

بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه خوشه‌ای برای صفات کمی و کیفی برنج\*  
Genetic and Phenotypic Variability and Cluster Analysis for Quantitative and Qualitative Traits of Rice

حسین رحیم‌سروش، محمود مصباح، عبدالهادی حسین‌زاده و رضا بزرگی‌پور

مؤسسه تحقیقات برنج کشور

تاریخ دریافت: ۸۲/۵/۶

چکیده

رحیم‌سروش، ح.، مصباح، م.، حسین‌زاده، ع.، و بزرگی‌پور، ر. ۱۳۸۳. بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه خوشه‌ای برای صفات کمی و کیفی برنج. نهال و بدر ۲۰: ۱۸۲-۱۷۷.

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی در خصوصیات کمی و کیفی ۳۶ لاین و رقم برنج، آزمایشی در قالب طرح لاتیس ساده در سال ۱۳۷۹ انجام شد. در این مطالعه هفده صفت شامل عملکرد دانه، تعداد خوشه، تعداد دانه سالم در خوشه، وزن صد دانه، طول، عرض و مساحت برگ، ارتفاع بوته، طول ساقه، مقدار آمیلوز، غلظت ژل، وزن خوشه، طول، عرض و شکل دانه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل با اندازه‌گیری ده نمونه تصادفی در هر واحد آزمایشی ارزیابی شدند. تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی وجود داشت که نشانگر وجود تنوع ژنتیکی در این ژنوتیپ‌ها بود. ضریب تنوع فنوتیپی برای کلیه صفات بیشتر از ضریب تنوع ژنتیکی بود و برای بسیاری از صفات تفاوت‌های ناچیزی از نظر این دو ضریب وجود داشت. بیشترین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی به ترتیب مربوط به صفات غلظت ژل، مساحت برگ، عرض برگ و تعداد خوشه بود. بیشترین وراثت‌پذیری عمومی مربوط به ارتفاع بوته و کمترین آن مربوط به وزن خوشه بود. ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی تعداد خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، وزن خوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل با عملکرد مثبت و معنی‌دار بود و ضریب همبستگی بین عملکرد با بقیه صفات منفی بود. تجزیه کلاستر به روش واریانس مینیمم وارد، ژنوتیپ‌ها را در پنج کلاستر گروه‌بندی نمود. ژنوتیپ‌های کلاستر سوم شامل چهار لاین خالص به شماره ۴، ۲۱، ۲۲ و ۲۴ به علت داشتن مقادیر بالای عملکرد، تعداد خوشه، تعداد دانه سالم در خوشه و نیز دارا بودن آمیلوز متوسط و ارتفاع کم، ارزشمند هستند و می‌توان از آن‌ها برای انتقال صفات مذکور در برنامه‌های دورگ‌گیری استفاده نمود. ضمن این که از ژنوتیپ‌های کلاستر اول و پنجم به ترتیب می‌توان برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت پخت استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تنوع ژنتیکی، همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی، تجزیه خوشه‌ای.

\* قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول که به دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج ارائه شده است.

## مقدمه

روش‌های تجزیه خوشه‌ای عمل طبقه‌بندی را با استفاده از فرمول‌های ریاضی انجام می‌دهد (مقدم و همکاران، ۱۳۷۳؛ فرشادفر، ۱۳۷۷).

تا کنون تحقیقات زیادی در رابطه با تنوع ژنتیکی، همبستگی بین صفات و تجزیه خوشه‌ای بر روی ارقام و واریته‌های مختلف برنج انجام شده است که به نتایج ارزشمند و متفاوتی منجر شده است.

بررسی‌های بوی و —وان (Bui and Tuan, 1989) بر روی تنوع ژنتیکی ۳۲ واریته برنج بر اساس ارتفاع گیاه تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، طول خوشه، تعداد دانه‌های پر در خوشه، درصد دانه‌های پر نشده، تعداد پنجه‌های بارور در گیاه، وزن دانه‌ها و عملکرد بذر نشان داد که ارتفاع گیاه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی بیشترین سهم را در ایجاد تنوع ژنتیکی داشتند.

سینها و همکاران (Sinha et al., 1991) تنوع ژنتیکی بین ۳۰ رقم بومی برنج از نوزده ایالت هند را مورد مطالعه قرار داده و براساس ده صفت آگرومورفولوژیک، ارقام را در شش گروه قرار دادند. نوزده ژنوتیپ در یک گروه قرار گرفت و سه گروه نیز هر یک تنها دارای یک ژنوتیپ بود. ژنوتیپ‌های مناطق شرقی هند تنوع بیشتری نسبت به سایر مناطق نشان دادند و در پنج گروه از شش گروه وجود داشتند. هیچ هماهنگی بین تنوع جغرافیایی و ژنتیکی در این مطالعه مشاهده نشد و صفاتی مثل تعداد انشعاب

یکی از یافته‌های مهم طی چند دهه گذشته در زمینه اصلاح نباتات، شناخت وجود سرمایه عظیم تنوع ژنتیکی در گیاهان بوده است، اما تاکنون بشر فقط توانسته یک گام مقدماتی برای شناسایی پتانسیل وسیع آن بردارد. بر اساس بررسی‌های انجام شده، تنها حدود ۱۰ درصد از گونه‌های موجود تا به حال به روش علمی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (Von Braun and Virchow, 1996). برای استفاده مناسب از این سرمایه عظیم، اطلاع از ماهیت و میزان تنوع موجود در ژرم پلاسما، از اهمیت بسیار زیادی در برنامه‌های به‌نژادی برخوردار است. والدینی که از لحاظ ژنتیکی متفاوت هستند هیبریدهایی با هتروزیس بیشتر تولید می‌کنند و احتمال به دست آوردن نتایج تفرقه یافته برتر (تفکیک متجاوز) را افزایش می‌دهند. از طرف دیگر تعیین مشخصات و گروه‌بندی ژرم پلاسما به اصلاح‌گران امکان می‌دهد تا از دو باره کاری در نمونه‌گیری از جمعیت‌ها خودداری نمایند (Sharma and Hore, 1993).

