دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط و پایداری عملکرد دانه لاین‌های امیدبخش برنج (*Oryza sativa* L.)

طاهره مومنی‌زاده[۱]، حمید نجفی زرینی[۲]، محمد نوروزی[۳] و علی‌رضا نبی‌پور[۳]

۱- کارشناس ارشد اصلاح نباتات، مدیریت جهاد کشاورزی آمل، (نویسنده مسوول: taherehmomenyzadeh@yahoo.com)
۲- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران.
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۸

چکیده

به منظور بررسی اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین پایداری عملکرد ارقام برنج، آزمایشی با ده لاین امیدبخش برنج همراه با دو شاهد از ارقام رایج منطقه (فجر و شیرودی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در چهار منطقه از استان مازندران (آمل، بابل، ساری، تنکابن) به مدت دو سال (۹۱-۹۰) و (۹۲-۹۱) انجام شد. نتایج تجزیه واریانس ساده نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. تجزیه واریانس مرکب با توجه به یکنواختی اشتباهات آزمایشی انجام شد. نتایج اثر معنی‌دار ژنوتیپ‌ها بیانگر وجود تفاوت ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های مختلف می‌باشد. اثر ساده مکان و سال و اثر متقابل مکان × ژنوتیپ و سال × ژنوتیپ معنی‌دار نشدند. لذا ژنوتیپ‌های متفاوت عکس‌العمل یکسانی را در مکان‌ها و سال‌های مختلف داشتند. پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها با استفاده از هفت روش مختلف شامل: واریانس و ضریب تغییرات محیطی، اکوالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا، شیب خط رگرسیون، واریانس انحراف از خط رگرسیون، واریانس درون مکانی تعیین شد. نتایج حاصل از این هفت روش نشان داد که ژنوتیپ شماره ٤ و رقم شاهد فجر به ترتیب با متوسط عملکرد ٦/٣٠ و ٦/٠١ تن در هکتار به دلیل داشتن واریانس و ضریب تغییرات محیطی، اکووالانس، واریانس پایداری و واریانس درون مکانی کمتر، دارا بودن ضریب خط رگرسیون معادل یک و هم‌چنین واریانس انحراف از خط رگرسیون کم و غیرمعنی‌دار، به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: برنج، پایداری عملکرد، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، لاین‌های امیدبخش

مقدمه

یکی از اهداف اصلی برنامه‌های به‌نژادی برنج، تولید ارقامی با عملکرد بالا و پایدار است. عامل مؤثر در پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها، وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط یعنی درجه‌بندی متفاوت ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف است که در آن کشت می‌شوند (۱۲). اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در مورد صفاتی مانند عملکرد دانه موجب شده است که نتوان یک رقم اصلاح شده با پتانسیل عملکرد بالا را برای مناطق مختلف توصیه نمود. به همین دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، ضرورت معرفی ارقام پرمحصول با پایداری عملکرد و سازگاری خصوصی بالا را توجیه می‌کند. وارگاس و همکاران (۲۴) در تعریف اثر متقابل ژنوتیپ ×محیط برای صفت عملکرد بیان کردند که هرگاه در ارزیابی عملکرد دانه تعدادی ژنوتیپ در آزمایش چند منطقه‌ای، در عملکرد نسبی هر ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف تغییراتی مشاهده شود، آن‌گاه اثر متقابل معنی دار ژنوتیپ × محیط رخ داده است. در مقابل بحث اثر متقابل ژنوتیپ × محیط مفهوم سازگاری و پایداری عملکرد مطرح می‌شود. به‌طور کلی سازگاری مفهوم پیچیده‌ای دارد، اما در تعریفی خلاصه می‌توان گفت که سازگاری عبارت است از ظرفیت ژنتیکی یک رقم برای ظهور عملکرد بالا و پایدار در محیط‌های متفاوت است (۱۶). نظر به این‌که تولید ارقام اصلاح شده و سازگار با پتانسیل عملکرد بالا برای هر محیط از نظر اقتصادی متضمن هزینه سنگین و صرف وقت زیاد است، باید سعی در انتخاب ارقامی نمود که برای چند منطقه متفاوت قابل توصیه باشند، یعنی ارقامی که در کلیه مناطق اقلیمی مشابه و یا حداقل در اغلب آن مناطق، عملکرد قابل قبولی داشته و بالاترین سازگاری و پایداری عملکرد دانه در محیط‌های مختلف را داشته باشند (۱۱). برای ارزیابی پایداری عملکرد ارقام از روش‌های آماری مختلفی استفاده می‌شود. رومر (۲۱) برای اولین بار از واریانس ارقام در محیط‌های مختلف برای تعیین پایداری استفاده کرد. فرانسیس و کاننبرگ (۱۸) برای تعیین پایداری ارقام از ضریب تغییرات یک رقم در محیط‌های آزمایشی استفاده کردند تا همبستگی احتمالی بین میانگین و واریانس ارائه شده توسط رومر را حذف کنند. ارقامی‌که واریانس یا ضریب تغییرات محیطی پایین‌تری داشته باشند در زمره ژنوتیپ‌های پایدار قرار می‌گیرند. فینلی و ویلکینسون (۱۷) ضریب رگرسیون عملکرد هر ژنوتیپ در محیط‌های مختلف روی شاخص محیطی را به عنوان معیار پایداری معرفی کردند. در این روش اگر ژنوتیپی دارای ضریب رگرسیون نزدیک به یک باشد، به عنوان ژنوتیپی با سازگاری عمومی (متوسط) معرفی می‌شود. معیار معرفی شده توسط ابرهارت و راسل (۱۵) واریانس انحراف از خط رگرسیون عملکرد بر روی شاخص محیطی بوده است. طبق این معیار، ارقام پایدارتر، انحراف از خط رگرسیون کمتری دارند. ریک (۲۵) روشی را برای پایداری پیشنهاد نمود که از جمع مربعات اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط برای هر ژنوتیپ استفاده می‌کرد. شوکلا (۲۲) روش واریانس پایداری را برای هر

