

ارزیابی خصوصیات زراعی لاین‌های دابل هاپلوبیود و لاین‌های F6 مرتبط با آنها در تریتیکاله Study of agronomic characteristics of doubled haploid lines and their derivative breeding lines in triticale (*X Triticosecale* Wittmack)

سیاره ایرانی^۱, احمد ارزانی^۲ و عبدالmajid رضابی^۳

چکیده

ایرانی، س.، ا. ارزانی و ع.م. رضابی. ۱۳۸۹. ارزیابی خصوصیات زراعی لاین‌های دابل هاپلوبیود و لاین‌های F6 مرتبط با آنها در تریتیکاله. مجله علوم زراعی ایران: ۱۲(۱): ۶۵-۷۰.

به منظور ارزیابی خصوصیات زراعی هیجده لاین تریتیکاله مشتمل بر ۹ لاین دابل هاپلوبیود و ۹ لاین F6 خواهری، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۵-۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت بین لاین‌ها برای کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. لاین‌های دابل هاپلوبیود تفاوت معنی‌داری با لاین‌های F6 از نظر کلیه صفات به جز صفات تعداد سنبله در واحد سطح و وزن دانه در سنبله داشتند. عملکرد دانه با تعداد سنبله در واحد سطح، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. بالاترین و پایین ترین وراحت پذیری عمومی به ترتیب با ۹۹/۵ درصد به صفت ارتفاع بوته و با ۶۱ درصد به صفت عملکرد دانه اختصاص داشت. نتایج حاصل از تجزیه علیت صفات باقیمانده در مدل رگرسیونی نشان داد که وزن دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت. در مجموع لاین‌های دابل هاپلوبیود در صفات مورد ارزیابی نسبت به لاین‌های F6 برتری داشتند. بر اساس نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که از دو صفت تعداد سنبله در واحد سطح و وزن دانه در سنبله می‌توان به عنوان معیار انتخاب در برنامه‌های به نزدیک تریتیکاله با هدف تولید ارقام پر محصول استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت، تریتیکاله، دابل هاپلوبیود، عملکرد دانه و همبستگی.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۷/۱۵

- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان (مکاتبه کننده)

- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

علوفه، مجموع ماده خشک و عملکرد دانه از تنوع بیشتری برخوردارند. بالا بودن عملکرد دانه و علوفه بالا در چندین جمعیت دابل هاپلوئید در مقایسه با خانواده‌های خواهری آنها حاکی از آن بود که اصلاح لاین‌های تریتیکاله به منظور استفاده از علوفه و دانه-علوفه از طریق کشت بساک و انتخاب در نسل‌های ابتدایی، نه تنها دوره برنامه‌های به نژادی را کوتاه تر می‌کند، بلکه باعث گسترش دامنه صفات عملکرد دانه و علوفه می‌شود. یکی از لاین‌های دابل هاپلوئید مشتق شده از تلاقی Polony Q × TW179 ضمن برخورداری از عملکرد علوفه برتر، نسبت به بیماریهای زنگ برق، ساقه و زرد مقاوم تر بوده و در سال ۲۰۰۱ با عنوان رقم الینور(Eleanor) در شرق استرالیا معروفی شد (Arzani and Darvey, 2002).

برای تعیین میزان ارتباط دو متغیر تصادفی معمولاً از شاخص همبستگی استفاده می‌شود. یا قباسانلار و ازکان (Yagbasanlar and Ozkan, 1995) همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله در متر مربع در تریتیکاله گزارش کردند. خدارحمی و همکاران ۵۰ (Khodarahmi et al., 2006) در آزمایشی با مقایسه رقم و لاین تریتیکاله گزارش کردند که عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و تعداد روز تارسیدگی فیزیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. جهت گزینش متغیرهای با ارزش از میان تعداد زیادی صفت مورد اندازه گیری و معروفی یک مدل که بیشترین تغییرات تابع را توجیه کنند، از رگرسیون مرحله‌ای استفاده می‌شود. خدارحمی و همکاران (Khodarahmi et al., 2006) از طریق انجام رگرسیون مرحله‌ای بر روی عملکرد دانه تریتیکاله پس از حذف عملکرد بیولوژیک گزارش کردند که صفات تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و طول سنبله به ترتیب وارد مدل شدند. تجزیه علیت نیز اطلاعات کامل تری از همبستگی‌های