متخصصین اصلاح نباتات معتقدند که هتروزیس یا برتری دورگ‌ها بر میانگین والدین، به فاصله ژنتیکی بین والدین بستگی دارد. یک متخصص اصلاح نباتات می‌خواهد ارقام و واریته‌های مختلف را به منظور پی بردن به فاصله ژنتیکی آن‌ها و استفاده از تنوع آن‌ها در برنامه اصلاح نباتات دسته‌بندی کند،

مورد بررسی تنوع زیادی میان ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید. تجزیه خوشه‌ای بر مبنای صفات مرفولوژیک، ژنوتیپ‌ها را در چهار گروه قرار داد. ژنوتیپ‌های گروه اول و چهارم به علت دارا بودن حداکثر اختلاف، برای استفاده در تلاقی به منظور ایجاد تنوع بیشتر، مناسب تشخیص داده شدند. گروه اول عمدتاً شامل ارقام بومی مناطق شمالی کشور، دو رقم بومی اصفهان و دو رقم خارجی (Dollar, Norin21) بود. از ویژگی‌های این گروه به زودرسی، قطر کم ساقه، برگ‌های با عرض کم و طول متوسط اشاره کرد. گروه چهارم شامل ارقام معرفی شده ایرانی مانند نعمت، ندا و سپیدرود و چند لاین خالص داخلی و خارجی بود. از خصوصیات این گروه عملکرد بالا، دیررسی، تعداد پنجه زیاد، طول ساقه و خوشه کوتاه، طول برگ کوتاه و عرض برگ متوسط بود.

این بررسی به منظور ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی موجود در ارقام و لاین‌های برنج مورد مطالعه، از نظر خصوصیات کمی و کیفی انجام شد. یافتن نحوه ارتباط صفات مختلف با یکدیگر و با عملکرد دانه و هم‌چنین تعیین وراثت‌پذیری صفات و طبقه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی به منظور تعیین درجه خویشاوندی و قرابت ژنتیکی آن‌ها از طریق تجزیه کلاستر از اهداف دیگر این طرح بود. دستیابی به اهداف مذکور، برنامه‌های دورگ‌گیری و به‌نژادی را هدفمند می‌نماید به طوری که با هزینه‌های کمتر

فرعی در خوشه، عملکرد در گیاه و تعداد دانه پر در خوشه نقش مهم‌تری در تنوع کل ایفا کردند.

دی و همکاران (De et al., 1992) تنوع ژنتیکی برای عملکرد و یازده صفت مرتبط با آن را در ۲۸ رقم برنج در دو حالت کاشت مستقیم و نشایی بررسی نموده و تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه در هر دو شرایط گزارش کردند. ژنوتیپ‌ها در شرایط کاشت مستقیم و نشاکاری به ترتیب در پنج و شش گروه قرار گرفتند و هیچ ارتباطی بین توزیع جغرافیایی و تنوع ژنتیکی وجود نداشت.

صفار حمیدی (۱۳۷۶) تنوع ژنتیکی ۲۹ رقم بومی برنج گیلان را مورد بررسی قرار داد و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد شلتوک و صفات تعداد دانه در خوشه، عرض برگ پرچم، مساحت برگ پرچم و وزن خوشه مشاهده نمود ولی همبستگی بین عملکرد شلتوک و صفات طول دانه قهوه‌ای، نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای و زاویه برگ پرچم منفی و معنی‌دار بود. وراثت‌پذیری عمومی اکثر صفات بالای ۸۰ درصد برآورد گردید و وراثت‌پذیری عمومی صفات عملکرد شلتوک و درصد دانه‌های پر نشده به ترتیب ۵۸/۳ و ۵۳/۶ درصد محاسبه شد.

زینلی نژاد (۱۳۷۸) تنوع ژنتیکی صد ژنوتیپ برنج را بر اساس خصوصیات مرفولوژیک بررسی و گزارش کرد که برای کلیه صفات

استاندارد مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (Anomymous, 1996) اندازه‌گیری و ثبت شد. میانگین مشاهدات برای هر صفت جهت تجزیه آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبه ضرایب همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی ابتدا میانگین صفات اندازه‌گیری شده در هر کرت مورد تجزیه آماری قرار گرفتند، آنگاه واریانس‌ها و کوواریانس‌ها از طریق امید ریاضی میانگین مربعات و میانگین حاصل ضرب‌ها برآورد شدند.

برای تعیین قرابت ژنوتیپ‌های مورد بررسی و گروه بندی آن‌ها براساس صفات کمی و کیفی، تجزیه کلاستر به روش واریانس مینیمم وارد انجام شد و نمودار درختی یا دندروگرام آن رسم گردید. برای انجام تجزیه کلاستر از میانگین داده‌های استاندارد شده استفاده شد. هم‌چنین برای تشخیص ژنوتیپ‌های برتر در هر کلاستر درصد اختلاف میانگین کلاسترها برای هر صفت از میانگین کل محاسبه گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری MSTATC و SPSS انجام شد.

