

ارزیابی ساختار ژنتیکی عملکرد دانه و صفات وابسته با استفاده از روش دی آلل در ژنوتیپ‌های گندم دوروم Estimation of genetic structure of grain yield and related traits in durum wheat using diallel crossing

میترا و نندا^۱ و سعداله هوشمند^۲

چکیده

وندا، م. و س. هوشمند. ۱۳۹۰. ارزیابی ساختار ژنتیکی عملکرد دانه و صفات وابسته با استفاده از روش دی آلل در ژنوتیپ‌های گندم دوروم. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۱) ۲۱۸-۲۰۶.

به منظور برآورد خصوصیات ژنتیکی عملکرد دانه و صفات مرتبط در گندم دوروم از تلاقی دی آلل کامل هفت ژنوتیپ استفاده گردید. چهل و نه ژنوتیپ حاصل، برای صفات روز تا گلدهی، تعداد پنجه‌های بارور، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در سنبله، عملکرد دانه تک بوته و شاخص برداشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات مورد مطالعه بود. آزمون مقدماتی مدل جینکز - هیمن نشان‌دهنده صادق بودن فرضیات مدل برای شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه تک بوته بود. برای بقیه صفات با حذف یک والد فرضیات مدل صادق بودند. با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل گرافیکی، صفت روز تا گلدهی تحت کنترل غالبیت ناقص ژن‌ها و صفات وزن دانه در سنبله، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه تک بوته و شاخص برداشت تحت کنترل اثرات فوق‌غالبیت ژن‌ها بودند. نتایج تجزیه هیمن نشان داد که در مورد روز تا گلدهی، سهم افزایشی ژنی از اهمیت بیشتری برخوردار بود و در بقیه صفات، اثرهای افزایشی و غالبیت ژنی دارای اهمیت بودند. به استثنای تعداد پنجه‌های بارور و ارتفاع بوته، معنی‌دار بودن شاخص C (اثر تلاقی‌های معکوس) برای سایر صفات نشان‌دهنده اثر پایه مادری در کنترل ژنتیکی این صفات بود. میزان وراثت‌پذیری عمومی از ۰/۷۰ (ارتفاع بوته) تا ۰/۹۳ (تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله) متغیر بود. وراثت‌پذیری خصوصی از ۰/۳۱ (تعداد پنجه بارور) تا ۰/۷۰ (روز تا گلدهی) برآورد گردید. نتایج روش بای پلات نیز نشان داد که رقم Prion-1 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات وزن دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه تک بوته و شاخص برداشت و دارای کمترین ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات ارتفاع بوته و روز تا گلدهی بود، بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که می‌توان از این والد در برنامه‌های اصلاحی برای تولید ارقام پرمحصول، پاکوتاه و زودرس گندم دوروم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: اثر ژن، بای پلات، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، گندم دوروم و وراثت‌پذیری.

مقدمه

با توجه به افزایش تقاضای جهانی و کشوری برای گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*)، اصلاح ارقامی با پتانسیل بالاتر عملکرد و کیفیت دانه، ضروری به نظر می‌رسد. کنترل ژنتیکی اکثر صفات مهم و مورد توجه اقتصادی و به‌نژادی پیچیده بوده و تحت تأثیر محیط و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند. بنابراین باید با شناخت کامل، به تجزیه و تحلیل ژنتیکی صفات مبادرت ورزید (Sharma et al., 2003). یکی از اولین مراحل در تجزیه ژنتیکی، شناخت ویژگی‌های ژن‌های اصلی کنترل‌کننده یک صفت و برآورد خصوصیات ژنتیکی از جمله وراثت‌پذیری، اثر ژن، اثرات پایه مادری و نحوه توزیع آلل‌های غالب و مغلوب در والدین است. از روش دی‌آلل به‌طور وسیعی در گیاهان مختلف از جمله گندم برای تعیین خصوصیات ژنتیکی استفاده شده است (Khan and Habib, 2003). از جمله روش‌های تجزیه و تحلیل ژنتیکی دی‌آلل روش جینکز و هیمن است که با ترسیم خط رگرسیون W_r (کوواریانس نتاج با والد غیرمشتراک) بر V_r (واریانس ردیف‌ها در جدول دی‌آلل) نوع غالبیت ژن و توزیع آلل‌ها در والد‌ها را مشخص می‌کند (Jinks and Hayman, 1953). در این روش واریانس افزایشی (آماره D) و واریانس غیرافزایشی (آماره‌های H_1 و H_2)، کوواریانس افزایشی و غالبیت (آماره F) و وراثت‌پذیری (h^2) نیز برآورد می‌شود. علاوه بر این، در این روش آماره‌های a ، b ، d و c حاصل می‌شوند که به ترتیب برآوردهایی از واریانس افزایشی ژن، واریانس غیرافزایشی ژن، واریانس اثرات مادری و اثر تلاقی‌های معکوس غیرمادری هستند (Jinks and Hayman, 1953).

روش بای‌پلات بطور معمول برای آزمایش‌های ناحیه‌ای طراحی شده است، اما امکان کاربرد آن بر اساس داده‌های دوطرفه ژنوتیپ - تستر نیز وجود دارد. این روش بر پایه مقادیر مولفه اصلی اول و دوم مطرح و

بسط داده شده است (Yan and Hunt, 2001). با استفاده از این روش در تجزیه دی‌آلل، میزان قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) هر لاین بر اساس تصویر موقعیت آن روی محور X این تستر و یا به عبارت دیگر فاصله موقعیت لاین با محور Y دستگاه مختصات این تستر تعیین می‌شود. در تعیین میزان قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) هر لاین، با سایر لاین‌ها از تصویر موقعیت آن روی محور Y این تستر استفاده می‌گردد (Yan and Hunt, 2001).

