Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۰ ، شماره ۲، سال ۱۳۸۳

بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه خوشه‌ای برای صفات کمّی 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: ۸۲/۵/٦

چکیده

رحیم سروش، ح.، مصباح، م.، حسین‌زاده، ع.، و بزرگی‌پور، ر. ۱۳۸۳. بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه خوشه‌ای برای صفات کمّی و کیفی برنج. نهال و بذر ۲۰: ۱۸۲-۱٦۷.

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی در خصوصیات کمّی و کیفی ۳٦ 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، تعدادروز 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 ٤، ۲۱، ۲۲ و ۲٤ 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.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

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 شناسائی 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 استفادهٔ مناسب از این سرمایهٔ عظیم، اطلاع از ماهیت و میزان تنوع موجود در ژرم پلاسم، از اهمیت بسیار زیادی در برنامه‌های به‌نژادی برخوردار است. والدینی که از لحاظ ژنتیکی متفاوت هستند هیبریدهائی با هتروزیس بیشتر تولید می‌کنند و احتمال به دست آوردن نتاج تفرقه یافته برتر (تفکیک متجاوز) را افزایش می‌دهند. از طرف دیگر تعیین مشخصات و گروه‌بندی ژرم‌پلاسم به اصلاح‌گران امکان می‌دهد تا از دو باره کاری در نمونه‌گیری ازجمعیت‌ها 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، 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 توان (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 اگرومرفولوژیک، 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

www.SID.ir

Archive of SID

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 براساس خصوصیات مرفولوژیک بررسی و گزارش کرد که برای کلیه صفات مورد بررسی تنوع زیادی میان ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید. تجزیه خوشه‌ای برمبنای 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 نحوهٔ 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

www.SID.ir

Archive of SID

امکان تهیه ارقام پرمحصول و جدید با سرعت بیشتری فراهم می گردد.

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 (جدول۱) 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 مرحلهٔ ۵-۴ برگی انجام شد. هر تیمار در کرت‌هایی به ابعاد ۶×۲ متری به فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر تک نشاء شد. کلیهٔ 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 دانهٔ پر در خوشه، وزن خوشه (گرم)، ارتفاع بوته (سانتی متر)، 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 (میلی متر) با اندازه‌گیری ۱۰ نمونه تصادفی از متن هر کرت به روش ارزیابی 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 ژنوتیپ های 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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های برنج

Table 1. Chracteristics of rice genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ترکیب Cross	شماره ژنوتیپ Genotype No.	ترکیب Cross
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_3-1-6	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)

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، ۱۶/۶٤، ۱۱/۱۳ 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 دهندهٔ 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 نمی توان تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها تصور کرد این موضوع حاکی از آن است که اثرات ژنتیکی برای این صفات بیشتر از اثرات محیطی

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات مختلف برنج

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

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS: عملکرد دانه Grain yield (tha^{-1})	تعداد خوشه Number of panicle	تعداد دانه سالم درخوشه Number of filled grains per panicle	وزن صددانه 100 Grain weight (g)	طو ل برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	مساحت برگ Leaf area (cm^2)	ارتفاع بوته Plant hieght (cm)
Replication	تکرار	1	0.321	2.92	0.093	0.048	0.876	0.002	6.343	39.014
Treatment	تیمار	35	0.521**	5.821**	99.711**	0.051**	24.319**	0.031**	52.257**	111.971**
Error	اشتباه آزمایشی	35	0.004	0.052	4.938	0.003	0.446	0.001	1.067	0.199
C.V. %	ضریب تغییرات		1.070	1.390	2.350	2.130	1.820	3.360	3.400	0.450

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS: طول ساقه Culm length (cm)	مقدار آمیلوز Amylose content	غلظت ژل Gel consistency (mm)	وزن خوشه Panicle weight (g)	طول دانه Grain length (mm)	عرض دانه Grain width (mm)	شکل دانه عرض/ طول Grain shape Length/ width	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدن کامل Days to maturity
Replication	تکرار	1	7.933	0.011	25.681	0.008	0.085	0.007	0.004	74.014	6.772
Treatment	تیمار	35	91.576**	12.519**	596.814**	0.066**	0.835**	0.043**	0.430**	9.976**	13.081**
Error	اشتباه آزمایشی	35	0.353	0.204	15.338	0.006	0.005	0.001	0.013	0.528	0.208
C.V.%	ضریب تغییرات		0.820	1.630	8.160	3.020	0.950	1.450	2.820	0.750	0.370

