تمامی صفات پارامتر m معنی‌دار می‌باشد که وجود ژن‌های مشترک بین دو والد را نشان می‌دهد. برای صفات ارتفاع بوته، طول ریشک، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و اقتصادی در واحد سطح مدل پنج پارامتری مشتمل بر m، [d]، [h]، [i] و [l] بهترین برازش را نشان داد. اپیستازی‌های نوع افزایشی × افزایشی و غالبیت × غالبیت مهم‌ترین آثار متقابل در کنترل این صفات می‌باشند. در یک مطالعه کفایت مدل شش پارامتری برای صفت ارتفاع بوته گزارش شد (Dashti *et al.*, 2010). در مطالعه‌ای دیگر برای صفات ارتفاع بوته و وزن هزاردانه نتایج مشابه با مطالعه حاضر گزارش شده است (Cheloei *et al.*, 2012). همچنین در یک بررسی مدل پنج پارامتری شامل m، [d]، [h]، [j] و [l] در کنترل صفت طول ریشک گزارش شد (Mostafavi *et al.*, 2004). نتایج یک بررسی نشان داد برای صفت تعداد دانه در سنبله، مدل شش پارامتری و برای صفات وزن هزاردانه و عملکرد دانه مدل سه پارامتری بهترین برازش را داشت (Erkul *et al.*, 2010). برای صفت طول دوره پرشدن دانه مدل چهار پارامتری مشتمل بر m، [h]، [i] و[l] بهترین برازش را داشت. در کنترل ژنتیکی این صفت علاوه بر اثر غالبیت، اپیستازی‌های نوع افزایشی × افزایشی و غالبیت × غالبیت نیز نقش داشتند. برای صفات تعداد سنبله و شاخص برداشت مدل چهار پارامتری مشتمل برm، [d]، [h] و[l] بهترین برازش را نشان داد.

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه برای نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی ارقام روشن و کویر در شرایط کم‌آبی

Table 1. Analysis of variance for studied traits in different generations of cross between Roshan and Kavir cultivars under water-limited conditions

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares							
		طول دوره پرشدن دانه Grain filling period (day)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول سنبله Spike length (cm)	طول ریشک Awn length (cm)	تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	تعداد دانه در بوته Grain number per plant	وزن هزاردانه 1000 - Grain weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (ton ha^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (ton ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest Index
نسل‌ها Generations	4	291.56**	1260.66**	7.59**	28.14**	83.32**	149643.86**	350.73**	651.25**	142.72**	170.77**
خطای آزمایش Error	248	12.05	174.21	1.54	4.18	20.88	34460.02	44.18	60.45	12.69	23.12

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: Significant at 1% probability level

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین و خطای معیار صفات مورد مطالعه در نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی ارقام روشن و کویر در شرایط کم‌آبی

Table 2- Means and standard errors (SE) for traits in different generations of cross between Roshan and Kavir cultivars under water-limited conditions

صفات Traits	P_1	P_2	F_2	F_3	F_4
طول دوره پرشدن دانه Grain filling period (day)	41.33 ±1.25	41.67 ± 0.94	41 ±1.53	36.09 ± 4.09	40.34 ± 2.33
ارتفاع بوته Plant height (cm)	139 ±3.56	95±2.16	136.83 ± 12.98	125.49 ±14.07	129.56 ± 11.83
طول سنبله Spike length (cm)	13 ± 0.82	15±0.82	13.25 ±1.2	12.77 ±1.23	12.34 ± 1.26
طول ریشک Awn length (cm)	0.83 ± 0.24	7.67 ±0.47	3.87 ±1.89	4.27 ±1.95	3.41 ± 2.19
تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	16 ±4.32	5±1.63	12 ± 4.86	9.46 ± 4.43	10.96 ±4.71
تعداد دانه در بوته Grain number per plant	567±114.48	236 ± 60.82	659 ±191.31	417.86±171.61	467.18 ±203.82
وزن هزاردانه 1000 - Grain weight (g)	44.5 ±1.22	38 ±1.41	44.2 ± 4.3	35.69±7.14	40.01 ±5.92
عملکرد بیولوژیک Biological yield (ton ha^{-1})	32.92±2.29	11.47 ±1.74	34.83 ±4	18.79±8.79	22.38 ± 5. 8
عملکرد دانه Grain yield (ton ha^{-1})	11.85±0.89	6.14±0.64	15.86 ±2.75	7.22±3.61	8.81 ±3.56
شاخص برداشت Harvest Index	36.13 ± 1.35	51.27±1.74	44.85 ±2.99	39.21 ±5.31	40.57±4.03

