

ارزیابی خصوصیات زراعی لاین‌های دابل هاپلوئید 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 عبدالمجید رضایی^۳

چکیده

ایرانی، س.، ا. ارزانی و ع.م. رضایی ۱۳۸۹. ارزیابی خصوصیات زراعی لاین‌های دابل هاپلوئید و لاین‌های F6 مرتبط با آنها در تریتیکاله. مجله علوم زراعی ایران: ۱۲ (۱): ۶۵-۵۵.

به منظور ارزیابی خصوصیات زراعی هیجده لاین تریتیکاله مشتعل بر ۹ لاین دابل هاپلوئید و ۹ لاین F6 خواهری، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ 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 هاپلوئید 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 پایین‌ترین وراثت‌پذیری 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 هاپلوئید 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 نژادی تریتیکاله با هدف تولید ارقام پر محصول استفاده نمود.

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

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

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان (مکاتبه کننده)

۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

تریتیکاله (*Triticosecale* Wittmack) هیبرید بین جنسی حاصل از تلاقی گندم (*Triticum* spp.) بعنوان والد ماده با چاودار (*Secale* spp.) بعنوان والد نر می باشد (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 تنش های 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 می باشد. این سودمندی های تغذیه ای 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 محسوب 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 می شود. تولید جهانی تریتیکاله ۱۲/۵ میلیون تن می باشد (FAO, 2007).

روش دابل هاپلوئیدی (DH) ضمن کوتاه نمودن مدت زمان اجرای برنامه های اصلاحی، باعث افزایش کارایی گزینش شده و صفات مطلوب زراعی با سرعت بیشتری تثبیت می شوند. در حالی که در روش های مرسوم، تولید لاین های خالص به طریقه خویش آمیزی انجام می گیرد و همواره درصدی از ناخالصی باقی می ماند (Bakhtiar and Bozozorgipour, 2000). لاین های دابل هاپلوئید در برنامه های به نژادی تریتیکاله به منظور تثبیت هموزیگوسیتی بعد از هیبریداسیون بین گونه و بین جنسی مورد استفاده قرار می گیرند (Immonan and Robinson, 2000). ارزانی و داروی (Arzani and Darvey, 2002) با مقایسه لاین های دابل هاپلوئید با خانواده های خواهری آن ها نشان دادند که لاین های دابل هاپلوئید از نظر وزن گیاه، اولین برداشت

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 خانواده های خواهری آنها حاکی از آن بود که اصلاح لاین های تریتیکاله به منظور استفاده از علوفه و دانه - علوفه از طریق کشت بساک و انتخاب در نسل های ابتدایی، نه تنها دوره برنامه های به نژادی را کوتاه تر می کند، بلکه باعث گسترش دامنه صفات عملکرد دانه و علوفه می شود. یکی از لاین های دابل هاپلوئید مشتق شده از تلاقی $Polony Q \times TW179$ ضمن برخورداری از عملکرد علوفه برتر، نسبت به بیماری های زنگ برگ، ساقه و زرد مقاوم تر بوده و در سال ۲۰۰۱ با عنوان رقم الینور (Eleanor) در شرق استرالیا معرفی شد (Arzani and Darvey, 2002).

برای تعیین میزان ارتباط دو متغیر تصادفی معمولاً از شاخص همبستگی استفاده می شود. یاقباسانلار 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 (Khodarahmi et al., 2006) در آزمایشی با مقایسه ۵۰ 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 تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری داشت. جهت گزینش متغیرهای با ارزش از میان تعداد زیادی صفت مورد اندازه گیری و معرفی یک مدل که بیشترین تغییرات تابع را توجیه کند، از رگرسیون مرحله ای استفاده می شود. خدارحمی و همکاران (Khodarahmi et al., 2006) از طریق انجام رگرسیون مرحله ای 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 همبستگی های