**: Significant at 1% level.

**: معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

Archive of SID

Archive of SID

است. نزدیک بودن واریانس‌های فنوتیپی و ژنوتیپی نیز موید این مطلب است. وراثت‌پذیری 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 هم‌چنین یکنواختی محیط آزمایش (cv پائین) در این تحقیق می‌باشد. بیشترین وراثت‌پذیری 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 وراثت‌پذیری ارتفاع بوته توسط سایر محققین نیز تأئید گردیده است (Maurya, 1975؛ Kaul, 1973 ؛ Roh et al., 1989 ؛ Dhanraj *et al.*, 1987) پژوهش‌های مائوریا (Maurya,1975) نشان‌دهنده وراثت‌پذیری زیاد برای تاریخ خوشه‌دهی، ارتفاع بوته و تعداد دانه در خوشه است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی بین صفات

بررسی مقادیرضرایب همبستگی فنوتیپی (براساس میانگین ژنوتیپ) و ژنوتیپی بین ۱۷ صفت مورد مطالعه برای ۳۶ لاین و رقم برنج در جدول ٤ نشان‌می‌دهدکه در برخی موارد ضرایب همبستگی ژنوتیپی بزرگ‌تر از فنوتیپی است. به طور مثال در همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد خوشه (r_g =۰/۵۹۹ و r_p =۰/۵۹۵) همبستگی ژنوتیپی بزرگ‌تر است. در این موارد می‌توان اظهار نمود که با افزایش کوواریانس ژنتیکی بین دو صفت نسبت به کوواریانس فنوتیپی و کاهش واریانس‌های ژنتیکی هر یک از صفات نسبت به واریانس‌های 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 می‌توان گفت که به علت افزایش مقدار واریانس محیطی یا واریانس اشتباه آزمایشی وهمبستگی 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 یافته‌اند و بنابراین تأثیر محیط روی این روابط بسیار کم می‌باشد. اما در مواردی که یکی از ضرایب نسبت به دیگری بزرگ‌تر یا کوچک‌تر باشد، اهمیت اثرات محیطی در برآورد این پارامترها به خوبی مشاهده می‌شود.

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 معنی‌داری بود و با صفاتی نظیر طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته، طول ساقه و غلظت ژل دارای همبستگی غیرمعنی‌دار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

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 Genotypic variance	واریانس فنوتیپی Phenotypic variance	میانگین کل Total mean	ضریب تنوع ژنوتیپی Genotypic coefficient of variation (%)	ضریب تنوع فنوتیپی Phenotypic coefficient of variation (%)	توارث پذیری عمومی General heritability (%)
Grain yield (tha^{-1})	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 درخوشه	47.390	52.330	94.74	7.27	7.64	90.56
100.grain weight (g)	وزن صددانه	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^2)	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	تعدادروزتا 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

الهقلی‌پور (۱۳۷٦) در بررسی رابطه عملکرد و اجزای عملکرد، همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی عملکرد را با تعداد دانه در خوشه در منطقه رشت، مثبت و معنی‌دار و با تعداد خوشه و وزن صد دانه غیرمعنی‌دار ارزیابی کرد در حالی که درستی (۱۳۷۹) همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی عملکرد را با تعداد خوشه معنی‌دار و با تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه غیرمعنی‌دار به دست آورد. مهتر و همکاران (Mehtere *et al.*, 1994) گزارش نمودند که عملکرد دانه در مترمربع به طور مثبت و معنی‌داری با تعداد دانه پردر خوشه همبستگی دارد. در این تحقیق همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی عملکرد دانه با وزن صد دانه غیرمعنی‌دار به‌دست آمد. این همبستگی توسط هنرنژاد (۱۳۷٤) و مومنی (۱۳۷٤) نیز غیرمعنی‌دار گزارش گردید. تعداد خوشه دارای همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی منفی و معنی‌دار با ارتفاع بوته، طول ساقه، غلظت ژل و طول دانه می‌باشد. تعداد دانه سالم در خوشه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد و وزن خوشه می‌باشد. وزن صددانه با صفاتی مثل نسبت طول به عرض

