بررسی تنوع‌ژنتیکی، قابلیت توارث‌پذیری و پیشرفت‌ژنتیکی در صفات زراعی و کیفی برنج‌های هوازی

فرهاد کاهانی[1*]، رحمان عرفانی مقدم[2]، علیرضا نبی‌پور[3]

۱- محقق، موسسه تحقیقات برنج کشور - معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران
۲- عضو هیات علمی، موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران
۳- عضو هیات علمی، موسسه تحقیقات برنج کشور - معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

چکیده

برنج‌های هوازی ابزاری کارآمد در کاهش دشواری‌های ناشی از بحران آب به شمار می‌آیند. مطالعه تنوع ژنتیکی اطلاعات اولیه‌ای در مورد خواص ژنتیکی جمعیت‌ها ارائه می‌دهد که بر اساس‌آن اطلاعات می‌توان با انتخاب بهترین روش اصلاحی، بهره‌وری بهتری از گیاه مورد نظر به‌دست آورد. در این تحقیق تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی، وراثت‌پذیری، پیشرفت‌ژنتیکی و ضریب‌همبستگی در جمعیت F_2 حاصل از شش تلاقی برای عملکرد و ده صفت مهم زراعی و کیفی تحت شرایط هوازی مورد مطالعه قرار گرفت. برآورد ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی به ترتیب برای صفات تعداد روز از گلدهی تا برداشت (۱۵/۰۲ و ۱۴/۳۱ درصد)، تعداد پنجه (۲۳/۸۰ و ۲۲/۰۱ درصد)، وزن ۱۰۰ دانه (۳۱/۰۱ و ۲۸/۱۲ درصد)، طول خوشه (۱۶/۲۱ و ۱۵/۷۸ درصد)، وزن خشک ساقه (۳۲/۲۱ و ۱۶/۰۱ درصد) و عملکر د (۳۹/۱۸ و ۳۴/۹۰ درصد) متوسط و بالا و همچنین قابلیت وراثت‌پذیری بالا همراه با پیشرفت ژنتیکی متوسط و بالا برای اکثر صفات مورد بررسی مشاهده شد. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که صفت عملکرد رابطه مثبت و معنی‌دار با صفات تعداد پنجه، طول دانه و وزن ساقه داشت و در عین حال، عملکرد روابط منفی معنی‌داری با تعداد روز تاگلدهی، تعداد روز تا برداشت، ارتفاع بوته، عرض دانه و وزن ۱۰۰ دانه نشان داد.

کلمات کلیدی: برنج هوازی، عملکرد، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی، ضریب‌همبستگی، بحران آب

مقدمه:

برنج‌های هوازی (Aerobic Rice) به عنوان ژنوتیپ‌هایی با سطح آبیاری پایین و میانگین عملکرد ۴ تا ۶ تن در هکتار شناخته می‌شوند (کاهانی ۲۰۱۷). این تکنولوژی نیازمند مدیریت دقیق و به موقع می‌باشد (آوان ۲۰۱۵). در مقایسه با برنج های غرقابی، نیاز آب در برنج‌های هوازی بیش از ۵۰ درصد کاهش و بهره‌وری آب نیز به میزان ۶۰ درصد افزایش پیدا می‌کند (اودی و همکاران ۲۰۱۴). روش سنتی کاشت برنج برای کشورهایی با بارندگی‌های زیاد و نیروی انسانی ارزان مناسب است (گاندی ۲۰۱۲). در کشورهایی با شرایط نیمه خشک مانند ایران، برنج‌های هوازی با روش آبیاری تناوبی می‌توانند یک راهکار مناسب باشد. در برنج های هوازی آبیاری باید در ۲۵ روز اول هر ۵ روز یکبار، ۲۵ تا ۵۰ روزگی هر ۵ تا ۷ روز یکبار و در مرحله پر شدن دانه هر ۳ روز یکبار انجام پذیرد.

همچنین گزارش شده است که میزان متان که تحت شرایط هوازی تولید می گردد بسیار ناچیز است و موجب کاهش اثر گلخانه‌ای می‌شود (کاهانی ۲۰۱۷).