هر چند مطالعات متعددی در رابطه با ارزیابی ژنتیکی صفات مختلف گندم نان صورت گرفته است، اما این موضوع برای گندم دوروم محدود می‌باشد. حیدری و همکاران (Heidari et al., 2006) با بررسی ژنتیکی عملکرد و اجزای آن در گندم نان با استفاده از تجزیه دی‌آلل نشان دادند که نوع عمل ژن در مورد تعداد دانه در سنبله اصلی غالبیت ناقص بوده ولی در ارتباط با عملکرد دانه تک بوته، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، شاخص برداشت و وزن هزار دانه، عمل ژن به صورت فوق‌غالبیت می‌باشد. سینگ و همکاران (Singh et al., 2004) با استفاده از طرح دی‌آلل و ارزیابی ژنتیکی صفات روز تا گلدهی، طول دوره پرشدن دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، سطح برگ، عملکرد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه تک بوته در گندم نان نشان دادند که در همه صفات، به غیر از روز تا گلدهی، اثر غیرافزایشی ژن نقش مهم‌تری دارد. توپال و همکاران (Topal et al., 2004) با استفاده از تلاقی دی‌آلل کامل 4×4 گندم دوروم نشان دادند که طول دانه، وزن هزار دانه و سختی دانه تحت کنترل اثر غالبیت ژن است. هوشمند و همکاران (Houshmand, et al., 2003)، بر اساس نتایج یک آزمایش دی‌آلل کامل 8×8 گندم دوروم گزارش کردند که تحمل به شوری در این نوع گندم بطور همزمان تحت کنترل اثر افزایشی، غالبیت و پایه مادری است. خان و حبیب

تجزیه واریانس هر یک از صفات مورد بررسی به طور جداگانه با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد (SAS Institute, 1997). سپس برای صفاتی که میانگین مربعات ژنوتیپها معنی دار بود، آزمون مقدماتی مدل جینکز-هیمن انجام گردید. بر اساس این مدل اگر شیب خط رگرسیون کوواریانس نتاج و والد غیرمشترک، روی واریانس اختلاف معنی داری با یک نداشته باشد، تجزیه جینکز و هیمن انجام می گیرد (Farshadfar, 1998). اگر اختلاف مذکور معنی دار باشد، به این معنی است که فرضیات دی آلل صادق نیست، بنابراین با توجه به معنی دار شدن اختلاف در مورد برخی صفات یک والد و یا در صورت لزوم دو والد که از خط رگرسیون فاصله زیادی داشتند، حذف شد و دوباره معنی دار بودن و یا عدم معنی دار بودن شیب خط مورد آزمون قرار گرفت و در صورت معنی دار نشدن اختلاف، تجزیه رگرسیون با والد‌های باقی مانده ادامه یافت (Farshadfar, 1998). برای صفاتی که فرضیات مدل صادق بودند، تجزیه جینکز و هیمن با استفاده از برنامه Dial-98 انجام گرفت. افزون بر این داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار GGEBiplot نیز مورد تجزیه و تحلیل گرافیکی قرار گرفتند. همچنین ماتریس داده‌ها به صورت جدول دوطرفه ژنوتیپ و تستر با استفاده از نرم افزار SAS تنظیم شد و مولفه‌های اصلی اول و دوم بر اساس ماتریس واریانس-کوواریانس محاسبه شدند و در نهایت، میزان قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) هر لاین بر اساس تصویر موقعیت آن روی محور X این تستر و به عبارت دیگر فاصله موقعیت لاین با محور Y دستگاه مختصات این تستر تعیین گردید. در تعیین میزان قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) هر لاین، با سایر لاین‌ها از تصویر موقعیت آن روی محور Y این تستر استفاده شد (Yan and Hunt, 2001).

(Khan and Habib, 2003) با انجام تجزیه گرافیکی تلاقی دی آلل 5×5 در گندم نشان دادند که تعداد پنجه در بوته و وزن دانه در سنبله تحت کنترل اثر فوق غالبیت ژن و وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و طول سنبله تحت کنترل اثر افزایشی ژن و غالبیت ناقص است. یائو و همکاران (Yao et al., 2004) نیز با استفاده از تلاقی‌های دی آلل، وراثت پذیری خصوصی طول سنبله اصلی، تعداد سنبله بارور، تعداد سنبله نابارور، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن هزار دانه و وزن دانه در سنبله را در گندم مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج این آزمایش طول سنبله اصلی، تعداد سنبله بارور، تعداد سنبله نابارور، تعداد دانه در سنبله اصلی و وزن هزار دانه وراثت پذیری نسبتاً بالایی داشتند، در حالی که وزن دانه در سنبله قابلیت وراثت پذیری پایینی داشت. این تحقیق به منظور برآورد خصوصیات ژنتیکی و وراثت پذیری تعدادی از صفات مهم زراعی در گندم دوروم، با استفاده از روش دی آلل انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تلاقی‌های دی آلل کامل بین هفت ژنوتیپ گندم دوروم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۸۵ مورد ارزیابی قرار گرفت. ژنوتیپ‌های والدی شامل: Masara-1، Sm/Vic، Aja/.../Gan، Lund-6، Dipper-6، Prion-1 و PI40098 بودند. فاصله بین ردیف‌ها و بوته‌ها در هر ردیف به ترتیب ۲۵ و ۴ سانتیمتر و طول هر ردیف دو متر بود که پس از حذف اثر حاشیه‌ای از یک و نیم متر آن یادداشت برداری به عمل آمد. در این آزمایش صفات ارتفاع بوته، روز تا گلدهی، تعداد پنجه‌های بارور، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله بر مبنای میانگین ۵ بوته اندازه‌گیری شدند. همچنین عملکرد دانه تک بوته و شاخص برداشت نیز بر مبنای تولید کل کرت بدست آمد.

نتایج و بحث

با توجه به معنی دار بودن اثر ژنوتیپ برای تمامی صفات مورد مطالعه در تجزیه واریانس (جدول ۱)، امکان تجزیه ژنتیکی و برآورد خصوصیات ژنتیکی بر اساس روش دی آلل فراهم گردید.

نتایج آزمون مقدماتی روش جینکز - هیمن نشان داد که ضریب رگرسیون W_r روی V_r برای شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه تک بوته اختلاف معنی داری از یک نداشت و در مقابل اختلاف آن با صفر معنی دار بود. علاوه بر آن آزمون W_r-V_r برای این صفات معنی دار نبود. به این ترتیب، دلیلی مبنی بر وجود اثر ایستازی ژن‌ها در کنترل این صفات وجود نداشت (جدول ۲) و در کل فرضیات مدل صادق بود. اما تفاوت معنی دار شیب خط رگرسیون W_r روی V_r برای بقیه صفات مورد بررسی، نشان داد که فرض عدم وجود ایستازی صادق نمی‌باشد و نیاز به حذف برخی از والد‌ها و آزمون مجدد شیب خط رگرسیون W_r روی V_r است. در این رابطه برای صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در بوته با حذف والد $Dipper-6$ و برای روز تا گلدهی با حذف والد $Aja/.../Gan$ فرضیات مدل صادق گردید. همچنین آزمون W_r-V_r برای این صفات بعد از حذف والد، معنی دار نبود که دال بر عدم وجود اثر ایستازی ژن‌ها در کنترل این صفات با مواد ژنتیکی موجود می‌باشد. به این ترتیب تجزیه و تحلیل گرافیکی هیمن به طور کامل برای کلیه صفات انجام شد.

