دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و ارتباط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد در ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط دیم

مهناز رحمتی[۱]، علی احمدی[۲] و طهماسب حسین‌پور[۳]

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، (نویسنده مسوول: avinmahnaz@gmail.com)

۲ و ۳- کارشناس پژوهش و استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۲

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع، روابط بین صفات، تأثیر مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه، ۱۸ لاین و رقم گندم نان به مدت سه سال زراعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه سراب چنگایی خرم‌آباد ارزیابی شدند. لاین‌های ۱۱، ۵، ۱۵ و ۱۰ به ترتیب با میانگین عملکرد ۲۷۵۳/۲، ۲۷۰۶/۷، ۲۶۹۷/۸ و ۲۶۷۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند. ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی نشان داد که لاین‌های مورد مطالعه از نظر صفات طول پدانکل، عملکرد دانه و تعداد سنبله در متر مربع دارای تنوع ژنتیکی بالایی بودند. توارث‌پذیری برای صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و تعداد دانه در سنبله نسبتاً پایین و برای صفات طول پدانکل، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن سنبله و طول سنبله بالا بود. وراثت‌پذیری همراه با بهره ژنتیکی بالا برای صفات طول پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و وزن سنبله نشان داد که گزینش برای این صفات می‌تواند مؤثر باشد. نتایج تجزیه علیت نشان داد که به ترتیب وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد زیست توده و طول پدانکل تأثیر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه داشتند. همچنین می‌توان اثرات غیر مستقیم تعداد سنبله در متر مربع از طریق وزن سنبله بر عملکرد دانه را برای گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا مورد توجه قرار داد.

واژه‌های کلیدی: وراثت‌پذیری، بهره‌ژنتیکی، تجزیه علیت، گندم نان

مقدمه

امروزه، حدود ۵۰ درصد از تولید غذای جهان توسط غلات تأمین می‌شود. گندم در میان غلات یک پنجم غذای انسان و ۲۱ درصد کالری و ۲۰ درصد پروتئین بیش از ۴/۵ بیلیون نفر از جمعیت ۹۴ کشور در حال توسعه را تأمین می‌کند (۲۶). استفاده از تنوع ژنتیکی یکی از فرصت‌های بهبود تولیدات کشاورزی و کلید دستیابی به امنیت غذایی جهانی می‌باشد. تنوع ژنتیکی پایه اصلاح گیاهان است و انتخاب به تنوع ژنتیکی صفات مورد بررسی بستگی دارد (۳۰). عملکرد دانه یک صفت پیچیده کمی است که در نتیجه‌ی اثرات متقابل بین صفات مربوط به عملکرد و محیط بدست می‌آید. یک انتخاب موفق به اطلاعات درباره تغییرات ژنتیکی و ارتباط صفات آگرونومیکی با عملکرد دانه بستگی دارد. عملکرد دانه گندم به فاکتورهای بسیاری همچون تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در گیاه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و غیره بستگی دارد. شناخت درباره میزان ارتباط بین عملکرد و اجزاء عملکرد به بهنژادگر در انتخاب گیاهان با خصوصیات مطلوب کمک می‌نماید. اهمیت هر یک از این صفات در عملکرد دانه به مرحله‌ای از رشد که تنش آبی روی می‌دهد و مدیریت بستگی دارد. در برخی از تحقیقات ثابت شده است که تحت شرایط پنجه‌زنی پایین (کشت دیر و نرخ جوانه‌زنی پایین)، وزن سنبله برای تعیین عملکرد دانه بی‌نهایت مهم است و تحت شرایط پنجه‌زنی بالا، تعداد سنبله در متر مربع مهمترین مؤلفه تاثیرگذار بر عملکرد دانه است (۲۳). ضرایب همبستگی ژنوتیپی به‌عنوان ابزار مفیدی برای تعیین ارتباط بین صفات زراعی در جمعیت متنوع از نظر ژنتیکی برای پیشرفت در بهبود محصولات استفاده می‌شود. اطلاعات درباره ارتباط صفات در محصولات برای انتخاب سریع و مؤثر در بهبود محصولات مهم است. گل‌آبادی و همکاران (۱۲) با بررسی ۳۰۰ ژنوتیپ گندم نشان دادند که عملکرد دانه با صفات شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و تعداد روز تا رسیدگی، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. برآورد وراثت‌پذیری به بهنژادگران کمک می‌کند تا منابع لازم را به انتخاب مؤثر برای صفات مطلوب و دستیابی به حداکثر سود ژنتیکی با منابع و زمان کم اختصاص دهند. پیشرفت ژنتیکی درجه بهره بدست آمده از یک صفت را تحت فشار انتخابی خاص نشان می‌دهد. پیشرفت ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا، مناسب‌ترین شرایط را برای انتخاب ارائه می‌دهند که مبین حضور ژن‌های افزایشی در صفات مورد بررسی می‌باشد و در نهایت بهبود قابل اعتماد صفت مورد نظر را میسر می‌سازد. (۲۴). مطالعات متعدد بر روی افزایش تولید گندم، پیشرفت عملکرد را به تعدادی پارامتر نسبت دادند. در برخی از مطالعات گزارش شده است که افزایش عملکرد دانه از افزایش در شاخص برداشت بدست می‌آید (۳۰). در مطالعات دیگر پیشنهاد شده است که عملکرد زیست توده به‌جای شاخص برداشت عامل اصلی پیشرفت ژنتیکی می‌باشد (۳). در دیگر مطالعه (۴) نشان داده شد که مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر تولید گندم، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع است. بسیاری از مطالعات نشان دادند که افزایش تولید را می‌توان از افزایش شاخص برداشت بدون کاهش زیست توده بدست آورد (۱۹). اسماعیل‌زاده مقدم و همکاران (۱۰) با بررسی ۱۴ لاین و رقم گندم نان، وراثت‌پذیری نسبتاً بالا و پایینی به ترتیب برای طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند. همچنین با مقایسه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]

