

"مجله علوم زراعی ایران"

جلد پنجم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۲

بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی در برنج با استفاده از صفات فیزیولوژیکی و زراعی

Study of genetic and geographical variation in rice (*Oryza sativa* L.) using physiological and agronomical traits

قربانعلی نعمت‌زاده^۱، رضا طالبی^۲، زهرا خدارحم‌پور^۳ و غفار کیانی^۴

چکیده

با توجه به اهمیت غذایی برنج و جایگاه استراتژیک آن در امنیت غذایی جهان، لازم است برای دستیابی به عملکرد بالا، کیفیت مطلوب و سایر صفات مهم اقتصادی و زراعی، ابتدا مطالعات جامعی از تنوع ژرم‌پلاسما این گیاه صورت گرفت. به همین منظور، ۴۱۹ رقم برنج متعلق به نقاط مختلف کشور از بانک ژن گیاهی ایران دریافت و مطالعات لازم صورت پذیرفت. ۱۶ صفت مهم زراعی و فیزیولوژیکی طبق استاندارد مؤسسه بین‌المللی برنج (SES) اندازه‌گیری و سپس به وسیله نرم‌افزار SPSS و با استفاده از روش واریانس مینیمم وارد تجزیه کلاستر انجام گرفت. در بررسی ارقام تک تک استان‌ها، استان‌های گیلان و مازندران از حداکثر تنوع و استان‌های کهگیلویه و بویر احمد، سیستان و بلوچستان و چهارمحال و بختیاری از حداقل تنوع برخوردار بودند. در کلاستربندی جمعی (از ۴۱۹ رقم کل کشور) در فاصله مشابه ژنتیکی ۳۵ درصد تعداد شش کلاستر مشخص گردید. این دندروگرام نشان می‌داد که ارقام استان‌های گیلان و مازندران به طور مستقل در گروه‌های مشخص قرار می‌گیرند، در حالی که بسیاری از ارقام استان‌های ایلام، خوزستان، کهگیلویه و بویر احمد و فارس شباهت زیادی به ارقام استان مازندران داشتند. یکی از دلایل عمده چنین تشابهی، انتقال ارقام مازندران به استان‌های یاد شده می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تنوع ژنتیکی، جغرافیایی و تجزیه کلاستر.

مقدمه

می‌گردد که نیاز کشور به برنج تا سال ۲۰۲۰ میلادی به حدود چهار میلیون تن برسد (بابائیان جلودار و همکاران، ۱۳۷۸). موفقیت هر به‌ترادگر به تعیین تنوع و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی بستگی دارد. لذا ضروری است که تنوع موجود در جامعه گیاهی مورد مطالعه، به دقت بررسی و از آن استفاده گردد (آقازاده قولکی، ۱۳۷۹).

برنج بعد از گندم از مهم‌ترین غلات به شمار می‌رود و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان را تشکیل می‌دهد. بیش از ۸۰ درصد کالری و ۷۵ درصد پروتئین مصرفی مردم آسیا از برنج تأمین می‌گردد. برنج غذای اصلی و مهم مردم ایران بوده و مصرف سرانه آن به ۳۸ کیلوگرم در سال می‌رسد. پیش‌بینی

چو و همکاران (Cho et al., 1999) ۴۸ رقم برنج را با استفاده از نشانگرهای RAPD انگشت‌نگاری کردند. تجزیه و تحلیل آن‌ها نشان داد که از ۱۴۵ باند ایجاد شده، ۱۲۱ باند یا ۸۳/۴ درصد آنها چند شکلی (پلی مورف) ایجاد کردند.

طبق بررسی‌های انجام شده توسط نعمت‌زاده و همکاران (Nematzadeh et al., 1993) در خصوص طبقه‌بندی برنج به کمک مارکرهای آیزوزایم، ۶۰/۲ درصد در گروه ۷ (گروه ارقام کیفی)، ۶/۳ در گروه I (ارقام ایندیکا) و ۶/۳ در گروه VI (گروه ژاپونیکا) و بقیه ارقام (۲۷/۲ درصد) در هیچ یک از گروه‌های ۶ گانه تقسیم‌بندی کلازمن قرار نگرفتند.

زینلی‌نژاد و همکاران (۱۳۷۸) ۱۰۰ ژنوتیپ برنج را با استفاده از ۱۴ صفت زراعی مورد ارزیابی قرار دادند. دندروگرام به دست آمده با استفاده از صفات زراعی نشان داد که ارقام مطالعه شده در فاصله ژنتیکی ۱۵ در چهار گروه قرار می‌گیرند. ارقام محلی شمال کشور در گروه ۱، ارقام بومی منطقه اصفهان به همراه تعدادی از ارقام بومی شمال کشور و چند رقم اصلاح شده در گروه ۲، رقم اونداه به همراه برخی از ارقام بومی شمال در گروه ۳ و در نهایت ارقام اصلاح شده پرمحصول مانند ندا، نعمت و سپیدرود در گروه ۴ قرار می‌گیرند.

