



مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره سوم، پاییز ۸۹
۲۳۹-۲۴۶
ejcp.gau@gmail.com



(گزارش کوتاه علمی)

تنوع ژنتیکی و بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب در گندم نان

بهرام حیدری

استادیار بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شیراز

چکیده

وجود تنوع ژنتیکی برای تداوم و پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی گیاهان زراعی و افزایش کارایی انتخاب ضروری است. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و تخمین بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب در یک جمعیت گندم شامل ۹ رقم و ۳۶ نتاج حاصل از تلاقی آنها از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۷۹ استفاده گردید. محاسبه ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفاتی نظیر عملکرد دانه (به ترتیب ۲۴/۶٪ و ۲۱/۷٪)، تعداد دانه در سنبله (۱۹/۶٪ و ۱۹٪)، وزن دانه در سنبله (۱۹/۶٪ و ۱۹/۶٪) و عملکرد بیولوژیک (۱۸/۶٪ و ۱۶/۵٪) نشان داد که تنوع زیادی برای این صفات در مقایسه با صفاتی مانند روز تا سنبله دهی، روز تا رسیدگی، طول سنبله اصلی تعداد سنبلچه در سنبله و عرض برگ پرچم در ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود دارد. اگرچه برآوردهای وراثت پذیری عمومی برای بیشتر صفات بالا بود ولی بیشترین برآورد وراثت پذیری خصوصی به تعداد دانه در سنبله (۷۹٪)، طول سنبله اصلی (۶۲٪)، وزن هزاردانه (۵۸٪) و تعداد سنبلچه در سنبله (۵۷٪) تعلق داشت. به دلیل برآورد بسیار پایین وراثت پذیری خصوصی عملکرد دانه (۱۸٪) بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب برای این صفت (۹/۱۲٪) در مقایسه با اجزای عملکرد نسبتاً اندک بود. بهره ژنتیکی تعداد دانه در سنبله (۳۲/۳٪)، وزن هزاردانه (۱۴/۳٪)، وزن دانه در سنبله (۱۲/۹٪) بیشتر از سایر صفات بود. بطورکلی نتایج نشان داد که می‌توان از ژنوتیپ‌های برتر از نظر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه برای بهبود عملکرد در برنامه‌های به‌نژادی گندم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنوع ژنتیکی، بهره ژنتیکی.

* - مسئول مکاتبه: bheidari@shirazu.ac.ir

مقدمه

برای تولید ارقام پر محصول دسترسی به منابع تنوع ژنتیکی و اطلاع از پارامترهای ژنتیکی نظیر وراثت پذیری صفات مهم در ارقام مورد استفاده الزامی است. انتخاب دقیق روش های اصلاحی به ماهیت ژنتیکی صفات مورد بررسی بستگی دارد. بررسی ماهیت ژنتیکی صفات کمی از طریق برآورد پارامترهایی نظیر میانگین، واریانس، کوواریانس، محاسبه سهم عوامل ژنتیکی و غیر ژنتیکی و تعیین وراثت پذیری صفات در ارقام مورد بررسی انجام می گیرد (ارزانی، ۱۹۹۹).

بخش افزایشی واریانس ژنتیکی به گزینش عکس العمل نشان می دهد و لازمه انتخاب موفق، بالا بودن سهم واریانس افزایشی در واریانس ژنتیکی (وراثت پذیری خصوصی) است (فرشادفر، ۱۹۹۷). طالعی و نور محمدی (۱۹۹۵) وراثت پذیری عمومی تعداد سنبله در بوته، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه گندم را بیش از ۷۰ درصد گزارش نمودند. در مطالعه لی و کالتسیکس (۱۹۷۰) وراثت پذیری خصوصی تعداد دانه در سنبلچه و وزن هزار دانه گندم به ترتیب ۶۵ درصد و ۱۹ درصد برآورد گردید.

حیدری و همکاران (۲۰۰۸) با ارزیابی لاین های هاپلوئید مضاعف گندم، وراثت پذیری ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن دانه در سنبله اصلی و عملکرد دانه را بر اساس تجزیه مرکب دو سال به ترتیب ۰/۹۸٪، ۰/۹۷/۴٪، ۰/۸۷/۳٪، ۰/۸۵/۹٪ و ۰/۳۶/۸٪ گزارش نمودند. در مطالعه آنها بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب برای ارتفاع بوته و وزن دانه در سنبله بیشتر از سایر صفات بود. مقدم و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه ژنتیکی گندم های بومی ایران وراثت پذیری خصوصی طول سنبله و تعداد دانه در سنبله اصلی را به ترتیب ۰/۹۴٪ و ۰/۸۷٪ گزارش نمودند.

