ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، پایداری و برخی از پارامترهای ژنتیکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های برنج

پیمان شریفی* و هاشم امین‌پناه

دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۳۱ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۰۹)

چکیده

به منظور بررسی پایداری عملکرد دانه، اثرات متقابل ژنوتیپ×محیط و برآورد برخی از پارامترهای ژنتیکی مرتبط با عملکرد دانه و اجزای آن، هفت لاین امیدبخش برنج به همراه ارقام شیرودی و لاین۸۴۳، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در ۳ منطقه استان مازندران (تنکابن، آمل و ساری) طی سال‌های زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه واریانس عملکرد دانه حاکی از تفاوت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها در اکثر محیط‌ها بود. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سال‌ها و مکان‌ها وجود نداشت، در حالی‌که اثر متقابل سال×مکان×ژنوتیپ برای عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. نتایج تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها با روش‌های تک‌متغیره نشان داد که لاین شماره ٦، با توجه به دارا بودن واریانس درون مکانی پایین، ضریب تغییرات پایین و عملکرد بالا (٦۰۲۰/۸ کیلوگرم در هکتار) پایدارترین ژنوتیپ بود. بالا بودن ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی در صفات مورد مطالعه به وجود تنوع ژنتیکی برای تمام صفات مورد مطالعه دلالت داشت. میزان وراثت‌پذیری عمومی دارای دامنه‌ای از ٤۹/۰٦٪ (ارتفاع بوته) تا ۹۲/٤۸٪ (تعداد دانه پر) بود که مقدار آن برای عملکرد دانه ۵۹/۹٦ بود. بالاترین میزان ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و سود ژنتیکی بر میانگین کل مربوط به صفت تعداد دانه پر در خوشه بود. بنابراین می‌توان به روش انتخاب برای بهبود این صفت امید داشت و از آن به عنوان یک معیار انتخاب برای بهبود عملکرد دانه بهره جست. در مجموع، ژنوتیپ ٦ می‌تواند به‌عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب و در آزمایش‌های به‌زراعی به منظور دستیابی به یک رقم پاکوتاه و با عملکرد پایدار استفاده شوند.

واژگان کلیدی: اثر ژن، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، پایداری عملکرد، سود ژنتیکی، وراثت‌پذیری

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: **sharifi@iaurasht.ac.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهمترین گیاهان زراعی دنیا است که سطح وسیعی از اراضی زراعی قابل کشت را به خود اختصاص داده است. با وجود آنکه در مناطقی از کشور، زراعت برنج رایج است، هنوز مقدار قابل توجهی از مصرف داخلی برنج از طریق واردات تأمین می‌شود (Anonymous, 2015).از این‌رو با معرفی واریته‌های جدید و پرمحصول به همراه اعمال روش‌های مناسب به‌زراعی می‌توان کشور را در زمینه تولید برنج به خودکفائی نزدیک نمود.

انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد در یک محیط معیار مناسبی نمی‌باشد، بنابراین واریته‌ها باید حتی‌الامکان در دامنه وسیع و متنوعی از تغییرات محیطی (مکان‌ها و سال‌های مختلف) مورد ارزیابی قرار گیرند. عکس‌العمل ارقام مختلف گیاهان زراعی از جمله برنج نسبت به شرایط مختلف محیطی مانند دما، نور، میزان بارندگی و غیره متفاوت است و از آنجا که شرایط محیطی قابل کنترل نیستند و در نقاط مختلف یک منطقه نیز تفاوت بسیاری دارند، انجام آزمایش‌های مقایسه عملکرد جهت دست‌یابی به ارقامی با کیفیت و کمیت بالا و سازگار و پایدار در مناطق مختلف از اهمیت خاصی برخوردار است (Kocheki, 1997). بنابراین، ارقامی که کمترین واکنش را به شرایط محیطی نشان دهند و در واقع اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط کوچکتری داشته باشند، توسط به‌نژادگران انتخاب می‌شوند (Pawar and Singh, 2010). برای تعیین ژنوتیپ‌های پایدار، ژنوتیپی که عملکرد مناسبی در واکنش به پتانسیل تولیدی محیط مورد آزمایش نشان می‌دهد، روش‌های متعددی ارائه گردیده‌اند که شامل روش‌های تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون، چند متغیره و غیرپارامتری می‌باشند (Mahfoozi *et al.*, 2009).

محققین متعددی اثرات متقابل ژنوتیپ×محیط را در برنج بررسی کرده‌اند و اثر متقابل معنی‌دار ژنوتیپ در محیط را برای عملکرد دانه در برنج گزارش کرده‌اند (Tarang *et al.*, 2013; Mohaddesi *et al.*, 2013; Rahim Soroush *et al.*, 2007; Momenyzadeh *et al.*, 2015; Lestari *et al.*, 2010; Gravios *et al.*, 1991; Lalbachan, 1994; Yan *et al.*, 2002). همچنین تعدادی از محققین با استفاده از روش‌های مختلف مانند پارامترهای تک‌متغیره شامل واریانس درون مکانی، ضریب رگرسیون و ضریب تغییرات درون مکانی (Honarnejad *et al.*, 1998; Nahvi *et al.*, 2002; Rahim Soroush, 2005; Abdollahi Mobarhan, 1996; Mahalingam *et al.*, 2013; Dushyantha Kumar *et al.*, 2011; Parmar *et al.*, 2016; Biswas *et al.*, 2012; Sedghi-Azar *et al.*, 2008; Mosavi *et al.*, 2013; Dewi *et al.*, 2014; Somsana *et al.*, 2013)، روش اثرات اصلی افزایشی و اثرات متقابل غیر افزایشی یا ضرب‌پذیر (AMMI; Additive Main effects and Multiplicative Interaction) (Maji *et al.*, 2015; Akter *et al.*, 2015; Seyou *et al.*, 2016; Torres and Henry, 2016;) و روش بای‌پلات اثر ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ در محیط (GGE; Genotype plus Genotype-Environment interaction) (Balestre *et al.*, 2010; Khatun *et al.*, 2015;) اقدام به ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌های مختلف برنج نموده‌اند. برای ارزیابی پارامترهای ژنتیکی نظیر وراثت‌پذیری، ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی و سود ژنتیکی نیز مطالعات متعددی انجام شده است و وراثت‌پذیری عمومی پایین برای عملکرد دانه و متوسط برای وزن صد دانه و طول دانه (Nassir and Alawode, 2016)، ضرایب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری بالا برای تعداد دانه پر در خوشه و عملکرد دانه در بوته (Rukmini Devi *et al.*, 2016; Tuhina-Khatun *et al.*, 2015)، وراثت‌پذیری و سود ژنتیکی بالا بر میانگین برای صفات مساحت برگ پرچم، تعداد دانه‌های پر در خوشه، طول و عرض دانه و وزن صد دانه (Islam *et al.*, 2016) و ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی و وراثت‌پذیری بالا برای عملکرد دانه، تعداد پنجه بارور و تعداد دانه پوک و وراثت‌پذیری توأم با سود ژنتیکی بالا بر میانگین برای وزن هزار دانه (Bitew, 2016) گزارش شده است.

هدف از تحقیق حاضر، انتخاب و معرفی لاین یا لاین‌های پایدار با عملکرد بالا، ارزیابی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد در لاین‌های امیدبخش، برآورد برخی از

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

پارامترهای ژنتیکی و نهایتاً محاسبه روابط بین صفات از طریق همبستگی ژنتیکی در ۹ ژنوتیپ برنج در مناطق مختلف استان مازندران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۷ لاین پیشرفته برنج منتخب، با دارا بودن ویژگی‌های مطلوب زراعی (کمی و کیفی)، از آزمایش مقایسه عملکرد مقدماتی سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹، به همراه ارقام ۸۴۳ و شیرودی به عنوان شاهد (جمعاً ۹ ژنوتیپ) در سه منطقه تنکابن، آمل و ساری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به مدت ۳ سال، در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۱).

مساحت هر کرت ۲۰ متر مربع بود و نشاکاری با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متر در مرحله ۵-٤ برگی انجام گردید. میزان کود مصرفی در زمین اصلی ۲۵۰ کیلوگرم اوره به همراه ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم بود که نصف کود اوره و تمامی فسفات آمونیوم در زمان آخرین شخم و مابقی اوره در زمان تشکیل اولین جوانه خوشه مصرف گردید. در طول فصل رشد یادداشت‌برداری‌های لازم از ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد دانه پر، تعداد کل دانه، وزن هزار دانه و طول خوشه انجام شد. برای محاسبه عملکرد با حذف حاشیه، برداشت محصول از مساحتی معادل ۱۵ متر مربع انجام گرفت و سپس عملکرد شلتوک بر حسب کیلوگرم در هکتار با رطوبت ١٤درصد محاسبه شد.

