بررسی تنوع و روابط ژنتیکی بین تعدادی از ارقام برنج با استفاده از صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی

علی‌اکبر باباجانپور[1*]، قربانعلی نعمت‌زاده[2]، اسلام مجیدی[3]،
آسا ابراهیمی[3]، عباس حاجی‌پور[4]، سیدحمیدرضا هاشمی[4]

۱- دانش آموخته کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
۲- استاد و محقق ارشد پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استاد و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۴- کارشناس ارشد پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان

چکیده

شناخت کافی از تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ژرم‌پلاسم جهت انتخاب والدین مناسب برای اهداف به‌نژادی ضروری است. تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تنوع و روابط ژنتیکی بین۶۲ رقم برنج با استفاده از ۹ صفت زراعی و ۱۲ صفت فیزیکوشیمیایی اجرا شد. ضرایب تنوع فنوتیپی برای تعدادی از صفات بالا بود که بیانگر وجود تنوع در صفات مورد بررسی می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌های اصلی حاکی از نقش ۶ مؤلفه در توجیه ۸۳/۶ درصد از تنوع کل داده بود. همبستگی صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی نشان داد بین صفات کمی و کیفی همبستگی بالایی وجود ندارد. تجزیه خوشه‌ای نیز صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به شش گروه تقسیم نمود.

کلمات کلیدی: برنج، تنوع، روابط ژنتیکی، صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی

مقدمه

برنج غذای اصلی بخش عظیمی از ساکنین کشورهای آسیایی است به‌طوری‌که ۳۵ الی ۵۹ درصد کالری مورد نیاز کشورهای جنوب و جنوب شرقی آسیا از برنج تأمین می‌شود. بر اساس برآورد سازمان خوار و بار جهانی مقدار تولید برنج تا سال ۲۰۲۰ باید به مرز ۸۰۰ میلیون تن برسد تا جوابگوی جمعیت جهان باشد یعنی ۳۵۰ میلیون تن بیشتر از میزان تولید فعلی جهان، بنابراین دست‌یابی به این مهم اهمیت ویژه‌ای دارد (نعمت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۲). در مؤسسه‌های تحقیقاتی برنج کشور، هدف‌های عمده جهت اصلاح برنج، تهیه لاین‌ها و ارقام پر محصول کیفی از برنج است که دارای کیفیت پخت و بازارپسندی مطلوبی باشند. زیرا ذائقه ایرانی با ارقام محلی که دارای کیفیت پخت و خوراک بسیار مطلوبی است، سازش یافته است (توسلی، ۱۳۸۵).

کیفیت پخت و مصرف به‌طور گسترده توسط اندازه‌گیری مواردی که ناشی از وجود نشاسته می‌باشد، مشخص می‌گردد. فاکتور عمده‌ای در سطح جهان و عوامل محلی نیز وجود دارد که وابستگی کامل به سلیقه و ذائقه مصرف‌کننده دارد. بدین لحاظ تلاش می‌گردد کمیت و کیفیت مطلوب فیزیکی و شیمیایی از ارقام محلی به ارقام پر محصول منتقل گردد. بدین‌جهت اغلب در برنامه‌های به‌نژادی از ارقام محلی به‌عنوان یکی از والدین دورگ استفاده می‌گردد. ژرم‌پلاسم برنج ایران غنی از صفات مهم زراعی، خاصه صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی می‌باشد که برخی از آن‌ها در ژرم‌پلاسم دنیا بی‌نظیر می‌باشد. با استفاده از مطالعات مورفولوژیکی و فیزیکوشیمیایی می‌توان ژرم‌پلاسم کشور را غربال و برخی از ارقام تکراری در ژرم‌پلاسم را شناسایی و حذف نمود. گذشته از این می‌توان لاین‌ها و ارقام محلی که دارای صفات مطلوبی نظیر داشتن عطر و طعم قوی، مقاومت به بیماری را گزینش و خزانه ژنتیکی را جهت استفاده در پروژه‌های به‌نژادی غنی نمود. در به‌نژادی، تنوع و انتخاب دو رکن اساسی هستند و هدف از انجام تلاقی در برنامه اصلاحی، یافتن نتاجی است که از لحاظ صفات خاصی برتر از والدین خود باشد (دی و همکاران، ۱۹۹۲; دلسنی و همکاران، ۲۰۰۱). والدین تلاقی بایستی از لحاظ صفات مورد نظر برتر از سایر ژنوتیپ‌ها بوده و در ضمن بایستی از لحاظ خصوصیات ژنتیکی از همدیگر تفاوت بیشتری داشته باشند تا در نتیجه بتوان از پدیده هتروزیس بهره‌مند شد. با افزایش تعداد ژرم‌پلاسم، گروه‌بندی و تنظیم تنوع به گروه‌های مورفولوژیک، فیزیکوشیمیایی و احتمالاً ژنتیکی نیاز است. نگرش منطقی برای تنظیم نمونه‌های حاوی تنوع بالا، استفاده از روش‌های آماری چند متغیره را ایجاب می‌کند که روش کلاستر طبقه‌ای در مقایسه با سایر روش‌ها دارای مزایای زیراست:

۱ - می‌توان از مخلوطی از صفات کیفی و کمی استفاده کرد.