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jcb.10.27.135]

ژنوتیپ ارایه نمود که بر طبق این دو روش ژنوتیپی پایدارتر محسوب می‌شود که شاخص برآورد شده در آن حداقل باشد. لین و بینز (۲۰) واریانس درون‌مکانی را به عنوان پارامتر نوع ۴ معرفی کردند. در این روش هرچه واریانس درون مکانی ژنوتیپی کمتر باشد، آن ژنوتیپ پایدارتر است. تعیین سازگاری و پایداری عملکرد واریته‌های برنج در مناطق و سال‌های مختلف در کشور توسط محققان مختلف صورت گرفته است. سامری وسعیدی (۷) به منظور تعیین پایداری عملکرد و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط تعداد ۱۹ ژنوتیپ پیشرفته و امیدبخش گندم را در ده منطقه و سه سال ارزیابی کردند و پس از مشخص شدن معنی‌داری اثر متقابل، از روش‌های مختلف تجزیه پایداری نوع (I، II، III وIV) از جمله روش رگرسیونی ابرهارت و راسل و میانگین مربعات سال‌ها درون مکان‌های لین و بینز و ضریب تغییرات آن، استفاده کرده و ژنوتیپ پایدار و پر عملکرد مناسب مناطق معتدل را معرفی کردند. هنرنژاد و همکاران (۹) با بررسی پایداری ارقام برنج در شرایط مختلف محیطی، لاین ۴۲۱ را به دلیل داشتن واریانس محیطی و واریانس درون مکانی کمتر به عنوان لاین پایدار و لاین ۴۲۳ (رقم بجار) را به علت دارا بودن انحراف از رگرسیون کمتر و میانگین عملکرد بیشتر به عنوان پرمحصول‌ترین و پایدارترین رقم معرفی کردند. حسن پناه و محفوظی (۲) در ارزیابی پایداری ۲۴ رقم اصلاح شده جو به مدت دو سال در سه منطقه گرمسیر و نیمه‌گرمسیر کشور از پارامترهای واریانس محیطی، ضریب تغییرات محیطی، ضریب رگرسیون فینلی ویلکینسون، واریانس انحرافات از خط رگرسیون ابرهارت راسل، واریانس درون مکانی لین و بینز و ضرایب تغییرات درون مکانی استفاده کردند. نتایج حاصل تقریبا متفاوت بود و با توجه به این که واریانس درون مکانی و ضریب تغییرات درون مکانی جزء پارامترهای تیپ چهارم بود و وراثت‌پذیر بوده، به عنوان معیار پایداری مدنظر گرفته شدند. قزوینی و یوسفی (۸) تعداد ۱۹ رقم و لاین امیدبخش جو را جهت مطالعه پایداری عملکرد، در طی سه سال در هشت ایستگاه منطقه گرم کشور، موردبررسی قرار دادند و با توجه به این که عوامل محیطی مناطق گرم در دو قسمت شمال و جنوب کشور متفاوت از یکدیگر بودند، تجزیه واریانس مرکب و تجزیه پایداری ارقام با استفاده از روش‌های رگرسیونس ابرهارت و راسل، واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی، اکووالانس ریک و واریانس شوکلا در دو زیرمنطقه به طور جداگانه انجام شد و ژنوتیپ‌های مناسب هر زیرمنطقه معرفی شد. دهقان پور و همکاران (۳) در آزمایشی با ۴ مکان، ۲ سال و ۱۰ هیبرید ذرت زودرس حاصل از تلاقی ارقام داخلی و خارجی به مطالعه پایداری آنها با استفاده از ضریب رگرسیونی ابرهارت و راسل، واریانس درون‌مکانی لین ینز، واریانس محیطی، ضریب تغییرات محیطی، آماره پلستد پترسون، آماره پلاستد، اکووالانس ریک، واریانس شوکلا و ضریب رگرسیون پرکینز و جینکز پرداختند که نتایج در مواردی مشابه بود. دوشیانتهاکومار و شادادشاری (۱۴) پژوهشی را بر روی ۱۵ موتانت برنج محلی PUB در طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ در سه منطقه به منظور ارزیابی پایداری عملکرد و اجزای عملکرد این موتانت‌ها انجام دادند. در این تحقیق بعد از اثبات معنی‌داری اثر متقابل ژنوتیپ در محیط از روش ابرهارت و راسل برای تجزیه پایداری استفاده گردید. بر اساس پارامترهای پایداری موتانت PUBM-8 میانگین عملکرد بالا، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از رگرسیون پایینی را از خود نشان داد. نتایج بررسی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های امیدبخش برنج در استان گیلان که توسط رحیم سروش و اشراقی (۶) منشر گردید، نشان داد که ژنوتیپ‌های ۷۶۰۶ و ۷۶۰۴، به دلیل داشتن واریانس و ضریب تغییرات محیطی و درون مکانی کمتر، دارا بودن ضریب رگرسیون معادل یک و هم‌چنین واریانس انحراف از خط رگرسیون کم و غیرمعنی‌دار، به عنوان ارقام پایدار شناخته شدند. صدقی آذر و همکاران (۲۳) به منظور مطالعه پایداری و سازگاری لاین امیدبخش برنج، پژوهشی را با ده لاین امیدبخش برنج و دو رقم اصلاح شده در سه منطقه استان مازندران در طی سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۳ انجام دادند. بعد از اثبات معنی‌داری اثر متقابل ژنوتیپ × محیط توسط تجزیه واریانس مرکب، تجزیه پایداری عملکرد توسط روش ابرهارت و راسل انجام گردید سرانجام لاین۳ (IR67015-23-3-3) به عنوان سازگارترین و پایدارترین ژنوتیپ تحت شرایط مختلف مازندران تعیین گردید. هدف از این پژوهش ارزیابی لاین‌های جدید برنج در شرایط اقلیمی مختلف استان مازندران و تعیین و معرفی بهترین لاین از نظر پایداری بود.