برای محاسبه واریانس فنوتیپی و ژنوتیپی از رابطه زیر استفاده گردید (Hanson *et al*., 1956):

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_{gl}^2 / ry + \sigma_{gy}^2 / rl + \sigma_{gly}^2 / r + \sigma_e^2 / rly$$

رابطه (۱)

که در آن، g، l، y و r به ترتیب تعداد ژنوتیپ، مکان، سال و تکرار می‌باشد. σ_p^2، σ_g^2، σ_{gly}^2، σ_{gy}^2 و σ_{gl}^2 نیز به ترتیب واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی، اثرمتقابل ژنوتیپ×مکان×سال، ژنوتیپ×سال و ژنوتیپ×مکان می‌باشند.

وراثت‌پذیری عمومی (Broad sense heritability) از طریق رابطه زیر محاسبه شد (Hanson *et al*., 1956):

$$H^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times 100$$

رابطه (۲)

ضرایب تنوع فنوتیپی (PCV; Phenotypic coefficient of variability) و ژنوتیپی (GCV; Genotypic coefficient of variability) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Hanson *et al*., 1956):

$$GCV(\%) = \frac{\sigma_g}{\overline{X}} \times 100$$

رابطه (۳)

$$PCV(\%) = \frac{\sigma_p}{\overline{X}} \times 100$$

رابطه (٤)

که در آن، σ_g و σ_p به‌ترتیب انحراف معیار ژنوتیپی و فنوتیپی و $\overline{X}$ میانگین هر کدام از صفات می‌باشند.

میزان سود ژنتیکی (Genetic advance) جهت انتخاب ۵٪ از نتاج برتر با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Roy, 2000):

$$GA = ih^2 \sigma p$$

رابطه (۵)

که در آن، i: شدت انتخاب؛ h^2: وراثت‌پذیری عمومی؛ σ_p: انحراف استاندار فنوتیپی می‌باشند. میزان i، برای شدت انتخاب ۵٪، برابر با ۲/۰٦ در نظر گرفته شد.

همچنین میزان سود ژنتیکی بر میانگین (Genetic advance over mean) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Roy, 2000):

$$GMA = \frac{GA}{\overline{X}} * 100$$

رابطه (٦)

که در آن، GA: سود ژنتیکی و $\overline{X}$ میانگین هر کدام از صفات میانگین کل (میانگین هر صفت برای تمام ژنوتیپ‌ها در تمام مکان‌ها) می‌باشند.

ضریب همبستگی ژنوتیپی (Genotypic correlation coefficient) برای هر جفت از صفات از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (Falconer, 1989):

$$r_{g_{ij}} = \frac{\sigma_{g_{ij}}}{\sqrt{\sigma_{g_i}^2 \times \sigma_{g_j}^2}}$$

رابطه (۷)

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه

Table 1. Characteristics of studied rice genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype code	والدین Parents	آمیلوز (%) Amylose (%) (Juliano, 1971)	برنج سالم (%) Head Rice (%)	منشأ Origin
G1	[Shiroudi × Khazar (1001)]10	22.5	56.37	Iran
G2	[IR 64669-153-2-3-(A8948) × (4 Surinam × Deylamani)]2	19.29	52.84	Iran
G3	[IR 67015-22-6-2-(A37632) × (Amol3 × Ramzanalitarom)]47	21.72	54.56	Iran
G4	[IR 67015-22-6-2-(A37632) × (Amol3 × Ramzanalitarom)]107	18.5	55.44	Iran
G5	[IR 67015-22-6-2-(A37632) × (Amol3 × Ramzanalitarom)]121	22.14	51.44	Iran
G6	[IR 67015-22-6-2-(A37632) × (Amol3 × Ramzanalitarom)]126	21.91	56.27	Iran
G7	[IR 67015-22-6-2-(A37632) × (Amol3 × Ramzanalitarom)]39	21.01	53.54	Iran
G8	843 (check variety)	22.17	58.53	Iran
G9	Shiroudi (check variety)	21.4	59.92	Iran

که در آن، $\sigma_{g_{ij}}$: کواریانس ژنوتیپی بین دو صفت و $\sigma^2_{g_i}$ و $\sigma^2_{g_j}$ واریانس ژنوتیپی هر کدام از صفات می‌باشند. کواریانس و واریانس‌های ژنوتیپی به روش کمترین مربعات (Least Square) برآورد گردید.

برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق از پارامترهای تک‌متغیره شامل واریانس درون مکانی ($Ms_{y/l}$)، ضریب رگرسیون (b_i) (Eberhart and Russell, 1966) و ضریب تغییرات درون مکانی (CV_i) (Lin and Binns, 1988) استفاده شد. معنی‌دار بودن پارامتر پایداری ضریب رگرسیون (bi=1) از طریق آزمون t انجام شد.

آزمون همگنی خطاهای آزمایشی به‌وسیله آزمون بارتلت با فرض تصادفی بودن سال و مکان و ثابت بودن ژنوتیپ صورت گرفت. با توجه به فرض تصادفی بودن اثر سال و مکان و ثابت بودن اثر ژنوتیپ، مدل خطی تجزیه واریانس، یک مدل مختلط (Mixed) بود که در آن، واریانس‌ها بر اساس امیدریاضی منابع تغییرات آزمون شدند.

تجزیه مرکب و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. همبستگی بین صفات و تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و معیار فاصله مربع اقلیدسی با نرم‌افزار SAS انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده در سه مکان و طی سه سال در جدول ۲ درج گردیده است. در تمام مکان‌ها به جزء تنکابن در سال اول و سوم و همچنین ساری در سال سوم، اثر ژنوتیپ معنی‌دار بود و به عبارتی بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. با توجه به معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ در اکثر محیط‌های آزمایشی، آزمون بارتلت برای بررسی همگنی واریانس خطاهای آزمایشی در محیط‌های مختلف انجام شد و نتایج حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین واریانس خطاها در آزمایش‌های جداگانه برای عملکرد دانه بود (P=۰/۱۲۹۱؛ χ^2=۱۲/۵۳). لذا با توجه به یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی، تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه با فرض تصادفی بودن سال‌ها و مکان‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها انجام شد (جدول ۳). نتایج تجزیه مرکب حاکی از آن بود که اثرات اصلی سال و مکان و اثر متقابل ژنوتیپ×سال برای هیچکدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نشد. اثر متقابل سال×مکان برای صفات تعداد پنجه در بوته، ارتفاع بوته، طول خوشه و تعداد کل دانه و دانه پر در خوشه معنی‌دار شد. اثر ژنوتیپ برای تمام صفات مورد مطالعه به جزء ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار شد که بیانگر وجود اختلافات ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها است. اثر متقابل ژنوتیپ × مکان فقط برای عملکرد دانه معنی‌دار بود، که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌ها واکنش‌های متفاوتی به عواملی مانند خواص فیزیکی و

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد ارقام برنج در سه منطقه و سه سال

Table 2- analysis of variance for rice genotypes grain yield in three locations and years

Source of variation	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)								
			سال اول (First year)			سال دوم (Second year)			سال سوم (Third year)		
			تنکابن Tonekabon	آمل Amol	ساری Sari	تنکابن Tonekabon	آمل Amol	ساری Sari	تنکابن Tonekabon	آمل Amol	ساری Sari
Replication	تکرار	2	1103617.9 ns	1273397.4*	152033.3 ns	3320579.7**	166143.3 ns	155350.9 ns	1404099.7**	41512.3 ns	121861.1 ns
Genotypes	ژنوتیپ	8	336841.1ns	755213.8**	802325*	223623.6*	1173628.5**	1099053.7**	284527.5ns	1690368.1**	1110175.5 ns
Error	اشتباه	16	266047.9	163241.4	303887.5	73859.9	220994.9	230436.3	122251.3	202644.6	843260
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)	-	8.24	7.13	10.01	4.56	8.24	8.69	5.73	8.62	15.07