تریتیکاله *Triticosecale* Wittmack) هیبرید بین جنسی حاصل از تلاقی گندم (*Triticum* spp.) (عنوان والد ماده با چاودار (*Secale* spp.) (عنوان والد نر می‌باشد (Oettler, 2005). هدف از ایجاد این غله جدید، ترکیب صفات مطلوب دو گونه والدی بوده است. این صفات شامل قابلیت تولید بالا، سازگاری وسیع و صفات مطلوب دانه از گندم و تحمل به تنفس‌های زنده و غیر زنده از چاودار است (Ozkan et al., 1999). دانه تریتیکاله حاوی مقدار بالاتری از اسید آمینه لیزین و عناصر معدنی نسبت به دانه گندم و جو می‌باشد. این سودمندی‌های تغذیه‌ای همراه با عملکرد دانه و پروتئین بالا در ارقام جدید باعث شده است که به عنوان جایگزین مناسبی برای سایر غلات در غذای انسان و دام محاسب شود (Tohver et al., 2005). طبق آمار منتشر شده توسط سازمان خوار و بار کشاورزی (FAO) در سال ۲۰۰۷ میلادی، تریتیکاله در ۳۲ کشور کشت می‌شود. تولید جهانی تریتیکاله ۱۲/۵ میلیون تن می‌باشد (FAO, 2007).

روش دابل هاپلوئیدی (DH) ضمن کوتاه نمودن مدت زمان اجرای برنامه‌های اصلاحی، باعث افزایش کارائی گزینش شده و صفات مطلوب زراعی با سرعت بیشتری تثیت می‌شوند. در حالی که در روش‌های مرسوم، تولید لاین‌های خالص به طریقه خویش آمیزی انجام می‌گیرد و همواره درصدی از ناخالصی باقی می‌ماند (Bakhtiar and Bozozorgipour, 2000). لاین‌های دابل هاپلوئید در برنامه‌های به نژادی تریتیکاله به منظور تثیت هموزیگوستیتی بعد از هیبریداسیون بین گونه و بین جنسی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Immonan and Robinson, 2000). ارزانی و دارویی (Arzani and Darvey, 2002) با مقایسه لاین‌های دابل هاپلوئید با خانواده‌های خواهری آن‌ها نشان دادند که لاین‌های دابل هاپلوئید از نظر وزن گیاه، اولین برداشت

طور کامل از غلاف برگ پرچم خارج شدند، ثبت گردید. تعداد روز از کاشت تا زمانی که گرده افشانی در ۵۰ درصد سنبله های هر کرت صورت گرفت، عنوان تعداد روز تا گرده افشانی منظور شد. تعداد روز از کاشت تا زمانی که قاعده سنبله ۵۰ درصد از سنبله های هر کرت کاملاً زرد و دانه ها کاملاً رسیده شدند، عنوان تعداد روز تا رسیدگی منظور شد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح، در زمان رسیدگی کامل، بوته های دو ردیف میانی هر واحد آزمایشی با حذف اثر حاشیه برداشت و پس از خرمن کوبی و بوجاری، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلو گرم در هکتار محاسبه گردید. قبل از برداشت محصول، ارتفاع بوته از سطح زمین تا نوک سنبله بدون احتساب ریشک در چند بوته تصادفی از هر کرت بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد. طول سنبله ها در نیم متر طولی از بوته های یک ردیف کاشت و بدون در نظر گرفتن طول ریشک ها بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد. داده های حاصل از اندازه گیری صفات براساس موازین طرح بلوک های کامل تصادفی تجزیه واریانس شده و اجزای واریانس محیطی و ژنتیکی بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات برآورد شدند. مقایسات میانگین صفات لاین ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی دار (LSD) انجام شد و به منظور مقایسه لاین های دابل هاپلوبئید و F6 خواهی آنها از مقایسات متعمد (اورتو گنال) استفاده شد. ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی به ترتیب به صورت انحراف معیار فنوتیپی و ژنتیکی به میانگین هر صفت، با استفاده از رابطه های یک و دو محاسبه گردید (Farshadfar, 1998).

$$CV_p = \frac{\sqrt{\sigma_p^2}}{\bar{x}..} \quad (1)$$

$$CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}..} \quad (2)$$

برآورد وراثت پذیری صفات نیز با استفاده از رابطه سه انجام گرفت (Farshadfar, 1998).

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}} \quad (3)$$

ساده را نشان داده و ضریب همبستگی بین دو متغیر علت و معلول را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک می کند (Farshadfar, 1998) (Khodarahmi et al., 2006) ترتیکاله گزارش کردند که صفات تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله به ترتیب بیشترین اثر مستقیم مشبّت را بر عملکرد دانه داشتند. این آزمایش با هدف ارزیابی خصوصیات زراعی ۱۸ لاین ترتیکاله مشتمل بر ۹ لاین دابل هاپلوبئید و ۹ لاین F6 خواهی اجرا شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۵-۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در منطقه لورک نجف آباد انجام شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۶۳۰ متر و طبق تقسیم بندي کوپن دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان های گرم می باشد. بافت خاک محل آزمایش لومی رسی است. در این آزمایش، ۱۸ لاین مشتمل بر ۹ لاین F6 (با شماره های ۱ تا ۹) و ۹ لاین دابل هاپلوبئید حاصل از تلاقی Q TW 179 × Polony (با شماره های ۱۰ تا ۱۸) در یک طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. جزئیات ایجاد لاین های دابل هاپلوبئید توسط ارزانی و داروی گزارش شده و لاین دابل هاپلوبئید شماره ۱۲ با عنوان رقم الینور در سال ۲۰۰۱ در استرالیا معرفی شده است (Arzani and Darvey, 2002). هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف به طول ۲ متر و فاصله خطوط ۲۵ سانتی متر بود. فاصله کرت های آزمایشی ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. صفات مورد ارزیابی شامل نظیر عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا سنبله دهی، تعداد روز تا گرده افشانی و تعداد روز تا رسیدگی بوته بودند که در هر کرت آزمایشی با رعایت اثر حاشیه اندازه گیری شدند. تعداد روز از کاشت تا زمانی که سنبله ها در ۵۰ درصد از بوته های هر کرت به