نتایج تجزیه و تحلیل گرافیکی نشان داد که به دلیل برخورد خط رگرسیون W_r روی V_r در قسمت منفی محور W_r برای صفات وزن دانه در سنبله، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه تک بوته و شاخص برداشت (شکل‌های ۱ تا ۷) نشان‌دهنده نقش بالای اثر فوق غالبیت ژن در کنترل ژنتیکی این صفات می‌باشد. بنابراین برای افزایش و بهبود این صفات می‌توان از

روش‌های به‌نژادی مبتنی بر دورگ‌گیری و استفاده از پدیده هتروزیس سود جست. برای صفت روز تا گلدهی، خط رگرسیون W_r روی V_r ، در قسمت مثبت محور W_r را قطع کرد (شکل ۸)، به این معنی که این صفت تحت کنترل غالبیت ناقص ژن قرار دارد و برای بهبود این صفت می‌توان از روش‌های به‌نژادی مبتنی بر گزینش و تولید هیبرید در برنامه‌های به‌نژادی استفاده نمود. پراکش والد‌ها در طول خط رگرسیون نشان‌دهنده نسبت ژن‌های غالب به مغلوب می‌باشد. با توجه شکل‌های ۱ تا ۸، والد $Lund-6$ از نظر ارتفاع بوته، $Dipper-6$ از لحاظ تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور، $Masara-1$ از جنبه عملکرد دانه تک بوته، تعداد دانه در بوته، روز تا گلدهی و وزن دانه در سنبله و $Aja/.../Gan$ از نظر صفت شاخص برداشت در پایین خط رگرسیون قرار داشته، بنابراین درصد بیشتری از ژن‌های غالب را برای این صفات دارا بودند. برای ارتفاع بوته و تعداد پنجه بارور والد $Aja/.../Gan$ ، برای عملکرد دانه در بوته و وزن دانه در سنبله $Prion-1$ و برای تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، روز تا گلدهی و شاخص برداشت $PI40098$ در بالای خط رگرسیون قرار داشتند. بنابراین، این والد‌ها دارای حداکثر تعداد ژن‌های مغلوب بودند با توجه به اینکه والد‌های دارای عملکرد بالاتر در بالای خط رگرسیون و ژنوتیپ‌های زودرس‌تر در قسمت پایین خط رگرسیون قرار داشتند، می‌توان گفت که عملکرد بالا در بوته توسط ژن‌های مغلوب و زودرسی توسط ژن‌های غالب کنترل می‌شود. از لحاظ ارتفاع بوته نیز پراکنش به گونه‌ای بود که نشان می‌دهد پاکوتاهی توسط ژن‌های مغلوب و پابلندی توسط ژن‌های غالب کنترل می‌شود.

برآورد شاخص‌های آماری و خصوصیات ژنتیکی در جدول ۲ نشان داده شده‌اند. مقدار آماره D (واریانس افزایشی) و آماره‌های H_2 و H_1 (واریانس غیرافزایشی)، نشان‌دهنده سهم بیشتر اثر افزایشی ژن

"ارزیابی ساختار ژنتیکی عملکرد دانه....."

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات گیاهی در دی آلل کامل هفت رقم گندم دوروم

Table 1. Analysis of variance for plant characteristics in seven durum wheat genotype using complete diallel crosses

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)							
		ارتفاع بوته Plant height	روز تا گلدهی Days to heading	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Grain number. spike ⁻¹	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در بوته Grain number.plant ⁻¹	وزن دانه در سنبله Grain weight.spike ⁻¹	عملکرد دانه تک بوته Grain yield.plant ⁻¹
تکرار Block	1	356.59**	15.93**	0.75 ^{ns}	168.96 ^{ns}	0 ^{ns}	673.18 ^{ns}	1.18 ^{ns}	2.76**
ژنوتیپها Genotypes	48	115.70**	8.30**	1.55**	2199.76**	0.01**	46.01**	0.13**	5.47**
خطا Error	48	11.5	1.05	0.15	161.03	0.001	173	0.05	0.12
کل Total	97								

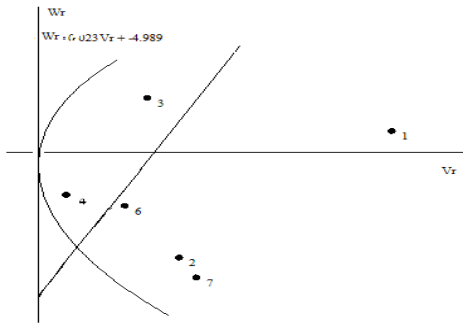
*and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد

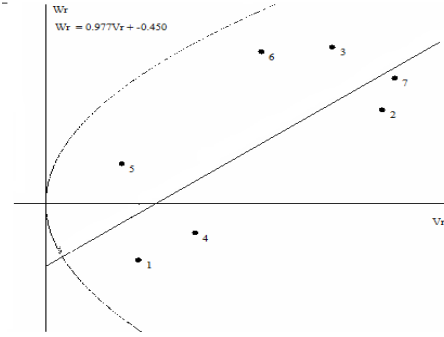
جدول ۲ - برآورد پارامترهای ژنتیکی در تلاقی دی آلل کامل هفت رقم گندم دوروم

Table 2. Estimate of genetic parameters in seven durum wheat genotype using complete diallel crosses