مواد و روش‌ها

ده لاین برنج منتخب از آزمایش مقدماتی عملکرد به همراه دو رقم رایج منطقه بنام فجر و شیرودی (جدول ۱) به عنوان شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در چهار منطقه آمل، بابل، ساری و تنکابن، در دو سال زراعی ۹۱–۹۰ و ۹۲–۹۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. هر تیمار در پلات‌های ۴×۳ متری (۱۲ مترمربع) به فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متری نشاکاری و به مرحله اجرا درآمد. کلیه عملیات زراعی از جمله مراقبت‌های زراعی در خزانه و مزرعه شامل استفاده از نایلون برای جلوگیری از سرمای ابتدای بهار و رشد سریع‌تر جوانه‌ها، مصرف کودهای شیمیایی، مبارزه با علف‌های هرز، کنترل آفت کرم ساقه‌خوار برنج و آبیاری طبق عرف منطقه و به صورت یکنواخت انجام گردید. محصول تیمارها در زمان رسیدن کامل از ده مترمربع متن هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه، برداشت و با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. تجزیه واریانس ساده عملکرد برای مکان‌ها و سال‌ها به‌طور جداگانه و بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. آزمون بارتلت به منظور یکنواختیاشتباهات آزمایشی انجام گردید و تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای تعیین اثر اصلی و اثر متقابل دوجانبه و سه جانبه ژنوتیپ × سال × مکان انجام شد. آزمون F با فرض

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.135]

تصادفی بودن سال‌ها و مکان‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها و بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام گرفت. به‌منظور تعیین میزان سازگاری و پایداری ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از هفت روش تجزیه پایداری مختلف شامل واریانس محیطی رومر (۲۱)، ضریب تغییرات محیطی فرانسیس و کاننبرگ (۱۸)، ضریب رگرسیون میانگین عملکرد با شاخص محیطی فینلی و ویلکینسون (۱۷)، اکووالانس ریک (۲۵)، واریانس پایداری شوکلا (۲۲)، واریانس درون مکانی لین وبینز (۲۰)، میانگین انحراف از خط رگرسیون ابرهارت و راسل (۱۵) استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات لاین‌های مورد بررسی