واعظی (۱۳۷۹) ۵۴ ژنوتیپ برنج را با استفاده از نشانگرهای RAPD (۶۶ نشانگر) و نشانگر مورفولوژیکی (نه صفت) مورد ارزیابی قرار داد. نتایج به دست آمده نشان داد که از ۶۶ نشانگر مطالعه شده ۱۲ نشانگر دارای پلی مورفیسم مطلوبی بودند. دندروگرام به دست آمده با استفاده از نشانگر مولکولی نشان داد که ارقام مطالعه شده در فاصله تشابه ژنتیکی ۱۸ در ۷ گروه قرار می‌گیرند، در حالی که دندروگرام به دست آمده با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی ارقام مورد مطالعه را در فاصله تشابه ژنتیکی ۱۸ فقط در سه گروه قرار داد.

وایرک و همکاران (Virk et al., 2000) توانایی چهار گروه از مارکرهای مولکولی (آیزوزایم‌ها، RAPD،

بابائیان و همکاران (۱۳۷۸) به منظور بررسی تنوع صفات در برنج‌های بومی مازندران تعداد ۱۰۱ رقم و لاین برنج را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج به دست آمده از مطالعات آن‌ها نشان داد که ارقام مورد مطالعه در فاصله تشابه ژنتیکی ده به هفت گروه مشخص تقسیم می‌شوند.

آقازاده قولکی (۱۳۷۹) ۵۶ ژنوتیپ برنج از بانک ژن گیاهی را با استفاده از نشانگر RAPD (۶۶ نشانگر) و نشانگر مورفولوژیکی (۱۵ صفت) مورد ارزیابی قرار داد. نتایج به دست آمده نشان داد که از ۶۶ نشانگر مطالعه شده، ۱۲ نشانگر دارای چند شکلی (پلی مورفیسم) مطلوبی بودند و در مجموع از ۱۲۹ باند ایجاد شده ۸۰/۶۲ درصد چند شکلی و ۱۹/۳۸ درصد آن یک شکل (مونومورف) بودند. دندروگرام به دست آمده با استفاده از مارکرهای مولکولی نشان داد که ارقام مطالعه شده در فاصله تشابه ژنتیکی ۲۰ در هفت گروه قرار می‌گیرند، در حالی که دندروگرام به دست آمده با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی ارقام مورد مطالعه را در فاصله تشابه ژنتیکی ۲۰ فقط در سه گروه قرار داد.

فونتز و همکاران (Fuentes et al., 1999) تنوع ژنتیکی در واریته‌های برنج کوبائی را با استفاده از ۶۰ نشانگر تصادفی RAPD مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج به دست آمده میانگین تشابه ژنتیکی بین ۱۸ رقم برنج مورد مطالعه برای داده‌های RAPD، ۷۳ درصد برآورد گردید.

نی و همکاران (Ni et al., 2002) تنوع ژنتیکی ۳۸ رقم برنج، از دو زیر گونه تیپ ایندیکا و ژاپونیکا را بررسی نمودند. آن‌ها در این مطالعه از ۱۱۱ نشانگر میکروساتلایت استفاده کردند، در کل ۷۵۳ باند به دست آمد. لذا متوسط آن برای هر ژنوتیپ ۶/۸ باند برآورد گردید. این مطالعه نشان داد که در داخل تیپ ژاپونیکا تنوع ژنتیکی معنی‌داری در کروموزوم‌های شش و هفت وجود دارد و در کروموزوم دو تنوع بسیار کمی دیده شده است.

“بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی ژرم پلاسما ...”

گیاهی در سال دریافت گردید. این ارقام در فصل زراعی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (معاونت آمل) کشت گردیدند. برای کشت ارقام ابتدا بذر مورد نظر در اواسط فروردین ماه در خزانه کشت گردید. بعد از مدت ۲۰-۳۰ روز که نشاها به مرحله پنج تا شش برگی رسیدند به زمین اصلی منتقل شدند و یک هفته بعد از کشت، اولین وجین دستی صورت گرفت. در اوایل مرحله خوشه دهی مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود ازت از منبع اوره و ۳۲ کیلوگرم فسفر از منبع فسفات به صورت سرک به زمین داده شد. نمونه برداری در طول مراحل مختلف رشد انجام پذیرفت. صفات کمی ۴۱۹ رقم برنج بر اساس دستورالعمل استاندارد ایری برای ارزیابی صفات از جمله: طول زبانک، تعداد برگ گیاهچه، طول ساقه، ارتفاع بوته، عرض برگ، طول برگ، تعداد پنجه، قطر ساقه، مدت زمان رسیدگی، مدت زمان ۵۰ درصد گلدهی، طول خوشه، تعداد دانه پوک، تعداد دانه سالم، تعداد کل دانه، درصد پوکی دانه صورت گرفت.

به منظور مشخص کردن میزان خویشاوندی یا فاصله ژنتیکی رقم های مورد بررسی از تجزیه کلاستر و برای گروه بندی از روش واریانس می نیمم وارد استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت.

