ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار

میرعبداله محمدی اقدم[1]، صفر نصراله‌زاده[2]، سید ابوالقاسم محمدی[3] *

تاریخ دریافت: 90/2/28 تاریخ پذیرش : 90/40/30

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- دانشیار، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

3- استاد، گروه به نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه E-mail: mohammadi@tabrizu.ac.ir

چکیده

گندم مهمترین گیاه زراعی کشور می‌باشد که خود کفایی در آن یکی از سیاست‌های کلی بخش اقتصادی و تامین امنیت غذایی کشور است. با وجود تلاش‌های انجام شده میانگین عملکرد گندم در کشور با میانگین جهانی آن فاصله دارد. در این راستا، به‌منظور شناسایی لاین‌های گندم پرمحصول با خصوصیات مطلوب و تعیین صفات مناسب به‌عنوان شاخص انتخاب، 180 لاین اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام نورستار (پاییزی) و زاگرس (بهاری) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار ارزیابی شدند. در طی آزمایش، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، طول سنبله، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته و زمستان گذرانی ارزیابی شدند. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر کلیه صفات مورد بررسی به غیر از زنده‌مانی زمستانی بین لاین‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت و در جمعیت برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، ارتفاع بوته و طول سنبله تفکیک متجاوز مشاهده شد. براساس تجزیه علیت، صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع با اثر مستقیم مثبت روی عملکرد دانه، حدود 93/2 درصد تغییرات این صفت را تبیین کردند. با توجه به وراثت پذیری بالای این صفات نسبت به عملکرد دانه می‌توان از آنها به‌عنوان شاخص‌های گزینشی در انتخاب لاین‌های پرمحصول استفاده کرد. براساس عملکرد دانه در مترمربع، 14 لاین نسبت به والد نورستار (والد پرمحصول) برتر بودند که با توجه به خصوصیات مطلوب این لاین‌ها می‌توان از آن‌ها در آزمایش‌های ناحیه‌ای جهت انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت، عملکرد دانه، گندم نان، لاین اینبرد نوترکیب

Evaluation of Yield and Yield Components in Bread Wheat Recombinant Inbred Lines Population Derived from a Cross Between Norstar and Zagros Varieties

MA Mohammadi Agdam[1], S Nasrolahzade[2] and SA Mohammadi[3*]

Received: 18 May 2011 Accepted: 21 July 2011
[1]MSc. Student, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Univeristy of Tabriz, Iran
[2]Assoc Prof, Dept of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, Univeristy of Tabriz, Iran
[3]Prof, Dept of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Univeristy of Tabriz, Iran
*Corresponding author: E-mail: mohammadi@tabrizu.ac.ir

Abstract

Wheat is the most important crop plant in Iran and self sufficiency in wheat production is one of the economical and food safety policies in the country. In spite of efforts have been carried out in this area, the mean of wheat yield in Iran is less than its world average. To identify high yielding wheat lines with optimal characteristics and determination of traits to use as selection index, 180 recombinant inbred lines derived from a cross between Norstar (winter wheat) and Zagros (spring wheat) cultivars were evaluated in a randomized complete block design with two replications. During the experiment, grain yield, number of grain per spike, 1000 grain weight, spike length, number of fertile tiller, plant height and winter survival were measured. Analysis of variance revealed significant differences among the lines for all the studied traits except winter survival and transgressive segregation was observed for grain yield, number of grain per spike, number of spike per m^2, plant height and spike length. In path analysis, 1000 grain yield, number of grain per spike and number of spike per m^2 with positive direct effects on grain yield determined about 93.2 درصد of this trait variation. Considering high heritability of these characters compared with grain yield, they could be use as indices in selection of high yielding lines. Based on grain yield per m^2, 14 lines were superior to Norstar (high yielding parent). Considering optimal characteristics of these lines, they could be evaluated at multi-environment experiments for selection of high yielding genotypes.

Keywords: Bread wheat, Grain yield, Path analysis, Recombinant inbred lines

مقدمه

گندم جزء اصلی غذای نزدیک به دو میلیارد نفر یعنی36 درصد جمعیت جهان است و حدود 55 درصد کربوهیدرات و20 درصد کالری مصرفی مردم در دنیا از گندم و فرآورده های آن تامین می‌شود (حسن و خالیق 2008، سامی و همکاران 2010). در سال 2009، گندم با تولید 655 میلیون تن، رتبه اول سطح زیر کشت گیاهان زراعی را داشت. ولی علیرغم تلاش‌های انجام شده، بدلایلی مانند تغییر آب و هوا در اغلب مناطق جهان و گرم شدن کره زمین، میزان تولید گندم در سال 2009 نسبت به سال 2008، پنج درصد کاهش نشان داد (فائو 2009). در ایران نیز گندم پرتولیدترین گیاه زراعی و محصولی استراتژیک است و منبع اصلی انرژی و کالری دریافتی جمعیت را تشکیل می‌دهد. سطح زیر کشت و میزان تولید این گیاه در کشور بر اساس آمار سال 88-1387 به ترتیب 6647368 هکتار و 13484465 تن بوده است (وزرات جهاد کشاورزی 1388).

