" نهال و بذر"
جلد ٢٤ ، شماره ٣، سال ١٣٨٧

تجزیه و تحلیل گرافیکی عملکرد دانه گندم و اجزای آن به روش تلاقی‌های دای‌آلل

Graphical Analysis for Grain Yield of Wheat and its Components Using Diallel Crosses

سید حسین محمدی[1] و محمود خدام‌باشی امامی[2]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۲- استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸٦/۱۱/۲۵

چکیده

محمدی، س. ح.، و خدام‌باشی امامی، م. ۱۳۸۷. تجزیه و تحلیل گرافیکی عملکرد دانه گندم و اجزای آن به روش تلاقی‌های دای‌آلل. **نهال و بذر ۲٤**: ۴۷۵-۴۸۶.

به منظور تجزیه و تحلیل گرافیکی و برآورد پارامترهای ژنتیکی مربوط به عملکرد و اجزای آن، از تلاقی‌های دای‌آلل یک طرفه نه رقم گندم استفاده شد. در این بررسی نتاج F_2 به همراه والدها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات به جز تعداد پنجه بارور و وزن دانه در سنبله اصلی بود. نتایج آزمون مقدماتی جینکز و هیمن نشان داد که فرضیات مدل برای طول برگ پرچم، ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته، طول سنبله اصلی و طول آخرین میانگره صادق هستند اما برای عرض برگ پرچم و وزن آخرین میانگره این فرضیات با حذف یک والد صادق شدند. با توجه به برآوردهای میانگین درجه غالبیت و نتایج تجزیه و تحلیل گرافیکی، عمل ژن برای طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته، طول سنبله اصلی، طول آخرین میانگره و وزن آخرین میانگره از نوع غالبیت نسبی بود.

واژه‌های کلیدی: گندم، پارامترهای ژنتیکی، عمل ژن، تلاقی‌های دای‌آلل.

نویسنده مسئول: mohammadihosein@yahoo.com

مقدمه

با افزایش جمعیت جهان اهمیت غلات به خصوص گندم به عنوان منبع تامین‌کننده غذای مورد نیاز انسان رو به فزونی است. بالا بردن عملکرد گندم می‌تواند با به کار گرفتن اصول زراعی و همچنین استفاده از تحقیقات مربوط به اصلاح نباتات تحقق یابد.

عملکرد صفت کمی پیچیده‌ای است که تا حد زیادی تحت تاثیر حاصلخیزی خاک، نور، دما و بسیاری از عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به دلیل تعداد زیاد ژن کنترل‌کننده عملکرد و تاثیر عوامل محیطی در آن‌ها، وراثت‌پذیری عملکرد پایین است (Farshadfar, 1991, 1997). برای افزایش عملکرد، در روش‌های اصلاحی انتخاب بر مبنای اجزای عملکرد اهمیت ویژه‌ای دارد. آگاهی از پارامترهای ژنتیکی کنترل‌کننده صفات از جمله وراثت‌پذیری، میانگین درجه غالبیت و نوع عمل ژن‌ها در انتخاب روش اصلاحی و مدیریت آن بسیار مهم است. یکی از معمول‌ترین روش‌های برآورد موارد ذکر شده طرح تلاقی‌های دال‌آلل است (Jinks and Hayman, 1953؛ Griffing, 1956 a,b).

استفاده از مفاهیم اثر افزایشی (D)، اثر غالبیت (H_1 و H_2) و کوواریانس اثر افزایشی و غالبیت (F) جینکز و همین (Jinks and Hayman , 1953) روشی را برای تجزیه و تحلیل تلاقی‌های دای‌آلل مطرح کردند. اطلاعات ژنتیکی در خصوص توزیع آلل‌ها، میانگین درجه غالبیت، نوع عمل ژن، تعداد گروه‌های ژنی مؤثر، وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی از طریق این روش قابل حصول هستند. ترسیم خط رگرسیون کوواریانس ردیف ها (Wr: کوواریانس نتاج F_2 هر والد با والدهای غیر مشترک) بر روی واریانس ردیف‌ها (Vr: واریانس نتاج F_2 هر والد) و سهمی محدودکننده و تجزیه گرافیکی آن نیز اطلاعات مفیدی را در اختیار به‌نژادگر قرار خواهد داد. قبل از استفاده از مدل جینکز و همین بایستی فرضیات مدل در مورد مواد ژنتیکی و صفات مورد ارزیابی صدق کند (Ehdaei and Ghaderi, 1971؛ Farshadfar, 1998).