ns, *, and **: Not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

ns، * و**: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های برنج

Table 3. Combined analysis of variance for studied traits in rice genotypes

Source of variation	منابع تغییرات	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MS						
			عملکرد دانه Grain yield (GY)	تعداد پنجه Tiller number (TN)	ارتفاع بوته Plant height (PH)	وزن هزار دانه Thousand grain weight (TGW)	طول خوشه Panicle length (PL)	تعداد دانه پر در خوشه Number of filled grain per panicle (NFGP)	تعداد کل دانه در خوشه Number of total grain per panicle (NTGP)
Location (L)	مکان	2	6915156.5ns	57.6 ns	2926.8 ns	42.1 ns	58.9 ns	386.3 ns	2011 ns
Year (Y)	سال	2	191203.3ns	15.3 ns	531.4 ns	49.3 ns	104.2 ns	2971.9 ns	4467.1 ns
L×Y	سال×مکان	4	2587074.9ns	59.6**	485.5**	9.4 ns	35.9**	379.2**	4348.2**
R(L×Y)	تکرار (سال×مکان)	18	859844.1	8.1	112.7	2.7	4.1	251.16	754.4
Genotypes (G)	ژنوتیپ	8	3145489.1**	54.5**	294.1 ns	19.4 ns	17.2**	7375.2*	12497.6**
G×L	ژنوتیپ ×مکان	16	880217.5**	2.8 ns	59.3 ns	2.1 ns	1.8 ns	145.8 ns	241.8 ns
G×Y	ژنوتیپ × سال	16	421731.5 ns	4.7 ns	82.1 ns	1.7 ns	2.4 ns	132.1 ns	508.2 ns
G×L×Y	ژنوتیپ ×مکان×سال	32	431592.4*	3.4 ns	80.2**	6.2**	2.6 ns	197.8 ns	333 ns
Error	اشتباه	144	269847.1	2.4	17.9	1.4	1.4	155.9	328.3
C.V. (%)	ضریب تغییرات(%)		8.97	8.8	3.7	4.1	3.9	12.1	12.4

ns, *, and **: Not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

ns، * و**: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

پژوهش‌های ژنتیک گیاهی / جلد ۳ / شماره ۲ / پاییز و زمستان ۱۳۹۵

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

شیمیایی خاک، طول و عرض جغرافیایی و... نشان داده‌اند، که سبب تفاوت در میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها از یک مکان به مکان دیگر شده است. اثر متقابل ژنوتیپ × مکان × سال فقط برای عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزاردانه معنی‌دار بود که نشانگر وجود تفاوت در میانگین ژنوتیپ‌ها از یک مکان به مکان دیگر و از یک سال به سال دیگر است، بطوری‌که عواملی مانند خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، طول و عرض جغرافیایی و ... باعث اختلاف مکان ها در سال‌های مختلف شده‌اند. معنی‌دار بودن اثر متقابل سال×مکان برای صفات تعداد پنجه در بوته، ارتفاع دانه و طول خوشه نشان می‌دهد که عوامل جوی (میزان بارندگی، طول روز، حداقل و حداکثر دمای هوا و خاک) و همچنین عوامل جغرافیایی (خصوصیات فیزیکی و شیمیای خاک، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا) سبب اختلاف در میزان صفات فوق در ژنونیپ‌های مورد مطالعه شده است. در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر، رحیم‌سروش و ربیعی (Rahim Soroush and Rabiei, 2008)، الله‌قلی‌پور و همکاران (Allahgholipour *et al.*, 2006)، ترنگ و همکاران (Tarang *et al.*, 2013)، رحیم سروش و همکاران (Rahim Soroush *et al.*, 2007)، محدثی و همکاران (Mohaddesi *et al.*, 2013) پارمار و همکاران (Parmar *et al.*, 2016)، لِستاری و همکاران (Lestari *et al.*, 2010)، مومنی‌زاده و همکاران (Momenyzadeh *et al.*, 2015)، سیهو و همکاران (Seyou *et al.*, 2016) و تورز و هنری (Torres and Henry, 2016) نیز اثرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه معنی‌دار مکان، سال و ژنوتیپ را برای عملکرد دانه در لاین‌ها و ژنوتیپ‌های برنج گزارش کردند.

با توجه به معنی‌دار بودن اثرات متقابل سه‌گانه و دوگانه برای عملکرد دانه، اقدام به مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌ها در هر کدام از محیط‌ها به صورت جداگانه گردید (Montgomery., 2001). مقایسه میانگین عملکرد در محیط‌های مختلف در جدول ٤ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در سال اول در تنکابن و آمل، در سال دوم در آمل و در سال سوم در تنکابن و ساری بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ شماره ۷ بود. در مجموع ژنوتیپ شماره ۷ در ۵ محیط حائز حداکثر عملکرد دانه بود. همچنین این ژنوتیپ در مجموع محیط‌ها و بین ژنوتیپ‌ها در سال اول و تنکابن بیشترین میزان عملکرد (٦٧٩٨ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد. مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها (جدول ٤) نشان داد که ژنوتیپ‌های ٦، ۷، ۸ و ۹ دارای بیشترین عملکرد نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در اکثر مکان‌ها و سال‌ها بودند. در مجموع، ژنوتیپ‌های ٦ و ۷ در بیشتر مکان‌ها و سال‌ها دارای عملکرد بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد آزمایش و ارقام شاهد بودند. از سوی دیگر جدول مذکور نشان داد که نه‌تنها ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر مقدار عملکرد در یک مکان متفاوت بودند، بلکه میانگین آن‌ها در سال‌ها و مکان‌های مختلف نیز تغییر کرد. چنین واکنش‌هایی قبلاً نیز در برنج گزارش شده است (Mohaddesi *et al.*, 2013; Nahvi *et al.*, 1991). نتیجه فوق حاکی از این واقعیت است که بررسی عملکرد ارقام و انتخاب آن‌ها بر اساس عملکرد در یک مکان نمی‌تواند دقیق و مقرون به واقعیت باشد و می‌بایست ارقام در سال‌ها و مکان‌های متعدد مورد ارزیابی قرار گرفته و میزان سازگاری و پایداری آن‌ها مشخص گردد (Eberhart and Russell, 1966).

معنی‌دار بودن اثرمتقابل ژنوتیپ × سال × مکان برای عملکرد دانه نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها در واکنش به محیط‌ها دارای نوساناتی بودند. از آنجا که تجزیه مرکب فقط اطلاعاتی در مورد وجود و یا عدم وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ارائه می‌دهد، لذا تجزیه پایداری برای شناسایی ژنوتیپ‌های پایدارتر سودمند خواهد بود. از این‌رو، تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها با استفاده از آماره‌های مورد نظر انجام پذیرفت (جدول ۵). پارامترهای پایداری واریانس و ضریب تغییرات محیطی نشان دادند که لاین شماره ۲ با داشتن کمترین مقدار ضریب تغییرات محیطی،

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های برنج در سه مکان و سه سال (کیلوگرم در هکتار)

Table 4. Mean comparison of grain yield of rice genotypes in three locations and years ($kg.ha^{-1}$)

ژنوتیپ Genotype	سال اول (First year)			سال دوم (Second year)			سال سوم (Third year)		
	تنکابن Tonekabon	آمل Amol	ساری Sari	تنکابن Tonekabon	آمل Amol	ساری Sari	تنکابن Tonekabon	آمل Amol	ساری Sari
1	6213.7ab	5823.3abc	5600.0ab	5753.3bc	5978.3ab	5083.3cde	6394.3ab	6123.7a	5355.7b
2	6035.3ab	5859.0abc	5700.0ab	6084.7ab	5194.0bcd	5371.7bcde	5477.0c	5287.7bc	5681.0b
3	6122.3ab	4902.3e	4566.7c	6130.0ab	5053.0cd	4783.3ed	6107.0ab	4172.3de	5444.7b
4	6023.7ab	5120.0de	5000.0bc	5470.7c	5032.3d	4733.3e	5824.3bc	4069.7e	6412.3b
5	5734.7b	5230.7cde	5083.3bc	6279.7a	4987.0d	5796.7abc	6114.7ab	4885.3cd	7275.3a
6	6593.0ab	5899.0abc	5666.7ab	6251.3a	5901.3abc	6600.0a	6141.7ab	5410.7bc	5723.7ab
7	6798.0a	6491.7a	5773.3ab	6108.7ab	6683.7a	5663.3bc	6516.3a	5439.7abc	6448.7ab
8	6567.3ab	6045.7ab	6200.0a	5810.7abc	6145.7a	6053.3ab	6090.7ab	5754.0ab	6172.7ab
9	3252.7ab	5635.3bcd	5950.0ab	5764.3bc	6280.0a	5613.3cd	6339.7ab	6110.0a	6333.0ab
LSD (5%)	892.79	699.24	954.17	470.41	812.7	820.9	605.2	782.02	1589.5

LSD (5%): Least significant differences at 5% probability Level.

LSD(5%): حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

The columns having common letter(s), do not differ significantly at 5% probability level.