بالای وراثت‌پذیری، انتظار می‌رود که انتخاب برای کاهش تعداد روز تا ظهور سنبله موثر باشد. بررسی تاریخ گردهافشانی لاین‌ها بر اساس مرحله ۵۰ درصد گردهافشانی در بوته‌های هر کرت نشان داد که این صفت از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بوده و عمدۀ تنوع مشاهده شده منشاء ژنتیکی داشت.

کمترین تعداد روز تا گردهافشانی ۷۹/۵ روز و مربوط به لاین شماره ۲ و بیشترین آن، ۹۷/۷ روز مربوط به لاین دابل‌هاپلوبئید شماره ۱۷ بود (جدول ۲). لاین دابل‌هاپلوبئید شماره ۱۷ با ۱۲۷/۷ روز از کاشت تا رسیدگی دیررس ترین و لاین شماره ۲ با ۱۰۹/۷ روز، از زودرس‌ترین لاین‌ها بودند. لاین‌های F6 (با میانگین ۱۱۸/۳ سانتی‌متر)، ارتفاع بوته بیشتری نسبت به لاین‌های دابل‌هاپلوبئید (با میانگین ۱۱۳/۴ سانتی‌متر) داشتند. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به لاین F6 شماره ۸ با میانگین ۱۴۲ سانتی‌متر و کمترین آن به لاین دابل‌هاپلوبئید شماره ۱۷ اختصاص داشت. وراثت‌پذیری مربوط به صفت ارتفاع بوته حدود ۹۹/۵ درصد بود. در ضمن بیشترین مقدار وراثت‌پذیری نیز به ارتفاع بوته اختصاص داشت. طول سنبله در لاین‌های دابل‌هاپلوبئید با میانگین ۱۲/۱ سانتی‌متر بیشتر از لاین‌های F6 (با میانگین ۱۱/۹ سانتی‌متر) بود. بیشترین طول سنبله در لاین F6 شماره ۵ و لاین دابل‌هاپلوبئید ۱۷ با میانگین ۱۳/۶ سانتی‌متر و کمترین طول سنبله در لاین دابل‌هاپلوبئید شماره ۱۵ مشاهده شد. محاسبه ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی طول سنبله، نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی و آثار کم عوامل محیطی بر این صفت در جمعیت مورد مطالعه بود. با توجه به میزان بالای وراثت‌پذیری عمومی (۹۸/۸ درصد) برای این صفت، به نظر می‌رسد که از طریق گزینش می‌توان طول سنبله را افزایش داد. لاین F6 شماره ۹ با میزان ۲۲۵ سنبله در متر مربع بالاترین تعداد سنبله در واحد سطح و با ۸۴/۹ دانه، در سنبله بالاترین تعداد دانه در سنبله را دارا بود. ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی

در رابطه‌های فوق σ_p^2 برآورد واریانس فنوتیپی، σ_g^2 برآورد واریانس ژنتیکی و σ_e^2 برآورد واریانس خطای می‌باشند. به منظور محاسبه همبستگی ژنتیکی، ابتدا ماتریس واریانس - کوواریانس ژنوتیپ‌ها و خطاهای آزمایشی بدست آمدند و سپس با توجه به رابطه چهار همبستگی ژنتیکی بین صفات محاسبه شد (Farshadfar, 1998).

$$r_g = \frac{\text{cov}_g x_1 x_2}{\sqrt{\sigma_g^2 x_1 \sigma_g^2 x_2}} \quad (4)$$