۲ - در مقایسه با روش‌هایی که بر اساس تنوع گروه‌هایی از افراد استوار است هر فرد با وزن مساوی در تجزیه شرکت می‌کند (اویانگ و همکاران، ۱۹۹۵).

تحقیقات گسترده‌ای در مورد تنوع ژنتیکی، همبستگی و تجزیه‌های چند متغیره صفات مختلف برنج در ایران و جهان صورت گرفته است. نتیجه‌گیری کلی از تحقیقات انجام شده موید این نکته است که در تمام مطالعات انجام یافته، تنوع ژنتیکی بالایی برای صفات مختلف در برنج مشاهده می‌گردد و امکان افزایش ژنوتیپ‌های برتر به منظور افزایش بهبود صفات زراعی و کیفی وجود دارد. باقری و همکاران (۱۳۸۷) به منظور بررسی تنوع صفات در برنج‌های بومی مازندران تعداد ۶۴ رقم و لاین برنج را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه ۱۴ صفت مهم زراعی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در تجزیه آماری داده‌ها تنوع زیادی بین هر صفت مشاهده شد. دندروگرام ترسیم شده بر اساس تجزیه خوشه‌ای آن‌ها را در ۴ گروه قرار داد و ضرایب تنوع فنوتیپی برای تعدادی از صفات بالا بود. حاج‌امیری (۱۳۸۶) نیز تعیین تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات را در ۶۰ ژنوتیپ برنج مورد ارزیابی قرار داده و تجزیه

واریانس نشان داد که کلیه ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی به غیر از دو صفت طول و عرض دانه تفاوت‌های معنی‌داری دارند. کوش و همکاران (۱۹۹۲) در رابطه با همبستگی چهار شاخص مؤثر بر کیفیت پخت بررسی‌هایی انجام دادند که برآورد اختلافات مربوط به شاخص‌های پخت و خوراک (میزان آمیلوز، غلظت ژل، دمای ژلاتینه شدن و طول دانه) از ۲۴۵ رقم از ۲۷ کشور معلوم نمودند که همبستگی زیادی بین شاخص‌های ذکر شده وجود دارد. کاو و کروز (۱۹۹۰) در بررسی روی خصوصیات کیفی و فیزیولوژیک در برنج رابطه مستقیم حرارت ژلاتینی شدن و غیر مستقیم قوام ژل را بر مقدار آمیلور برنج را اثبات کردند. میشرا و همکاران (۱۹۹۴) با اندازه‌گیری هفت صفت کمی با ۳۷ لاین برنج توانستند ژنوتیپ‌ها را با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به پنج گروه تقسیم نمایند. همبستگی بین صفات در اصلاح نباتات از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد، زیرا این همبستگی‌ها ممکن است به‌نژادگر را در گزینش غیرمستقیم برای صفات مهم از طریق صفات کم اهمیت که اندازه‌گیری آن‌ها آسان‌تر است، کمک نماید (باقری و همکاران، ۱۳۸۷).

هدف از این تحقیق استفاده از صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی (کمیت و کیفیت) به‌منظور ارزیابی و بررسی تنوع و روابط ژنتیکی تعدادی از ارقام برنج و انتخاب بهترین والدین به‌منظور استفاده در برنامه‌های دورگ‌گیری و به‌نژادی برنج بوده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۶۲ ژنوتیپ برنج تهیه شده از بانک ژن گیاهی ملی ایران متعلق به نقاط مختلف جغرافیایی استفاده شد (جدول۱). عملیات زراعی و اندازه‌گیری‌های صفات مورفولوژیکی ژنوتیپ‌ها در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری صورت گرفت. تهیه خزانه و بذرپاشی طبق عرف منطقه انجام و بوته‌ها با فاصله ۲۵×۲۵ در۴ ردیف و ۱۰ بوته در روی ردیف به‌صورت مشاهده‌ای نشاکاری شدند. خاک مزرعه دارای بافت رسی‌سیلتی با هدایت الکتریکی ۰/۹۳۲ دسی‌زیمنس بر متر و pH برابر ۷/۴۲ و مقدار ماده آلی ۲/۰۳۹ درصد بود. در بررسی تنوع ژنتیکی با استفاده از صفات زراعی به‌طور متوسط ۵ بوته از ردیف میانی به تصادف انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد دانه پر و پوک در خوشه، وزن هزار دانه اندازه‌گیری گردیدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار NTSYS 2.02 و از ضریب تشابه MANHAT ($M_{ij}=1/n \sum_k | x_{ki}-x_{kj} |$) الگوریتم UPGMA برای میانگین استاندارد شده ($z = x-\mu/\sigma$) داده‌های زراعی صورت گرفت. بدین‌صورت با ادغام داده‌های صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی یک ماتریس ۶۲ در۲۱ به‌دست آمد. ضریب تغییرات صفات زراعی با استفاده از نرم‌افزار Excel و تجزیه عاملی صفات زراعی با استفاده از نرم‌افزار SPSS15 محاسبه گردید. به‌منظور