رشد روزافزون جمعیت جهان و قرار داشتن بخش‌های زیادی از نواحی کشت گندم در اقلیم‌های نامساعد و پرتنش، لزوم بهبود تولید و کشت ارقام پرمحصول مقاوم را بیشتر کرده است. علاوه بر این، تولید گندم در مناطقی با میزان عملکرد بالا نیز متناسب با افزایش نیاز جمعیت جهان نیست. بنابراین، افزایش تولید آن یکی از چالش‌های مهم و از اهداف اصلی بخش کشاورزی در کشورهای مختلف می‌باشد. مقایسه میانگین عملکرد گندم آبی و دیم کشور با میانگین عملکرد جهانی گندم نیز نشان می‌دهد که میانگین عملکرد گندم کشور با میانگین جهانی آن (2901/2 کیلوگرم در هکتار) فاصله دارد و پایین بودن میانگین عملکرد گندم هنوز کلیدی‌ترین و مهم‌ترین نقطه ضعف تولید گندم در ایران به شمار می‌آید (اسمعیل‌زاده مقدم و همکاران 2009).

با توجه به محدودیت زمین‌های قابل کشت، تولید ارقام پرمحصول راهکار اصلی افزایش تولید گندم است. در این راستا از صفات فیزیولوژیک و موفولوژیک به علت وجود تنوع ژنتیکی بالای آنها در جمعیت‌های مختلف، همبستگی با عملکرد دانه و وراثت پذیری بالا می‌توان به عنوان شاخص‌های گزینش در کنار روش‌های نوین مولکولی در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر استفاده کرد (پییر و همکاران 2010).

عملکرد دانه صفتی پیچیده است که تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد. بهبود این صفت می‌تواند بر اساس گزینش غیرمستقیم برای اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مرتبط با آن در نسل‌های در حال تفرق انجام گیرد. بدلیل پیچیدگی و رابطه منفی بین برخی از اجزای عملکرد، دست‌یابی به عملکرد بالا زمانی حاصل خواهد شد که ترکیب مناسبی از اجزای عملکرد و صفات مرتبط مد نظر قرار گیرند (چاندرا و همکاران 2004). صفاتی مانند زمان رسیدگی، ارتفاع بوته، دوره پر شدن دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و صفات فیزیولوژیک مانند زاویه و اندازه برگ، دمای برگ و هدایت روزنه‌ای از جمله اجزای تاثیر گذار بر عملکرد دانه می‌باشند که می‌توانند به عنوان شاخص گزینش برای عملکرد بالا مورد استفاده قرار گیرند (محمدی و همکاران 2008).

از جمله اجزای تاثیر گذار بر عملکرد دانه گندم، وزن هزار دانه است که در مقایسه با سایر اجزای عملکرد، پایداری فنوتیپی و وراثت پذیری بالا دارد و گزینش ژنوتیپ‌هایی با وزن هزار دانه بیشتر می‌تواند در افزایش عملکرد موثر باشد (کومار و همکاران 2006). برخی خصوصیات سنبله مانند تعداد سنبلچه در سنبله رابطه مستقیم با تعداد دانه در سنبله دارد. محدودیت آب در زمان گرده افشانی ممکن است با کاهش تعداد سنبلچه یا کاهش باروری سنبلچه‌ها عملکرد گندم را کاهش دهد. بنابراین، گزینش برای تعداد سنبلچه یا تعداد دانه بیشتر نیز در انتخاب ارقام پرمحصول موثر خواهد بود (مورال و همکاران 2003). هر چند که تعداد سنبلچه در افزایش عملکرد دانه نقش دارد ولی همه گلچه‌ها بارور نیستند و تعداد گلچه‌های بارور سنبلچه رابطه مستقیم و معنی‌داری با عوامل اکولوژیک و ژنوتیپ دارد. عقیمی سنبله تحت تاثیر شرایط محیطی و تغذیه گیاه قرار می‌گیرد (زچویچ و همکاران، 2009). زمانی که گندم در شرایط تنش قرار می‌گیرد، تغذیه نامناسب موجب ضعف گلچه‌های و

عقیمی آنها می‌شود. در یک سنبله، سنبلچه‌های پایینی و بالائی اغلب عقیم هستند و در خود سنبلچه هم گلچه‌های سوم اکثراً عقیم و گل چهارم معمولاً عقیم است. سرمای بهاره نیز باعث عقیمی گل‌ها می‌شود (ایورت و هونرمایر 1999).