از میانگین چهار تکرار برای هر صفت در تجزیه رگرسیون گام به گام استفاده شد و صفاتی که بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند، مشخص شدند. جهت تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد. برای تعیین اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات بر روی عملکرد دانه، تجزیه علیت با استفاده از نرم افزار PATH انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که لاین‌های مورد ارزیابی برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۱). مقایسه لاین‌های F6 با لاین‌های دابل‌هاپلوبئید نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین آنها در تمام صفات به جز تعداد سنبله در واحد سطح و وزن دانه در سنبله وجود داشت. با توجه به اینکه ضریب تنوع ژنتیکی، جزئی از ضریب تنوع فنوتیپی می‌باشد، مقدار ضریب تنوع فنوتیپی همواره بیشتر از ضریب تنوع ژنتیکی است. ولی در اغلب صفات مورد ارزیابی تفاوت این دو مقدار خیلی کم بود که نشان‌دهنده تأثیر کمتر محیط روی آن‌ها می‌باشد. دامنه تغیرات تعداد روز تا ۵۰ درصد سنبله دهی برای لاین ۲ و لاین دابل‌هاپلوبئید ۱۸ به ترتیب ۱۸ تا ۹۱ روز بود. به طور میانگین لاین‌های دابل‌هاپلوبئید حدود ۸۳ روز بعد از کاشت و لاین‌های F6، ۸۱ روز بعد از کاشت به مرحله ۵۰ درصد ظهور سنبله رسیدند. ضریب تنوع ژنتیکی برای این صفت ۵/۷ درصد برآورد گردید. با توجه به برآورد

جدول ۱- تجزیه واریانس، ضرایب تنوع ژنتیکی و فوتیپی و وراثت پذیری برای صفات گیاهی در لاین های تریتیکاله

Table 1. Analysis of variance for genotypic and phenotypic coefficient of variation and heritability for plant characteristics in triticale lines

میانگین مرباعات (MS)												Harvest Index		
												ساخت برداشت		
												عملکرد داده		
متغیر	S.O.V	درجه آزادی	df	روز تا رسیدگی	Days to maturity	روز تا ظهر سنبه	Days to heading	روز تا افتابی	Days to anthesis	درجه آزادی	df	Harvest Index		
Rep.	تکرار	3	0.57 ns	2.61 ns	2.05 ns	2.18 ns	0.12*	49.75**	1446.12 ns	0.73 ns	2.23**	4221833.3**	2729675**	0.0004 ns
Genotype	ژنوتیپ	17	93.84**	87.25**	67.22**	532.59**	3.8**	43.63**	3767.24**	685.49**	0.45**	35158274.5**	7761864**	0.011**
F6	لاین های	8	80.52**	77.67**	50.92**	639.87**	2.14**	35.53**	4866.43**	600.87**	0.26*	34114183.2**	66716362**	0.018**
DH	لاین های	8	105.12**	98.73**	82.05**	455**	5.83**	48.27**	2845.68**	805.50**	0.65**	39059555.05**	58589441**	0.005**
F6 vs DH		1	110.01**	72**	66.12**	420.98**	0.64**	72.3**	2346.12 ns	402.33**	0.41 ns	12297328.2**	69463**	0.014**
Error	خطا	51	4.39	4.3	0.51	2.213	0.045	4.94	922	1.6	0.15	797748.8	499886	0.0015
ضریب تنوء ژنتیکی (GCV)			5.7	5.1	3.42	9.93	8	8.5	15.3	20.7	10.47	22.1	24	13.38
ضریب تنوء فوتیپی (PCV)			5.9	5.3	3.43	9.95	8.1	9.1	17.6	21.2	12.9	23	29.5	14.43
وراثت پذیری (درصد)			95.3	95	99.2	99.5	98.8	88.6	75.5	98	65	80	61	86
Heritability (%)														