بررسی و ارزیابی خواص کیفی برنج، با استفاده از روش‌های استاندارد بین المللی، در موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران (آمل) نمونه‌ها با رطوبت ۱۳ درصد تبدیل به برنج سفید شدند و خواص کیفی ژنوتیپ‌ها از قبیل دمای ژلاتینی شدن، میزان آمیلوز، میزان ری آمدن، طول دانه، عطر و طعم و غلظت ژل تعیین گردید.

در این آزمایش ۶۲ نمونه ۱۰۰ تا ۲۵۰ گرمی شلتوک مورد استفاده قرار گرفت در ضمن تعدادی از ژنوتیپ های مشابه که موقعیت جغرافیایی آن‌ها مشخص نیست مانند بینام برای شاهد و پاسخ به این سوال که آیا تفاوتی میان آن‌ها است استفاده شد. مقدار رطوبت نمونه‌ها به‌وسیله رطوبت سنج اندازه‌گیری شد. برای کاهش رطوبت از ۱۵ به ۱۲ درصد نمونه‌ها در آون با دمای ۵۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. پس از آن نمونه‌های شلتوک جهت پوست‌کنی (تبدیل به برنج قهوه-ای) از دستگاه پوست‌کن عبور داده شدند. برنج قهوه‌ای و پوسته حاصل از نمونه‌ها با ترازوی حساس وزن گردیدند و درصد پوسته و برنج قهوه‌ای محاسبه شد. نمونه‌ها با دستگاه سفیدکننده، سفید شدند به این صورت‌که به‌مدت ۲ دقیقه جهت سفید شدن در دستگاه فوق قرار داده شده و سپس جهت سرد شدن به یک بشر انتقال و پس از جدا نمودن سبوس با الک، نمونه‌های حاصل توزین گردیدند. از هر یک از نمونه‌های سرد شده در دمای آزمایشگاه، ۲۰ گرم با ترازوی حساس توزین و پس از تفکیک دانه‌های سالم و دانه‌هایی که کمتر از سه چهارم شکستگی داشتند، درصد برنج سالم، درصد سبوس، خرده برنج، راندمان تبدیل، درجه تبدیل و طویل شدن با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (توسلی، ۱۳۸۵؛ حاج‌امیری، ۱۳۸۶).

۱۰۰ × (وزن نمونه شلتوک/ وزن برنج سفید)= راندمان تبدیل

۱۰۰ × (وزن برنج قهوه ای/ وزن برنج سفید)= درجه تبدیل

۱۰۰ × [(وزن شلتوک) / (وزن برنج قهوه ای- وزن شلتوک]= درصد پوسته

(درصد پوسته + راندمان تبدیل)-۱۰۰= درصد سبوس

(وزن نمونه شلتوک/۲۰/(وزن برنج سفید × وزن برنج سالم)) × ۱۰۰= درصد برنج کامل

طول قبل از پخت/ طول بعد از پخت= طویل شدن دانه بعد از پخت

راندمان تبدیل به مقدار برنج سفیدی که از یک واحد شلتوک در فرایند تبدیل بدست می‌آید، گفته می‌شود که بر اساس درصد بیان می‌گردد. بنابراین هر قدر وزن پوسته اولیه و ثانویه (سبوس) کمتر باشد وزن برنج سفید بیشتر و در نتیجه راندمان تبدیل بالاتر خواهد بود. برای جلوگیری از ترک برداشتن برنج پس از تبدیل، باید آن را به تدریج سرد کرد. راندمان تبدیل و میزان برنج سالم اگر چه یک صفت موروثی است، ولی عوامل محیطی نظیر رطوبت و درجه حرارت، زمان رسیدن و عملیات پس

