به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی
دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۱۳۷-۱۴۹

ارزیابی لاین‌های خالص نوترکیب گندم نان از نظر برخی صفات زراعی و مورفولوژیکی

مهدی تقی‌زادگان[۱]، مجید نوروزی[۲]*، سعید اهری‌زاد[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز
۲. دانشیار گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز
۳. استاد گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۱/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۲۵

چکیده

به منظور شناسایی لاین های پرمحصول گندم با خصوصیات مطلوب زراعی، ۴۰ لاین خالص نوترکیب (نسل شش) گندم نان حاصل از تلاقی ارقام 'نوراستار' (پاییزه) و 'زاگرس' (بهاره) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و در سال زراعی ۱۳۹۲ ارزیابی شدند. صفات مورد اندازه گیری شامل وزن پدانکل، وزن میانگره دوم، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در کرت، زیست توده کل، عملکرد دانه، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول میانگره دوم، طول سنبله، شاخص برداشت، سطح برگ پرچم و عملکرد کاه بودند. بین لاین های مورد مطالعه از نظر همه صفات به‌جز وزن سنبله، سطح برگ پرچم و شاخص برداشت اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در کرت، زیست توده و عملکرد کاه از صفات مهمی بودند که تنوع ژنتیکی بالایی نسبت به سایر صفات داشتند. صفات وزن پدانکل، وزن میانگره دوم، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در کرت و وزن هزاردانه از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بودند. وزن پدانکل، وزن میانگره دوم و تعداد دانه در سنبله بیشترین درصد بازده ژنتیکی را داشتند. در مقایسه میانگین صفات در مقایسه میانگین صفات، لاین های ۹۳، ۲۸، ۲۹۶ و ۳۱ به عنوان برترین لاین‌ها شناسایی شدند. براساس تجزیه همبستگی ساده، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت، صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در کرت مهمترین اجزای مؤثر بر افزایش عملکرد دانه بودند. تجزیه خوشه ای از نظر کلیه صفات و براساس میانگین داده‌های استاندارد و روش Ward لاین‌های مورد مطالعه را به چهار گروه تقسیم‌بندی کرد. با انجام تجزیه به عامل‌ها، چهار عامل مهم، در حدود ۸۲ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند.

کلیدواژه‌ها: بازده ژنتیکی، تجزیه علیت، عملکرد دانه، وراثت‌پذیری.

* نویسنده مسئول Email: norouzi@tabrizu.ac.ir

مقدمه

گندم (با نام علمی *Triticum aestivum* L.) در سال‌های اخیر به‌دلیل افزایش رشد جمعیت و بروز بحران غذایی برای اکثر کشورها به‌ویژه کشورهای در حال توسعه و فقیر و مزایای مختلفی که در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی دارد، این گیاه را تبدیل به ابزار سیاسی اقتصادی کرده است. پیش‌بینی شده است تا سال ۲۰۲۰ میزان تقاضای گندم ۴۰ درصد افزایش پیدا کند، لذا افزایش سریع تولید گندم ضروری است [۱۱]. در این راستا، علوم مختلف جهت دستیابی به این هدف به کمک بخش کشاورزی آمدند که بی‌تردید یکی از کلیدی‌ترین آنان، اصلاح نباتات است [۸]. تنوع ژنتیکی اساس اصلاح نباتات و ماده خام و ضروری برای آن می‌باشد [۲۱]. با بالا رفتن تنوع ژنتیکی در یک جامعه، دامنه انتخاب، خواه طبیعی و خواه مصنوعی وسیع‌تر خواهد شد [۴].

گندم از نظر خصوصیات مختلف کمی و کیفی و سازگاری با عوامل محیطی و انواع مقاومت ها دارای تنوع ژنتیکی وسیعی می باشد. مطالعه تنوع ژنتیکی و تفکیک ژنوتیپ ها از طریق بررسی درجه شباهت و تفاوت تعدادی از نمونه امکان‌پذیر می گردد و شرط انجام آن، گروه‌بندی نمونه‌ها با استفاده از معیار تشابه یا عدم تشابه و نیز به‌کارگیری انواع مختلف روشهای آماری چندمتغیره است. تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های مناسب برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها است. علاوه بر استفاده از تنوع ژنتیکی توده‌های بومی و گونه های وحشی، پژوهشگران علاقمند به ایجاد تغییرات در داخل ارقام اصلاح شده نیز می باشند. بدین‌منظور، لاین‌های مختلف با ویژگی‌های مکمل را با هم تلاقی داده و در بین نتاج حاصل نسبت به بررسی تنوع ژنتیکی اقدام می‌شود. جمعیت‌های مصنوعی که بیشترین کاربرد مطالعاتی را در تنوع دارند، اغلب دو والد هموزیگوسی با هم تلاقی داده می شوند و جمعیت در حال تفرق F_2 (نظیر جمعیت لاین های هاپلوئید مضاعف، جمعیت لاین‌های خالص نوترکیب و جمعیت لاین‌های ایزوژن) تهیه می‌شود، یکی از انواع این جمعیت ها، جمعیت لاین های خالص نوترکیب[1] (RIL) است. RILها لاین های خالصی هستند که به روش بالک تک‌بذری از جمعیت F_2 با خودباروری های مکرر تولید می‌شوند یعنی مشتق شده از جمعیت F_2 است که هیچ گزینشی تا نسل هفت یا هشت صورت نمی گیرد و هدف این است که تمام ترکیب های مختلف آللی در نتاج وجود داشته باشد. در هنگام تولید، RILهای مورد مطالعه این آزمایش نیز هیچ‌گونه گزینش مصنوعی صورت نگرفته و تمامی نوترکیبی های دو والد تا خالص شدن نتاج حفظ گردیده است [۷].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تنوع ژنتیکی بین نسل ها از نظر صفات مورفولوژیکی و زراعی، شناسایی لاین های برتر از لحاظ عملکرد و سایر صفات مورد ارزیابی و نیز گروه‌بندی لاین ها از نظر صفات مورد مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی تبریز واقع در اراضی کرکج در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز با ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا، طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. آب و هوای منطقه از نوع نیمه خشک سرد کوهستانی می‌باشد. خاک سطحی ایستگاه جزو خاک‌های لومی - شنی بوده و دارای اسیدیته قلیایی ضعیف تا متوسط می‌باشد [۱].