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۵- برخی از پارامترهای پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در سه مکان و سه سال

Table 5. Some of stability parameters of grain yield of rice genotypes in three locations and years

ژنوتیپ Genotype	میانگین عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار) Grain yield mean ($kg.ha^{-1}$)	ضریب تغییرات محیطی Environmental coefficient of variation ($CV_{y/i}$)	ضریب رگرسیون Regression coefficient (b_i)	واریانس درون مکانی Variance within location ($Ms_{y/l}$)
1	5809.0	6.99	0.31^{ns}	124649.00
2	5632.3	3.79	0.53^{ns}	184959.48
3	5264.6	14.18	2.03**	212621.65
4	5298.5	9.84	2.00**	821420.40
5	5709.7	10.24	1.58^{ns}	906416.14
6	6020.8	4.93	0.61^{ns}	272641.43
7	6213.7	4.13	1.14^{ns}	499649.94
8	6093.2	1.59	0.40^{ns}	129225.72
9	6030.9	1.31	0.40^{ns}	225010.10

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

بیشترین پایداری عملکرد دانه را داشت. از نظر این شاخص، ژنوتیپ‌های ۷ و ٦ به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار داشتند. بر اساس سه معیار ضریب رگرسیون (b_i)، میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها ($\overline{g}$) و میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها ($\overline{X}$)، پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تعیین شد (Sharma, 1995). بر این اساس، ژنوتیپ‌های ۳، ٤ و ٥ با ضریب رگرسیون بیشتر از یک (به ترتیب برابر با ۲/۰۳، ۲ و ۱/۵۸) و میانگین عملکرد به ترتیب برابر با ٥۲٦٤/٦، ٥۲۹۸/٥ و ٥۷۰۹/۷ کیلوگرم در هکتار و کمتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها (٥۷۸٥/۸۷= $\overline{X}$)، ژنوتیپ‌های دارای پایداری کمتر از متوسط و با سازگاری خصوصی به محیط‌های نامساعد تشخیص داده شدند. ضرایب رگرسیون برای ژنوتیپ‌های ۲ و ۳ انحراف معنی‌داری نسبت به ۱ داشتند. ژنوتیپ ۲ دارای ضریب رگرسیون کمتر از یک (b_i=۰/۵۳) و میانگین عملکرد ($\overline{g}$ =٥٦۳۲/۳) کمتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها ($\overline{X}$ =٥۷۸٥/۸۷) بود، بنابراین عملکرد این لاین در محیط‌های مساعد متوسط، ولی در محیط‌های نامساعد کم بود. به عبارت دیگر، علی‌رغم تغییرات محیطی زیاد، عملکرد این لاین تغییرات کمی نشان می‌داد و حساسیت آن به محیط کم بود. ژنوتیپ ۷ با ضریب رگرسیون بیشتر از یک، اما غیر معنی‌دار (b_i=۱/۱٤) و میانگین عملکرد ($\overline{g}$ =٦۲۱۳/۷) بیشتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها جزء ارقام دارای پایداری کمتر از متوسط و با سازگاری خصوصی در محیط‌های مساعد تشخیص داده شد. ژنوتیپ‌های ۱ و ٦، به همراه دو رقم شاهد شامل لاین ۸٤۳ و شیرودی، دارای ضریب رگرسیون کمتر از یک (به ترتیب برابر با ۰/۳۱، ۰/٦۱، ۰/٤ و ۰/٤) و میانگین عملکرد (به ترتیب برابر با ٥۸۰۹، ٦۰۲۰/۸، ٦۰۹۳/۳، ٦۰۳۰/۹ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها بودند، بنابراین پایداری آن‌ها بیشتر از متوسط بود، ولی به محیط‌های مساعد واکنش ضعیف نشان دادند. لین و بینز (Lin and Binns, 1991) عامل مکان را از محاسبات پایداری جداکرده و واریانس بین سال‌ها را درون هر مکان محاسبه نمودند و سپس از این واریانس‌ها میانگین گرفتند. در نتیجه میانگین واریانس‌های درون مکانی را به عنوان معیار پایداری مطرح نمودند. اعتقاد آن‌ها بر این بود که سال عامل غیرقابل کنترل است، نه مکان. بنابراین اظهار داشتند که ارقام را می‌بایست نسبت به نوسانات سالیانه اندازه‌گیری نمود و از عامل مکان می‌توان فقط برای تعیین وسعت کشت واریته‌ها در مکان‌های مختلف استفاده نمود. آن ها همچنین واریانس درون مکانی را وراثت‌پذیر معرفی نمودند و ابراز داشتند که گزینش ژنوتیپ‌های پایدار براساس این پارامتر می‌تواند قابل اعتماد باشد. بنابراین بر اساس واریانس درون مکانی، ژنوتیپ ۱ دارای کمترین مقدار واریانس درون مکانی بوده و به عنوان ژنوتیپ پایدار شناخته شد. از نظر این شاخص، ژنوتیپ‌های ۲ و ٦ در رتبه‌های بعدی پایداری قرار داشتند. در مجموع، ژنوتیپ ٦ با میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل ($\overline{g}$ =٦۰۲۰/۸)، ضریب رگرسیون کمتر از یک و غیر معنی‌دار (b_i=۰/٦۱)، ضریب تغییرات محیطی پایین (٤/۹۳) و واریانس درون مکانی پایین (۲۷۲٦٤۱/٤۳) از ژنوتیپ‌های پرمحصول با عملکرد پایدار بود. در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر مبنی بر استفاده از ضریب تغییرات محیطی و واریانس درون مکانی پایین و ضریب رگرسیون معادل یک، محققین دیگری نیز با استفاده از پارامترهای فوق ژنوتیپ‌های پایدار برنج را شناسایی کردند (Rahim Soroush *et al.*, 2007; Zaifizadeh *et al.*, 2001; Honarnejad *et al.*, 1998; Rahim Soroush, 2005; Nahvi *et al.*, 2002; Abdullahi-Mobarhan, 1996; Mahalingam *et al.*, 2013; Dushyantha Kumar *et al.*, 2011; Parmar *et al.*, 2016; Biswas *et al.*, 2012; Sedghi-Azar *et al.*, 2008; Mosavi *et al.*, 2013; Dewi *et al.*, 2014; Somsana *et al.*, 2013). علاوه بر موارد فوق، رحیم سروش و اشراقی (Rahim Soroush and Eshraghi, 2006) با بررسی پایداری عملکرد لاین‌های برنج با استفاده از روش واریانس شوکلا و اکووالانس ریک، لاین شماره IR67012-168-2-1 را به‌عنوان پایدارترین لاین معرفی کردند. در بررسی هشت ژنوتیپ برنج در آمریکا با استفاده از روش ضریب تغییرات محیطی، ژنوتیپ‌های Cypress و C1161 به ترتیب با دارا

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

بودن بیشترین عملکرد و کمترین ضریب تغییرات به‌عنوان ارقام پایدار معرفی شدند (Blanche and Linscombe, 2009). ترنگ و همکاران (Tarang *et al.*, 2013) با استفاده از تجزیه پایداری به روش‌های لین و بینز و AMMI نشان دادند که لاین‌های (CT9807-3-5-1-1-2P-M-1و IR2101-4-159-1-3-3 به‌دلیل داشتن ضریب تغییرات پایین و میانگین مربعات درون‌مکانی کوچک و کمترین فاصله نسبت به مبدأ مختصات در بردارهای تجزیه AMMI، پایدارترین لاین‌ها بودند.

با توجه به معنی‌دار نبودن اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه برای صفات تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد دانه پر در خوشه و تعداد کل دانه در خوشه، اثرات اصلی ژنوتیپ برای این صفات بررسی شد و ازاین‌رو، میانگین‌های ژنوتیپ‌ها از نظر این صفات در مجموع محیط‌ها مقایسه شدند (جدول ٦). این نتایج نشان داد که بیشترین تعداد پنجه (۱۹/۰۷) مربوط به لاین ۸٤۳ بود. از نظر تعداد دانه پر و تعداد کل دانه لاین شماره ٦ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشت و به‌تنهایی در یک گروه قرار گرفت. این نتایج همچنین نشان می‌داد که بیشترین وزن هزار دانه (۳۰/٤٤ گرم) و طول خوشه (۳۱/۸۱ سانتی‌متر) به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۷ و ۲ بود. حداکثر ارتفاع بوته مربوط به ژنوتیپ شماره ۵ و حداقل آن مربوط به رقم شاهد شیرودی بود. نتایج بررسی خصوصیات زراعی همچنین نشان داد که تمام ژنوتیپ‌های مورد آزمایش دارای ارتفاع بوته متوسط (۱۰٦/۳۳–۱۱۷/٤۱ سانتی‌متر)، طول خوشه بلند (۲۹/۲۲–۳۱/۸۱ سانتی‌متر)، وزن هزار دانه بالا (۲۷/۹۳–۳۰/٤٤ گرم)، تعداد پنجه کافی (۱٤/٦۳–۱۹/۰۷) و تعداد دانه پر زیاد (۸۵/۹٦–۱۳۹/۸۹) بودند. با وجود آنکه ژنوتیپ شماره ۷ دارای بیشترین عملکرد دانه بود، اما با توجه به نتایج تجزیه پایداری و سایر خصوصیات زراعی، لاین شماره ٦ که از نظر آماری با شاهدها و ژنوتیپ شماره ۷ در یک سطح آماری قرار داشت، به‌عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب شد. این ژنوتیپ دارای عملکرد دانه بیشتر از عملکرد سایر لاین‌ها (لاین‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ۵)، زودرسی بالاتر از شاهدها و سایر لاین‌ها و تیپ دانه بهتر بود و می‌تواند به‌عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب و در آزمایش‌های به‌زراعی مورد بررسی قرار گیرد. این ژنوتیپ همچنین با توجه به دارا بودن ارتفاع بوته متوسط، می‌تواند در به‌نژادی جهت تولید ارقام پاکوتاه مورد استفاده قرار گیرد. از آنجا که ارقام پاکوتاه حساسیت کمتری به خوابیدگی از خود نشان می‌دهند و محصول آن‌ها کمتر از این طریق آسیب‌پذیر می‌باشد، اصلاح جهت تولید ارقام پاکوتاهی انجام می‌شود که ماده خشک بیشتری در دانه و مقدار کمتری در کاه و کلش ذخیره کنند (Dezful *et al.*, 1995). بنابراین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تحقیق حاضر، به خصوص لاین شماره ٦، از ژنوتیپ‌های پاکوتاه یا نیمه پاکوتاه و مقاوم به ورس و پر پنجه محسوب شده و خصوصیات زراعی آن در حد مطلوب می‌باشد.