بنابراین در کنترل ژنتیکی این صفات مدل ساده افزایشی ـ غالبیت کافی نبوده و بایستی آثار اپیستاژی ژن‌ها (غالبیت × غالبیت) را نیز مدنظر قرار داد. در یک آزمایش برای صفت تعداد سنبله مدل چهارپارامتری مشتمل بر m، [d]، [h] و [l] و برای صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله مدل سه پارامتری شامل m، [d]، و[j] بهترین برازش را نشان داد (Ojaghi *et al.*, 2010). نتایج بررسی خطاب و همکاران در گندم نان اپیستازی‌های نوع افزایشی × افزایشی، غالبیت × غالبیت و افزایشی × غالبیت را در کنترل ژنتیکی صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نشان داد (Khattab *et al.*, 2010).

مدل ساده سه پارامتری مشتمل بر m، [d] و[i] کفایت این مدل را در توجیه توارث صفت طول سنبله در شرایط کم‌آبی نشان داد. ارکول و همکاران همچنین در مطالعه خود در گندم نان کفایت مدل سه پارامتری را در توجیه واریانس ژنتیکی صفت طول سنبله و بیشتر بودن اثرات افزایشی نسبت به غالبیت را در کنترل این صفت گزارش کردند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد (Erkul *et al.*, 2010). نکته قابل توجه در مورد همه صفات این است که اثرات غالبیت [h] و اثرات متقابل غالبیت × غالبیت [l] دارای علامت‌های مخالف بودند از این‌رو احتمال وجود اپیستازی از نوع دوگانه وجود دارد این شکل از اپیستازی با کاهش تنوع در نسل F_2 و نسل‌های بعد از آن سبب اختلال در فرآیند انتخاب می‌گردد و انتخاب تا دسترسی به سطح بالایی از تثبیت ژنی باید به تأخیر انداخته شود که با بخشی از نتایج مطالعات دیگر مطابقت دارد (Moradi Ashour *et al.*, 2006; Ahmadi *et al.*, 2007). علامت‌های مخالف [d] و [i] نشان می‌دهد که ماهیت متضاد اثر متقابل برای صفات وجود دارد و ژن‌های افزایشی در والدین در جهت مخالف هم عمل می‌کنند.

با استفاده از تجزیه واریانس نسل‌ها اجزای تنوع، متوسط درجه غالبیت، اجزای ژنتیکی و محیطی واریانس و وراثت‌پذیری خصوصی و عمومی برآورد شدند (جداول۴ و ۵). نتایج نشان داد متوسط درجه غالبیت برای صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبله و تعداد دانه در بوته بیشتر از یک است که نشان‌دهنده پدیده فوق غالبیت در این صفات می‌باشد بنابراین در مورد این صفات گزینش در نسل‌های اولیه مؤثر نیست و بهتر است گزینش در نسل‌های بعدی صورت گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مورد مطالعه در نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی ارقام روشن و کویر در شرایط کم‌آبی

Table 3- Estimation of genetic parameters of morpho-physiological traits in different generations of cross between Roshan and Kavir cultivars under limited irrigation condition