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، بعنوان 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، بعنوان 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 خرم کوبی و بوجاری، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم 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 هاپلوئید و F6 خواهری آنها از مقایسات متعامد (اورتوگنال) 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). خداحمی و همکاران (Khodarahmi et al., 2006) با ارزیابی ۵۰ رقم و لاین تربیتکاله گزارش کردند که صفات تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله به ترتیب بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه داشتند. این آزمایش با هدف ارزیابی خصوصیات زراعی ۱۸ لاین تربیتکاله مشتمل بر ۹ لاین دابل هاپلوئید و ۹ لاین F6 خواهری اجرا شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۸۶-۱۳۸۵ 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 بندی 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 هاپلوئید حاصل از تلاقی TW 179 × Polony Q (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 هاپلوئید توسط ارزانی و داروی گزارش شده و لاین دابل هاپلوئید 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

در رابطه‌های فوق σ_p^2 برآورد واریانس فنوتیپی، σ_g^2 برآورد واریانس ژنتیکی و σ_e^2 برآورد واریانس خطا 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).

$$r_g = \frac{\text{COV}_g X_1 X_2}{\sqrt{\sigma_g^2 X_1 \cdot \sigma_g^2 X_2}} \quad (4)$$

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 دابل‌هپلوئید 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 تغییرات تعداد روز تا ۵۰ درصد سنبله دهی برای لاین ۲ و لاین دابل‌هپلوئید ۱۸ به ترتیب ۷۲/۵ تا ۹۱ روز بود. به طور میانگین لاین‌های دابل‌هپلوئید 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

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 عمده 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 دابل‌هپلوئید شماره ۱۷ بود (جدول ۲). لاین دابل‌هپلوئید شماره ۱۷ با ۱۲۷/۷ روز از کاشت تا رسیدگی دی‌ررس‌ترین 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 دابل‌هپلوئید (با میانگین ۱۱۳/۴ سانتی‌متر) داشتند. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به لاین F6 شماره ۸ با میانگین ۱۴۲ سانتی‌متر و کمترین آن به لاین دابل‌هپلوئید 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 دابل‌هپلوئید 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 دابل‌هپلوئید ۱۷ با میانگین ۱۳/۶ سانتی‌متر و کمترین طول سنبله در لاین دابل‌هپلوئید 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

جدول ۱- تجزیه واریانس، ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و وراثت پذیری برای صفات گیاهی در لاین‌های تریتیکاله

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

میانگین مربعات (MS)

شاخص برداشت Harvest Index	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	وزن دانه در سنبله Grain weight. Spike ⁻¹	تعداد دانه در سنبله No. of grain. Spike ⁻¹	تعداد سنبله در واحد سطح No. of spikes. Unit area ⁻¹	وزن هزار دانه 1000 grain weight	طول سنبله Spike length	ارتفاع بوته Plant height	روز تا رسیدگی Days to maturity	روز تا گرده افشانی Days to anthesis	روز تا ظهور سنبله Days to heading	درجه آزادی df	متغیر S.O.V
0.0004 ^{ns}	2729675 ^{**}	4221833.3 ^{**}	2.23 ^{**}	0.73 ^{ns}	1446.12 ^{ns}	49.75 ^{**}	0.12 [*]	2.18 ^{ns}	2.05 ^{ns}	2.61 ^{ns}	0.57 ^{ns}	3	تکرار Rep.
0.011 ^{**}	7761864 ^{**}	35158274.5 ^{**}	0.45 ^{**}	685.49 ^{**}	3767.24 ^{**}	43.63 ^{**}	3.8 ^{**}	532.59 ^{**}	67.22 ^{**}	87.25 ^{**}	93.84 ^{**}	17	ژنوتیپ Genotype
0.018 ^{**}	66716362 ^{**}	34114183.2 ^{**}	0.26 [*]	600.87 ^{**}	4866.43 ^{**}	35.53 ^{**}	2.14 ^{**}	639.87 ^{**}	50.92 ^{**}	77.67 ^{**}	80.52 ^{**}	8	لاین‌های F6
0.005 ^{**}	58589441 ^{**}	39059555.05 ^{**}	0.65 ^{**}	805.50 ^{**}	2845.68 ^{**}	48.27 ^{**}	5.83 ^{**}	455 ^{**}	82.05 ^{**}	98.73 ^{**}	105.12 ^{**}	8	لاین‌های DH
0.014 ^{**}	69463 ^{**}	12297328.2 ^{**}	0.41 ^{ns}	402.33 ^{**}	2346.12 ^{ns}	72.3 ^{**}	0.64 ^{**}	420.98 ^{**}	66.12 ^{**}	72 ^{**}	110.01 ^{**}	1	F6 vs DH
0.0015	499886	797748.8	0.15	1.6	922	4.94	0.045	2.213	0.51	4.3	4.39	51	خطا Error
13.38	24	22.1	10.47	20.7	15.3	8.5	8	9.93	3.42	5.1	5.7		ضریب تنوع ژنتیکی (GCV)
14.43	29.5	23	12.9	21.2	17.6	9.1	8.1	9.95	3.43	5.3	5.9		ضریب تنوع فنوتیپی (PCV)
86	61	80	65	98	75.5	88.6	98.8	99.5	99.2	95	95.3		وراثت پذیری (درصد) 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 triticales genotypes

