دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

تجزیه پایداری عملکرد هشت رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در شرایط کرمان

خدیجه مختاری فر[۱]، روح‌اله عبدالشاهی[۲] و شهرام پورسیدی[۳]

۱ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲- دانشیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان، (نویسنده مسوول: abdoshahi@gmail.com)
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۱

چکیده

اثر متقابل ژنوتیپ×محیط باعث ایجاد پیچیدگی در پیش‌بینی عملکرد می‌شود و چالشی برای برنامه‌های به‌زراعی و به‌نژادی است. برای مطالعه پایداری عملکرد هشت رقم گندم نان در هشت محیط (چهار سال و دو شرایط آبیاری و تنش خشکی) در شرایط کرمان، هشت طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج به‌صورت طرح مرکب تجزیه واریانس شد و اثر محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم و محیط نشان‌دهنده‌ی پایداری متفاوت رقم‌هاست. در این پژوهش برای ارزیابی پایداری از آماره‌های واریانس محیطی، ضریب تغییرات، اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا، شیب خط رگرسیون، انحراف از رگرسیون، آثار اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (امی) و ارزش پایداری امی (ASV) استفاده شد. رقم‌های آذر۲ و کویر با داشتن رتبه‌های مناسب در پارامترهای پایداری تک متغیره و کمترین مقدار ارزش پایداری امی که پایدارترین رقم‌هاست، شناسایی گردیدند. رقم شیراز نیز در تمام روش‌های تک متغیره و چند متغیره ناپایدارترین رقم شناخته شد. با در نظر گرفتن میانگین عملکرد چهار ساله، رقم مهدوی بیشترین عملکرد در شرایط تنش خشکی و شیراز بیشترین عملکرد در شرایط نرمال را داشتند.

واژه‌های کلیدی: ارزش پایداری امی، بای پلات، تنش خشکی، سازگاری خصوصی

مقدمه

غلات یکی از مهم‌ترین گیاهان غذایی روی کره زمین و تأمین‌کننده‌ی ۷۰ درصد غذای مردم جهان می‌باشند و مشارکت گندم در تامین پروتئین مورد نیاز بشر برابر مجموع مشارکت گوشت، شیر و تخم‌مرغ است (۱۰). اهمیت اقتصادی و تغذیه‌ای گندم ایجاب می‌کند تا راهکارهای مختلف برای بهینه کردن سیستم تولید این محصول در کشور مورد استفاده قرار گیرد (۳). بدین منظور ضرورت دارد تا همواره ارقام دارای پایداری عملکرد در دسترس کشاورزان قرار گیرد (۶). به‌نژادی برای پایداری عملکرد همیشه مهم بوده است ولی طبق پیش‌بینی‌های انجام شده تغییرات اقلیمی در آینده احتمالاً موجب تنوع بیشتر آب و هوا از یک سال به سال دیگر می‌شود. از این رو، اهمیت به‌نژادی برای افزایش پایداری عملکرد رو به افزایش است (۱۷). ارقامی که بتوانند در محیط‌های مختلف با تنش‌های محیطی عملکرد بالاتری تولید کنند و پایداری عملکرد خود را در سال‌های مختلف و در مناطق گوناگون حفظ کنند جزء ارقام موفق خواهند بود (۸،۶). عملکرد یک ژنوتیپ از طریق اثر ژنوتیپ، اثر محیط و اثر متقابل آنها تعیین می‌شود (۲۵). فرشادفر و همکاران (۱۱) اعلام کردند بخش عمده تنوع مربوط به محیط و پس از آن ژنوتیپ×محیط است. اثر متقابل ژنوتیپ در محیط تحت تنش خشکی بسیار معمول می‌باشد و پیشرفت کارهای به‌نژادی را با مشکل مواجه می‌سازد (۲۲،۲۱). برای تعیین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط به آزمایشات چندمکانی تکراردار نیاز است و معمول‌ترین روش تشخیص وجود یا عدم وجود این اثر در این نوع آزمایشات روش تجزیه واریانس مرکب است (۱۶). به‌طور کلی بکر (۷) پایداری را در دو مفهوم طبقه‌بندی کرد. ۱- مفهوم پایا که به آن پایداری بیولوژیکی هم گفته می‌شود و استفاده از آن برای صفات کیفی یا تک‌ژنی مناسب است. ۲- مفهوم پویای پایداری که به آن پایداری زراعی هم گفته می‌شود و استفاده از آن برای صفات کمّی مناسب است. روش‌های متعددی برای ارزیابی هر دو مفهوم از پایداری از سوی محققین مختلف ارائه شده است. با وجود این که پژوهشگران در مورد اهمیت ارزیابی پایداری با هم موافق هستند اما در مورد روش‌ها تاکنون روشی که مورد توافق همه باشد، ارائه نشده است (۱۶). روش‌های آماری چند متغیره برای توضیح اثر متقابل ژنوتیپ در محیط[۱] (G×E) ارائه شده است. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه‌ی مختصات اصلی، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای و روش اثرات اصلی جمع‌پذیر و اثرات متقابل ضرب‌پذیر (AMMI) از جمله این روش‌ها می‌باشند (۴). روش امی تجزیه واریانس و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی را در یک مسیر

1- Genotype by Environment Interaction

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.103]

واحد استفاده می‌کند (۴). پرچیس و همکاران (۲۰) پارامتر ارزش پایداری AMMI یا ASV را ارائه نمودند که یکی از پارامترهای جدید امی است. این پارامتر بر اساس نمره دو مؤلفه نخست محاسبه می‌گردد.