Table 1. Specifications of lines examined

ردیف	نام والدین	شماره لاین
۱	ندا / CP231	۲۷۷۵۹
۲	ندا / CP231	۲۷۷۶۰
۳	ندا / (دمسیاه / PND 160شماره ۱۲۱)	۲۸۰۵
۴	{(۲۷۴۵۵=میر طارم/A7801)}/ {(۲۷۶۳۳= اهلمی طارم //اهلمی طارم/خزر) } / {(۲۷۶۳۳= اهلمی طارم //اهلمی طارم/خزر) / (۲۷۴۶۱= آبجی بوجی /A7801)}	۲۸۶۱۸
۵	(دمسیاه / دشت) / IR68280A	۲۸۱۴۲
۶	ندا / دمسیاه مشهد	۲۷۶۱۰
۷	دلا / ندا	۲۷۶۵
۸	ندا / (دمسیاه / دشت)	۲۸۰۱۱
۹	خزر × دیلمانی	شیرودی (شاهد)
۱۰	IR62871-175-1-10	فجر (شاهد)
۱۱	(دمسیاه / دشت) / (A7801/آبجی بوجی)	۲۸۲۴۱
۱۲	(دمسیاه / دشت) / (A7801/آبجی بوجی)	۲۸۰۵

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده در سال‌ها و مکان‌های مختلف نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر توان تولید محصول در همه مکان‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). ضریب تغییرات بین ۸/۳ تا ۱۷/۶ بیانگر دقت آزمایش در سطح خوبی بوده است. مقایسه میانگین عملکرد ارقام در کل مکان‌ها و سال‌ها به روش LSD نشان داد که ژنوتیپ شماره ۴ با عملکرد ۶/۳۰ تن در هکتار، در طی دو سال در همه مکان‌ها بهترین ژنوتیپ آزمایش بود (جدول ۳). بر اساس آزمون بارتلت یکنواختی اشتباهات آزمایشی تأیید گردید و تجزیه مرکب با استفاده از میانگین هر ژنوتیپ و با فرض تصادفی بودن سال‌ها و مکان‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که اثر ژنوتیپ معنی‌دار شد (جدول ۴). این موضوع بیانگر وجود اختلاف در عملکرد بین ژنوتیپ‌های مختلف است. معنی‌دار نشدن اثر سال و عدم وجود تفاوت‌های قابل ملاحظه یعنی بین میانگین سال‌ها بدین معنی است که عوامل جوی مانند نزولات آسمانی، طول روز، حداقل و حداکثر دمای هوا و خاک در سال‌های مختلف نوسانات چندانی نداشت. از معنی‌دار نبودن اثر مکان نیز می‌توان نتیجه گرفت که عواملی نظیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و نحوه کشت و کار باعث اختلاف بین مکان‌ها نشد. همچنین اثر متقابل سال × ژنوتیپ و مکان × ژنوتیپ معنی‌دار نبود. یعنی این که پاسخ ژنوتیپ‌ها از سالی به سال دیگر و از مکانی به مکان دیگر یکسان بود. ولی معنی دار شدن اثر متقابل سال × مکان نشان می دهد که اثر سال‌ها بر روی مکان‌ها از سالی به سال دیگر تفاوت داشته است. معنی‌دار شدن اثرات متقابل سه جانبه سال × مکان × ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد حاکی از وجود اثرات متقابل قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌ها با محیط‌های مورد آزمایش می‌باشد و بیانگر این نکته است که ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف از تفاوت‌های یکسانی برخوردار نبوده‌اند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.135]

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج

Table 2. Analysis of variance for grain yield of rice genotypes

منابع تغییرات	درجه آزادی	سال ۱۳۹۱ آمل	بابل	ساری	تنکابن	سال ۱۳۹۲ آمل	بابل	ساری	تنکابن
تکرار	۳	۱۰۰۵۵۵۶/۴*	۴۸۵۵۱/۲ns	۱۵۵۷۹۵/۵ns	۱۳۳۴۷۱۱/۱ns	۷۹۸۸۳/۲ns	۴۸۵۵۱/۲ns	۳۰۳۷۲۵/۱ns	۴۹۲۶۵۷/۳ns
ژنوتیپ	۱۱	۴۰۶۷۰۰۹/۱**	۱۷۵۵۸۵۷/۴**	۵۲۱۵۹۶۴/۷**	۴۶۸۳۹۹۳/۶**	۱۹۵۲۲۱۵/۶**	۱۷۵۵۸۵۷/۴**	۳۸۲۴۲۳۹/۹**	۴۸۱۱۸۶۶/۲**
خطا	۳۳	۲۳۳۲۹۵/۳	۲۸۷۷۳۹/۵	۳۹۷۷۶۴/۱	۱۰۷۵۷۷۲	۴۹۸۷۱۹	۲۰۰۴۶۴	۳۰۱۶۵۰	۲۹۵۵۶۱
ضریب تغییرات	-	۸/۳	۹/۴	۱۰/۳	۱۷/۶	۱۳/۶	۷/۹	۹/۶	۹/۴