مواد گیاهی مورد استفاده در این مطالعه، ۳۸ لاین خالص (نسل ۶) نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام

1. Recombinant Inbred Lines

'نوراستار' و 'زاگرس' به همراه والدین بود (جدول ۱). رقم 'نوراستار' در دهه ۸۰ در ساسکاچوان کانادا معرفی شد که مقاوم‌ترین رقم به سرما در دنیا محسوب می‌شود [۱۴]. از این رقم به عنوان ژنوتیپ استاندارد مقاوم به سرما و انجماد در اکثر تحقیقات استفاده می شود. 'نوراستار' به بهاره‌سازی طولانی نیاز دارد و مدت بهاره‌سازی آن بین ۲۱ تا ۴۹ روز است [۱۳]. حداقل پنج هفته بهاره سازی در دمای دو درجه سانتی‌گراد برای شروع نمو زایشی آن ضروری است. این رقم جزء ارقام پابلند بوده و ارتفاع آن بین ۱۱۰ تا ۱۳۰ سانتی متر است [۱۲]. رقم 'زاگرس' یک رقم بهاره است. این رقم با شجره Tan "S"/Vee"// Opata از مواد گیاهی دریافتی از مؤسسه بین‌المللی ایکاردا (انستیتو تحقیقات کشاورزی مناطق خشک) انتخاب شده است. رقم 'زاگرس' به خشکی و گرمای آخر دوره رشد متحمل است و همچنین دارای سازگاری وسیع و قابل مقایسه با ارقامی نظیر مارون به لحاظ برتری عملکرد و مقاومت بیشتر به بیماری زنگ زرد و قهوه‌ای است. این رقم جزو زودرس‌ترین ارقام به شمار می‌رود و برگ پرچم آن پس از هفت هفته ظاهر می‌شود. 'زاگرس' به عنوان یک رقم حساس است و دمای کشنده ۵۰ درصد آن منهای سه درجه سانتی‌گراد است. ارتفاع 'زاگرس' ۸۰ تا ۹۰ سانتی‌متر و نیمه پاکوتاه است. 'زاگرس' از نظر جمیع صفات، یک رقم قابل توصیه برای مناطق دیم است. این رقم از لحاظ مقاومت به سرما و نیز از نظر صفات زراعی با 'نوراستار' تفاوت قابل توجهی دارد [۲].

کاشت بذور پس از انجام شخم و عملیات دیسک در زمینی به سطح ۳۵۰ مترمربع انجام گرفت. در پژوهش حاضر، برای ارزیابی لاین های خالص نوترکیب گندم از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. هر تکرار شامل چهار کرت بود که در هر یک از آنها ۱۰ بذر خالص لاین گندم با توزیع تصادفی کشت شدند. هر واحد آزمایش، نیز متشکل از سه ردیف به طول دو متر و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها در روی ردیف دو و عمق کاشت بذور ۱/۵ سانتی متر و فاصله بین هر واحد آزمایش ۰/۵ متر درنظر گرفته شد. کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به میزان ۲۱۷/۴ کیلوگرم در هکتار (معادل ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و در سه مرحله (هنگام کاشت، ساقه‌دهی و گلدهی) در خاک مصرف شد.

جدول ۱. نام لاین‌های خالص نوترکیب گندم حاصل از تلاقی ارقام 'زاگرس' و 'نوراستار'

ردیف	شماره لاین	ردیف	شماره لاین	ردیف	شماره لاین	ردیف	شماره لاین
۱	زاگرس (1)	۱۱	RIL-45	۲۱	RIL-95	۳۱	RIL-206
۲	نورستار (2)	۱۲	RIL-46	۲۲	RIL-102	۳۲	RIL-225
۳	RIL-8	۱۳	RIL-51	۲۳	RIL-143	۳۳	RIL-239
٤	RIL-15	١٤	RIL-58	٢٤	RIL-145	٣٤	RIL-265
٥	RIL-23	١٥	RIL-62	٢٥	RIL-159	٣٥	RIL-281
٦	RIL-26	١٦	RIL-63	٢٦	RIL-163	٣٦	RIL-293
٧	RIL-27	١٧	RIL-68	٢٧	RIL-182	٣٧	RIL-296
٨	RIL-28	١٨	RIL-86	٢٨	RIL-183	٣٨	RIL-298
٩	RIL-31	١٩	RIL-93	٢٩	RIL-184	٣٩	RIL-300
١٠	RIL-32	٢٠	RIL-94	٣٠	RIL-195	٤٠	RIL-328

در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه، برخی از صفات زراعی مورفولوژیک مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند که عبارتند از:

ارتفاع بوته: در اوایل مرحله خمیری شدن دانه ها، در هر واحد آزمایشی ارتفاع ۱۰ بوته تصادفی، از سطح خاک (محل طوقه) تا انتهای سنبله اصلی (بدون درنظر گرفتن ریشک‌ها)، برحسب سانتی‌متر و با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

سطح برگ پرچم: برای تعیین سطح برگ پرچم ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و طول و بزرگترین عرض برگ پرچم مربوط به سنبله اصلی برحسب سانتی متر و با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سطح برگ پرچم با استفاده از رابطه محاسبه شد:

$$A = 0/7\ (W \times L) \qquad (۱)$$

در این رابطه، A سطح برگ پرچم، L و W به ترتیب طول و عرض پهنک برگ می‌باشد [۲۰].