نتایج تجزیه همبستگی ژنتیکی نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد دانه پر و وزن هزار دانه دارای همبستگی ژنتیکی مثبت بود (جدول ۷). با توجه به اهمیت ژنوتیپ‌های پاکوتاه و مقابله با ورس، همچنین وجود رابطه منفی میان ارتفاع گیاه و عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌توانند برای بهبود و اصلاح ارتفاع گیاه مناسب باشند. در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر، الله‌قلی‌پور (Allahgholipour, 1997)، ساوانت و همکاران (Sawant *et al.*, 1995)، کیهویی (Kihupi, 1998)، پراکاش و پراکاش (Prakash and Prakash, 1995) همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه را با تعداد دانه در خوشه گزارش نمودند. همچنین رحیم سروش و همکاران (Rahim Soroush *et al.*, 2004)، گرن‌فیلد و همکاران (Greenfield *et al.*, 1998)، مارتین و راسل (Martin and Russell, 1994) و محدثی (Mohaddesi, 2001) نشان دادند که عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. بررسی‌های سونگ یانگ و همکاران (Song-Yong *et al.*, 1995) نیز نشان دادند که افزایش

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های برنج در سه مکان و سه سال

Table 6. Mean comparison of agronomic traits of rice genotypes in three locations and years (kg ha^{-1})

Genotype ژنوتیپ	تعداد پنجه Number of Tillers	تعداد دانه پر در خوشه Number of filled grains per panicle	تعداد دانه در خوشه Number of grains per panicle	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن هزار دانه Thousand grain weight (g)	طول خوشه Panicle length (cm)
1	17.81c	91.59ef	129.44de	5809.0bc	106.33d	30.22a	31.37ab
2	18.22bc	87.22f	128.52e	5632.3c	113.44b	28.67bcd	31.81a
3	17.85c	111.0b	168.37b	5264.6d	115.56ab	27.93e	31.11bc
4	19.02ab	85.96f	138.56d	5298.5d	115.37ab	29.11b	30.33d
5	18.37abc	103.63cd	153.44c	5709.7c	117.41a	28.81bcd	30.48cd
6	14.63e	139.89a	191.56a	6020.8ab	114.26b	29.89bc	30.00d
7	16.19d	109.33bc	137.7e	6213.7a	114.89b	30.44a	29.22e
8	17.85c	107.37bc	132.7de	6093.3a	115.59ab	28.41cde	30.3d
9	19.07a	97.04de	132.37de	6030.9ab	110.93c	28.19de	29.96d
LSD (5%)	0.84	6.72	9.75	279.45	2.28	0.64	0.64

LSD (5%): Least significant differences at 5% probability Level.

LSD(5%): حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

The columns having common letter(s), do not differ significantly at 5% probability level.

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۷- ضرایب همبستگی ژنتیکی صفات مورد مطالعه در برنج

Table 7. Genetic correlation coefficients for rice studied traits

صفات Characters	تعداد پنجه Number of tiller s (NT)	ارتفاع بوته Plant height t (PH)	وزن هزار دانه Thousand grain weight (TGW)	طول خوشه Panicle length (PL)	تعداد دانه پر در خوشه Number of filled grain per panicle (NFGP)	تعداد کل دانه در خوشه Number of total grain per panicle (NTGP)
عملکرد دانه Grain Yield (GY)	-0.48	-0.18	0.34	-0.59	0.39	-0.11
تعداد پنجه Number of tillers (TN)	1	-0.08	-0.33	0.37	-0.86**	-0.65
ارتقاع بوته Plant Height (PH)		1	-0.38	-0.32	0.30	0.37
وزن هزار دانه Thousand Grain Weight (TGW)			1	-0.23	-0.10	-0.26
طول خوشه Panicle Length				1	-0.45	-0.18
تعداد دانه پر در خوشه Number of Fill Grain per Plant (NFGP)					1	0.85**
تعداد کل دانه در خوشه Number of Total Grain per Plant (NTGP						1

ns, *, and **: Not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

ns، * و** :به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

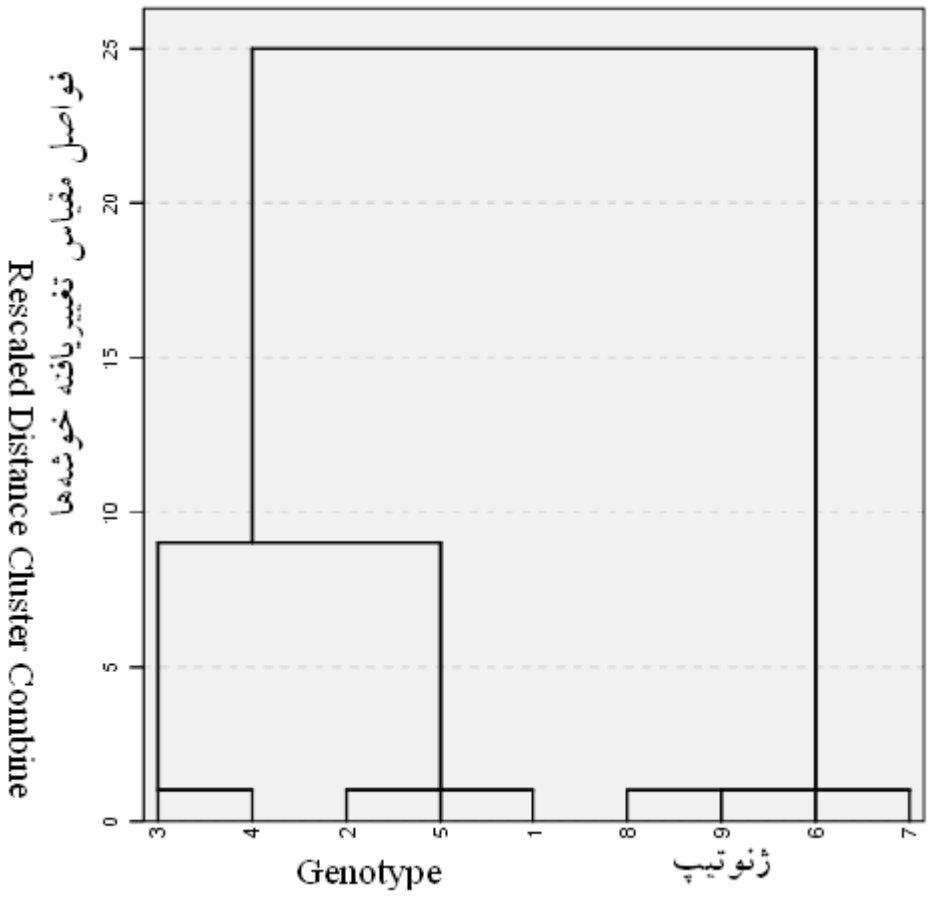
سنبلچه‌های پر به همراه کاهش خوابیدگی بوته مهم‌ترین عامل افزایش عملکرد در برنج است.

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۹ ژنوتیپ بر اساس صفات مورد مطالعه در شکل ۱ آمده است. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و معیار فاصله مربع اقلیدسی، لاین‌های برنج را در سه گروه تقسیم‌بندی کرده است. در خوشه شماره یک دو لاین شماره ٦ و ۷ و ارقام شاهد شیرودی و ۸٤۳ قرار گرفته است. در خوشه شماره دو، لاین‌های ۱، ۲ و ۵ قرار گرفتند. همچنین خوشه شماره سه، لاین‌های شماره ۳ و ٤ را به خود اختصاص دادند. بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی با توجه به هدف اصلاحی موردنظر می‌توان از تنوع بین گروه‌ها و ژنوتیپ‌های موجود در این گروه‌ها استفاده نمود و با انجام تلاقی بین آن‌ها امکان دستیابی به ژنوتیپ‌های مطلوب‌تر از نظر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد را فراهم نمود.