از برداشت، میزان خرد در برنج را در فرآیند تبدیل، تحت تأثیر قرار می‌دهد (توسلی، ۱۳۸۵). مدت زمان پخت ارتباط مستقیم با دمای ژلاتینی شدن دارد و آن دمایی است که مولکول‌های نشاسته به‌طور غیرقابل برگشتی در آب گرم متورم می‌شوند. بر اساس این روش ۱۲ عدد برنج سفید در ظروف شیشه ای درب‌دار (پتری‌دیش) با ۱۰ سی‌سی محلول هیدروکسید پتاسیم ۱/۷ درصد در دو تکرار به مدت ۲۳ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار داده می‌شوند. به‌منظور دقت در کار از ۳ شاهد با دمای ژلاتینی شدن متوسط (ندا)، پایین(فجر) و بالا (CP231) استفاده شد. از روی میزان از هم پاشیدگی دانه‌ها نمره‌گذاری انجام گردید و میانگین هر تکرار به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری درصد آمیلوز در برنج از هر نمونه ۱۰۰ میلی‌گرم وزن گردید و در داخل لوله‌هایی با حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد. با دقت، یک میلی‌لیتر از اتانول ۹۵٪ و ۹ میلی‌لیتر هیدروکسیدسدیم یک نرمال به هر نمونه اضافه گردید. جهت ژلاتینی شدن نشاسته، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شدند. پس از خارج نمودن نمونه‌ها از حمام آب جوش ۲۰ دقیقه صبر نموده تا نمونه‌ها سرد شوند و با آب مقطر حجم نمونه‌ها را به اندازه نشانه ظرف اضافه شد. با پی‌پت ۵ میلی لیتری مقداری از محلول نشاسته را به داخل شیشه‌ای با حجم ۱۰۰ میلی لیتر ریخته و یک میلی لیتر اسید استیک یک نرمال، دو میلی‌لیتر از محلول ید (۰/۲ گرم ید و ۲ گرم یدور پتاسیم در ۱۰۰ میلی لیتر آب) به نمونه اضافه گردید. حجم نمونه با آب مقطر به اندازه لازم بالا آورده شد. آن را تکان داده و پس از ۲۰ دقیقه محلول جذب شده در ۷۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. مقدار رطوبت نمونه‌ها، به دلیل کنترل رطوبت نسبی و درجه حرارت آزمایشگاه ثابت بود و نیازی به تعیین رطوبت آن‌ها نبود (میانگین رطوبت نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاه ۱۳ درصد بود). برای اندازه گیری قوام ژل از روش کاگامیانگ و همکاران استفاده شد (۸). بر اساس این روش حرکت ژل ارقام مختلف بر روی صفحه مندرج میلی‌متری در طول لوله آزمایش طبقه‌بندی شدند. در این آزمایش ۰/۱گرم آرد از هر تیمار در ۲ تکرار در لوله آزمایش ریخته، سپس ۰/۲ میلی‌متر تیمول بلو ۲۵٪ و ۲ میلی‌متر هیدروکسید پتاسیم (KOH) ۰/۲ نرمال به هر نمونه اضافه گردید. سپس محلول به‌خوبی مخلوط گردید و به مدت ۸ دقیقه در دستگاه آب گرم به‌خوبی پخته شد. لوله‌های محتوی نمونه از حمام آب گرم بیرون آورده و به مدت ۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار داده شد و بعد از آن بلافاصله لوله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب یخ قرار داده شدند. پس از آن لوله‌های حاوی ژلاتین برنج را به صورت افقی روی صفحه مدرج میلی‌متری قرار داد و پس از ۳۰ الی ۶۰ دقیقه غلظت ژل لوله‌ها قرائت گردید. بر اساس این روش حرکت ژل ارقام مختلف بر روی صفحه مندرج میلی‌متری در طول لوله آزمایش طبقه‌بندی می‌شوند.

نتایج و بحث

آمار توصیفی برای صفات مورد مطالعه در جدول ۲ و ۳ آمده است. در میان صفات زراعی تعداد دانه پوک، تعداد پنجه، تعداد دانه پر و ارتفاع بوته به‌ترتیب با ضریب تغییرات ۷۶/۷، ۳۷/۶۶، ۲۴/۷۳ و ۲۱/۵۵ درصد از بیشترین تنوع برخوردار بودند. این موضوع نشان‌دهنده دامنه زیاد تنوع ژنتیکی بین صفات مورد مطالعه می‌باشد. همچنین ضریب تغییرات بسیار پایین حاکی از دقت در اندازه‌گیری و یکنواختی ماده آزمایشی است (ابوذری و همکاران، ۱۳۸۶).