با توجه به کاهش تنوع ژنتیکی در مواد اصلاح شده، انجام تلاقی بین ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات مکمل از روش‌های متدوال برای تولید جمعیت‌های در حال تفرق و ایجاد نوترکیبی‌های جدید برای رسیدن به صفات مطلوب و عملکرد بالا است. جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب که از طریق خودگشنی گیاهان F_2 حاصل از تلاقی دو لاین طی چند نسل (معمولاً تا نسل F_8 یا F_9) تولید می‌شود از جمله چنین جمعیت‌هایی می‌باشد. افراد این جمعیت بعلت پشت سر گذاشتن چند چرخه میوزی قبل از رسیدن به هموزیگوتی، دارای ترکیبات متفاوت از ژن‌های والدینی بوده و از نظر صفات مختلف ممکن است نسبت به والدین خود برتر باشند. بنابراین، جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب دارای کاربردهای مختلف ازقبیل ایجاد تنوع برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، تهیه نقشه‌های ژنتیکی و مکان‌یابی ژن‌های کنترل کننده صفات مختلف می‌باشند. با توجه به هوموزیگوت بودن این لاین‌ها می‌توان از آنها در آزمایشات تکراردار استفاده کرد (یانگ 2000).

هدف این تحقیق ارزیابی لاین‌های اینبرد نوترکیب حاصل از تلاقی ارقام گندم نان نورستار و زاگراس از نظر عملکرد و اجزای عملکرد جهت شناسایی لاین‌های پرمحصول با صفات مطلوب و نیز تعیین صفات مناسب بعنوان شاخص انتخاب بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

مواد گیاهی مورد استفاده شامل 180 لاین اینبرد نوترکیب حاصل از تلاقی ارقام گندم نان نورستار و زاگرس است. نورستار رقمی با تیپ رشدی زمستانی می‌باشد که در دهه 80 در ساسکاچوان کشور کانادا معرفی شد. این رقم به عنوان رقم استاندارد مقاوم به سرما و یخزدگی در اکثر تحقیقات استفاده می شود و میزان مقاومت به یخزدگی آن بسته به شرایط خوگرفتگی، بر مبنای LT_{50}، 24/5°C- تا 31°C- گزارش شده است (لیمین و فاولر 1983 و 1993). این رقم جزو ارقام پا بلند بوده و ارتفاع آن بین110 تا 130 سانتی‌متر است. نورستار به بیماری‌های زنگ زرد و قهوه‌ای حساس بوده و از نظر مقاومت به خوابیدگی نیز رقمی حساس بشمار می‌رود. میانگین عملکرد آن در مناطق مختلف 4/24 تن در هکتار می‌باشد.

زاگرس با شجره Tan "S"/Vee" // Opata از مواد گیاهی دریافتی از موسسه بین‌المللی ایکاردا[1] انتخاب شده است. این رقم دارای تیپ رشدی بهاری، مقاوم به خشکی و گرمای آخر دوره رشد بوده و متوسط عملکرد آن در شرایط مطلوب دیم 3/57 تن در هکتار با وزن هزار دانه 36 گرم می‌باشد. زاگرس با ارتفاع حدود 90-85 سانتی‌متر نسبت به خوابیدگی مقاوم است. رنگ دانه آن قهوه‌ای، مقاوم به ریزش دانه، نژادهای موجود عامل بیماری‌های زنگ زرد و قهوه‌ای و سایر بیماری‌های برگی است. این رقم جزو زودرس‌ترین ارقام است و برگ پرچم آن پس از 7 هفته ظاهر می‌شود. زاگرس به عنوان یک رقم حساس به سرما دارای 3- = LT_{50}است (حسین‌پور و همکاران 1381).

ارزیابی مزرعه‌ای

آزمایش در مزرعه‌ای واقع در روستای اورتاکند از توابع شهرستان شوط با طول جغرافیایی 47 درجه و 75 دقیقه، عرض جغرافیایی 43 درجه و 44 دقیقه و ارتفاع از سطح دریای 951 متر اجرا شد. خاک مزرعه از نوع رسی لومی بوده و زمین آزمایش در سال قبل زیر کشت آفتابگردان بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار انجام گردید. کود مورد استفاده شامل 100 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و 50 کیلوگرم در هکتار اوره در موقع کاشت و اوره به‌صورت سرک در دو مرحله پنجه زنی و آبستنی به مقدار 50 کیلوگرم در هکتار بود. هر ژنوتیپ در چهار ردیف پنج

[1] ICARDA

متری با فاصله ردیف 15 سانتی‌متر و فاصله بوته پنج سانتی‌متر با عمق چهار سانتی‌متر در هر تکرار کشت می‌شود. عملیات کاشت، داشت و برداشت مطابق روش‌های استاندارد کشت گندم اعمال شد. آبیاری به صورت بارانی بود. صفات مورد ارزیابی شامل عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، اندازه سنبله، تعداد پنجه بارور و خسارت زمستانی بود. خسارت زمستانی با شمارش تعداد بوته‌ها در پاییز و بهار وتعیین درصد بوته‌های زنده از بین رفته در هر ژنوتیپ اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که سرمای بهاری نیز در بهار سال 1389 رخ داد. با توجه به اپیدمی طبیعی زنگ زرد در سال 1389، مقاومت لاین‌ها برای این بیماری نیز ارزیابی گردید.

