بررسی روابط بین صفات در ارقام زراعی یولاف در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی

محمدرضا جزائری نوش‌آبادی و عبدالمجید رضائی[۱]

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی روابط بین صفات فنولوژیک، مرفولوژیک و فیزیولوژیک و تأثیر آنها بر عملکرد دانه ۲۰ ژنوتیپ یولاف، تحت دو تیمار آبیاری بر مبنای ۳±۷۰ و ۳±۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ انجام شد. در هر دو رژیم رطوبتی عملکرد دانه با شاخص برداشت و میزان آب نسبی برگ (RWC) هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار و با تعداد روز تا خوشه‌دهی هم‌بستگی منفی و معنی‌داری داشت. ضمن این‌که هم‌بستگی آن با ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی در شرایط بدون تنش رطوبتی مثبت و معنی‌دار شد. تجزیه به عامل‌ها در هر دو محیط سه عامل را معرفی نمود که عامل‌های عملکرد، فنولوژیک و مخزن نام‌گذاری شدند. تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه در هر دو شرایط رطوبتی شاخص برداشت را به عنوان اولین متغیر شناسایی کرد. در مرحله دوم در محیط بدون تنش ارتفاع بوته و در شرایط تنش میزان آب نسبی برگ وارد مدل شدند و به همراه شاخص برداشت جمعاً ۶۴٪ و ۶۶٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. نتایج حاصل از تجزیه ضرایب مسیر بر اساس ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت و اجزای عملکرد (تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه و وزن دانه) نشان داد که در هر دو رژیم رطوبتی شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه داشت. بالاترین اثر غیر مستقیم منفی در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی به ترتیب مربوط به تعداد خوشه در واحد سطح و شاخص برداشت از طریق تعداد دانه در خوشه بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه ضرایب مسیر، تنش رطوبتی، هم‌بستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی، یولاف

مقدمه

یولاف (*Avena sativa* L.) به خاطر درصد بالای پروتئین دانه و کاه و نیز کیفیت مطلوب پروتئین از جمله غلات مهم در مناطق معتدله به‌شمار می‌آید و براساس نتایج تحقیقات انجام شده در اصفهان (۱، ۸ و ۹) نیز ظرفیت تولید مناسبی دارد. ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص دارای اقلیم خشک (۶۵٪) تا نیمه خشک (۲۵٪) است (۷) و کاهش بارندگی در برخی سال‌ها در اکثر مناطق منجر به بروز تنش خشکی به‌خصوص در مراحل انتهایی رشد اکثر گیاهان می‌گردد. در چنین شرایطی عملکرد دانه گیاهان زراعی به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

به علت ایجاد نوسان عملکرد در سال‌های مختلف، افزایش آن از طریق برنامه‌های بهنژادی و تولید ارقام سازگار و متحمل به خشکی دچار اختلال می‌شود، زیرا عملکرد دانه صفت پیچیده‌ای است که تحت تأثیر فرایندهای فیزیولوژیک، شرایط محیطی، ساختار ژنتیکی و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط است. به اعتقاد محققین بهنژادی و فیزیولوژی گیاهی با استفاده از صفات مرفولوژیک و فیزیولوژیک مناسب و اجزای عملکرد به عنوان معیارهای غیر مستقیم انتخاب برای عملکرد دانه می‌توان سرعت پیشرفت برنامه‌های اصلاحی را خصوصاً در اصلاح برای مقاومت یا تحمل به تنش‌های محیطی بهبود بخشید و در وقت و هزینه، صرفه‌جویی نمود (۱۲، ۱۴ و ۱۷).

تجزیه و تحلیل ضرایب هم‌بستگی بین صفات فنولوژیک، مرفولوژیک و فیزیولوژیک با عملکرد دانه و تجزیه ضرایب مسیر از روش‌های مهم شناسایی صفات مرتبط با عملکرد دانه است. عملکرد دانه متأثر از اجزای عملکرد شامل تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه می‌باشد. این اجزا تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط کشت قرار می‌گیرند و غالباً می‌توانند به عنوان توجیهی برای افزایش یا کاهش عملکرد به کار روند. اجزای عملکرد از یکدیگر مستقل نیستند و برای رسیدن به عملکرد بهینه، تناسب بین آنها مهم است. تنش‌های رطوبتی به عنوان یک عامل محیطی در مراحل اولیه رشد باعث کاهش تعداد پنجه و در نتیجه کاهش تعداد خوشه بارور می‌گردند. هم‌چنین کمبود آب در زمان گرده‌افشانی باعث نمو غیر طبیعی کیسه جنینی و عقیمی دانه گرده و در پی آن کاهش تعداد دانه در خوشه‌می‌گردد. در چنین شرایطی بررسی روابط بین این اجزا و عملکرد باعث شناسایی ارقام دارای اجزای عملکرد مناسب می‌شود.

انگجی (۱) با مطالعه تنوع ژنتیکی در ۸۱ رقم زراعی یولاف هم‌بستگی عملکرد دانه با طول خوشه، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه در خوشه و عملکرد بیولوژیک را به ترتیب ۴۶٪، ۶۷٪، ۴۵٪ و ۴۲٪ گزارش نمود. تجزیه ضرایب هم‌بستگی بر اساس اجزای عملکرد نشان داد که وزن هزار دانه و تعداد گلچه زایا به ترتیب دارای بیشترین اثر مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد بودند. هم‌چنین تجزیه علیت بر مبنای صفات وارد شده در مدل رگرسیون نشان داد که وزن دانه و تعداد خوشه بارور دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد هستند. بنابراین جهت اصلاح عملکرد می‌توان گزینش را بر مبنای وزن دانه و تعداد پنجه بارور انجام داد. هم‌چنین تجزیه به عامل‌ها ۶ عامل پنهانی را معرفی نمود که جمعاً ۶۸/۵۹ درصد از کل تنوع موجود را توجیه نمودند و به ترتیب عامل‌های درجه اول و دوم عملکرد، عامل فنولوژیک، عامل پتانسیل تولید پنجه و عامل اجزای عملکرد نامیده شدند. محمدی‌نژاد با اندازه‌گیری ۶ صفت در ارقام یولاف نتیجه گرفت که بالاترین هم‌بستگی بین طول و عرض برگ پرچم و پس از آن بین تیپ رشد و روز تا خوشه‌دهی وجود دارد (۸). ارتفاع بوته با طول برگ پرچم، هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار و با تیپ رشد هم‌بستگی منفی و معنی داری نشان داد.