واریانس‌های افزایشی و غالبیت برای طول پدانکل مشخص شد که این صفت بیش‌تر متاثر از اثر افزایشی ژن‌ها در مقایسه با اثر غالبیت است. به‌منظور تعیین شاخص‌های گزینش برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا بایستی نتایج تجزیه همبستگی را به‌وسیله تجزیه علیت مورد مطالعه قرار داد. از سوی دیگر، ممکن است تصویر واضحی از اهمیت هر مؤلفه در تعیین عملکرد دانه از طریق محاسبه ضرایب همبستگی ساده فراهم نشود. در تجزیه علیت، اثرات مستقیم هر مؤلفه عملکرد بر عملکرد از اثرات غیرمستقیم ایجاد شده توسط روابط واقعی بین چندین مؤلفه تفکیک می‌شوند. مطالعات پیشین نشان دادند که تجزیه علیت در مقایسه با ضرایب همبستگی، اطلاعات بیشتری درباره ارتباطات درونی اجزاء عملکرد ارائه می‌دهد. به‌منظور انتخاب صفات تعیین‌کننده عملکرد، تجزیه علیت بر اساس ضرایب همبستگی ژنتیکی توصیه شده است زیرا انتخاب بر اساس اثر مستقیم صفات بر روی عملکرد صورت می‌پذیرد (۲۵). زارعی و همکاران (۳۱) با بررسی ۸۱ ژنوتیپ گندم بومی نشان دادند که صفات عملکرد دانه و اجزای آن و شاخص برداشت از تنوع بالایی برخوردار بوده و بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از لحاظ صفات مورد بررسی وجود دارد. همچنین از طریق تجزیه علیت ثابت کردند که شاخص برداشت و عملکرد زیست توده بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند و صفات نامبرده را به‌عنوان معیارهای گزینش برای بهبود عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی معرفی نمودند. مطالعات نشان دادند که وزن هزار دانه و تعداد پنجه بارور بیش‌ترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند (۲۵). خیاط‌نژاد و همکاران (۱۶) گزارش کردند که وزن هزار دانه اثر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه دارد. اشماوی و همکاران (۲) با استفاده از تجزیه علیت گزارش کردند که تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه مهم‌ترین صفات توجیه کننده کل تغییرات عملکرد دانه هستند. سلیمان‌فرد و همکاران (۲۹) گزارش کردند که ۷۵٪ تغییرات عملکرد دانه به‌علت تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته بوده است. کاویانی و همکاران (۱۵) با بررسی ۱۶۴ ژنوتیپ گندم دوروم نشان دادند که ارقام مورد بررسی از نظر صفت تعداد دانه در سنبله تنوع زیادی داشتند. لذا می توان از ارقامی که تعداد دانه بیشتری در سنبله دارند در امر گزینش بهره‌گیری نمود. در دیگر مطالعه با استفاده از تجزیه علیت بر ۴۲ لاین گندم نشان داده شد که تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و ارتفاع گیاه مهم‌ترین صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه بودند (۸).

آگاهی از ارتباط ژنتیکی بین عملکرد دانه و اجزاء آن تحت شرایط دیم، بهره برنامه‌های اصلاحی را به‌وسیله شناسایی معیارهای مناسب برای انتخاب واریته‌های گندم بهبود می‌دهد (۱۷). هدف از انجام این مطالعه تعیین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی، وراثت‌پذیری، پیشرفت ژنتیکی، همبستگی بین اجزاء عملکرد و برخی صفات زراعی با عملکرد دانه و تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم اجزاء عملکرد و برخی صفات زراعی بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان تحت شرایط دیم بود.

مواد و روش‌ها

مواد ژنتیکی مورد استفاده در این مطالعه شامل ۱۷ لاین پیشرفته گندم نان به همراه یک رقم شاهد کوهدشت بود. ژنوتیپ‌های مورد بررسی، مواد دریافتی از مؤسسه تحقیقات دیم کشور می‌باشند که شجره آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. ژنوتیپ‌های موردبررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در کرت‌های شامل شش خط کاشت ۶ متری با فواصل بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و با تراکم ۳۵۰ دانه در مترمربع کاشته شدند. این آزمایش به مدت سه سال زراعی (۹۱-۱۳۸۸) در مزرعه تحقیقاتی سراب چنگایی خرم‌آباد اجراء شد. این ایستگاه در ۳۳ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا برابر با ۱۱۶۴ متر است. وضعیت آب و هوایی ایستگاه در سال‌های اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. کاشت بذر با استفاده از بذرکار مخصوص آزمایشی انجام گرفت. در طول دوره‌ی رشد مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل کنترل علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها انجام پذیرفت. مقدار کود لازم بر اساس نتایج آزمون خاک تعیین شد و به طور یکنواخت در کرت‌های آزمایشی مصرف گردید.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]

جدول ۱- نام/ شجره ژنوتیپ‌های گندم نان مورد مطالعه در آزمایش

Table 1. Name/ pedigree of bread wheat genotypes evaluated in the trial

شماره ژنوتیپ	نام/ شجره
۱	BHRIKUTINL623-0NPL
	TOBA97/PASTOR CMSS97M05756S-040M-020Y-030M-015Y-3M-1Y-3M-0Y
۲	KAUZ/PASTOR//BAV92/RAYON CMSS00M02400S-030M-030WGY-030M-9M-0Y
۳	CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA/3/BJY/COC//PRL/BOWCMSS98Y04671S-0100M-040Y-020M-040SY-19M-0Y-0SY
۴	CHIR1/BABAX//JARUCMSS98M00834T-040Y-0100M-040Y-020M-040SY-17M-0Y-0SY
۵	FRTL /2*PIFED CMSS96M05650M-040Y-050M-050SY-040SY-030M-27SY-010M-0Y-0SY
۶	CN079//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BABAX
۷	PASTOR/ATTILA/3/DUCULA//VEE/MYNA CMSS97Y06048T-040M-10Y-010M-010SY-010M-5SY-010M-0Y-0SY
۸	HXL7573/2*BAU//PASTOR/3/PASTOR CMSS97 Y06 153T-040M-4Y-010M-010SY-010M-8SY-010M-0Y-0SY
۹	SKAUZ/BAV92//PASTOR CMSS97Y06166T-040M-8Y-010M-010SY-010M-8SY-010M-0Y-0SY
۱۰	CS/TH.SC//3*PVN/3/MIRLO/BUC/4/MILAN/5/TILHICMSS97M04005T-040Y-020Y-030M-020Y-040M-28Y-1M-0Y
۱۱	CS/TH.SC//3*PVN/3/MIRLO/BUC/4/MILAN/5/TILHICMSS97M04005T-040Y-020Y-030M-020Y-040M-28Y-3M-0Y
۱۲	CAL/NH//H567.71/3/SERI/4/CAL/NH//H567.71/5/2*KAUZ/6/PASTORCMSS97M05780S-020Y-030M-020Y-040M-98Y-1M-0Y
۱۳	SLVS*2/PASTORCMSS98Y03489F-040M-0100M-040Y-020M-040SY-28M-0Y-0SY
۱۴	HAMAM-4 ICW92-0477-1AP-1AP-4AP-1AP-0AP
۱۵	CHEN/AEGILOPSSQUARROSA(TAUS)//BCN/3/VEE#7/BOW/4/PASTOR
۱۶	NESTOR/3/HE1/3*CNO79//2*SERI CMSS92M00092S-015M-0Y-0Y-050M-25Y-2M-0Y
۱۷	KOUHDASHT

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی سال‌های ۹۱-۱۳۸۸ در خرم‌آباد

Table 2. Meteorological information during years 2009-2012 in Khorramabad

سال	دما		بارندگی
	حداقل	حداکثر	
۸۹-۱۳۸۸	-۷	۴۲	۴۹۰/۰۹
۹۰-۱۳۸۹	-۵	۴۴	۳۶۴/۲۵
۹۱-۱۳۹۰	-۸	۳۹/۶	۲۹۴/۱۵

در طول فصل زراعی و پس از برداشت محصول صفاتی مانند عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، شاخص برداشت، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی، طول سنبله، طول پدانکل و وزن هکتولیتر مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری صفات تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر پلات برداشت شد. عملکرد دانه و عملکرد زیست توده نیز پس از حذف اثر حاشیه تعیین شدند. در ابتداء آزمون بارتلت برای بررسی همگن بودن واریانس‌های خطای آزمایشات انجام شد. سپس مقایسه میانگین صفات به روش کمترین اختلاف‌های معنی‌دار (LSD) انجام پذیرفت. هم‌چنین واریانس‌های ژنتیکی و فنوتیپی با استفاده از فرمول‌های ذیل و بر اساس میانگین ژنوتیپ‌ها بدست آمد (۱۱).