آدوگنا و لابوسچاگن (۲) با استفاده از کمیت‌های پارامتری و غیرپارامتری، پایداری ژنوتیپ‌های بزرگ را بررسی و ژنوتیپ‌های پایدار را معرفی کردند. آن‌ها نشان دادند که ضریب تغییرات، واریانس پایداری و واریانس رتبه نتایج مشابهی در مورد پایداری ژنوتیپ‌ها دارند. امینی و همکاران (۵) با بررسی هم‌بستگی رتبه‌ای بین پارامترهای مختلف پایداری و عملکرد، روش غیرپارامتری رتبه‌بندی و معیار کانگ را معیارهای مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و پایدار تشخیص دادند. جهرمی و همکاران (۱۵) اعلام کردند اکوالانس ریک و واریانس پایداری از نظر درجه‌بندی ژنوتیپ‌ها دارای ارزش یکسانی می‌باشند. نجفیان و همکاران (۱۹) در بررسی روابط سازگاری بین ژنوتیپ‌های گندم هگزاپلوئید در منطقه معتدل تجزیه AMMI را روش مفیدی برای تجزیه پایداری و تعیین سازگاری ژنوتیپ‌ها دانستند. کرمان با میانگین بارندگی ۱۴۰ میلی‌متر در سال همواره تحت تأثیر تنش خشکی بوده است. گندم محصولی مهم و استراتژیک در این استان است. سطح زیر کشت این محصول در استان ۷۷۰۰۰ هکتار است. اگرچه مزارع بسیار زیاد دیگری برای کشت در این استان وجود دارد ولی وجود تنش خشکی و کمبود آب مانع مهمی برای تحقق این امر است. رقم‌های گندم پایدار و متحمل به خشکی می‌توانند تولید را در این شرایط تضمین نمایند.

اگرچه ارقام متعددی در کرمان کشت می‌شود ولی تاکنون پایداری ارقام گندم در کرمان بررسی نشده است. هدف این پژوهش ارزیابی پایداری عملکرد هشت رقم گندم نان در شرایط کرمان در چهار سال و دو شرایط تنش خشکی و نرمال با استفاده از پارامترهای پایداری تک متغیره و چند متغیره می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش پایداری هشت رقم گندم نان به اسامی آذر۲، اکسکلیبر، قدس، کویر، مهدوی، روشن، شاه‌پسند و شیراز در شرایط کرمان بررسی شد. کرمان در جنوب شرق ایران و در موقعیت جغرافیایی بین ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۲۳ درجه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی قرار دارد. کرمان با میانگین بارندگی ۱۴۰ میلی‌متر در سال همواره در معرض تنش خشکی است. ارقام گندم در هشت محیط (چهار سال زراعی متوالی ۹۱-۸۸ و در هر سال دو موقعیت نرمال و تنش خشکی) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه شهید باهنر کرمان ارزیابی شدند (در مجموع هشت طرح بلوک کامل تصادفی). این ارقام از بانک بذر موجود در دانشگاه شهید باهنر کرمان انتخاب شد. با توجه به محدودیت بارش در کرمان، رقم‌ها بر اساس تحمل به خشکی انتخاب شدند. رقم‌های آذر۲، اکسکلیبر، کویر، مهدوی و روشن متحمل به خشکی و شاه‌پسند، قدس و شیراز حساس به خشکی هستند (۱). کاشت به‌صورت جوی و پشته‌ای و روی دو طرف پشته‌هایی با عرض ۴۰ سانتی‌متر انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل ۴ خط به طول ۳ متر بود. خط‌های حاشیه حذف و خط‌های میانی برداشت شدند. کشت در پاییز انجام و آبیاری برای تمام تیمارها تا زمان اعمال تنش هر ۱۰-۷ روز یکبار صورت گرفت. در فصل زمستان به دلیل بارندگی و تبخیر کم آبیاری با فواصل بیشتری (۲۵-۲۰روز) انجام شد. در اوایل اردیبهشت آبیاری برای تیمارهای تحت تنش قطع شد و برای تیمارهای تحت شرایط نرمال به همان صورت قبل ادامه یافت. وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت. برداشت در اواخر خردادماه انجام شد. تجزیه واریانس ساده برای داده‌های حاصل از هر محیط به‌طور جداگانه انجام شد و با استفاده از آزمون بارتلت یکنواختی واریانس خطاهای آزمایش بررسی شد. سپس تجزیه واریانس مرکب انجام گردید. برای ارزیابی و مقایسه‌ی پایداری رقم‌ها، پارامترهای واریانس محیطی (S_i) (۷)، ضریب تغییرات محیطی (CV_i) (۱۳)، واریانس پایداری شوکلا (σ_i^2) (۲۳)، اکووالانس ریک (W_i^2) (۲۴)، ضریب رگرسیون ابرهارت و راسل (b_i) (۹)، انحراف از رگرسیون ابرهارت وراسل (S_d^2) (۹) آثار اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (امی) (۱۴) و پارامتر ارزش پایداری امی (ASV) (۲۰) استفاده شد.