باقری و همکاران(۱۳۸۷) در میان صفات زراعی تعداد دانه سالم در خوشه، تعداد دانه کل در خوشه، مدت زمان ۵۰ درصد گل‌دهی و ریزش دانه به‌ترتیب از بیشترین ضریب تغییرات برخوردار بودند. در نتیجه لزوم توجه به پتانسیل بالقوه و استفاده به‌هنگام از تنوع در برنامه‌های به‌نژادی تأکید دارد. نتایج تجزیه تحلیل همبستگی صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 15 تعیین شدند (جدول۳). رابطه مثبت و معنی‌دار راندمان تبدیل با درجه تبدیل یعنی با افزایش راندمان، درجه تبدیل نیز بیشتر می‌شود. همچنین با درصد پوسته، درصد سبوس، درصد برنج خرد منفی و با درصد برنج سالم به صورت مثبت معنی‌دار است. این نشان‌دهنده نقش این صفت در افزایش درصد برنج سالم و کاهش عواملی چون درصد پوسته و سبوس که در برنامه‌های اصلاحی باید مدنظر قرار داد تا رقمی که دارای راندمان تبدیل بالا باشد معرفی گردد. درصد پوسته به ترتیب با درصد سبوس، درصد برنج سالم، دمای ژلاتینی شدن، قوام ژل، ارتفاع بوته، تعداد دانه پوک و با طول دانه قبل از پخت و درصد آمیلوز به ترتیب منفی و مثبت معنی دار شدند. طول دانه بعد از پخت با طویل شدن همبستگی دارد که به ترکیب شیمیایی و فیزیکی دانه وابسته است. ارتفاع بوته با تعداد پنجه و طول خوشه، تعداد پنجه با طول خوشه، وزن هزار دانه طول شلتوک و تعداد دانه پوک همبستگی مثبت دارد. همبستگی وزن هزار دانه و تعداد دانه پوک (به عنوان معیار عملکرد)، یعنی با کاهش دانه‌های پوک و چروکیده، وزن هزار دانه افزایش می‌یابد.

نتایج همبستگی صفات نشان داد که اکثر صفات زراعی با هم به صورت مثبت معنی‌دار هستند و در مقایسه با صفات فیزیکوشیمیای همبستگی خیلی کمی دارند که نشان‌دهنده تأثیرنداشتن این دو صفت بر هم و یا وابسته بودن به صفات زراعی دیگر و ژنتیکی بودن صفات فیزیکو شیمیایی باشد. وجود چنین روابطی را می‌توان به تنوع ژنتیکی و پاسخ‌های متفاوت ژنوتیپ‌های مختلف جدید نسبت داد به‌طوری‌که بسیاری از ژنوتیپ‌های که دارای سازگاری مناسبی با محیط بوده‌اند در مقدار صفات مورد نظر و برعکس ژنوتیپ‌هایی که دارای سازگاری مناسبی با شرایط محیطی نبودند، به‌طور مثال کمتر از حد معمول بوده‌اند دانست.

بر اساس نتایج تجزیه عاملی بر اساس داده‌های استاندارد شده ۹ صفت زراعی، و ۱۲ صفت فیزیکوشیمیایی تعداد ۶ عامل پنهان معرفی شدند که در مجموع ۸۳/۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۴). در عامل اول صفت راندمان تبدیل بیشترین بار عامل بود که می‌توان این عامل را به نام عامل بیشترین برنج حاصل از عمل کوبیدن دانست عامل دوم را می‌توان عامل مثبت برای صفت درجه تبدیل بیشتر نام‌گذاری نمود. در عامل سوم و چهارم درصد پوسته و درصد سبوس است که هر چه کمتر باشد برنج سفید شفاف‌تر و راندمان و درجه تبدیل بیشتر خواهد بود. در عامل پنجم و ششم بیشتر در انتخاب برنج‌های سالم و طویل که از صفات فیزیکی به شمار می‌رود که مشتری‌پسند و مطلوب ذائقه ایرانی‌ها است.

بر اساس نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای، ۶ گروه قابل تفکیک به‌دست آمد (شکل۱). گروه یک شامل، بینام۱۲، بینام۲۷۵، بینام۲۸۰، بینام۲۱۹، نعمت، ندا، بینام۵۷۹، عنبربو، رشتی سرد، گرم طارم و صدری‌مولایی بودند. گروه دوم شامل IR50، Yosen، بجار، Ch 21، میرطارم، Manjing، IR24، Corallo، Viaionnano، Onda، Ribi، Lemenimo، کریپتو، Baldo، Maria، فوجی-مینوری، روم، حسن‌سرایی۲ و گرده، گروه سوم شامل IR58، IR56، سنگ‌طارم، طارم‌امیری، آمل۲-۳۰، سنگ‌طارم، گرده رشتی و در گروه چهارم ارقام غریب، Rigo ، جاسمین ۸۵، سپیدرود و حسنی۲ قرار داشتند، در گروه پنجم آمل۲-۴۱۳، هراز، زیره بندپی، رشتی، دادرس، صدری‌عطری، اهلمی طارم، حسن سرایی۱، آبجی بوجی، آخوندمولایی ۶۸۴، دم سیاه ۲۱۸ و شاه‌پسند جای داشتند. در گروه ششم آخوندمولایی۶۸۶، ژنوتیپی با کد۶۶۱، دم سیاه۶۶، موسی طارم، ژنوتیپی با کد ۶۷۳، صدری، سالاری و سنگ جو قرار گرفتند.