$$\sigma_e^2 = M_3$$

$$\sigma_g^2 = \frac{M_1 - M_2}{ry}$$

$$\sigma_{gy}^2 = \frac{M_2 - M_3}{r}$$

$$\sigma_p^2 = \frac{\sigma_e^2}{ry} + \frac{\sigma_{gy}^2}{y} + \sigma_g^2$$

ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی نیز از فرمول‌های ذیل محاسبه گردید (۱۱).

$$GCV\ (\%) = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}}$$

$$PCV\ (\%) = \frac{\sqrt{\sigma_p^2}}{\bar{x}}$$

محاسبات و تجزیه‌های آماری شامل تجزیه واریانس مرکب، تجزیه همبستگی و تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و Path انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلافات آماری بسیار معنی‌داری (P<۰/۰۱) بین ژنوتیپ‌ها برای همه صفات مورد مطالعه وجود داشت. این موضوع نشان می‌دهد که اختلاف بین ژنوتیپ‌های گندم منتج از تفاوت ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد که حاکی از تنوع کافی میان ژنوتیپ‌ها برای این صفات می‌باشد (جدول ۳). تنوع مشاهده شده در عملکرد و خصوصیات مربوط به عملکرد در این مطالعه با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (۲۱،۷). نتایج تجزیه واریانس مرکب برای سه سال نشان داد که برای کلیه صفات اثر سال بیشترین سهم را در توجیه مجموع مربعات کل به خود اختصاص داد. سهم اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در توجیه تنوع

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]

کل نسبت به اثر سال و ژنوتیپ برای کلیه صفات کمتر بود. نتایج مشابهی توسط مورگونو و همکاران (۲۲) گزارش شده است. لاین‌های شماره ۱۱، ۵ و ۱۵ به ترتیب با عملکرد ۲۷۵۳، ۲۷۰۶ و ۲۶۹۷ از عملکرد بیشتری نسبت به شاهد کوهدشت برخوردار بودند و در یک کلاس آماری قرار گرفتند (جدول ۴). بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به طول پدانکل (۱۷)، عملکرد دانه (۹/۴۲) و تعداد سنبله در متر مربع (۹/۶) بود (جدول ۵). بالا بودن ضریب تغییرات ژنتیکی برای صفات طول پدانکل (۱۶/۸)، تعداد سنبله در متر مربع (۸/۳)، طول سنبله (۷/۲) و وزن سنبله (۷) نشان می‌دهد که می‌توان صفات نامبرده را با گزینش اصلاح نمود. مقادیر بالای ضریب تغییرات فنوتیپی برای عملکرد دانه، طول پدانکل و تعداد سنبله در مترمربع توسط سایر محققان گزارش شده است (۵،۱۰،۱۵). اندازه ضریب تغییرات فنوتیپی برای همه صفات بیشتر از ضریب تغییرات ژنتیکی بود (جدول ۵) که می‌توان علت آن را به تاثیر محیط بر بیان صفات نسبت داد. ضرایب فنوتیپی بیشتر در مقایسه با ضرایب ژنوتیپی برای عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد در گندم نان توسط محققان گزارش شده است (۱۸). پایین‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی متعلق به صفت تعداد روز تا رسیدگی بود (جدول ۵). این موضوع نشان می‌دهد که گزینش برای صفت زمان رسیدگی در طی سال‌های گذشته بیشتر بوده و تنوع ژنتیکی برای این صفت کاهش یافته است (۱). مقادیر پایین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای تعداد روز تا رسیدگی با نتایج گزارش‌های دیگر هم‌خوانی داشت (۱۸،۵). به‌طورکلی تفاوت جزئی بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای کلیه صفات به جزء عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و تعداد دانه در سنبله نشان‌دهنده‌ی نقش بیشتر ژنوتیپ و تأثیر کمتر محیط بر این صفات بود. میزان وراثت‌پذیری عمومی از ۳۲ تا ۹۶/۸ درصد به ترتیب برای عملکرد دانه و طول پدانکل متغییر بود (جدول ۵). وراثت‌پذیری پایین برای برخی صفات همچون عملکرد دانه و عملکرد زیست توده را می‌توان به بزرگ بودن واریانس فنوتیپی آن‌ها نسبت داد که بخش اعظم آن واریانس محیطی بوده است. به‌علاوه، عملکرد دانه صفت کمی است که توسط چندین ژن کنترل می‌شود. قابلیت توارث‌پذیری عمومی پایین برای عملکرد دانه توسط سایر محققان گزارش شده است (۹،۵). اسماعیل‌زاده مقدم و همکاران (۱۰) وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی برای طول پدانکل در شرایط خشکی گزارش نمودند. همچنین با مقایسه واریانس‌های افزایشی و غالبیت برای طول پدانکل، اثرپذیری بیشتر این صفت را از اثرات افزایشی ژن‌ها در مقایسه با اثر غالبیت اعلام کردند. علی‌رغم وراثت‌پذیری بالا برای صفات تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته، پیشرفت ژنتیکی در این صفات پایین بود. اوگونیان و همکاران (۲۴) گزارش کردند که وراثت‌پذیری بالا همیشه با پیشرفت ژنتیکی بالا همراه نمی‌باشد. از آن‌جایی‌که وراثت‌پذیری بالا، بهره ژنتیکی بالا را نشان نمی‌دهد، توصیه می‌شود که وراثت پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی برای پیش‌بینی اثر انتخاب واریته‌های برتر در نظر گرفته شود. در این مطالعه صفات طول پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و وزن سنبله از وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی (GA_m) بالایی برخوردار بودند. از این‌رو، اصلاح صفاتی با این ویژگی‌ها نسبت به دیگر صفات آسان‌تر است.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان در سه سال

Table 3. Analysis of combined variance for grain yield of bread wheat genotypes on three years