شاخص برداشت یکی از ویژگی‌های مهم و مؤثر در عملکرد دانه غلات است و بر اساس گزارش محققین (۱۴ و ۲۸) به عنوان معیار بسیار مهمی در تولید ارقام جدید غلات به کار می‌رود. به اعتقاد دونالد و همبلین با انتخاب بر اساس شاخص برداشت می‌توان عملکرد دانه غلات را تا ۴۰ درصد افزایش داد. بهبود عملکرد در ارقام جدید یولاف در استرالیا نتیجه افزایش شاخص برداشت بدون تغییر معنی‌دار در عملکرد بیولوژیک بوده است (۱۴ و ۲۰). مرادی با بررسی ۱۷ صفت کمّی در ۱۲ رقم یولاف زراعی در منطقه اصفهان بالاترین هم‌بستگی عملکرد دانه را با شاخص برداشت و پس از آن با تعداد پنجه بارور اعلام نمود(۹). وی مشاهده کرد که بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد مربوط به تعداد پنجه بارور و بعد از آن متعلق به تعداد دانه در خوشه است. اثر غیر مستقیم این دو صفت بر عملکرد ناچیز بود، بنابراین از این صفات می‌توان در انتخاب ارقام پر محصول استفاده کرد. اسلافر و آندراد نیز هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه گندم و شاخص برداشت گزارش کردند(۲۸).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

جدول ۱. ژنوتیپ‌های یولاف مورد ارزیابی

ردیف	نام		منشا	ردیف	نام		منشا
۱	سیمکو	Simcoe	کانادا	۱۱	دربای	Derby	کانادا
۲	آژاکس	Ajax	کانادا	۱۲	دونالد	Donald	کانادا
۳	آلاسکا	Alaska	آمریکا	۱۳	ریگودون	Rigodon	کانادا
۴	بیکن	Beacon	کانادا	۱۴	پیسلی	Paisley	کانادا
۵	ایگل	Eagle	سوئیس	۱۵	پیسر	Pacer	کانادا
۶	گلن	Glen	کانادا	۱۶	بویر	Boyer	کانادا
۷	راندوم	Random	کانادا	۱۷	لاین شماره ۲	BL2	ترکیه
۸	آکسفورد	Oxford	کانادا	۱۸	لاین شماره ۲۸	BL28	ترکیه
۹	سایوکس	Sioux	کانادا	۱۹	لاین شماره ۳۲	BL32	ترکیه
۱۰	کالیبر	Calibre	کانادا	۲۰	لاین شماره ۳۶	BL36	ترکیه

پانتوان و همکاران با مطالعه ۱۲۸ ژنوتیپ برنج در شرایط خشکی در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه، هم‌بستگی بین درصد خوشه بارور با درصد دانه پر و عملکرد دانه با شاخص برداشت را مثبت و بسیار معنی‌دار و هم‌بستگی بین روز تا گل‌دهی با عملکرد دانه و تعداد دانه پر در خوشه را منفی و بسیار معنی‌دار گزارش کردند(۲۵). در ارزیابی خصوصیات کمّی و کیفی ارقام زراعی و بومی گندم نان نیز هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با شاخص برداشت گزارش شده است (۳). در این مطالعه بر مبنای رگرسیون مرحله‌ای صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع بخش عمده‌ای از تغییرات عملکرد را تبیین نمودند.

این مطالعه با هدف بررسی ارتباط بین صفات خصوصاً صفات مؤثر بر عملکرد دانه یولاف در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی۸۲-۱۳۸۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد با عرض جغرافیایی ۲۳ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا انجام شد. بر پایه طبقه بندی کوپن منطقه آزمایش دارای اقلیم خشک، بسیار گرم و تابستان‌های گرم و خشک است (۶). ژنوتیپ‌های یولاف مورد بررسی (جدول ۱)، شامل ۱۴ رقم معرفی شده طی سال‌های ۱۹۴۱ تا ۱۹۹۷ در کانادا و یک رقم معرفی شده در آمریکا (سال ۱۹۲۳) و یک رقم معرفی شده در سوئیس (سال ۱۹۳۷) و ۴ لاین اصلاح شده ترکیه‌ای بودند که به طور جداگانه در دو رژیم رطوبتی مختلف شامل آبیاری بر اساس ۳ ± ۷۰ و ۳ ± ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از آماده‌سازی زمین به منظور تأمین ازت و فسفر مورد نیاز گیاه معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم قبل از کاشت به خاک اضافه شد. قبل از کاشت، بذرها با قارچ‌کش مانکوزب به میزان ۳ در هزار ضد عفونی گردیدند. کاشت در تاریخ ۱۵ آبان ماه انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و طول ۳ متر با تراکم کاشت ۴۰۰ بذر در متر مربع بود. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری اول انجام گرفت. جهت تأمین ازت مورد نیاز گیاه ۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره نیز در زمان به ساقه رفتن بوته‌ها به صورت سرک مورد استفاده قرار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

گرفت. در طول دوره رشد کنترل علف‌های هرز به طور کامل و به صورت دستی انجام گردید. آبیاری بر مبنای رسانیدن رطوبت خاک تا عمق توسعه رشد به حد ظرفیت مزرعه و براساس محاسبه مقدار آب لازم و دبی سرریز مستطیلی انجام شد (۲).

صفات مورد بررسی بر مبنای کرت یا متوسط ۲۰ بوته عبارت بودند از تعداد روز تا ظهور کامل خوشه‌ها و رسیدگی در ۵۰ درصد از بوته‌ها، ارتفاع در زمان رسیدگی، تعداد خوشه بارور در متر مربع، تعداد سنبلچه در خوشه،تعداد دانه درخوشه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه (بر اساس برداشت ۱/۵ متر مربع از ردیف‌های میانی)، شاخص برداشت و میزان آب نسبی برگ (Relative Water Content) (RWC) که با روش مانیت و همکاران (۲۱) طبق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$RWC = \frac{FW - DW}{TWT - DW} \times ۱۰۰$$

در این فرمول FW (Fresh Weight) وزن برگ در مزرعه، DW (Dry Weight) وزن برگ خشک شده به مدت ۷۲ ساعت در ۷۰ درجه سانتی‌گراد و TWT (Turgid Weight) وزن برگ پس از ۱۲ تا ۱۸ ساعت خیساندن در آب مقطر می‌باشد. این خصوصیت برای ۱۰ برگ پرچم که به طور تصادفی از بوته‌های یک کرت در ساعت ۱۱ صبح جمع‌آوری شده بودند، تعیین شد.

ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی بین صفات با استفاده از نرم افزار SAS محاسبه شد. به منظور محاسبه هم‌بستگی‌های ژنتیکی، ابتدا ماتریس‌های واریانس- کوواریانس ژنوتیپ‌ها و خطای آزمایشی به‌دست آمدند و سپس با توجه به فرمول زیر هم‌بستگی ژنتیکی بین صفات محاسبه گردید :

$$r_g = \frac{cov_{gx_۱x_۲}}{\sqrt{\sigma^۲_{gx_۱} . \sigma^۲_{gx_۲}}}$$

از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای با استفاده از نرم افزار SAS نیز به منظور تعیین صفاتی که بیشترین نقش را در توجیه تنوع عملکرد دانه داشتند، استفاده شد. سپس برای تعیین اثر مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه، تجزیه ضرایب مسیر به کمک نرم‌افزار Path 2 انجام گردید. تجزیه به عامل‌ها برای ماتریس ۱۰×۲۰ (۲۰ ژنوتیپ و ۱۰ صفت) در هر دو محیط رطوبتی با استفاده از دستور Proc Factor در نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و بای‌پلات ژنوتیپ‌ها بر اساس امتیاز عامل‌های اول و دوم در هر دو محیط به کمک نرم‌افزارExcel رسم گردید.