تجزیه‌های آماری

قبل از تجزیه داده‌ها، مفروضات تجزیه واریانس شامل نرمال بودن خطاهای آزمایشی، یکنواختی واریانس‌ها و غیرافزایشی بودن اثرهای تیمار و تکرار بررسی شد. به منظور تثبت خطای نوع اول، ابتدا تجزیه واریانس چند متغیره انجام گردید. تجزیه واریانس تک متغیره بر اساس مدل طرح بلوک‌های کامل انجام و رابطه بین صفات بر اساس ضرایب همبستگی خطی و صفات تاثیر گذار بر عملکرد دانه با استفاده تجزیه رگرسیون چندگانه و تجریه علیت تعیین گردیدند.

نتایج و بحث

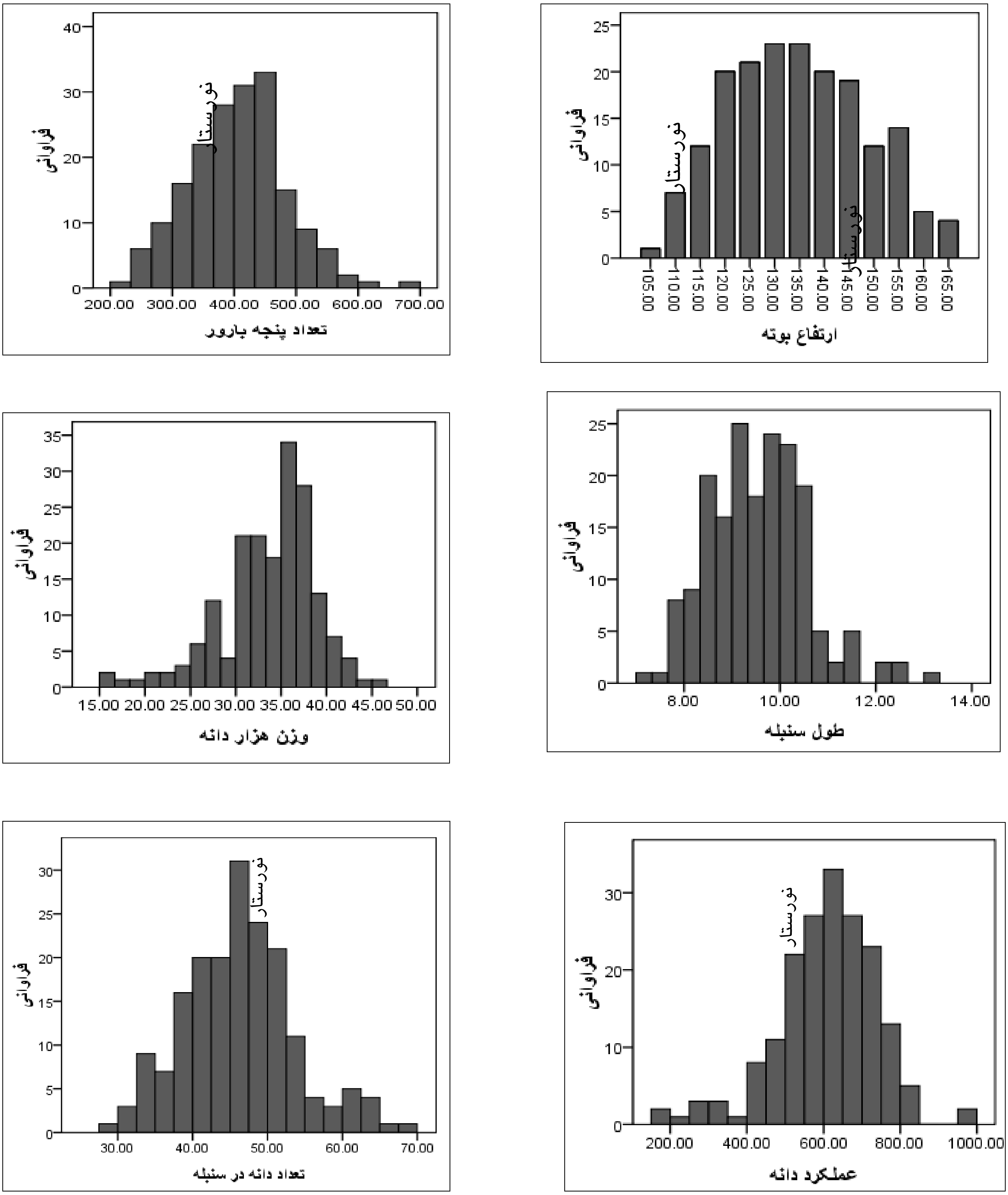
تجزیه واریانس و توزیع فنوتیپی صفات

در تجزیه واریانس چند متغیره و براساس هر سه آزمون Pillai's Trace، Wilks' Lambda و Hotelling's Trace اختلاف بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود که نشان می‌دهد حداقل از نظر یکی از صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. نتایج تجزیه واریانس ساده نیز نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد بررسی به جز خسارت زمستانی تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول 1). سفالیان (1386) نیز از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول پدانکل، طول سنبله اصلی، تعداد سنبلچه در سنبله و زمان رسیدگی فیزیولوژیک بین افراد این جمعیت در نسل F_3 و زنده‌مانی زمستانی در نسل F_4 اختلاف معنی‌دار مشاهده کرد. عدم وجود اختلاف معنی‌دار لاین‌های اینبرد نوترکیب از نظر خسارت زمستانی در مطالعه حاضر ممکن است به علت گزینش لاین‌های مقاوم به سرما در نسل‌های اولیه باشد.

جدول 1- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام نورستار و زاگرس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	خسارت زمستانی
تکرار	1	26/53*	33/12	12106/88	894/37	1404/33	260775/29	13/35
ژنوتیپ	180	3/85	2/10	12458/98	54/37	111/62	34818/88	0/40
خطا	180	0/49	0/91	7040/64	9/72	27/27	12735/99	0/63
ضریب تغییرات (درصد)		5/21	10/03	20/70	9/28	11/34	18/55	45/79
وراثت پذیری		0/87	0/57	0/43	0/82	0/76	0/63	-

* کلیه منابع تغییر بجز اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای خسارت زمستانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند.



شکل1- توزیع فنوتیپی صفات مورد مطاله در جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل ازتلاقی ارقام نورستار و زاگرس