در پارامترهای واریانس محیطی، ضریب تغییرات ژنوتیپی، اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا ارقامی پایدار شناخته می‌شوند که مقدار این پارامترها صفر یا نزدیک به صفر باشد. هم‌چنین، طبق نظر ابرهارت و راسل ارقام با شیب خط یک و انحراف از رگرسیون نزدیک به صفر پایدار در نظر گرفته می‌شوند. و در پارامتر ASV پایدارترین ارقام، کمترین میزان ASV را دارا می باشند. محاسبات آماری و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS، Excel و R انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس برای هشت محیط به‌طور جداگانه انجام و یکنواختی واریانس خطاها با استفاده از آزمون بارتلت تأیید شد (χ^2=۷/۲۵^{ns}) که نشان‌دهنده‌ی همگنی خطاهای آزمایش بود. تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثر محیط، رقم و اثر متقابل رقم×محیط در سطح یک

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.103]

درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). معنی‌دار بودن اثر متقابل رقم و محیط نشان‌دهنده تفاوت در میزان پایداری رقم‌های گندم مورد بررسی و معنی‌دار بودن اثر رقم نشان‌دهنده‌ی وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام مورد بررسی است. سهم مجموع مربعات رقم، محیط و اثر متقابل رقم×محیط در مجموع مربعات کل به‌ترتیب ۱۹ درصد، ۳۵ درصد و ۳۲ درصد بود که نشان می‌دهد محیط‌ها و اثر متقابل رقم‌ها با محیط‌ها در تنوع کل نقش بالایی داشته‌اند. فرشادفر و همکاران (۱۱) نیز با بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط اعلام کردند بخش عمده تنوع کل مربوط به محیط و پس از آن ژنوتیپ×محیط بود. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل و سهم بالای آن در توجیه مجموع مربعات کل لزوم ارزیابی پایداری این ارقام روشن می‌گردد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد ارقام گندم در هشت محیط مختلف در شرایط کرمان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
محیط	۷	۲۷/۵۵**
خطای محیط	۱۶	۲/۳۸
رقم	۷	۱۵/۱۰**
رقم×محیط	۴۹	۳/۶۱**
$IPCA_1$	۱۳	۶/۷۰**
$IPCA_2$	۱۱	۳/۴۳**
$IPCA_3$	۹	۲/۶۱**
$IPCA_4$	۷	۲/۵۸**
$IPCA_5$	۵	۱/۳۵**
$IPCA_6$	۳	۱/۲۶**
نویز	۱	۰/۰۴^{ns}
خطا	۱۱۲	۰/۳۳

*، ** و ns: به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار است.

مقایسه میانگین رقم‌ها در شرایط تنش و نرمال با استفاده از روش دانکن انجام شد (جدول ۲). رقم‌های شیراز و روشن به ترتیب با عملکرد ۱۴۵۶/۸ و ۱۴۱۸/۴ گرم در واحد آزمایشی بیشترین عملکرد را در شرایط نرمال از خود نشان دادند. رقم مهدوی با عملکرد ۷۴۱/۶ گرم در واحد آزمایشی دارای پتانسیل عملکرد بالایی در شرایط تنش خشکی است. با توجه به این یافته‌ها، این رقم مناسب برای کشت در شرایط تنش خشکی است. در کنار پتانسیل عملکرد باید پایداری رقم نیز مورد بررسی قرار گیرد. در زیر پایداری هشت رقم مورد بررسی با استفاده از روش‌های تک متغیره و چند متغیره مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد هشت رقم گندم در شرایط نرمال، تنش خشکی و میانگین کل محیط‌ها با استفاده از روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد

رقم	میانگین عملکرد در شرایط نرمال (گرم در واحد آزمایشی)	میانگین عملکرد در شرایط تنش (گرم در واحد آزمایشی)	میانگین کل عملکرد (گرم در واحد آزمایشی)
آذر۲	۱۰۷۵/۲^{c}	۶۸۴/۰^{a}	۸۸۰/۸^{b}
اکسکلیبر	۶۶۹/۶^{e}	۴۶۵/۶^{c}	۵۶۶/۴^{c}
قدس	۱۲۵۰/۴^{b}	۷۲۰/۰^{a}	۹۸۶/۴^{a}
کویر	۱۰۴۴/۰^{c}	۶۳۱/۲^{ab}	۸۴۰/۰^{b}
مهدوی	۹۱۲/۰^{d}	۷۴۱/۶^{a}	۸۲۵/۶^{b}
روشن	۱۴۱۸/۴^{a}	۶۵۰/۴^{ab}	۱۰۳۴/۴^{a}
شاه‌پسند	۶۳۳/۶^{e}	۴۳۲/۰^{c}	۵۳۲/۸^{c}
شیراز	۱۴۵۶/۸^{a}	۵۳۷/۶^{bc}	۹۹۶/۰^{a}

رقم‌های دارای حروف مشابه در یک ستون با هم تفاوت معنی‌دار ندارند.