نتایج و بحث

هم‌بستگی بین صفات

هم‌بستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی بین صفات در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده‌اند. هم‌بستگی‌های ژنتیکی. فنوتیپی برای تمام صفات بسیار نزدیک به یکدیگر بودند که دلالت بر تأثیر کم عوامل محیطی بر هم‌بستگی‌های فنوتیپی دارد. بدین لحاظ بحث پیرامون هم‌بستگی‌های فنوتیپی پرداخته می‌شود. نتایج نشان داد که هم‌بستگی فنوتیپی تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی با تعداد روز تا رسیدگی در شرایط عادی رطوبتی مثبت و بسیار معنی‌دار و در شرایط تنش رطوبتی مثبت اما غیر معنی‌دار است. هم‌بستگی فنوتیپی بین تعداد روز تا خوشه‌دهی با عملکرد دانه در واحد سطح در محیط بدون تنش منفی و معنی‌دار و در شرایط تنش رطوبتی منفی و بسیار معنی‌دار بود. با افزایش طول دوره رویشی، طول دوره زایشی کمتر می‌شود و مقدار زیادی از مواد فتوسنتزی صرف توسعه اندام‌های رویشی می‌گردد و عملکرد کاهش می‌یابد. هم‌چنین احتمال دارد که گیاهان دیررس در معرض شرایط محیطی نامناسب قرار گیرند. بنابراین هم‌بستگی منفی بین دو صفت مذکور دور از انتظار نیست. ریگس و همکاران (۲۷) در جو، پانتوان و همکاران (۲۵) و مهتر و همکاران (۲۳) نیز در برنج هم‌بستگی منفی بسیار معنی‌داری بین تعداد روز تا خوشه‌دهی و عملکرد دانه را گزارش نمودند. مرادی با مطالعه ژنوتیپ‌های یولاف در اصفهان به نتیجه مشابهی رسید(۹).

هم‌بستگی‌های فنوتیپی تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه دهی و تعداد روز تا رسیدگی با شاخص برداشت در محیط‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

جدول ۲. ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی (زیر قطر) و ژنتیکی (بالای قطر) بین صفات مختلف در شرایط بدون تنش رطوبتی

صفت	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)
۱- روز تا خوشه دهی	۱	۰/۷۵	-۰/۲۵	-۰/۵۳	-۰/۶۴	-۰/۴۵	-۰/۳۵	-۰/۲۷	۰/۲۵	-۰/۱۴
۲- روز تا رسیدگی	۰/۷۴	۱	-۰/۴۱	-۰/۶۱	-۰/۵۹	-۰/۲۶	-۰/۵۰	-۰/۳۴	۰/۴۱	-۰/۱۰
۳- ارتفاع در مرحله رسیدگی	-۰/۱۱	-۰/۲۸	۱	۰/۹۵	۰/۷۷	-۰/۶۳	۰/۸۴	۰/۹۲	-۰/۸۰	۰/۲۴
۴- عملکرد دانه	-۰/۵	-۰/۵۸	۰/۴۷	۱	۰/۹۰	۰/۰۳	۰/۲۴	۰/۳۶	۰/۰۹	۰/۶۷
۵- شاخص برداشت	-۰/۴۸	-۰/۴۵	۰/۲۰	۰/۷۳	۱	-۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۹۲
۶- تعداد خوشه در متر مربع	-۰/۳۹	-۰/۲۴	-۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۱	-۰/۴۵	-۰/۶۳	-۰/۱۷	۰/۴۴
۷- تعداد سنبلچه در خوشه	-۰/۲۵	-۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۱۷	۰/۱۲	-۰/۳۴	۱	۰/۹۵	-۰/۴۰	۰/۱۸
۸- تعداد دانه در خوشه	-۰/۲۲	-۰/۲۸	۰/۴۸	۰/۲۸	۰/۱۵	-۰/۴۷	۰/۹۱	۱	-۰/۲۵	۰/۳۹
۹- وزن هزاردانه	۰/۲۵	-۰/۴۰	-۰/۳۷	۰/۱۱	۰/۱۶	-۰/۱۲	-۰/۴۰	-۰/۲۰	۱	۰/۵۸
۱۰- میزان آب نسبی برگ	۰/۱۴	-۰/۰۹	-۰/۱۶	۰/۶۱	۰/۶۴	-۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۳۱	۰/۵۴	۱

ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی با قدر مطلق بیشتر از ۰/۴۴ در سطح احتمال ۵٪ و بیشتر از ۰/۵۵ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۳ . ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی (زیر قطر) و ژنتیکی (بالای قطر) بین صفات مختلف در شرایط تنش رطوبتی

صفت	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)
۱- روز تا خوشه دهی	۱	۰/۴۰	۰/۲۸	-۰/۶۲	-۰/۷۶	-۰/۴۸	۰/۲۱	۰/۱۴	-۰/۱۷	-۰/۳۷
۲- روز تا رسیدگی	۰/۳۹	۱	-۰/۸۵	-۰/۱۹	-۰/۳۵	-۰/۴۵	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۰۶	-۰/۰۹
۳- ارتفاع در مرحله رسیدگی	۰/۱۷	-۰/۵۶	۱	-۰/۲۷	-۰/۱۸	۰/۰۷	-۰/۱۸	-۰/۲۲	-۰/۳۴	-۰/۱۸
۴- عملکرد دانه	-۰/۵۷	-۰/۱۸	۰/۰۲	۱	۰/۹۲	۰/۳۱	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۵	۰/۶۵
۵- شاخص برداشت	-۰/۶۹	-۰/۳۱	-۰/۰۸	۰/۷۶	۱	۰/۵۵	-۰/۲۲	-۰/۱۵	۰/۴۷	۰/۴۲
۶- تعداد خوشه در متر مربع	-۰/۴۱	-۰/۳۷	۰/۱۳	۰/۲۳	۰/۵۰	۱	-۰/۸۷	-۰/۸۵	۰/۶۷	۰/۲۸
۷- تعداد سنبلچه در خوشه	۰/۱۸	۰/۲۲	-۰/۰۲	۰/۰۳	-۰/۱۱	-۰/۷۴	۱	-۰/۹۸	-۰/۶۵	۰/۴۷
۸- تعداد دانه در خوشه	۰/۱۳	۰/۲۱	-۰/۰۳	۰/۰۸	-۰/۰۹	-۰/۷۴	۰/۹۶	۱	-۰/۶۲	۰/۴۹
۹- وزن هزاردانه	-۰/۱۵	۰/۰۳	-۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۴۹	-۰/۵۱	-۰/۵۰	۱	۰/۲۵
۱۰- میزان آب نسبی برگ	-۰/۳۴	-۰/۰۴	-۰/۰۸	۰/۵۳	۰/۳۴	-۰/۱۸	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۱۹	۱

ضرایب هم‌بستگی با قدر مطلق بیشتر از ۰/۴۴ در سطح احتمال ۵٪ و بیشتر از ۰/۵۵ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

تنش و بدون تنش منفی و معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد که در ژنوتیپ‌های دیررس با کاهش عملکرد دانه و افزایش عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت کاهش می‌یابد. با توجه به هم‌بستگی فنوتیپی منفی و بسیار معنی‌دار بین روز تا رسیدگی و عملکرد دانه می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش روز تا رسیدگی نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک کاهش داشته است. فصیحی (۵) و مرادی (۹) نیز بین شاخص برداشت و تعداد روز تا خوشه‌دهی هم‌بستگی منفی و معنی‌داری گزارش نمودند. هم‌چنین پانتوان و همکاران (۲۵) با اعمال تنش در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه، بین روز تا گل‌دهی و شاخص برداشت هم‌بستگی منفی و بسیار معنی‌داری مشاهده نمودند. هم‌بستگی ژنتیکی بین تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی با تعداد خوشه بارور در هر دو محیط رطوبتی منفی و بالا بود. در نتیجه تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی از طریق کاهش این جزء عملکرد باعث کاهش عملکرد شده است.