ns: Non- significant

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

ns: غیر معنی دار

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

جدول ۲- میانگین صفات گیاهی در لاین‌های تریتیکاله

Table 2. Means of plant characteristics in triticale genotypes

Genotype	زمره	روز تا رسیدگی Days to maturity	روز تا گردنیازی Days to anthesis	ارتفاع برگ Plant height (cm)	طول سپله Spike length (cm)	وزن هزار داره 1000 grain weight (g)	تعداد سپله در واحد مساحت No. of spike. m ⁻²	وزن داره در سپله Grain weight. spike ⁻¹ (g)	تعداد داره در سپله No. of grain. spike ⁻¹	میکد بیولوژیکی Biological yield (Kg.ha ⁻¹)	شناخت برداشت Harvest Index (%)
1	11.7g	83.5d	76.5ef	109.9c	11.3f	35.5d-g	125.2g	60.6h	2.3cd	10755.0hi	3025.2h
2	109.7i	79.5e	72.5g	110.1c	12.3cd	36.7c-f	209.2ab	73.6c	2.7bcd	13178.6de	5851/1bc
3	118.5e	88.5bc	82.0d	109.4c	11.3f	33.4gh	147.7efg	53.8j	2.2d	7563.7k	3301.8gh
4	119.0de	88.5bc	81.0d	110.0c	11.7e	34.2e-h	143.2fg	57.9i	2.2d	10086.3ij	364.4fgh
5	120/0cd	89.0bc	82.0d	111.3c	13.6a	35.7d-g	165.7c-g	42.4mn	2.5bcd	1326.2de	4089.3fgh
6	118. e	87.0c	80.0d	110.4c	12.2d	29.3i	150.7d-g	68.4e	2.3cd	11877.5fgh	3554.1fgh
7	121.2b	95.7a	89.0ab	131.7b	11.6ef	34.4e-h	144.7fg	68.8e	2.4bcd	12399.5efg	3477.2fgh
8	121.0bc	88.7bc	82.0d	141/9a	11.6ef	40.3b	201.0abc	67.1ef	2.6bcd	14902.3c	5591.0c
9	120.0cd	88.7bc	82.0d	130.5b	11.3f	37.0cde	225.0a	84.9a	2.9ab	17774.9a	7180.4a
10	117.0f	87.5c	80.7d	111.2c	12.5cd	35.9d-g	132.7fg	43.4m	2.2d	9316.6j	2631.1h
11	114.2h	83.0d	76.2f	110.7c	10.3g	32.1hi	174.0b-f	63.3g	2.2d	11272.1ghi	4338.3def
12	119.0de	91.0b	85.0c	110.1c	11.3f	36.0d-g	138.7fg	51.9k	2.5bcd	9352.8j	3451.1fgh
13	118.5e	87.5c	80.0d	110.8c	12.6c	36.8c-f	189.7a-e	46.4I	2.5bcd	12807.8ef	5299.2cd
14	118.5e	86.5c	79.2de	130.9b	12.3d	38.4bcd	189.0a-e	65.3f	2.8bc	14616.9c	5701.2 bc
15	119.2de	87.5c	80.2d	131.5b	10.2g	44.3a	192.5a-d	41.1n	2.2d	14264.4cd	5072.4cde
16	120.0cd	89.0bc	87.0bc	104.1d	13.0b	37.9bcd	212.2b	80.8b	2.9ab	187670.9a	6606.7ab
17	127.7a	97.7a	89.7ab	101.7e	13.6a	39.3bc	192.7a-d	70.7b	3.4a	16327.7b	6660.2ab
18	127.5a	97.5a	91.0a	110.3c	13.0b	33.9fgh	193.5a-d	72.0cd	2.7bcd	12518.7efg	5532.2c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) not significantly different at 5% probability level, using Least Significant Difference Test

انتخاب ژنتیپ‌هایی با شاخص برداشت بالاتر از طریق بهبود انتقال مواد پرورده به دانه باعث افزایش عملکرد دانه شود.

لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۱۶ با میانگین ۱۸۷۶۸ کیلوگرم در هکتار و لاین F6 شماره ۷ با ۷۵۶۴ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند. لاین‌های دابل‌هاپلوئید با میانگین ۱۳۲۴۹ کیلوگرم در هکتار از عملکرد بیولوژیک بالاتری نسبت به لاین‌های F6 (با میانگین ۱۲۴۲۳ کیلوگرم در هکتار) برخوردار بودند. لاین F6 شماره ۹ با میانگین ۷۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۱۰ با میانگین ۲۶۳۱ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشتند. میانگین عملکرد دانه رقم دابل‌هاپلوئید الینور ۳۴۵۱ کیلوگرم در هکتار بود. لاین‌های دابل‌هاپلوئید با میانگین ۵۰۳۲ کیلوگرم، عملکرد دانه بالاتری از لاین‌های F6 با میانگین ۴۴۱۱ کیلوگرم در هکتار داشتند.

وراثت پذیری عملکرد دانه در مقایسه با سایر صفات کمتر بود و این موضوع نشان می‌دهد که عملکرد دانه نسبت به سایر صفات بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. درنتیجه، ممکن است هدف گزینش لاین‌های برتر بر اساس عملکرد دانه در نسل‌های تفکیک موفقیت آمیز نباشد. برای افزایش بازدهی گزینش در جهت افزایش عملکرد دانه، گزینش بایستی روی اجزای آن نیز انجام شود.

همبستگی‌های فنتوتیپی و ژنتیکی تعداد روز تا سنبله‌دهی با تعداد روز تا گرددافشانی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک مثبت و بسیار معنی دار بود ($r_p = 0.96$ ، 0.86 و 0.83). این همبستگی‌ها نشان داد که لاین‌هایی که زودتر به مرحله سنبله‌دهی رسیدند، در مدت زمان کمتری دوره رشد و نمو خود را تکمیل نموده و به مرحله رسیدگی رسیدند. زنسیرسی و کان (Zencirci and Kun, 1995) گزارش کردند که

تعداد سنبله در واحد سطح به ترتیب ۱۵/۳ و ۱۷/۶ درصد برآورد شد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی در جمعیت مورد مطالعه برای این صفت می‌باشد. لاین‌های F6 با میانگین ۶۴/۲، تعداد دانه در سنبله ۵۹/۵ بیشتری نسبت به لاین‌های دابل‌هاپلوئید با میانگین ۱۷ با دانه در سنبله داشتند. لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۳ با میانگین ۳/۵ گرم بیشترین و لاین F6 شماره ۳ با میانگین ۲/۲ گرم، کمترین وزن دانه در سنبله را داشتند.