برای بررسی تنوع جغرافیایی ژرم پلاسما کشور ارقام متعلق به هر استان جدا شد و به ترتیب تجزیه و کلاسترهای مربوطه رسم گردیدند. در نهایت کلاستر کل ارقام مطالعه شده در سطح کشور نیز رسم شد. با توجه به این که ارقام زیادی در کلاستر کل کشور و کلاستر گیلان و مازندران وجود داشت و تعدادی از این ارقام شباهت زیادی داشتند و در یک گروه قرار داشتند، جهت سهولت و جلوگیری از حجیم شدن کار و بزرگ شدن کلاسترهای ذکر شده از آنها نمونه برداری گردید و از هر گروه در هر کلاستر تعدادی نمونه تصادفی انتخاب شد و کلاستر نهائی رسم گردید.

را جهت تعیین تنوع ژنتیکی بین گونه های مختلف برنج را مورد مطالعه قرار دادند. تمام مارکرهای بررسی شده، برنج های مورد مطالعه را به سه گروه تقسیم بندی کردند، مطالعات آنها نشان داد که مارکرهای AFLP و آیوزایم ها بهتر می توانند تفاوت بین گروه های مختلف را مشخص کنند.

تان و همکاران (Than et al., 2000) با استفاده از نشانگر مایکروساتلایت (۱۴ نشانگر) و نشانگر مرفولوژیکی (۱۰ صفت مرفولوژیکی ریشه) ۴۶ ژنوتیپ برنج ویتنام را جهت تعیین تنوع ژنتیکی مورد مطالعه قرار دادند. دندروگرام مربوط به ۳۵ باند مایکروساتلایت و ۱۰ صفت مرفولوژیکی ریشه رسم و با هم مقایسه شدند. نتایج آنها نشان داد که این روش ها می تواند در تعیین و شناسایی لاین های مقاوم به خشکی مفید باشند.

الله قلی پور و همکاران (۱۳۸۱) ۱۰۰ رقم از ارقام بومی و خارجی موجود در کلکسیون مؤسسه تحقیقات برنج را به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی و طبقه بندی ارقام جهت تعیین درجه خویشاوندی ژنتیکی مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی تعداد ۲۰ صفت کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه کلاستر ارقام مورد نظر ۱۱ گروه با خصوصیات مشابه درون گروهی و غیر مشابه بین گروهی نشان داد.

هدف عمده این مطالعه، ارزیابی صفات زراعی و فیزیولوژیکی ارقام برنج برای گروه بندی آنها و نیز استفاده از آنها در اصلاح ارقام پر محصول کمی و کیفی از طریق برنامه های دورگ گیری می باشند.

مواد و روش ها

تعداد ۴۱۹ رقم برنج مربوط به نقاط مختلف کشور از جمله استان های برنج خیز مانند: گیلان (۲۰۰ رقم)، مازندران (۱۷۰ رقم)، ایلام (۱۲ رقم)، خوزستان (۷ رقم)، خراسان (۸ رقم)، کهگیلویه و بویراحمد (۱۰ رقم)، فارس (۵ رقم)، سیستان و بلوچستان (۴ رقم)، چهارمحال و بختیاری (۳ رقم) از کلکسیون بانک ژن

نتایج و بحث

با توجه به کلاسترهای به دست آمده از ارقام مختلف استان‌های برنج خیز کشور نتایج زیر مشاهده گردید:

چهارمحال و بختیاری - تعداد نمونه‌ها از این استان بسیار کم (۳ رقم) بوده است و دندروگرام شماره ۱ نشان می‌دهد که ارقام مطالعه شده این استان در دو گروه جدا از هم قرار می‌گیرند، در گروه یک ارقام باسماتی و دری قرار دارند که جزو ارقام گروه ۷ کیفی طبق طبقه‌بندی آیزوزایم می‌باشند نعمت‌زاده و همکاران (Nematzadeh et al., 1993) در حالی که چمپا جزو گروه ۷ کیفی نمی‌باشد.

سیستان و بلوچستان - با توجه به دندروگرام شماره ۲، ارقام مطالعه شده استان سیستان و بلوچستان در دو گروه جدا از هم قرار می‌گیرند، ارقام صدری محلی و سه ماهه در گروه یک و رقم نازیپی در گروه دو قرار گرفتند.

فارس - با توجه به دندروگرام شماره ۳ ارقام برنج استان فارس در چهار گروه جدا از هم قرار گرفتند، چمپا قصرالدشتی و چمپا ملو در گروه یک، چمپا فیروزآباد در گروه دو، قصرالدشتی فیروزآباد در گروه سه و حسنی فارس در گروه چهار قرار گرفتند. رقم حسنی از گروه صدری می‌باشد و به همین دلیل در یک گروه خاص قرار گرفت، در حالی که سایر ارقام که ماهیت ژنتیکی چمپا را دارند در گروه‌های مختلفی قرار دارند. این نتیجه نشان دهنده آن است که ارقام یاد شده یا دارای اختلاط مکانیکی بوده و یا در طول تاریخ استفاده از آن‌ها از طریق دگرگشتی جنسی و یا موتاسیون تنوع قابل محسوسی از آن‌ها دیده می‌شود.