از آن‌جا که تولید بذر در نسل F_2 به سهولت و در مقادیر بیشتر امکان‌پذیر است، محققین تجزیه و تحلیل دای‌آلل مربوط به نسل F_2 را مورد بررسی قرار داده و به وجود اختلاف آن با بررسی نسل F_1 اشاره کرده‌اند (Jinks, 1956؛ Jinks and Perkins, 1970). مثلاً در مطالعات مان و شارما (Mann and Sharma , 1995) بر روی نسل‌های F_1 و F_2 یک تلاقی دای‌آلل گندم، در هر دو نسل برای صفات تعداد پنجه، عملکرد دانه و در نسل F_2 برای طول سنبله و تعداد دانه در سنبله عمل فوق غالبیت ژن به دست آمد، همچنین برای تمام صفات به جز تعداد پنجه و عملکرد دانه وراثت‌پذیری متوسط به بالا گزارش شد. لانک و همکاران

(Lonc *et al.*, 1993) نیز نوع عمل ژن در کنترل صفات مربوط به عملکرد در نسل F_2 را برای ارتفاع گیاه، طول سنبله اصلی و طول برگ پرچم افزایشی و برای تعداد پنجه بارور، عرض برگ پرچم، سطح برگ، تعداد سنبلچه در سنبله اصلی، تعداد و وزن دانه در سنبله اصلی و عملکرد دانه در بوته درجات متفاوتی از غالبیت ناقص گزارش کردند. با توجه به ضریب همبستگی بین ردیف والدینی غالبیت و مقدار والدینی، ارتفاع گیاه توسط ژن‌های غالب و عملکرد دانه در بوته توسط ژن‌های مغلوب افزایش می‌یافت. نتایج حاصل از تحقیق وبر (Weber, 1991) بر روی نسل‌های F_2 و F_3 گندم حاکی از آن بود که توارث صفات ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و عملکرد سنبله اصلی از نوع غالبیت ناقص است. با کمک ضریب همبستگی بین (W_r+V_r) و Y_r مشخص شد که در مورد صفات ارتفاع گیاه، تعداد پنجه (در نسل F_3) و وزن دانه در سنبله (در نسل F_2) آلل‌های غالب باعث افزایش صفات فوق می‌شوند. لانک و زالوسکی (Lonc and Zalewski , 1996) در آزمایشی از نسل F_2 هفت لاین مختلف از ارقام گندم در قالب طرح دای‌آلل یک طرفه استفاده کردند. بعضی از لاین‌ها باعث عدول از فرضیات مدل جینکز و هیمن شدند، بنابراین پس از حذف آن‌ها مدل برای بقیه لاین‌ها صدق کرد. نتایج به دست آمده نشان داد که صفات ارتفاع گیاه، طول سنبله، وزن هزار دانه با عمل افزایشی ژن کنترل می‌شد. غالبیت نسبی در توارث صفات تراکم بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و وزن دانه در سنبله مشاهده شد، همچنین ژن‌های غالب در توارث صفات طول سنبله و تعداد دانه در سنبله ظهور کردند در حالی که در تراکم بوته ژن‌های مغلوب تظاهر داشتند.

هدف از این تحقیق نیز برآورد پارامترهای ژنتیکی مربوط به عملکرد دانه و اجزای آن در چند ژنوتیپ گندم و تعیین اثر ژنی کنترل‌کننده و تجزیه و تحلیل گرافیکی صفات در نسل F_2 تلاقی‌های دای‌آلل به روش مدل جینکز و هیمن بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه نه ژنوتیپ گندم شامل سه رقم بومی به نام‌های سفید علی‌آباد، سفید صالح‌آباد و امام بوغداسی و شش رقم گندم اصلاح شده به نام‌های الوند، کراس آزادی، الموت، سبلان، روشن و بیات به همراه بذر ۳۶ ژنوتیپ نسل F_2 حاصل از تلاقی‌های دای‌آلل یک طرفه آن‌ها (جمعاً ۴۵ ژنوتیپ) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد مورد ارزیابی قرار گرفتند.

صفت عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن شامل طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله اصلی، طول سنبله اصلی، وزن دانه در سنبله اصلی، طول آخرین میانگره و وزن آخرین میانگره بر روی ده بوته در جمعیت‌های والد و

پنجاه بوته در جمعیت‌های نسل F_2 اندازه‌گیری و از میانگین داده‌ها برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد.