شکل 1 توزیع فنوتیپی صفات مورد مطالعه را نشان می‌دهد. میانگین عملکرد دانه لاین‌ها 761/50 با دامنه 153/50-972/50 گرم در مترمربع بود و نوستار عملکرد دانه برابر با 761/50 گرم در مترمربع داشت. تنوع بالایی از نظر عملکرد دانه در جمعیت مشاهده شد، بطوریکه تفاوت بین حداکثر و حداقل عملکرد دانه 819/00 گرم در مترمربع بود. با توجه به اینکه زاگرس رقمی بهاره است، بنابراین خصوصیات آن در این مطالعه مد نظر قرار نگرفت. تفکیک متجاوز مشاهده شده نسبت به نورستار نشان‌دهنده ترکیبات اللی مناسب والدین در جمعیت بود که می‌توانند در تولید و گزینش لاین‌های پرمحصول استفاده شود. عملکرد دانه بازتابی از توانمندی گیاه در فعالیت‌های رویشی و زایشی است. لاین‌هایی که توانایی پر کردن بیشتر دانه و در نتیجه عملکرد دانه مناسبی دارند در واکنش‌های خود با محیط موفق‌تر عمل می‌کنند و توانایی بیشتر در تحمل تنش‌های محیطی از خود نشان دادند (کواری و همکاران 2006). وزن هزار دانه افراد جمعیت بین 15/00 تا 43/50 با میانگین 33/51 گرم متغیر بود. نورستار با وزن هزار دانه برابر با 45/00 گرم نسبت به کلیه افراد جمعیت برتری داشت. اگرچه وزن هزار دانه از جمله اجزای اصلی عملکرد دانه در گندم با وراثت پذیری بالا است (0/82) ولی تحت تاثیر اجزای دیگر از قبیل تعداد و اندازه سنبله می‌باشد (ژانگ و همکاران 2009). گزارش شده است که گزینش تنها بر اساس وزن هزار دانه کارآ نیست. برخی ارقام علی‌رغم داشتن دانه‌های کوچک دارای تعداد دانه در سنبله، سنبله و سنبلچه بیشتری در واحد سطح هستند که این کاهش در اندازه دانه را جبران می‌کند. بنابراین، در گزینش ارقام با وزن هزار دانه بیشتر باید سایر ویژگی‌های سنبله نیز مد نظر قرار گیرد. محققین متعدی از تغییرات وزن هزار دانه بعنوان معیاری برای گزینش ژنوتیپ‌های پرمحصول و نیز ارزیابی پاسخ به تنش خشکی استفاده کردند (کوباتا و همکاران 1992، کوچکی و همکاران 1385، مونیری 2007، گورمانی و همکاران 2007، احمدی و بائلیان 2008، نوری قنبلانی و همکاران 2009). میانگین تعداد دانه در سنبله برابر 46/05 با دامنه 69/00–27/50 و مقدار این صفت در رقم نورستار برابر با 47/00 بود. تنوع بالا برای تعداد دانه در سنبله و نیز تفکیک متجاوز نسبت به نورستار نشان‌دهنده تفاوت ژن‌های والدینی در مکان‌های کنترل کننده این صفات و ترکیب الل‌های مطلوب والدینی در نتایج است. از نظر تعداد سنبله در متر مربع نیز تنوع بالایی بین لاین‌های اینبرد نوترکیب وجود داشت. میانگین این صفت در جمعیت، 405/53 و دامنه تغییرات آن 213/50-694/50 بود. نورستار تعداد سنبله در متر مربع برابر با 359/00 داشت. از نظر ارتفاع بوته، تغییرات افراد جمعیت در دامنه 105 تا 165 با میانگین 134/6 سانتی‌متر بود و زاگرس ارتفاعی برابر با 110 سانتی‌متر داشت.