خوزستان - تعداد ۶ رقم از این استان مورد بررسی قرار گرفت، نتایج به دست آمده با توجه به دندروگرام شماره ۴ نشان داد که ارقام برنج استان خوزستان در پنج گروه جدا از هم قرار گرفتند، شاه پسند و شلتوک چمپا در گروه یک، رشتی در گروه دو، شلتوک کرده در گروه سه، شلتوک رشتی و چمپا در گروه چهار و رقم خارجی 03SH.Ahv در گروه پنج قرار گرفتند. این نتایج

نشان می‌دهد که اغلب ارقام کشت شده در خوزستان از تیپ چمپا می‌باشند.

ایلام - تعداد ۲۹ رقم از این استان مورد بررسی قرار گرفت. دندروگرام شماره ۵ نشان داد که ارقام برنج استان ایلام در سه گروه جدا از هم قرار می‌گیرند. ارقام عنبربو و تیپ چمپا نزدیک به تیپ ژاپونیکا بوده و در یک گروه قرار دارند. بقیه ارقام از تیپ صدری هستند که در گروه‌های دیگر قرار دارند.

خراسان - با توجه به دندروگرام شماره ۶ ارقام برنج استان خراسان در دو گروه جدا از هم قرار می‌گیرند، ارقام در گل، سنگ طارم، طارم، کلات نادری و بینام در گروه یک، که جزو ارقام دانه دراز بوده در گروه دو، غریب پاکوتاه، چمپا و ار که قرار دارد که از ارقام دانه متوسط هستند.

کهگیلویه و بویراحمد - با توجه به دندروگرام شماره ۷ ارقام برنج استان کهگیلویه و بویراحمد در ۲ گروه قرار می‌گیرند، ارقام بومی نظیر چمپا ریشکدار، سنگ طارم، سرد چمپا محلی، کرده ریشکدار، چمپا محلی و چمپا بی‌ریشک در گروه یک و ارقام اصلاح شده هراز، شلتوک آمل ۲، شلتوک هراز و آمل ۲ در گروه دو قرار گرفتند.

استان مازندران - دندروگرام شماره ۸ ارقام برنج استان مازندران را نشان می‌دهد که در سه گروه جدا از هم قرار می‌گیرند، اکثر ارقام تیپ طارم و سایر ارقام محلی در گروه یک و در گروه دو ارقام حد واسط بین ارقام محلی دانه دراز و ارقام دانه متوسط هستند.

استان گیلان - با توجه به دندروگرام شماره ۹ ارقام مطالعه شده از این استان در شش گروه جدا از هم قرار گرفتند. در گروه یک ارقام دانه‌دراز کیفی معطر، در گروه دو ارقام دانه متوسط، در گروه سه ارقام تیپ صدری، در گروه چهار ارقام تیپ صدری ریشک‌دار و در گروه پنج ارقام تیپ صدری بدون ریشک قرار دارند. و رقم صدری دم‌سرخ با ریشک‌های بلند و قرمز در یک گروه جداگانه قرار دارد. با توجه به این نتایج به خوبی

محصول اصلی آنها نیست، از استان مازندران می باشد. و با توجه به تنوع محدود ارقام موجود در این استان ها و با مطالعه خویشاوندان آنها در استان مازندران می توان ارقام مشابهی را از استان مازندران به این استان ها منتقل کرد و در آزمایش های ناحیه ای در چند سال، سازگاری این ارقام را در این استان ها مورد مطالعه قرار داد و با این کار تنوع ژرم پلاسما برنج این مناطق را بهبود بخشید.

پیشنهاد

با بررسی جمیع ارقام مطالعه شده برای کلیه صفات و نیز توزیع جغرافیایی پیشنهاد می گردد که با مطالعه ارقام خویشاوند و نزدیک به هم ارقام بیشتری را به استان های با تنوع کم وارد کرد و باعث بهبود تنوع این استان ها شد. هم چنین به کارشناسان بهنژادگر توصیه می شود که جهت بهره جستن از حداکثر تنوع و انتخاب لاین های برتر چه در سطح استان ها و چه در سطح ملی از ارقامی استفاده نمایند که دارای حداکثر فاصله ژنتیکی از هم باشند.

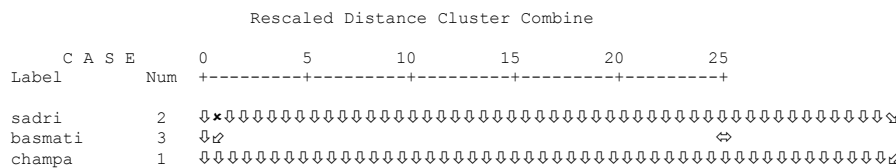
سپاسگزاری

از همکاران محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور معاونت مازندران که در پیاده کردن طرح همکاری بسیار صمیمی داشتند، کمال تشکر به عمل می آید. از مسئولین محترم بانک ژن نیز که بذور مورد نیاز را در اختیار ما قرار دادند کمال تشکر به عمل می آید.