نتایج بررسی پارامترهای ژنتیکی در جدول ۸ ارائه شده است. برآورد اجزای وراثت‌پذیر و وراثت‌ناپذیر از کل تنوع برای اتخاذ برنامه اصلاحی مناسب ضروری است. جزء وراثت‌پذیر تنوع می‌تواند با مطالعه اجزایی از واریانس مانند ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری و سود ژنتیکی مورد انتظار توضیح داده شود. تنوع ژنتیکی که اساسی‌ترین نیاز برای هر موفقیتی در برنامه اصلاحی یک گیاه زراعی می‌باشد، برای اغلب صفات در ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود داشت. چنین تنوع ژنتیکی توسط توهینا–خاتون و همکاران (Tuhina-Khatun et al., 2015)، اسلام و همکاران (Islam et al., 2016)، ماچونده (Machunde, 2013) و سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2011) نیز برای صفات مشابه در برنج و صادق‌زاده اهری و همکاران (Sadeghzadeh-Ahari *et al.*, 2015) در گندم دوروم گزارش شده است. بالاترین میزان ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفت تعداد دانه پر در خوشه مشاهده شد. بالاترین میزان سود ژنتیکی بر میانگین نیز مربوط به صفت تعداد دانه پر در خوشه بود. در تطابق با این نتیجه، سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1990) تنوع ژنتیکی بالایی را برای صفت تعداد دانه در خوشه را در برنج گزارش نمودند و اظهار داشتند که هر نوع اختلال در زمان تشکیل و دوره‌ی پر شدن خوشه‌چه می‌تواند منجر به پوکی خوشه‌چه و در نهایت کاهش عملکرد گردد. ضریب تغییرات ژنوتیپی برای تشخیص تنوع واقعی یا ذاتی استفاده می‌شود که فقط بخش توارث‌پذیر صفات را نشان می‌دهد (Allard, 1960). در تحقیق حاضر صفاتی مانند تعداد دانه پر در خوشه و تعداد کل دانه در خوشه که مقادیر بالایی از ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی را داشتند، بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی بودند. این نتایج همچنین در تطابق با یافته‌های عثمان و همکارن (Osman *et al.*, 2012)، روکمینی دِوی و همکاران (Rukmini Devi *et al.*, 2016)، بیتو (Bitew, 2016) و توهینا–خاتون و همکاران (Tuhina-Khatun *et al.*, 2015) می‌باشد که ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالایی را برای تعداد دانه پر در خوشه گزارش کردند. برای صفات تعداد پنجه در بوته و عملکرد دانه، ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی متوسط بود، بنابراین، انتخاب این صفات بر پایه مقادیر فنوتیپی می‌توانند مؤثر باشد. در تطابق با این نتیجه، یاداو و همکاران (Yadav *et al.*, 2008) ضریب تغییرات ژنوتیپی متوسط را برای تعداد پنجه در بوته و تعداد خوشچه‌ها در بوته و مقادیر پایین ضریب تغییرات ژنوتیپی را برای سایر صفات گزارش نمودند.

آگاهی از وراثت‌پذیری اصلاح‌گر را قادر می‌سازد تا در مورد روش اصلاحی مبتنی بر انتخاب تصمیم‌گیری کند. اما، مقادیر وراثت‌پذیری همراه با سود ژنتیکی می‌تواند بیشتر قابل اعتماد و در تنظیم کردن برنامه انتخاب مفید باشد (Johnson *et al.*, 1955).در مطالعه حاضر، میزان وراثت‌پذیری عمومی دارای دامنه‌ای از ٤۹/۰٦٪ (ارتفاع بوته) تا ۹۲/٤۸٪ (تعداد دانه پر) بود. مقدار وراثت‌پذیری برای صفات تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه پر در خوشه و تعداد کل دانه در خوشه بالا بود. این نتیجه در تطابق با یافته‌های حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2005)،

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]



شکل ۱- دندروگرام به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای صفات مورد مطالعه بر اساس حداقل واریانس وارد.

اسامی ژنوتیپ‌ها مشابه جدول ۱ است.

Figure 1. Dendrogram derived from studied traits using Ward's minimum variance

The name of genotypes is similar to table 1.

جدول ۸- برآورد پارامترهای ژنتیکی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برنج

Table 8. Estimation of genetic parameters in rice studied genotypes

صفات Characters	وراثت‌پذیری عمومی Broad sense heritability	ضریب تغییرات فنوتیپی Phenotypic coefficient of variability	ضریب تغییرات ژنوتیپی Genotypic coefficient of variability	سود ژنتیکی Genetic advance	سود ژنتیکی بر میانگین Genetic advance over mean
عملکرد دانه Grain yield	59.96	6.48	5.02	463.05	8.00
تعداد پنجه Number of tiller	82.38	8.53	7.74	2.56	14.47
ارتفاع بوته Plant height	49.06	3.69	2.58	4.24	3.72
وزن هزار دانه Thousand grain weight	54.61	4.26	3.15	1.39	4.79
طول خوشه Panicle length	66.28	3.04	2.47	1.27	4.15
تعداد دانه پر در خوشه Number of filled grain per panicle	92.48	16.49	15.86	32.56	31.41
تعداد کل دانه در خوشه Number of grains per panicle	91.75	15.14	14.51	41.74	28.62

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

شریفی و همکاران (Sharifi *et al.*, 2010)، احمدی‌خواه (Ahmadikhah, 2010) و سوبای‌ها (Subbaiah, 2011) است. در تحقیق حاضر، مقدار بالای وراثت‌پذیری توأم با مقدار بالای سود ژنتیکی بر میانگین برای تعداد دانه پر در خوشه و تعداد کل دانه در خوشه مشاهده شد که نشانگر نقش کم اثرات محیطی در بیان این صفات و تفوق اثر افزایشی ژن در توارث آن‌ها می‌باشد. این نتیجه در تطابق با گزارش احمدی‌خواه (Ahmadikhah, 2010)، اسلام و همکاران (Islam et al., 2016)، روکمینی دِوی و همکاران (Rukmini Devi *et al.*, 2016) و بیتِو (Bitew, 2016) است که مقدار بالای وراثت‌پذیری توأم با مقدار بالای سود ژنتیکی بر میانگین را برای صفات فوق گزارش کردند. وراثت‌پذیری تقریباً بالا و سود ژنتیکی پایین بر میانگین نشان‌دهنده وجود اثر غیر افزایشی ژن و نقش محیط در بیان سایر صفات می‌باشد (Panse, 1957).

نتایج تجزیه واریانس ساده و همچنین تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر ژنوتیپ در اکثر محیط‌ها معنی‌دار بود که بیانگر اختلافات ژنتیکی بسیار معنی‌دار در میان ژنوتیپ‌ها بود و دامنه وسیعی از تنوع ژنتیکی برای تمام صفات مورد مطالعه را نشان می‌داد. تنوع ژنتیکی اساسی‌ترین نیاز برای هر موفقیتی در برنامه اصلاحی یک گیاه زراعی می‌باشد. معنی‌دار بودن اثرمتقابل سال×مکان×ژنوتیپ حاکی از وجود تفاوت در میانگین ژنوتیپ‌ها از یک مکان به مکان دیگر و از یک سال به سال دیگر بود. با توجه به اینکه تجزیه مرکب فقط اطلاعاتی در مورد وجود و یا عدم وجود اثر متقابل ژنوتیپ×محیط ارائه می‌دهد، تجزیه پایداری برای شناسایی ژنوتیپ‌های پایدارتر انجام شد و نتایج نشان داد که ژنوتیپ شماره ٦ [IR 67015-22-6-2-(A37632) × (Amol3 ×) (Ramzanalitarom)]126 با دارا بودن عملکرد مطلوب (٦٠٢٠/٨ کیلوگرم در هکتار) و بالاتر از میانگین سایر ژنوتیپ‌ها و خصوصیات زراعی مطلوب نظیر تعداد دانه پر بیشتر، تیپ دانه بهتر، زودرسی، ارتفاع بوته متوسط و حساسیت کمتر به خوابیدگی به عنوان ژنوتیپ پرمحصول، پایدار و دارای خصوصیات مطلوب معرفی شد. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد دانه پر و وزن هزار دانه دارای همبستگی ژنتیکی مثبت بود. با توجه به اهمیت ژنوتیپ‌های پاکوتاه و مقابله با ورس، همچنین وجود رابطه منفی میان ارتفاع گیاه و عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌توانند برای بهبود و اصلاح ارتفاع گیاه مناسب باشند. بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی با توجه به هدف اصلاحی مورد نظر می‌توان از تنوع بین گروه‌ها و ژنوتیپ‌های موجود در این گروه‌ها استفاده نمود و با انجام تلاقی بین آن‌ها امکان دستیابی به ژنوتیپ‌های مطلوب‌تر از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد را فراهم نمود. مقادیر بالای وراثت‌پذیری و سود ژنتیکی بر میانگین بیانگر تفوق اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل تعداد دانه پر در خوشه و تعداد کل دانه در خوشه بود. بنابراین با توجه به همبستگی ژنتیکی مثبت تعداد دانه پر در خوشه با عملکرد دانه و مقدار بالای وراثت‌پذیری توأم با سود ژنتیکی بالا بر میانگین برای تعداد دانه پر در خوشه، انتخاب بر پایه این صفت می‌تواند در بهبود عملکرد دانه مؤثر باشد.