شاخص برداشت Harvest Index (%)	عملکرد دانه Grain yield (Kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (Kg.ha ⁻¹)	وزن دانه در سنبه Grain weight. spike ⁻¹ (g)	تعداد دانه در سنبه No. of grain. spike ⁻¹	تعداد سنبه در واحد سطح No. of spike. m ⁻²	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	طول سنبه Spike length (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	روز تا سنبه دهی Days to heading	روز تا گرده افشانی Days to anthesis	روز تا رسیدگی Days to maturity	ژنوتیپ Genotype
28.7h	3025.2h	10755.0hi	2.3cd	60.6h	125.2g	35.5d-g	11.3f	109.9c	76.5ef	83.5d	11.7g	1
44.3ab	5851.1bc	13178.6de	2.7bcd	73.6c	209.2ab	36.7c-f	12.3cd	110.1c	72.5g	79.5e	109.7i	2
43.6abc	3301.8gh	7563.7k	2.2d	53.8j	147.7efg	33.4gh	11.3f	109.4c	82.0d	88.5bc	118.5e	3
35.9d-g	364.4fgh	10086.3ij	2.2d	57.9i	143.2fg	34.2e-h	11.7e	110.0c	81.0d	88.5bc	119.0de	4
30.5gh	4089.3fgh	1326.2de	2.5bcd	42.4mn	165.7c-g	35.7d-g	13.6a	111.3c	82.0d	89.0bc	120.0cd	5
29.4h	3554.1fgh	11877.5fgh	2.3cd	68.4e	150.7d-g	29.3i	12.2d	110.4c	80.0d	87.0c	118. e	6
27.7h	3477.2fgh	12399.5efg	2.4bcd	68.8e	144.7fg	34.4e-h	11.6ef	131.7b	89.0ab	95.7a	121.2b	7
27.3def	5591.0c	14902.3c	2.6bcd	67.1ef	201.0abc	40.3b	11.6ef	141/9a	82.0d	88.7bc	121.0bc	8
40.2a-e	7180.4a	17774.9a	2.9ab	84.9a	225.0a	37.0cde	11.3f	130.5b	82.0d	88.7bc	120.0cd	9
32.8fgh	2631.1h	9316.6j	2.2d	43.4m	132.7fg	35.9d-g	12.5cd	111.2c	80.7d	87.5c	117.0f	10
38.4c-f	4338.3def	11272.1ghi	2.2d	63.3g	174.0b-f	32.1hi	10.3g	110.7c	76.2f	83.0d	114.2h	11
36.5def	3451.1fgh	9352.8j	2.5bcd	51.9k	138.7fg	36.0d-g	11.3f	110.1c	85.0c	91.0b	119.0de	12
41.0a-b	5299.2cd	12807.8ef	2.5bcd	46.4l	189.7a-e	36.8c-f	12.6c	110.8c	80.0d	87.5c	118.5e	13
38.7b-e	5701.2 bc	14616.9c	2.8bc	65.3f	189.0a-e	38.4bcd	12.3d	130.9b	79.2de	86.5c	118.5e	14
35.4d-g	5072.4cde	14264.4cd	2.2d	41.1n	192.5a-d	44.3a	10.2g	131.5b	80.2d	87.5c	119.2de	15
35.1efg	6606.7ab	187670.9a	2.9ab	80.8b	212.2b	37.9bcd	13.0b	104.1d	87.0bc	89.0bc	120.0cd	16
40.6a-e	6660.2ab	16327.7b	3.4a	70.7b	192.7a-d	39.3bc	13.6a	101.7e	89.7ab	97.7a	127.7a	17
44.6a	5532.2c	12518.7efg	2.7bcd	72.0cd	193.5a-d	33.9fgh	13.0b	110.3c	91.0a	97.5a	127.5a	18