طول سنبله: از قاعده سنبله تا نوک آن بدون درنظر گرفتن ریشک‌ها برحسب سانتی‌متر و با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

طول پدانکل: فاصله اولین گره پای سنبله تا محل اتصال برگ پرچم به ساقه اصلی برحسب سانتی متر اندازه گرفته شد.

وزن پدانکل: وزن پدانکل در ۱۰ بوته تصادفی از هر لاین در هر تکرار اندازه‌گیری شد و میانگین وزن پدانکل ۱۰ بوته به عنوان وزن پدانکل درنظر گرفته شد.

وزن میان‌گره دوم: وزن میانگره دوم نیز همانند وزن پدانکل، برحسب گرم با ترازوی حساس تعیین شد.

وزن سنبله: میانگین وزن سنبله های ۱۰ بوته انتخاب شده در هر تکرار به عنوان وزن سنبله درنظر گرفته شد.

تعداد دانه در سنبله: از بین سنبله های بارور، ۱۰ سنبله اصلی به طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه های موجود شمارش و تعداد به‌دست آمده به ۱۰ تقسیم شد.

تعداد سنبله در کرت: تمامی سنبله های اصلی و فرعی موجود در هر کرت شمارش شدند.

وزن هزاردانه: برای اندازه گیری وزن هزاردانه هر لاین، ۱۰۰۰ دانه سالم شمارش و وزن آنها برحسب گرم تعیین گردید.

عملکرد دانه: میزان عملکرد کل دانه به‌دست آمده از سه ردیف هر کرت، برحسب گرم با ترازوی حساس تا ۰/۰۱ گرم توزین شد.

زیست توده: وزن کل بخش هوایی (بخش رویشی به اضافه دانه) هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه ها برحسب گرم و با ترازوی حساس تا ۰/۱ گرم توزین شد.

عملکرد کاه: از طریق تفاضل عملکرد دانه کرت از وزن زیست توده کل کرت محاسبه شد.

شاخص برداشت: از نسبت عملکرد دانه کرت یا عملکرد اقتصادی به وزن زیست توده کل به‌دست آمد.

واریانس ژنوتیپی که بخشی از واریانس فنوتیپی است باتوجه به امید ریاضی‌ها از فرمول (۲) محاسبه شد:

$$\hat{\sigma}^2_g = \frac{MST - MSE}{r} \qquad (۲)$$

در این رابطه، $\hat{\delta}^2_g$ واریانس حقیقی ژنتیکی، $\hat{\sigma}^2_e$ واریانس محیطی و r تعداد تکرار مؤثر بود.

برای پیش‌بینی میزان پیشرفت در عملیات اصلاحی اقدام به محاسبه بازده ژنتیکی با شدت ۱۰ درصد براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$G_c = \frac{k\ c\ \hat{\sigma}^2_g}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{e/r} + \hat{\sigma}^2_g}} \qquad (۳)$$

در این رابطه، G_c بازده ژنتیکی، C ضریب کنترل و K ضریب شدت گزینش (۱/۷۵) بود و درصد بازده ژنتیکی

نیز از حاصل تقسیم بازده ژنتیکی بر میانگین کل صفت مربوطه به‌دست می‌آید.

برای برآورد وراثت‌پذیری از فرمول زیر استفاده شد. خطای استاندارد (SE) وراثت‌پذیری با استفاده از فرمول واریانس نسبت کمپتورن محاسبه شد [۱۵]:

$$h_b^2 = \hat{\delta}_g^2 / \left(\hat{\delta}_g^2 + \hat{\delta}_{e/r}^2 \right) \quad (۳)$$

$$SE_{h_b^2} = \sqrt{\frac{2MSE^2 \times \left(1/(df_e + 2) + 1/(df_t + 2) \right)}{MST^2}} \quad (۴)$$

خطای استاندارد (SE) وراثت‌پذیری با استفاده از فرمول واریانس نسبت کمپتورن محاسبه شد [۱۵]. در این رابطه، $\hat{\delta}_g^2$ واریانس حقیقی ژنتیکی، $\hat{\delta}_e^2$ واریانس محیطی و r تعداد تکرار مؤثر بود.

برآورد ضریب تغییرات ژنتیکی (cv_g) صفات مورد ارزیابی نیز از طریق فرمول (۵) صورت گرفت:

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\delta}_g^2}}{\bar{X}_{..}} \times 100 \quad (۵)$$

در این رابطه، $\bar{X}_{..}$ میانگین کل صفت مورد ارزیابی بود.

پس از جمع‌آوری داده ها، مفروضات تجزیه واریانس شامل نرمال بودن خطاهای آزمایشی، یکنواختی واریانس ها و غیرافزایشی بودن اثر تیمار و تکرار و همچنین مفروضات تجزیه رگرسیون بررسی شد که تمامی مفروضات برقرار بودند. به منظور تثبیت خطای نوع اول در سطح احتمال موردنظر، ابتدا تجزیه واریانس چندمتغیره[1] (MANOVA) انجام گرفت. سپس برای کلیه صفات مورد اندازه‌گیری، تجزیه واریانس تک‌متغیره در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی انجام پذیرفت و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن انجام شد (نتایج گزارش نشده است). روابط بین صفات براساس ضرایب همبستگی خطی و صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه با استفاده از تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام و تجزیه علیت تعیین شد. به منظور کاهش تعداد متغیرها به عوامل اصلی و تفسیر بهتر نتایج از تجزیه به عامل ها براساس تجزیه به مؤلفه های اصلی و با چرخش وریماکس استفاده شد. برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تجزیه خوشه‌ای به روش WARD و مقیاس فاصله اقلیدسی صورت گرفت. برای تعیین بهترین محل برش دندروگرم در تجزیه خوشه‌ای، تجزیه تابع تشخیص کانونیک به صورت استاندارد کردن داده ها و مقیاس ماهالانوبیس به کار رفت [۵]. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC، SPSS، SAS و EXCEL انجام شد [۶].