با توجه به تجزیه خوشه ای ژنوتیپ های پر محصول ندا و نعمت و مشابه مانند بینام در گروه اول و قرار گرفتند و تفاوت زیادی بین آن‌ها نیست. در گروه دوم اکثر ارقام خارجی همراه با تعدادی از ارقام داخلی قرار دارند و از خصوصیات آن‌ها دارای ارتفاع کوتاه و طول دانه کوتاه تا متوسط دارند. در گروه‌های سه و چهار و ارقامی داخلی و اصلاحی وجود دارند. گروه پنج و شش ارقام کیفی و معطر همچون سنگ‌جو، دم سیاه و صدری با آمیلوز متوسط، طول دانه، ارتفاع بوته و طول خوشه بلند و تعداد پنجه کم قرار دارند. از نتایج این تحقیق می‌توان جهت انتخاب والدین مناسب و استفاده از آن‌ها جهت پروژه‌های اصلاحی مبتنی بر هیبریداسیون و دیگر روش‌ها به‌منظور یافتن نتاج با عملکرد بالا و کیفیت بهتر استفاده نمود. هدف از تجزیه کلاستر، گروه‌بندی افراد مورد مطالعه بر اساس تشابه یا تفاوت‌هایشان می‌باشد. افرادی که در یک گروه قرار می‌گیرند از نظر ژنتیکی مشابه بوده و افرادی که در دو طرف دندروگرام گروه‌بندی قرار می‌گیرند دارای اختلاف و تفاوت بیشتری از نظر ژنتیکی خواهند بود و از طرف دیگر امکان دورگ‌گیری بین ارقام با بیشترین تفاوت ژنتیکی، امکان ایجاد هتروزیس بیشتر و یا امکان انتقال صفات نادر را خواهد داشت (باقری و همکاران، ۱۳۸۷).

لذا بر اساس اطلاعات حاصل از کلاستر داده‌های زراعی و فیزیکوشیمیایی و میزان تشابه آن‌ها بر اساس جدول ماتریس تشابه، تلاقی بین افراد موجود در یک گروه بهتر است صورت نگیرد چرا که شباهت بیشتری با هم دارند. بنابراین جهت استفاده از تنوع موجود، مثلاً می‌توان از ارقامی که در گروه های ۱و۶، قرار گرفته‌اند با توجه به خصوصیات زراعی و فیزیکوشیمیایی مطلوب آن‌ها در برنامه‌های دورگ‌گیری و غیره استفاده نمود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاران محترم پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران (آمل) به‌خاطر مساعدت آنان در مراحل مختلف اجرای این تحقیق، صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱- ابوذری، ا.، هنرنژاد، ر.، فتوکیان، م. ۱۳۸۶. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام برنج با استفاده از داده‌های صفات مورفولوژیکی. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۲۱(۱): ۱۱۰-۱۱۷.

۲- باقری، ن. بابائیان جلودار، ن.، حسن نتاج، ا. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی ذخایر توارثی برنج ایران بر اساس صفات مورفولوژیک. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶(۲): ۲۴۳-۲۳۵.

۳- توسلی، فاطمه.۱۳۸۵. خصوصیات کیفی ارقام محلی و اصلاح شده برنج مازندران. نشریه فنی. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور-معاونت آمل.

۴- حاج امیری، م. ۱۳۸۶. بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات به روش تجزیه علیت در ارقام برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۵- سروش، ح.، ربیعی، ب.، نحوی، م.، قدسی، م.۱۳۸۶. مطالعه برخی از صفات زراعی کیفی و پایداری عملکرد ژنوتیپ های برنج. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۵: ۳۲-۲۵.

۶- صالحی، م.، صالح، م. ۱۳۶۸. روش‌های آزمایشگاهی تعیین کیفیت برنج. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی گیلان. ۲۳ ص.

7- Bapu, J.R.K and G. Soundara Pandian. 1992. Grnotypic association and path analysis is F_3 generation of rice crosses. *The Madras Agricultural Journal*. 79:619-623.

8- Cagampang, G.B, C.M.Perez and B.O.Juliano. 1973. A gel consistency *testfor* eating quality of rice. *Journal of the Science* of *Food* and *Agriculture*. 24: 1589-1594.

9- De, R.N., J.N. Reddy, A.V. Suriava and K.K. Mohanty. 1992. Genetic divergence in early rice under two situations. *Indian Journal of Genetics*. 52: 225-229.

10- Delseny, M., J. Salses, R. Cooke, C. Sallaud, f. Regad, P. Lagoda, E. Guiderdoni, M. Ventelon, C. Brugidou and A. Ghesquiere. 2001. Rice genomics: Present and future. *Plant Physiology* and *Biochemistry*. 39: 323-334.

11- Ouyang, Z, R. P. Mowers, A. Jenson, S. Wang and S. Zheng. 1995. Cluster analysis for Genotype ×Environment Interaction with unbalanced data. *Crop Science*. 35:1188-1194.

