تجزیه به عامل‌ها برای صفات کمـّی و بررسی ضرایب مسیر برای عملکرد دانه در گندم

بهرام حیدری[۱]، قدرت الله سعیدی[۱*] و بدرالدین ابراهیم سید طباطبائی[۲]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۵/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۴/۱۰)

چکیده

در این مطالعه تجزیه با عامل‌ها و تعیین سهم آنها در ایجاد تنوع صفات کمی و هم‌چنین آثار مستقیم و غیر مستقیم اجزای عملکرد بـر عملکـرد دانه گندم مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش ۱۵۷ لاین دابل هاپلوئید گندم (*Triticum aestivum* L.)، در قالب طرح بلـوک‌هـای کامـل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ و از لحاظ صفات مختلف زراعی و مرفولوژیکی ارزیابی شدند. نتایج تجزیه به عامل‌ها به روش حداکثر درست‌نمایی پنج عامل پنهانی را در هر سال شناسایی نمود که این پنج عامل جمعاً و به ترتیب ۸۰/۳۷ و ۷۳/۹۳ درصد از کل تنوع داده‌ها را در سال‌های زراعی اول و دوم توجیه نمودند. در سال اول ارزیابی، عامل اول به شدت تحت تأثیر تعداد روز تا گـرده افـشانی، تعداد روز تا سنبله دهی، طول برگ پرچم و طول دوره رشد بود و ۳۰/۵ درصد از کل تنوع را تبیین نمود و ایـن عامـل بیـانگر ارتبـاط منفـی اجزای عملکرد با یکدیگر و اهمیت ارتباط برخی از صفات مورفولوژیک با عملکرد دانه بود. ولی عامل اول در سال دوم ارزیابی بیـشتر تحـت تأثیر مثبت وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بود و لذا عامل اجزای عملکرد نامیده شد. عامل‌هـای دوم و سـوم در سـال اول به ترتیب شامل ارتفاع بوته و عملکرد دانه و در سال دوم ارزیابی بیانگر طول دوره رسیدگی و ارتفاع بوته بودند. محاسـبه ضـرایب مـسیر نشان داد که تعداد دانه در سنبله در هر دو سال ارزیابی بیشترین اثر مـستقیم و مثبـت (۱/۳۳ و ۰/۸۷۱ بـه ترتیـب در سـال اول و دوم) را بـر عملکرد دانه داشت. به دلیل آثار غیر مستقیم زیاد و منفی تعداد دانه در سنبله از طریق تعداد سنبله بارور در متـر مربـع و وزن هـزار دانـه بـر عملکرد دانه، ضریب هم‌بستگی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله بسیار کم بود. تفاوت ناچیز اثر مستقیم تعداد سنبله بارور در متر مربع بر اساس ضریب هم‌بستگی فنوتیپی و ژنتیکی در سال اول و دوم بیانگر تأثیر پذیری کم این رابطه از عوامل محیطی است. بـه‌طـور کلـی تجزیـه ضرایب مسیر نشان داد که تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور می‌توانند از کارایی بیشتری در مقایـسه بـا وزن هـزار دانـه بـرای افـزایش عملکرد دانه برخوردار باشند و می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی به عنوان شاخص انتخاب مورد استفاده قرارگیرند. هم‌چنین با توجـه بـه نتـایج تجزیه به عامل‌ها، انتخاب لاین‌ها بر اساس عامل چهارم یا عامل عملکرد شامل صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در متر مربع و عملکـرد دانه به عنوان شاخص انتخاب در برنامه‌های به‌نژادی و به منظور بهبود عملکرد دانه می‌تواند از راندمان زیادتری برخوردار باشد.

واژه‌های کلیدی: گندم، دابل هاپلوئید، تجزیه به عامل‌ها، ضرایب مسیر

مقدمه

عملکرد دانه در گندم نان (*Triticume aestivum* L.) مهـم‌تـرین بخش اقتصادی گیاه است که حاصل برآینـد اجـزای عملکـرد و دیگر صفات مرتبط با آن مـی‌باشـد. یکـی از اهـداف اصـلی در

۱. به ترتیب دانشجوی سابق دکتری و دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. دانشیار بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: gsaeidi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]