هم‌بستگی فنوتیپی بین عملکرد دانه در واحد سطح با شاخص برداشت در هر دو محیط تنش و بدون تنش رطوبتی، مثبت و بسیار معنی‌دار بود. این نتیجه مبین آن است که همراه با روند افزایش عملکرد دانه، نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک افزایش داشته است. شاخص برداشت به عنوان یک خصوصیت کمّی نشان دهنده کارایی گیاه در توزیع ماده خشک به سمت دانه است و در برنامه‌های بهنژادی غلات معرفی ژنوتیپ‌هایی با شاخص برداشت بالا از اهداف اصلی به شمار می‌رود. ریگس و همکاران (۲۷) در جو و پری و آنتونو (۲۶) در گندم رابطه مثبت و بسیار معنی‌داری را بین شاخص برداشت و عملکرد دانه در واحد سطح گزارش نمودند.

هم‌بستگی‌های فنوتیپی شاخص برداشت با تعداد خوشه بارور در متر مربع و وزن هزار دانه مثبت و معنی‌داری بود. پری‌آنتونو (۲۶)، ریگس و همکاران (۲۷) و مرادی (۹) هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین شاخص برداشت و تعداد خوشه بارور گزارش نمودند. هم‌بستگی‌های فنوتیپی بین تعداد خوشه بارور و وزن هزار دانه در شرایط تنش رطوبتی مثبت و معنی‌دار و در شرایط رطوبتی عادی منفی ولی کوچک و غیر معنی‌دار بودند. هم‌بستگی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه در شرایط تنش رطوبتی منفی و معنی‌دار و در شرایط رطوبتی عادی منفی و غیر معنی‌دار بود. مرادی (۹) نیز به این هم‌بستگی منفی در هر یک از سطوح تراکم کاشت و مصرف کود نیتروژن اشاره کرده است. در شرایط تنش رطوبتی هم‌بستگی ژنتیکی بین وزن هزار دانه با عملکرد دانه مثبت بود. با توجه به این‌که وزن دانه آخرین جزئی از عملکرد است که شکل می‌گیرد، این هم‌بستگی مثبت نشان می‌دهد که وزن دانه به عنوان عامل تعدیل کننده توانسته است کاهش سایر اجزا را به نوعی جبران کند.

هم‌بستگی فنوتیپی بین عملکرد دانه در واحد سطح و میزان آب نسبی برگ در شرایط عدم تنش رطوبتی مثبت و بسیار معنی‌دار و در شرایط تنش رطوبتی مثبت و معنی‌دار بودند. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که توان حفظ آب در بافت‌های خود را دارند (میزان RWC بالاتری داشته‌باشند) تحمل به خشکی بیشتر و در نتیجه عملکرد بیشتری خواهند داشت. فرشادفر و محمدی (۴) در مطالعه روی آگروپیرون به هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان آب نسبی برگ با عملکرد در شرایط بدون تنش و هم‌بستگی مثبت، اما غیر معنی‌دار در شرایط تنش رطوبتی اشاره کرده‌اند. مانیت و همکاران (۲۱) اختلاف معنی‌داری را برای ارقام گندم مورد مطالعه از لحاظ میزان آب نسبی برگ گزارش نمودند. آنها برای میزان آب نسبی برگ وراثت‌پذیری بالایی را به دست آوردند. الحکیمی و همکاران (۱۰) نیز تنوع قابل ملاحظه‌ای در میزان آب نسبی برگ در نتاج حاصل از تلاقی گندم تتراپلوئید و دوروم گزارش نمودند. نتایج آنها وراثت‌پذیری بالایی (h^2=۰/۷۳) را برای این صفت نشان داد.

میزان آب نسبی برگ به دلیل ارتباط مستقیم با پتانسیل آب برگ، شاخص مفیدی در ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌ها برای تحمل به خشکی می‌باشد (۱۰ و ۲۱) و از آن در بعضی از برنامه‌های اصلاحی جهت اندازه‌گیری تنظیم اسمزی استفاده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

جدول ۴. نتایج تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش رطوبتی

صفات	عامل‌های دوران یافته					
	عامل اول		عامل دوم		عامل سوم	
	بدون تنش	با تنش	بدون تنش	با تنش	بدون تنش	با تنش
روز تا خوشه دهی	-۰/۱۷۵	۰/۱۱۱	۰/۹۰۰	-۰/۲۳۹	-۰/۱۲۴	۰/۰۰۱
روز تا رسیدگی	-۰/۱۲۶	۰/۱۶۵	۰/۸۴۶	-۰/۰۰۵	-۰/۱۹۷	-۰/۷۹۸
ارتفاع در مرحله رسیدگی (سانتی‌متر)	۰/۱۲۷	-۰/۰۰۰۱	-۰/۰۲۸	-۰/۰۰۳	۰/۲۶۸	۰/۹۴۱
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۰/۷۲۹	۰/۰۰۱	-۰/۴۴۴	۰/۸۰۱	۰/۰۴۹	۰/۰۸۱
شاخص برداشت	۰/۷۶۴	-۰/۵۱۳	-۰/۴۲۷	۰/۱۱۳	-۰/۰۱۶	۰/۱۹۷
تعداد خوشه در متر مربع	-۰/۲۲۶	۰/۹۵۲	-۰/۴۰۶	۰/۱۰۵	-۰/۵۷۴	۰/۰۳۹
تعداد سنبلچه در خوشه	-۰/۰۳۵	۰/۹۶۰	-۰/۲۱۳	۰/۱۲۰	۰/۹۳۵	۰/۰۴۳
تعداد دانه در خوشه	۰/۱۲۹	-۰/۱۸۹	-۰/۰۸۷	۰/۵۹۵	۰/۹۳۸	۰/۰۴۶
وزن هزاردانه (گرم)	۰/۶۴۲	-۰/۴۴۸	۰/۳۹۱	۰/۶۶۳	-۰/۱۸۰	-۰/۲۱۸
میزان آب نسبی برگ	۰/۹۲۶	۰/۴۰۳	۰/۰۶۶	۰/۷۴۰	۰/۲۰۸	-۰/۰۱۲
واریانس توجیه شده	۳۶/۵	۳۶/۴	۲۱/۳	۲۶/۲	۲۰/۸	۱۶/۳
واریانس توجیه شده تجمعی	۳۶/۵	۳۶/۴	۵۷/۸	۶۲/۶	۷۸/۶	۷۸/۹

شده است (۴). یکی از جنبه‌های مهم کاربردی میزان آب نسبی برگ، فراهم نمودن امکان کمّی‌سازی میزان تنش رطوبتی است. از صفات مرتبط با آب گیاه می‌توان در اصلاح برای مقاومت به خشکی استفاده کرد، زیرا میزان نگه‌داری آب و زنده ماندن گیاه را در شرایط تنش نشان می‌دهند (۲۲). ارقام مقاوم به خشکی در گندم دارای توانایی بیشتری از نظر حفظ پتانسیل آب خود هستند و از نظر تنظیم اسمزی نیز ظرفیت بیشتری دارند (۴).