واریانس محیطی و ضریب تغییرات ژنوتیپی

بررسی میزان واریانس محیطی نشان داد رقم‌های شاه‌پسند (۰/۵۵) و آذر ۲ (۰/۹۴) کمترین واریانس محیطی را دارند (جدول ۳). ارقامی پایدار هستند که با داشتن میانگین عملکرد مناسب واریانس محیطی پایینی داشته باشند (۴). از این‌رو، رقم شاه‌پسند به دلیل داشتن میانگین عملکرد کم قابل توصیه نیست و پایدارترین رقم با استفاده از این روش آذر ۲ خواهد بود. رقم شیراز بیشترین میزان واریانس محیطی را از خود نشان داد و ناپایدارترین رقم بین هشت رقم مورد بررسی بود. رقم‌های آذر ۲ (۰/۲۶) و مهدوی (۰/۳۲) کمترین ضریب تغییرات ژنوتیپی را از خود نشان دادند (جدول ۳) و با توجه به این پارامتر پایدارترین رقم‌ها بودند. همانند واریانس محیطی رقم شیراز (۰/۵۹) ناپایدارترین رقم بود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.103]

جدول ۱- رتبه‌بندی ارقام از لحاظ پارامترهای پایداری تک متغیره

رقم	واریانس محیطی	ضریب تغییرات ژنوتیپی	اکووالانس ریک	واریانس شوکلا	شیب خط رگرسیون	واریانس انحراف از رگرسیون
آذر ۲	۰/۹۴ (۲)†	۰/۲۶ (۱)	۴/۱۵ (۱)	۰/۱۹ (۱)	۱/۸۲ (۳)	۰/۱۹ (۱)
اکسکلیبر	۱/۲۲ (۴)	۰/۴۷ (۷)	۲۸/۸۰ (۶)	۴/۸۸ (۶)	۰/۴۳ (۵)	۱/۱۷ (۷)
قدس	۲/۳۷ (۶)	۰/۳۷ (۵)	۱۸/۸۴ (۴)	۲/۹۹ (۴)	۱/۱۴ (۲)	۱/۰۲ (۵)
کویر	۱/۵۱ (۵)	۰/۳۵ (۴)	۶/۳۳ (۲)	۰/۶۰ (۲)	۱/۰۲ (۱)	۰/۳۵ (۲)
مهدوی	۱/۱۹ (۳)	۰/۳۲ (۲)	۲۹/۲۲ (۷)	۴/۹۶ (۷)	۰/۴۱ (۶)	۱/۱۶ (۶)
روشن	۳/۸۸ (۷)	۰/۴۶ (۶)	۲۲/۲۳ (۵)	۳/۶۳ (۵)	۱/۷۳ (۷)	۰/۵۲ (۴)
شاه‌پسند	۰/۵۵ (۱)	۰/۳۳ (۳)	۱۴/۰۲ (۳)	۲/۰۷ (۳)	۰/۴۵ (۴)	۰/۳۷ (۳)
شیراز	۵/۹۶ (۸)	۰/۵۹ (۸)	۵۳/۲۶ (۸)	۹/۵۴ (۸)	۱/۹۹ (۸)	۱/۶۴ (۸)

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده رتبه هر ژنوتیپ برای هر کدام از پارامترها می‌باشد.