نتایج و بحث

آگاهی از میزان وراثت‌پذیری صفات، یکی از اطلاعات اساسی در تعیین میزان موفقیت گزینش محسوب می شود. به‌طورکلی، یکی از راهکارهای مهم تعیین روش مناسب برای اصلاح جمعیت به میزان وراثت پذیری صفات مورد اصلاح، بستگی دارد. باتوجه به اینکه واریانس ژنتیکی بین لاین های اینبرد نوترکیب برآوردی از دو برابر واریانس افزایشی جمعیت اولیه است [۱۲]، بنابراین تمام واریانس ژنتیکی موجود در بین لاین های مورد مطالعه از نوع افزایشی و وراثت‌پذیری برآورد شده از نوع خصوصی است. میزان وراثت‌پذیری صفات اندازه گیری شده وزن پدانکل، وزن میانگره دوم، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در کرت و وزن هزار دانه از وراثت‌پذیری خصوصی بالای ۰/۶ برخوردار بودند (جدول ۲). بالاترین میزان وراثت-پذیری را برای صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، طول

1. Multivariate ANOVA

سنبله و تعداد دانه در سنبله (به‌ترتیب ۰/۹۷، ۰/۹۴ و ۰/۹۴) به دست آمد [۳]. وراثت‌پذیری خصوصی بالا برای طول سنبله و نیز وراثت‌پذیری بالا برای وزن هزاردانه مشاهده شد [۹ و ۱۸]. وزن پدانکل با ۲۰/۳۵ درصد بیشترین بازده ژنتیکی را داشت (جدول ۲). این صفت بالاترین ضریب تغییرات ژنتیکی (۲۰/۵۱ درصد) را نیز به خود اختصاص داد و همچنین وراثت‌پذیری خصوصی بالایی داشت. تعداد دانه در سنبله و وزن میانگره دوم به ترتیب با ۱۹/۶۰ و ۱۷/۷۷ درصد، بیشترین بازده ژنتیکی را بعد از وزن پدانکل به خود اختصاص دادند. کمترین میزان بازده ژنتیکی مربوط به تعداد سنبله در کرت بود.

جدول ۲. مقادیر واریانس ژنتیکی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	وزن پدانکل	وزن میانگره دوم	وزن سنبله	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در کرت	زیست توده کل	سطح برگ پرچم
	$۰/۰۰۸^{**}$	$۰/۰۰۵^{**}$	$۰/۱۵^{ns}$	$۵۶/۰۲^{**}$	$۶۷۲۷/۲۱^{**}$	$۵۱۸۸۲/۸۸^{*}$	$۲/۴۸^{ns}$
واریانس ژنتیکی	۱۶×۱۰^{-۴}	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	۱۴/۳۸	۱۶۹۳/۵۲	۷۹۶۷/۵۲	۰/۱۴
ضریب تغییرات ژنتیکی (٪)	۲۰/۵۱	۱۷/۴۳	۸/۵	۱۶/۰۱	۱۱/۶۳	۱۱/۳۲	۵/۳۶
واریانس فنوتیپی	۲۶×۱۰^{-۴}	۱۶×۱۰^{-۴}	۰/۰۴۹	۱۸/۶۷	۲۲۴۲/۳۹	۱۷۲۹۴/۲۹	۰/۸۲
وراثت‌پذیری خصوصی	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۳۸	۰/۳۵	۰/۲۳	۰/۰۹
خطای استاندارد وراثت‌پذیری	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۲۲
بازده ژنتیکی	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۰	۵/۸۲	۰/۶۲	۱۰۶/۰۳	۰/۲۷
درصد بازده ژنتیکی	۲۰/۳۵	۱۷/۷۷	۶/۱۰	۱۹/۶۰	۰/۱۸	۱۳/۳۱	۳/۸۸

ادامه جدول ۲

منابع تغییرات	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	ارتفاع بوته	طول پدانکل	طول میانگره دوم	طول سنبله	شاخص برداشت	عملکرد کاه
	$۵۹۸۱/۶۲^{*}$	$۱۴/۶۰^{**}$	$۱۲۸/۵۵^{**}$	$۴۰/۴۷^{**}$	$۵/۱۷۱^{**}$	$۳/۰۳^{*}$	$۰/۰۱۲^{ns}$	$۳۷۹۵۸/۲۵۳^{**}$
واریانس ژنتیکی	۷۸۸/۶۳	۳/۳۰	۲۴/۴	۷/۱۹	۰/۹۷	۰/۴۲	$۶/۶ \times ۱۰^{-۴}$	۴۵۱۹/۰۵
ضریب تغییرات ژنتیکی (٪)	۹/۷۹	۵/۴۰	۷/۵۴	۸/۲۴	۶/۱۷	۹/۱۰	۷/۲۶	۱۳/۴
واریانس فنوتیپی	۱۹۹۳/۸۶	۴/۸۷	۴۲/۸۴	۱۳/۴۹	۱/۷۲	۱/۰۱	۳۹×۱۰^{-۴}	۱۲۶۵۲/۷۴
وراثت‌پذیری خصوصی	۰/۲۰	۰/۳۴	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۱۸
خطای استاندارد وراثت‌پذیری	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۲۴	۰/۱۷
بازده ژنتیکی	۳۰/۹	۲/۵۹	۶/۵۲	۳/۴۲	۱/۲۹	۰/۷۳	۰/۰۲	۷۰/۳
درصد بازده ژنتیکی	۹/۷۰	۸/۲۴	۹/۱۴	۱۰/۵۲	۷/۶۱	۸/۸۲	۴/۸۵	۱۴/۶۹

ns، * و ** – به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در ۳۸ لاین خالص نوترکیب و والدین آنها