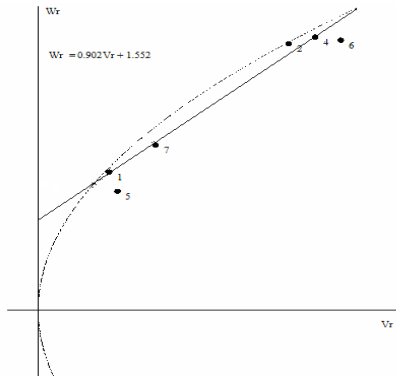
خصوصیات ژنتیکی Genetics parameters	صفات گیاهی Plant characteristics							
	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه در سنبله Grain number.spike ⁻¹	شاخص برداشت Harvest index	روز تا گلدهی Days to heading	وزن دانه در سنبله Grain weight.spike ⁻¹	تعداد دانه در بوته Grain number.plant ⁻¹	عملکرد دانه تک بوته Grain yield.plant ⁻¹
D	9.68	0.84	1340.10	0.009	6.73	2.61	1318.23	2.79
H ₁	114.35	1.67	1984.63	0.01	1.17	4.51	2237.45	5.62
H ₂	61.19	0.99	1327.40	0.01	0.67	2.98	1436.67	3.74
F	37.33	1.16	1086.22	0.008	1.31	2.84	1300.10	3.30
H ₁ -H ₂	53.16	0.68	621.23	0	0.50	1.53	800.78	1.88
H ₂ /4H ₁	0.13	0.14	0.17	0.25	0.14	0.16	0.16	0.17
((H ₁ /D) ^{1/2})	3.43	1.4	1.20	1.05	0.42	1.31	1.30	1.42
[(4DH ₁) ^{1/2} +F]/[(4DH ₁) ^{1/2} -F]	3.56	2.92	2.01	2.46	1.60	2.41	2.22	2.43
h _b ²	0.70	0.73	0.93	0.79	0.74	0.93	0.82	0.90
h _n ²	0.32	0.31	0.53	0.37	0.70	0.44	0.43	0.38
Ms of Wr-Vr	32.33	0.02	6.41	0.01	0.04	0.015	31.25	0.36



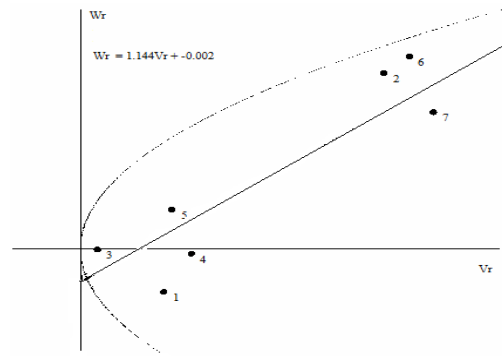
شکل ۱- خط رگرسیون Vr روی Vr برای ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 1. The Vr/Wr regression line for plant height in durum wheat genotypes



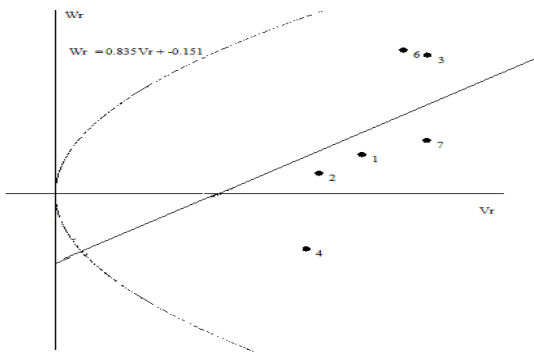
شکل ۲- خط رگرسیون Vr روی Vr برای وزن دانه در سنبله در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 2. The Vr/Wr regression line for grain weight. spike⁻¹ in durum wheat genotypes



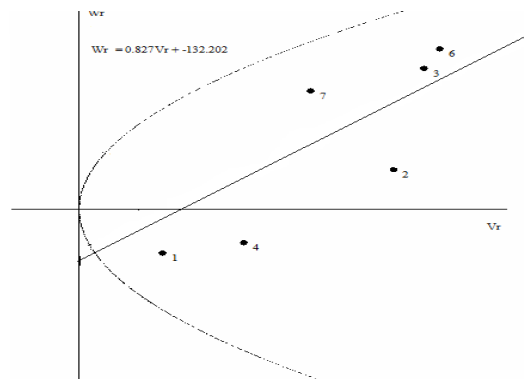
شکل ۳- خط رگرسیون Vr روی Vr برای شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 3. The Vr/Wr regression line for harvest index in durum wheat genotypes



شکل ۴- خط رگرسیون Vr روی Vr برای روز تا گلدهی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 4. The Vr/Wr regression line for days to heading in durum wheat genotypes



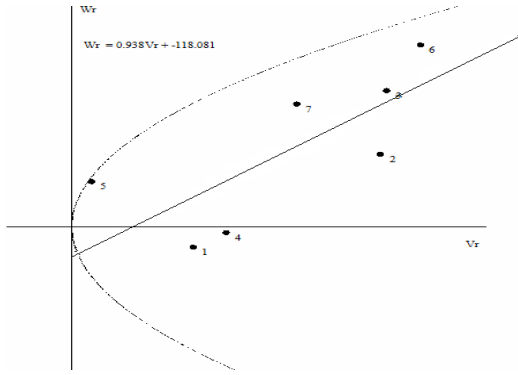
شکل ۵- خط رگرسیون Vr روی Vr برای تعداد پنجه‌های بارور در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 5. The Vr/Wr regression line for fertile tiller number in durum wheat genotypes



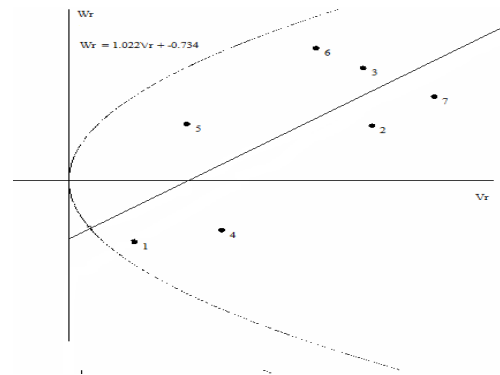
شکل ۶- خط رگرسیون Vr روی Vr برای تعداد دانه در بوته در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 6. The Vr/Wr regression line for grain number. plant⁻¹ in durum wheat genotypes

(Parents) والدما (1: Masara-1, 2: Srn/Vic, 3: Aja/.../Gan, 4: Lund-6, 5: Dipper, 6: PI40098, 7: Prion-1)

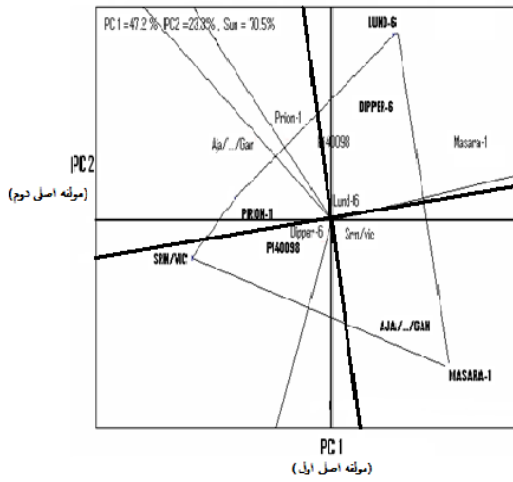
"ارزیابی ساختار ژنتیکی عملکرد دانه....."