### نتایج و بحث

#### تجزیه واریانس ساده صفات

نتایج حاصل از تجزیه واریانس براساس طرح لاتیس ساده نشان داد که مزیت نسبی این طرح نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات مورد بررسی کم بود، بنابراین برآورد واریانس‌ها و امید ریاضی براساس طرح

امکان تهیه ارقام پرمحصول و جدید با سرعت بیشتری فراهم می‌گردد.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش با تعداد ۳۶ لاین و رقم برنج شامل لاین‌های خالص حاصل از دورگ‌گیری و کشت بساک (دای هاپلوئید) و رقم شاهد خزر (جدول ۱) در قالب طرح لاتیس ساده ۶×۶ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در سال ۱۳۷۹ انجام شد. خزانه‌گیری در فروردین و نشاءکاری در اردیبهشت ماه در مرحله ۵-۴ برگگی انجام شد. هر تیمار در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۶ متری به فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر تک نشاء شد. کلیه عملیات زراعی شامل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، مبارزه با آفت کرم ساقه خوار برنج و کودپاشی به روش‌های معمول منطقه انجام شد. در طول دوره رشد و هم‌چنین پس از برداشت صفاتی مانند عملکرد دانه (تن در هکتار)، تعداد خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، وزن خوشه (گرم)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل، طول برگ (سانتی‌متر)، عرض برگ (سانتی‌متر)، مساحت برگ (سانتی‌متر مربع)، طول ساقه (سانتی‌متر)، طول دانه (میلی‌متر)، عرض دانه (میلی‌متر)، نسبت طول به عرض دانه، وزن صد دانه (گرم)، مقدار آمیلوز و غلظت ژل (میلی‌متر) با اندازه‌گیری ۱۰ نمونه تصادفی از متن هر کرت به روش ارزیابی

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های برنج  
Table 1. Characteristics of rice genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype No.	Cross	ترکیب	شماره ژنوتیپ Genotype No.	Cross	ترکیب
1	IR60/IR28/Khazar		19	Line No.65/Sepidrod	
2	IR67413-71-4-2-2		20	Line No.3/Amol2	
3	IR67423-42-2-3-3		21	IR67017-98-326/Sepidrod	
4	Usen/Shahpasand		22	IR67017-98-327/Sepidrod	
5	IR8/Khazar		23	IR67017-55-32-6/Sepidrod	
6	Sepidrod/IR28		24	IR67017-55-3-11/Sepidrod	
7	Dihaploid(Hassani/Namat)		25	IR67017-98-333/Sepidrod	
8	Dihaploid (Hassan saraie/Namat)		26	Mosa tarom/IR67017-171-3-2	
9	Dihaploid R <sub>3</sub> -1-6		27	Hassan saraie atashgah/IR50	
10	Dihaploid R3-1-10		28	Hassan saraie/IR56	
11	Dihaploid R3-1-11		29	Tarom mohali/IR36	
12	Dihaploid R3-1-3		30	Mosa tarom/IR36	
13	Dihaploid R3-1-13		31	Sadri germez ali/IR36	
14	Daylamani/Line No.1001		32	Salari/Line No 74558	
15	Line No.3/Amol 3		33	Sang tarom/Line No.424	
16	Asgari tarom/CH21		34	Zayandehrood/Sepidrod	
17	Line No.111/Sorinam		35	Zayandehrood/Salari	
18	Hassan saraie/CH21		36	Khazar(check)	

و ۱۰/۳۸ درصد بود. این مقدار برای سایر صفات کمتر از ۱۰ درصد بود. روند ضریب تنوع فنوتیپی مشابه ضریب تنوع ژنوتیپی بود. میزان ضریب تنوع فنوتیپی بزرگ‌تر از ژنوتیپی بود که نشان دهنده دخالت اثر محیط می‌باشد. چائوبی و ریچهاریا (Chaubey and Richharia, 1993) نیز در

مطالعات خود این مطلب را گزارش نمودند.

ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی برای بسیاری از صفات خیلی به هم نزدیک بودند. به طوری که نمی‌توان تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها تصور کرد این موضوع حاکی از آن است که اثرات ژنتیکی برای این صفات بیشتر از اثرات محیطی

بلوک‌های کامل تصادفی صورت پذیرفت. نتایج حاصل (جدول ۲) نشان داد که بین ارقام از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد که بیانگر این نکته است که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع زیادی وجود دارد.

ضریب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری

#### عمومی صفات

همان طوری که در جدول ۳ مشاهده می‌شود بیشترین ضریب تنوع ژنوتیپی مربوط به صفات غلظت ژل، مساحت برگ، عرض برگ و تعداد خوشه به ترتیب به مقدار ۳۵/۵۳، ۱۶/۶۴، ۱۱/۱۳

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات مختلف برنج

Table 2. Simple analysis of variance for different traits of rice

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	MS												
			درجه آزاد	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	میانگین مربعیات	
Replication	تکرار	1	0.321	2.92	0.093	0.048	0.876	0.002	6.343	39.014	0.004	74.014	6.772		
Treatment	بیمار	35	0.521**	5.821**	99.711**	0.051**	24.319**	0.031**	52.257**	111.971**	0.835**	9.976**	13.081**		
Error	انتباه آزمایشی	35	0.004	0.052	4.938	0.003	0.446	0.001	1.067	0.199	0.005	0.528	0.208		
C.V. %	ضریب تغییرات		1.070	1.390	2.350	2.130	1.820	3.360	3.400	0.450	0.950	0.750	0.370		

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	MS												
			طول ساقه	مقدار آمیلوز	غلظت ژل	وزن خوشه	طول دانه	عرض دانه	شکل دانه	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	تعداد روز تا رسیدن کامل	طول ساقه	مقدار آمیلوز	غلظت ژل	وزن خوشه
Replication	تکرار	1	7.933	0.011	25.681	0.008	0.085	0.007	0.004	74.014	6.772	0.011	25.681	0.008	
Treatment	بیمار	35	91.576**	12.519**	596.814**	0.066**	0.835**	0.043**	0.430**	9.976**	13.081**	12.519**	596.814**	0.066**	
Error	انتباه آزمایشی	35	0.353	0.204	15.338	0.006	0.005	0.001	0.013	0.208	0.208	15.338	0.006		
C.V. %	ضریب تغییرات		0.820	1.630	8.160	3.020	0.950	1.450	2.820	0.750	0.370	8.160	3.020		

\*\* : Significant at 1% level.