صفات Traits	m	d	h	i	l
طول دوره پرشدن دانه Grain filling period	49.08±0.96**	-0.17±0.45 ns	-87.77±8.21**	-7.58±1.06**	143.21±13.75**
ارتفاع بوته Plant height(cm)	140.15±4.36**	22±1.2**	-110.62±37.02**	-23.15±4.52**	208±72.54**
طول سنبله Spike length (cm)	11.79±0.43**	-1±0.33**	4.94±3.42 ns	2.21±0.54**	-4.03±6.44 ns
طول ریشک Awn length (cm)	1.86±0.73*	-3.42±0.15**	15.25±5.74**	2.39±0.74**	-22.46±10.85*
تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	14.31±1.63**	5.5±1.33**	-34.18±13.33*	-3.81±2.1 ns	59.13±26.37*
تعداد دانه در بوته Grain number per plant	629.99±68.09**	165.5±37.42**	-1755.08±542.34**	-228.49±77.7**	3626.19±1053.41**
وزن هزاردانه 1000 - Grain weight (g)	50.06±2.18**	3.25±0.54**	-103.22±17.39**	-8.81±2.25**	183.02±30.25**
عملکرد بیولوژیک Biological yield (ton ha^{-1})	33.73±2.4**	10.73±0.83**	-121.72±19.6**	-11.54±2.54**	247.83±32.99**
عملکرد دانه Grain yield (ton ha^{-1})	14.35±1.22**	2.86±0.32**	-60.06±9.61**	-5.35±1.26**	126.19±17.35**
شاخص برداشت Harvest Index	44.71±1.5**	-7.57±0.64**	-44.24±12.26**	-1.01±1.63 ns	89.04±21.39**

m: میانگین همه نسل‌ها در یک تلاقی، [d]: مجموع اثرات افزایشی، [h]: مجموع اثرات غالبیت، [i]: مجموع اثر متقابل بین اثرات افزایشی ، [l]: مجموع اثر متقابل بین اثرات غالبیت

متوسط درجه غالبیت برای صفات طول دوره پرشدن دانه، طول سنبله، طول ریشک، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت کمتر از یک است و نشان‌دهنده غالبیت نسبی به طرف والد بزرگ‌تر است و اهمیت بیشتر واریانس افزایشی را در این صفات نشان می‌دهد، لذا در مورد این صفات می‌توان گزینش را در نسل‌های اولیه انجام داد. در خصوص کنترل ژنتیکی صفت عملکرد نتایج متفاوتی گزارش شده است. در یک آزمایش اثرات افزایشی را در کنترل این صفت مؤثر دانسته‌اند (Kamaluddin *et al.*, 2007). در بررسی دیگر مشاهده شد اثرات غالبیت در کنترل این صفت نقش داشته است (Dere and Yidirim, 2006). در یک مطالعه وراثت‌پذیری خصوصی بالایی برای عملکرد گزارش شد (Munir *et al.*, 2007). درحالی‌که در مطالعه دیگری وراثت‌پذیری خصوصی پایینی برای این صفت گزارش شد (Novoselovic *et al.*, 2004) و در مطالعه حاضر اثرات افزایشی بیشترین نقش را در کنترل این صفت داشت و وراثت‌پذیری خصوصی بالایی برای این صفت برآورد گردید.

گل‌آبادی و همکاران در مطالعه خود نقش بیشتر اثرات غالبیت ژنی را برای صفت ارتفاع بوته و اهمیت بیشتر اثرات افزایشی ژنی را در کنترل صفت طول ریشک گزارش کردند (Gol-Abadi *et al.*, 2008). طی یک مطالعه در گندم با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها برای صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد دانه اثر غالبیت ژنی را به‌عنوان عمده‌ترین عامل در کنترل این صفات گزارش کردند (Ahmadi *et al.*, 2007). توکلو و یاگباسانلار در یک آزمایش با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها نشان دادند در کنترل صفات اندازه دانه و وزن هزاردانه سهم آثار افزایشی ژن‌ها نسبت به آثار غالبیت بیشتر است (Toklu and Yagbasanlar, 2007). واریانس محیطی برآوردشده در این مطالعه کمتر از واریانس ژنتیکی افزایشی و غالبیت می‌باشد و این بیانگر دقت بالای مطالعه و تأثیر کم محیط بر صفات مورد بررسی در این آزمایش می‌باشد.