در صورت وجود تنوع کافی برای برآورد پارامترهای ژنتیکی کنترل‌کننده صفات از تجزیه و تحلیل دای‌آلل بر اساس مدل جینکز و هیمن (Jinks and Hayman , 1953) استفاده شد.

در صورت صادق بودن فرضیات مدل خط رگرسیون رسم شده، پارامترها و شاخص‌های آماری برآورد شد و عمل ژن برای صفت موردنظر مشخص شد. در این تحقیق نرم‌افزارهای SAS، Excel و Diallel مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج و بحث

آزمون مقدماتی جینکز وهیمن برای صفت طول برگ پرچم نشان داد که ضریب خط رگرسیون به ترتیب واجد و فاقد اختلاف معنی‌دار با صفر و یک است (جدول ۱). با توجه به شکل ۱ این صفت تحت تأثیر عمل غالبیت ناقص ژن‌ها است. علامت جبری مثبت ضریب همبستگی ردیف والدینی غالبیت (W_r+V_r) و Y_r نشان داد که آلل‌های مغلوب در افزایش این صفت مؤثرند. این موضوع از بررسی خط رگرسیون هم نتیجه گرفته شد. ولی علامت مثبت F فراوانی بیشتر آلل‌های غالب را نشان داد. با توجه به پراکنش والدها در طول خط رگرسیون رقم الوند با طول برگ پرچم ۱۹/۰۳ سانتی‌متر نزدیک‌ترین والد به مبداء مختصات و دارای حداکثر تعداد ژن‌های غالب و رقم کراس آزادی با طول برگ پرچم ۲۳/۶۵ سانتی‌متر دورترین والد از مبداء مختصات و دارای حداکثر تعداد ژن‌های مغلوب بودند. قابلیت توارث عمومی و خصوصی، اهمیت اثر افزایشی را برای صفت طول برگ پرچم نشان داد (جدول ۱).

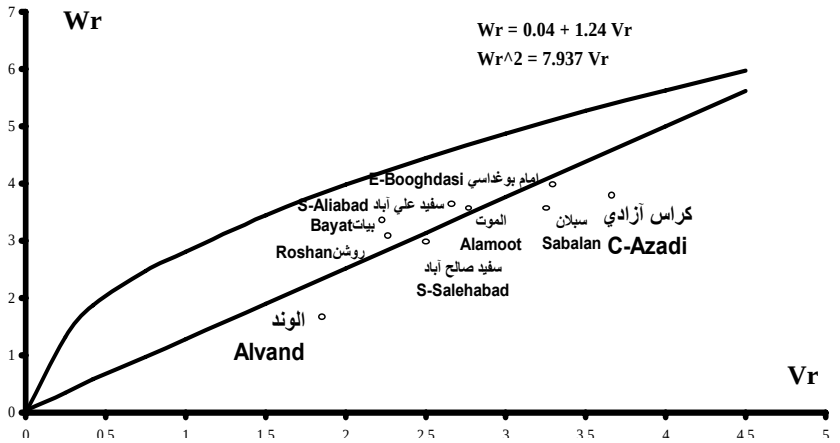
در مورد صفت عرض برگ پرچم میانگین درجه غالبیت (۰/۷۲) و نمودار خط رگرسیون (شکل ۲) دلالت بر عمل غالبیت نسبی ژن‌ها داشت. لانک و همکاران (Lonc *et al.*, 1993) و زیسویچ و همکاران (Zecevic *et al*,. 1997) هم در مورد صفت عرض برگ پرچم در نسل F_2 غالبیت نسبی را گزارش کرده‌اند. نسبت فراوانی آلل‌های غالب به مغلوب در جمعیت آزمایشی برای این صفت ۲ بودند. علامت منفی ضریب همبستگی ردیف والدینی غالبیت و مقدار Y_r و بررسی پراکنش والدها در طول خط رگرسیون مبین اثر افزایندگی آلل‌های غالب برای این صفت بود. وراثت‌پذیری عمومی (۰/۸۲) و وراثت‌پذیری خصوصی (۰/۶۳) مبین آن بود که هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در توارث صفت مؤثر هستند و سهم اثر افزایشی بیشتر از اثر غیر افزایشی است، بنابراین راندمان انتخاب برای این صفت نسبتاً بالا است (جدول ۱).حیدری (Heydari, 2001)هم در مطالعه نسل F_1 همین تلاقی‌ها چنین نتیجه‌ای را گزارش کرده است.