منابع تغییرات	درجه آزادی	GY	BY	HI	SGN	SW	SP/M	TGW	PLH	DTM	SL	PL	HLW
سال	۲	۵۴۹۵۵۳۰۷/۶۴**	۳۱۶۷۹۹۱۹۸/۲۶**	۷۴۰/۶*	۲۴۹۹/۸**	۵/۱۵**	۲۰۸۹۴/۵^{ns}	۱۰۲۶/۸۴**	۳۶۴۱/۹۳**	۷۷۸۸/۸۹**	۵۸/۱۹**	۹۵۱/۹۶**	۱۲۶۹۴۶/۳**
خطای ۱	۹	۳۹۷۵۸۹/۵	۳۸۲۷۴۳۷/۴۷	۱۴/۳	۴۵/۲۲	۰/۰۴۳	۸۰۹۷/۵	۴/۸	۴۵/۲	۲/۴۰	۰/۸۵۴	۲۴/۱۸	۲۱۷/۲۸
ژنوتیپ	۱۷	۶۱۳۲۹۱/۶۳**	۲۵۰۴۳۴۵/۸۳*	۸۱/۲۶**	۵۹/۳۱**	۰/۶۱۹**	۹۷** ۸۰۲۴	۶۴/۰۲**	۱۸۶/۸۸**	۶/۳۳**	۶/۵۲**	۳۵/۶۷**	۳۲۹۰/۷۴**
ژنوتیپ × سال	۳۴	۴۱۹۵۷۱/۵۷**	۱۵۸۵۸۲۵/۳۵^{ns}	۲۸/۲۵**	۳۴/۱۱*	۰/۱۲۱^{ns}	۱۹۴۲/۷۸ ^{ns}	۱۴/۰۶**	۲۱/۷۴**	۰/۷۲۷**	۱/۰۹^{ns}	۱۰/۲۲^{ns}	۷۹۲/۸۶**
خطای ۲	۱۵۳	۱۴۲۹۳۰/۷۲	۱۲۶۳۱۹۷/۰۸	۱۵/۱۳	۲۲/۷۸	۰/۱۰۷	۲۹۷۰/۳۴	۶/۶۴۷	۱۲/۰۱	۰/۴۳	۰/۸۵۴	۷/۵۳	۲۶۳/۰۴
درصد ضریب تغییرات		۱۵/۷۶	۱۶/۵۳	۱۱/۵۲	۱۲/۷۶	۱۱/۳۱	۱۹/۸	۷/۸	۴/۰۳	۳	۹/۹	۹/۱۶	۲/۲

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

عملکرد دانه (GY: Grain yield)؛ عملکرد زیست توده (BY: Biological yield)؛ شاخص برداشت (HI: Harvest index)؛ تعداد دانه در سنبله (SGN: Number of grain in spike)؛ وزن سنبله (SW: Spike weight)؛ تعداد سنبله در متر مربع (SP/M: Number of spike per square meter)؛ وزن هزار دانه (TGW: Thousand grain weight)؛ ارتفاع بوته (PLH: Plant height)؛ تعداد روز تا رسیدگی (DTM: Days to maturity)؛ طول سنبله (SL: Spike length)؛ طول پدانکل (PL: Peduncle length)؛ وزن هکتولیتر (HLW: Hectoliter weight)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]

جدول ۴- میانگین صفات زراعی و حداقل تفاوت معنی‌دار ژنوتیپ‌های گندم در سال‌های زراعی ۹۱-۸۸

Table 4. Mean of agronomic traits and least significant difference of bread wheat genotypes in 2009-2012 cropping seasons

شماره ژنوتیپ	GY (kg/ha)	BY (kg/ha)	HI	SGN	SW (g)	SP/M	TGW (g)	PLH (cm)	DTM	SL (cm)	PL (cm)	HLW
۱	۲۰۵۹/۵	۷۰۲۹/۶۷	۲۹/۷۵	۳۷	۲/۹۵	۲۷۶/۲۱۷	۳۲/۹۵۸	۹۱	۱۸۴/۴۲	۹/۵۹۶	۳۱/۷۴۲	۷۴۹/۱۷
۲	۲۳۸۴/۶۷	۶۸۲۹/۹۲	۳۴/۵۸	۳۷/۵۳	۲/۹	۲۶۰/۹۴۲	۳۲/۶	۸۸/۳۳	۱۸۳/۶۷	۸/۳۴	۲۷/۷۳۳	۷۶۹/۱۷
۳	۲۵۸۵/۷۵	۷۷۵۵/۰۸	۳۳/۱۷	۳۴/۹۶	۲/۶۵	۲۹۵/۲۶۷	۳۳/۴۲۵	۸۸/۶۷	۱۸۳/۱۷	۸/۱۰۲	۲۹/۷۳۳	۷۶۶/۶۷
۴	۲۵۸۳/۲۵	۶۶۲۳/۴۲	۳۷/۸۳	۳۸/۴۷	۳/۲۴	۲۴۵/۸۵	۳۶/۵۸۳	۸۸/۲۵	۱۸۴/۰۸	۱۰/۶۰۲	۳۱/۲	۷۴۸/۳۳
۵	۲۷۰۶/۷۵	۷۴۶۰/۳۳	۳۵/۲۵	۳۷/۶۸	۲/۹۶	۲۵۸/۱۳۳	۳۵/۷۹۲	۹۰/۲۵	۱۸۴/۴۲	۱۰/۷۷۷	۳۱/۲۵۸	۷۲۹/۱۷
۶	۲۰۸۵/۵	۶۵۳۸/۲۵	۳۲/۱۷	۳۹/۴۴	۲/۸۸	۲۷۲/۲۵۸	۳۱/۱۵	۸۸/۵	۱۸۵/۴۲	۹/۴۳۷	۲۹/۴۰۸	۷۶۴/۱۷
۷	۲۳۳۴/۰۸	۷۷۳۲/۶۷	۲۹/۸۳	۳۴/۶۷	۲/۷۵	۳۰۰/۴۵۸	۳۲/۱۲۵	۸۴/۳۳	۱۸۴/۸۳	۹/۳۵۹	۳۰/۲۰۸	۷۵۰/۸۳
۸	۲۱۹۶/۲۵	۶۴۷۴	۳۳/۹۲	۳۸/۳۸	۲/۹۱	۲۶۴/۲۰۸	۳۱/۱۰۸	۸۷/۶۷	۱۸۵/۰۸	۹/۱۱۲	۳۲/۱۸۳	۷۳۳/۳۳
۹	۲۲۴۴/۴۲	۷۰۷۹/۴۲	۳۱/۲۵	۳۷/۶۷	۲/۶۶	۲۸۴/۷۰۸	۲۹/۷۱۷	۸۴/۲۵	۱۸۵/۴۲	۸/۸۹	۳۰/۹۵۸	۷۴۷/۵
۱۰	۲۶۷۴/۴۲	۷۸۵۲/۵	۳۳/۵۸	۳۵/۰۹	۲/۵۳	۳۳۱/۲۴۲	۲۹/۳۹۲	۸۳/۵	۱۸۴/۳۳	۸/۹۴۲	۲۹/۱۰۸	۷۵۰/۸۳
۱۱	۲۷۵۳/۲۵	۷۲۸۴/۶۷	۳۷/۴۲	۳۶/۶۷	۲/۸۸	۲۹۶/۸۸۳	۳۳/۶۰۸	۷۸/۱۷	۱۸۴/۱۷	۹/۴۶۷	۲۶/۵	۷۲۴/۱۷
۱۲	۲۲۹۰/۷۵	۶۳۳۵/۴۲	۳۶	۴۳/۹۳	۲/۹۴	۲۷۰/۵۰۸	۳۴/۲۵۸	۷۷/۲۵	۱۸۳/۶۷	۹/۱۴	۲۸/۸۲۵	۷۴۲/۵
۱۳	۲۲۱۸/۲۵	۷۰۴۰	۳۱/۲۵	۴۳/۹۳	۳/۵۳	۲۱۳/۵	۳۵/۶۵	۸۵/۰۸	۱۸۴/۸۳	۹/۷۶۹	۲۶/۸۵۸	۷۴۹/۱۷
۱۴	۲۱۶۰/۳۳	۶۹۳۵/۷۵	۳۰/۵	۳۷/۱	۲/۸	۲۷۴/۹۶۷	۲۹/۶۸۳	۸۳/۲۵	۱۸۵/۹۲	۹/۶۲۸	۳۰/۴۴۲	۷۲۶/۶۷
۱۵	۲۶۹۷/۸۳	۷۱۹۷/۸۳	۳۷/۵	۳۶/۴۲	۳/۰۱	۲۸۰/۴۹۲	۳۷/۱۲۵	۸۳/۸۳	۱۸۳/۶۷	۸/۴۸۸	۲۹/۳۳۳	۷۷۰
۱۶	۲۵۳۹/۷۵	۷۴۵۷/۲۵	۳۳/۴۲	۳۴/۱۸	۲/۶۷	۳۰۵/۱۳۳	۳۳/۵۱۷	۸۸/۵۸	۱۸۴/۴۲	۹/۹۰۹	۳۰/۸	۷۳۰
۱۷	۲۳۲۰/۴۲	۶۷۵۵/۰۸	۳۴/۶۷	۳۸/۳۵	۲/۸۸	۲۶۵/۷۸۳	۳۳/۸۱۷	۸۴/۹۲	۱۸۳/۸۳	۸/۳۷۹	۳۰/۰۱۷	۷۷۰
۱۸	۲۳۳۳	۶۷۴۰	۳۵/۹۲	۳۹/۰۹	۲/۹۲	۲۵۷/۹۱۷	۳۲/۴۷۵	۹۰/۹۲	۱۸۴/۸۳	۹/۸۶۲	۳۲/۷۶۷	۷۷۵
LSD 5%	۳۰۴/۹	۹۴۱/۷	۳/۱۴	۳/۸۵	۰/۲۷	۴۳/۹۶	۲/۰۸	۲/۷۹	۰/۵۳	۰/۷۴	۲/۲۱	۱۳/۰۸