دامنه وراثت‌پذیری خصوصی و عمومی برای صفات مورد مطالعه در جمعیت حاضر به‌ترتیب بین ۰/۱۶ تا ۰/۹۳ و ۰/۴۶ تا ۰/۹۶ تخمین زده شد. صفات وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک در واحد سطح، طول دوره پرشدن دانه و شاخص برداشت به‌ترتیب بیشترین وراثت‌پذیری خصوصی را داشتند بنابراین در جمعیت مورد مطالعه گزینش بر اساس این صفات می‌تواند بازده ژنتیکی خوبی را ایجاد کند زیرا فنوتیپ تقریباً بیان‌کننده ژنوپیپ است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- برآورد اجزای تنوع و متوسط درجه غالبیت صفات مورد مطالعه در نسل‌های مختلف جمعیت حاصل از تلاقی ارقام روشن و کویر در شرایط کم‌آبی

Table 4- Variation components and their use in Estimating the average degree of dominance of studied traits in different generations of population derived from Roshan *Kavir cultivars under water-limited conditions

صفات Traits	D	H	E	√ H/D
طول دوره پرشدن دانه Grain filling period	10.17	1.17	0.94	0.34
ارتفاع بوته Plant height (cm)	105.98	474.08	7.88	2.12
طول سنبله (سانتی‌متر) Spike length (cm)	1.03	0.24	0.67	0.48
طول ریشک Awn length (cm)	4.57	3.64	0.15	0.89
تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	7.37	31.67	10.76	2.07
تعداد دانه در بوته Grain number per plant	27420.22	41633.41	8675.53	1.23
وزن هزاردانه 1000 - Grain weight (g)	47.32	2.28	1.25	0.22
عملکرد بیولوژیک Biological yield (ton ha^{-1})	55.14	5.89	3	0.33
عملکرد دانه Grain yield (ton ha^{-1})	14.42	1.84	0.56	0.36
شاخص برداشت Harvest Index	21.89	2.33	2.09	0.33

D: جزء افزایشی تنوع، H: جزء غالبیت تنوع، E: جزء غیر قابل توارث (محیطی) تنوع، √ H/D: متوسط درجه غالبیت

جدول ٥- برآورد اجزای ژنتیکی و محیطی واریانس و وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه در نسل‌های مختلف جمعیت حاصل از تلاقی ارقام روشن و کویر در شرایط کم‌آبی

Table 5- Estimation of genetic and environment components of variance, broad and narrow sense heritability of studied traits in different generations of population derived from Roshan * Kavir cultivars under water-limited conditions

صفات Traits	δ^2_D	δ^2_H	δ^2_E	h^2_{bs}	h^2_{ns}
طول دوره پرشدن دانه Grain filling period	5.09	0.29	0.94	0.85	0.81
ارتفاع بوته Plant height (cm)	52.99	118.52	7.88	0.96	0.3
طول سنبله Spike length (cm)	0.52	0.06	0.67	0.46	0.42
طول ریشک Awn length (cm)	2.29	0.91	0.15	0.95	0.68
تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	3.69	7.92	10.76	0.52	0.16
تعداد دانه در بوته Grain number per plant	13710.11	10408.35	8675.53	0.74	0.42
وزن هزاردانه 1000 - Grain weight (g)	23.66	0.57	1.25	0.95	0.93
عملکرد بیولوژیک Biological yield (ton ha^{-1})	27.57	1.47	3	0.91	0.86
عملکرد دانه Grain yield (ton ha^{-1})	7.21	0.46	0.56	0.93	0.88
شاخص برداشت Harvest Index	10.95	0.58	2.09	0.85	0.8

δ^2_D: واریانس افزایشی، δ^2_H: واریانس غالبیت، δ^2_E: واریانس محیطی، h^2_{bs}: وراثت‌پذیری عمومی، h^2_{ns}: وراثت‌پذیری خصوصی