در این آزمایش رقم بویر در هر دو محیط رطوبتی دارای بیشترین میزان آب نسبی برگ و عملکرد دانه در واحد سطح بود. با توجه به هم‌بستگی بالا بین میزان آب نسبی برگ و عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط و وراثت‌پذیری بالای آن (۰/۸۵ در شرایط تنش و ۰/۹ در شرایط عادی رطوبتی) می‌توان از این شاخص فیزیولوژیک در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل سود جست.

به طور کلی و با توجه به هم‌بستگی‌های محاسبه شده در این مطالعه به نظر می‌رسد برای دستیابی به رقمی با عملکرد بالا و متحمل به تنش می‌توان انتخاب را بر اساس شاخص برداشت، میزان آب نسبی برگ و وزن هزار دانه بیشتر انجام داد. در این حالت بهتر است با انتخاب ارقام زودرس، دوره رشد زایشی و پر شدن دانه را افزایش داد، ضمن این‌که در شرایط بدون تنش رطوبتی می‌توان از ارقام پا بلند نیز استفاده نمود.

تجزیه به عامل‌ها

به منظور تفسیر روابط بین صفات و تعیین عوامل پنهانی که موجب پدید آمدن ساختار خاصی در ماتریس واریانس-کوواریانس می‌گردند، از تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی با دوران عامل‌ها به روش وریماکس استفاده شد. به منظور توجیه بهتر، با توجه به منطقی بودن عامل‌ها و ریشه‌های مشخصه بزرگ‌تر از یک، تعداد سه عامل استخراج و تفسیر گردید. نتایج حاصل شامل بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل و واریانس تجمعی برای محیط‌های دارای تنش و فاقد تنش به طور جداگانه در جدول ۴ آورده شده‌اند. در هر دو محیط تنش و بدون تنش رطوبتی سه عامل اول جمعاً ۷۸ درصد از کل تنوع موجود را توجیه نمودند که سهم عامل‌ها در محیط بدون تنش به ترتیب برابر با ۳۶/۵، ۲۱/۳ و ۲۰/۸ درصد و در محیط دارای تنش رطوبتی ۳۶/۴، ۲۶/۲ و ۱۶/۳ درصد بود. در محیط بدون تنش رطوبتی، در عامل اول عملکرد دانه، شاخص

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

برداشت، وزن هزار دانه و میزان آب نسبی برگ دارای بیشترین بار عاملی بودند (جدول ۴). در محیط دارای تنش رطوبتی عامل دوم دقیقاً تحت تأثیر همین صفات بود. متخصصین بهنژادی و فیزیولوژی گیاهی بر این عقیده‌اند که برای بازدهی بیشتر در اصلاح ارقام برتر باید صفات مطلوب و مؤثر در عملکرد ژنوتیپ‌ها را شناخت و از آنها به عنوان معیارهای انتخاب استفاده نمود (۱۲ و ۱۴). شاخص برداشت یکی از ویژگی‌های مهم و مؤثر در عملکرد دانه غلات و از معیارهای گزینشی مهم در تولید ارقام جدید غلات است. هم‌چنین وزن دانه یکی از اجزای نسبتاً پایدار و عامل تعدیل کننده عملکرد دانه است. از طرفی هم‌بستگی بالای میزان آب نسبی برگ با عملکرد دانه باعث گردیده است تا از این صفت به عنوان یک معیار انتخاب غیر مستقیم برای عملکرد دانه استفاده شود (۲۱ و ۲۲). بر این اساس این عامل را می‌توان عامل عملکرد نامید. افزایش این عامل باعث افزایش عملکرد و صفات ذکر شده می‌گردد. در عامل دوم در محیط بدون تنش رطوبتی، تعداد روز تا خوشه‌دهی و رسیدگی دارای بار عاملی مثبت مهمی بودند و بنابراین عامل فنولوژیک نامیده شد. عامل فنولوژیک در محیط دارای تنش عامل پنهان سوم بود. افزایش این عامل باعث طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی می‌گردد و با توجه به بار منفی که عملکرد، اجزای آن و شاخص برداشت در این عامل دارند، افزایش آن باعث کاهش عملکرد می‌گردد. شاید اهمیت بیشتر این عامل در محیط بدون تنش نسبت به شرایط دارای تنش این است که اگر دوره رشد رویشی افزایش یابد، ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب رطوبتی بیش از نیاز، رشد سبزینه‌ای می‌کنند و شاخص برداشت آنها بیشتر کاهش می‌یابد.

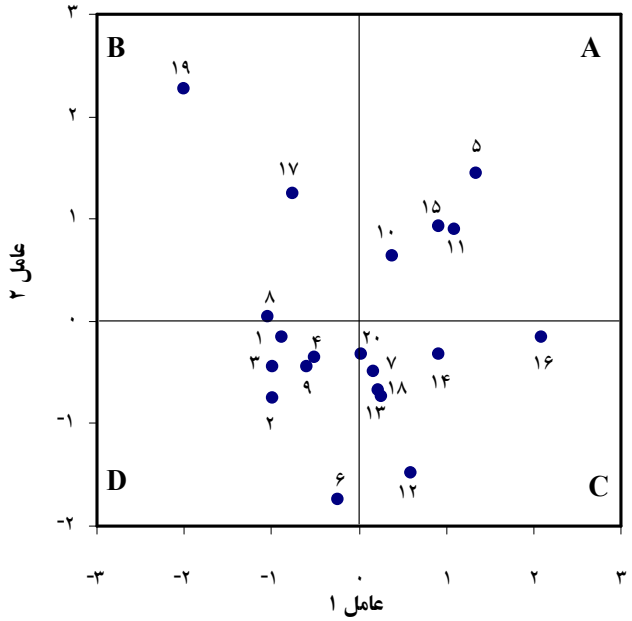
عامل سوم در شرایط بدون تنش رطوبتی بر تعداد سنبلچه و تعداد دانه در خوشه تأکید داشت. این دو صفت، اجزای عملکرد دانه را تشکیل می‌دهند. بنابراین، این عامل را می‌توان عامل مخزن نامید. این عامل در شرایط تنش رطوبتی عامل اول بود و بیشترین تنوع را توجیه کرد. از آنجا که تعداد دانه در خوشه تحت شرایط محیطی رشد رویشی و در دوره رشد خوشه تا گرده افشانی تعیین می‌شود و تعداد سنبلچه در خوشه به تعداد گل‌های تشکیل شده و باروری آنها پس از گرده افشانی بستگی دارد و گیاهان در این مراحل به شدت به تنش رطوبتی حساس می‌باشند، اهمیت بیشتر مخزن در شرایط تنش رطوبتی قابل توجیه است. افزایش این عامل مخصوصاً در شرایط تنش رطوبتی باعث زیادتر شدن تعداد دانه در خوشه و جبران کاهش تعداد خوشه در واحد سطح می‌گردد. بار عاملی منفی تعداد خوشه در واحد سطح و وزن دانه به دلیل هم‌بستگی منفی بین اجزای عملکرد می‌باشد.

نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها در گندم نان (۳) نیز حاکی از نقش ۳ عامل پنهانی در توجیه ۹۷/۳۲ درصد از تنوع کل داده‌ها بود. این عوامل به ترتیب اجزای عملکرد، زیست توده و عملکرد نام‌گذاری شدند. لی و کالت‌سیکز با اندازه‌گیری ۱۲ صفت زراعی در نتاج F_1 تلاقی‌های دای‌آلل گندم دوروم و انجام تجزیه به عامل‌ها ۵ عامل را استخراج کردند که جمعاً ۹۸/۸ درصد از کل تنوع موجود را توجیه می‌کنند (۱۹). در عامل اول صفات عملکرد دانه در بوته و کرت، تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در بوته بالاترین سهم را داشتند. عامل دوم شامل صفات تعداد دانه در سنبلچه و سنبله و در عامل سوم وزن هزار دانه و ارتفاع بوته اثر داشتند. عامل چهارم شامل تعداد سنبلچه در سنبله و عامل پنجم شامل نسبت گلچه به دانه بود. صبوری چهار عامل را در توجیه تغییرات کل داده‌ها در برنج گزارش نمود و عامل‌های اول و دوم را به ترتیب ساختار گیاه و مؤلفه‌ای از طول نامید و بر اساس آن افزایش عوامل اول و دوم را منجر به افزایش تعداد و وزن دانه‌ها و در نهایت افزایش عملکرد دانست(۳).

پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس امتیاز عامل‌های اول و دوم در شرایط بدون تنش رطوبتی (شکل ۱) اهمیت این عامل‌ها را کاملاً آشکار می‌سازد. ژنوتیپ‌هایی که در قسمت C شکل قرار دارند دارای عملکرد بیشتر و رشد رویشی کمتری می‌باشند. قرار گرفتن رقم بویر(با داشتن بیشترین عملکرد و روز تا خوشه‌دهی و رسیدگی مناسب در شرایط مطلوب رطوبتی) در

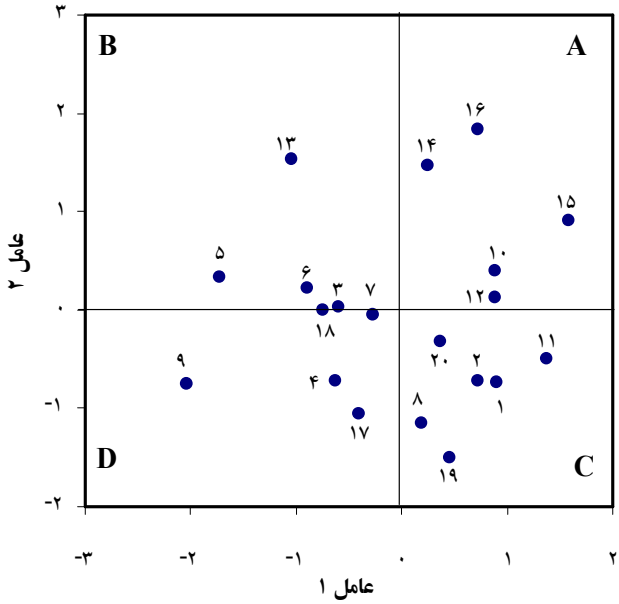
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]



شکل ۱. بای پلات مقادیر عامل اول در برابر عامل دوم برای هر ژنوتیپ در شرایط بدون تنش رطوبتی.

(نام ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره آنها در جدول ۱ آمده است)



شکل ۲. بای پلات مقادیر عامل اول در برابر عامل دوم برای هر ژنوتیپ در شرایط تنش رطوبتی.

(نام ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره آنها در جدول ۱ آمده است)

این بخش تأییدی بر این نتیجه‌گیری است. لاین BL2 که در قسمت B شکل ۱ قرار گرفته است در شرایط بدون تنش رطوبتی دارای کمترین عملکرد بود و دیرتر از همه ژنوتیپ‌ها به خوشه رفت و به مرحله برداشت رسید. محورهای مختصات در شکل ۲ عامل مخزن و عامل عملکرد در شرایط تنش رطوبتی هستند و ژنوتیپ‌های پیسلی، پیسر و بویر که در قسمت A نمودار قرار گرفته‌اند از نظر این عامل‌ها مطلوب‌تر می‌باشند. در نقطه مقابل (قسمت D) ژنوتیپ‌های بیکن،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

جدول ۵ . نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش رطوبتی

متغیر مستقل	مرحله ورود	ضرایب رگرسیون			ضریب تبیین تجمعی(R^2)
		b_0	b_1	b_2	
شاخص برداشت	۱	-۱۶۰۳/۷	۲۵۱۵۳/۵		۰/۵۵۳
ارتفاع بوته	۲	-۱۲۷۰۴/۱	۸۵/۱۶	۲۲۸۶۸	۰/۶۳۹
مقدار F در معادله نهایی		۵/۹۵*	۵/۰۳*	۱۹/۹۷**	

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶ . نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی

متغیر مستقل	مرحله ورود	ضرایب رگرسیون			ضریب تبیین تجمعی(R^2)
		b_0	b_1	b_2	
شاخص برداشت	۱	۵۱۱/۰۱	۱۰۷۷۸/۳		۰/۵۷۶
میزان آب نسبی برگ	۲	-۲۴۳۳/۲	۹۲۵۸/۸	۴۵/۱	۰/۶۶۳
مقدار F در معادله نهایی		۲/۶۶*	۱۹**	۴/۴۳*	

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

سایوکس و لاین BL2 دارای مقادیر پایینی از ۲ عامل هستند و ژنوتیپ‌های مطلوبی در این شرایط به شمار نمی‌روند. در قسمت C شکل ژنوتیپ‌هایی قرار گرفته‌اند که علی‌رغم عامل مخزن مطلوب، عملکردهای پایینی دارند که نشان دهنده توان فتوسنتزی پایین آنها می‌باشد.

تجزیه علیت و بررسی ضرایب مسیر

در ابتدا با استفاده از روش رگرسیون مرحله‌ای سهم هر صفت در تنوع موجود برای عملکرد دانه تعیین شد (جداول ۵ و ۶). صفاتی که سهم بیشتری در ایجاد تغییرات دارند می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود عملکرد بیشتر مورد توجه قرار گیرند. در هر دو شرایط محیطی بدون تنش و تنش رطوبتی شاخص برداشت اولین متغیری بود که وارد مدل شد و به ترتیب ۵۳٪ و ۵۷٪ از تغییرات عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌ها را توجیه نمود. در مرحله دوم در شرایط محیطی بدون تنش ارتفاع بوته و در شرایط تنش رطوبتی میزان آب نسبی برگ وارد مدل شدند و همراه صفت قبلی به ترتیب ۶۴٪ و ۶۶٪ از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. مرادی (۹) در مطالعه‌ای روی ۱۲ رقم یولاف نشان داد که در مجموع سطوح کاشت و کود نیتروژن، شاخص برداشت به عنوان اولین متغیر وارد مدل شد و پس از آن زیست توده ، تعداد پنجه بارور و طول دوره پر شدن دانه وارد مدل شدند. در مطالعه دیگری روی ۸۱ رقم یولاف، وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور و عملکرد بیولوژیک به ترتیب وارد مدل شدند و ۶۳٪ از تغییرات عملکرد را توجیه کردند(۱).