www.SID.ir

جدول ٤- ضرایب همبستگی فنوتیپی (r_p) و ژنوتیپی (r_g) 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	rp	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*
		rg	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*
2. Number of panicles	تعداد خوشه	rp		-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
		rg		-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
3. Number of filled grains	تعداد دانه سالم درخوشه	rp			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
		rg			0.150	0.261	0.053	0.148	0.183	0.232	-0.198	0.182	0.446**	0.265	0.241	0.058	0.174	0.154
4. 100 Grain weight	وزن صددانه	rp				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*
		rg				0.234	-0.090	0.049	0.275	0.251	0.264	-0.294	0.929**	0.539**	0.013	0.401*	0.380*	0.366*
5. Leaf length	طول برگ	rp					0.318	0.763**	0.519**	0.390*	0.155	-0.142	0.235	0.245	-0.227	0.352*	-0.038	-0.117
		rg					0.336*	0.779**	0.524**	0.394*	0.156	-0.149	0.261	0.248	-0.234	0.360*	-0.043	-0.120
6. Leaf width	عرض برگ	rp						0.850**	0.296	0.249	0.132	-0.181	-0.022	-0.194	-0.108	-0.078	-0.047	-0.082
		rg						0.844**	0.303	0.258	0.145	-0.179	-0.028	-0.195	-0.107	-0.082	-0.045	-0.080
7. Leaf area	مساحت برگ	rp							0.495**	0.392*	0.170	-0.198	0.095	0.005	-0.204	0.136	-0.032	-0.106
		rg							0.500**	0.398*	0.180	-0.199	0.097	0.003	-0.207	0.139	-0.033	-0.105
8. Plant height	ارتفاع بوته	rp								0.933**	0.068	-0.149	0.257	0.034	-0.039	-0.003	-0.061	-0.049
		rg								0.934**	0.069	-0.151	0.269	0.033	-0.040	-0.004	-0.060	-0.050
9. Culm length	طول ساقه	rp									0.035	-0.212	0.227	-0.053	-0.105	-0.105	-0.076	-0.053
		rg									0.035	-0.215	0.237	-0.054	-0.106	-0.103	-0.072	-0.052
10. Amylose content	مقدار آمیلوز	rp										-0.445**	0.120	0.019	0.202	-0.115	0.081	0.076
		rg										-0.456**	0.126	0.018	0.201	-0.109	0.074	0.075
11. Gel consistency	غلظت ژل	rp											-0.164	0.143	-0.073	0.133	-0.093	-0.096
12. Panicle weight(gr)	وزن خوشه	rg											-0.177	0.146	-0.070	0.132	-0.102	-0.102
		rp												0.622**	-0.029	0.478**	0.388*	0.379*
		rg												0.661**	-0.040	0.523**	0.415*	0.401*
13. Grain length	طول دانه	rp													-0.063	0.761**	0.179	0.201
		rg													-0.064	0.768**	0.185	0.204
14. Grain width	عرض دانه	rp														-0.685**	-0.007	0.006
		rg														-0.686**	-0.010	0.006
15. Grain shape	شکل دانه	rp															0.131	0.147
		rg															0.139	0.155
16. Days to 50% flowering	تعداد روز تا ۵۰درصد گلدهی	rp																0.970**
		rg																0.990**

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

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

دانه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد.

در مورد صفات کیفی پخت، مقدار آمیلوز فقط با غلظت ژل ولی غلظت ژل با تعداد خوشه نیز همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. از بین صفات کیفی ظاهری، طول دانه با تعداد خوشه همبستگی منفی و معنی‌دار و با وزن خوشه و نسبت طول به عرض دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت، ولی عرض دانه فقط با نسبت طول به عرض دانه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. نسبت طول به عرض دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با طول برگ، وزن خوشه و طول دانه و همبستگی منفی و معنی‌دار با عرض دانه بود. شوشی دزفولی (۱۳۷۷) در برآورد اثر ژن‌ها 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 معنی‌دار و منفی دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت می‌نماید.

دو صفت تعداد روزتا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل دارای همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی مثبت و معنی‌دار با یک‌دیگر بودند که توسط مهتر و همکاران (Mehtere *et al.*, 1994) نیز گزارش شده است. همچنین این دو صفت دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد، وزن صد دانه، وزن خوشه می‌باشند. وجود همبستگی قوی بین این دو صفت حاکی از آن است که لاین‌هایی که زودتر به مرحله ۵۰ درصدگلدهی می‌رسند نهایتاً زودرس‌تر خواهند بود. بنابراین صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی می‌تواند به عنوان یک معیار گزینش برای ژنوتیپ‌های زودرس مطرح باشد.