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق حاضر وراثت‌پذیری خصوصی پایینی برای صفت تعداد سنبله مشاهده شد (۰/۱۶). این نتیجه منطبق بر یافته‌های مطالعات دیگری می‌باشد (Mostafavi *et al.*, 2004; Hamze *et al.*, 2009). بنابراین با توجه به پایین‌بودن اثرات افزایشی در کنترل این صفت در مقایسه با اثرات غالبیت و همچنین پایین بودن وراثت‌پذیری این صفت، می‌توان گفت گزینش بر مبنای این صفت نمی‌تواند بازده گزینشی مطلوبی در این جمعیت داشته باشد. مصطفوی و همکاران در آزمایش خود برای صفت طول سنبله وراثت‌پذیری خصوصی بالا و برای صفات وزن هزاردانه ، طول ریشک و ارتفاع بوته وراثت‌پذیری خصوصی پایینی گزارش کردند (Mostafavi *et al.*, 2004). در آزمایشی دیگر برای صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد دانه وراثت‌پذیری پایین و برای صفت طول سنبله وراثت‌پذیری متوسط گزارش شد (Erkul *et al.*, 2010). در یک بررسی در گندم نان سه تلاقی انجام شد، وراثت‌پذیری خصوصی به‌ترتیب برای سه تلاقی در صفات عملکرد دانه: ۴۸٪، ۲۹٪ و ۴۹٪، عملکرد بیولوژیک: ۴۹٪، ۴۲٪ و ۴۷٪ و شاخص برداشت: ۳۹٪، ۵۶٪ و ۳۶٪ گزارش شد (Khattab *et al.*, 2010).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان گفت تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در جمعیت F_4 و به همین ترتیب F_2 و F_3 حاصل از تلاقی روشن و کویر وجود دارد که می‌تواند به‌عنوان یک جمعیت دارای پتانسیل بالا برای اصلاح ژنتیکی صفات مورد ارزیابی استفاده گردد. در جمعیت مورد مطالعه واریانس ژنتیکی افزایشی نسبت به واریانس ژنتیکی غالبیت نقش مهم‌تری در کنترل صفات طول دوره پرشدن دانه، طول سنبله، طول ریشک، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت دارد بنابراین برای اصلاح این صفات می‌توان از روش‌های به‌نژادی مبتنی بر گزینش استفاده کرد. همچنین می‌توان از این صفات برای بهبود ارزش ژنتیکی جمعیت مورد بررسی بهره برد.

References

1- Ahmadi, J., Orang, S. F., Zali, A. A., Yazdi-Samadi, B., Ghannadha, M. R., and Taleei, A. R. 2007. Study of yield and its components inheritance in wheat under drought and irrigated conditions. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 11 (1): 201-213. (in Persian).

2- Akhtar, N., and Chowdhry, M. A. 2006. Genetic analysis of yield and some other quantitative traits in bread wheat. International Journal of Agriculture and Bioligy 8(4): 523-527.

3- Azadi, A., Mardi, M., Hervan, E. M., Mohammadi, S. A., Moradi, F., Tabatabaee, M. T., Pirseyedi, S. M., Ebrahimi, M., Fayaz, F., Kazemi, M., Ashkani, S., Nakhoda, B., and Mohammadi-Nejad, G. 2014. QTL mapping of yield and yield components under normal and salt-stress conditions in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Molecular Biology Reporter 33 (1): 102-120.

4- Cheloei, G.R., Mohammadi, A., Bihamta M. R., Ramshini, H. A., and Najafiyahn, G. 2012. Inheritance of drought tolerance in bread wheat using generation mean analysis. Journal of Plant Production 19 (1): 43-66. (in Persian with English abstract).

5- Dashti, H., Naghavi, M. R., and Tajabadipour, A. 2010. Genetic analysis of salinity tolerance in bread wheat crosses. Journal of Agriculthral Science and Technology 12 (3): 347-356.

6- Dere, F., and Yidirim, M. B. 2006. Inheritance of Grain yield per plant, flag leaf width, and length in an 8x8 diallel cross population of bread wheat (*T. aestivum*). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30: 339-345.

7- Erkul, A., Unay, A., and 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- Fethi, B., and Mohamed, E. G. 2010. Epistasis and genotype-by-environment interaction of grain yield related traits in durum wheat. Journal of Plant Breeding and Crop Science 2 (2): 024-029.