اختلاف ژنتیکی و فاصله بین ارقام تیپ صدی (گروه های ۳ و ۵) با سایر گروه ها را می توان دید که با نتایج آقا زاده فولکی (۱۳۷۹) مطابقت دارد.

کلاستر کل ارقام مطالعه شده - دندروگرام شماره ۱۰، توزیع ارقام برنج کشور را نشان می دهد که در شش گروه جدا از هم قرار می گیرند، اکثر ارقام متعلق به استان گیلان در گروه یک، رقم های متنوعی از استان های گیلان و مازندران در گروه دو، اکثر ارقام متعلق به استان مازندران در گروه سه، ارقام استان های ایلام، کهگیلویه و بویر احمد و خوزستان و تعدادی از ارقام بومی مازندران در گروه چهار، بیشتر ارقام از استان های ذکر شده مربوط به برنج های نوع صدی و چمپا در گروه پنج و اکثر ارقام مربوط به استان مازندران و بیشتر از دو نوع چمپا و صدی در گروه شش قرار گرفتند. در این کلاستر مشاهده می شود که اکثر ارقام اصلاح شده در یک گروه و جدا از ارقام محلی قرار دارند که این نتیجه با نتایج زینلی نژاد (۱۳۷۸) مطابقت دارد.

از مجموع نتایج به دست آمده چنین استنباط می گردد که ارقام برنج استان گیلان از بیشترین و ارقام استان کهگیلویه و بویر احمد از کمترین تنوع ژنتیکی برخوردار هستند. از طرفی بسیاری از ارقام موجود در استان های ایلام، خوزستان، فارس و کهگیلویه و بویر احمد در گروه ارقام مازندران قرار می گیرند. با توجه به نتایج یاد شده چنین استنباط می گردد که منشاء ارقام برنج موجود در اکثر استان هایی که برنج



دندروگرام ۱- کلاستر ارقام استان چهارمحال و بختیاری

Fig. 1. Cultivar clustering of Chaharmahal-Bakhtiari province

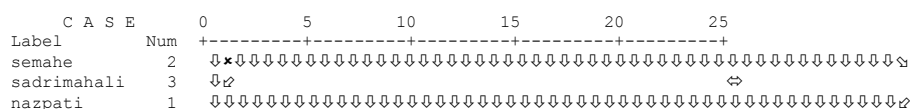


Fig. 2. Cultivar clustering of Sistan and Baluchestan province دندروگرام ۲- کلاستر ارقام استان سیستان و بلوچستان

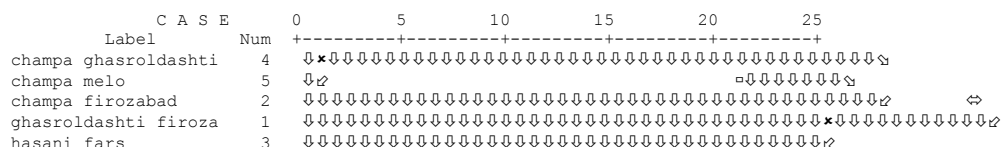


Fig. 3. Cultivar clustering of Fars province دندروگرام ۳- کلاستر ارقام استان فارس

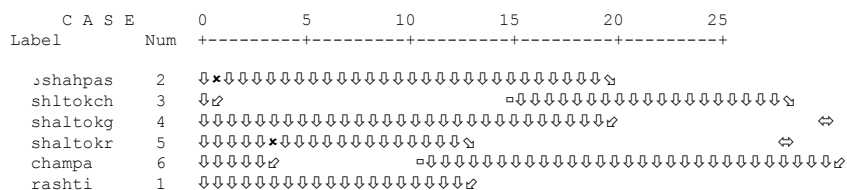


Fig. 4. Cultivar clustering of Khuzestan province دندروگرام ۴- کلاستر ارقام استان خوزستان

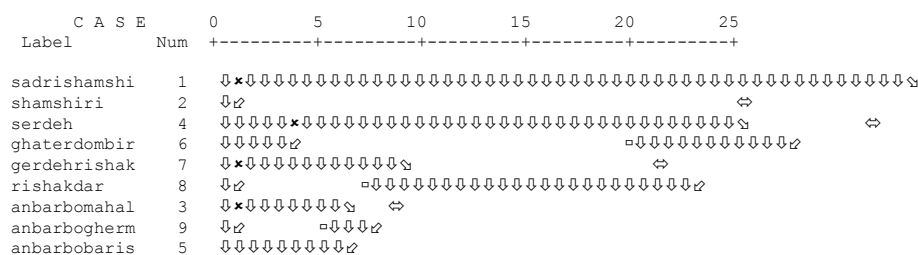


Fig. 5. Cultivar clustering of Eilam province دندروگرام ۵- کلاستر ارقام استان ایلام