برای اختصارات به جدول ۳ مراجعه شود

جدول ۵- تنوع، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 5. Variability, heritability and genetic advance of yield and yield-related traits for bread wheat genotypes

صفت	Mean ± SE	σ^2_g	σ^2_{ge}	σ^2_p	PCV (%)	GCV (%)	h^2 (%)	GA	GA_m
GY	۲۳۹۸ ± ۵۸/۶۹	۱۶۱۴۳/۳	۶۹۱۶۰/۲۱	۵۱۱۰۷/۵۹	۹/۴۲	۵/۳	۳۲	۱۴۹/۰۲	۶/۱۸
BY	۷۰۶۲± ۱۴۴/۷۲	۷۶۵۴۳/۴	۵۵۶۵۷/۰۵	۲۰۸۶۹۵/۵	۶/۴۷	۳/۹۲	۳۷	۳۴۸/۱۹	۴/۸۹
HI	۳۳/۷۸ ± ۰/۳۷	۴/۴۲	۳/۲۸	۶/۷۷	۷/۷	۶/۲	۶۵/۳	۳/۵	۱۰/۳۷
SGN	۳۷/۴ ± ۰/۴۹	۲/۱	۲/۸۳	۴/۹	۵/۹۴	۳/۸۸	۴۲/۷	۱/۹۵	۵/۲۳
SW	۲/۸۹ ± ۰/۰۳	۰/۰۴۱	۰/۰۰۴	۰/۰۵	۷/۷۴	۷/۰۱	۸۲	۰/۳۷۸	۱۳/۰۴
SP/M	۲/۲۷۵ ± ۴/۰۷	۵۰۶/۸۵	-۲۵۶/۸۹	۶۶۸/۷۲	۹/۴	۸/۱۸	۷۵/۷۹	۴۰/۴۸	۱۴/۶۷
TGW	۳۳ ± ۰/۳۲	۴/۱۶	۱/۸۵	۵/۳۳	۷	۶/۲	۷۸	۳/۷۱	۱۱/۲۴
PLH	۸۵/۹ ± ۰/۵۴	۱۳/۷۶	۲/۴۳	۱۵/۵۷	۴/۵۹	۴/۳۲	۸۸/۴	۷/۱۷	۸/۳۷
DTM	۱۸۴/۴ ± ۰/۵۸	۰/۴۷	۰/۰۷	۰/۵۲۹	۰/۳۹	۰/۳۷	۸۸/۸	۱/۳۳	۰/۷۲
SL	۹/۳ ± ۰/۰۹	۰/۴۵۲	۰/۰۶	۰/۵۴۳	۷/۹۲	۷/۲۲	۸۳/۲	۱/۲۶۳	۱۳/۵۸
PL	۲۹/۹۵ ± ۰/۳۰	۲۵/۴	۰/۶۷۶	۲۶/۲۵	۱۷	۱۶/۸	۹۶/۸	۱۰/۲۱	۳۴/۱
HLW	۷۴۹/۸ ± ۲/۸۶	۲۰۸/۱۶	۱۳۲/۴۵	۲۷۴/۲۳	۲/۲۱	۱/۹۲	۷۶	۲۵/۹۳	۳/۴۶

σ^2_g :واریانس ژنوتیپی (Genetic variance)؛ σ^2_{ge}: واریانس سال × ژنوتیپ (Genotype × year variance)؛ σ^2_p: وایانس فنوتیپی (Phenotypic variance)؛ PCV: ضریب تغییرات فنوتیپی (Phenotypic coefficient of variation)؛ GCV: ضریب تغییرات ژنوتیپی (Genotypic coefficient of variation)؛ h^2: وراثت‌پذیری عمومی (Broad sense heritability)؛ GA: پیشرفت ژنتیکی (Genetic advance)؛ GA_m: پیشرفت ژنتیکی بر حسب درصد از میانگین (Genetic advance percentage of mean)

ضرایب همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی بین صفات در جدول ۶ ارائه شده است. به‌طور کلی، ضرایب همبستگی ژنوتیپی بین صفات بیشتر از ضرایب همبستگی فنوتیپی بود که نشان‌دهنده‌ی وجود وراثت یا همبستگی ژنتیکی بین صفات مختلف است (۱۳). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات عملکرد زیست توده، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه با عملکرد دانه مشاهده شد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین شاخص برداشت و عملکرد دانه نشان داد که با افزایش شاخص برداشت عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد. سایر محققان نیز شاخص برداشت را به‌عنوان معیار مهمی در جهت افزایش عملکرد دانه گزارش نمودند (۱۴). تعداد سنبله در مترمربع با عملکرد زیست توده، تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان دادند. تعداد روز تا رسیدگی همبستگی منفی با عملکرد دانه نشان داد زیرا با افزایش طول دوره رشد رویشی، طول دوره رشد زایشی کاهش می‌یابد و در نتیجه مواجهه‌ی مراحل پر شدن دانه با خشکی آخر فصل عملکرد دانه نیز کاهش می‌یابد (۱۳). در برخی از تحقیقات همبستگی منفی و غیرمعنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد روز تا رسیدگی گزارش شده است (۲۸،۲۷). محمدی و همکاران (۲۰) همبستگی معنی‌دار و منفی بین عملکرد دانه و تعداد روز تا رسیدگی را تحت هر دو شرایط دیم و آبی گزارش کردند. همبستگی منفی و معنی‌دار دو صفت مذکور تحت شرایط آبی و همبستگی مثبت و غیرمعنی‌دار آن‌ها تحت شرایط دیم گزارش شده است (۱۳). به‌نظر می‌رسد، ارتباط بین زودرسی و عملکرد دانه به ژرم‌پلاسم و محیط بستگی دارد. بین صفات طول سنبله، طول پدانکل و ارتفاع بوته با عملکرد دانه هیچ‌گونه همبستگی مشاهده نشد. دهقانی و همکاران (۶) نیز به عدم رابطه بین صفات نامبرده با عملکرد دانه اشاره کرده‌اند که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]