شماره صفت	صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	وزن پدانکل	۱														
۲	وزن میانگره دوم	۰/۶۲**	۱													
۳	وزن سنبله	۰/۵۹**	۰/۷۰**	۱												
۴	تعداد دانه در سنبله	۰/۵۹**	۰/۵۳**	۰/۸۱**	۱											
۵	تعداد سنبله در کرت	۰/۲۳ns	۰/۱۲ns	۰/۰۷ns	۰/۲۴ns	۱										
۶	زیست توده کل	۰/۴۰**	۰/۱۹ns	۰/۲۱ns	۰/۲۴ns	۰/۶۶**	۱									
۷	عملکرد دانه	۰/۵۸**	۰/۴۵**	۰/۵۵**	۰/۷۴**	۰/۷۱**	۰/۵۶**	۱								
۸	وزن هزار دانه	۰/۲۴ns	۰/۲۲ns	۰/۳۸*	۰/۰۶ns	−۰/۱۳ns	−۰/۰۰ns	۰/۱۴ns	۱							
۹	ارتفاع بوته	۰/۸۸**	۰/۵۴**	۰/۴۸**	۰/۴۳**	−۰/۱۸ns	۰/۶۰**	۰/۴۲**	۰/۱۱ns	۱						
۱۰	طول پدانکل	۰/۶۴**	۰/۲۰ns	۰/۱۸ns	۰/۱۶ns	−۰/۰۴ns	۰/۴۳**	۰/۱۸ns	۰/۱۴ns	۰/۸۲**	۱					
۱۱	طول میانگره دوم	۰/۶۳**	۰/۶۴**	۰/۴۳**	۰/۴۵**	۰/۲۴ns	۰/۴۹**	۰/۴۶**	۰/۰۳ns	۰/۷۷**	۰/۵۶**	۱				
۱۲	طول سنبله	۰/۶۲**	۰/۷۰**	۰/۶۹**	۰/۵۳**	۰/۲۵ns	۰/۳۱ns	۰/۵۲**	۰/۳۱*	۰/۵۰**	۰/۲۲ns	۰/۴۸**	۱			
۱۳	شاخص برداشت	۰/۰۳ns	۰/۲۱ns	۰/۲۷ns	۰/۳۵*	−۰/۱۷ns	−۰/۶۳**	۰/۲۲ns	۰/۱۳ns	−۰/۲۷ns	−۰/۳۰۶ns	−۰/۰۹ns	۰/۱۸ns	۱		
۱۴	سطح برگ پرچم	۰/۳۹*	۰/۵۰**	۰/۵۱**	−۰/۳۳*	−۰/۰۴ns	۰/۰۳ns	۰/۲۷ns	۰/۵۰**	۰/۱۱ns	۰/۰۱ns	۰/۲۷ns	۰/۵۸**	۰/۲۱ns	۱	
۱۵	عملکرد کاه	۰/۲۴ns	۰/۰۴ns	۰/۰۳ns	-۰/۰۰ns	۰/۴۹**	۰/۹۵**	۰/۲۶ns	-۰/۰۵ns	۰/۵۳**	۰/۴۳**	۰/۴۰*	۰/۱۵ns	−۰/۸۳۳**	۰/۰۷ns	۱

همبستگی عملکرد دانه با زیست توده، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن پدانکل، وزن سنبله، وزن میانگره دوم، ارتفاع بوته، طول میانگره دوم و طول سنبله در سطح احتمال یک درصد مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۳). همبستگی سایر صفات مورد ارزیابی با عملکرد دانه غیرمعنی‌دار بود، لذا از بین اجزای اصلی عملکرد دانه در گندم (تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه) تنها وزن هزاردانه همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه نداشت (r = ۰/۱۴۹).

زیست توده و عملکرد کاه بالاترین همبستگی (۰/۹۵۴ = r) را به خود اختصاص دادند. باتوجه به اینکه زیست توده از مجموع عملکرد کاه و عملکرد دانه تشکیل شده است، وجود چنین ارتباط قوی بین این دو صفت منطقی می‌باشد. زیست توده همبستگی مثبت و معنی‌دار نسبتاً قوی با تعداد سنبله و ارتفاع بوته و همبستگی مثبت و معنی دار پایین با طول پدانکل، طول میانگره دوم، وزن پدانکل و عملکرد دانه داشته است و با شاخص برداشت همبستگی منفی و معنی داری نشان داد. همبستگی زیست توده با بقیه صفات معنی دار نبود. در گندم رابطه مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله گزارش شد [۱۹]. بنابراین، باتوجه به همبستگی این صفت با عملکرد دانه، گزینش ارقامی با تعداد سنبلچه در سنبله بیشتر می‌تواند در افزایش عملکرد گندم مؤثر باشد. باتوجه به همبستگی مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه در گندم و تعداد دانه در سنبله، گزینش ارقام با تعداد سنبلچه در سنبله بیشتر را در افزایش عملکرد گندم مؤثر ارزیابی شد [۱۹].

تجزیه رگرسیون گام به گام با سه درجه آزادی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). در این تجزیه، متغیرهایی که تأثیر آنها معنی دار بود و در معادله باقی ماندند، عبارت بودند از: تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در کرت و وزن هزاردانه. ضریب تبیین تصحیح شده در مدل برازش یافته برابر با ۰/۸۷۸ بود که نشان از توجیه ۸۸ درصد تغییرات موجود در عملکرد تک بوته بوسیله رابطه خطی صفات مؤثر داشت.