\*\* : معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

می توان اظهار نمود که با افزایش کوواریانس ژنتیکی بین دو صفت نسبت به کوواریانس فنوتیپی و کاهش واریانس های ژنتیکی هر یک از صفات نسبت به واریانس های فنوتیپی که حاکی از افزایش کوواریانس و واریانس محیطی است، مقدار عددی ضریب همبستگی ژنتیکی که چیزی جز نسبت کوواریانس دو صفت به حاصل ضرب انحراف معیارهای همان دو صفت نیست، افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر می توان گفت که به علت افزایش مقدار واریانس محیطی یا واریانس اشتباه آزمایشی و همبستگی منفی محیطی، مقدار ضریب همبستگی ژنوتیپی نسبت به فنوتیپی افزایش خواهد یافت.

در مواردی که ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی یکسان یا به هم نزدیک باشند، واریانس و کوواریانس محیطی به صفر یا حداقل مقدار خود کاهش یافته اند و بنابراین تأثیر محیط روی این روابط بسیار کم می باشد. اما در مواردی که یکی از ضرایب نسبت به دیگری بزرگ تر یا کوچک تر باشد، اهمیت اثرات محیطی در برآورد این پارامترها به خوبی مشاهده می شود. عملکرد دانه با صفاتی مثل تعداد خوشه، تعداد دانه سالم در خوشه، وزن خوشه، روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل دارای همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی داری بود و با صفاتی نظیر طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته، طول ساقه و غلظت ژل دارای همبستگی غیرمعنی دار بود.

است. نزدیک بودن واریانس های فنوتیپی و ژنوتیپی نیز موید این مطلب است. وراثت پذیری عمومی برای کلیه صفات بین ۸۰ تا ۹۹ درصد متغیر بود. دلیل بالا بودن وراثت پذیری عمومی مربوط به عدم محاسبه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و هم چنین یکنواختی محیط آزمایش (CV پائین) در این تحقیق می باشد. بیشترین وراثت پذیری عمومی مربوط به ارتفاع بوته به میزان ۹۹/۶۱ درصد و کمترین آن مربوط به وزن خوشه به میزان ۸۳/۳۳ درصد بود.

زیاد بودن وراثت پذیری ارتفاع بوته توسط سایر محققین نیز تأیید گردیده است (Kaul, 1973; Maurya, 1975; Dhanraj et al., 1987; Roh et al., 1989) پژوهش های مائوریا (Maurya, 1975) نشان دهنده وراثت پذیری زیاد برای تاریخ خوشه دهی، ارتفاع بوته و تعداد دانه در خوشه است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

#### همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی بین صفات

بررسی مقادیر ضرایب همبستگی فنوتیپی (براساس میانگین ژنوتیپ) و ژنوتیپی بین ۱۷ صفت مورد مطالعه برای ۳۶ لاین و رقم برنج در جدول ۴ نشان می دهد که در برخی موارد ضرایب همبستگی ژنوتیپی بزرگ تر از فنوتیپی است. به طور مثال در همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد خوشه ( $r_g = 0/099$  و  $r_p = 0/095$ ) همبستگی ژنوتیپی بزرگ تر است. در این موارد

جدول ۳- واریانس و ضریب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی، میانگین کل و وراثت پذیری عمومی صفات مختلف برنج

Table 3. Genotypic and phenotypic variance, coefficient of variability, total mean and general heritability of different traits of rice

Traits	صفات	واریانس ژنوتیپی	واریانس فنوتیپی	میانگین کل	ضریب تنوع ژنوتیپی	ضریب تنوع فنوتیپی	توارث پذیری عمومی
		Genotypic variance	Phenotypic variance	Total mean	Genotypic coefficient of variation (%)	Phenotypic coefficient of variation (%)	General heritability (%)
Grain yield (tha <sup>-1</sup> )	عملکرد دانه	0.259	0.263	5.64	9.02	9.09	68.50
Number of panicles	تعداد خوشه	2.890	2.940	16.38	10.38	10.47	98.30
No. of filled grains	تعداد دانه سالم در خوشه	47.390	52.330	94.74	7.27	7.64	90.56
100.grain weight (g)	وزن صد دانه	0.024	0.027	2.61	5.94	6.30	88.89
Leaf length (cm)	طول برگ	11.940	12.390	36.73	9.41	9.58	96.37
Leaf width (cm)	عرض برگ	0.015	0.016	1.10	11.13	11.50	93.70
Leaf area (cm <sup>2</sup> )	مساحت برگ	25.600	26.660	30.41	16.64	16.98	96.02
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	55.870	56.090	100.04	7.47	7.49	99.61
Culm length (cm)	طول ساقه	45.610	45.970	72.03	9.38	9.41	99.22
Amylose content	مقدار آمیلوز	6.160	6.360	25.38	9.78	9.94	96.86
Gel consistency (mm)	غلظت ژل	290.740	306.080	47.99	35.53	36.46	94.99
Panicle weight (g)	وزن خوشه	0.030	0.036	2.55	6.79	7.44	83.33
Grain length (mm)	طول دانه	0.415	0.420	7.19	8.96	9.01	98.81
Grain width (mm)	عرض دانه	0.021	0.022	1.90	7.63	7.81	95.45
Grain shape	شکل دانه	0.021	0.022	3.83	3.78	3.87	95.45
Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	4.72	5.250	94.93	2.29	2.41	89.90
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدن کامل	6.640	6.650	124.9	2.03	2.06	96.84

معنی داری با تعداد دانه پر در خوشه همبستگی دارد. در این تحقیق همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی عملکرد دانه با وزن صد دانه غیر معنی دار به دست آمد. این همبستگی توسط هنر نژاد (۱۳۷۴) و مومنی (۱۳۷۴) نیز غیر معنی دار گزارش گردید. تعداد خوشه دارای همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی منفی و معنی دار با ارتفاع بوته، طول ساقه، غلظت ژل و طول دانه می باشد. تعداد دانه سالم در خوشه دارای همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد و وزن خوشه می باشد. وزن صد دانه با صفاتی مثل نسبت طول به عرض