اصلاح گندم، تولید ارقامی است که دارای ظرفیت تولید بیشتری باشند (۱ و ۱۳). عملکرد دانه یک صفت کمّی است که توسط تعداد زیادی ژن و با اثر کم کنترل می‌شود و بسیار تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. ظرفیت عملکرد دانه به توانایی ژنوتیپ در ساخت، انتقال و ذخیره مواد غذایی در دانه بستگی دارد. افزایش ظرفیت عملکرد دانه در برنامه‌های اصلاحی به‌طور متداول از طریق انجام تلاقی بین ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا و سپس انتخاب برای ژنوتیپ‌های برتر صورت می‌گیرد (۱ و ۱۳)، لذا بررسی پتانسیل تولید ژنوتیپ‌ها و تنوع صفات در برنامه‌های اصلاحی بسیار حائز اهمیت است و تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره می‌تواند اطلاعات زیادی را در این رابطه در اختیار قرار دهد. تعیین روابط بین صفات وکشف عوامل پنهانی و هم‌چنین تعیین سهم هر یک از صفات در ایجاد تنوع برای عملکرد دانه می‌تواند در برنامه‌های به نژادی بسیار سودمند باشد (۱۲ و۱۴) و تجزیه به عامل‌ها توصیفی از کوواریانس یا هم‌بستگی بین چند متغیر اندازه‌گیری شده توسط تعداد کمی عامل یا متغیر پنهانی است (۱۳ و۱۴). بهرام نژاد (۲) ۷ عامل پنهانی را در ارزیابی ۴۷۰ رقم از گندم‌های بومی ایران شناسائی نمود که در مجموع ۷۸/۶ درصد از کل تغییرات صفات کمی را توجیه نمودند و این عامل‌ها به ترتیب خصوصیات برگ پرچم، خصوصیات پدانکل، عملکرد بیولوژیک، خصوصات سنبله، دوره رشد گیاه، و توان گیاه در انتقال مواد فتوسنتزی نامیده شدند. در یک مطالعه تجزیه به عامل‌ها برای ۱۱ صفت زراعی در ۸۰ ژنوتیپ گندم نان، چهار مولفه اصلی و دو عامل را مشخص نمود که به ترتیب جمعاً ۷۶/۷۳ و ۹۵/۸۴ درصد از تنوع کل صفات را توجیه نمودند و عامل اول تحت تأثیر مثبت عملکرد دانه، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، مساحت و طول و عرض برگ پرچم قرار گرفت و در عامل دوم صفات روز تا سنبله دهی، روز تا ساقه دهی، عملکرد دانه و تعداد سنبله به صورت مثبت و صفاتی نظیر وزن هزاردانه، مساحت برگ پرچم و طول سنبله به صورت منفی موثر بودند (۶). در مطالعه سرخی و یزدی صمدی (۳) نیز تجزیه به عامل‌ها برای صفات زراعی مربوط به ۵۰۰ لاین گندم نشان داد که عامل اول شامل صفات نموی و فیزیولوژیک بود و عامل‌های دوم و سوم نیز بیشتر مشتمل بر اجزای عملکرد بودند و جمعاً ۷۷/۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها توسط شش عامل پنهانی توجیه شدند.

بهبود عملکرد دانه گندم از طریق به نژادی و بهبود اجزای عملکرد نیز می‌تواند از روش‌های کارآمد در برنامه‌های اصلاحی باشد (۱۹)، لذا بررسی روابط بین اجزای عملکرد با عملکرد در این راستا نقش مهمی را ایفا می‌نماید. تجزیه ضرایب مسیر روشی برای تفکیک ضرایب هم‌بستگی به آثار مستقیم صفات و غیر مستقیم آنها از طریق صفات دیگر می‌باشد و می‌تواند اطلاعات مفیدی را از نحوه تأثیر پذیری صفات بر یکدیگر و روابط بین آنها فراهم نماید. سهم هر جزء عملکرد در توجیه عملکرد دانه می‌تواند به طور غیر مستقیم نیز تحت تأثیر بقیه اجزا قرارگیرد (۹). درک نادرست از نقش و هم‌بستگی صفات ممکن است کارایی انتخاب را در برنامه‌های به‌نژادی کاهش دهد. مطالعات متعددی در رابطه با بررسی روابط بین عملکرد دانه و دیگر صفات گندم انجام شده است (۱۰، ۱۱ و ۲۰). مقدم و همکاران (۱۷) در مطالعه خود نشان دادند که تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه هم‌بستگی بالایی با عملکرد دانه گندم داشت و دارای آثار مستقیم زیاد و معنی داری بر این صفت بودند، ولی در مطالعه فونسکا و پترسون (۱۱)، هم‌بستگی معنی‌داری بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه مشاهده نگردید. در مطالعه اهدائی و وینز (۱۰) نیز وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت در گیاه گندم دارای آثار مستقیم مثبت و معنی داری بر عملکرد دانه بودند. سیدول و همکاران (۱۹) تجزیه ضرایب مسیر را برای ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی و ژنتیکی انجام دادند و نتیجه گرفتند که یکی از دلایل تفاوت زیاد بین آثار مستقیم برآورد شده توسط ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی و ژنتیکی می‌تواند آثار ژنتیکی غیرافزایشی و یا محیطی باشد و آنها در مطالعه خود تعداد سنبله بارور را به عنوان مهم‌ترین صفت موثر بر عملکرد دانه گندم گزارش نمودند. هم‌چنین در مطالعات مختلف به وجود

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]

هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن دانه در سنبله و عملکرد دانه گندم و اهمیت آن در بهبود عملکرد دانه به عنوان شاخص انتخاب تأکید شده است (۱۶ و ۱۸).