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

لاین دابل‌هپلوئید 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 دابل‌هپلوئید 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 دابل‌هپلوئید شماره ۱۰ با میانگین ۲۶۳۱ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشتند. میانگین عملکرد دانه رقم دابل‌هپلوئید الینور ۳۴۵۱ کیلوگرم در هکتار بود. لاین‌های دابل‌هپلوئید 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. در نتیجه، 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 فنوتیپی و ژنتیکی تعداد روز تا سنبله‌دهی با تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک مثبت و بسیار معنی‌دار بود ($r_p = 0.96, 0.86, 0.83$) (جدول ۳). 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. زنجیرسی 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 بیشتری نسبت به لاین‌های دابل‌هپلوئید با میانگین ۵۹/۵ دانه در سنبله داشتند. لاین دابل‌هپلوئید شماره ۱۷ 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 ۹۹/۷ و ۷۵/۵ 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 دابل‌هپلوئید 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 دابل‌هپلوئید 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 دابل‌هپلوئید 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 دابل‌هپلوئید با میانگین ۳۸ درصد، شاخص برداشت بالاتری نسبت به لاین‌های F6 با میانگین ۳۴ درصد داشتند. محاسبه میزان تنوع ژنتیکی و فنوتیپی 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 فنوتیپی و ژنوتیپی بین صفات مختلف در لاین‌های تریتیکاله (df=۱۶)

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 افشانی	-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

ns: غیر 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 ژنوتیپی و اعداد زیر قطر جدول مربوط به ضرایب همبستگی فنوتیپی برای صفات گیاهی می باشند

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			r_g
		اثر غیر مستقیم			
		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

(R)= 0.5 باقیمانده

Direct effects are shown above the diagonal

اثرهای مستقیم روی قطر نشان داده شده‌اند

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

در تجزیه رگرسیون مرحله ای 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 ۹۱/۸ 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 ۹۸/۶ 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 می رسد 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 لاین های دابل هاپلوئید از نظر صفات گیاهی نسبت به لاین های F6 برتری داشتند. بنابراین از دو صفت تعداد سنبله در واحد سطح و وزن دانه در سنبله می توان به عنوان معیار گزینش در برنامه های به نژادی 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 معنی دار بود. همبستگی ارتفاع بوته با وزن هزاردانه مثبت و معنی دار ($r_p = 0/4$) بود. به نظر می رسد که لاین هایی با ارتفاع بوته بلندتر، سهم بیشتری در تأمین مواد فتوسنتزی برای دانه ها 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 معنی داری 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 می یابد، ولی نسبت این افزایش در مورد عملکرد بیولوژیک به مراتب بیشتر از افزایش در شاخص برداشت است.

در مجموع می توان استنباط کرد که عملکرد دانه بالا به رشد سبزینه ای خوب و گیاهانی با قدرت رویشی مناسب بستگی دارد. سیادت و همکاران (Siadat et al., 1998) در آزمایشی روی تریتیکاله، وجود همبستگی مثبت و معنی دار 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 triticales under greenhouse hydroponic conditions. *Euphytica*. 126: 219-225.
- Bakhtiar, F. and R. Bozorgipour. 2000.** Investigation of bread making quality in dobled 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

http://www.fao.org/faostat

- 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 triticales anther culture. *Plant Sci.* 150: 77-84.
- Khodarahmi, M., A. Amini and M. R. Bihamta. 2006.** Correlation and path analysis of grain yield in triticales. *Iranian J. Agric. Sci.* 37: 77-78. (In Persian with English abstract).
- Oettler, G. 2005.** Centenary review. The fortune of a botanical curiosity- triticales: 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 triticales under Mediterranean environment. *Plant Breed.* 118: 365-367.
- Saleem, U., I. Khaliq, T. Mahmood and M. Rafeque. 2006.** Phenotypic and genotypic correlation coefficients between yield and yield components in wheat. *J. Agric. Res.* 44: 1-7.
- Siadat, A., A. F. Ghouschi 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 triticales 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 triticales 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 agronomic 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.