واریانس شوکلا و اکووالانس ریک

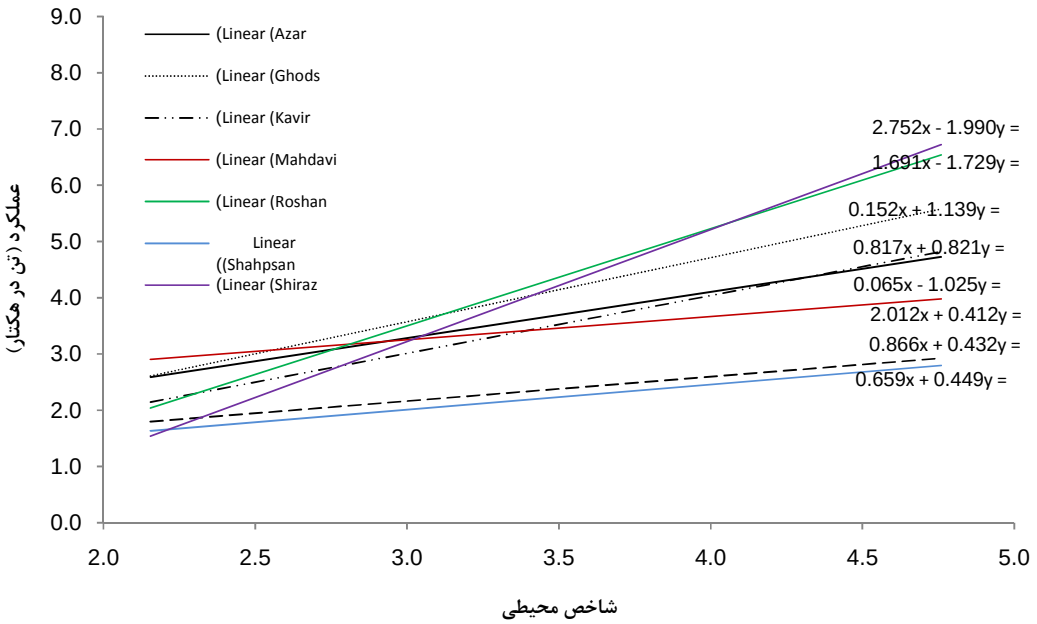
واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک از آماره‌های نوع دوم پایداری می‌باشند. نتایج رتبه‌بندی رقم‌ها در واریانس شوکلا و اکووالانس ریک کاملاً مشابه بود (جدول ۳). جهرمی و همکاران (۱۵) هم در مطالعه خود با بررسی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم دوروم در اقلیم گرم و خشک جنوب ایران به این نکته اشاره کردند که اکوالانس و واریانس پایداری از نظر درجه‌بندی ژنوتیپ‌ها دارای ارزش یکسانی می‌باشند. رقم‌های آذر۲ و کویر با داشتن کمترین میزان واریانس شوکلا (به‌ترتیب ۰/۱۹ و ۰/۶۰) و اکووالانس ریک (به‌ترتیب ۴/۱۵ و ۶/۳۳) پایدارترین ارقام شناخته شدند و رقم شیراز با داشتن بیشترین میزان واریانس شوکلا (۹/۵۴) و اکووالانس ریک (۵۳/۲۶) ناپایدارترین رقم بود. رقم شیراز با داشتن میزان بالای این دو آماره و میانگین عملکرد بالا دارای سازگاری خصوصی به محیط‌های مساعد می‌باشد. روش‌های قبل نیز این نتیجه را تأیید می‌نمایند.

شیب خط رگرسیون

شیب خط رگرسیون عملکرد رقم روی شاخص محیطی از ۰/۴۱ برای رقم مهدوی تا ۱/۹۹ برای رقم روشن متغیر است (جدول ۳ و شکل ۱). بر اساس پیشنهاد فینلی و ویلکینسون (۱۲) رقم‌هایی دارای پایداری بیولوژیک هستند که شیب خط رگرسیونی صفر باشد. بنابراین، رقم‌های مهدوی (۰/۴۱)، اکسکلیبر (۰/۴۳) و شاه‌پسند (۰/۴۵) پایداری بیولوژیکی مناسب‌تری نسبت به بقیه ارقام دارند. ولی طبق نظر ابرهارت و راسل (۹) رقم‌هایی از لحاظ زراعی پایدارتر هستند که شیب خط رگرسیون نزدیک به یک داشته باشند. بر اساس این پیشنهاد رقم‌های کویر (۱/۰۲) و قدس (۱/۱۴) به عنوان پایدارترین رقم‌ها معرفی می‌گردند. ابرهارت و راسل علاوه بر شیب خط رگرسیون به واریانس انحراف از رگرسیون نیز توجه نمودند و اعلام کردند رقم‌هایی که واریانس انحراف از رگرسیون آنها صفر یا نزدیک به صفر باشد پایدار می‌باشند (۹). بر این اساس رقم‌های آذر ۲ (۰/۱۹) و کویر (۰/۳۵) پایدارترین و شیراز (۱/۶۴) ناپایدارترین رقم‌ها شناخته شدند. روش دیگری پیشنهاد شد که در آن شیب خط رگرسیون روی محور xها و واریانس انحراف از رگرسیون روی محور yها قرار می‌گیرد و و ارقام با شیب خط نزدیک به یک و واریانس انحراف از رگرسیون نزدیک به صفر ارقام پایدار شناخته می‌شوند (۴). بر اساس این معیار کویر با شیب خط ۱/۰۲ و واریانس انحراف از رگرسیون ۰/۳۵ پایدارترین رقم است. نتایج حاصل از این روش مشابه آماره‌های واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک بود. زارعی و همکاران (۲۶) در مقایسه روش‌های مختلف ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی بین روش اکووالانس ریک، واریانس شوکلا و انحراف از رگرسیون هم‌بستگی معنی‌داری مشاهده کردند. در مقایسه روش‌های آماری برای توصیف اثر متقابل ژنوتیپ×محیط هم‌بستگی بسیار معنی‌داری میان روش ابرهارت و راسل با واریانس شوکلا، اکووالانس ریک و ارزش پایداری امی مشاهده می‌گردد (۴).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.103]



شکل ۱- خط رگرسیون عملکرد هشت رقم گندم مورد بررسی روی شاخص محیطی.