جدول ۶- ضرایب همبستگی ژنتیکی (بالای قطر) و فنوتیپی (زیر قطر) بین میانگین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم
Table 6. Genetic (upper part of diagonal) and phenotypic (beneath part of diagonal) correlation coefficients between mean of traits evaluated on wheat genotypes

صفت	GY	BY	HI	SGN	SW	SP/M	TGW	PLH	DTM	SL	PL	HLW
GY	۱	۰/۱۷	۰/۷۲**	۰/۷۰	-۰/۳۲	۰/۱۴	۰/۶۷**	-۰/۳۸	-۰/۹۴**	۰/۱۷	-۰/۵۱	-۰/۵۴
BY	۰/۶۹**	۱	-۰/۶۰	-۰/۳۲	-۰/۷۷**	۰/۷۶**	-۰/۱۷	-۰/۰۳	-۰/۱۷	-۰/۱۲	-۰/۳۷	-۰/۲۴
HI	۰/۴۶**	-۰/۲۶*	۱	-۰/۲۵	۰/۲۶	-۰/۳۳	۰/۷۰**	-۰/۳۰	-۰/۷۳**	۰/۱۵	-۰/۰۸	-۰/۱۰
SGN	۰/۲	-۰/۲*	-۰/۲	۱	۰/۹۹**	-۰/۶۲*	۰/۵۹	۰/۱۰	۰/۴۳	۰/۲۵	-۰/۲۶	۰/۳۷
SW	-۰/۰۸	-۰/۲۲*	۰/۱۳	۰/۷۷**	۱	-۰/۹۱	۰/۸۱**	۰/۰۳	-۰/۰۴	۰/۳۸	-۰/۲۹	۰/۰۴
SP/M	۰/۴۵**	۰/۶۷**	-۰/۱۶	-۰/۲۸*	-۰/۰۰۴	۱	-۰/۸۲**	-۰/۳۱	-۰/۰۷	-۰/۳۳	-۰/۰۶	-۰/۳۱
TGW	۰/۱۹	-۰/۰۴	۰/۳*	۰/۰۰۳	۰/۳۳*	-۰/۱۰	۱	۰/۱۰	-۰/۶۸*	۰/۳۷	-۰/۱۹	-۰/۰۵
PLH	۰/۰۳	۰/۱۶*	-۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۳	۱	۰/۰۹	۰/۲۴	۰/۷۳*	۰/۴۲
DTM	-۰/۲۹*	-۰/۱۹*	-۰/۲۱*	۰/۲۴*	۰/۱۰	-۰/۰۰۴	-۰/۳۳*	۰/۰۰۰۸	۱	۰/۴۲	۰/۳۹	-۰/۴
SL	-۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۴۰*	۰/۴۷**	-۰/۰۰۷	۰/۰۲	۰/۲۴*	۰/۳۰*	۱	۰/۳۷	-۰/۵۷*
PL	۰/۰۳	۰/۱۲	-۰/۱۰	۰/۰۰۷	-۰/۰۷	*۰/۱۷	-۰/۰۲	۰/۳۷*	۰/۰۶	۰/۲۰*	۱	۰/۰۷
HLW	۰/۰۵	-۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۲۹*	۰/۱۵	-۰/۲۵*	-۰/۳۹**	-۰/۰۳	۱

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد
برای اختصارات به جدول ۳ مراجعه شود

صفت تعداد دانه در سنبله به‌عنوان یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری با صفت تعداد سنبله در متر مربع داشت. همبستگی منفی و معنی‌دار بین تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع توسط آقایی‌سربرزه و امینی (۱) گزارش شده است. ممکن است دو صفت همبستگی نشان دهند زیرا آنها با سومین صفت همبسته هستند. در چنین مواردی لازم است روشی استفاده شود که روابط علی بین متغییرها را اندازه‌گیری کند. تجزیه علیت تاثیر یک متغیر بر متغیر دیگر را اندازه‌گیری می‌کند و امکان تفکیک ضرایب همبستگی به مؤلفه‌های اثرات مستقیم و غیرمستقیم را فراهم می‌کند. تقسیم همبستگی کل به اثرات مستقیم و غیرمستقیم، اطلاعات واقعی از توزیع صفات فراهم می‌کند و پایه انتخاب برای بهبود عملکرد می‌باشد. از آنجایی که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای اکثر صفات معنی‌دار شده است، برای مطالعه ارتباط بین صفات همبستگی ژنتیکی به همبستگی فنوتیپی ترجیح داده می‌شود (۱۶). از این رو، ضرایب همبستگی ژنتیکی صفات با عملکرد دانه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شدند (جدول ۷). عملکرد زیست توده (۰/۸۳۱)، شاخص برداشت (۰/۳۷۳)، وزن سنبله (۱/۵۷۶)، تعداد دانه در سنبله (۰/۸۷۱)، تعداد سنبله در متر مربع (۰/۱۹)، طول سنبله (۰/۲۷۶)، طول پدانکل (۰/۴۹) و وزن هکتولیتر (۰/۱۴۱) تأثیر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه داشتند. تأثیر مستقیم مثبت تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و عملکرد زیست توده بر عملکرد دانه با نتایج دیگر تحقیقات مطابقت داشت (۳۲،۱،۵،۱۵). از طرفی، تأثیر مستقیم وزن هزار دانه (-۰/۳۵۹)، ارتفاع بوته (-۰/۵۴۵) و تعداد روز تا رسیدگی (۰/۵۲۱) بر عملکرد دانه منفی بود. نظر به این‌که اثر مستقیم تعداد روز تا رسیدگی بر عملکرد دانه منفی بدست آمد، گزینش ژنوتیپ‌های زودرس برای افزایش عملکرد دانه در شرایط دیم بسیار مؤثر خواهد بود.