References

Abdullahi-Mobarhan, S. (1996). Stability determination of advanced rice lines. M.Sc. Dissertation, Islamic Azad University of Karaj, Iran. (In Persian).

Ahmadikhah, A. (2010). Study on selection effect, genetic advance and genetic parameters in rice. *Annals of Biological Research*, **1(4)**: 45- 51.

Akter, A., Hasan, M.J., Kulsum, M.U., Rahman, M.H., Paul, A.K., Lipi, L.F. and Akter, S. (2015). Genotype × environment interaction and yield stability analysis in hybrid rice (*Oryza sativa* L.) by AMMI biplot. *Bangladesh Rice Journal*, **19(2)**: 83-90.

Allahgholipour, M. (1997). Study correlation of some of important traits in rice by path analysis. M.Sc thesis, Agriculture Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran (In Persian).

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

Allahgholipour, M., Mohammad Salehi, M.S., Ali, J.A., Nahvi, M., Padasht Dehkaei, F., Tvazo, M. and Mehregan, H. (2006). Effect of genotype×environment interaction and yield stability in promising rice lines. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, **16(4)**: 51-58 (In Persian).

Allard, R.W. (1960). Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.

Anonymous (2015). Export and import of agricultural productions in 2014- Ministry of Agriculture (Iran). Available in: http://www.maj.ir/Portal/File/ShowFile.aspx?ID=885231a7-e0a4-4b69-b47a-96c3e4e5a67c.

Balestre, M., Dos Santos, V.B., Soares A.A. and Reis, M.S. (2010). Stability and adaptability of upland rice genotypes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, **10**: 357-363.

Biswas, P.L., Nath, U.K., Ghosal, S. and Patwary, A.K. (2012). Genotype-environment interaction and stability analysis of four fine rice varieties. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, **10(1)**: 1-7.

Bitew, J.M. (2016). Estimation of genetic parameters, heritability and genetic advance for yield related traits in upland rice (*Oryza sativa* L. and *Oryza glaberrima* Steud) genotypes in northwestern Ethiopia. *World Scientific News*, **47(2)**: 340-350.

Blanche, S.B. and Linscombe, S.D. (2009). Stability of rice grain and whole kernel milling yield is affected by cultivar and date of planting. *Agronomy Journal*, **101**: 522-528.

Dewi, A.K., Chozin, M.A., Triwidodo, H. and Aswidinnoor, H. (2014). Genotype × environment interaction, and stability analysis in lowland rice promising genotypes. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, **5(5)**: 74-84,

Dezful, A., Kochaki, A. and Banayan Aval, M. (1995). *Increase crop yield*. Jahad Daneshgahi Mashhad Publication, Mashhad, Iran (In Persian).

Dushyanthakumar, B.M., Gangaprsad, S., Krishnamurthy, S.L. and Mallikarjunaiah, H. (2011). Stability analysis of puttabatta rice mutants. *Karnataka Journal of Agriculture Science*, **24(4)**: 527-528

Eberhart, S.A. and Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, **6**: 36-40.

Falconer, D.S. (1989). *Introduction to quantitative genetics. (Third Edition)*. Longman Scientific and Technical, New York, USA.

Gravios, K.A., Moldenhar, A.K. and Rohman, P.C. (1991). Genetic and genotype x environment effects for rough rice and head rice. *Crop Science*, **31**: 907-991.

Greenfield, S.M., Fisher, K.S. and Dowling, N.G. (1998). *Sustainability of rice in the global food system*. 1st. ed. Los Banos, Philippines.

Hanson, C.H., Robinson, H.G. and Comstock, R.E. (1956). Biometrical studies of yields in segregating population of Korean Lespedeza. *Agronomy Journal*, **48**: 268- 272.

Honarnejad, R., Dorosti, H. and Mohamad Salehi, S. (1998). Estimation of Stability and Adaptability of Rice Cultivars in Different Environmental Conditions. *Seed and Plant*, **13**: 32-38.

Hosseini, M., Honarnejad, R. and Torang, A.R. (2005). Estimation of gene effects and combining ability for some of quantitative traits in rice by diallel method. *Iranian Journal of Agriculture Science*, **36**: 21-32.

Islam, M.Z., Khalequzzaman, M., Bashar, M.K., Ivy, N.A., Haque, M.M. and Mian, M.A.K. (2016). Variability assessment of aromatic and fine rice germplasm in bangladesh based on quantitative traits. *The Scientific World Journal*, **1**:1-14.

Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comstock, R.E. (1955). Estimates of genetic and environmental variability in soybean. *Agronomy Journal*, **47**: 314-318.

Juliano, B.O. and Perez, C.M. (1984). Results of a corroborative test on the measurement of grain elongation of milled rice during cooking. *Journal of Cereal Science*, **2(4)**:281-292.

Khatun, H., Islam, R., Anisuzzaman, M., Ahmed, H.U. and Haque, M. (2015). GGE biplot analysis of genotype x environment interaction in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes in Bangladesh. *Scientia Agriculturae*, **12(1)**: 34-39.

Kihupi, A.L. (1998). Inter-relationship between yield and some selected agronomic characters in rice. *African Crop Science Journal*, **6**: 323-328.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

Kocheki, A. (1997). Farming and breeding in dryland agriculture (translated). Mashhad University Press Jahad, Mashhad, Iran (In Persian).

Lalbachan, V. (1994). Analysis of genotype × environment interactions for yield in irrigated rice. College Laguna Journal of Philippines.

Lestari, A.P., Abdullah, B., Junaedi, A. and Aswidinnoor, H. (2010). Yield Stability and Adaptability of Aromatic New Plant Type (NPT) Rice Lines. *Journal of Agronomy, Indonesia*, **38**: 199-204.

Lin, C.S. and Binns, M.R. (1991). Genetic properties of four types of stability parameter. *Theoretical and Applied Genetcs*, **82**: 505-509.

Machunde, Z.A. (2013). Variation and interrelationships among yield and yield components in lowland rice genotypes (*Oryza sativa* L.) in Mwanza region. MSc. Thesis. Sokoine University of Agriculture. Morogoro, Tanzania.

Mahalingam, A., Saraswathi, R., Robin, S., Marimuthu, T., Jayaraj, T. and Ramalingam, J. (2013). Genetics of stability and adaptability of rice hybrids (*Oryza sativa* L.) for grain quality traits. *African Journal of Agricultural Research*, **8(22)**: 2673-2680.

Mahfoozi, S., Amini, A., Chaichi, M., Jasemi, S.S., Nazeri, M., Abedi Oskooie, M.S., Aminzadeh, G. and Rezaie, M. (2009). Study on grain yield stability and adaptability of winter wheat genotypes using different stability indices under terminal drought stress conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*, **25(1)**: 65-82 (In Persian).

Maji, A.T., Bashir, M., Odoba, A., Gbanguba, A.U. and Audu, S.D. (2015). Genotype × environment interaction and stability estimate for grain yield of upland rice genotypes in Nigeria. *Rice Research*, **3**:1-5.

Martin, M.J., and Russell, W.A. (1994). Correlated response of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in a maize synthetic. *Crop Science*, **24**: 746-750.

Mohaddesi, A. (2001). Study of effects on data planting, nitrigen fertilizer and plant density on yield and yield componenet in rice. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University of Karaj, Iran (In Persian).

Mohaddesi, A., Bakhshipour, S., Abbasian, A., Sattari, M., and Mohammad Salehi, M. (2013). Study on adaptability, quality and quantity characters of rice genotypes in Mazandaran. *Journal of Plant Production*, **20(2)**: 19-36 (In Persian).

Momenyzadeh, T., Najafi Zarrini, H., Norouzi, M., and Nabipour, A. (2015). Study of genotype×environment interaction in some pure lines of rice in Mazandaran province. *Journal of Crop Breeding*, **7**: 168-175 (In Persian).