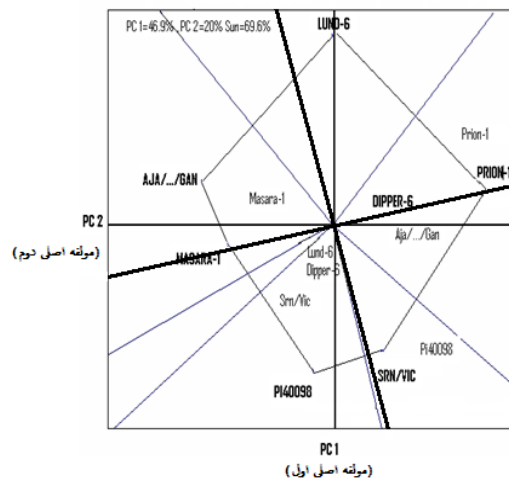
شکل ۷- خط رگرسیون Vr روی Wr برای تعداد دانه در سنبله در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 7. The Vr/Wr regression line for grain number, spike⁻¹ in durum wheat genotypes



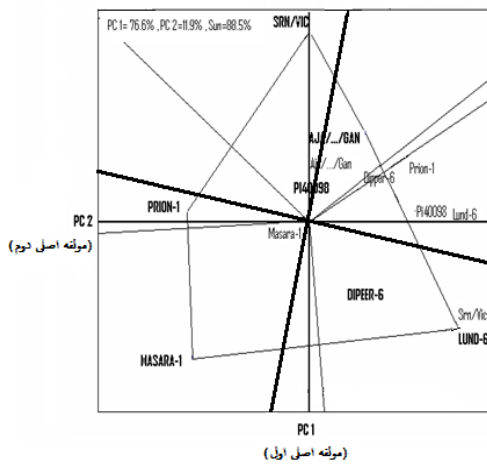
شکل ۸- خط رگرسیون Vr روی Wr برای عملکرد دانه تک بوته در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 8. The Vr/Wr regression line for grain yield, plant⁻¹ in durum wheat genotypes



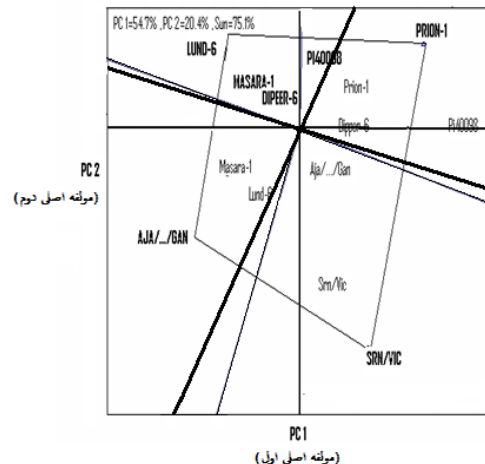
شکل ۱۰- نمودار بای پلات تعداد پالات ارتفاع بوته در هفت والد گندم دوروم
Fig. 10. Biplot graph for plant height in seven durum wheat parents



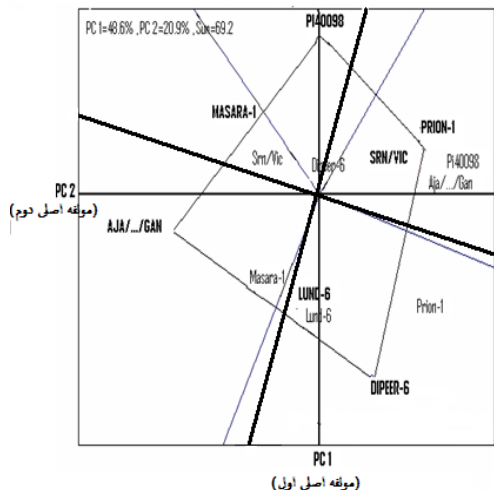
شکل ۹- نمودار بای پلات تعداد پنجه‌های بارور در هفت والد گندم دوروم
Fig. 9. Biplot graph for fertile tiller number in seven durum wheat parents



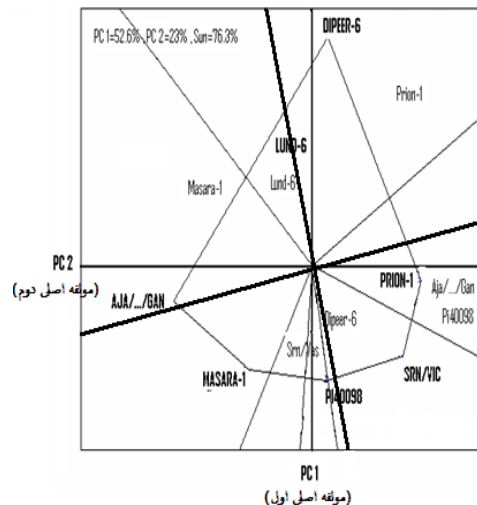
شکل ۱۲- نمودار بای پلات روز تا گلدهی در هفت والد گندم دوروم
Fig. 12. Biplot graphs for days to heading in seven durum wheat parents



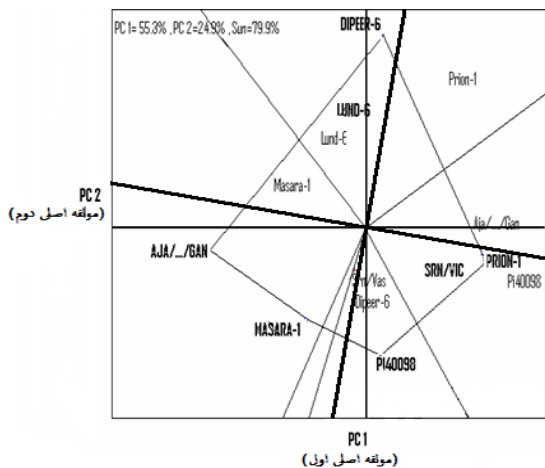
شکل ۱۱- نمودار بای پلات شاخص برداشت در هفت والد گندم دوروم
Fig. 11. Biplot graph for harvest index in seven durum wheat parents