آثار اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (AMMI)

روش تجزیه آثار اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (امی) در مقایسه با سایر روش‌های تجزیه پایداری دارای دقت بالاتری است و به‌طور گسترده در تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط استفاده می‌شود (۴). در تجزیه‌ی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط با استفاده از مدل AMMI، پنج مؤلفه‌ی اصلی نخست در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). این پنج مؤلفه در مجموع ۹۷/۸ درصد از تغییرات اثر متقابل رقم×محیط را توجیه نمودند. برای استفاده هم‌زمان از تمام مؤلفه‌ها از ارزش پایداری امی (ASV) استفاده شد. هر چه مقدار ASV کمتر باشد ژنوتیپ پایدارتر است (۲۰). نمره‌های پنج مؤلفه معنی‌دار همراه با ارزش پایداری امی (ASV) در جدول ۴ آورده شده است. رقم کویر با داشتن کمترین ASV (۰/۱۸) رتبه‌ی نخست پایداری را به خود اختصاص داد و پس از آن رقم‌های آذر۲ (۰/۳۳) و قدس (۰/۳۹) به ترتیب رتبه‌های دوم و سوم پایداری را از آن خود کردند. رقم شیراز بالاترین ASV (۰/۸۴) را داشت و ناپایدارترین رقم بین هشت رقم مورد مطالعه بود. رقم‌های شاه‌پسند (۰/۶۶) و روشن (۰/۶۶) رتبه‌های متوسطی داشتند. این نتایج مشابه یافته‌های حاصل از واریانس پایداری شوکلا، اکووالانس ریک و ابرهارت و راسل بود. آلبرت (۴) با مقایسه روش‌های تعیین اثر متقابل ژنوتیپ × محیط هم‌بستگی بسیار معنی‌داری میان روش ابرهارت و راسل، واریانس پایداری شوکلا، اکووالانس ریک و پارامتر ASV به دست آورد. جهرمی و همکاران (۱۵) در بررسی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های امید بخش گندم دوروم در اقلیم گرم و خشک جنوب ایران بیان داشتند که هر چند در مدل AMMI محاسبات کمی پیچیده است ولی نتایج آن از اطمینان بیشتری برخوردار است.

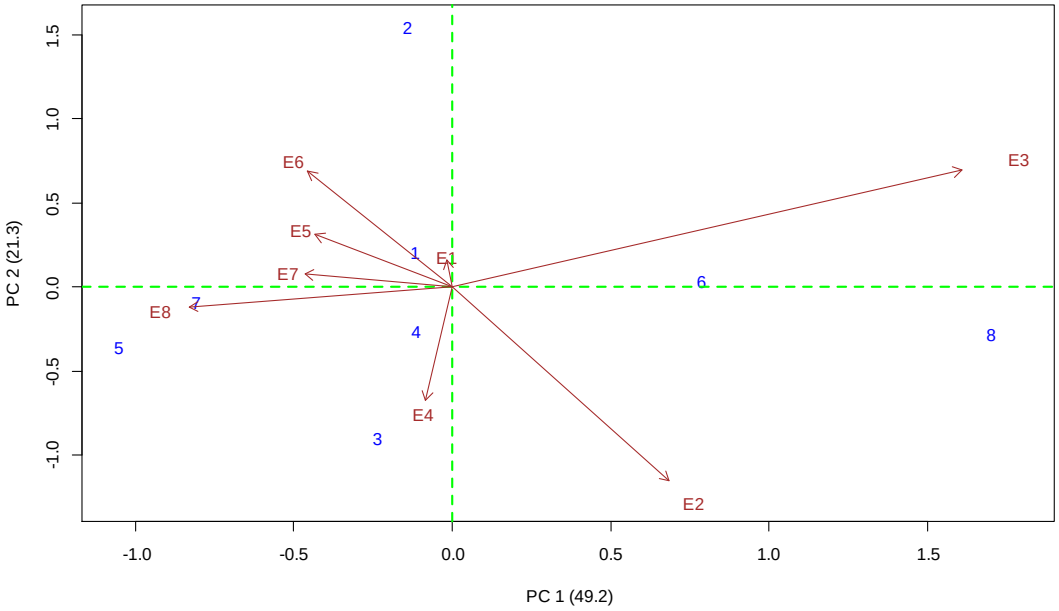
جدول ۲- مقادیر مؤلفه‌ها (IPCA) و ارزش پایداری امی (ASV) برای هشت رقم مورد مطالعه