اله قلی پور (۱۳۷۶) در بررسی رابطه عملکرد و اجزای عملکرد، همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی عملکرد را با تعداد دانه در خوشه در منطقه رشت، مثبت و معنی دار و با تعداد خوشه و وزن صد دانه غیر معنی دار ارزیابی کرد در حالی که درستی (۱۳۷۹) همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی عملکرد را با تعداد خوشه معنی دار و با تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه غیر معنی دار به دست آورد. مهتر و همکاران (Mehtere *et al.*, 1994) گزارش نمودند که عملکرد دانه در متر مربع به طور مثبت و



جدول ۴- ضرایب همبستگی فنوتیپی (r<sub>p</sub>) و ژنوتیپی (r<sub>g</sub>) بین صفات مختلف برنج

Table 4. Genotypic and phenotypic correlations among different traits of rice

Traits	صفات	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. Grain yield	عملکرد دانه	0.595**	0.491**	0.280	-0.036	-0.204	-0.174	-0.219	-0.153	0.107	0.269	0.399*	0.090	0.043	0.077	0.382*	0.337*
2. Number of panicles	تعداد خوشه	0.599*	0.497**	0.294	-0.042	-0.193	-0.177	-0.209	-0.154	0.106	0.271	0.417*	0.092	0.039	0.080	0.395*	0.340*
3. Number of filled grains	تعداد دانه سالم در خوشه		-0.159	-0.303	-0.144	-0.151	-0.189	-0.409*	-0.390*	0.104	-0.333*	-0.303	-0.355*	-0.180	-0.115	0.090	0.063
4. 100 Grain weight	وزن صد دانه		-0.158	-0.315	-0.143	-0.149	-0.188	-0.411*	-0.393*	0.106	-0.330*	-0.317	-0.356*	-0.187	-0.117	0.099	0.066
5. Leaf length	طول برگ			0.119	0.235	0.041	0.138	0.182	0.223	-0.186	0.178	0.404*	0.259	0.233	0.059	0.164	0.140
6. Leaf width	عرض برگ				0.221	-0.080	0.050	0.265	0.243	0.252	-0.288	0.888**	0.515**	0.020	0.372*	0.367*	0.354*
7. Leaf area	مساحت برگ				-0.090	0.049	0.049	0.275	0.251	0.264	-0.294	0.929**	0.539**	0.013	0.401*	0.380*	0.366*
8. Plant height	ارتفاع بوته				0.318	0.763**	0.779**	0.519**	0.390*	0.155	-0.142	0.235	0.245	-0.227	0.352*	-0.038	-0.117
9. Culm length	طول ساق					0.850**	0.844**	0.296	0.249	0.145	-0.181	-0.022	-0.194	-0.108	-0.078	-0.047	-0.082
10. Amylose content	مقدار آمیلوز							0.303	0.258	0.145	-0.179	0.028	-0.195	-0.107	-0.082	-0.045	-0.080
11. Gel consistency	غلظت ژل							0.495**	0.392*	0.170	-0.198	0.095	0.005	-0.204	0.136	-0.032	-0.106
12. Panicle weight(gr)	وزن خوشه							0.500**	0.398*	0.180	-0.199	0.097	0.003	-0.207	0.139	-0.033	-0.105
13. Grain length	طول دانه								0.933**	0.068	-0.149	0.257	0.034	-0.039	-0.003	-0.061	-0.049
14. Grain width	عرض دانه								0.934**	0.069	-0.151	0.269	0.033	-0.040	-0.004	-0.060	-0.050
15. Grain shape	شکل دانه									0.035	-0.212	0.227	-0.053	-0.105	-0.105	-0.076	-0.053
16. Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی									0.035	-0.215	0.237	-0.054	-0.106	-0.103	-0.072	-0.052

\* and \*\* : Significant at 5% and 1% levels, respectively.

\* و \*\* : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

زودرس تر خواهند بود. بنابراین صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی می تواند به عنوان یک معیار گزینش برای ژنوتیپ های زودرس مطرح باشد.