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفت عملکرد برای چهار منطقه طی دوسال

Table 3. Mean comparison genotypes for yield character in four locations and two years

ژنوتیپ	سال ۹۱ آمل	بابل	ساری	تنکابن	سال ۹۲ آمل	بابل	ساری	تنکابن
۱	۶۹۳۷^{b}	۵۹۳۰^{ab}	۹۶۹۳^{ab}	۵۳۴۳^{de}	۵۶۶۰^{ab}	۵۹۱۰^{b}	۵۶۱۰^{bcd}	۵۱۲۴^{de}
۲	۴۴۴۴^{g}	۴۵۹۴^{c}	۶۹۹۳^{ab}	۴۳۸۱^{f}	۳۵۶۳^{d}	۴۵۷۴^{c}	۴۴۴۶^{ef}	۴۱۶۲^{f}
۳	۶۳۲۹^{bc}	۶۰۶۷^{ab}	۶۷۶۶^{abc}	۴۲۴۱^{f}	۴۲۵۱^{cd}	۶۰۴۷^{ab}	۴۹۳۶^{de}	۴۰۲۲^{f}
۴	۷۱۲۹^{a}	۶۱۶۸^{ab}	۶۶۵۹^{bc}	۶۴۵۱^{b}	۵۳۶۶^{ab}	۶۱۴۸^{ab}	۶۲۵۸^{b}	۶۲۳۲^{b}
۵	۷۶۲۳^{a}	۵۹۷۸^{ab}	۴۲۷۰^{d}	۶۸۳۵^{ab}	۵۵۶۷^{ab}	۵۹۵۸^{b}	۶۱۶۱^{bc}	۶۶۱۶^{ab}
۶	۵۶۳۸^{cde}	۵۹۹۸^{ab}	۴۵۲۲^{d}	۷۴۱۵^{a}	۵۵۹۲^{ab}	۵۹۷۸^{b}	۷۵۳۲^{a}	۷۱۹۶^{a}
۷	۴۸۴۸^{g}	۵۷۸۳^{abc}	۵۸۹۵^{c}	۶۸۳۲^{ab}	۵۵۴۱^{ab}	۵۷۶۳^{b}	۶۲۶۶^{b}	۶۶۱۳^{ab}
۸	۴۵۱۰^{g}	۵۶۳۸^{abc}	۶۳۹۲^{bc}	۵۶۲۰^{cd}	۵۱۰۵^{abc}	۵۶۱۸^{b}	۵۳۸۳^{cd}	۵۴۰۱^{cd}
۹	۵۹۱۰^{bcd}	۶۶۷۵^{a}	۷۷۱۸^{a}	۶۹۷۳^{ab}	۵۶۲۶^{ab}	۶۶۵۵^{a}	۴۹۱۳^{de}	۶۷۴۳^{ab}
۱۰	۵۲۷۸^{def}	۵۸۹۶^{ab}	۶۱۹۹^{bc}	۶۸۴۲^{ab}	۴۹۹۴^{bc}	۵۸۷۶^{b}	۶۳۷۵^{b}	۶۶۲۳^{ab}
۱۱	۵۰۵۹^{efg}	۴۵۱۵^{c}	۴۳۱۸^{d}	۴۷۲۶^{ef}	۴۹۳۸^{bc}	۴۴۹۵^{c}	۴۱۰۵^{f}	۴۵۰۷^{ef}
۱۲	۶۲۳۹^{bc}	۴۹۰۴^{bc}	۶۵۷۱^{bc}	۶۲۹۵^{bc}	۶۱۱۸^{a}	۴۸۸۴^{c}	۶۳۵۸^{b}	۶۰۷۶^{bc}

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در چهار مکان و دو سال

Table 4. Combined analysis of variance for grain yield or rice genotypes in four locations and two years

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۱	۹/۲۴۲ns
مکان	۳	۳/۶۹۳ns
سال × مکان	۳	۱/۴۴۹*
اشتباه اول	۲۴	۰/۳۲۸
ژنوتیپ	۱۱	۱۱/۹۲۷**
ژنوتیپ× سال	۱۱	۱/۹۲۲ns
ژنوتیپ × مکان	۳۳	۲/۹۱۸ns
ژنوتیپ × مکان × سال	۳۳	۱/۸۳۶**
اشتباه دوم	۲۶۴	۰/۳۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.135]

با عنایت به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × سال × مکان، معیارهای پایداری عملکرد با استفاده از هفت روش یا چهار نوع پارامتر تعیین گردید (جدول ۵).