12- Mishra,s.b., Singh and s.p. Saha. 1994. Studhes on genetic diveregence in five Iandraces of rice in North Bihar. Annals of Agricultural Research. 15(2): 217-221.

جدول ۱- بررسی تنوع ژنتیکی بخشی از ژرم‌پلاسم برنج با استفاده از صفات مورفولوژیک

ردیف	ژنوتیپ	ردیف	ژنوتیپ	ردیف	ژنوتیپ	ردیف	ژنوتیپ
۱.	سنگ جو	۱۹.	صدری عطری	۳۷.	بجار	۵۵.	Rigo
۲.	شاه‌پسند	۲۰.	صدری مولایی	۳۸.	۶۶۱	۵۶.	IR 24
۳.	حسن سرایی ۱	۲۱.	آخوندمولایی۶۸۴	۳۹.	بینام۲۷۵	۵۷.	Maria
۴.	حسنی۲	۲۲.	دادرس	۴۰.	کریپتو	۵۸.	Vialonnano
۵.	زیره بندپی	۲۳.	امل ۲ -۴۱۳	۴۱.	روم	۵۹.	Corallo
۶.	سالاری	۲۴.	رشتی سرد	۴۲.	IR58	۶۰.	غریب
۷.	گرده	۲۵.	سنگ طارم۱۵۱	۴۳.	Yosen	۶۱.	ندا
۸.	گرده رشتی	۲۶.	ابجی بوجی	۴۴.	امل ۲-۳۰	۶۲.	نعمت
۹.	عنبربو	۲۷.	بینام۲۸۰	۴۵.	Ribi		
۱۰.	دم سیاه۲۱۸	۲۸.	جاسمین ۸۵	۴۶.	Onda		
۱۱.	سپید رود	۲۹.	بینام ۵۷۹	۴۷.	فوجی مینوری		
۱۲.	بینام۲۱۹	۳۰.	رشتی	۴۸.	Lemenimo		
۱۳.	هراز	۳۱.	حسن سرایی۲	۴۹.	Ch 21		
۱۴.	اهلمی طارم	۳۲.	صدری	۵۰.	Manjing		
۱۵.	طارم امیری	۳۳.	بینام۱۲	۵۱.	IR 50		
۱۶.	موسی طارم	۳۴.	۶۷۳	۵۲.	Baldo		
۱۷.	سنگ طارم۱۴۷	۳۵.	میر طارم	۵۳.	اخوندمولایی۶۸۶		
۱۸.	گرم طارم	۳۶.	دم سیاه۶۱	۵۴.	IR56		

جدول۲- آمار توصیفی مربوط به صفات زراعی مورد مطالعه

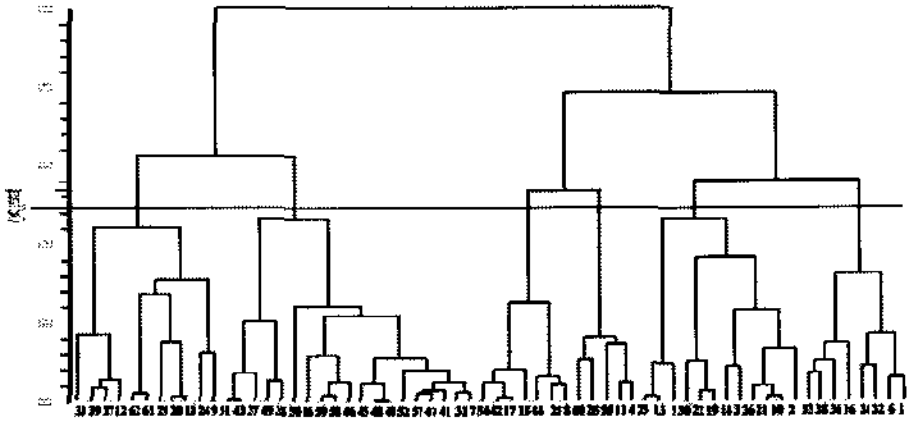
صفات	میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات	شماره ژنوتیپ دارای بالاترین دامنه	شماره ژنوتیپ دارای کمترین دامنه	ضریب تغییرات
ارتفاع بوته	۱۴۳	۳۲/۳	۱۹۸ -۶۳/۶	۳۸	۵۴	۲۱/۵
تعداد پنجه	۳۶/۷	۱۲/۱	۶۶/۲ - ۱۷/۴	۱۷	۱۳	۳۷/۶
طول خوشه	۳۸/۱	۱۵/۱	۴۲ - ۱۶/۵	۹	۵۷	۱۸/۴
وزن هزار دانه	۲۴/۴	۴/۲۵	۳۳/۵ - ۱۳	۴۰	۴۹	۱۹/۱
طول شلتوک	۹/۹۹/۵	۱/۰۸	-۶/۵۷	۱۸	۴۶	۹/۷
عرض شلتوک	۲/۵	۰/۴۲	۱۱/۹۸	۴۷	۶۱ و	۱۵/۲
طول به عرض	۳/۸	۰/۸۱	۳/۸۵ - ۱/۹۸	۴۷	۶۲	۱۹/۹
تعداد دانه پر	۱۲۷/۹	۶/۶۴	۵/۳۷ -۲/۰۳	۴۸	۵۵	۲۴/۷
تعداد دانه پوک	۳۱/۶	۳۴/۳	۲۰۳/۶ -۷۰/۶	۲۳	۱۱	۷۶/۷
			۹۶/۲ -۵/۶		۵۷	