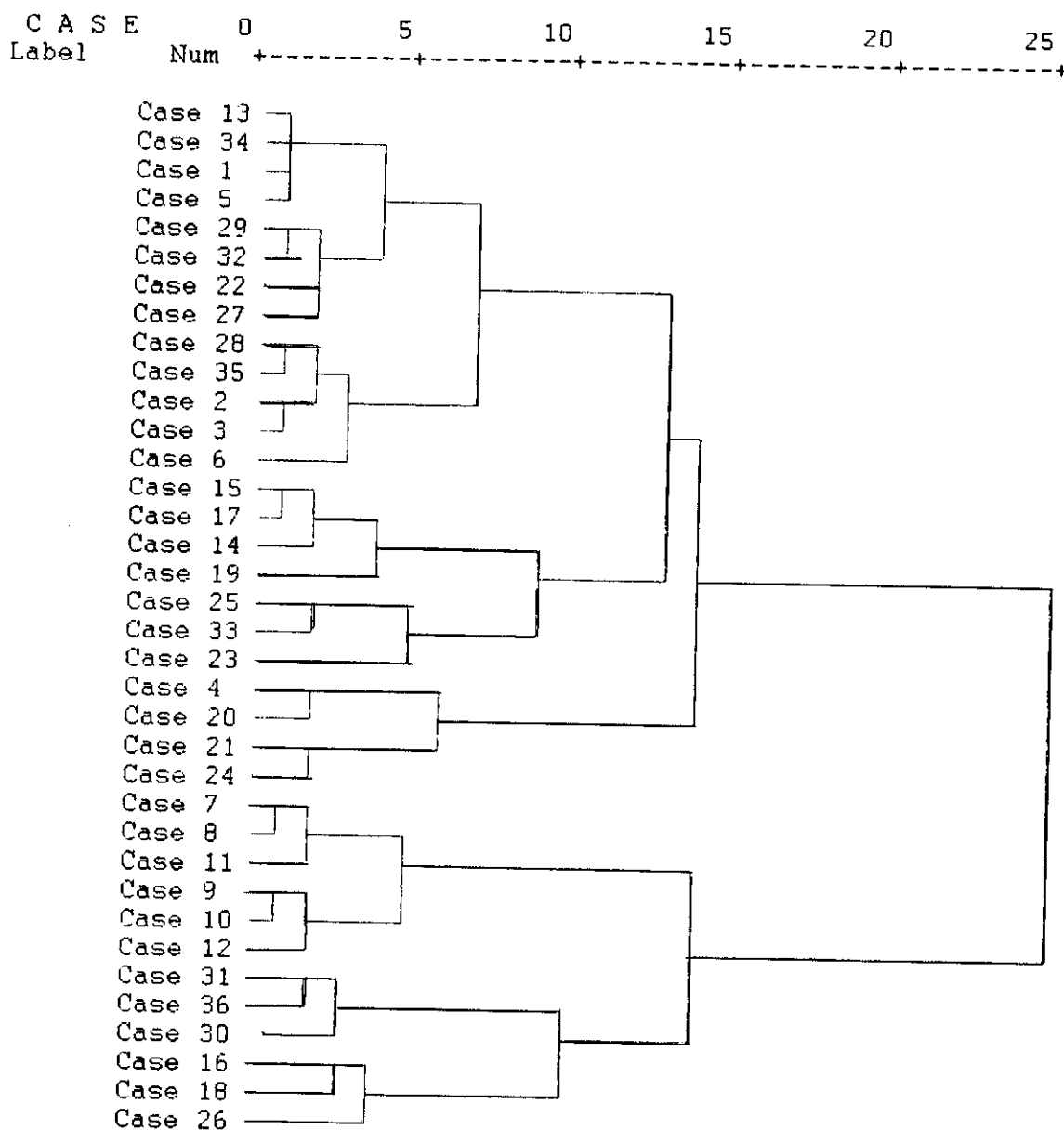
#### گروه بندی ژنوتیپ ها بر اساس تجزیه خوشه ای

نتایج حاصل از تجزیه خوشه ای نشان داد که ادغام گروه ها در فاصله ۱۰ واحد موجب گروه بندی ژنوتیپ ها در ۵ کلاستر با خصوصیات درون گروهی مشابه و بین گروهی غیر مشابه می گردد (شکل ۱). برای نشان دادن ارزش هر یک از این کلاسترها از لحاظ ۱۷ صفت اندازه گیری شده، درصد انحراف میانگین کلاسترها از میانگین کل محاسبه شد که در جدول ۵ آورده شده است. این انحرافات تا حدی می تواند نشان دهنده وجود تنوع در ژنوتیپ های برنج باشد. از آن جایی که ژنوتیپ های موجود در هر یک از کلاسترها دارای قرابت ژنتیکی بیشتری نسبت به ژنوتیپ های موجود در کلاسترهای متفاوت می باشند، بنابراین در صورت نیاز به دورگ گیری می توان با توجه به ژنوتیپ های موجود در کلاسترهای مختلف و ارزش میانگین صفات برای هر کلاستر، برای بهره وری بیشتر از پدیده هایی هم چون هتروزیس و تفکیک متجاوز استفاده نمود.

کلاستر اول شامل سیزده ژنوتیپ بود که از لحاظ صفات عملکرد دانه، تعداد خوشه، عرض برگ، مقدار آمیلوز، مساحت برگ، روزهای تا

دانه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل همبستگی مثبت و معنی داری دارد. در مورد صفات کیفی پخت، مقدار آمیلوز فقط با غلظت ژل ولی غلظت ژل با تعداد خوشه نیز همبستگی منفی و معنی دار نشان داد. از بین صفات کیفی ظاهری، طول دانه با تعداد خوشه همبستگی منفی و معنی دار و با وزن خوشه و نسبت طول به عرض دانه همبستگی مثبت و معنی داری داشت، ولی عرض دانه فقط با نسبت طول به عرض دانه همبستگی منفی و معنی دار نشان داد. نسبت طول به عرض دانه همبستگی مثبت و معنی دار با طول برگ، وزن خوشه و طول دانه و همبستگی منفی و معنی دار با عرض دانه بود. شوشی دزفولی (۱۳۷۷) در برآورد اثر ژن ها و همبستگی برخی از صفات کمی و کیفی برنج گزارش کرد که در جامعه هیبریدها و والدین، مقدار آمیلوز با غلظت ژل همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی معنی دار و منفی دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت می نماید.

دو صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل دارای همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی مثبت و معنی دار با یکدیگر بودند که توسط مهتر و همکاران (Mehtere et al., 1994) نیز گزارش شده است. همچنین این دو صفت دارای همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد، وزن صد دانه، وزن خوشه می باشند. وجود همبستگی قوی بین این دو صفت حاکی از آن است که لاین هایی که زودتر به مرحله ۵۰ درصد گلدهی می رسند نهایتاً



شکل ۱ - دندروگرام ژنوتیپ‌های برنج بر مبنای صفات مختلف (روش Ward)

Fig. 1. Dendrogram of rice genotypes based on different traits (Ward method)

دو رنگ گیری برای انتقال صفات مذکور استفاده کرد.

کلاستر چهارم شامل شش ژنوتیپ بود که از لحاظ عملکرد، وزن صد دانه، مقدار آمیلوز، وزن خوشه، طول دانه و زمان رسیدن بالاتر از میانگین کل و از نظر صفات مهمی نظیر تعداد خوشه، تعداد دانه سالم در خوشه که همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد دارند و نیز سایر صفات، کمتر از میانگین کل بودند. ژنوتیپ‌های این کلاستر دارای میزان آمیلوز بالا بوده و از نظر زمان رسیدن نیز در حد مطلوب نبودند.