با توجه به این‌که لاین‌های دابل هاپلوئید امکان تولید لاین‌های خالص را جهت استفاده در برنامه‌های به نژادی و مطالعات ژنتیکی در کمترین زمان ممکن فراهم می‌نماید (۱ و ۲۱) و هم‌چنین با عنایت به اهمیت عوامل پنهانی در شکل‌گیری صفات و تأثیر آنها بر عملکرد دانه و لزوم تعیین مسیرهای برهمکنش اجزای عملکرد بر عملکرد دانه جهت بهبود آن در برنامه‌های اصلاحی، این مطالعه به منظور شناسایی عوامل پنهانی در توجیه و شناخت روابط داخلی بین صفات و تعیین مهم‌ترین صفات مرتبط با عملکرد دانه در یک جمعیت دابل هاپلوئید گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال‌های زراعی۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گردید. طبق طبقه‌بندی کوپن ، منطقه آزمایش دارای اقلیم خشک، بسیار گرم با تابستان‌های گرم وخشک است (۵). در این تحقیق، ۱۵۷ لاین خالص دابل هاپلوئید که به منظور تولید لاین خالص و افزایش تنوع ژنتیکی جهت استفاده در به نژادی گندم و از تلاقی بین دو رقم گندم خارجی Fukuho-kumogi وOligo-culm به روش تلاقی گندم و ذرت تولید شده بودند (۷ و۲۱)، به همراه والدین در طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای صفات زراعی و مورفولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط به طول ۲ متر و فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی خط کاشت ۴ سانتی‌متر و فاصله کرت‌های آزمایشی از یکدیگر۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. جهت انجام آزمایش، عملیات آماده‌سازی زمین همچون شخم پائیزه، دیسک، تسطیح و کرت‌بندی انجام شد و به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، مقدار ۲۵۰ کیلوگرم کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار استفاده گردید. حدود یک سوم کود اوره به همراه تمام کود فسفات آمونیوم قبل از کاشت به خاک داده شد و بقیه آن در دو نوبت در زمان پنجه‌دهی و ساقه‌دهی به‌صورت سرک مصرف گردید. صفاتی مانند عملکرد دانه، اجزای عملکرد، ارتفاع بوته و صفات فنولوژیک در هر کرت آزمایشی با رعایت اثر حاشیه مورد ارزیابی قرار گرفتند. تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد سنبله‌دهی بر حسب ظهور ۷۵٪ هرسنبله از برگ پرچم در۵۰٪ بوته‌های هر کرت آزمایشی ثبت گردید. تعداد روز تا زمان زرد شدن ناحیه زیر سنبله و یا رسیدگی فیزیولوژیک در ۵۰ درصد سنبله‌های هر کرت آزمایشی به‌عنوان تعداد روز تا رسیدگی منظور شد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح، بوته‌های دو خط وسط هر کرت آزمایشی به طول یک متر برداشت و بوجاری گردید و سپس عملکرد دانه و بیولوژیک و بر حسب گرم در واحد سطح محاسبه گردید. از تجزیه به عامل‌های دوران یافته به روش حداکثر درستنمایی به منظور توجیه و تفسیر بهتر روابط داخلی بین صفات و شناخت عوامل پنهانی استفاده شد (۱۴ و ۱۵). ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی و فنوتیپی (۸ و۹) با استفاده از اجزای واریانس فنوتیپی و ژنتیکی و ضرایب مسیر نیز برای تعیین آثار مستقیم و غیر مستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد دانه محاسبه گردید (۸ و۹). تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و PATH1 انجام شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه تجزیه به عامل‌ها به روش حداکثر درست‌نمایی در سال‌های اول و دوم و برای صفات کمّی مورد مطالعه پنج عامل پنهانی را شناسایی کرد که به ترتیب ۸۰/۳۷ و ۷۳/۹ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه نمودند (جداول ۱ و ۲). در سال ۱۳۸۲ عامل اول به شدت تحت تأثیر تعداد روز تا گرده افشانی، تعداد روز تا سنبله‌دهی، طول سنبله اصلی، طول برگ پرچم و طول دوره رشد بود و ۳۰/۵۳ درصد از کل تنوع فنوتیپی صفات را تبیین نمود. با توجه به منفی بودن علامت بار عامل‌ها برای صفاتی نظیر عملکرد دانه، شاخص

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]

جدول۱. بار عامل‌های دوران یافته، واریانس‌های نسبی و تجمعی در تجزیه به عامل‌ها برای صفات مرفولوژیک، زراعی و اجزای عملکرد در لاین‌های دابل هاپلوئید گندم در سال ۱۳۸۲