در روش واریانس و ضریب تغییرات محیطی (پارامتر نوع اول) ژنوتیپ‌های شماره ۴،۱۱ و رقم فجر به ترتیب با داشتن مقدار واریانس و ضریب تغییرات محیطی کمتر، پایداری عملکرد بیشتری داشتند. همان‌طوری که مشاهده می‌شود ژنوتیپ شماره ۱۱ با کمترین مقدار محصول از پایدارترین ژنوتیپ‌ها است. عیب معیارهای پایداری نوع اول آن است که ژنوتیپ‌های با عملکرد یکنواخت در همه محیط‌ها معمولاً کم محصول هستند. به طوری‌که همواره نمی‌توان از طریق این پارامتر به پایدارترین و در عین حال پر محصول‌ترین ژنوتیپ دست یافت. باقری و جوکار (۱) ژنوتیپ (تتپ/دمسیاه//دمسیاه) را با داشتن کمترین واریانس محیطی پایدارترین ژنوتیپ از میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گزارش کردند. داس و همکاران (۱۳) پژوهشی را در بین سه گروه از ژنوتیپ‌های برنج بر اساس زمان رسیدگی انجام دادند که بر این اساس، در بین ژنوتیپ‌ها نیمه زودرس ژنوتیپ OR1929-4 و در بین ژنوتیپ‌های نیمه دیررس ژنوتیپ OR2156-15 و در بین ژنوتیپ‌های دیررس OR1901-14-32 کم‌ترین ضریب تغییرات محیطی را به خود اختصاص داده بودند. در روش اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا (پارامتر نوع دوم) ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۱۰ با داشتن کمترین مقدار، پایداری عملکرد بیشتری داشتند. رحیم سروش و ربیعی (۵) براساس معیارهای پایداری اکووالانس ریک و واریانس شوکلا لاین‌های ۸۳۱ و ۸۳۳ به‌ترتیب از پایدارترین لاین‌های برنج معرفی کردند. در روش رگرسیون میانگین عملکرد نسبت به شاخص محیطی (پارامتر نوع دوم) به جز ژنوتیپ شماره ۱۱، سایر ژنوتیپ‌ها به دلیل داشتن ضریب رگرسیون غیرمعنی‌دار با یک، جزء ژنوتیپ‌های با پایداری عمومی محسوب شدند. به عبارت دیگر با بهبود محیط عملکرد این ژنوتیپ‌ها به طور متوسط افزایش پیدا می‌کند. ژنوتیپ شماره ۱۱ با ضریب رگرسیون (۰/۲۸۵-) و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، دارای پایداری بالاتر از متوسط بوده و به دلیل داشتن عملکرد پایین در محیط مساعد کارایی کم و در محیط نامساعد کارایی متوسط دارد به همین خاطر از نظر سازگاری ژنوتیپی نامطلوب به شمار می‌رود. عیب پایداری نوع دوم این است که سازگاری یک ژنوتیپ به سایر ژنوتیپ‌های موجود در آزمایش بستگی دارد. اک کورا و همکاران (۱۰) در ارزیابی پایداری گندم‌های دوروم در منطقه آناتولیا از آماره‌های مختلف پایداری بر مبنای روش رگرسیونی استفاده نمودند و ژنوتیپ‌های مطلوب را معرفی کردند. بر اساس پارامتر نوع سوم ژنوتیپ شماره ۲ در سطح احتمال پنج درصد و ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۵ و ۶ در سطح احتمال یک درصد دارای واریانس انحراف از خط رگرسیون معنی‌دار بودند، یعنی تغییرات عملکرد این ژنوتیپ‌ها در طول تغییرات خطی با شاخص محیطی دارای نوساناتی بوده است. سایر ژنوتیپ‌ها با داشتن واریانس انحراف از خط رگرسیون کمتر و غیرمعنی‌دار، جزء ژنوتیپ‌های پایدار محسوب شده و از میان آنها ژنوتیپ‌های ۱۱، ۴ و ۸ به ترتیب کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. هنرنژاد و همکاران (۹) بر اساس روش ابرهارت و راسل رقم ۴۲۳ (بجار) را به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه معرفی کردند. لین و بینز (۱۹) با استفاده از روش دای‌آلل نشان دادند که پارامترهای نوع دوم و سوم وراثت‌پذیر نبوده و گزینش ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس این پارامترها نمی‌تواند قابل اعتماد باشد. در صورتی‌که پارامترهای نوع اول و چهارم را وراثت‌پذیر معرفی کردند. بر اساس پارامتر نوع چهارم یعنی واریانس درون مکانی، ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۱۰ دارای کمترین مقدار واریانس درون مکانی بوده و به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند. رحیم سروش و همکاران (۴) ژنوتیپ‌های شماره ۷۳۱۰ و ۷۳۰۵ را بر اساس معیار واریانس درون مکانی پایدارترین ژنوتیپ‌ها گزارش کردند. علیرغم تفاوت‌هایی که در نتایج روش‌های مختلف پایداری وجود داشت ولی ژنوتیپ‌های پایدار پارامتر چهارم تقریباً در سایر روش‌های مورد مطالعه در ردیف ژنوتیپ‌های پایدار قرار داشتند. در نهایت ژنوتیپ شماره ۴ و رقم فجر به ترتیب با میانگین عملکرد ۶/۳۰ و ۶/۰۱ تن در هکتار به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار و با عملکرد مطلوب انتخاب شدند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.135]