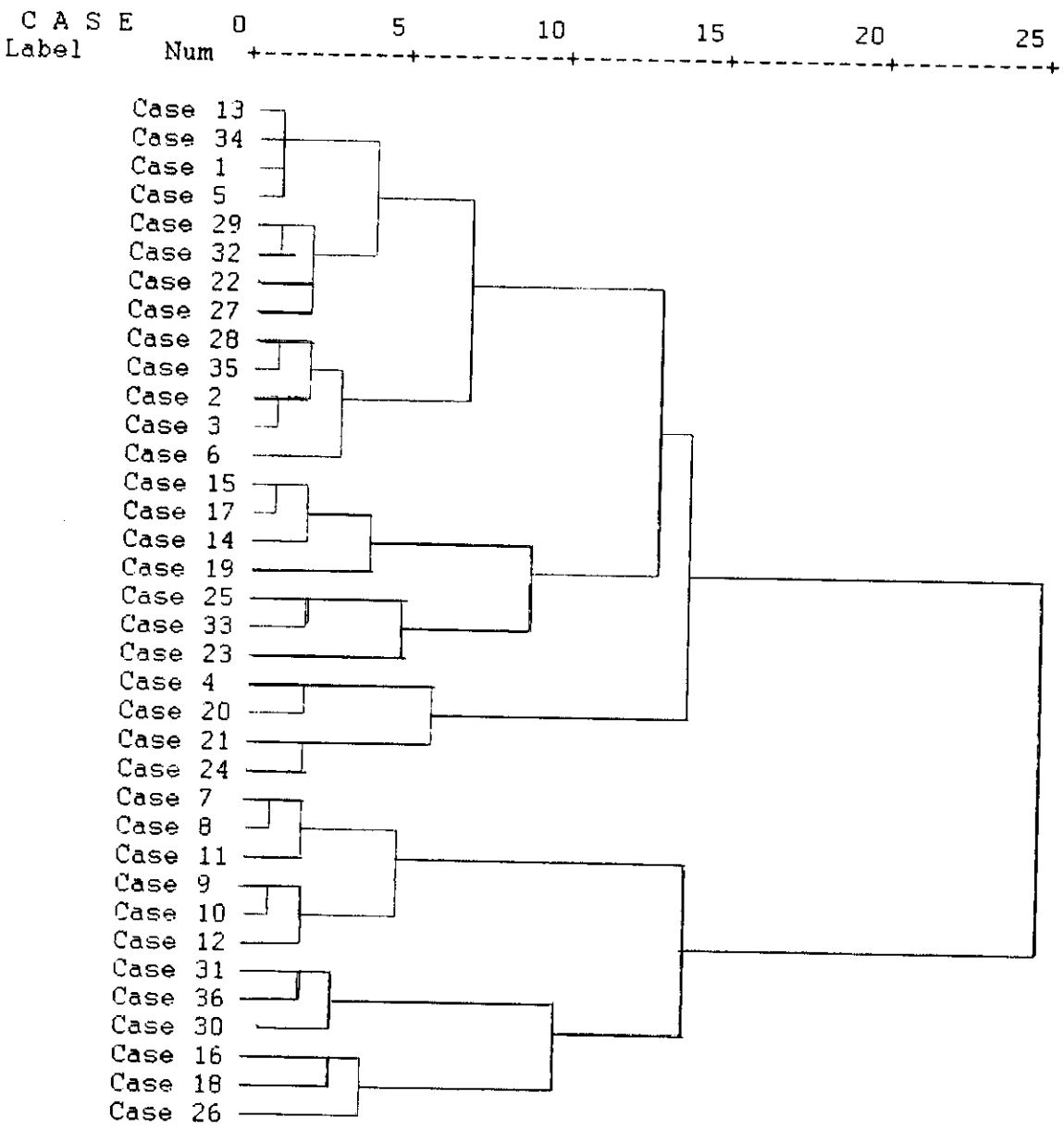
گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس تجزیه خوشه‌ای