صفات	مؤلفه				
	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم
عملکرد دانه در متر مربع(گرم)	-۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۸۶	۰/۴۷	۰/۰۱
شاخص برداشت (درصد)	-۰/۴۲	-۰/۵۹	۰/۴۵	۰/۰۷	-۰/۱۱
عملکرد بیولوژیک در متر مربع (گرم)	۰/۲۳	۰/۵۲	۰/۶۱	۰/۴۴	۰/۰۶
وزن هزار دانه(گرم)	-۰/۴۸	۰/۳۸	۰/۳۸	-۰/۴۸	۰/۰۵
تعداد دانه در سنبله	۰/۶۰	-۰/۶۲	۰/۳۶	-۰/۰۴	۰/۱۲
وزن دانه در سنبله (گرم)	۰/۴۲	-۰/۴۰	۰/۶۲	-۰/۴۳	۰/۱۷
تعداد سنبله در متر مربع	-۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۱۴	۰/۷۱	-۰/۱۷
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۰/۲۰	۰/۸۶	۰/۰۲	-۰/۱۳	۰/۳۶
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۴۰	-۰/۵۹	۰/۰۱	۰/۳۰	۰/۵۱
طول سنبلچه اصلی (سانتی‌متر)	۰/۸۴	۰/۲۸	۰/۰۶	-۰/۰۲	۰/۱۸
تراکم سنبلچه در سنبله	-۰/۵۴	-۰/۶۲	-۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۴۷
وزن حجمی (گرم در ۵۰۰ میلی‌لیتر)	-۰/۵۹	۰/۱۸	۰/۲۲	-۰/۲۹	-۰/۰۲
تعداد روز تا گرده افشانی	۰/۸۶	۰/۰۴	-۰/۲۵	۰/۱۰	۰/۰۵
تعداد روز تا سنبله دهی	۰/۸۴	-۰/۱۲	-۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۰۱
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۶۸	-۰/۳۲	-۰/۰۷	۰/۲۲	-۰/۲۰
طول ریشک (سانتی‌متر)	۰/۶۴	۰/۳۱	۰/۰۶	۰/۰۶	-۰/۰۱
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۰/۷۰	۰/۳۴	۰/۰۹	-۰/۱۳	۰/۰۲
عرض برگ پرچم(سانتی‌متر)	۰/۵۱	-۰/۲۳	۰/۴۵	-۰/۳۸	-۰/۲۳
طول آخرین میانگره (سانتی‌متر)	۰/۱۶	۰/۸۵	-۰/۰۱	-۰/۱۶	۰/۳۹
واریانس توجیه شده	۳۰/۵۳	۲۲/۲۹	۱۲/۶۶	۹/۷۴	۵/۱۶
واریانس توجیه شده تجمعی	۳۰/۵۳	۵۲/۸۲	۶۵/۴۸	۷۵/۲۲	۸۰/۳۷
مقادیر ویژه	۵/۸۰	۴/۲۳	۲/۴۰	۱/۸۵	۰/۹۷

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]

جدول۲. بار عامل‌های دوران یافته، واریانس‌های نسبی و تجمعی در تجزیه به عامل‌ها برای صفات مرفولوژیک، زراعی و اجزای عملکرد در لاین‌های دابل هاپلوئید گندم در سال ۱۳۸۳

صفات	مؤلفه				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
عملکرد دانه در متر مربع(گرم)	۰/۱۹	−۰/۰۹	−۰/۱۰	۰/۹۵	۰/۰۲
شاخص برداشت (درصد)	۰/۴۱	−۰/۱۶	−۰/۵۹	۰/۲۱	۰/۳۱
عملکرد بیولوژیک (گرم)	۰/۰۱	−۰/۰۵	۰/۲۳	۰/۹۰	−۰/۱۴
وزن هزار دانه(گرم)	۰/۳۶	−۰/۴۶	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۰۰
تعداد دانه در سنبله	۰/۸۷	۰/۲۳	−۰/۱۵	−۰/۰۳	۰/۰۶
وزن دانه در سنبله (گرم)	۰/۹۵	−۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۶	−۰/۰۳
تعداد سنبله در متر مربع	−۰/۵۸	۰/۰۱	−۰/۱۱	۰/۷۴	۰/۰۲
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	−۰/۱۸	−۰/۲۲	۰/۸۹	۰/۱۶	−۰/۰۸
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۵۱	۰/۵۹	۰/۰۶	−۰/۰۱	۰/۴۷
طول سنبله اصلی (سانتی‌متر)	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۲۷	۰/۰۷	−۰/۷۱
تراکم سنبلچه در سنبله	۰/۰۴	۰/۰۰	−۰/۲۲	−۰/۰۳	۰/۹۳
وزن حجمی (گرم در ۵۰۰ میلی‌لیتر)	۰/۱۰	−۰/۶۸	−۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۱
تعداد روز تا گرده افشانی	۰/۰۵	۰/۶۱	−۰/۰۷	۰/۰۵	−۰/۰۱
تعداد روز تا سنبله دهی	۰/۰۴	۰/۸۹	۰/۰۱	−۰/۱۳	−۰/۱۶
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۱۶	۰/۷۲	−۰/۲۱	۰/۰۵	−۰/۱۴
طول ریشک (سانتی‌متر)	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۶۱	−۰/۲۵	−۰/۲۰
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۰/۳۲	۰/۲۰	۰/۴۰	۰/۱۲	−۰/۴۳
عرض برگ پرچم(سانتی‌متر)	۰/۷۶	−۰/۰۵	−۰/۱۹	−۰/۰۵	−۰/۲۹
طول آخرین میانگره (سانتی‌متر)	−۰/۱۵	−۰/۲۲	۰/۸۸	۰/۲۰	−۰/۱۰
واریانس توجیه شده	۲۲/۰۷	۱۸/۰۵	۱۵/۰۷	۱۲/۰۰	۶/۷۴
واریانس توجیه شده تجمعی	۲۲/۰۷	۴۰/۱۲	۵۵/۱۹	۶۷/۱۹	۷۳/۹۳
مقادیر ویژه	۴/۱۹	۳/۴۲	۲/۸۶	۲/۲۸	۱/۲۸