در جدول 2 خصوصیات 14 لاین اینبرد نوترکیب با عملکرد بیشتر از نورستار آورده شده است. لاین شماره 1 با عملکرد دانه 972/50 گرم در مترمربع، حداکثر تعداد دانه در سنبله (61/50) و طول سنبله (12/15 سانتی‌متر)، با زنده‌مانی زمستانی 100 درصد و عدم خوابیدگی بوته برترین لاین اینبرد نوترکیب بود. این لاین دارای مقاومت 100 درصد به زنگ زرد بود و آلودگی به این بیماری در آن مشاهده نشد. لاین شماره 144 به عنوان دومین لاین برتر نیز خصوصیات مطلوبی مانند تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع وطول سنبله بیشتر و عدم خوابیدگی ازجمله لاین‌های امید بخش است ولی این لاین حساست نسبی به زنگ زرد نشان داد و تعدادی از بوته‌های آن در نتیجه سرما بخصوص سرمای بهاری آسیب دید. با توجه به خصوصیات کلی، 15 لاین آورده شده در جدول 2 می‌توانند به‌عنوان لاین‌های امید بخش جهت آزمایشات ناحیه‌ای برای تولید ارقام پرمحصول مطلوب معرفی شوند.

تجزیه همبستگی و علیت

همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد سنبله در متر مربع (0/510)، وزن هزار دانه (0/622) و تعداد دانه در سنبله (0/180) مشاهده شد، هرچند ارتباط چندان قوی نبود. تعداد دانه در سنبله با طول سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار و با تعداد سنبله در متر

جدول 2- خصوصیات 15 لاین اینبرد نوترکیب برتر از والد نورستار از نظر عملکرد دانه

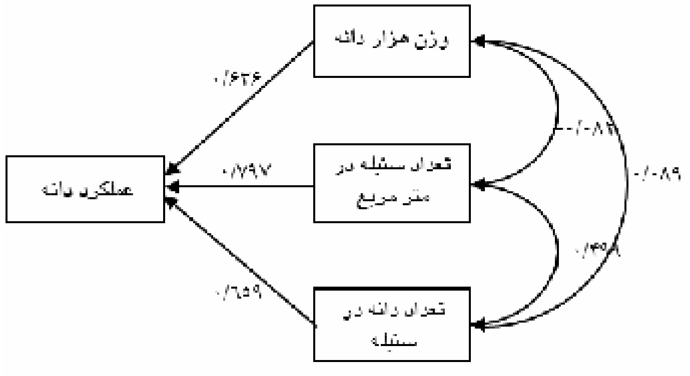
ژنوتیپ	عملکرد دانه در متر مربع	درصد خسارت زمستانی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	ارتفاع بوته	طول سنبله
1	972/50	0/00	35/50	61/50	447/00	110/0	12/15
144	966/50	10/03	31/00	55/00	566/50	120/0	10/10
32	833/50	5/09	37/00	49/00	469/00	135/0	10/00
123	833/00	4/76	36/50	53/50	428/50	145/0	9/15
104	832/50	9/83	38/50	46/00	473/00	130/0	10/45
49	822/00	10/00	35/00	48/50	497/00	115/0	9/90
169	801/50	7/38	35/50	37/00	619/50	145/0	9/75
165	797/50	9/92	34/00	50/00	467/50	140/0	9/70
178	794/50	7/63	32/00	46/00	551/50	150/0	10/60
140	792/50	7/84	38/50	45/00	455/50	150/0	9/95
126	788/50	2/63	33/50	46/00	514/50	135/0	8/35
162	781/00	7/24	35/00	47/50	473/00	120/0	11/00
77	779/00	9/80	38/00	44/00	477/00	110/0	9/25
129	778/50	7/39	35/00	52/00	428/50	140/0	9/60
نورستار	761/50	0/00	45/00	47/00	359/00	110/0	9/50

جدول 3- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطاله در جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان

	خسارت زمستانی	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در متر مربع	طول سنبله
ارتفاع بوته	-0/172*	0/009	0/024	0/013	-0/200	0/130
طول سنبله	-0/128	0/045	0/416**	-0/264**	-0/114	
تعداد سنبله در متر مربع	-0/196**	0/520**	-0/499**	0/082		
وزن 1000 دانه	0/169*	0/623**	-0/118			
تعداد دانه در سنبله	0/023	0/186*				
عملکرد دانه	-0/065					