این مطالعه به منظور بررسی تنوع ژنتیکی، تعیین وراثت پذیری صفات و محاسبه بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب در ۹ رقم گندم و نتاج حاصل از تلاقی آنها طرح ریزی گردید.

مواد و روش ها

در این مطالعه از ۹ رقم گندم شامل سفید علی آباد، امام بوغداسی، سفید صالح آباد، الوند، کراس آزادی، الموت، سبلان، روشن و بیات و کلیه تلاقی های یک طرفه (۳۶) بین آنها استفاده گردید. ژنوتیپ ها (ارقام و نتاج تلاقی ها) در سه تکرار و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در مزرعه

تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر کرت شامل دو ردیف کشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و طول یک متر بود.

اندازه‌گیری صفات روی ۱۰ بوته تصادفی از وسط هر کرت انجام و میانگین آنها در محاسبات منظور گردید. تعداد روز تا سنبله‌دهی بر حسب تعداد روز تا ظهور دو سوم سنبله در ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت اندازه‌گیری شد. تعداد روز تا رسیدگی نیز به صورت تعداد روز تا زمان زرد شدن ناحیه زیر سنبله محاسبه گردید. اندازه‌گیری تعداد سنبله‌چه در سنبله اصلی و طول سنبله اصلی بعد از گرده افشانی و طول و عرض برگ پرچم (بر حسب سانتی‌متر) در زمان حداکثر رشد آنها تعیین شد. ارتفاع بوته از سطح خاک تا نوک سنبله و بدون در نظر گرفتن ریشک و همزمان با اندازه‌گیری طول پدانکل ثبت گردید.

تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS (V 9.2) انجام شد. ضرایب تنوع ژنتیکی (CV_g)، فنوتیپی (CV_p) و محیطی (CV_e) به ترتیب از طریق تقسیم جذر واریانس‌های ژنتیکی، فنوتیپی و محیطی بر میانگین هر صفت (بر حسب درصد) محاسبه گردید. وراثت پذیری عمومی صفات بر اساس فرمول
$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}}$$
 محاسبه شد. برای محاسبه بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب (R) از فرمول $R = ih^2 \sigma_{ph}$ استفاده گردید (فالكونر و مک کی، ۱۹۹۶). در این فرمول i شدت گزینش (برابر ۰/۶۲) و σ_{ph} انحراف معیار فنوتیپی است. بهره ژنتیکی محاسبه شده (R) به صورت درصدی از میانگین (μ) کل ژنوتیپ‌ها برای هر صفت و در قالب فرمول ذیل نیز تعیین گردید.

$$\text{بهره ژنتیکی (بر حسب درصد میانگین)} = \{(R/\mu) \times 100\}$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میانگین مربعات برای تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول ۱). بنابراین استنباط می‌شود بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌دار وجود دارد. در بین صفات مورد ارزیابی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن دانه در سنبله، طول برگ پرچم و تعداد سنبله بارور بیشترین ضریب تنوع محیطی داشتند (جدول ۲). کمپیل و همکاران (۲۰۰۴) نیز به تاثیر زیاد عوامل محیطی در بروز فنوتیپی تعداد سنبله بارور تاکید نمودند.

جدول ۱- میانگین مربعات، دامنه تغییرات و میانگین صفات مورد بررسی در ۴۵ ژنوتیپ گندم نان

میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین مربعات	صفت
۱۷۶/۸	۱۸۱	۱۷۳/۶	۱۰/۵۸**	تعداد روز تا سنبله‌دهی
۲۲۱/۲	۲۲۹/۶	۲۱۰/۶	۴۴/۹**	تعداد روز تا رسیدگی
۱۱۳/۳	۱۳۰/۸	۷۴/۷	۵۲۱/۵**	ارتفاع بوته
۴۲/۲	۴۸/۳	۲۹	۶۵/۹**	طول پدانکل
۲۲/۱	۲۹/۴	۱۲/۵	۲۹/۱**	طول برگ پرچم
۱/۵۷	۱/۹۲	۱/۲۵	۰/۰۶۳**	عرض برگ پرچم
۵۹	۸۶/۵	۴۳/۶	۴۱۲/۲**	تعداد دانه در سنبله
۱۹/۹	۲۴	۱۷/۸	۵/۵**	تعداد سنبلچه در سنبله
۲/۷	۳/۷۷	۱/۷۸	۰/۸۴**	وزن دانه در سنبله
۴۷	۵۷/۸	۳۲/۵	۹۴/۹**	وزن هزار دانه
۱۳/۲	۱۴/۷	۱۱/۴	۱/۵۷**	طول سنبله اصلی
۱۹	۲۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۳**	تعداد سنبله بارور
۲۷/۵	۳۸/۵	۸/۳	۱۳۷/۵**	عملکرد دانه
۷۹/۹	۹۴/۵	۳۰/۷	۶۶۳/۹**	عملکرد بیولوژیک
۳۹/۳	۴۵/۵	۲۶/۸	۴۶/۶**	شاخص برداشت

** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد

بهرام حیدری

جدول ۲- ضرایب تنوع محیطی، ژنوتیپی و فنوتیپی، برآورد های وراثت پذیری و بهره ژنتیکی برای صفات مورد مطالعه در گندم

صفت	واریانس خطا	واریانس ژنوتیپی	واریانس فنوتیپی	ضریب تنوع محیطی (CV _e)	ضریب تنوع ژنوتیپی (CV _g)	ضریب تنوع فنوتیپی (CV _p)	بهره ژنتیکی (نسبت به میانگین)	وراثت پذیری عمومی (%)	وراثت پذیری خصوصی (%)
تعداد روز تا سنبله دهی	۱/۲۹	۲/۲۳	۳/۵۲	۰/۶۴	۰/۸۴	۱/۰۶	۰/۹۱	۰/۶۳	۰/۴۲
تعداد روز تا رسیدگی	۱/۰۵	۱۳/۹۲	۱۴/۹۷	۰/۴۶	۱/۶۸	۱/۷۴	۰/۹۷	۰/۹۲	۰/۲۷
ارتفاع بوته	۴۰/۶۷	۱۳۳/۱۹	۱۷۳/۸۶	۵/۶۲	۱۰/۱۸	۱۱/۶۳	۶/۷۱	۰/۷۶	۰/۲۸
طول پدانکل	۳/۱۳	۱۸/۸۵	۲۱/۹۸	۴/۱۹	۱۰/۲۸	۱۱/۱۱	۱۱/۴۴	۰/۸۵	۰/۵۰
طول برگ پرچم	۱/۹۷	۷/۷۳	۹/۷	۶/۳۵	۱۲/۵۸	۱۴/۰۹	۵/۸۰	۰/۷۹	۰/۲۰
عرض برگ پرچم	۰/۰۰۷	۰/۰۱۴	۰/۰۲۱	۵/۳۲	۷/۵۳	۹/۲۳	۷/۹۸	۰/۶۶	۰/۴۲
تعداد دانه در سنبله	۱۱/۵۸	۱۵۸/۸۳	۱۳۷/۴۱	۵/۷۶	۱۹/۰۱	۱۹/۶۹	۳۲/۳۳	۰/۹۱	۰/۷۹
تعداد سنبله در سنبله	۰/۵۸	۱/۲۵	۱/۸۴	۳/۸۴	۵/۶۲	۶/۸۱	۸/۰	۰/۶۸	۰/۵۷
وزن دانه در سنبله	۰/۰۵۵	۰/۲۲۷	۰/۲۸	۸/۶۸	۱۷/۶۷	۱۹/۶۹	۱۲/۹۸	۰/۸۰	۰/۳۲
وزن هزار دانه	۵/۴	۲۶/۲۶	۳۱/۶۶	۴/۹۴	۱۰/۹۰	۱۱/۹۷	۱۴/۳۰	۰/۸۲	۰/۵۸
طول سنبله اصلی	۰/۱۴	۰/۳۸	۰/۵۲	۲/۸۶	۴/۶۷	۵/۴۸	۶/۹۹	۰/۷۲	۰/۶۲
تعداد سنبله بارور	۱/۳۱	۴/۴۵	۵/۷۶	۶/۰۳	۱۱/۱۱	۱۲/۶۴	۵/۷۳	۰/۷۷	۰/۲۲
عملکرد دانه	۶/۸۲	۳۹/۰۱	۴۵/۸۳	۹/۴۹	۲۱/۷۲	۲۴/۶۱	۹/۱۲	۰/۸۵	۰/۱۸
عملکرد بیولوژیک	۴۷/۴۰	۱۷۳/۸۹	۲۲۱/۳	۸/۶۱	۱۶/۵۰	۱۸/۶۱	۳/۸۳	۰/۷۸	۰/۱۰
شاخص برداشت	۲/۰۱	۱۳/۵۴	۱۵/۵۵	۳/۶۰	۹/۳۶	۱۰/۰۳	۵/۷۸	۰/۷۸	۰/۲۸

نتایج جدول ۲ نشان داد که ضریب تنوع فنوتیپی برای عملکرد دانه (۰/۲۴/۶۱)، وزن دانه در سنبله اصلی (۰/۱۹/۶۹)، تعداد دانه در سنبله (۰/۱۹/۶۹) و عملکرد بیولوژیک (۰/۱۸/۶۱) بیشترین و برای روز تا سنبله دهی (۰/۱/۰۶)، تعداد روز تا رسیدگی (۰/۱۷/۷۴) و طول سنبله اصلی (۰/۵/۴۸) در مقایسه با سایر صفات کمترین مقدار بود.