برداشت، وزن هزار دانه و تعداد سنبله در متر مربع، این عامل می‌تواند بیانگر ارتباط منفی اجزای عملکرد و اهمیت ارتباط برخی صفات مورفولوژیک با عملکرد دانه باشد و با توجه به سهم بیشتر صفات فنولوژیک در آن که بیانگر پایان دوره رشد رویشی گیاه هستند، این عامل را می‌توان عامل زیست توده نامید (۴). در سال دوم ارزیابی عامل اول ۲۲/۰۷ درصد از تنوع داده‌ها را توجیه نمود و بیشتر تحت تأثیر مثبت وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، عرض برگ پرچم، تعداد سنبلچه در سنبله، شاخص برداشت و وزن هزار دانه بود و می‌تواند عامل اجزای عملکرد نام‌گذاری شود. مقایسه نتایج حاصل از سال‌های اول و دوم نشان داد که صفاتی نظیر وزن دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و عرض برگ نقش نسبتاً ثابتی را در شکل‌گیری عامل اول ایفا نمودند و به‌طور مثبت این عامل را تحت تأثیر قرار دادند. در مطالعه کلانترزاده (۶) نیز عامل اول، عامل عملکرد و اجزای آن نام‌گذاری شده و بیشتر تحت تأثیر مثبت تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح بوده است.

عامل دوم در سال اول و دوم ارزیابی ژنوتیپ‌ها به ترتیب ۲۲/۲۹ درصد و ۱۸/۰۵ درصد از کل تغییرات را توجیه نمود

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]

(جداول ۱ و۲). عامل دوم در سال ۱۳۸۲ بیشتر تحت تأثیر ارتفاع بوته، طول آخرین میانگره و عملکرد بیولوژیک در جهت مثبت قرار گرفت، ولی صفات تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تراکم سنبلچه در سنبله به صورت منفی تأثیر قابل توجه در این عامل داشتند، لذا می‌توان آن را عامل ارتفاع بوته نام‌گذاری کرد (۴). در سال دوم، صفاتی نظیر تعداد روز تا رسیدگی، روز تا سنبله دهی و گرده افشانی بیشترین تأثیر مثبت را در عامل دوم داشتند، به نحوی که می‌توان آن را عامل طول دوره رسیدگی نامید. مقایسه نتایج مربوط به عامل دوم در دو سال ارزیابی نشان داد که صفاتی نظیر روز تا سنبله دهی، روز تا گرده افشانی و روز تا رسیدگی در سال اول به‌طور منفی و در سال دوم در جهت مثبت این عامل را تحت تأثیر قرار دادند که بیانگر اثر سال و شرایط محیطی بر روابط بین صفات می‌باشد. در عامل سوم و در سال اول ارزیابی، صفات عملکرد دانه، وزن دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک در متر مربع به‌صورت مثبت و قابل توجه و هم‌چنین وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و عرض برگ پرچم به‌صورت مثبت و با اهمیت کمتر و صفات فنولوژیک به‌صورت منفی تأثیر گذار بودند و می‌توان آنرا عامل عملکرد نامید (۴ و ۶). عامل سوم در سال دوم ارزیابی ۱۵/۰۷ درصد از تنوع کل را توجیه نمود و بیشتر تحت تأثیر مثبت ارتفاع بوته، طول آخرین میانگره و طول ریشک قرار داشت و لذا بیانگر ارتفاع بوته بود، ولی صفاتی مانند عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع در جهت منفی بر این عامل مؤثر بودند. براساس نتایج حاصل از دو سال ارزیابی لاین‌ها این طور استنباط می‌شود که انتخاب برای کاهش دوره رسیدگی می‌تواند موجب افزایش برخی از اجزای عملکرد مانند وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه شود. عامل چهارم در سال اول ارزیابی ۹/۷ و در سال دوم ۱۲ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود. این عامل در سال اول به شدت تحت تأثیر منفی وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله، وزن حجمی و عرض برگ پرچم و تحت تأثیر مثبت تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه بود، بنابراین افزایش این عامل می‌تواند سبب افزایش برخی اجزای عملکرد و کاهش برخی از دیگر صفات مرتبط با عملکرد دانه شود. این عامل (عامل چهارم) در سال دوم ارزیابی نیز به شدت تحت تأثیر مثبت عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در متر مربع بود و لذا این عامل را می‌توان عامل عملکرد نامید. براساس مقایسه نتایج حاصل از دو سال برای عامل چهارم، به نظر می‌رسد که انتخاب لاین‌ها بر اساس افزایش عامل چهارم می‌تواند منجر به افزایش هم‌زمان طول دوره رسیدگی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه در جمعیت مورد مطالعه گردد. در عامل پنجم در سال اول ارزیابی، صفات تعداد سنبلچه در سنبله و تراکم سنبلچه در سنبله به‌صورت مثبت و قابل توجه مؤثر بودند و افزایش این عامل می‌تواند منجر به افزایش تعداد و تراکم سنبلچه بارور در سنبله و طول پدانکل و کاهش تعداد سنبله در متر مربع و عرض برگ پرچم شود. با توجه به ضرایب مثبت و اثر زیادتر تعداد و تراکم سنبلچه در سنبله در عامل پنجم در مقایسه با سایر صفات به نظر می‌رسد این عامل در سال ۱۳۸۳ نیز بیشتر بیانگر نقش و اهمیت تعداد سنبلچه در سنبله اصلی در ایجاد تنوع باشد و این عامل را می‌توان عامل سنبلچه در سنبله نام‌گذاری نمود. لذا نتایج دو سال ارزیابی لاین‌ها نشان می‌دهد که عامل پنجم شاخصی از خصوصیات سنبلچه ژنوتیپ‌ها بوده و انتخاب بر مبنای آن می‌تواند موجب افزایش بازدهی انتخاب برای بهبود این صفت و هم‌چنین اجزای عملکرد گردد. به‌طور کلی نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس عامل دوم می‌تواند منجر به زودرسی گیاه و افزایش پابلندی شود. عامل سوم در سال اول بیانگر عملکرد دانه و در سال دوم مبین ارتفاع بوته بود. در این مطالعه عامل‌های چهارم و پنجم دارای ضرایب مشابهی از نظر صفات مختلف در هر دو سال بودند و انتظار می‌رود گزینش لاین‌ها بر مبنای آنها به ترتیب کارایی انتخاب برای بهبود اجزای عملکرد دانه و خصوصیات مربوط به سنبلچه را افزایش دهد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه این طور استنباط می‌شود که برنامه‌های انتخاب برای افزایش عملکرد دانه، زودرسی و پاکوتاهی در جامعه دابل هاپلوئید مورد بررسی به‌طور هم‌زمان امکان پذیر می‌باشد.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]