برآورد وراثت پذیری عملکرد دانه در واحد سطح در مقایسه با سایر صفات کمترین بود، اما تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح به عنوان اجزای مهم عملکرد دانه به ترتیب با ۷۵/۵ و ۹۹/۷ درصد وراثت پذیری، امکان بهبود عملکرد دانه را از طریق گزینش غیر مستقیم فراهم می‌نماید. وزن هزار دانه یکی از اجزای مهم عملکرد می‌باشد و گزینش برای افزایش وزن هزار دانه می‌تواند در بهبود عملکرد دانه اهمیت بسزایی داشته باشد. بالاترین وزن هزار دانه به لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۱۵ با میانگین ۴۴/۳ گرم و کمترین وزن هزار دانه به لاین F6 شماره ۶ با میانگین ۲۹/۴ گرم اختصاص داشت. لاین‌های دابل‌هاپلوئید با میانگین ۳۷/۲ گرم وزن هزار دانه بیشتری در مقایسه با لاین‌های F6 با متوسط ۳۵/۲ گرم داشتند. با توجه به مقدار بالای وراثت پذیری این صفت (۸۸/۶ درصد) و وجود تنوع ژنتیکی، بنظر می‌رسد که بهبود این صفت از طریق برنامه‌های بهنژادی امکان پذیر می‌باشد.

لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۱۸ با میانگین ۴۴/۶ درصد و لاین F6 شماره ۷ با میانگین ۲۷/۷ به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا بودند. لاین‌های دابل‌هاپلوئید با میانگین ۳۸ درصد، شاخص برداشت بالاتری نسبت به لاین‌های F6 با میانگین ۳۴ درصد داشتند. محاسبه میزان تنوع ژنتیکی و فنتوتیپی برای این صفت نشان داد که تنوع ژنتیکی کافی از نظر شاخص برداشت در لاین‌های مورد مطالعه وجود داشت. برآورد بالای وراثت پذیری شاخص برداشت نشان داد که

جدول ۳- ضرایب همبستگی فنتیپی و ژنتیپی بین صفات مختلف در لاین های تریتیکاله (df=16)

Table 3. Genotypic and phenotypic correlation coefficient between plant characteristics in triticale lines (df=16)

Plant characteristics	صفات گیاهی	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Plant height	ارتفاع بوته	1	-0.05 ns	-0.001 ns	0.02 ns	-0.40 **	0.30 **	0.07 ns	-0.1 ns	0.47 **	0.28 *	0.19 ns	-0.10 ns
2 Days to heading	روز تا سنبله دهی	-0.05 ns	1	0.96 **	0.92 **	0.4 **	0.08 ns	0.22 ns	0.49 **	0.07 ns	0.25 ns	0.19 ns	0.01 ns
3 Days to anthesis	روز تا گرده افشاری	-0.003 ns	0.96 **	1	0.96 **	0.39 **	0.01 ns	0.13 ns	0.46 **	0.08 ns	0.17 ns	0.14 ns	0.01 ns
4 Days to maturity	روز تا رسیدگی	0.02 ns	0.83	0.86 **	1	0.43 **	0.17 ns	0.13 ns	0.57 **	0.17 ns	0.31 **	0.29 *	0.07 ns
5 Spike length	طول سنبله	-0.42 **	0.38 **	0.37 **	0.42 **	1	0.21 ns	0.13 ns	0.72 **	-0.03 ns	0.30 **	0.28 *	0.08 ns
6 No. of spikes.m ⁻²	تعداد سنبله در واحد سطح	0.20 ns	0.02 ns	0.003 ns	0.09 ns	0.12 ns	1	0.59 **	0.03 ns	0.58 **	0.92 **	0.90 **	0.59 **
7 No. of grain.spike ⁻¹	تعداد دانه در سنبله	0.06 ns	0.19 ns	0.12 ns	0.13 ns	0.12 ns	0.38 **	1	0.77 **	-0.14 ns	0.58 **	0.62 **	0.24 ns
8 Grain weight.spike ⁻¹	وزن دانه در سنبله	-0.05 ns	0.26 *	0.22 ns	0.29 *	0.30 **	0.02 ns	0.36 **	1	0.43 **	0.95 **	0.90 **	0.47 **
9 1000 grain weight	وزن هر دانه	0.36 **	0.02 ns	0.01 ns	0.09 ns	-0.06 ns	0.31 **	-0.1 ns	0.20 ns	1	0.55 **	0.52 **	0.15 ns
10 Biological yield	عملکرد بیولوژیک	0.26 *	0.21 ns	0.13 ns	0.29 *	0.27 *	0.66 **	0.55 **	0.49 **	0.42 **	1	0.89 **	0.08 ns
11 Grain yield	عملکرد دانه	0.17 ns	0.16 ns	0.12 ns	0.25 *	0.21 ns	0.75 **	0.54 **	0.57 **	0.41 **	0.86 **	1	0.52 **
12 Harvest Index	شاخص برداشت	-0.09 ns	0.03 ns	0.04 ns	0.06 ns	0.03 ns	0.50 **	0.18 ns	0.30 **	0.17 ns	0.17 ns	0.61 **	1

ns: Non-significant

غير معنی دار

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

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

اعداد بالای قطر جدول مربوط به ضرایب همبستگی ژنتیپی و اعداد زیر قطر جدول مربوط به ضرایب همبستگی فنتیپی برای صفات گیاهی می باشد