ضرایب تنوع ژنوتیپی صفات در جدول ۲ آورده شده است. ضریب تنوع ژنوتیپی برای عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، وزن دانه در سنبله، طول برگ پرچم و تعداد سنبله بارور بیشترین و به ترتیب برابر با ۰/۲۱/۷۲، ۰/۱۹/۰۱، ۰/۱۷/۶۷، ۰/۱۶/۵، ۰/۱۲/۵۸ و ۰/۱۱/۱۱ بود. در مطالعه حیدری و همکاران (۲۰۰۸) بیشترین تنوع ژنوتیپی طی دو سال ارزیابی به ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله تعلق داشت.

بیشترین برآورد وراثت پذیری عمومی در بین صفات اندازه گیری شده به تعداد روز تا رسیدگی (۰/۹۲)، تعداد دانه در سنبله (۰/۹۱)، طول پدانکل (۰/۸۵) و عملکرد دانه (۰/۸۵) تعلق داشت. وراثت

پذیری عمومی سایر صفات نیز بین ۶۳٪ تا ۸۲٪ متغیر بود (جدول ۲). اقبال و همکاران (۲۰۰۷) وراثت پذیری عمومی صفات رسیدگی و ارتفاع بوته گندم را به ترتیب ۸۵٪ و ۸۷٪ گزارش نمودند. بیشترین مقدار وراثت پذیری خصوصی به تعداد دانه در سنبله (۷۹٪) و کمترین آن به عملکرد بیولوژیک (۱۰٪) و عملکرد دانه (۱۸٪) تعلق داشت. ولز و کوفوئید (۱۹۸۶) به نقش ناچیز عوامل محیطی و سهم زیاد واریانس ژنتیکی در بروز فنوتیپی تعداد دانه در سنبله اشاره نمودند که با نتایج بدست آمد. کوچک بودن وراثت پذیری خصوصی تعداد سنبله بارور (۲۲٪) حاکی از سهم بیشتر واریانس غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت بود. موندال و داسکوپتا (۱۹۸۸) نیز به سهم بیشتر آثار غیر افزایشی در وراثت این صفت تاکید نمودند. در این مطالعه وراثت پذیری خصوصی وزن دانه در سنبله اصلی ۳۲٪ برآورد گردید.

محاسبه بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب نشان داد که تعداد دانه در سنبله اصلی (۳۲/۳۳٪) دارای بیشترین و تعداد روز تا سنبله دهی (۹۱٪) و تعداد روز تا رسیدگی (۰/۹۷٪) واجد کمترین بهره ژنتیکی بودند. پس از تعداد دانه در سنبله بهره ژنتیکی صفاتی نظیر وزن هزاردانه (۱۴/۳۰٪)، وزن دانه در سنبله (۱۲/۹۸٪) و طول پدانکل (۱۱/۴۴٪) بیشتر از سایر صفات بود. در مطالعه حیدری و همکاران (۲۰۰۸) بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب برای وزن دانه در سنبله (۳۳/۳٪)، تعداد دانه در سنبله (۳۶/۱٪)، طول پدانکل (۴۴٪) و ارتفاع بوته (۴۲/۴٪) بیشتر از صفات زراعی دیگر برآورد گردید. اگرچه عملکرد دانه در مقایسه با دیگر صفات دارای بیشترین تنوع ژنتیکی (۲۱/۷۲٪) بود ولی بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب (۹/۱۲٪) برای این صفت نسبتاً کم برآورد گردید. بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب برای تعداد سنبلچه در سنبله، عرض برگ پرچم و طول سنبله اصلی به ترتیب برابر ۸٪، ۷/۹۸٪ و ۶/۹۹٪ برآورد گردید (جدول ۲).