جدول ۳ . ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی (پایین قطر) و ژنتیکی (بالای قطر) برای صفات مختلف در سال ۱۳۸۲

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱- ارتفاع بوته	۱	-۰/۱۹	-۰/۳۳	-۰/۱۴	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۰۸	-۰/۵۶
۲- رسیدگی	-۰/۲۳	۱	۰/۵۳	۰/۲۹	-۰/۴۲	-۰/۲۵	۰/۰۱	-۰/۰۷
۳- تعداد دانه در سنبله	-۰/۳۵	۰/۶۱	۱	۰/۷۶	-۰/۴۷	-۰/۵۲	۰/۱۷	۰/۲۵
۴- وزن دانه در سنبله	-۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۷۷	۱	۰/۱۳	-۰/۶۴	۰/۲۷	۰/۲۶
۵- وزن هزار دانه	۰/۲۹	-۰/۵۸	-۰/۵۱	۰/۱۲	۱	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۰۶
۶- تعداد سنبله در متر مربع	۰/۲۱	-۰/۳۴	-۰/۶۲	-۰/۷۱	۰/۰۷	۱	۰/۵۳	۰/۰۴
۷- عملکرد دانه	۰/۰۸	-۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۴۰	۱	۰/۳۷
۸- شاخص برداشت	-۰/۶۵	-۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۳۹	۱

ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی که قدر مطلق آنها از ۰/۱۶ و یا ۰/۲۳ بیشتر است به ترتیب در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی دار می‌باشند.

جدول ۴ . ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی (پایین قطر) و ژنتیکی (بالای قطر) برای صفات مختلف در سال ۱۳۸۳

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱- ارتفاع بوته	۱	-۰/۳۳	-۰/۳۴	-۰/۱۳	۰/۳۶	۰/۰۹	۰/۰۳	-۰/۵۲
۲- رسیدگی	۰/۳۵	۱	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۱۴	-۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۰۸
۳- تعداد دانه در سنبله	-۰/۳۸	۰/۲۸	۱	۰/۸۴	-۰/۰۱	-۰/۵۰	۰/۱۲	۰/۳۷
۴- وزن دانه در سنبله	-۰/۱۴	۰/۱	۰/۸۹	۱	۰/۳۴	-۰/۵۵	۰/۲۴	۰/۳۳
۵- وزن هزار دانه	۰/۴۶	-۰/۲۴	-/۰۳۰	۰/۳۷	۱	-/۰۵۰	۰/۲۲	۰/۱۶
۶- تعداد سنبله در متر مربع	۰/۱۶	-۰/۰۴	-۰/۷۳	۰/۷۳	-۰/۱۷	۱	۰/۵۸	۰/۰۳۰
۷- عملکرد دانه	۰/۰۶	/۰۱۰	۰/۲۳	۰/۴۴	۰/۲۸	۰/۱۷	۱	۰/۳۷
۸- شاخص برداشت	-۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۰۵	۰/۲۳	۰/۴۹	۱

ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی که قدر مطلق آنها از ۰/۱۶ و یا ۰/۲۳ بیشتر است به ترتیب در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی دار می‌باشند.

بررسی ضرایب هم‌بستگی بین صفات مختلف (جداول ۳ و ۴) نشان داد که ژنوتیپ‌های با ارتفاع بوته بیشتر دارای تعداد دانه و وزن هزار دانه بیشتری در مقایسه با ژنوتیپ‌های پاکوتاه بودند. هم‌بستگی بین طول دوره رسیدگی و تعداد دانه در سنبله در سال اول مثبت و از نظر مقداری بیشتر از سال دوم بود. ارتفاع بوته و شاخص برداشت هم‌بستگی مشابهی با یکدیگر در هر دو سال ارزیابی داشتند (جداول ۳ و ۴). هم‌بستگی بین تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله در سال اول (r = ۰/۷۷**) و سال دوم (r =۰/۸۹**) مثبت و نسبتاً قوی بود. برآورد ضریب هم‌بستگی منفی بین تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه در سال اول و دوم حاکی از آن بود که با افزایش تعداد دانه در سنبله از وزن هزار دانه کاسته می‌شود. سرخی و یزدی صمدی (۳) و کلانترزاده (۶) نیز به رابطه منفی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله اشاره نموده‌اند. عملکرد بیشتر ژنوتیپ‌ها در سال اول ارزیابی بیشتر مرتبط با افزایش وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله باور بود، درحالی‌که در سال دوم عملکرد دانه هم‌بستگی مثبت نسبتاً بالایی با وزن دانه در سنبله و در مرتبه دوم با وزن هزار دانه داشت (جدول ۳). در مطالعه گورتین و بیلی (۱۳) نیز عملکرد دانه دارای ضریب هم‌بستگی مثبتی با اجزای عملکرد بوده است. شاخص برداشت هم‌بستگی مثبت و متوسطی با تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله در سال دوم ارزیابی و هم‌بستگی منفی و بالایی با ارتفاع بوته در هر دو سال داشت و هم‌بستگی زیادی بین شاخص برداشت و طول دوره رسیدگی و تعداد سنبله بارور مشاهده نگردید (جداول ۳ و ۴).