جدول ۱- برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم به روش جینکز و هیمن

Table 1. Estimation of genetic parameters for different traits of wheat genotypes by Jinks and Hayman's method

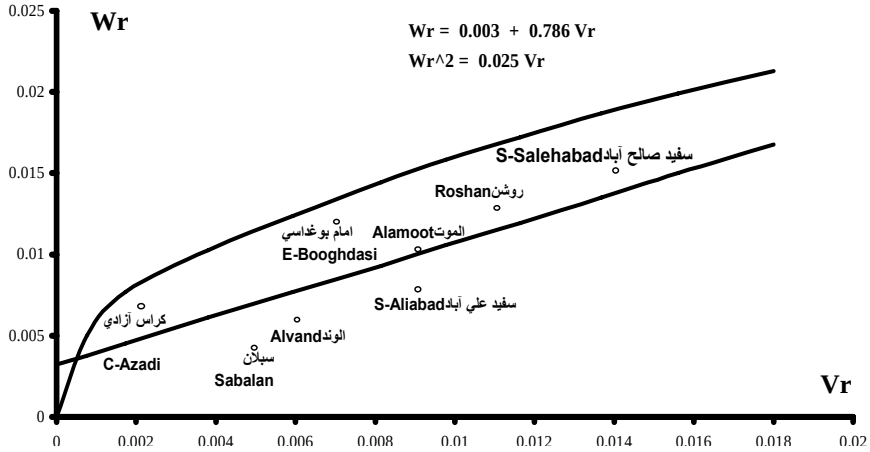
پارامترهای ژنتیکی Genetic parameters	طول برگ پرچم Flag leaf length	عرض برگ پرچم Flag leaf width	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant	طول سنبله اصلی Main spike length	طول آخرین میانگره Peduncle length	وزن آخرین میانگره Peduncle weight
D	6.77	0.023	88.16	8.48	0.61	15.40	0.0047
H_1	-0.1	0.048	103.93	13.94	-0.04	18.55	-0.0020
H_2	0.82	0.036	129.54	8.69	0.18	21.59	-0.0032
F	2.21	0.022	-75.56	8.49	0.04	-1.73	0.0076
h^2	-15.61	-0.027	-87.14	-26.49	-1.61	-23.67	-0.0217
$_2$ H–H_1	-0.92	0.012	-25.61	5.25	-0.22	-3.04	0.0012
Average of dominance degree	–	0.720	0.54	0.64	–	0.54	–
$4H_2/H_1$	–	0.180	0.21	0.15	–	0.24	–
Ratio of allels frequency	–	2.000	0.43	2.28	–	0.90	–
Correlation coefficient between (W_r+V_r) and Y_r	0.30	-0.470	-0.71	0.36	-0.06	-0.78	-0.3800
H_b	0.70	0.820	0.80	0.63	0.71	0.65	0.2000
H_n	0.69	0.630	0.71	0.53	0.68	0.55	–

D : Additive variance; H_1 and H_2 : Dominance variance; F: Covariance of effects; h_2: Dominance effect



شکل ۱- خط رگرسیون Wr روی Vr، سهمی محدودکننده و پراکنش والدها برای صفت طول برگ پرچم در گندم

Fig. 1. Regression between Wr and Vr , limiting parabola and distribution of parents for flag leaf length



شکل ۲- خط رگرسیون Wr روی Vr، سهمی محدودکننده و پراکنش والدها برای صفت عرض برگ پرچم در گندم

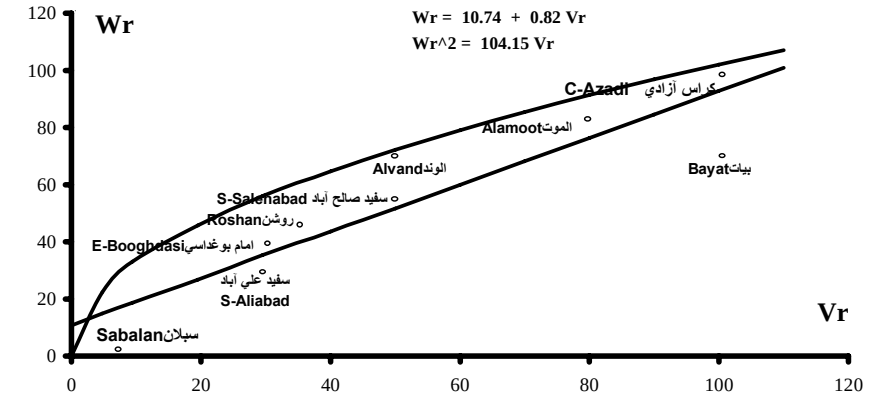
Fig.2. Regression between Wr and Vr , limiting parabola and distribution of parents for flag leaf width