مربع همبستگی منفی و معنی‌دار داشت (جدول 3). برای تعیین اثر صفات مورد مطالعه بر عملکرد دانه از رگرسیون چند متغیره گام به گام استفاده شد. وزن هزار دانه اولین متغیر وارد شده به مدل با حدود 38/5 درصد تبیین تغییرات عملکرد دانه بود. در مرحله بعدی تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله وارد مدل شدند. این سه متغیر در مجموع حدود 93/2 درصد واریانس عملکرد دانه را تبیین کردند. تعداد سنبله در مترمربع را به عنوان جزء مهم در افزایش عملکرد دانه معرفی شده است (ماس و همکاران 1996، محسین و همکاران 2003).

نتایج تجزیه علیت نشان داد که وزن هزار دانه، تعداد



شکل 2- دیاگرام تجزیه علیت عملکرد دانه و اجزای آن

سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله به ترتیب دارای اثرهای مستقیم 0/636، 0/797 و 0/659 روی عملکرد دانه بودند. اثرهای غیر مستقیم ناچیز وزن هزار دانه از طریق تعدادسنبله در متر مربع (0/065-) و تعداد دانه در سنبله (0/059) نشان داد که همبستگی آن با عملکرد دانه عمدتاً توسط اثر مستقیم این صفت تبیین می‌شود. بنابراین، وزن هزار دانه یکی از اجزای اصلی افزاینده عملکرد دانه در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان است. تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله دارای اثرهای غیر مستقیم منفی و نسبتاً بالا (به ترتیب 0/329- و 0/398-) از طریق یکدیگر روی عملکرد دانه بودند. خان و دار (2010) نیز در بررسی رابطه عملکرد دانه و اجزای آن در گندم نان، تعداد پنجه بارور و وزن صد دانه را از اجزای مهم افزاینده عملکرد دانه بیان کردند. آن‌ها همبستگی منفی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله گزارش کردند ولی در مطاله ما این همبستگی مثبت و معنی‌دار بود و نشان می‌داد لاین‌های دارای تعداد دانه در سنبله بیشتر، عملکرد بالا داشتند. خوخار و همکاران (2010) تعداد روز تا ظهور سنبله و رسیدگی را نیز از اجزای تاثیر گذار بر عملکرد دانه گزارش نمودند و مشاهده کردند که که با افزایش ارتفاع، عملکرد کاهش می‌یابد. بیست و گاهالاین (2009) در بررسی روابط صفات مختلف در 264 گندم ژرم‌پلاسم کوماون هیمالیا با استفاده از تجزیه علیت، صفات روز تا رسیدگی، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، بیوماس، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله را از صفات تاثیر گذار بر عملکرد دانه معرفی کردند.

با توجه به تفاوت‌های فنوتیپی و زراعی والدین نورستار و زاگرس، لاین‌های اینبرد نوترکیب حاصل دارای تفرق بالا برای صفات مورد مطالعه بودند و از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی به غیر از وزن هزار دانه و زنده‌مانی زمستانی نسبت به والد نورستار تفکیک متجاوز مشاهده شد. عملکرد بالای 14 لاین نسبت به نورستار نشانگر ترکیبات اللی مطلوب والدین در این لاین‌های بود که می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های امید بخش برای تولید ارقام پرمحصول بررسی شوند. با توجه به وراثت‌پذیری بالای وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله و اثر مستقیم و قابل ملاحظه این صفات بر عملکرد دانه می‌توان از آن‌ها به‌عنوان شاخص‌های مناسب جهت انتخاب لاین‌های پرمحصول استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

حسین‌پور ط، حسینی س‌م، میرگوهر م، روستایی م، نارکی ف‌ا، کلاته م، مختارپور ح و پورحسنی ح، 1381. گندم زاگرس مناسب برای کاشت در شرایط دیم مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر. معاونت ترویج و نظام بهره‌برداری، دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی.

سفالیان ا، 1386. شناسایی مارکرهای مولکولی مرتبط با مقاومت به سرما در گندم نان. رساله دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

کوچکی ار، یزدان سپاس ا و نیکخواه حر. 1385. اثرتنش خشکی آخر فصل روی عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های گندم. مجله علوم زراعی ایران، جلد هشتم، شماره29، صفحات 14-1.

وزرات جهاد کشاورزی. 1388. آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (نتایج طرح آمارگیری نمونه‌های گندم و جو سال زراعی). معاونت امور برنامه ریزی، اقتصادی و بین المللی دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.

Ahmadi H and Baielan B, 2008. Heritability of drought tolerance in wheat. J. Agric. Environ. Sci. 3: 632-63.