Coefficients above diagonal are genotypic correlation coefficient and those below diagonal are phenotypic correlation coefficients

جدول ۴- تجزیه علیت برای عملکرد دانه با توجه به صفات باقیمانده در مدل رگرسیون مرحله‌ای

Table 4. Path analysis for grain yield based on the remaining traits in the stepwise regression model

Plant characteristics	صفات گیاهی	Indirect effect			اثر غیر مستقیم	r_g
		تعداد سنبله در واحد سطح No. spike.m ⁻²	وزن دانه در سنبله Grain weight.spike ⁻¹	طول سنبله Spike length		
No. spike.m ⁻²	تعداد سنبله در واحد سطح	0.68	0.37	-0.16	0.9	
Grain weight. spike ⁻¹	وزن دانه در سنبله	-0.2	1.23	-0.54	0.9	
Spike length	طول سنبله	0.14	0.88	-0.75	0.28	

اثرها مستقیم روی قطر نشان داده شده‌اند

Direct effects are shown above the diagonal

....

معنی داری دارد، در حالیکه تامان و همکاران (Tamman *et al.*, 2000) همبستگی منفی بین این دو صفت را گزارش کردند. بنابراین بنظر می‌رسد که تعداد سنبله در واحد سطح برای افزایش عملکرد دانه در تریتیکاله ضروری است.

در تجزیه رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در مقابل کلیه صفات دیگر به عنوان متغیر مستقل، تعداد سنبله در واحد سطح به عنوان نخستین متغیر در مدل وارد شد و به تنهایی $91/8$ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. در مرحله دوم و سوم به ترتیب وزن دانه در سنبله و طول سنبله وارد مدل شدند. این سه متغیر در مجموع $98/6$ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. نتایج حاصل از تجزیه علیت (جدول ۴) برای عملکرد دانه در واحد سطح با استفاده از صفات باقیمانده در مدل رگرسیون نشان داد که وزن دانه در سنبله، بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه داشت. بنابراین به نظر می‌رسد که گزینش مستقیم برای صفات وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح و گزینش غیر مستقیم برای صفت طول سنبله برای بهبود عملکرد دانه تریتیکاله قابل توصیه باشد. در مجموع لاین‌های دابل‌های پلوئید از نظر صفات گیاهی نسبت به لاین‌های F6 برتری داشتند. بنابراین از دو صفت تعداد سنبله در واحد سطح و وزن دانه در سنبله می‌توان به عنوان معیار گزینش در برنامه‌های بهنژادی تریتیکاله و تولید ارقام پرمحصول استفاده نمود.

مراحل فنولوژیکی در گندم دوروم با یکدیگر همبستگی دارند. همبستگی طول سنبله با وزن دانه در سنبله ($r_p = 0/3$) و عملکرد بیولوژیک ($r_p = 0/3$) مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی ارتفاع بوته با وزن هزار دانه مثبت و معنی‌دار ($r_p = 0/4$) بود. به نظر می‌رسد که لاین‌هایی با ارتفاع بوته بلندتر، سهم بیشتری در تأمین مواد فتوستتری برای دانه‌ها دارا هستند. عملکرد دانه با تعداد سنبله در واحد سطح ($r_p = 0/7$)، وزن دانه در سنبله ($r_p = 0/6$)، تعداد دانه در سنبله ($r_p = 0/5$)، وزن هزار دانه ($r_p = 0/4$)، عملکرد بیولوژیک ($r_p = 0/9$) و شاخص برداشت ($r_p = 0/6$) همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری داشت. همبستگی میان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بیش از همبستگی میان عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. این بدان معناست که هر چند با افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد، ولی نسبت این افزایش در مورد عملکرد بیولوژیک به مراتب بیشتر از افزایش در شاخص برداشت است.