با توجه به شکل ۳ برای صفت ارتفاع بوته رقم سبلان (با ارتفاع ۳۳ /۸۰ سانتی‌متر) نزدیک‌ترین والد به مبداء مختصات و دارای حداکثر ژن‌های غالب و رقم کراس آزادی (با ارتفاع ۷۱/۷۰ سانتی‌متر) دورترین والد به مبداء مختصات و با حداکثر ژن‌های مغلوب بودند، بنابراین پاکوتاهی رقم با فزونی آلل‌های مغلوب مرتبط است. نقش آلل‌های غالب در افزایش ارتفاع بوته قبلاً نیز توسط لانک و همکاران (Lonc *et al.* ,1993) گزارش شده است اما

منون و شارما(Menon and Sharma, 1995) به نقش آلل‌های مغلوب در افزایش ارتفاع اشاره کرده‌اند. خط رگرسیون محور W_r را در بالای مبداء مختصات قطع کرد، پس غالبیت نسبی برای کنترل این صفت مؤثر است. مطالعات انجام شده دیگر نیز حاکی از عمل غالبیت نسبی ژن‌ها برای این صفت است (Weber, 1991؛Zecevic *et al.*, 1997).

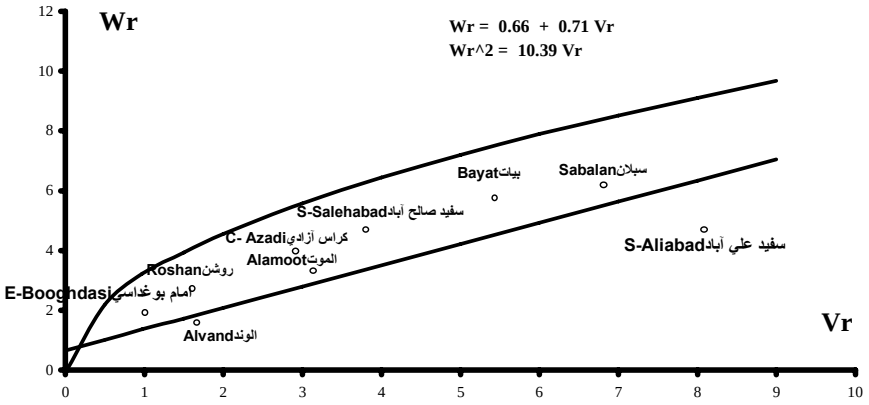
از برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفت عملکرد دانه در بوته عمل غالبیت نسبی ژن‌ها، نقش آلل‌های مغلوب در افزایش عملکرد دانه در بوته و فراوانی بیش از ۲ برابر آلل‌های غالب در برابر آلل‌های مغلوب در جمعیت تحت آزمایش منتج شد. برآورد وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای این صفت نشان داد که اولاً عوامل محیطی در قالب واریانس محیطی تأثیر قابل توجهی بر صفت فوق گذاشته ثانیاً با توجه به وراثت‌پذیری خصوصی، اثر افزایشی سهم عمده‌ای در واریانس ژنتیکی صفت عملکرد دانه در بوته داشته است (جدول۱). مطالعات قبلی نیز مؤید وراثت‌پذیری پایین برای صفت عملکرد دانه در بوته بوده است (Menon and Sharma, 1995؛ Mann and Sharma, 1995). آزمون مقدماتی جینکز و هیمن برای صفت عملکرد دانه در بوته نشان داد که ضریب رگرسیون (۰/۷۱) به ترتیب واجد و فاقد اختلاف معنی‌دار با صفر و یک است بنابر این فرضیات مدل صدق می‌کند. شکل ۴ پراکنش والدها و خط رگرسیون W_r روی V_r را برای این صفت نشان می دهد . خط رگرسیون محور W_r را در بالای مبداء مختصات قطع کرده است . پس عمل غالبیت نسبی ژن در کنترل این صفت مؤثر است. برخی مطالعات قبلی نیز به عمل غالبیت نسبی ژن برای این صفت اشاره کرده‌اند (Weber, 1991؛ Zecevic *et al.*, 1997). پراکندگی والدها در طول خط رگرسیون نشان داد که رقم امام بوغداسی (با عملکرد ۹/۴۴ گرم در بوته) نزدیک‌ترین والد به مبداء مختصات است، بنابراین دارای حد اکثر تعداد ژن‌های غالب بود. رقم سفید علی‌آباد (با عملکرد ۱۶/۰۳ گرم در بوته) بیشترین فاصله را داشت و دارای حداکثر تعداد ژن‌های مغلوب بود، بنابراین افزایش عملکرد دانه در بوته با فزونی آلل‌های مغلوب میسر است. لانک و همکاران (Lonc *et al.*, ,1993) هم قبلاً به چنین نتیجه‌ای رسیده‌اند.