بحث و نتیجه گیری کلی

مقایسه ضرایب تنوع ژنوتیپی برای صفات مختلف نشان داد که ژنوتیپ های مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک از قابلیت بالاتری در مقایسه با سایر صفات برای بهبود از طریق انتخاب در برنامه های به نژادی دارا می باشند. ولی محاسبه بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب برای صفات مختلف نشان داد که علاوه بر وجود تنوع ژنتیکی کافی، برآوردهای وراثت پذیری بالا نیز از ملزومات افزایش بهره ژنتیکی در برنامه های انتخاب است. در این زمینه نتایج نشان داد که اگر چه عملکرد دانه دارای بیشترین تنوع در مقایسه با دیگر صفات بود ولی

به دلیل وراثت پذیری خصوصی نسبتاً اندک بهره ژنتیکی پایینی داشت. از سوی دیگر تعداد دانه در سنبله اصلی تنوع ژنتیکی کمتری در مقایسه با عملکرد دانه داشت ولی به دلیل داشتن وراثت پذیری بالا (۷۹٪) بیشترین بهره ژنتیکی را به خود اختصاص داد.

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه بهره ژنتیکی ناشی از انتخاب برای این عملکرد دانه اندک است اما اجزای عملکرد مانند تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن هزار دانه و وزن دانه در سنبله اصلی از تنوع ژنتیکی نسبتاً مطلوب و بهره ژنتیکی زیادی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برخوردار بودند. بنابراین کارایی انتخاب برای افزایش عملکرد دانه را می‌توان از طریق انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از نظر اجزای عملکرد افزایش داد.

منابع

- Arzani, A. 1999. Breeding field crops (Translation). Isfahan University of Technology Press, 660pp.
- Campbell, B.T., Baehziger, P.S., Eskridge, K.M., Budark, H., Streck, N.A., Weiss, A., Gill, K.S. and Eryman, M. 2004. Using environmental covariates to explain genotype by environment and QTL by environment interaction for agronomic traits on chromosome 3A of wheat. *Crop Sci.* 44: 620-627.
- Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C. 1996. Introduction to quantitative genetics, Ronald Press, New York. 480pp.
- Farshadfar, A. 1997. Application of biometrical genetics in plant breeding. Razi University Press. 528pp.
- Heidari, B., Tabatabaie, B.E. and Saeidi, G. 2008. Evaluation of genotype by environment effect on heritability of the traits and genetic gain from selection in a doubled haploid population of wheat. *Iran J. Agric. Sci.* 39: 41-50.
- Iqbal, M., Nabavi, A., Salmon, D.F., Yang, R., Murdoch, B.M., Moore, S. S. and Spaner, D. 2007. Genetic analysis of flowering and maturity time in high latitude spring wheat. *Euphytica* 154: 207-218.
- Lee, J. and Kaltsikes, P.J. 1970. Diallel analysis of correlated sequential characters in durum wheat. *Crop Sci.* 10: 770-772.
- Moghaddam, M., Ehdaei, B. and Waines, J.G. 1997. Genetic variation and interrelationship of agronomic characters in landraces of bread wheat from southwestern of Iran. *Euphytica.* 93: 391-399.
- Mondal, A.B. and Dasgupta, T. 1988. Diallel analysis in wheat. *Indian J. Genet.* 48: 167-170.
- Talei, A. and Noormohammadi, G. 1995. Broad and narrow sense heritability in 3 bread wheat crosses. *Iran J. Agric. Sci.* 25: 79-85.
- Wells, S.S. and Kofoid, K.D. 1986. Selection indices to improve an intermating population of spring wheat. *Crop Sci.* 26: 1104-1109.



(Short Technical Report)
Genetic variation and genetic gain from selection in bread wheat

B. Heidari

Assistant Prof. Dept. of Crop Production and Plant Breeding, Shiraz University

Abstract

Genetic variation is necessary factor for continued breeding and increasing genetic gain from selection in crop plants. To evaluate genetic variation and genetic gain from selection in bread wheat, 45 genotypes consisting of 9 cultivars and their 36 crosses were grown in a randomized complete block design with three replications in research farm of Isfahan University of Technology. The phenotypic and genotypic coefficients of variation for grain yield (24.6% and 21.7%, respectively), grain number per main spike (19.6% and 19%), grain weight per spike (19.6% and 19.6%) and biological yield (18.6% and 16.5%) indicated that there is a great degree of variation for these traits in this study. The highest narrow sense heritabilities were belonged to grain number per spike (79%), spike length (62%), 1000 grains weight (58%) and spikeletes per spike (57%). Due to magnitude of heritability of grain yield (18%), its genetic gain (9.12%) was relatively low compared with other traits. The genetic gain for grain number per spike (32.3%), 1000 grain weight (14.3%), and grain weight per spike (12.9%) was larger than other evaluated traits. In general, selection of superior genotypes based on grain number per spike and thousand grains weight could improve grain yield in breeding programs of wheat.

Keywords: Wheat; Genetic variation; Genetic gain

*- Corresponding Author; Email: bheidari@shirazu.ac.ir