براساس نتایج حاصل از تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات وابسته، تعداد سنبله در کرت بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۵۹۲) را بر عملکرد دانه داشت (جدول ۵). بیشترین اثر غیرمستقیم این صفت بر عملکرد دانه از طریق تعداد دانه در سنبله اعمال شد. تعداد دانه در سنبله نیز اثر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه داشت. قابل ذکر است که اثر غیرمستقیم این صفت از طریق تعداد سنبله در کرت و وزن هزاردانه مثبت بود.

جدول ۴. تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه با صفات اندازه‌گیری شده در ۴۰ لاین خالص نوترکیب

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات
رگرسیون	۳	۲۲۹۹۶/۹۵۴**
انحراف از رگرسیون	۳۶	۲۴۳/۶۱۴
کل	۳۹	
ضریب تبیین تصحیح نشده		۰/۸۸۷
ضریب تبیین تصحیح شده		۰/۸۷۸

** - معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۵. تجزیه علیت عملکرد دانه با صفات مرتبط، در ۳۸ لاین خالص نوترکیب گندم هراه با والدین

صفات وارد شده به مدل	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق			ضریب همبستگی ساده
		تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله درکرت	وزن هزاردانه	با عملکرد دانه
تعداد دانه در سنبله	۰/۵۸**	–	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۷۴**
تعداد سنبله در کرت	۰/۵۹**	۰/۱۷	–	۰/۰۲	۰/۷۱**
وزن هزاردانه	۰/۱۸**	۰/۰۳	-۰/۰۷	–	۰/۱۴ns

ns و ** – به ترتیب بیانگر اختلافات غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

با وجود غیرمعنی‌دار بودن همبستگی ساده وزن هزاردانه با عملکرد دانه، این صفت بر روی عملکرد دانه اثر مستقیم مثبتی داشت. لازم به ذکر است که اثر غیرمستقیم این صفت از طریق تعداد دانه به صورت مثبت ولی از طریق تعداد سنبله منفی بود. بیشترین اثر غیرمستقیم این صفت از طریق تعداد سنبله و به صورت منفی اعمال شد. اثر مستقیم و مثبت تعداد دانه در سنبله را بر عملکرد دانه مشاهده شد [۱۶، ۱۹]. در اکثر مطالعات، تعداد دانه در سنبله به عنوان مهمترین عامل تأثیرگذار بر عملکرد دانه گزارش شده است. همچنین تجزیه علیت برای اجزای عملکرد نه رقم گندم نان و در سطوح مختلف کود نیتروژن نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه، ۹۸/۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه شده و بیشترین میزان اثرات مستقیم را به تعداد سنبله در مترمربع مرتبط بود [۱۰].

تجزیه خوشه‌ای براساس روش Ward و ملحوظ داشتن کلیه صفات مورد ارزیابی لاین های مورد مطالعه را در چهار خوشه (گروه) قرار داد که این گروه بندی توسط تجزیه تابع تشخیص تأیید شد (جدول ۶).

برای نشان دادن ارزش هر یک از خوشه‌ها از لحاظ صفات مورد ارزیابی، درصد انحراف از میانگین هر یک از خوشه‌ها از میانگین کل محاسبه شد (جدول ۶). گروه اول شامل ۱۳ لاین بود که والد 'زاگرس' و 'نورستار' نیز در این گروه قرار داشتند. درصد انحراف از میانگین صفات وزن میانگره دوم، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، وزن هزاردانه، طول سنبله، شاخص برداشت و سطح برگ پرچم این گروه مثبت بود. این گروه در مقایسه با سه گروه دیگر، در مورد صفات وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه بیشترین میانگین را به خود اختصاص دادند. از لاین های موجود در این گروه می توان برای افزایش عملکرد دانه در برنامه‌های اصلاحی بهره جست.

در گروه دوم چهار لاین قرار گرفتند. لاین های این گروه از نظر تمامی صفات مورد بررسی ارزشی کمتر از میانگین کل لاین ها داشتند و نیز لاین های موجود در این گروه از نظر کلیه صفات مورد بررسی کمترین میانگین را در مقایسه با سه گروه دیگر دارا بودند.

گروه سوم شامل هشت لاین بود. این گروه در مورد صفات وزن میانگره دوم، وزن هزاردانه، طول میانگره دوم، طول سنبله، شاخص برداشت و سطح برگ پرچم درصد انحراف از میانگین مثبت و در مورد بقیه صفات درصد انحراف از میانگین منفی داشت. این گروه از لحاظ شاخص برداشت بالاترین میانگین را داشت که این صفت با عملکرد دانه همبستگی مثبت ولی غیرمعنی‌دار نشان داد و نیز از نظر طول میانگره دوم، وزن هزاردانه، تعداد سنبله، طول سنبله و سطح برگ پرچم بالاترین میانگین را در مقایسه با سه گروه دیگر داشت (جدول ۳).

جدول ۶. میانگین و درصد انحراف از میانگین کل هر گروه از لاین‌های خالص نوترکیب گندم در تجزیه خوشه‌ای براساس کلیه صفات