با توجه به ضریب همبستگی (۰/۰۶۲-) بین ردیف والدینی غالبیت (W_r+V_r) و Y_r و شکل ۵، برای صفت طول سنبله اصلی، آلل‌های غالب نقش افزایندگی دارند. در مطالعه لانک و زالوسکی (Lonc and Zalewski, 1996) هم چنین نتیجه‌ای به دست آمده است. وراثت‌پذیری خصوصی برابر با ۰/۶۸ مؤید نقش اثر افزایشی است (جدول۱). مان و شارما (Mann and Sharma , 1995) نیز وراثت‌پذیری متوسط تا بالائی را برای این صفت تأیید کردند ولی عبدالصبور و



شکل ۳- خط رگرسیون Wr روی Vr، سهمی محدودکننده و پراکنش والدها برای صفت ارتفاع بوته در گندم

Fig.3. Regression between Wr and Vr, limiting parabola and distribution of parents for plant height

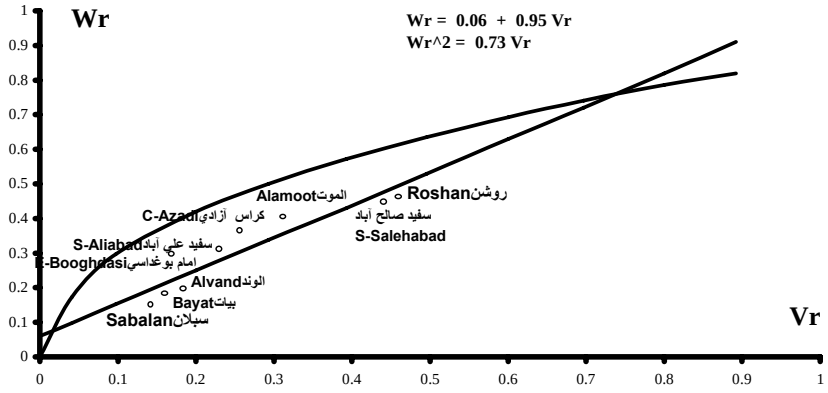


شکل ۴- خط رگرسیون Wr روی Vr، سهمی محدودکننده و پراکنش والدها برای صفت عملکرد دانه در بوته گندم

Fig.4. Regression between Wr and Vr , limiting parabola and distribution of parents for grain yield per plant

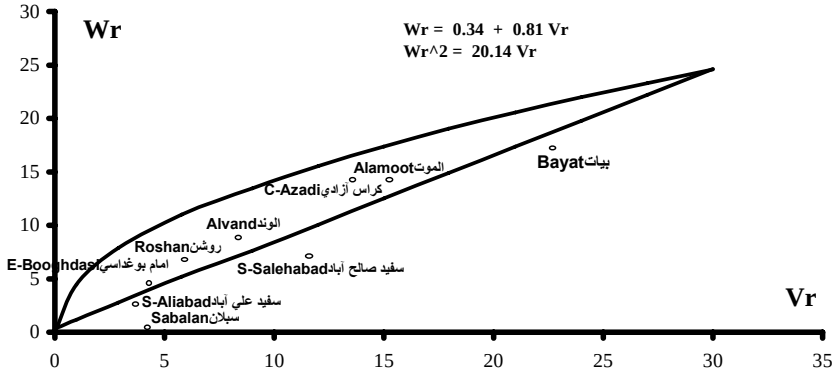
همکاران (Abdel-Sabour *et al.*, 1996) وراثت‌پذیری خصوصی پایینی را گزارش کرده‌اند. برای صفت طول سنبله اصلی، شکل ۵ نشان داد که خط رگرسیون محور W_r را بالای مبداء مختصات قطع کرده لذا عمل غالبیت نسبی ژن در کنترل این صفت مؤثر است. مان و شارما (Mann and Sharma , 1995) در مطالعه خود به عمل فوق غالبیت ژن‌ها برای این صفت اشاره کرده‌اند.