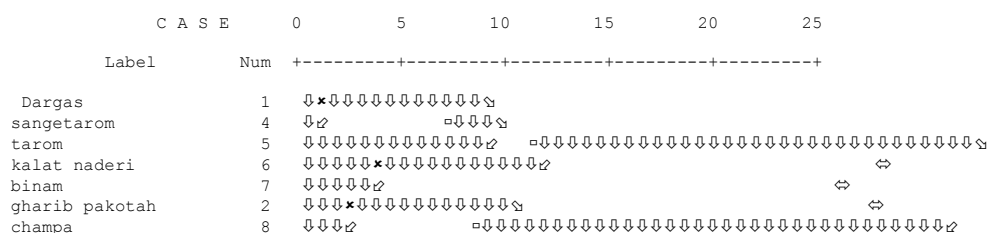
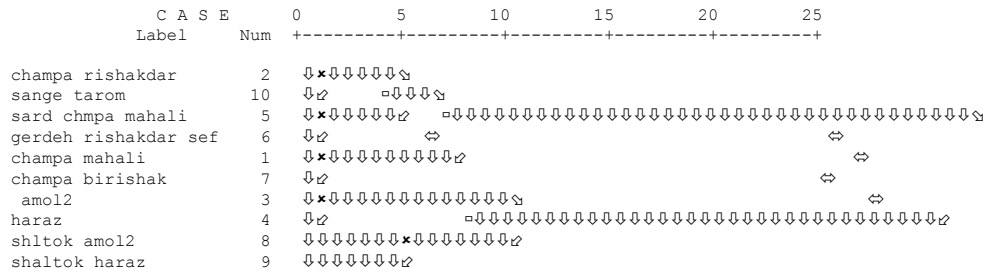