شناسایی روابط علت و معلولی بین صفاتی که در بهبود عملکرد نقش اساسی دارند از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۱). مزیت اصلی تجزیه ضرایب مسیر بر ضرایب هم‌بستگی این است که می‌توان اثر غیرمستقیم هر جزء عملکرد، که از ارتباط متقابل بین اجزا حاصل می‌گردد را از اثر مستقیم آن جزء بر عملکرد تفکیک نمود (۲۴). در تجزیه ضرایب مسیر از ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی به خاطر اهمیت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

جدول ۷ . تجزیه مسیر براساس هم‌بستگی‌های ژنتیکی برای عملکرد دانه در واحد سطح در شرایط تنش طوبتی (داخل پرانتز) و بدون تنش

صفت	اثر غیر مستقیم از طریق				اثر مستقیم	ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی با عملکرد دانه
	۱	۲	۳	۴		
۱- شاخص برداشت	ـــــ	-۰/۰۷۹ (-۰/۱۴۶)	۰/۱۰۶ (-۰/۳۳۰)	۰/۰۲ (۰/۱۷۹)	۰/۸۵۳ (۰/۹۱۹)	۰/۹۰ (۰/۹۲)
۲- تعداد خوشه در متر مربع	-۰/۱۱۱ (۰/۵۰۵)	ـــــ	-۰/۳۰۴ (-۰/۱۸۷)	-۰/۰۱۵ (۰/۲۵۵)	۰/۴۵۹ (-۰/۲۶۵)	۰/۰۳ (۰/۳۱)
۳- تعداد دانه در خوشه	۰/۱۸۷ (-۰/۱۳۸)	-۰/۲۹ (۰/۲۲۴)	ـــــ	-۰/۰۲۱ (۰/۲۳۷)	۰/۴۸۲ (۰/۲۱۹)	۰/۳۶ (۰/۰۷)
۴- وزن دانه	۰/۲۰۴ (۰/۴۵۴)	-۰/۰۷۹ (-۰/۲۴)	-۰/۱۲۱ (-۰/۰۷۱)	ـــــ	۰/۰۸۳ (۰/۳۸۱)	۰/۰۹ (۰/۵)

۰/۱۷۴= باقی‌مانده (شرایط تنش) و ۰/۱۴= باقی‌مانده (شرایط بدون تنش)

بیشتر آنها در انتخاب صفاتی که در بهبود عملکرد نقش دارند، استفاده شد.

نتایج حاصل از تجزیه مسیر برای عملکرد دانه در واحد سطح در شرایط بدون تنش (جدول ۷) نشان داد که شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم مثبت (**۰/۸۵۳) را بر عملکرد در واحد سطح دارد و از طریق تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه اثر غیر مستقیم مثبت و کمی را بر آن اعمال می‌کند. شاخص برداشت از طریق تعداد خوشه بارور در متر مربع اثری غیرمستقیم و منفی را بر عملکرد داشت. شاخص برداشت بالاترین هم‌بستگی ژنتیکی (r=۰/۹**) را با عملکرد دانه در واحد سطح دارا بود و بنابراین این هم‌بستگی بیشتر ناشی از اثر مستقیم و مثبت این صفت بر عملکرد دانه در واحد سطح است. بعد از شاخص برداشت، تعداد دانه در خوشه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه در واحد سطح داشت. این صفت از طریق شاخص برداشت اثر غیرمستقیم و مثبت (۰/۱۸۷) و از طریق تعداد خوشه در متر مربع و وزن هزار دانه اثر غیر مستقیم و منفی را بر عملکرد در واحد سطح داشت و در مجموع هم‌بستگی ژنتیکی آن با عملکرد دانه در واحد سطح ۰/۳۶ گردید. تعداد خوشه بارور در متر مربع نیز دارای اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه در واحد سطح بود (*۰/۴۵۹)، ولی این صفت بالاترین اثر غیر مستقیم منفی (۰/۳۰۴-) را از طریق تعداد دانه در خوشه بر عملکرد دانه داشت. این نتیجه بدین علت است که با افزایش تعداد خوشه بارور، تعداد دانه در خوشه کاهش می‌یابد. دوفینگ و نایت (۱۳) نیز اثر مستقیم تعداد پنجه بارور روی عملکرد را مثبت (۱/۳۷) و اثر غیر مستقیم آن را از طریق تعداد دانه در سنبله گندم منفی (۰/۵۴-) اعلام کردند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. در مجموع با وجود دو اثر غیر مستقیم و منفی دیگری که تعداد خوشه در متر مربع از طریق شاخص برداشت و وزن دانه بر عملکرد داشت، هم‌بستگی ژنتیکی آن با عملکرد دانه پایین (r=۰/۰۳) بود.

در شرایط تنش رطوبتی نیز شاخص برداشت بالاترین اثر مستقیم مثبت (**۰/۹۱۹) را بر عملکرد دانه در واحد سطح داشت (جدول ۷) که در مقایسه با شرایط بدون تنش مقدار آن کمی بیشتر بود. هم‌چنین این صفت از طریق تعداد خوشه بارور در متر مربع و تعداد دانه در خوشه اثر غیر مستقیم و منفی کوچکی را بر عملکرد دانه در واحد سطح داشت. در مجموع آثار مذکور و اثر غیر مستقیم و مثبت شاخص برداشت از طریق وزن دانه بر عملکرد، باعث ایجاد هم‌بستگی ژنتیکی بالا (**۰/۹۲) بین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

عملکرد دانه و شاخص برداشت در شرایط تنش رطوبتی شد. وزن دانه در شرایط تنش، اثر مستقیم مثبت بیشتری (۰/۳۸۱) نسبت به شرایط بدون تنش (۰/۰۸۳) بر عملکرد دانه در واحد سطح اعمال کرد. این اثر مستقیم بعد از شاخص برداشت بیشترین مقدار بود. وزن دانه از طریق شاخص برداشت اثری غیر مستقیم و مثبت (۰/۴۳۱) بر عملکرد دانه داشت. وزن دانه از طریق تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه بارور در متر مربع اثر غیر مستقیم منفی بر عملکرد داشت. یعنی افزایش تعداد خوشه بارور در متر مربع و تعداد دانه در خوشه باعث کاهش وزن دانه می‌شود و به‌طور غیرمستقیم عملکرد را کاهش می‌دهد. هم‌بستگی ژنتیکی وزن دانه با عملکرد دانه (۰/۵) حاصل مجموع این اثر مستقیم و اثر غیر مستقیم است. با توجه به این‌که از نظر مراحل تکوینی وزن دانه آخرین جزء عملکرد است که شکل می‌گیرد، اگر به دلیلی یکی از این اجزا مانند تعداد دانه در خوشه یا تعداد خوشه در متر مربع کاهش یابد، این کاهش به نوعی توسط افزایش وزن دانه جبران می‌شود. فیشر (۱۶) جبران کاهش تعداد دانه در سنبلچه و تعداد دانه در متر مربع در اثر تیمار سایه‌دهی را از طریق وزن دانه تأیید کرده است(۱۶). در شرایط تنش رطوبتی تعداد خوشه در متر مربع اثر مستقیم و منفی بر عملکرد دانه داشت، اما از طریق شاخص برداشت بیشترین اثر غیرمستقیم و مثبت (۰/۵۰۵) را بر عملکرد دانه در واحد سطح گذاشت. تنش رطوبتی باعث گردید تا اثر مستقیم تعداد خوشه بارور بر عملکرد دانه که در شرایط رطوبتی عادی مثبت (۰/۴۵۹) بود، به اثری منفی (۰/۲۶۵-) تغییر کند. دایر و همکاران نیز با بررسی ژنوتیپ‌های ذرت در محیط‌هایی با طول فصل رشد متفاوت چنین نتیجه‌گیری نمودند که در هر محیط ژنوتیپ‌ها تحت تأثیر عوامل متفاوتی قرار دارند که فقط مخصوص همان محیط هستند(۱۵).