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

10- Hamze, H., Saba, J., Jabari, f., Nassiri, J., and Alavi Hosseini, M., 2009. Estimation of components variation, genotypic and phenotypic correlation coefficients of Grain yield and its component in bread wheat (*Tritium aestivum* L.) under rainfed conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences 2 (1): 29-38. (in Persian with English abstract).

11- 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 (2): 411-416.

12- Kearsey, M. J., and Pooni, H. S. 1998. Genetic analysis of Quantitative Traits. Stanley thornes (Publishers) Ltd., United Kingdom, 381p.

www.SID.ir

Archive of SID

13- Khattab S. A. M., Esmail, R. M., and Abd EL-Rahman, M. F. 2010. Genetical analysis of some quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) New York Science Journal 3 (11): 152-157.
14- Mather, K., and Jinks, L. 1982. Biometrical genetics: the study of continuous variation. Chapman and Hall. London. 390p.
15- McIntyre, C. L., Mathews, K., Rattey, A., Chapman, S. C., Drenth, J., Ghaderi, M., Reynolds, M., and Shorter, R. 2010. Molecular detection of genomic regions associated with Grain yield and yield-related components in an elite bread wheat cross evaluated under irrigated and rainfed conditions.Theoretical and Applied Genetics. 120 (3): 527-541.
16- Moradi Ashour, B., Arzani, A., Rezaei, A., and Mirmohammady Maibody, S. A. M. 2006. Study of inheritance of yield and related traits in five crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science. 9 (4): 123-136. (in Persian).
17- Mostafavi, K., Hosseinzadeh, A., and Zeinali Khanghah, H. 2004. Gene action for some quantitative traits in bread wheat: Sardari * Line No. 14 cross. Grain. Plant 6 (2): 159-171. (in Persian with English abstract).
18- Munir, M., Chowdhry, M. A., and Ahsan, M. 2007. Generation means Studies in Bread Wheat under Drought Condition. International Journal of Agriculture and Biology 9 (2): 282-286.
19- Novoselovic, D., Baric, M., Drezner, G., Gunjaca, J., and Lalic, A. 2004. Quantitative inheritance of some wheat plant traits. Genetics and Molecular Biology 27 (1): 92-98.
20- Ojaghi, J., Salayeva, S., and Eshghi, R. 2010. Inheritance pattern of important quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). World Applied Sciences Journal 11 (6): 711-717.
21- Sharma, S. N., and Sain, R. S., 2004. Inheritance of days to heading days to maturity, plant height and Grain yield in an inter-vapietal cross of durum wheat. SABRAO Journal of Breeding and Genetics 36 (2): 73-82.
22- Sheikh, S., Singh, I., and Singh, J. 2000. Inheritance of some quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). Annals of Agricultural Research 21 (1): 51-54.
23- Singh, R. P., and Singh, S. 1992. Estimation of genetic parameters through generation means analysis in bread wheat. Indian Journal of Genetics 52 (4): 369-375.
24- Toklu, F., and Yagbasanlar, T. 2007. Genetic analysis of kernel size and kernel weight in bread wheat (*T. aestivum* L.). Asian Journal of Plant Sciences 6 (5): 844-848.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 2, Summer. 2017, p. 389-398

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۳۹۸-۳۸۹

Assessment of Genetic Parameters of Agronomic Traits in Bread Wheat using Generation Means Analysis under water-limited Conditions

M. Dorrani-Nejad[1]- Gh. Mohammadi-Nejad[2*]- R. Abdolshahi[3]

Received: 16-11-2015
Accepted: 23-04-2016

Introduction: Wheat is the oldest and most important cultivated crop in the world and has fundamental role in human food security. Drought is one of the most common environmental stresses that affect growth and development of plants. Most parts of Iran's cultivation land are located in arid and semiarid regions and because of water deficiency, plant stress appear and wheat performance reduces severely in these regions. In such circumstances, the production of drought tolerant varieties has special importance. Understand the genetic basis of yield and yield related traits is necessary in breeding programs. One of the best approaches to determine genetic parameters is generation means analysis method, due to it allows breeders to predict epistasis. In order to estimate genetic parameters and evaluation of gene action controlling agronomic traits in bread wheat under moisture stress, F_4 families derived from cross between Roushan and Kavir along with F_2, F_3 and parents, were evaluated under moisture stress.