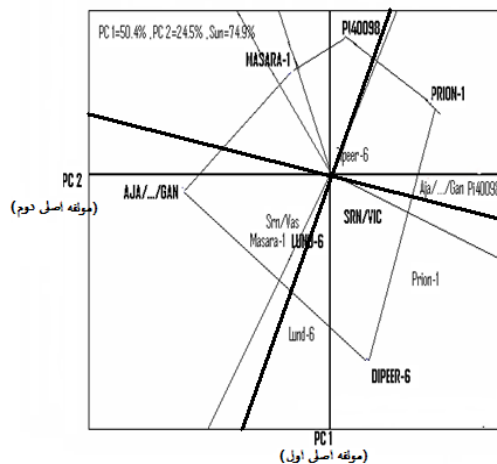
شکل ۱۴- نمودار بای پلات تعداد دانه در سنبله در هفت والد گندم دوروم
Fig 14- Biplot graphs for grain number, plant⁻¹ in seven durum wheat parents



شکل ۱۳- نمودار بای پلات وزن دانه در سنبله در هفت والد گندم دوروم
Fig. 13. Biplot graph for grain weight, spike⁻¹ in seven durum wheat parents



شکل ۱۶- نمودار بای پلات عملکرد دانه تک بوته در هفت والد گندم دوروم
Fig. 16. Biplot graphs for grain yield, plant⁻¹ in seven durum wheat parents



شکل ۱۵- نمودار بای پلات تعداد دانه در بوته در هفت والد گندم دوروم
Fig. 15. Biplot graphs for grain number, plant⁻¹ in seven durum wheat parents

برداشت برابر نمی باشد. علامت مثبت F و نسبت $\frac{[(4DH_1)^{1/2} + F]}{[(4DH_1)^{1/2} - F]}$ بیانگر سهم بیشتر ژن های غالب در کنترل کلیه صفات مورد مطالعه به غیر از شاخص برداشت بود. متوسط درجه غالبیت $(H_1/D)^{1/2}$ برای روز تا گلدهی ۰/۴۲ به دست آمد که بیانگر کنترل این صفت توسط اثر غالبیت ناقص ژن ها بود. این نسبت برای بقیه صفات مورد مطالعه بیش از یک بدست آمد، که همانند نتایج تجزیه گرافیکی نشان دهنده اثر فوق غالبیت ژن در کنترل این صفات

در مورد روز تا گلدهی و اهمیت هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن در بقیه صفات مورد بررسی بود که با نتایج حاصل از تجزیه گرافیکی همین، مطابقت دارد. با توجه به مقدار مثبت H_1-H_2 در تمام صفات مورد بررسی به جز شاخص برداشت و همچنین به دلیل اینکه نسبت $H_2/4H_1$ در همه صفات مورد مطالعه کمتر از ۰/۲۵ و در شاخص برداشت ۰/۲۵ بود، می توان عنوان کرد که فراوانی آلل های غالب و مغلوب در مکان های ژنی مختلف، در تمام صفات مورد مطالعه به جز شاخص

می باشد (جدول ۲).

نشان دادند که صفات روز تا گلدهی و ارتفاع بوته، تحت کنترل اثر افزایشی ژن می باشند. در حالی که بوداک (Budak, 2001) به منظور ارزیابی ژنتیکی روز تا گلدهی و عملکرد دانه در گندم دوروم در یک طرح دی آلل با انجام تجزیه گرافیکی و رسم خط رگرسیون گزارش کرد که صفت روز تا گلدهی تحت کنترل اثرات فوق غالبیت ژن ها و عملکرد دانه تحت کنترل غالبیت کامل ژن ها است. جوشی و پارودا (Joshi and Paroda, 1970) نیز در مطالعه ساختار ژنتیکی عملکرد و اجزای آن در گندم عنوان کردند که صفات عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در بوته تحت کنترل فوق غالبیت ژن هستند. میزان وراثت پذیری عمومی از ۰/۷۰ درصد (ارتفاع بوته) تا ۰/۹۳ درصد (تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله) متغیر بود و دامنه وراثت پذیری خصوصی از ۰/۳۱ (تعداد پنجه بارور) تا ۰/۷۰ (روز تا گلدهی) در نوسان بود. با توجه به سهم زیاد اثرات افزایشی ژن ها در کنترل صفت روز تا گلدهی، پتانسیل انتخاب برای این صفت بالا خواهد بود. هایلو و پیت (Hailu and Peat, 1997) در گندم برای صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی وراثت پذیری بالایی را گزارش نمودند. ناندا و همکاران (Nanda et al., 1981) نیز در گندم برای صفت روز تا گلدهی مقدار وراثت پذیری خصوصی و عمومی را بالا عنوان کردند و سهم اثرات افزایشی را در کنترل این صفت حائز اهمیت دانستند. بر مبنای میزان وراثت پذیری خصوصی و میانگین درجه غالبیت، انتخاب برای روز تا گلدهی، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله در نسل های اولیه تفکیک می تواند دارای کارایی بالایی باشد، در حالی که برای سایر صفات می بایست انتخاب در نسل های پیشرفته تر انجام شود.

نتایج تجزیه به مولفه های اصلی نشان داد که در مورد صفات سهم دو مولفه اول از ۸۸/۷ درصد برای روز تا گلدهی تا ۶۹/۲ درصد برای تعداد دانه در سنبله متغیر است.

در تجزیه همین (جدول ۳) معنی دار شدن شاخص a در مورد همه صفات مورد مطالعه که بیانگر اثر افزایشی ژن است و شاخص b (اثر غالبیت ژن) در تمام صفات به جز روز تا گلدهی معنی دار بود، بنابراین در خصوص روز تا گلدهی سهم اثرات افزایشی ژن از اهمیت بیشتری برخوردار بود. b₁ برای تمام صفات به جز تعداد پنجه بارور و شاخص برداشت غیر معنی دار و b₂ و b₃ برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز روز تا گلدهی معنی دار بودند. نتایج به دست آمده با نتایج سینگ و همکاران (Singh et al., 2004) که در بررسی ژنتیکی صفات روز تا گلدهی، طول دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، سطح برگ، عملکرد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه تک بوته در گندم نان نشان دادند که برای همه صفات به غیر از روز تا گلدهی اثر غیر افزایشی ژن نقش مهم تری دارد، مطابقت داشت. جوشی و پارودا (Joshi and Paroda, 1970) در گندم نان برای صفاتی از قبیل تعداد پنجه های بارور در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اثر افزایشی و اثر غالبیت ژن را معنی دار گزارش کردند.