Bist D and Gahalain SS, 2009. Interrelationships and path coefficient analysis in wheat germplasm of Kumaum Himalayas. Vegetos, 22: 135-142.

Chandra D, Islam MA and Barma NCD, 2004. Variability and interrelationship of nine quantitative characters in F_5 bulks of five wheat crosses. Pak. J. Biol. Sci., 6: 1040-1045.

Esmaeilzadeh Moghaddam M, Jalal Kamali, MR, Aghaee, M, Afshari F and Roustaii M, 2009. Status of Wheat and Wheat Rusts in Iran. In: R.A. McIntosh (ed.), Borlaug Global Rust Initiative 2009 Technical Workshop Proceedings. 17-20 March 2009. Cd. Obregon, Mexico: BGRI, pp. 155-158.

Ewert F and Honermeier B, 1999. Spikelet initiation of winter triticale and winter wheat in response to nitrogen fertilization. Europ. J. Agron., 11: 107-113.

FAO. 2009. FAOSTAT. http://Faostat.Fao.Org

Gurmani RUR, Khan SJ, Saqi ZA, Khan R, Shakeel A and Ullah M, 2007. Genetic evaluation of some yield and yield related traits in wheat. Pak. J. Agri. Sci. 44: 6-11.

Hassan SE and Khaliq I, 2008. Quantitative inheritance of some physiological traits for spring wheat under two different population densities. Pak. J. Bot., 40: 581-587.

Khan MH and Dar AN, 2010. Correlation and path analysis of some quantitative traits in wheat. African Crop Sci. J., 18: 9-14.

Khokhar MI, Hussain M, Zulkiffal M and Saberi W, 2010. Correlation and path analysis for yield and yield contributing characters in wheat (*Triticum aestivum* L.). Afr. J. Plant Sci., 4: 464-466.

Kobata TJ, Palta A and Saide MB, 1992. Rate of development of post-anthesis water deficit and grain filling of spring wheat. Crop Sci. 32: 1238-1242.

Kumar NP, Kulwal L, Balyan HS and Gupta PK, 2006. QTL mapping for yield and yield contributing traits in two mapping populations of bread wheat. Mol. Breed., 19: 163-177.

Limin AE and Fowler DB, 1983. Cold-Hardiness response of sequential winter wheat tissue segments to differing temperature regimes. Crop Sci., 32: 838-843.

Limin AE and Fowler DB, 1993. Inheritance of cold hardiness in *Triticum aestivum* x synthetic hexaploid wheat crosses. Plant Breed., 110: 103-108.

Maas, E.V., Leasch, S.M., Francois L.E. and Gtieve, C.M. 1996. Contribution of individual culms to yield of salt-stressed wheat. Crop Sci., 36: 142-149.

Mohammadi V, Zali AA and Bihamta MR, 2008. Mapping QTLs for heat tolerance in wheat. J. Agric. Sci. Technol., 10: 261-267.

Mohsin T, Khan N and Nasir Naqvi F, 2009. Heritability, phenotypic correlation and path coefficient studies for some agronomic characters in synthetic elite lines of wheat. J. Food Agric. Environ., 7: 278-282.

Moral LF, Rharrabti Y, Villegas D and Royo C, 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. Agron. J., 95: 266-274.

Munir M, Chowdhry MA and Malik TA, 2007. Correlation studies among yield and its components in bread wheat under drought conditions. Int. J. Agri. Biol. 2: 287-290.

Nouri-Ganbalani A, Nouri-Ganbalani G and Hassanpanah D, 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iran. J. Food. Agri. Environ. 7: 228-234.

Pierre CS, Crossa J, Manes Y and Reynolds MP, 2010. Gene action of canopy temperature in bread wheat under diverse environments. Theor. Appl. Genet., 120: 1107–1117.

Quarrie SA, Pekic Quarrie S, Radosevic R, Rancic D, Kaminska A, Barnes JD, Leverington M, Ceoloni C and Dodig D, 2006. Dissecting a wheat QTL for yield present in a range of environments: From the QTL to candidate genes. J. Exp. Bot. 26: 1-11.

Sami UA, Khan AS, Raza A and Sadique S, 2010. Gene action analysis of yield and yield related traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Int. J. Agric. Biol., 12: 125–128.

Young ND, 2000. Construction of plant genetic linkage map with DNA markers, In: R.L. Phyllips and J.K. Vasil, (eds), DNA-Based Markers in Plants. Kluwer Academic Publications. pp. 31-47.

Zečević V, Knežević D, Bošković J, Mićanović D and Dimitrijević B, 2009. Genetic and phenotypic variability of number of spikelets per spike in winter wheat. Kragujevac J. Sci., 31: 85-90.

Zhang LY, Liu DC, Guo XL, Yang WL, Sun JZ, Wang D and Zhang A, 2009. Distribution in genome of quantitative trait loci (QTL) for yield and yield-related traits in common wheat (*Triticum aestivum* L.). Theor. Appl. Genet. 119: 43-52.