در مجموع می‌توان استنباط کرد که عملکرد دانه بالا به رشد سبزینه‌ای خوب و گیاهانی با قدرت رویشی مناسب بستگی دارد. سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 1998) در آزمایشی روی تریتیکاله، وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را گزارش کردند. سلیم و همکاران (Saleem *et al.*, 2006) گزارش کردند که وزن هزار دانه با عملکرد دانه در گندم همبستگی مثبت و

References

- Arzani, A. and N. L. Darvey. 2002.** Comparison of doubled haploid lines and their mid- generation progenitors in forage and dual- purpose triticale under greenhouse hydroponic conditions. *Euphytica*. 126: 219-225.
- Bakhtiar, F. and R. Bozorgipour. 2000.** Investigation of bread making quality in doubled haploid lines of wheat by the use of electrophoresis method of seed storage proteins. *Iranian J. Agric. Sci.* 31: 77-83. (In Persian with English abstract).
- FAO. 2007.** Annual report of cereal production in the world. Rome Italy. Available online at:

منابع مورد استفاده

- Farshadfar, E. 1998.** Application of biometrical genetics in plant breeding. Razi University. p 528. (In Persian).
- Immonen, S. and J. Robinson. 2000.** Stress treatment and ficoll for improving green plant regeneration in triticale anther culture. *Plant Sci.* 150: 77-84.
- Khodarahmi, M., A. Amini and M. R. Bihamta. 2006.** Correlation and path analysis of grain yield in triticale. *Iranian J. Agric. Sci.* 37: 77-78. (In Persian with English abstract).
- Oettler, G. 2005.** Centenary review. The fortune of a botanical curiosity- triticale: Past, Present and Future. *J. Agric. Sci.* 143: 329-346.
- Ozkan, H., I. Gence, T. Yagbasanlar and F. Toklu. 1999.** Stress tolerance in hexaploid spring triticale under Mediterranean environment. *Plant Breed.* 118: 365-367.
- Saleem, U., I. Khaliq, T. Mahmood and M. Rafigue. 2006.** Phenotypic and genotypic correlation coefficients between yield and yield components in wheat. *J. Agric. Res.* 44: 1-7.
- Siadat, A., A. F. Ghoushchi and S. A. H. Hashemi Dezfouli. 1998.** Study of potential yield and correlation of some morphological and physiological characteristics of six cultivars wheat in Khuzestan. *Seed Plant.* 14: 20-27. (In Persian with English abstract).
- Tamman, A. M., S. A. Ali and E. A. M. El-Sayed. 2000.** Phenotypic and genotypic correlation and path analysis in some bread wheat crosses. *Aust. J. Agric. Sci.* 31: 73-85.
- Tohver, M., A. Kann, R. That, A. Mihhalevski and J. Hakman. 2005.** Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread- making in northern condition. *Food Chem.* 89: 125-132.
- Yagbasnalar, T. and H. Ozkan. 1995.** Correlation and path coefficient analysis for ear characters in triticale under Mediterranean climatic condition. *J. Agron. Crop Sci.* 5: 297-300.
- Zencirci, N. and E. Kun. 1995.** Variation in landraces of durum wheat from Turkey. *Euphytica.* 92: 333-339.

Study of agronomic characteristics of doubled haploid lines and their derivative breeding lines in triticale (*X Triticosecale* Wittmack)

Irani¹, S., A. Arzani², and A. M. Rezai³

ABSTRACT

Irani. S, A. Arzani and A. M. Rezai. 2010. Study of agronomic characteristics of doubled haploid lines and their derivative F6 lines in triticale (*X Triticosecale* Wittmack). **Iranian Journal of Crop Sciences** 12 (1): 55-65 (in Persian).

To evaluate agronomic characteristics in 18 triticale lines including nine doubled haploid (DH) and nine derivative F6 breeding lines, a field experiment was conducted at research field station, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Lavark, Najaf Abad, Isfahan, Iran, in 2007 growing season—using a randomized complete block design with four replications. Analysis of variance revealed significant differences among genotypes for most of the traits. The DH and F6 breeding lines significantly differed for most of the traits with the exception of number of spike m⁻² and grain weight spike⁻¹. Significant and positive correlations between grain yield with number of spike m⁻² ($r_p = 0.7^{**}$), number of grain spike⁻¹ ($r_p = 0.5^{**}$), grain weight spike⁻¹ ($r_p = 0.5^{**}$), 1000 grain weight ($r_p = 0.4^{**}$), biological yield ($r_p = 0.8^{**}$) and harvest index ($r_p = 0.6^{**}$) were observed. The highest and lowest broad sense heritability of 99.5% were estimated for plant height and 61% for grain yield, respectively. The results of path analysis on the remaining traits in the step wise regression model showed that grain weight spike⁻¹ had the highest positive direct effect on grain yield. In conclusion, DH lines were superior to F6 breeding lines for agroonomic traits. It is also concluded that grain weight spike⁻¹ and number of spike m⁻² can be used as selection criteria in breeding programs for development of high yielding triticale cultivars.

Key words: Correlation coefficient, Doubled haploid, Grain Yield, Path analysis and Triticale.

Received: April 2008 Accepted: October, 2009

1- Former M. Sc student, Isfahan University of Technology, Isfahan Iran.

2- Professor, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran (Corresponding author)

3- Professor, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.