Materials and Methods: Field experiment was carried out in research field of Shahid Bahonar University of Kerman, during growing season of year 2013-2014 using Augmented design with 5 known check cultivars (Roushan, Falat, Mahdavi, Karchia and Shahpasand). Stress treatment was cut off irrigation at heading stage. Grain yield and some agronomic traits were measured. Generation means analysis method was used to determine genetic parameters including additive effect (d), dominance effect (h), additive × additive [i], and dominance × dominance effect [l] were evaluated for different traits. Generation means analysis was carried out using equation 1.

$$Y= m+\alpha[d]+\beta[h]+\alpha^2[i]+2\alpha\beta[j]+\beta^2[l] \quad (1)$$

Broad and narrow sense heritability of evaluated traits were estimated according to equation 2 and 3.

$$h_b^2 = [\left(\frac{1}{2}\right)D + \left(\frac{1}{4}\right)H]/[\left(\frac{1}{2}\right)D + \left(\frac{1}{4}\right)H + E \quad (2)$$

$$h_n^2 = [\left(\frac{1}{2}\right)D]/[\left(\frac{1}{2}\right)D + \left(\frac{1}{4}\right)H + E \quad (3)$$

Results and Discussion: The study revealed a complex genetic control for studied traits. Genetic variation in F_2, F_3 and F_4 was more than parents. Five-parameter model including m, [d], [h], [i] and [l] explained genetic variation for plant height, awn length, grain number per plant, 1000-grains weight, biology and grain yield. While, a four parameter model including m, [h], [i] and [l] were explained genetic diversity of grain filling period and a four-parameter model including m, [d], [h], and [l] was valid for explaining genetic variation of number of spike per plant and harvest index. A three parameter model including m, [d], [i] made the significant contributions to the inheritance of spike length. The additive genetic variance was detected as the most important genetic effect in controlling grain yield, biologic yield, harvest index, 1000-grian weight, awn length, spike length and grain filling

1- Ph.D Student of Plant Breeding, Member of young researcher association, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman
2- Associate Prof. of Genetic and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Research and Technology Institute of Plant Production (RTIPP) of Shahid-Bahonar University of Kerman, Kerman
3- Associate Prof. of Plant breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman
(*- Corresponding Author Email: Mohammadinejad@uk.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

period. Therefore, selection in early generations is effective for these traits. High narrow sense heritability of these traits proposes that the most part of genetic variance could be fixed in segregating generations. Broad and narrow sense heritability of studied traits in the present population were 0.46 to 0.96 and 0.16 to 0.93, respectively. 1000-grian weight, grain yield, biologic yield, grain filling period and harvest index had the highest narrow sense heritability, respectively. Therefore in the present population, selection based on these traits could result in good genetic gain. While, dominant effect was more important for plant height, number of spike per plant and grain number per plant. Significant differences between broad and narrow sense heritability of these traits has confirmed the fact that the dominance effect is very important. Therefore, selection should be made in later generations until desirable genes are fixed. Low narrow sense heritability was observed for number of spike per plant (0.16). Therefore, selection based on this trait can not have good genetic gain in present population. In this study, environmental variation was less than additive and dominance variance that show accuracy of the estimations and low impact of the environment on evaluated traits. Plant height, number of spike per plant and grain number per plant showed one degree greater than of dominance. These result showed over dominance of genes controlling mentioned traits.

Conclusions: Based on the results obtained in this experiment, it can be concluded that there is a considerable genetic diversity in the population F_2, F_3, F_4 derived of Roushan and Kavir cross which can be used as a high potential population for genetic improvement of evaluated traits. The Results showed that additive variance was more important than dominance in genetic control of evaluated traits. So, selection during early generations is recommended in wheat breeding program of this population.

Keywords: Additive, Cut-off Irrigation, Dominance, Heritability

www.SID.ir