کلاستر پنجم شامل شش ژنوتیپ بود که از لحاظ عملکرد، تعداد خوشه، مقدار آمیلوز و نسبت طول به عرض دانه کمتر از میانگین کل و از لحاظ سایر صفات بالاتر از میانگین کل بودند. بنابراین ژنوتیپ‌های این کلاستر فقط به دلیل داشتن آمیلوز و غلظت ژل متوسط از لحاظ صفات کیفی پخت می‌توانند مد نظر قرار گیرند. درستی (۱۳۷۹) با استفاده از روش UPGMA، ۶۴ ژنوتیپ برنج را با داده‌های نوزده صفت گروه‌بندی نمود و با انجام برش دندروگرام در ناحیه ۱۰ واحد، چهار کلاستر به دست آورد و برای ایجاد حداکثر تنوع و انتخاب نتایج برتر، تلاقی بین کلاستر اول و سوم را پیشنهاد نمود. کلاستر اول شامل ۴۴ ژنوتیپ یا لاین خالص داخلی و خارجی و دو رقم خزر و سپیدرود بود که از لحاظ عملکرد دانه، تعداد پنجه بارور، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و ارتفاع بوته دارای ارزش بیشتر از میانگین کل بود. کلاستر

۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل بالاتر از میانگین کل بوده و از نظر سایر صفات پائین‌تر از میانگین کل بودند، بنابراین با توجه به خصوصیات این کلاستر می‌توان برای افزایش عملکرد و تعداد خوشه، از ژنوتیپ‌های این کلاستر بهره گرفت، به ویژه این که بین این دو صفت همبستگی مثبت و معنی دار وجود دارد.

کلاستر دوم شامل هفت ژنوتیپ بود که از لحاظ غلظت ژل بالاتر از میانگین کل و از نظر سایر صفات کمتر از میانگین کل بودند. دارا بودن غلظت ژل بیشتر از ۶۰، ژنوتیپ‌های برنج را در ردیف برنج‌های با ژل نرم قرار می‌دهد که چندان مطلوب نمی‌باشد. در این کلاستر می‌توان از ژنوتیپ‌های دارای آمیلوز متوسط (۲۵-۲۰) به عنوان برنج‌های دارای کیفیت پخت مناسب استفاده نمود.

کلاستر سوم شامل چهار ژنوتیپ بود که از لحاظ عملکرد، تعداد خوشه، تعداد دانه سالم در خوشه، غلظت ژل، عرض دانه و زمان رسیدن بالاتر از میانگین کل بوده و از نظر صفاتی نظیر وزن صد دانه، طول، عرض و مساحت برگ، ارتفاع بوته، طول ساقه، مقدار آمیلوز، وزن خوشه و نسبت طول به عرض دانه کمتر از میانگین کل بودند. ژنوتیپ‌های این کلاستر به علت داشتن مقادیر بالای عملکرد، تعداد خوشه و تعداد دانه سالم در خوشه و نیز دارا بودن آمیلوز متوسط و ارتفاع کم، ارزشمند هستند و می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های

بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فنولوژیکی و انجمن ژنتیکی

جدول ۵- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل برای صفات مختلف برنج در گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر

Table 5. Means of rice traits and deviation percentage from total mean of groups in cluster analysis

کلاستر ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ	عسکود دانه	شماره خوبه	تعداد دانه سالم در خوبه	وزن صدانه	طول برگی	عرض برگی	مساحت برگی	ارتفاع برخه	طول ساقه	مقدار آمیلاز	غلظت ژل	وزن خوبه	طول دانه	عرض دانه	شکل دانه	تعداد روز تا رسیدن کامل	تعداد روز تا رسیدن کامل
Cluster Genotype No	Grain yield (tha <sup>-1</sup> )	Number of panicle	Number of filled grains	100 grain weight (g)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Plant height (cm)	Culm length (cm)	Amylose content	Gel consistency (mm)	Panicle weight (g)	Grain length (mm)	Grain width (mm)	Grain shape	Days to 50% flowering	Days to maturity	
1	13,34,1,5	5.7	17.15	92.35	2.56	36.14	1.17	31.6	99.45	71.17	25.78	37.88	2.49	6.69	1.85	3.67	95.19	125.23
	9,32,22,27	+1.06	+4.7	-2.52	-1.92	-1.61	+6.36	+3.91	-0.59	-1.19	+1.58	-21.07	-2.35	-6.95	-2.63	-4.18	+0.27	+0.26
	28,35,2,3,6																	
2	15,17,14,19	5.32	15.9	91.94	2.53	36.34	1.02	27.72	99.38	71.62	24.28	61.79	2.45	7.12	1.89	3.8	91.79	121.29
	25,33,2,3	-5.67	-2.93	-2.96	-3.07	-1.06	-7.27	-8.85	-0.66	-0.57	-4.33	+28.76	-3.92	-0.97	-0.05	-0.78	-3.31	-2.89
	4,20,21,24																	
3	4,20,21,24	6.05	17.36	96.38	2.52	31.23	0.95	22.28	88.48	64	24	60	2.44	7.20	2.00	3.64	96.88	127.13
		+7.27	+5.98	+1.92	-3.45	-14.97	-13.64	-26.73	-11.56	-11.15	-5.44	+25.03	-4.31	+0.14	+5.26	-4.96	+2.05	+1.79
4	7,8,11,9,10,12	5.91	15.6	97.46	2.85	30.06	1.06	30.03	99.98	76.98	24.46	44.08	2.83	8.28	1.9	4.38	96.33	126.58
		+4.79	-4.76	-0.296	+9.2	-18.16	-3.64	-1.25	-0.06	-1.46	+8.2	-8.15	+10.98	+15.16	0.00	+14.36	+1.47	+1.35
5	31,36,30	5.37	14.81	99.22	2.65	40.79	1.20	36.76	109.85	80.78	24.64	49.67	2.59	7.28	1.95	3.77	95.33	125.25
	16,18,26	-4.79	-9.58	+4.73	+1.53	+11.05	+9.09	+20.88	+9.81	+12.15	-2.92	+3.5	+1.57	+1.25	+2.63	-1.57	+0.42	+0.28
Total mean		5.64	16.38	94.74	2.61	36.73	1.10	30.41	100.04	72.03	25.38	47.99	2.55	7.19	1.9	3.83	44.93	124.9
total mean																		