رقم	IPCA1	IPCA2	IPCA3	IPCA4	IPCA5	IPCA6	ASV
آذر ۲	-۰/۱۲	۰/۲۲	-۰/۳۸	-۰/۲۳	-۰/۵۵	۰/۳۶	۰/۳۳
اکسکلیبر	-۰/۱۴	۱/۵۶	۰/۰۲	۰/۵۳	۰/۳۰	۰.۰۰	۰/۵۸
قدس	-۰/۲۴	-۰/۸۹	۰/۳۶	۱/۰۱	۰/۲۲	۰/۳۹	۰/۳۹
کویر	-۰/۱۲	-۰/۲۵	۰/۶۲	-۰/۰۹	۰/۱۵	-۰/۷۸	۰/۱۸
مهدوی	-۱/۰۵	-۰/۳۴	-۰/۸۶	-۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۰۲	۰/۸۲
روشن	۰/۷۸	۰/۰۴	۰/۸۷	-۰/۸۵	۰/۱۹	۰/۴۰	۰/۶۶
شاهپسند	-۰/۸۱	-۰/۰۸	۰/۱۵	-۰/۰۱	-۰/۸۱	-۰/۱۶	۰/۶۶
شیراز	۱/۷۰	-۰/۲۷	-۰/۷۹	۰/۲۰	-۰/۰۹	-۰/۲۲	۰/۸۴

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.103]

دو مؤلفه‌ی اصلی نخست ۷۰/۵ درصد از تغییرات اثر متقابل رقم × محیط را توجیه می‌نمایند. بای پلات مؤلفه‌های نخست و دوم در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به این شکل رقم‌های آذر۲ و کویر حداقل فاصله را از مبداء مختصات دارند و مناسب‌ترین رقم‌ها از نظر پایداری هستند که معرفی می‌شوند. رقم شیراز حداکثر فاصله را از مبداء مختصات دارد و ناپایدارترین رقم شناخته شد. نتایج رتبه‌بندی در این روش با نتایج رتبه‌بندی با ارزش پایداری امی (ASV) مطابقت داشت. آلبرت (۴) نیز اعلام کرد نتایج ارزش پایداری امی و بای‌پلات با هم هم‌خوانی دارد.



شکل ۲- نمودار پراکنش ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها بر مبنای دو مؤلفه نخست پایداری در روش امی. رقم‌ها با شماره‌های ۱ تا ۸ نشان داده شده‌اند. ۱- آذر ۲، ۲- اکسکلیبر، ۳- قدس، ۴- کویر، ۵- مهدوی، ۶- روشن، ۷- شاه‌پسند و ۸- شیراز.

به‌طور کلی، رقم‌های کویر و آذر ۲ با دارا بودن رتبه مناسب در پارامترهای پایداری تک‌متغیره و چندمتغیره و داشتن عملکرد بالاتر از میانگین پایدارترین رقم‌ها شناخته شدند. رقم کویر متحمل به شوری، خشکی و بادزدگی است و رقم آذر ۲ متحمل به تنش خشکی و سرما و مقاوم به ورس و ریزش دانه است (۱۸). رقم شیراز با وجود داشتن رتبه‌ی دوم از نظر میانگین عملکرد در تمام پارامترهای تک‌متغیره و چندمتغیره به‌عنوان ناپایدارترین رقم شناسایی شد. رقم شاه‌پسند پایداری نسبتاً مناسبی از خود نشان داد ولی به دلیل داشتن عملکرد پائین قابل توصیه نیست. رقم کویر پایداری بیولوژیکی مناسبی نشان نداد ولی از لحاظ پارامترهای پایداری زراعی رتبه‌ی خوبی به دست آورد و بر خلاف آن رقم مهدوی پایداری بیولوژیکی مناسب و پایداری زراعی نامناسبی نشان داد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان مقاله از قطب علمی تنش‌های محیطی در غلات به پاس حمایت مالی این پروژه سپاس‌گزاری می‌نمایند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.103]