جدول ۵- پارامترهای پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج

Table 5. Stability parameters for grain yield of rice genotypes

ژنوتیپ	میانگین عملکرد	واریانس محیطی	ضریب تغییرات محیطی	اکوالانس ریک	واریانس پایداری شوکلا	ضریب رگرسیون	واریانس انحراف از خط رگرسیون	واریانس درون مکانی
۱	۵/۷۸	۰/۳۵۶	۱۰/۱۵۹	۲/۲۱۷	۰/۳۲۲	۰/۷۶۵^{ns}	۰/۴۲۴۱^{ns}	۰/۹۷۷
۲	۴/۶۴	۱/۰۰۴	۲۱/۵۷۶	۴/۷۹۲	۰/۷۶۳	۲/۶۷۲^{ns}	۰/۷۲۶۴*	۳/۳۶۱
۳	۵/۳۳	۱/۱۹۰	۲۰/۴۵۷	۷/۳۴۸	۱/۲۰۲	۱/۴۵۵^{ns}	۱/۴۰۵۲**	۲/۱۰۶
۴	۶/۳۰	۰/۲۵۱	۷/۹۴۴	۰/۷۹۸	۰/۰۷۹	۱/۴۳۱^{ns}	۰/۱۵۸۹^{ns}	۰/۳۶۶
۵	۶/۱۲	۰/۹۷۰	۱۶/۰۸۷	۷/۴۸۴	۱/۲۵۵	-۰/۱۷۵^{ns}	۱/۲۹۰۸**	۰/۹۸۷
۶	۶/۲۳	۱/۱۱۸	۱۶/۹۶۱	۸/۳۱۹	۱/۳۶۸	۰/۰۱۹^{ns}	۱/۴۹۰۴**	۰/۹۵۶
۷	۵/۹۴	۰/۳۹۵	۱۰/۵۷۵	۲/۴۴۸	۰/۳۶۲	۰/۸۰۸^{ns}	۰/۴۷۰۶^{ns}	۰/۹۵۲
۸	۵/۴۵	۰/۳۲۵	۱۰/۴۴۹	۱/۵۵۸	۰/۲۰۹	۱/۱۹۹^{ns}	۰/۲۹۳۳^{ns}	۱/۶۰۶
۹	۶/۴	۰/۸۲۰	۱۴/۱۴۶	۳/۹۷۰	۰/۶۲۲	۲/۲۲۰^{ns}	۰/۶۴۹۲^{ns}	۰/۶۵۳
۱۰	۶/۰۱	۰/۳۰۹	۹/۲۵۲	۱/۳۷۸	۰/۱۷۸	۱/۲۶۵^{ns}	۰/۳۱۷۴^{ns}	۰/۷۶۸
۱۱	۴/۵	۰/۱۱۵	۷/۳۸۷	۱/۶۰۹	۰/۲۱۸	-۰/۲۸۵*	۰/۱۱۸^{ns}	۳/۴۴۲
۱۲	۵/۹	۰/۴۱۳	۱۰/۸۳۸	۲/۷۸۱	۰/۴۱۹	۰/۶۲۴^{ns}	۰/۵۳۰۹^{ns}	۰/۸۳۷