با توجه به شکل ۶ در مورد صفت طول آخرین میانگره، خط رگرسیون محور W_r را در بالای مبداء مختصات قطع کرد، بنابراین عمل



شکل ۵- خط رگرسیون Wr روی Vr، سهمی محدودکننده و پراکنش والدها برای صفت طول سنبله در گندم

Fig.5. Regression between Wr and Vr, limiting parabola and distribution of parents for main spike length



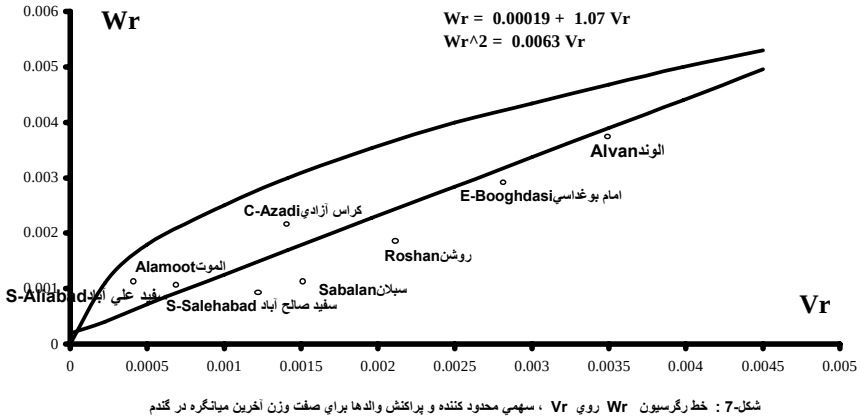
شکل ۶- خط رگرسیون Wr روی Vr، سهمی محدودکننده و پراکنش والدها برای صفت طول آخرین میانگره در گندم

Fig.6. Regression between Wr and Vr, limiting parabola and distribution of parents for peduncle length

غالبیت نسبی ژن در کنترل این صفت مؤثر بود. از پراکنش والدها نیز نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش این صفت با افزایش آلل‌های غالب میسر است. در جدول ۱ برای صفت طول آخرین میانگره مقدار غیر صفر H_1-H_2 و نسبت $H_1/4H_2$ برابر با ۰/۲۴ مبین عدم تساوی فراوانی آلل‌های غالب و آلل‌های مغلوب در جمعیت مورد مطالعه بود. مقدار F منفی نیز دلالت بر فزونی آلل‌های مغلوب بر آلل‌های غالب داشت. وراثت‌پذیری عمومی این صفت (۰/۶۵) نقش مؤثر عوامل محیطی را نشان می‌دهد، بنابراین برای انتقال و وراثت مناسب صفت فوق به

نسل‌های بعدی تأمل بیشتری لازم است. وراثت‌پذیری خصوصی (۰/۵۵) هم نقش عمده اثر افزایشی در تنوع ژنتیکی صفت طول آخرین میانگره را تأیید می‌کند.

فرضیات مدل جینکز و هیمن برای صفت وزن آخرین میانگره بعد از حذف رقم والد بیات صادق بودند. با حذف این والد و رسم شکل ۷ مشخص شد عمل غالبیت نسبی ژن‌ها در بروز این صفت مؤثر است. پراکنش والدها هم نقش افزایندگی آلل‌های غالب را برای صفت وزن آخرین میانگره نشان داد. برای این صفت مقدار H_1-H_2 دلالت بر عدم تساوی فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب داشت. از طرفی مقدار F مثبت نشانگر فراوانی بیشتر آلل‌های غالب بود. ضریب همبستگی بین (W_r+V_r) و Y_r برابر با ۰/۳۸- نشان داد که برای افزایش صفت فوق آلل‌های غالب نقش مؤثری دارند. پایین بودن وراثت‌پذیری عمومی (۰/۲۰) اثر بسیار زیاد عوامل محیطی را نشان می‌دهد، بنابراین انتقال و توارث ژنتیکی صفت وزن آخرین میانگره به سهولت امکان‌پذیر نیست (جدول ۱).