معنی دار بودن c برای همه صفات مورد مطالعه به جز تعداد پنجه بارور و ارتفاع بوته نیز نشان دهنده وجود اثر مادری در کلیه صفات به جز این دو صفت است و معنی دار بودن d برای کلیه صفات به جز روز تا گلدهی حاکی از وجود اثرات تلاقی های معکوس بود. چودهاری و همکاران (Chowdhary et al., 2007) در گندم نان برای تعداد سنبله در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در بوته اثر مادری را معنی دار عنوان کردند. توپال و همکاران (Topal et al., 2004) نیز وجود اثر مادری را در عملکرد دانه در گندم دوروم گزارش نمودند. کانت و همکاران (Kant et al., 2001) با بررسی نتایج حاصل از تلاقی گندم های پاییزه و بهاره

جدول ۳ - تجزیه هیمن برای صفات گیاهی در تلاقی دی آلی کامل هفت رقم گندم دوروم

Table 3. Hayman analysis for plant characteristics in seven durum wheat genotype using complete diallel crosses

میانگین مربعات (MS)									
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	وزن دانه در سنبله Grain weight.spike ⁻¹	تعداد دانه در سنبله Grain number.spike ⁻¹	شاخص برداشت Harvest index	روز تا گلدهی Days to heading	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	ارتفاع بوته height Plant	تعداد دانه در بوته Grain number.plant ⁻¹	عملکرد دانه تک بوته Grain yield.plant ⁻¹
تکرار Block	1	1.18*	168.69 ^{ns}	0 ^{ns}	15.93**	0.75 ^{ns}	365.59**	673.18 ^{ns}	2.76**
a	6	9.27**	6240.31**	0.04**	43.95**	2.97**	204.92**	6128.29**	10.04**
b	21	3.17**	1425.54**	0.01**	2.81 ^{ns}	1.31**	83.78**	1776.10**	4.09**
b ₁	1	0.50 ^{ns}	182.39 ^{ns}	0.03**	0.44 ^{ns}	2.66**	53.55 ^{ns}	582.73 ^{ns}	0.33 ^{ns}
b ₂	6	4.46**	1845.36**	0.01**	3.70 ^{ns}	2.24**	173.23**	2608.46**	5.64**
b ₃	14	2.80**	1334.41**	0.01**	2.60 ^{ns}	0.81**	47.60*	1504.61**	3.70**
c	6	1.95**	495.39**	0.02**	5.63*	0.62 ^{ns}	43.93 ^{ns}	1043.62*	2.44**
d	15	5.05**	2172.70**	0.02**	2.80 ^{ns}	1.72**	153.45**	2791.95**	6.80**
Error خطا	48	0.18	100.18	0.001	2.18	0.32	23.06	346.49	0.36
Total کل	97								

*and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد

روز تا گلدهی ژن‌های با اثر غالبیت ناقص و برای سایر صفات، ژن‌های با اثر فوق‌غالبیت سهم بیشتری در کنترل صفت داشتند. علاوه بر آن، برآورد وراثت‌پذیری خصوصی و میانگین درجه غالبیت صفات نیز نشان‌دهنده این موضوع بود که صفات روز تا گلدهی و تعداد دانه در سنبله تحت کنترل اثر افزایشی ژن‌ها بودند، درحالی‌که سایر صفات وراثت‌پذیری خصوصی پایین داشتند و بیشتر تحت کنترل اثر غیرافزایشی ژن‌ها بودند. بنابراین می‌توان گفت که برای بهبود ارزش ژنتیکی جمعیت از نظر روز تا گلدهی و تعداد دانه در سنبله روش گزینش تا حد زیادی می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد، اما برای سایر صفات روش گزینش چندان موفقیت‌آمیز نخواهد بود، بلکه می‌بایست از پدیده هتروزیس استفاده شود و والدین مورد نظر را جهت تولید هیبریدها تلاقی داد.

بر اساس نتایج این آزمایش از والد Prion-1 بدلیل دارا بودن بیشترین GCA برای تعداد پنجه بارور، شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه تک بوته، و کمترین مقدار اثر GCA برای ارتفاع بوته و روز تا گلدهی، می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی جهت افزایش عملکرد دانه در بوته، شاخص برداشت و تعداد و وزن دانه در سنبله و کاهش ارتفاع بوته و زمان رسیدگی گیاه استفاده کرد. در ارتباط با عملکرد دانه تک بوته و تعداد دانه در بوته نیز باید تلاقی $Dipper-6 \times PI40098$ که دارای بیشترین اثر SCA است مورد توجه قرار گیرد. با توجه به هدف اصلی این آزمایش که برآورد خصوصیات ژنتیکی و بویژه نقش اثر مادری بر صفات بوده است و با توجه به مشکلات تولید بذور F_1 گندم و عدم امکان مخلوط نمودن بذور تلاقی اصلی و معکوس (با توجه به هدف پژوهش) و در نتیجه کوچک بودن کرت‌ها، نتایج این صرفاً آزمایش قابل تعمیم به مواد ژنتیکی مورد مطالعه می‌باشد. بدیهی است برای نتیجه‌گیری قطعی در خصوص صفت عملکرد، باید تعداد تکرار و تعداد بوته بیشتری مورد ارزیابی قرار داده شوند.

تجزیه بای‌پلات که بر اساس دو مولفه اصلی اول بنا شده نشان داد که رقم Prion-1 برای تعداد پنجه‌های بارور، شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه تک بوته دارای بیشترین قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و برای ارتفاع بوته و روز تا گلدهی دارای کمترین مقدار اثر GCA است، بنابراین از این والد می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی جهت افزایش عملکرد دانه تک بوته، شاخص برداشت و تعداد و وزن دانه در سنبله و کاهش ارتفاع بوته و زمان رسیدگی گیاه استفاده کرد. ژنوتیپ $Aja/.../Gan$ نیز از لحاظ تعداد پنجه‌های بارور و تعداد دانه در بوته دارای کمترین مقدار GCA بود (شکل‌های ۹ تا ۱۶). برای ارتفاع بوته نیز بیشترین SCA در تلاقی $Masara-1 \times Lund-6$ و $Aja/.../Gan \times Lund-6$ و کمترین SCA در تلاقی $Dipper-6 \times Lund-6$ دیده شد، لذا از نتایج تلاقی $Dipper-6 \times Lund-6$ می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی برای کاهش ارتفاع بوته استفاده نمود (شکل - ۱۰). برای تعداد پنجه بارور در تلاقی‌های $PI40098 \times Lund-6$ و $Srn/Vic \times Lund-6$ ، برای شاخص برداشت، در تلاقی‌های $Lund-6 \times Srn/Vic$ و $Prion-1 \times Srn/Vic$ ، برای تعداد دانه در سنبله در تلاقی‌های $Dipper-6 \times PI40098$ و $Lund-6 \times PI40098$ ، برای وزن دانه در سنبله در تلاقی‌های $Lund-6 \times Srn/Vic$ و $PI40098 \times Lund-6$ و $Masara-1 \times Lund-6$ بیشترین اثر SCA بدست آمد. در ارتباط با عملکرد دانه تک بوته و تعداد دانه در بوته نیز تلاقی $Dipper-6 \times PI40098$ دارای بیشترین اثر SCA بود (شکل‌های ۹ تا ۱۶). اثر SCA برای روز تا گلدهی در تلاقی‌های $PI40098 \times Aja/.../Gan$ و $Srn/Vic \times Aja/.../Gan$ نیز دارای کمترین مقدار بود (شکل - ۱۲).

نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه ژن‌های با هر دو نوع اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفات مورد مطالعه نقش داشتند، اما سهم هر یک از این اثرها در کنترل هر یک از صفات متفاوت بود. برای صفت

References

- Budak, N. 2001.** Genetic analysis of certain quantitative traits in the F2 generation of a 8×8 diallel of durum wheat population. *Turk. J. Field Crops*. 38: 63-70.
- Chowdhary, M. A., M. Sajad and M. I. Ashraf. 2007.** Analysis on combining ability of metric traits in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Agric. Res.* 45: 11-17.
- Farshadfar, E., 1998.** Application of Biometrical Genetics in Plant Breeding. Volume 1. Tagh Bostan Press. pp. 528. (In Persian).
- Hailu, T. and W. E. Peat. 1997.** Genetics of grain yield and other agronomic characters in generation means and variances analysis. *Euphytica*, 96: 185-191.
- Heidari, B., A. M. Rezai and S. A. M. Mirmohammadi Maibody. 2006.** Diallel analysis for the estimation of genetic parameters for grain yield and grain yield components in bread wheat. *J. Sci. Tech. Agri. Natur. Resour.* 10: 121-139. (In Persian whit English abstract).
- Houshmand, S., A. Arzani and S. A. Maibody. 2003.** Genetic analysis of salt tolerance in durum wheat. Proceedings 10th International Wheat Genetics Symposium, Sep. 1-6. Rome, Italy.
- Jinks, J. L. and I. Hayman. 1953.** The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Cooperation Newsletter*. 27: 48-54.
- Joshi, A. B. and R. S. Paroda. 1970.** Genetic architecture of yield and components of yield in wheat. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 30: 298-314.
- Kant, L., V. P. Mani and H. S. Gupta. 2001.** Winter × spring wheat hybridization - A promising avenue for yield enhancement. *Plant Breed.* 120: 255-258.
- Khan, A. S. and I. Habib. 2003.** Gene action in a five parent diallel cross of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Biol. Sci.* 6: 1945-1948.
- Nanda, G. S., G. N. Hazarica and K. S. Gill. 1981.** Inheritance of heading data, plant height and spikelets per spike in intervarietal cross of wheat. *Theor. Appl. Genet.* 60: 167-171.
- SAS, 1997.** SAS/STAT Softwar Changes and enhancements through release 6.12 SAS Institute Inc. Cary NC: 1162. pp.
- Sharma, S. N., R. S. Sain and R. K. Sharma. 2003.** The genetic control of flag leaf length in normal and late sown durum wheat. *Agric. Sci.* 141: 323-331.
- Singh, H., S. N. Sharma and R. S. Sain. 2004.** Combining ability for some quantitative characters in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. *em. Thell*). *Crop Sci.* 45: 68-72.
- Topal, A., C. Aydin, N. Akgun and M. Babaoglu. 2004.** Diallel cross analysis in durum wheat: Identification of best parents for some kernel physical features, *Field Crops Res.* 87: 1-12.
- Yao, J., G. Yao, X. Yang, C. Qian and S. Wang. 2004.** Analysis on the combining ability and heritability of the spike characters in wheat. *Acta Agric. Shanghai.* 20: 32-36.
- Yan, W. and L. A. Hunt. 2001.** Biplot analysis of diallel data. *Crop Sci.* 42: 11.21-30.

Estimation of genetic structure of grain yield and related traits in durum wheat using diallel crossing

Vanda, M.¹ and S. Houshmand²

ABSTRACT

Vanda, M. and S. Houshmand. 2011. Estimation of genetic structure of grain yield and related traits in durum wheat using diallel crossing. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13 (1) 206-218. (In Persian)

A complete set of diallel crosses among seven durum wheat lines were used to study the genetics of yield and its components. Eight traits including days to heading, harvest index, grain number.spike⁻¹, grain weight.spike⁻¹, grain number.plant⁻¹, plant height and grain yield.plant⁻¹ were measured and recorded. Significant (P<0.01) differences were observed among genotypes for all the studied traits. Assumptions of Jinks-Hyman method were valid for harvest index, grain number.spike⁻¹, grain weight.spike⁻¹ and grain yield.plant⁻¹. However, for the remaining traits, when one parent was excluded, the assumptions fulfilled. Based on the estimates of average degree of dominance and result of graphical analysis, the gene action for days to heading, was partial dominance, while grain weight.spike⁻¹, plant height, fertile tiller number, grain number.spike⁻¹, grain number.plant⁻¹, grain yield.plant⁻¹ and harvest index were controlled by over dominance gene action. Hayman analysis of variance indicated that additive (a) effects were significant for all of the studied traits, and dominance (b) effects significant for all of traits except day to heading. Maternal effects (c) were also significant for all of traits except plant height and fertile tiller number. Broad-sense heritability estimates ranged from 0.93 (for grain number.spike⁻¹ and grain weight.spike⁻¹) to 0.70 (for plant height). Narrow-sense heritability estimates ranged from 0.70 (for days to heading) to 0.30 (for fertile tiller number). The biplot indicated that entry Prion-1 had the highest GCA effect for grain weight.plant⁻¹, fertile tiller number, grain number.plant⁻¹, grain yield.plant⁻¹ and harvest index. However, it had the lowest GCA for plant height and days to heading. Therefore, this genotype can be considered as suitable parent in durum wheat breeding programs.

Key words: Biplot, Combining ability, Durum wheat, Gene action and Heritability.

Received: November, 2009 Accepted: September, 2010

1- PhD. student, Shahrekord University, Shahrekord, Iran (Corresponding author) (Email: mivanda_2005@yahoo.com)

2- Assistant Prof., Shahrekord University, Shahrekord, Iran