شناسایی ارتباط بین صفات و روابطی که عملکرد را در شرایط تنش رطوبتی تحت تأثیر قرار می‌دهند به اصلاحگران اجازه می‌دهد که ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بیشتر را برای چنین شرایطی تولید نمایند. هنگامی که ارتباطات شناسایی و محدودیت‌ها تشخیص داده شدند، می‌توان برای هر محیط یک مدل خاص (تیپ ایده‌آل) تعریف نمود و سپس اصلاح برای ایجاد چنین مدلی را آغاز کرد (۲۴). نتایج مطالعه جیباهو و همکاران حاکی از آن است که در گندم دوروم وزن هزار دانه و تعداد خوشه در واحد سطح مهمترین اجزای مؤثر بر عملکرد می‌باشند(۱۸). در این مطالعه تعداد دانه در خوشه با اثر مستقیم و مثبت (۰/۲۱۹) و اثر غیر مستقیم و مثبت از طریق تعداد خوشه بارور و اثرات غیر مستقیم و منفی از طریق شاخص برداشت (۰/۳۸) و وزن دانه (۰/۲۳۷-) کمترین هم‌بستگی ژنتیکی (۰/۰۷ = r) را با عملکرد دانه داشت.

طبق نظر بورد و همکاران (۱۱) در تجزیه ضرایب مسیر می‌توان از اجزایی که دارای چهار ویژگی زیر باشند به عنوان معیار انتخاب استفاده نمود:

۱- اجزایی که هم‌بستگی آنها با عملکرد مثبت و اثر مستقیم و مثبتی بر عملکرد دانه داشته باشند.

۲- اجزایی از عملکرد که علی‌رقم داشتن هم‌بستگی منفی با عملکرد، دارای اثر مستقیم بزرگ و مثبت بر عملکرد دانه باشند.

۳- اجزایی که حداقل اثرات غیرمستقیم منفی را از طریق سایر صفات بر عملکرد دانه داشته باشند.

۴- اجزایی از عملکرد که بتوان آنها را در کرت‌های کوچک محاسبه و تعیین نمود.

با توجه به معیارهای فوق و نتایج این بررسی می‌توان پیشنهاد نمود که برای افزایش عملکرد دانه در شرایط بدون تنش رطوبتی ابتدا باید شاخص برداشت و بعد از آن تعداد خوشه بارور در متر مربع و تعداد دانه در خوشه را افزایش داد و در شرایط تنش رطوبتی از شاخص برداشت و وزن هزار دانه به عنوان معیار انتخاب برای بهبود عملکرد دانه در واحد سطح استفاده نمود. هم‌چنین با توجه به روابط و نحوه تأثیرگذاری صفات بر یکدیگر در هر یک از دو محیط تنش و بدون تنش رطوبتی می‌توان شاخص‌های انتخاب را محاسبه نمود و از آنها برای بهبود عملکرد و معرفی ارقام بهره جست.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

منابع مورد استفاده

۱. انگجی، س.ع. ۱۳۸۱.بررسی تنوع ژنتیکی ارقام زراعی یولاف (*Avena sativa* L.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. جزایری، م.ر. و ع.م. رضائی. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام یولاف در شرایط آب و هوائی اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(۳): ۳۹۳-۴۰۵

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

۴. فرشادفر، ف. و ر. محمدی. ۱۳۸۲. ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در آگروپیرون با استفاده از شاخص انتخاب چندگانه. علوم کشاورزی ایران۳۴(۳): ۶۳۵-۶۴۶ .

۵. فصیحی، خ. ۱۳۷۳. مقایسه رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم پائیزه در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

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

۷. کوچکی، ع. ۱۳۷۳. *زراعت در مناطق خشک و غلات، حبوبات، گیاهان صنعتی و گیاهان علوفه‌ای*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۸. محمدی‌نژاد، ق. ۱۳۸۱. مقایسه پارامترهای مختلف پایداری در ژنوتیپ‌های یولاف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۹. مرادی، م. ۱۳۸۲. ارزیابی پتانسیل عملکرد ارقام قدیم و جدیدیولاف و نقش برنامه‌های بهنژادی در افزایش عملکرد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

10. Al-hakimi, A., A. P. Monneveaux and M. M. Nachit. 1998. Direct and indirect selection for drought tolerance in alien tetraploid wheat × durum wheat crosses. Euphytica 100: 287-294.
11. Board, J. E., M. S. Kang and B. G. Harville. 1997. Path analyses identify indirect selection for yield of late-planted soybean. Crop Sci. 37: 879-884.
12. Clarke, J. M. and R. M. Depauw. 1991. Screening durum wheat germplasm for dry growing conditions: Morphological criteria. Crop Sci. 31: 770-775.
13. Dofing, S. N. and C. W. Knight. 1992. Alternative model for path analysis of small grain yield. Crop Sci. 32: 487-489.
14. Donald, C. M. and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. Agron. 28: 361-405.
15. Dwver, L. M., B. L. Ma, L. Evenson and R. I. Hamilton. 1994. Maize physiological traits related to grain yield and harvest moisture in mild-to short season environments.Crop Sic. 34:985-992.
16. Fischer, R. A. 1975. Yield potential in dwarf wheat and the effect of shading. Crop Sci. 15: 607-613.
17. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
18. Gebeyhou, G., D. R. Knatt and R. J. Baker. 1981. Relationships among duration of vegetative and grain filling phases yield components and grain yield in durum wheat cultivars. Crop Sci. 27: 287-290.
19. Lee, J. and P. J. Kaltsikes. 1973. Multivariate statistical analysis of grain yield and agronomic characters in durum wheat. Theor. Appl. Genet. 43: 226-231.
20. Lynch, P. J. and K. J. Fery. 1993. Genetic improvement in agronomic and physiological traits of oat since 1914. Crop Sci. 33: 984-988.
21. Manette, A. S., C. J. Richard, B. Carre and B. Morhinweg. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Sci. 28: 256-531.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]

22. Mationn, M. A., J. H. Brown and H. Ferguson. 1989. Leaf water potential, relative water content and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. Agron. J. 81: 100-105.
23. Mehetre, S. S., C. R. Mahajan, P. A. Patial, S. K. Lad and P. M. Dhumal. 1994. Variability, heritability, correlation, path analysis and genetic divergence studies in upland rice. IRRI Notes 19: 8-10.
24. Ortiz, R. and H. Longie. 1997. Path analysis and ideotype for plant breeding. Agron. J. 89: 988-994.
25. Pantuwan, G., S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereeku and J. C. O'Toole. 2002. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part 1., Grain yield and yield components. Field Crops Res. 73: 153-168.
26. Perry, M. W. and M. F. D. Antuono. 1980. Yield improvement and associated characteristics of some Australian spring wheat cultivars introduced between 1960 and 1982. Aust. J. Agric. Res. 40: 457-472.
27. Riggs, T. J., P. R. Hanson, N. D. Start, D. M. Miles, C. L. Morgan and M. A. Ford. 1981. Comparison of spring barley varieties in England and Wales between 1880 and 1980. J. Agric. Sci. Camb. 97: 599-610.
28. Slafer, G.A. and F.H. Andrade. 1991. Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. Euphytica 58:37-49.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.21.8]