گروه‌ها		وزن پدانکل (gr)	وزن میانگره دوم (gr)	وزن سنبله (gr)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله	زیست توده کل	عملکرد دانه (gr/m^2)	وزن هزار دانه (gr)
گروه یک: لاین‌های ۱۸۴، ۱۹۵، ۲۹۸، ۱۸۳، ۱۶۳، ۳۲۸، ۹۴، نورستار، ۲۰۶، ۳۲۵، ۵۸، زاگرس، ۶۸	میانگین	۰/۲۴	۰/۲۲	۱/۶۵	۳۰/۱۶	۳۳۴/۷۹	۷۶۵/۶۴	۳۱۸/۹۳	۳۱/۷۰
	درصد انحراف از میانگین کل	-۱/۹۹	۲/۱۰	۰/۹۱	۱/۵۱	-۰/۳۸	-۳/۸۸	۰/۲۲	۰/۹۷
گروه دو: لاین‌های ۲۷، ۶۳، ۲۶، ۱۸۲	میانگین	۰/۱۹	۰/۱۸	۱/۳۵	۲۵/۵۵	۲۹۸/۴۱	۶۸۱/۶۶	۲۶۸/۰۴	۳۰/۲۰
	درصد انحراف از میانگین کل	-۲۱/۰۳	-۱۷/۰۰	-۱۷/۵۶	-۱۳/۸۸	-۱۱/۲۰	-۱۴/۴۲	-۱۵/۷۷	-۳/۸۱
گروه سه: لاین‌های ۴۵، ۶۲، ۴۶، ۲۳، ۱۴۵، ۳۲، ۲۸۱، ۹۵	میانگین	۰/۲۲	۰/۲۲	۱/۶۳	۲۸/۷۹	۳۳۹/۲۰	۷۵۹/۱۶	۳۱۴/۸۴	۳۲/۰۷
	درصد انحراف از میانگین کل	-۶/۸	۰/۹۳	-۰/۲۲	-۳/۰۱	۰/۹۲	-۴/۶۹	-۱/۰۶	۲/۱۶
گروه چهار: لاین‌های ۹۳، ۲۹۶، ۲۸، ۲۳۹، ۸، ۱۵۹، ۳۱، ۲۹۳، ۱۰۲، ۱۵، ۲۶۵، ۵۱، ۸۶، ۳۰۰، ۱۴۳	میانگین	۰/۲۵	۰/۲۲	۱/۶۲	۲۹/۶۳	۳۲۴/۱۱	۸۰۳/۳۳	۳۱۱/۷۰	۳۱/۲۱
	درصد انحراف از میانگین کل	۲/۳۰	-۰/۶۳	-۱/۱۰	-۰/۱۸	-۳/۵۶	۰/۸۴	-۲/۰۵	-۰/۵۷
میانگین کل		۰/۲۴	۰/۲۲	۱/۶۳	۲۹/۶۸	۳۳۶/۰۹	۷۹۶/۵۸	۳۱۸/۲۳	۳۱/۳۹

ادامه جدول ۶

گروه‌ها		ارتفاع بوته (cm)	طول پدانکل (cm)	طول میانگره دوم (cm)	طول سنبله (cm)	شاخص برداشت	سطح برگ پرچم	عملکرد کاه (gr/m^2)
گروه یک: لاین‌های ۱۸۴، ۱۹۵، ۲۹۸، ۱۸۳، ۱۶۳، ۳۲۸، ۹۴، نورستان، ۲۰۶، ۲۲۵، ۵۸، زاگرس، ۶۸	میانگین	۷۰/۵۴	۳۲/۴۳	۱۶/۸۹	۸/۵۰	۰/۴۳	۷/۰۵	۴۴۶/۷۰
	درصد انحراف از میانگین کل	-۱/۰۰	-۰/۱۵	-۰/۲۴	۲/۸۰۰	۵/۴۰۰	۱/۵۱۱	-۶/۶۱۵
گروه دو: لاین‌های ۲۷، ۶۳، ۲۶، ۱۸۲	میانگین	۶۷/۲	۳۲/۳۲	۱۶/۲۶	۷/۱۴	۰/۴۰	۶/۳۲	۴۱۳/۶۱
	درصد انحراف از میانگین کل	-۵/۶۸	-۰/۴۵	-۴/۸۰	-۱۳/۶۵	-۱/۱۰	-۹/۰۷	-۱۳/۵۳
گروه سه: لاین‌های ۴۵، ۶۲، ۴۶، ۲۳، ۱۴۵، ۳۲، ۲۸۱، ۹۵	میانگین	۶۹/۴۰	۳۲/۱۹	۱۷/۰۷	۸/۶۸	۰/۴۴	۷/۱۷	۴۴۴/۳۲
	درصد انحراف از میانگین کل	-۲/۶۰	-۰/۸۷	۰/۸۰	۴/۹۶	۷/۲۶	۳/۲۲	-۷/۱۱
گروه چهار: لاین‌های ۹۳، ۲۹۶، ۲۸، ۲۳۹، ۸، ۱۵۹، ۳۱، ۲۹۳، ۱۰۲، ۱۵، ۵۱، ۲۶۵، ۸۶، ۳۰۰، ۱۴۳	میانگین	۷۲/۲۳	۳۳/۱۶	۱۶/۸۷	۸/۰۷	۰/۳۹	۶/۹۱	۴۹۱/۶۲
	درصد انحراف از میانگین کل	۱/۳۷	۲/۰۹	-۰/۳۶	-۲/۳۵	-۳/۴۵	-۰/۴۹	۲/۷۷
میانگین کل		۷۱/۲۶	۳۲/۴۸	۱۶/۹۳	۸/۲۷	۰/۴۱	۶/۹۵	۴۷۸/۳۴

در گروه چهارم ۱۵ لاین قرار گرفتند. لاین های این گروه در مورد صفات وزن پدانکل، زیست توده کل، ارتفاع بوته، طول پدانکل و عملکرد کاه درصد انحراف از میانگین مثبت و بالاترین میانگین را در مقایسه با سه گروه دیگر دارا بود.

تجزیه به عامل ها براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و بر مبنای مقادیر ویژه بزرگتر از یک و با چرخش عامل ها به روش وریماکس منجر به استخراج چهار عامل گردید. این عوامل در مجموع ۸۲/۲۶۲ درصد از کل تغییرات داده ها را توجیه کردند و براساس ضریب تأثیر هر کدام از صفات روی مؤلفه‌های اصلی، عامل اول، عامل رشد طولی گیاه و عامل دوم عامل مؤثر بر عملکرد دانه، عامل سوم عامل رشد رویشی و زایشی و همچنین عامل چهارم، عامل مؤثر بر وزن هزاردانه گیاه درنظر گرفته شد.