شكل-7 : خط رگرسيون Wr روي Vr ، سهمي محدود كننده و پراكنش والدها براي صفت وزن آخرين ميانگره در گندم

شکل ۷- خط رگرسیون Wr روی Vr، سهمی محدودکننده و پراکنش والدها برای صفت وزن آخرین میانگره در گندم

Fig.7. Regression between Wr and Vr, limiting parabola and distribution of parents for peduncle weight

نتایج حاصل از مطالعه این صفات نشان داد که با توجه به آزمون مقدماتی جینکز و هیمن فرضیات مدل برای صفات طول برگ پرچم، ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته، طول سنبله اصلی و طول آخرین میانگره بدون حذف والد و یا تبدیل داده‌ها صادق بودند. در مورد دو صفت عرض برگ پرچم و وزن آخرین میانگره پس از حذف والد بیات و تلاقی‌های آن،

فرضیات مدل صادق بود. برای صفت تعداد دانه در سنبله اصلی هم عدول از فرضیات مشاهده شد. تجزیه و تحلیل گرافیکی مدل هم نشان داد که برای تمام صفات عمل غالبیت نسبی ژن مؤثر است.

مقادیر منفی ضریب همبستگی (W_r+V_r) و Y_r برای صفات فوق به جز دو صفت طول برگ پرچم و عملکرد دانه در بوته نشانگر نقش آلل‌های غالب در افزایش آن صفات بود و وراثت‌پذیری عمومی بالا برای تمام صفات به جز وزن آخرین میانگره نشانگر توارث مطلوب صفات مربوط به عملکرد می‌باشد.

References

Abdel- sabour, M. S., Hassan, A. M., Abdel- shafi, A. A., Abdel-sherif, H. S., and Hamda, A. A. 1996. Genetic analysis of diallel crossse in bread wheat under different environment conditions in Egypt. 2. F_2 and parents. Indian Journal of Genetic and Plant Breeding 56: 49-61.

Ehdaei, B., and Ghaderi, A. 1971. Diallel Method in Plant Breeding .Ahvaz University Publishing, Ahvaz, Iran (in Farsi).

Farshadfar, E. 1991. Principles of Plant Genetics in Plant Breeding. Islamic Azad University Scientific Publications, Tehran, Iran (in Farsi).

Farshadfar, E. 1997. Plant Breeding .Razi University Publishing. Kermanshah, Iran (in Farsi).

Farshadfar, E. 1998. Application of Biometrical Genetics in Plant Breeding .Razi University Publishing, Kermanshah, Iran (in Farsi).

Griffing, B. 1956a. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Australian Journal of Biological Science 9: 436-493.

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

Heydari, B. 2001. Diallel crosses analysis for estimation of genetics parameters in wheat . MSc. Thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Jinks, J. L. 1956. The F_2 and back cross generations from a set of diallel crosses. Heredity 10: 1-30.

Jinks, J. L., and Hayman, B. I. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genetics Cooperation Newsletter 27: 48-54.

Jinks, J. L., and Perkins, J. M. 1970. A general method for the detection of additive, dominance and epistatic components of variation: III F_2 and backcrosses populations. Heredity 25: 419-429.

Lonc, W., Kadlubiec, W., and Strugala, J. 1993. Genetic determination of agronomy characters in F_2 hybrids of winter wheat. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wroclawiu Rolnictwo 223: 229-247.

Lonc, W., and Zalewski, D.1996. Diallel analysis of quantitative traits of winter wheat F_2 hybrids (Abstract). Biuletyn Instytutu Hodowlii Klimatyzacji Roslin 200: 267-275.

Mann, M. S., and Sharma, S. N. 1995. Genetics of yield , harvest index and related components in durum wheat. Crop Improvement 22: 38-44.

Menon, U., and Sharma, S.N. 1995. Inheritance studies for yield and yield component traits in bread wheat over the environments. Wheat Information Service 80: 1-5.

Weber, R. 1991. Diallel anlysis of useful traits of winter wheat. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wroclawiu Rolinctwo 207: 199-210.

Zecevic, V., Knezevic, D., Pavlovic, M. and Micanovic, D. 1997. Genetic analysis of yield components in winter wheat. Genetika 29: 31-40.