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]

جدول ۵ . آثار مستقیم و غیر مستقیم فنوتیپی و ژنتیکی (اعداد داخل پرانتز) اجزای عملکرد بر عملکرد دانه گندم

مسیر	اثر	
	سال اول ارزیابی (۱۳۸۲)	سال دوم ارزیابی (۱۳۸۳)
تعداد سنبله بارور		
اثر مستقیم	۰/۹۹۱ (۱/۱۷۲)	۰/۸۷۳ (۰/۸۶۴)
اثر غیر مستقیم از طریق وزن هزار دانه	۰/۰۳۴ (۰ /۰۵۴)	−۰/۰۱۴(−۰/۰۵۹)
اثر غیر مستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	−۰/۴۹۶(−۰/۸۲۷)	−۰/۲۸۰(−۰/۶۳۷)
هم‌بستگی با عملکرد	۰/۵۲(۰/۴۰)	۰/۵۸(۰/۱۷)
وزن هزار دانه		
اثر مستقیم	۰/۵۶۸(۰/۷۷۸)	۰/۲۶۹(۰/۳۴۳)
اثر غیر مستقیم از طریق تعداد سنبله بارور	۰/۰۵۹(۰/۰۸۲)	−۰/۰۴۴(−۰/۱۴۷)
اثر غیر مستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	−۰/۴۴۸(−۰/۶۸۱)	−۰/۰۰۶(−۰/۰۲۷)
هم‌بستگی با عملکرد	۰/۱۸(۰/۱۸)	۰/۲۲(۰/۱۷)
تعداد دانه در سنبله		
اثر مستقیم	۰/۹۵۲(۱/۳۳۳)	۰/۵۵۹(۰/۸۷۱)
اثر غیر مستقیم از طریق تعداد سنبله بارور	−۰/۵۱۶(−۰/۷۲۷)	−۰/۴۳۷(−۰/۶۳۱)
اثر غیر مستقیم از طریق وزن هزار دانه	−۰/۲۶۸(−۰/۳۹۷)	−۰/۰۰۳(−۰/۰۰۱)
هم‌بستگی با عملکرد	۰/۱۷(۰/۲۰)	۰/۱۲(۰/۲۳)
باقی‌مانده	۰/۳۳۲(۰/۴۵۸)	۰/۶۰۶ (۰/۷۷)

اهدائی و وینز (۱۰) نیز به هم‌بستگی ناچیز بین عملکرد دانه و طول دوره رسیدگی درگندم‌های بومی ایران اشاره نموده‌اند.

نتایج تجزیه مسیر به منظور بررسی دقیق‌تر روابط بین صفات با استفاده از ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی و فنوتیپی (جدول ۵) نشان داد که تعداد دانه در سنبله دارای بیشترین اثر مستقیم ژنتیکی (۱/۳۳ و ۰/۸۷۱ به ترتیب در سال‌های اول و دوم ارزیابی) بر عملکرد دانه بود. در مطالعه کلانترزاده (۶) نیز تعداد دانه در سنبله دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه بوده است. علی‌رغم اثر مستقیم زیاد تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه، این صفت هم‌بستگی نسبتاً کمی را با عملکرد دانه در هر دو سال ارزیابی نشان داد (جداول ۳ و ۴)، که به نظر می‌رسد آثار غیر مستقیم زیاد و منفی این صفت از طریق تعداد سنبله بارور و وزن هزار دانه باعث کاهش ضریب هم‌بستگی بین این دو صفت شده است (جدول ۵). اثر مستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد دانه در سال اول نسبتاً زیاد بود، اما به دلیل تأثیر غیر مستقیم منفی و زیاد آن از طریق تعداد دانه در سنبله، ضریب هم‌بستگی ژنتیکی و فنوتیپی کمی بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه مشاهده شد (جداول ۳ و۴). در سال اول ارزیابی، وزن هزار دانه دارای اثر غیر مستقیم ژنتیکی و فنوتیپی نسبتاً زیادی از طریق تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه بود، در حالی که این اثر در سال دوم ارزیابی بسیار ناچیز بود. در سال دوم ارزیابی بیشترین اثر غیر مستقیم و منفی بر عملکرد دانه مربوط به تعداد سنبله بارور و از طریق تعداد دانه در سنبله بود (جدول ۵). برآورد آثار مستقیم صفات نشان داد که تعداد سنبله بارور در سال اول ارزیابی تأثیر مستقیم مثبت و بیشتری نسبت به سال دوم بر عملکرد دانه داشت و به نظر می‌رسد بیشتر بودن ضریب هم‌بستگی بین تعداد سنبله بارور و عملکرد دانه در سال اول به دلیل بیشتر بودن اثر مستقیم این صفت باشد (جدول ۵). در مطالعه سیدول و همکاران (۱۹) نیز تعداد سنبله بارور بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد دانه داشت.