نتیجه‌گیری

– وزن پدانکل، وزن میانگره دوم، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در کرت و وزن هزاردانه از وراثت‌پذیری خصوصی بالای ۰/۶ برخوردار بودند، درحالی‌که سطح برگ پرچم و شاخص برداشت نسبت به سایر صفات از وراثت‌پذیری بسیار پایین‌تری برخوردار بودند.

– وزن پدانکل، وزن میانگره دوم و تعداد دانه در سنبله بیشترین درصد بازده ژنتیکی و تعداد سنبله در کرت، کمترین درصد بازده ژنتیکی را داشت.

– همبستگی ساده بین صفات نشان داد که تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بیشترین ضریب همبستگی را با عملکرد دانه دارند.

در تجزیه رگرسیون گام به گام، صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله و وزن هزاردانه به عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر عملکرد دانه وارد مدل شدند. این صفات در مجموع ۸۸ درصد از تغییرات موجود در عملکرد دانه را تبیین نمودند. تجزیه خوشه‌ای براساس میانگین داده‌های استاندارد شده و به روش Ward نشان که در دسته بندی لاین ها براساس کلیه صفات در رگرسیون گام به گام چهار گروه حاصل شد. لاین های گروه اول از نظر عملکرد دانه ارزش‌هایی بالاتر از میانگین کل را داشتند.

منابع

۱. اوستان ش، جعفرزاده ع ا و نیشابوری م ر (۱۳۷۷) گزارش نهایی طرح تحقیقات مطالعات تفصیلی ۲۶ هکتار از از اراضی و خاک های ایستگاه تحقیقاتی کرکج. دانشگاه تبریز. تبریز.

۲. حسین‌پور ط، حسینی س م، میرگوهر م، روستایی م، نارکی ف ا، کلاته م و مختارپور ح و (۱۳۸۱) گندم زاگرس مناسب برای کاشت در شرایط دیم مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر. معاونت ترویج و نظام بهره-برداری، دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی. وزارت جهاد کشاورزی.

۳. رشیدی و، مجیدی ا، محمدی س ا و مقدم م (۱۳۸۶) برآورد پتانسیل اصلاحی و وراثت‌پذیری عمومی صفات در ژنوتیپ‌های گندم دوروم. مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد تبریز. ۱: ۵۵-۷۳.

۴. عبدمیشانی س و شاه‌نجات بوشهری ع (۱۳۷۷) اصلاح نباتات تکمیلی (جلد دوم). انتشارات دانشگاه تهران.

۵. مقدم م، محمدی س ا و آقایی سربرزه م (۱۳۸۸) آشنایی با روش‌های آماری چندمتغیره (ترجمه، ویراست سوم). انتشارات پریور.

۶. مومنی م و فعال قیومی ع (۱۳۹۱) تحلیل آماری با استفاده از SPSS. انتشارات گنج شایگان.

۷. . نقوی م ر، قره‌یاضی ب و حسینی سالکده ق (۱۳۸۶) نشانگرهای مولکولی (چاپ دوم)، انتشارات دانشگاه تهران.

۸. یزدی صمدی ب و عبدمیشانی س (۱۳۸۳) اصلاح نباتات زراعی. مرکز نشر دانشگاهی تهران.

9. Ahmed Su, Zakir N and Mujahid MY (2009) Estimation of genetic parameters and character association in wheat. Journal of Agricultural and Biological Science. 1: 15-18.

10. Aly RM and EL-Bana AYA (1994) Grain yield analysis for nine wheat cultivars grown in newly cultivated sandy soil under different N fertilization levels. Journal of Agricultural Research. 21: 67-77.

11. Braun HJ, Ekiz H, Eser V, Keser M, Ketata H, Marcucci G, Morgounov AI and Zencirei N (1998) Breeding priorities of winter wheat programs. Propects for Global Improvement proc 5th Int. wheat conf. Ankara. Turkey. Academic publishers. 553-560.

12. Carter A, Hansen J, Kohler T, Chen X and Zemetra R (2005) Development of a recombinant inbred line (RIL) population in soft whit winter what. Crop Science Annual Meeting. Nov., 7-10, Salt Lake City, UT, U.S.A. 213-221.

13. Fowler DB, Limin AE and Ritchie JT (1999) Low-temperature tolerance in cereals. Model and genetic interpretation. Crop Science. 39: 626-633.

14. Grant MN (1980) Registration of Norstar wheat. Crop Science. 20: 552.

15. Kempthorne O (1973) An Introduction to Genetic Statistics. Iowa State University Press, Ames. Iowa, U.S.A.

16. Kotal BD, Das A and Choudhury BK (2010) Genetic variability and association of characters in wheat (*Triticum aestivum*). Asian Journal of Crop Science. 2: 155-160.

17. Limin AE and Fowler DB (1999) Cold-hardiness response of sequential winter wheat tissue segments to differing temperature regimes. Crop Science. 32: 838-843.

18. Maniee M, Kahrizi D and Mohammadi R (2009) Genetic variability of some morpho-physiological in durum wheat (*Triticum turgidum* Var. Durum). Application Science. 9: 1383-1387.

19. 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. Food, Agriculture and Environment. 7: 278-282.

20. Muller J (1991) Determining leaf surface area by means of linear measurement in wheat and triticale (brief report). Archiv Fuchtungsforsch. 21: 121-123.

21. Nevo E, Golenberg E and Beiles A (1982) Genetic diversity and environmental associations of wild wheat, in Israel. Theoretical and Applied Genetic. 62: 241-254.