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

منابع

1. Akcura, M., Y. Kaya and S. Taner. 2005. Genotype-environment interaction and phenotypic stability analysis for grain yield of durum wheat in the central Anatolian region. Turk. J. Agric. For., 29369-375.
2. Akcura, M., Y. Kaya, S. Taner and R. Ayranci. 2006. Parametric stability analyses for grain yield of durum wheat. Plant Soil Environ, 52(6): 254-261.
3. Bagheri, M.M. and L. Jowkar. 2010. Study of stability and adaptability of rice in comparison of regional performance testing. 11th Iranian Crop Science Congress, College of Beheshti University, Tehran, 343-339.
4. Becker, H.C. and J. leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breed, 101: 1-230.
5. Das, S., R.C. Misra, S.R. Das, M.C. Patnaik and S.K. Sinha. 2011. Integrated analysis for genotypic adaptation in rice. African Crop Science Journal, 19: 15-28
6. Dehghanpor, Z., R.A. Karimizadeh and H. Dehghani. 2004. Comparison of Parametric Methods of Interaction Estimation genotype ×environment In Early Corn Hybrids. Abstract Articles of the Eighth congress of agriculture and plant breeding in Iran. 43 pp.
7. 5-Dushyanthakumar, D.M. and Y.G. Shadadshari. 2007. Stability analysis of P.U. Belliyappa local rice mutants. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 20: 724-726.
8. Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
9. Farshadfar, E. 1998. Application of biometric genetics in plant breeding. Taghe – Bostan Press, Razi University, 396 pp (In Persian).
10. 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.
11. Francis, T.R. and L.W. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short season-maize. I. A descriptive method for genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1029-1034.
12. Ghazvini, H.A. and A. Yousefi. 1999. Study of Performance Compatibility and Comparison In Advanced Barley Figures. Journal of Agricultural Sciences of Iran, 1: 29-41.
13. Hasanpanah, D. and S. Mahfozi. 1998. Check compatibility and stability of Performance of Barley Figures In tropical and subtropical regions of the country. Abstract Articles of the fifth congress of agriculture and plant breeding in Iran. 128 pp.
14. Honarnejad, R., H. Dorosti, M.S. Mohammadsalehi and A. Torangh. 1997. Determine the stability and compatibility of rice cultivars in different environmental conditions. Seedlings and seeds, 13(4): 32-43.
15. Lin, C. S., Binns, M. R. 1991.Genetic properties of four types of stability parameter, Theoretical and Applied Genetics, 82: 505-509.
16. Lin, C.S. and M.R. Binns. 1988. A method of analyzing cultivar x location x year experiment: a new stability parameter. Theoretical and Applied Genetics, 76: 425 430.
17. Rahimsoroush, H. and A. Eshraghi. 2005. Study of stability yield in rice Lines. Journal of Agriculture. 7(2): 25-36.
18. Rahimsouroush, H. and B. Rabiee. 2008. Evaluation of yield stability of genotype of rice in different regions of Gilan province. Journal of Agricultural Science, 18(4): 106-114.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.135]

19. Rahimsouroush, H., A. Eshraghi, H. Mohaddesi and N. Sharafi. 2007. Study of Agronomic Traits, Cooking Quality and Yield Stability Analysis in some Rice Genotypes. Journal of plant and seed, 23(4): 515- 529.
20. Romer, T.H. 1917. Sind die ertragreicheren sorten ertragssicherer? DGL- Mitt, 32: 87-89.
21. Sameri, M. and A. Saeeidi. 1998. Study of different stability parameters and Determination of compatibility of wheat genotypes in Homogeneous trials of the temperate region of the country. Abstract Articles of the fifth Iranian Congress of Agronomy and plant Breeding, 128 pp.
22. Sedghi Azar, M., G.A. Ranjbar, H. Rahimian and H. Arefi. 2008. Grainyield stability and adaptability study on rice (Oryza sativa) promising lines. Journal of Agriculture and Social Sciences, 4: 27-30 (In Persian).
23. Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental component of variability. Heredity, 29: 237-245.
24. Vargass, M., J. Crossa, K. Sayre, M. Reynolds, M.E. Ramirez and M. Talbor. 1998. In terpreting enotype environment interaction in wheat by partial least squares regression. Crop Science, 38: 679-689.
25. Wricke, G. 1962. Über eine methode zür erfassung der ökologischen streubreite in feldrersuchen. Pflanzen- Zuchtg, 47: 92-96.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.135]

A Consideration on Genotype and Environment Interactions and Stability of Grain Yield in Promising Lines of Rice (*Oryza sativa* L.)

Tahereh Momeni-Zadeh[1], Hamid Najafi Zarini[2], Mohammad Norouzi[3] and Ali Reza Nabipour[3]

1- Master of Plant Breeding, Amol Agricultural Jihad Management
(Corresponding author: taherehmomenyzadeh@yahoo.com)
2- Assistant Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Rice Research Institute of Iran, Mazandaran Branch, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Amil, Iran
Received: January 20, 2016 Accepted: September 30, 2018

Abstract

In order to determine the genotype × environment (GE) interactions and yield stability, an experiment was conducted with 10 promising genotypes of rice and two control varieties (Shiroudi and Fajr) in four regions of Mazandaran (Amol , Babol, Sari and Tonkabon) using randomized complete blocks design with four replications during two cropping seasons (2012-2013). Analysis of variance showed significant differences for grain yield among genotypes. Combined ANOVA was also performed following Bartlett uniformity test (for uniformity of error variances). Results showed significant differences among the genotypes. Non-significant effects observed for location. year and genotype × location and genotype × year interactions means that the genotypes had similar response over different locations and years. Stability of genotypes were evaluated using seven different methods including: the variance and coefficient of environmental variability, Wricke's equivalence, Shukla's stability variance, coefficient of regression, the variance of deviation from regression, within location variance. Results showed that genotype No.4 and control variety Fajr, were determined as stable genotypes, because of low S^2_i, CV_i, $MS_{y/p}$, Qi^2 and Wi^2 and b_i equal to unity and non- significant S^2d_i.

Keywords: Rice, Grain yield stability, Genotype × Environment, Promisinglines

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.135]