Fig. 6. Cultivar clustering of Khorasan province

دندروگرام ۶- کلاستر ارقام استان خراسان



دندروگرام ۷- کلاستر ارقام استان کهگیلویه و بویر احمد

Fig. 7. Cultivar clustering of Kohk luieh and Boyerahmad province

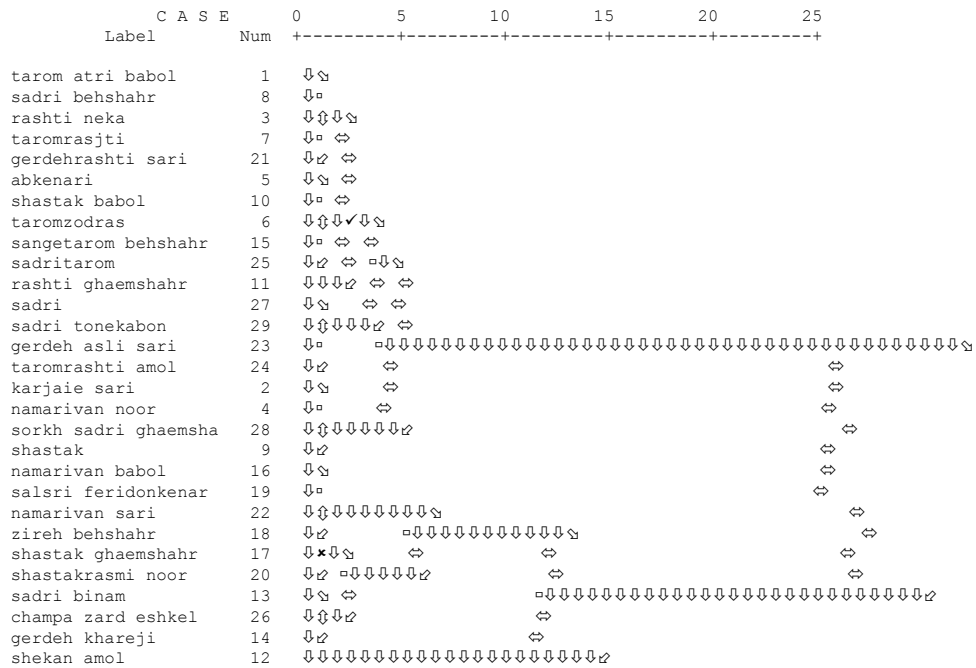


Fig. 8. Cultivar clustering of Mazandaran province

دندروگرام ۸- کلاستر ارقام استان مازندران

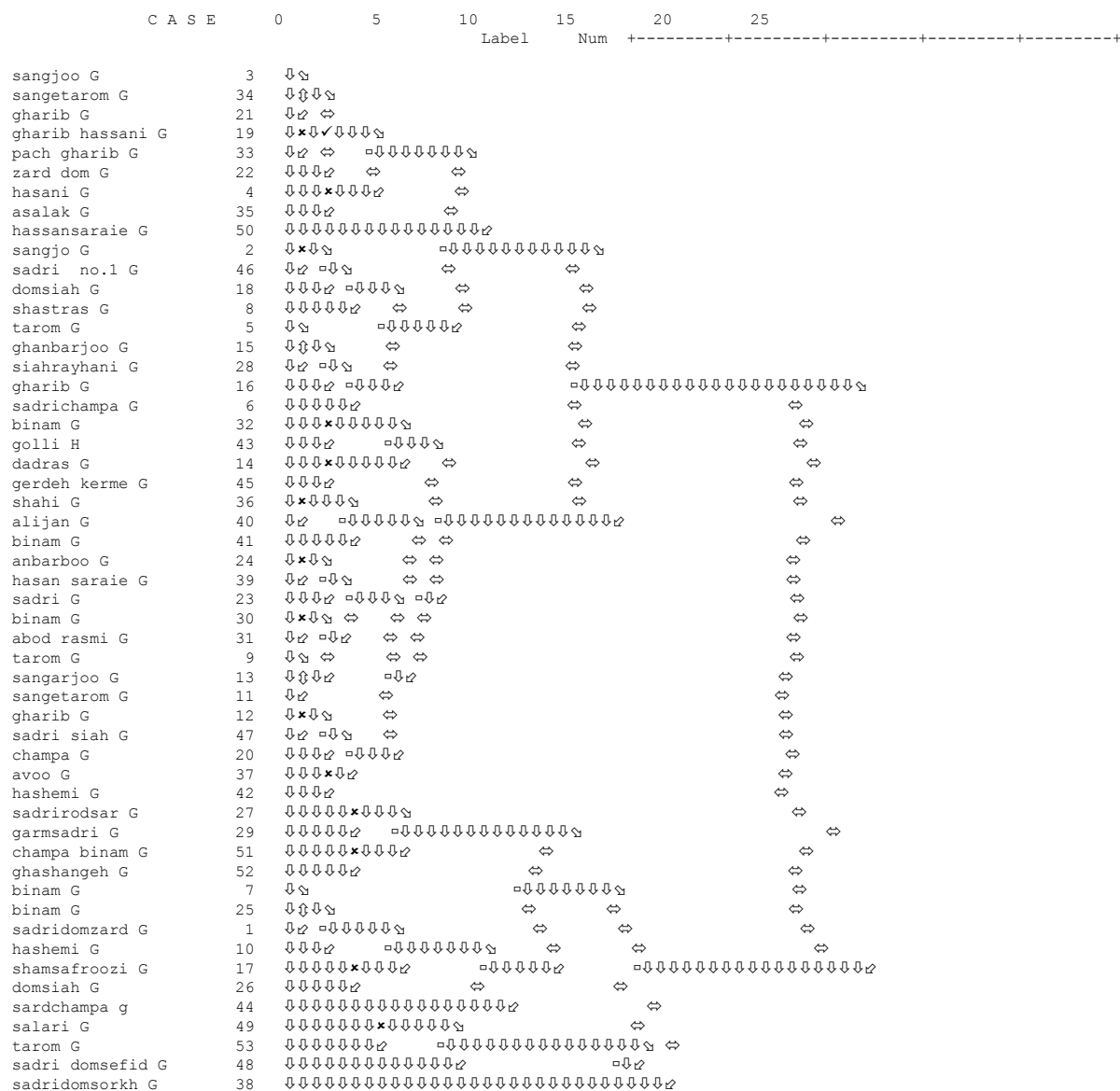


Fig. 9. Cultivar clustering of Gilan province

دندروگرام ۹- کلاستر ارقام استان گیلان

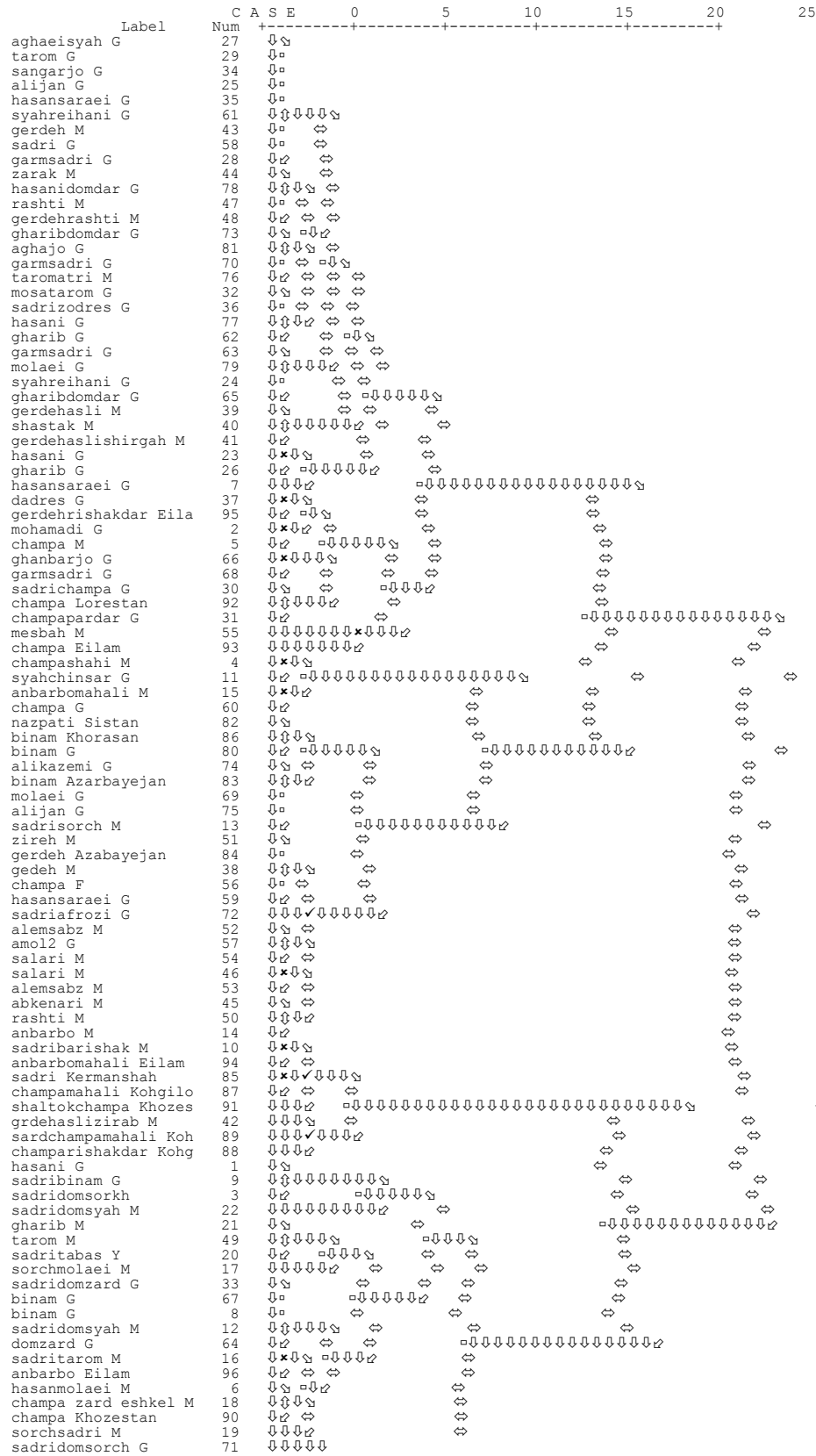


Fig. 10. Cultivar clustering of the whole country (Iran)

References

منابع مورد استفاده

- آقازاده قولکی، ر. ۱۳۷۹. طبقه‌بندی بخشی از ژرم پلاسما برنج ایرانی با استفاده از نشانگر RAPD و نشانگر مرفولوژیک (صفات کمی). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه مازندران. ۱۳۸ صفحه.
- الله‌قلی‌پور، م. م. ص. محمد صالحی، م. اصفهانی و ع. ا. عبادی. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ارقام مختلف برنج. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحات ۳۴۲-۳۴۳.
- بابائیان جلودار، ن. ق. ع. نعمت‌زاده، م. ت. کربلایی و م. تائب. ۱۳۷۸. بررسی تنوع صفات زراعی در برنج‌های بومی مازندران. فصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه شاهد - شماره ۲۶. صفحات ۱۵-۲۶.
- زینلی‌نژاد، خ. ۱۳۷۸. بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی بخشی از ژرم پلاسما برنج ایرانی با استفاده از نشانگر مرفولوژیک و نشانگر RAPD. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۱۲ صفحه.