و پنجم می‌توان برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت پخت استفاده نمود. در این بررسی ژنوتیپ‌های کلاستر سوم و پنجم به علت دارا بودن حداکثر اختلاف برای استفاده در تلاقی‌ها به‌منظور ایجاد تنوع بیشتر مناسب تشخیص داده شدند. زینلی نژاد (۱۳۷۸) ژنوتیپ‌های کلاستر اول و چهارم را برای انجام تلاقی جهت ایجاد تنوع بیشتر پیشنهاد نمود. ژنوتیپ‌های کلاستر اول عمدتاً شامل ارقام بومی شمال، دورقم بومی اصفهان و دورقم خارجی با ویژگی بارز زودرسی و ژنوتیپ‌های کلاستر چهارم شامل ارقام اصلاح شده نداء، نعمت، سپیدرود و چند لاین خالص داخلی و خارجی با ویژگی بارز عملکرد زیاد بودند.

سوم دارای نه ژنوتیپ شامل دو رقم بومی خوش کیفیت دم سیاه و دیلمانی و هفت لاین خالص بود که از لحاظ تعداد دانه در خوشه، ارتفاع بوته و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی دارای ارزش بیشتر از میانگین کل بودند. مهم نتایج حاصل از گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها را می‌توان چنین بیان کرد که ژنوتیپ‌های کلاستر سوم به علت داشتن مقادیر بالای عملکرد، تعداد خوشه، تعداد دانه سالم در خوشه و نیز دارا بودن آمیلوز متوسط و ارتفاع مناسب ارزشمند می‌باشند و می‌توان از آن‌ها برای انتقال صفات مذکور در برنامه‌های دورگ‌گیری استفاده نمود. ضمن این که از ژنوتیپ‌های کلاستر اول

## References

### منابع مورد استفاده

- اله‌قلی‌پور، م. ۱۳۷۶. بررسی همبستگی بین برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد از طریق تجزیه علیت در برنج. پایان‌نامه فوق لیسانس. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- درستی، ح. ۱۳۷۹. تعیین تنوع ژنتیکی براساس خصوصیات زراعی لاین‌های امید بخش برنج. پایان‌نامه فوق لیسانس. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- زینلی نژاد، خ. ۱۳۷۸. مطالعه تنوع ژنتیکی بخشی از ژرم پلاسما برنج ایرانی براساس صفات مرفولوژی و نشانگر ریپد (RAPD). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- شوشی‌دزفولی، ا. ع. ۱۳۷۷. برآورد اثر ژن‌ها و همبستگی برخی از صفات کمی و کیفی برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.
- صفار حمیدی، ک. ۱۳۷۶. بررسی تنوع ژنتیکی در توده‌های بومی برنج گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل.
- فرشادفر، ع. ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات، جلد اول. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.

- Anonymous, 1996.** Standard Evaluation System for Rice, 4th. ed. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 52pp.
- Bui, C. B., and Tuan, T. M. 1989.** Genetic diversity in rice *Oryza sativa* L. International Rice Research Newsletter 14: 6, 5.
- Chaubey, P. K., and Richharia, A. K. 1993.** Genetic variability correlation and path coefficient in indian rices. Indian Journal of Genetics 53: 356-360.
- De, R. N., Reddy, J. N., Rao, A. V., and Mohaniy, K. K. 1992.** Genetic divergence in early rice under two situations. Indian Journal of Genetics 52: 225-229.
- Dhanraj, A., Jagadish, C. A., and Upre, V. 1987.** Heritability in segregation generation ( $F_2$ ) of selected crosses in rice. Journal of Research APAV 15: 16-19.
- Kaul, K. H. 1973.** Performance, interrelationship and heritability estimates of certain morphological traits of *Oryza sativa* L. Journal of Indian Botany Society 51: 286-290.
- Maurya, D. M. 1975.** Heritability and genetic advance in rice. *Oryza* 13: 97-100.
- Mehtere, S. S., Mahajan, C. R., Patil, P. A., Lad, S. K., and Dhumal, P. M. 1994.** Variability, heritability, correlation, path analysis and genetic divergence studies in upland rice. IRRI Note 19(1) : 8-10.
- Roh, S. E., Lee, Y. M., and Guh, J. O. 1989.** Test of resistance to herbicides and genetic analysis by diallel cross in rice. Proceedings of 12th Asian-Pacific Weed Science Society Conference. 1 : 261-265.
- Sharma, B. D., and Hore, D. K. 1993.** Multivariate analysis of divergence in upland rice. Indian. Journal of Agricultural Science 63: 515-517.

- Sinha, P. K., Chauhan, V. S., Prasad, K., and Chauhan, J. S. 1991.** Genetic divergence in indigenous upland rice varieties. *Indian Journal of Genetics* 51: 47-50.
- Von Braun, J., and Virchow, D. 1996.** Economic evaluation of biotechnology and plant diversity in developing countries. *Plant Research and Develop* 43: 50-61.

---

آدرس نگارندگان:

حسین رحیم سروش- مؤسسه تحقیقات برنج کشور، صندوق پستی ۱۶۵۸، رشت ۴۱۶۳۵.  
محمود مصباح- مؤسسه تحقیقات چغندر قند، صندوق پستی ۴۱۱۴، کرج ۳۱۵۸۵.  
عبدالهادی حسین زاده- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.  
رضا بزرگی پور- بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.