Montgomery, D.C. (2001). *Design and analysis of experiments*. John Wiley and Sons, INC, New York, USA.

Mosavi, A.A., Babaiean Jelodar, N. and Kazemitabar, K. (2013). Environmental responses and stability analysis for grain yield of some rice genotypes. *World Applied Sciences Journal*, **21(1)**: 105-108.

Nahvi, M., Allahgholipour, M. and Mohammadsalehi, M. (2002). Study of adaptability and stability in rice in different regions of Guilan. *Plant and Seed Journal*, **1(18)**: 1-13 (In Persian).

Nassir, A.L. and Alawode, Y.O. (2016). Stability analysis of panicle and grain traits of rainfed upland rice in two tropical ecologies of Nigeria. *Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science*, **39(4)**: 483-494.

Osman, K. A., Mustafa, A. M., Ali, F., Yonglain, Z. and Fazhan, Q. (2012). Genetic variability for yield and related attributes of upland rice genotypes in semi arid zone (Sudan). *African Journal of Agriculture Research*, **7**: 4613-4619.

Panse, V.G. (1957). Genetics of quantitative characters in relation to plant breeding. *Indian Journal of Genetics*, **17**: 318-328.

Parmar, D.J., Motaka, G.N., Patel, J.S. and Patel, S.G. (2016). Study on different stability procedures for yield of rice genotypes (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Science, Environment and Technology*, **5(3)**: 1503-1514.

Pawar, I.S. and Singh. S. (2010). *Theory and Application of Biometrical Genetics*. CBS Publisher & Distributors P Ltd; 1st edition. New Delhi, IN.

Prakash, S. and Prakash, B.G. (1995). Path analysis in ratoon rice. *Rice Abstract*, **24**: 215-218

Rahim Soroush, H. (2005). Yield stability of promising rice genotypes (*Oryza sativa*). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, **7**: 112-122 (In Persian).

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

Rahim Soroush, H. and Eshraghi, A. (2006). Study of Stability and performance of the Rice Lines. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, **7**: 25-36 (In Persian).

Rahim Soroush, H., and Rabiei, B. (2008). Evaluation of yield stability of rice genotypes in different regions of Guilan Province. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, **18**: 105-114 (In Persian).

Rahim Soroush, H., Mesbah, M., Hosseinzadeh, A. and Bozorgi Pour, R. (2004). Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for quantitative and qualitative traits of rice. *Seed and Plant Improvement*, **20(2)**: 167-182

Rahim Soroush, H., Rabiei, B., Nahvie, M. and Ghodsi, M. (2007). Study of some agronomic and qualitative traits and yield stability of rice genotypes. *Pajoohesh va Sazandegi*, **75**: 25-32 (In Persian).

Roy, D. (2000). *Plant breeding analysis and exploitation of variation*. Alpha Science. Oxford, UK.

Rukmini Devi, K., Parimala, K., Venkanna, V., Lingaiah, N., Hari, Y. and Satish Chandra, B. (2016). Estimation of variability for grain yield and quality traits in rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Pure Applied Bioscience*, **4(2)**: 250-255.

Sadeghzadeh-Ahari, D., Sharifi, P., Karimizadeh, R. and Mohammadi, M. (2015). Estimation of genetic parameters of morphological traits in rainfed durum wheat (*Triticum turgidum* L.) using diallel method. *Plant Genetic Researches*, **2(1)**: 45-62.

Sawant, D.S., Patil, S.L., Jadhav, B.P. and Bhave, S.G. (1995). Genetic divergence, character association and path analysis in rice. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, **20(3)**: 412-414.

Sedghi-Azar, M., Ranjbar, G.A., Rahimian, H. and Arefi, H. (2008). Grain yield stability and adaptability study on rice (*Oryza sativa* L.) promising lines. *Journal of Agriculture and Social Science*, **4**: 27-30

Seyou, M., Alamerew, S. and Bantte, K. (2016). Stability analysis of grain yield in rice genotypes across environments of Jimma Zone, Western Ethiopia. *Journal of Cereals and Oilseeds*, **7(3)**: 27-33.

Sharifi, P., Dehghani, H., Mumeni, A. and Moghaddam, M. (2010). Estimation of genetic and genotype × environment effects for some quantitative traits of rice. *Iranian Journal of Crop Science*, **42**: 1-13 (In Persian).

Sharma, J.R. (1995). *Statistical and biometrical techniques in plant breeding*. New Delhi, IN.

Singh, R.B., Ram, P.C. and Singh, B.B. (1990). Genetic variability in rice genotypes planted in sodic soil. *International Rice Research Newsletter*, **15**: 4,130.

Singh, S.K., Singh, C.M. and Lal, G.M. (2011). Assessment of genetic variability for yield and its component characters in rice (*Oryza sativa* L.). *Research of Plant Biology*, **1(4)**: 73-76.

Somsana, P., Wattana, P., Suriharn, B. and Sanitchon, J. 2013. Stability and genotype by environment interactions for grain anthocyanin content of Thai black clutinons upland rice (*Oryza sativa*). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, **45(3)**: 523-532.

Song-Yong, J., Ko-Bok, J., Hwang-Chang, J. and Park-Kon, H. (1995). Effect of sowing rates on growth and yield at furrow sowing on rice in paddy field. *Korean Journal of of Crop Science*, **40 (1)**: 86-91.

Subbaiah, P.V., Sekhar, M.R., Reddy, H.P. and Reddy, N.P.E. (2011). Variability and genetic parameters for grain yield and its components and kernel quality attributes based rice hybrids (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, **2**: 3-20.

Tarang, A., Hossieni Chaleshtary, M., Tolghilani, A. and Esfahani, M. (2013). Evaluation of grain yield stability of pure lines of rice in Guilan province. *Iranian Journal of Crop Sciences*, **15(1)**: 24-34 (In Persian).

Torres, R.O. and Henry, A. (2016). Yield stability of selected rice breeding lines and donors across conditions of mild to moderately severe drought stress. *Field Crops Research*, http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.09.011

Tuhina-Khatun, M., Hanafi, M.M., Yusop, M.R., Wong, M.Y., Salleh, F.M. and Ferdous, J. (2015). Genetic variation, heritability, and diversity analysis of upland rice (*Oryza sativa* L.) genotypes based on quantitative traits. *BioMed Research International*, **15**: 1-7.

Yadav, P., Rangare, N.R., Anurag, P.J. and Chaurasia, A.K. (2008). Quantitative analysis of rice (*Oryza sativa* L.) in Allahabad agro climate zone. *Journal of Rice Research*, **3**: 1-15.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

Yan, M.G., Zhao, Z.W., Yuan, X.C. and Lie, S.F. (2002). Application of HSC procedure and stability parameters in rice regional trails. *Crop Research*, **16**: 17-28.

Zaifizadeh, M., Moghadam, M., Akbari, A., Ghasemi, M., Mahfozi, S. and Mohammadi, A. (2001). Study on stability analysis parameters and selection wheat genotypes on northern warm climate. *Agronomy Journal*, **7**: 43-51.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]

Evaluation of Genotype × Environment Interactions, Stability and a number of Genetic Parameters in Rice Genotypes

Peyman Sharifi[*] and Hashem Aminpanah

Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

(Received: April 19, 2016 – Accepted: August 11, 2016)

Abstract

In order to investigate yield stability, genotype×environment interactions and estimation of a number of genetic parameters related to yield and yield components, seven promising rice lines together with Shirodi and line 843 (as control cultivars) were evaluated. The experiment was carried out base on randomized complete block design with three replications in three locations of Mazandaran province, Iran (Tonekabon, Amol and Sari) during three growing seasons from 2012 to 2014. Analysis of variance revealed that there were significant differences among genotypes for yield at almost all three locations. Combined analysis of variance indicated that there were no significant differences among locations and years, whereas year×location×genotype interaction was found significant for grain yield, plant height and thousand grain weight. Results of stability analysis by univariate methods showed that genotype number 6 was the most stable genotype over all three locations, having less variance within locations and smaller coefficients of variance and a high grain yield (6020.8 kg ha^{-1}). The high coefficient of phenotypic and genotypic variation was indicative to genetic variability for all of the studied traits. The broad-sense heritability ranged from 49.06% (plant height) to 92.48%% (number of filled grain per panicle) and was 59.46% for grain yield. The highest phenotypic and genotypic coefficients of variation and genetic gain over total average obtained for the number of grains per panicle. Thus, it is possible to improve this trait by selection method and could be used as a selection index to improve grain yield. Overall, genotype number 6 could be considered as a superior genotype to achieve a dwarf cultivar with stable yield.

Keywords: Genetic effect, Genotype × environment interaction, Yield stability, Genetic advance, Heritability

[*] **Corresponding Author, E-mail: sharifi@iaurasht.ac.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1395.3.2.3.4]

[DOI: 10.29252/pgr.3.2.25]