- واعظی، ب. ۱۳۷۹. تعیین تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ژرم پلاسما برنج کشور از طریق مارکرهای مرفولوژیک و مولکولی RAPD-PCR. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه مازندران. ۱۲۷ صفحه.
- Cho, Y.C., Y.S. Shin, S.N. Ahn, G.B. Gregorio, K. H. Kang, D. Brar and H. P. Moon. 1999. DNA fingerprinting of rice cultivars using AFLP and RAPD markers. Korean. J. Crop Sci. **44(1)**: 26-31.
- Fuentes, J. L., F. Escobar, A. Alvarez, G. Gallego, M. Cduque, M. Ferrer, J. Enrique and M. Tohme. 1999. Analysis of genetic diversity in cuban rice varieties using isozyme, RAPD and AFLP markers. Euphytica. **109**: 101-115.
- Nematzadeh, Gh., G. S. Kush., B. S. Brar. 1993. Classification of Iran' s rice germplasm via isosyme classification. Rice Genetic Newsletter , Vol 1, No 10.
- Nj J., P. M. Colowit and D. J. Mackill. 2002. Evaluation of genetic diversity in rice subspecies using microsatellite markers. Crop Sci. **42(2)**: 601-607.
- Than, N. D., H. G. Zheng, N. V. Dong, L. N. Trinh, M. L. Ali and H. T. Nguyen. 2000. Genetic variation in root morphology and microsatellite DNA loci in upland rice (*Oryza sativa* L.) from Vietnam. Euphytica. **105**: 43-51.
- Virk, P. S., J. Zhu, H. J. Newburg, G. G. J. Bryan, M. T. Jackson and B. V. Ford- Lloyd. 2000. Effectiveness of different classes of molecular marker for classifying and revealing variation in rice (*Oryza sativa* L.) germplasm. Euphytica. **112**: 275-284.