منابع

1. Abdolshahi, R., A. Safarian, M. Nazari, Sh. Pourseyedi and G. Mohamadi-Nejad. 2013. Screening drought-tolerant genotypes in bread wheat (*Triticum Aestivum* L.) using different multivariate methods. Archive of Agronomy and Soil Science, 59: 685-704 (In Persian).
2. Adugna, W. and M.T. Labuschagne. 2003. Parametric and non-parametric measures of phenotypic stability in linseed (*linum usitatissimum* L.). Euphytica, 129: 211-218.
3. Aghaee-Sarbarzeh, M., M. Rostaee, R. Mohammadi, R. Haghparast and R. Rajabi. 2009. Determination of drought tolerant genotypes in bread wheat. Electronic Journal of Crop Production, 2: 1-23 (In Persian).
4. Albert, J.A. 2004. A comparison of statistical methods to describe genotype×environment interaction and yield stability in multi-location maize trials. Free State University, Bloemfontein, M.Sc. Dissertation.
5. Amini, A., M. Vahabzadeh, D. Afiuni, M.H. Saberi and M.T. Tabatabaei. 2008. Study of adaptation and grain yield stability of wheat genotypes in salt effected regions of Iran. 18th Eucappia General Congress, Valencia, Spain, (In Persian).
6. Amini, A., M. Vahabzadeh, E. Majidi-Hervan, D. Afiuni, M.T. Tabatabaei, M.H. Saberi, A.A. Lotfali and S.Z.A. Ravari. 2010. Grain yield stability and adaptability of bread wheat genotypes using different stability indices under salinity stress conditions. Seed and Plant Improvement Journal, 26: 397-411 (In Persian).
7. Becker, B. and J. Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding, 101: 1-25.
8. Becker, H.C. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica, 30: 835-840.
9. Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
10. Emam, Y. 2008. Cereal production. 3th ed. Shiraz University, Shiraz, Iran, 190 pp (In Persian).
11. Farshadfar, E., N. Mahmodi and A. Yaghotipoor. 2011. AMMI stability value and simultaneous estimation of yield and yield stability in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Australian Journal of Crop Science, 5: 1837-1844 (In Persian).
12. Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. Australian Journal of Agricultural Research, 14: 742-754.
13. Francis, T.R. and L.W. Kannenburg. 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for4 grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1029-1034.
14. Gauch, H.G. 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. Biometrics, 44: 705-715.
15. Jahromi, M.A., M. Khodarahmi, A.R. Mohammadi and A. Mohammadi. 2011. Stability analysis for grain yield of promising durum wheat genotypes in southern warm and dry agro-climatic zone of Iran. Iranian Journal of Crop Sciences, 13: 565-579 (In Persian).
16. Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials. Consequences for growers. Agronomy Journal, 85: 754-757.
17. Mustatea, P., N. Saulesu, G. Ittue, G. Paunescu, L. Voinea, I. stere, S. Mirlogeana, E. Constantiescu and D. Nastase. 2009. Grain yield and yield stability of winters wheat cultivars in contrasting weather conditions. Romanian Agricultural Research, 26: 1-8.
18. Najafian, G., M.R. Jalal-Kamali and J. Azimizn. 2008. Description of Iranian grown wheat cultivars and promising lines. Seed and plant Improvement Institute, (In Persian).
19. Najafian, G., A.K. Kaffashi and A. Jafar-Nezhad. 2010. Analysis of grain yield stability in hexaploid wheat genotypes grown intemperate regions of Iran using additive main effects and multiplicative interaction. Journal of Agricultural Science and Technology, 12: 213-222 (In Persian).
20. Purchace, J.L., H. Hatting and C.S. Vandeventer. 2000. Genotype×environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South Africa: II. Stability analysis of yield performance. Souht African Journal of Plant and Soil, 17: 101-107.
21. Sabaghnia, N., R. Karimizadeh and M. Mohammadi. 2012. Genotype by environment interaction and stability analysis for grain yield of Lentil genotype. Zedirbyste=Agriculture, 3: 305-312.
22. Sabaghnia, N., S.H. Sabaghpour and H. Dehghani. 2008. The use of an AMMI model and its parameters to analyze yield stability in multi-environment trials. Journal of Agricultural Science, 146: 571-581.
23. Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237-245.
24. Wrick, G. 1962. Uber eine methode zur erfassung der okologischen streubreite in feld versuchen. Zeits Chrift Für Pflanzenzuechtung, 47: 92-96.
25. Yan, W., M.S. Kang, B. Ma, S. Wood and P.L. Cornelious. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype by environment data. Crop Science, 47: 643-655.
26. Zarei, L., E. Farshadfar, R. Haghparast, R. Rajabi, M. Mohammadi-Sarab-Badieh and H. Zali. 2012. Comparison of different methods of stability evaluation in bread wheat genotypes under drought stress conditions. Electronic journal of crop production, 5: 81-97 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.103]

Yield Stability Analysis of Eight Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars in Kerman Province Condition

Khadije Mokhtarifar, Roohollah Abdolshahi[2] and Shahram Pour Seyyedy[3]

1- M.Sc. Student and Associate Professor, Shaid Bahonar University of Kerman
2- Associate Professor, Shaid Bahonar University of Kerman
(Corresponding author: abdoshahi@gmail.com)
Received: February 7, 2014 Accepted: April 21, 2014

Abstract

Genotype by environment interaction creates intricacy in yield prediction and is a challenge in agronomy and plant breeding. In order to assess yield stability of eight bread wheat genotypes in eight environments (four years under normal and drought stress conditions), eight randomized complete block design with three replications were conducted out in Kerman. Results analyzed as a combined design. Environment, genotypes and genotype by environment interaction were highly significant. Significant interaction pointed out different yield stability of evaluated cultivars. Stability was evaluated using environmental variance, coefficient of variation, Wricke's ecovalence, Shukla's stability variance, regression slope, deviation from regression slope, Additive Main effects and Multiplicative Interaction (AMMI) and AMMI Stability Value (ASV). Azar 2 and Kavir cultivars with high ranks in univariate stability parameters and the lowest ASV considered as the most stable genotypes. Shiraz was the most unstable cultivar in all univariate and multivariate methods. Considering mean over four years, Mahdavi and Shiraz had the highest yield performance in drought stress and normal conditions, respectively.

Keywords: AMMI stability Value, Biplot, Drought Stress, Specific Adaptation

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.103]