جدول ۷- اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه (تجزیه علیت) در ژنوتیپ‌های گندم نان
Table 7. Direct and indirect effects of traits influencing grain yield (path analysis) in bread wheat genotypes

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق										
		BY	HI	SGN	SW	SP/M	TGW	PLH	DTM	SL	PL	HLW
BY	۰/۸۳۱	---	-۰/۲۲۵	۰/۷۱۳	-۱/۲۱	۰/۱۴۵	۰/۰۶۱	۰/۰۱۶	۰/۰۸۸	-۰/۰۳۴	-۰/۱۸۲	-۰/۰۳۴
HI	۰/۳۷۳	-۰/۴۹۹	---	۰/۲۱۷	۰/۴۰۹	-۰/۰۶۴	-۰/۲۵۲	۰/۱۶۳	۰/۳۸	۰/۰۴۱	-۰/۰۴	-۰/۰۱۵
SGN	۰/۸۷۱	-۰/۶۸۲	-۰/۰۹۴	---	۱/۵۶	-۰/۱۱۹	-۰/۲۱۲	-۰/۰۵۵	-۰/۲۲۵	۰/۰۶۹	-۰/۱۲۸	۰/۰۵۲
SW	۱/۵۷۶	-۰/۶۴۱	۰/۰۹۷	-۰/۸۶	---	-۰/۱۷۴	-۰/۲۹۱	-۰/۰۱۷	۰/۰۲	۰/۱۰۵	۰/۱۴۳	۰/۰۰۵
SP/M	۰/۱۹	۰/۶۳۲	-۰/۱۲۴	۰/۵۳۹	-۱/۴۳	---	۰/۲۹۴	۰/۱۶۸	۰/۰۳۶	-۰/۰۹۲	-۰/۰۳	۰/۰۴۴
TGW	-۰/۳۵۹	-۰/۱۴۲	۰/۲۶۱	-۰/۵۱	۱/۲۷۶	-۰/۱۵۷	---	-۰/۰۵۵	۰/۳۵۴	۰/۱۰۲	-۰/۰۹۴	-۰/۰۰۸
PLH	-۰/۵۴۵	-۰/۰۲۵	-۰/۱۱۳	-۰/۰۹	۰/۰۴۷	-۰/۰۶	-۰/۰۳۶	---	-۰/۰۴۷	۰/۰۶۶	۰/۳۵۷	۰/۰۵۹
DTM	-۰/۵۲۱	-۰/۱۴۲	-۰/۲۷۳	-۰/۳۷	-۰/۰۶	-۰/۰۱۴	۰/۲۴۴	-۰/۰۵	---	۰/۱۱۶	۰/۱۹۱	-۰/۰۵۷
SL	-۰/۲۷۶	-۰/۱۰	۰/۰۵۶	-۰/۲۲	۰/۵۹۹	-۰/۰۶۴	-۰/۱۳۳	-۰/۱۳۱	-۰/۲۱۹	---	۰/۱۸۱	-۰/۰۸۱
PL	۰/۴۹	-۰/۳۰۸	-۰/۰۳	۰/۲۲۶	-۰/۴۶	-۰/۰۱۲	۰/۰۶۸	-۰/۳۹۸	-۰/۲۰۴	۰/۱۰۲	---	۰/۰۰۹
HLW	۰/۱۴۱	-۰/۲۰	-۰/۰۳۸	-۰/۳۲	۰/۰۶۳	۰/۰۱۷	-۰/۲۲۹	۰/۲۰۸	-۰/۱۵۸	۰/۰۳۴	-۰/۵۴۱	---

برای اختصارات به جدول ۳ مراجعه شود

وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد زیست توده بیشترین تأثیر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه داشتند. لیکن این تأثیر توسط اثرات غیرمستقیم آنها با دیگر صفات خنثی شد، به‌طوری‌که همبستگی ژنتیکی بین وزن سنبله و عملکرد زیست توده با عملکرد دانه غیرمعنی‌دار بود. در نتایج حاصل بیشترین تاثیر غیرمستقیم را تعداد دانه در سنبله از طریق وزن سنبله بر عملکرد دانه داشته است. به‌عبارتی هر چه تعداد دانه در سنبله بیشتر باشد، وزن سنبله افزایش خواهد یافت. آقایی‌سربرزه و امینی (۱) اظهار نمودند در ارقام اصلاح شده به برخی صفات مهم تاثیرگذار بر عملکرد دانه از جمله تعداد دانه در سنبله توجه بیشتری شده است. از نتایج تجزیه علیت می‌توان استنباط نمود که به ترتیب وزن سنبله، تعداد دانه در

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]

سنبله و عملکرد زیست توده از جمله صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه بودند و اصلاح در جهت افزایش این صفات قادر است عملکرد بوته را افزایش دهد. همزمان می‌توان اثرات غیر مستقیم تعداد سنبله در متر مربع از طریق وزن سنبله بر عملکرد دانه را برای گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا مورد توجه قرار داد.

در این تحقیق واریانس فنوتیپی صفات مورد ارزیابی بیشتر از واریانس ژنتیکی بود که نشان می‌دهد این صفات بیشتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار گرفتند. با توجه به این‌که وارثت پذیری عملکرد دانه در واحد سطح نسبت به بقیه صفات پایین بود انتخاب مستقیم ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا نمی‌تواند اثر مطلوبی داشته باشد. صفات طول پدانکل، طول سنبله، وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع وراثت‌پذیری بالا همراه با پیشرفت ژنتیکی بالایی داشتند. بنابراین این چهار صفت، مهم‌ترین صفات برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر گندم می‌باشند. GCV، PCV، GA_m و وراثت‌پذیری بالا برای صفت طول پدانکل پیشنهاد می‌کند که این صفت می‌تواند به نتاج هیبرید منتقل شود و گزینش بر اساس این صفت مؤثر می‌باشد. همبستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد روز تا رسیدگی نشان داد که زودرسی تحت شرایط دیم و در نتیجه عدم مواجهه‌ی مراحل پرشدن دانه با خشکی آخر فصل سهم بسزایی در عملکرد دانه دارد. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفات مرتبط با عملکرد دانه شامل تعداد دانه در سنبله، عملکرد زیست توده و وزن سنبله سهم بسزایی در عملکرد دانه داشتند. بر اساس نتایج بدست آمده برای اصلاح عملکرد دانه گندم تحت شرایط دیم استان لرستان لازم است روی انتخاب لاین‌های زودرس با تعداد دانه بیشتر در سنبله، وزن سنبله و عملکرد زیست توده بالا تأکید شود.