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که آثار مستقیم تعداد سنبله بارور، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه بر مبنای ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی بیشتر از آثار مستقیم آنها بر

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]

اساس ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی بود که بیانگر تأثیر عوامل محیطی بر روابط بین اجزای عملکرد با عملکرد دانه است و این نتیجه با نتایج سیدول و همکاران (۱۹) نیز تطابق داشت. نتایج ضرایب هم‌بستگی و تجزیه ضرایب مسیر حاکی از آن بود که تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور می‌توانند از کارائی انتخاب بیشتری در مقایسه با وزن هزار دانه برای افزایش عملکرد دانه برخوردار باشند و بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها انتخاب لاین‌ها بر اساس عامل‌های چهارم و پنجم به عنوان شاخص انتخاب در برنامه‌های به‌نژادی و به منظور بهبود اجزای عملکرد و عملکرد دانه می‌تواند از بازدهی بیشتری برخوردار باشد.

منابع مورد استفاده

۱. ارزانی، ا. ۱۳۷۸. *اصلاح گیاهان زراعی (ترجمه)*. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. بهرام نژاد، ب. ۱۳۷۵. بررسی تنوع ژنتیکی اجزاء عملکرد و صفات کمی مهم و روابط آنها در ۴۷۰ رقم گندم بومی غرب کشور با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. سرخی، ب. و ب. یزدی صمدی. ۱۳۷۷. بررسی روابط ژنتیکی بین عملکرد دانه و صفات کمی در ۵۰۰ لاین گندم نان از طریق تجزیه به عامل. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۹(۲):۳۶۳-۳۷۳.

۴. شاهین‌نیا، ف. ۱۳۷۹. ارزیابی خصوصیات کمّی و کیفی و الگوهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا در لاین‌های اصلاحی، ارقام زراعی و بومی گندم به روش تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. کریمی، م. ۱۳۶۶. *گزارش آب و هوای منطقه مرکزی ایران*. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۶. کلانترزاده. م. ۱۳۷۹. ارزیابی خصوصیات کمّی و کیفی گندم نان در رابطه با زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا از طریق روش‌های آماری چند متغیره، پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان.

7. Atsmon, D. and E. Jacobs. 1977. A newly bred ‘gigas’ form of bread wheat (*Triticum aestivum* L.): Morphological features and thermo-photoperiodic responses. Crop Sci. 17: 31-35.
8. Dewey, D. R. and R. H. Lu. 1959. A correlation and path–coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. Agron. J. 51:515-518.
9. Dofing, S. M. and G.W. Knight. 1992. Alternative model for path analysis of small-grain yield. Crop Sci. 32: 487-489.
10. Ehdaie, B. and J. G. Waines. 1989. Genetic variation, heritability and path analysis in landraces of bread wheat from South Western of Iran. Euphytica 41:183-190.
11. Fonseca, S. and F. L. Patterson. 1968. Yield component heritability and interrelationships in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Sci. 8:614-617.
12. Griffiths, A. J. F. and J. H. Miller. 1996. An Introduction to Genetic Analysis. 6th Ed., W. H. Freeman Co., New York.
13. Guertin, W.H. and J. P. Bailey. 1982. Introduction to Modern Factor Analysis. Edward, Brothers. Inc., Michigan.
14. Johnson, R. A. and D. W. Wichern. 1996. Applied Multivariate Statistical Analysis. Sterling Book House, New Delhi.
15. Jolliffe. I.T. 1986. Principle Component Analysis. Springer Varlay Inc., New York.
16. Knott, D. R. and B. Talukdar. 1971. Increasing seed weight in wheat and its effects on yield, yield components and quality. Crop Sci. 11: 280-283.
17. Moghaddam, M., B. Ehdaie and J. G. Waines. 1997. Genetic variation and interrelationship of agronomic characters in landraces of bread wheat from South Western of Iran. Euphytica 95:361-369.
18. Sharma, D. and D. R. Knott. 1964. The inheritance of seed weight in wheat crosses. Can. J. Genet. Cytol. 6: 419-425.
19. Sidwell, R. J., E. L. Smith and R. W. McNew. 1976. Inheritance and interrelationships of grain yield and selected yield-related traits in a hard red winter wheat cross. Crop Sci. 16: 650-654.
20. Singh, I. D. and N. C. Stoskopf .1971. Harvest index in cereals. Agron. J. 63:224-226.
21. Suenaga, K. 1991. An effective method of production of haploid wheat (*Triticum aestivum* L.) plants by wheat and maize (*Zea mays* L.) crosses. PP.195-200. *In*: A Adachi(Ed.), International Colloquium for Overcoming Breeding Barrier. Miyozaki, Japan.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.12.6]