جدول ۳- آمار توصیفی مربوط به صفات فیزیکوشیمیایی مورد مطالعه

صفات	میانگین	دامنه تغییرات	شماره ژنوتیپ دارای بیشترین دامنه	شماره ژنوتیپ دارای کمترین دامنه
راندمان تبدیل	۶۴	۷۲/۸-۵۰	۵۲	۲
درجه تبدیل	۸۴/۵۲	۹۶-۷۴	۲۷	۴۰
درصد پوسته	۲۳/۵۱	۴۱-۷/۲	۲	۳۳
درصد سبوس	۱۲/۷	۲۵-۳/۲	۳۳	۲۷
درصد برنج سالم	۴۸/۱	۷۱/۷-۱۹/۸	۵۲	۲
طول قبل از پخت	۶/۵	۸/۲۵-۴/۵	۲	۵۶
بعد از پخت	۱۱/۳	۱۳/۲-۷/۷	۴	۴۴
طویل شدن	۱/۶	۲/۲-۱/۲	۵۶	۴۳
دمای ژلاتینی	۴/۷	۷-۲/۷۵	۱۸	۵۰ ۵۴ ۵۶ ۶۲ ۴۹ ۴۴ ۴۳ ۳۷ ۲۳ ۱۳ ۴
قوام ژل	۳۷/۶	۷۰-۲۹/۵	۴۵	۱
امیلوز	۱۸/۶	۲۸/۶-۱۰/۵	۴۳	۵۷
درصد خرد	۱۶/۲۱	۳۸/۶-۱/۱	۳۰	۵۲

جدول ۴- نتایج تجزیه عاملی بر اساس داده‌های استاندارد شده ۲۱ صفت

صفات	واریانس			واریانس بار شده		
	کل	درصد از واریانس	تجمعی	کل	درصد از واریانس	تجمعی
راندمان تبدیل	۶/۷۱	۳۱/۹	۳۱/۹	۶/۷	۳۱/۹	۳۱/۹
درجه تبدیل	۳/۷۹	۱۸/۰۷	۵۰/۰۶	۳/۷۹	۱۸/۰۷	۵۰/۰۶
درصد پوسته	۲/۹۷	۱۴/۱۵	۶۴/۲	۲/۹۷	۱۴/۱	۶۴/۲
درصد سبوس	۱/۵۱	۷/۲۲	۷۱/۴	۱/۵۱	۷/۲۲	۷۱/۴۴
درصد برنج سالم	۱/۴۱	۶/۷۱	۱/۷۸	۱/۴۱	۶/۷۱	۷۸/۱
طول قبل از پخت	۱/۱۵	۵/۵۱	۸۳/۶	۱/۱	۵/۵	۸۳/۶
بعد از پخت	۰/۸۷	۴/۱۶	۸۷/۸۳			
طویل شدن	۰/۶۵	۳/۱۲	۹۰/۹۶			
دمای ژلاتینی	۰/۵۹	۲/۸۳	۹۳/۷۹			
قوام ژل	۰/۳۴	۱/۶۳	۹۵/۴۲			
امیلوز	۰/۳۱	۱/۵۱	۹۶/۹۴			
درصد خرد	۰/۲۳	۱/۱۳	۹۸/۰۷			
ارتفاع	۰/۲۱	۱/۰۰	۹۹/۰۷			
تعدادپنجه	۰/۱۲	۰/۶۱	۹۹/۶۸			
طول خوشه	۰/۰۳	۰/۱۴	۹۹/۸۳			
وزن هزار دانه	۰/۰۱۶	۰/۰۷	۹۹/۹۱			
طول شلتوک	۰/۱۱	۰/۵۱	۹۹/۹۶			
عرض شلتوک	۰/۰۵	۰/۲۳	۹۹/۹۸			
نسبت طول به عرض شلتوک	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۹۹/۹۹			
تعداد دانه پر	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۹۹/۹۹			
تعداد دانه پوک	۰/۰۰	۰/۰۰۰۱	۱۰۰/۰۰			



شکل۱- دندروگرام ارقام برنج مورد مطالعه بر اساس صفات زراعی و فیزیکوشیمیایی