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ادغام گروه‌ها در فاصله ۱۰ واحد موجب گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در ۵ کلاستر با خصوصیات درون گروهی مشابه و بین گروهی غیر مشابه می‌گردد (شکل ۱). برای نشان دادن ارزش هر یک از این کلاسترها از لحاظ ۱۷ صفت اندازه‌گیری شده، درصد انحراف میانگین کلاسترها از میانگین کل محاسبه شد که در جدول ۵ آورده شده است. این انحرافات تا حدی می‌تواند نشان دهندهٔ وجود تنوع در ژنوتیپ‌های برنج باشد. از آن جائی که ژنوتیپ‌های موجود در هر یک از کلاسترها دارای قرابت ژنتیکی بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های موجود در کلاسترهای متفاوت می‌باشند، بنابراین در صورت نیاز به دورگ‌گیری می‌توان با توجه به ژنوتیپ‌های موجود در کلاسترهای مختلف و ارزش میانگین صفات برای هر کلاستر، برای بهره‌وری بیشتر از پدیده‌هایی هم‌چون 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

www.SID.ir

Archive of SID



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

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

www.SID.ir

Archive of SID

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 این‌دو صفت همبستگی مثبت و معنی‌دار 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 ٦٠، 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 دو رگ‌گیری 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 معنی‌دار 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، ٦٤ 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 نتاج برتر، تلاقی بین کلاستر اول و سوم را پیشنهاد نمود. کلاستر اول شامل ٤٤ 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

www.SID.ir

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 percentag from total mean of groups in cluster analysis

کلاستر	شماره ژنوتیپ	عملکرد دانه	تعداد خوشه	تعداددانه مالم‌درخوشه	وزن صددانه	طول برگ	عرض برگ	مساحت برگ	ارتفاع بوته	طول ساقه	مقدار آمیلوز	غلظت ژل	وزن خوشه	طول دانه	عرض دانه	شکل دانه	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد روز تا رسیدن کامل	
Cluster	Genotype No	Grain yieldt (tha^{-1})	Number of panicle	Number of filled grains	100 grain weight (g)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf area (cm^2)	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	Mean
	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	Deviation% from
	28,35,2,3,6																		total mean
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	Mean
	25,33,23	-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	Deviation% from
																			total mean
3	4,20,21, 24	6.05	17.36	96.58	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	Mean
		+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	Deviation% from
																			total mean
4	7,8,11,9,10,12	5.91	15.6	97.46	2.85	30.06	1.06	30.03	99.98	70.98	24.46	44.08	2.83	8.28	1.9	4.38	96.33	126.58	Mean
		+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	Deviation% from
																			total mean
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	Mean
	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	Deviation% from
																			total mean
	میانگین کل 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	

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

سوم دارای نُه ژنوتیپ شامل دو رقم بومی خوش‌کیفیت 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.

اهم 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 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 شدهٔ ندا، نعمت، سپیدرود و چند لاین خالص داخلی و خارجی با ویژگی بارز عملکرد زیاد بودند.

منابع مورد استفاده

References

اله‌قلی‌پور، م. ۱۳۷۶. بررسی همبستگی بین برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد از طریق تجزیه علیت در برنج. پایان نامه 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 پلاسم برنج ایرانی براساس صفات مرفولوژی و نشانگر رپید (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.

www.SID.ir

Archive of SID

مؤمنی، ع . ۱۳۷٤. مطالعه همبستگی‌ها و تجزیه علیت برای تعدادی از صفات مهم زراعی مرتبط با عملکرد در ارقام و هیبریدهای برنج. پایان‌نامه فوق لیسانس. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

مقدم، م.، محمدی شوطی، س. ا.، و آقایی سربرزه، م. ۱۳۷۳. آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره. (ترجمه). انتشارات پیشتاز علم.

هنرنژاد، ر . ۱۳۷٤. مطالعه‌ای در ترکیب‌پذیری و همبستگی برخی از صفات زراعی در شش رقم برنج ایرانی. نهال و بذر ۱۱ (٤): ۵۲-۳۷.

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 segrigation 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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 رحیم‌سروش- مؤسسه تحقیقات برنج کشور، صندوق پستی ۱۶۵۸، رشت ۴۱۶۳۵.

محمود مصباح- مؤسسه تحقیقات چغندرقند، صندوق پستی ٤١١٤، کرج ۳۱۵۸۵.

عبدالهادی حسین‌زاده- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

رضا بزرگی‌پور- بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ٤١١٩، کرج ۳۱۵۸۵.

www.SID.ir