منابع

1. Aghae-Sarbarzeh, M. and A. Amini. 2011. Genetic variability for agronomy traits in bread wheat genotypes collection of Iran. Seed and Plant Improvement Journal, 4: 581-599 (In Persian).
2. Ashmawy, F., M.S. El-Habal, H.S. Saudy and I.K. Abbas. 2010. The relative contribution of yield components to grain yield of some wheat cultivars grown under different nitrogen fertilizer levels. Egyptian Journal of Agricultural Research, 88: 225-239.
3. Arega, G., M. Hussien and S. Harjit. 2007. Genetic divergence in selected durum wheat genotypes of Ethiopia. African Crop Science Journal, 15: 67–72.
4. Brown, A. 1978. Isozymes, plant population genetics structure and genetic conservation. Theoretical Appllied Genetic, 52: 145–157.
5. Chalish, L. and S. Houshmand. 2011. Estimate of heritability and relationships of some durum wheat characters using recombinant inbred lines. Electronic Journal of Crop Production, 4: 223-238 (In Persian).
6. Dehghan, A.A., M. Khodarahmi, A. Majidi Haravan and F. Paknejad. 2011. Genetic variation of morphological and physiological traits in durum wheat lines. Seed and Plant Improvement Journal, 1: 103-120 (In Persian).
7. El-Sarag, E.I. and R.I.M. Ismaeil. 2013. Evaluation of some bread wheat cultivars productivity as affected by sowing dates and water stress in semi-arid region. Asian Journal of Crop Science, 5: 167-178.
8. Efyoni, D. and M. Mahloji. 2005. Correlation analysis of some agronomic traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salinity stress. Seed and Plant Journal, 22: 186-199 (In Persian).
9. Eqbal, M., A. Nabavi, D.F. Salmon, R.C. Yang and D. Spaner. 2007. Simultaneous selection for early maturity, increased grain yield and elevated grain protein content in spring wheat. Plant Breeding, 126: 244-250.
10. Esmaeilzadeh-Moghaddam, M., A. Arzani, A. Rezai and A. Mirlohi. 2012. Genetic analysis of some related characters to drought tolerance in bread wheat cultivars. Electronic Journal of Crop Production, 5: 105-122 (In Persian).
11. Farshadfar, E. 1998. Application of biometrical genetics in plant breeding. First edn. Razi University, Kermanshah, 528 pp.
12. Golabadi, M., A. Arzani and S.A.A. Mirmohammadi-Meybodi. 2009. Effect of end seasonal drought stress on yield and morphophysiologic traits at families F3 of durum wheat. Iranian Journal of Field Crops Research, 6: 405-419 (In Persian).
13. Hailu, A., S. Alamerew, M. Nigussie and E. Assefa. 2016. Correlation and path coefficient analysis of yield associated traits in barely (*Hordeum Vulgare* L.) germplasm. Advances in Crop Science and Technology, 2329-8863.
14. Heidari, M., A.M. Bakhshandeh, H. Nadidan, G. Fathi and K.H. Alemisaid. 2006. Effects of salinity and nitrogen rates on grain yield, somatic adjustments, Sodium and Potassium uptake in wheat cultivar Chamran. Iranian Journal of Field Crop Science, 37: 501-513 (In Persian).
15. Kavyani, R., M. Aghae-Sarbarzeh, M.R. Bihamta and M. Mohammadi. 2011. Genetic diversity and factor analysis for agronomical and morphological traits in durum wheat landraces. Seed and Plant Improvement Journal, 4: 673-692 (In Persian).
16. Khayyatnejad, M., M. Zaefizadeh and R. Gholamin. 2010. Study of genetic diversity and path analysis for yield of durum wheat under drought stress conditions. Plant Ecophysiology, 2: 133-136.
17. Leilah, A.A. and S.A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments, 61: 483-496.
18. Majumder, D.A.N., A.K.M. Shamsuddin, M.A. Kabir and L. Hassan. 2008. Genetic variability, correlated response and path analysis of yield and yield contributing traits of spring wheat. Journal of the Bangladesh Agricultural University, 6: 227-234.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]

19. Mengistu, D.K., A.Y. Kiros and M.E. Pe. 2015. Phenotypic diversity in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum) landraces. The Crop Journal, 3: 190-199.
20. Mohammadi, M., P. Sharifi, R. Karimizadeh and M.K. Shefazadeh. 2012. Relationships between grain yield and yield components in bread wheat under different water availability (dryland and supplemental irrigation conditions). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, 40: 195-200.
21. Mohseni, M., S.M. Mahdi Mortazavian, H.A. Ramshini and B. Foghi. 2016. Evaluation of bread wheat genotypes under normal and post-anthesis drought stress conditions for agronomic traits. Journal of Crop Breeding, 8: 16-29.
22. Morgounov, A., V. Zykin, I. Belan, L. Rosseva, Y. Zelenskiy, H.F. Gomez-Becerra, H. Budak and H. Bekes. 2010. Genetic gains for grain yield in high latitude spring wheat grown in Western Siberia in 1900-2008. Field Crops Research, 117: 101-112.
23. Okuyama, L.A., L.C. Federizzi and J.F. Barbosa-Neto. 2004. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. Ciencia Rural, Santa Maria, 6: 1701-1708.
24. Ogunniyan, D.J. and S.A. Olakojo. 2014. Genetic variation, heritability, genetic advance and agronomic character association of yellow elite inbred lines of maize (*Zea mays* L.). Nigerian Journal of Genetics, 28: 24-28.
25. Rashidi, V., M. Moghaddam and N. Khodabandeh. 1994. Study of correlation of yield with its components through path analysis in spring indigenous wheat varieties of Eastern Azerbaijan, Iran. Proceedings of the 5th Conference of Agronomy and Plant Breeding, September 19: 98- 107.
26. Rauf, S., M. Zaharieva, M.L. Warburton, Z. Ping-zhi, A.M. Al-Sadi, F. Khalil, M. Kozak and S.A. Tariq. 2015. Breaking wheat yield barriers requires integrated efforts in developing countries. Journal Integrative Agriculture, 2095-3119.
27. Shahbazi, M., F. Sheikh, M. Kalateh Arabi and A.M. Hassanifar. 2015. Study of genetic diversity of native wheat in rain-fed condition of Golestan province. Journal of Crop Breeding, 7: 176-186.
28. Sonmez, F., M. Ulker, N. Yilmaz, H. Ege, B. Burun and R. Apak. 1999. The relationship between grain yield and some yield components in the Tir wheat. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 45–52.
29. Soleymanfard, Y., R. Naseri and M. Moradi. 2012. The study of genetic variation and factor analysis for agronomic traits of durum wheat genotypes using cluster analysis and path analysis under stress condition in western Iran. International Journal of Basic Sciences Applied Research, 3: 479-485.
30. Tilman, D., P. Reich, J. Knops, D. Wedin and T. Mielke. 2001. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. Science, 294: 843-845.
31. Zarei, S., A. Amini, S. Mahfoozi and M.R. Bihamta. 2011. Study of genetic diversity for morpho-physiological and agronomic traits of Iranian local wheat genotypes under drought stress conditions. Electronic Journal of Crop Production, 4: 123-138.
32. Zakizadeh, M., M. Esmaeilzadeh-Moghaddam and D. Kahrizi. 2010. Study on genetic variation and relashionship between plant characteristics and grain yield in long spike bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes-using multivariate analysis. Iranian Journal of Crop Sciences, 12: 18-30.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]

Study of Genetic Variability, Heritability and Relationship between Grain Yield and Yield-Related Traits on Bread Wheat Genotypes under Dry Land Conditions

Mahnaz Rahmati[1], Ali Ahmadi[2] and Tahmaseb Hosseinpour[3]

1- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Khorramabad (Corresponding author: avinmahnaz@gmail.com)

2 and 3- Master and Assistant Professor, Seed and Plant improvement Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Khorramabad

Received: February 22, 2017 Accepted: May 23, 2017

Abstract

In order to study of variability, relationship among traits, direct and indirect effects of traits influencing grain yield, 18 lines and cultivars of bread wheat were evaluated in a randomized complete block design with four replications during 2009-2012 cropping seasons. Coefficients of genotypic and phenotypic variability showed that lines had high genetic variation for peduncle length, grain yield and number of spikes per square meter. High genetic variability revealed that these traits could be improved via selection. Heritability was relatively low for grain yield, biological yield and number of grains in spike and was high for peduncle length, days to maturity, plant height, spike weight and spike length. High heritability coupled with high genetic gain obtained for peduncle length, spike length, number of spikes per square meter and spike weight showed that selection for these traits could be effective. Results of path analysis showed that spike weight, number of grains in spike, biological yield and peduncle length had positive direct effect on grain yield. Also, indirect effects of number of spike per square meter via spike weight on grain yield could be considered for genotypes selection with high yield.

Keywords: Bread wheat, Genetic gain, Heritability, Path analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.25.167]