تنوع ژنتیکی اساس اصلاح نباتات و از اجزای مهم پایداری نظام‌های بیولوژیکی می‌باشد. آگاهی از میزان تنوع در میان ژنوتیپ‌های گیاهان زراعی و از جمله برنج، اولین گام در اصلاح صفات مهم زراعی است (کاهانی و هیتالمانی ۲۰۱۵). منابع ژنتیکی نقش مهمی در افزایش پتانسیل عملکرد برنج دارند و کاهش تنوع ژنتیکی باعث بروز مشکلات فروان در یافتن ژن‌های جدید برای بهبود عملکرد کمی و کیفی و مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده می‌شود (چنگ و همکاران ۲۰۱۲). مطالعات ژنتیکی باعث تعیین نحوه کنترل ژنتیکی صفات، سهم ژنتیک در تنوع مشاهده شده و نوع ارتباط بین صفات می‌شود که به نوبه خود در انتخاب روش اصلاحی موثر است. بررسی تنوع ژنتیکی ۳۰ توده محلی برنج کشور هندوستان نشان داد که صفاتی مانند تعداد انشعاب فرعی و تعداد دانه پردر خوشه نقش به سزایی در تنوع مربوط به عملکرد گیاه داشتند (سینها و همکاران ۱۹۹۱). سروش و همکاران با مطالعه تنوع ژنتیکی و فنوتیپی ۳۶ لاین و رقم برنج، اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها برای عملکرد دانه و اجزای آن را بیان نمودند که بیشترین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی مربوط به تعداد دانه در خوشه بود.

پیشرفت‌ژنتیکی نشان دهنده مقدار بهبود عملکرد مورد انتظار می باشد که از برنامه‌های اصلاح ژنتیکی بدست می‌آید (فالکونر و مکی ۱۹۹۶) و مقادیر متوسط و بالا آن برای گزینش ژنوتیپ‌ها مطلوب کمک قابل توجه‌ای می نماید (آنباندان و همکاران ۲۰۰۹). کبریایی و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه تجزیه همبستگی عملکرد دانه بیان نمودند که این صفت بیشترین ضریب همبستگی را با تعداد پنجه در بوته (۰/۶۹۹) و عملکرد تک خوشه (۰/۵۴۴) و تعداد دانه پر در خوشه (۰/۴۵۴) داشت. همچنین آقازاده و همکاران (۱۳۸۶) تعداد ۵۶ ژنوتیپ شامل ارقام و لاین‌های برنج بومی و خارجی را در مزرعه آزمایشی معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) کشت و۱۵ صفت زراعی را اندازه‌گیری کردند. در بین صفات ارزیابی شده، عملکرد با صفات وزن صد دانه، طول بذر و نسبت طول به عرض همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت، اما همبستگی صفات عرض بذر و قطر ساقه با عملکرد منفی و معنی‌دار بود. استفاده از روش رگرسیونی چندمتغیره، ارزش و اهمیت صفت وزن صد دانه را به عنوان معیار مناسب برای گزینش ارقام و لاین‌های با عملکرد بالا مشخص ساخت. در یک نگاه کلی، تحقیقات صورت پذیرفته در این زمینه نشان می‌دهد که تنوع ژنتیکی بالایی برای صفات مختلف در برنج مشاهده می‌گردد و این امر افزایش ژنوتیپ‌های برتر به منظور افزایش عملکرد برنج و بهبود سایر صفات موجود را ممکن می‌سازد (کاهانی و همکاران ۲۰۱۶). چمگاوی و همکاران (۱۳۹۴) ارزیابی تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و بررسی روابط بین صفات در پنج ژنوتیپ برنج منتخب و یک شاهد را مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان نمودند که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای صفات تعداد روز تا ظهور خوشه‌ها و رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه و عملکرد دانه در واحد سطح، بسیار معنی دار بود. نتایج آنها نشان داد که برای کلیه صفات ضرایب تنوع فنوتیپی بیشتر از ژنتیکی بود. ارتفاع بوته بیشترین و تعداد ساقه‌ی نابارور در بوته کمترین وراثت پذیری عمومی را داشت. عملکرد دانه نیز از وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی برخوردار بود. همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی عملکرد با صفات تعداد ساقه بارور در بوته و وزن دانه مثبت و بسیار معنی‌دار و با دیگر صفات به جز تعداد دانه پرشده در خوشه، منفی و معنی دار بود. بخشی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) مقایسه لاین های امیدبخش با ارقام رایج را در یازده صفت

زراعی شامل عملکرد دانه و اجزاء آن و خصوصیات مورفولوژیکی بوته و دانه اندازه‌گیری نمودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود دارد که دلالت بر وجود تنوع‌ژنتیکی می نماید. همچنین در این بررسی عملکرد دانه همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، وزن خوشه، تعداد دانه پر و مساحت برگ پرچم مشاهده گردید. آنها بیان کردند که لاین شماره دو نسبت به رقم شیرودی برای صفات مساحت برگ پرچم، تعداد دانه پر، وزن خوشه و طول خوشه دارای برتری بود. هدف از این مطالعه نحوه ارتباط صفات مختلف با یکدیگر و عملکرد در تلاقی-های بین لاین‌های هوازی و بومی و شناسایی خصوصیات مهم زراعی و مورفولوژیکی برای بهره‌گیری از آنها در انتخاب ژنوتیپ‌ها و تلاقی‌های برتر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، انجام شد. در سال اول، تلاقی‌های دای‌الل یک‌طرفه بین چهار رقم طارم محلی، طارم هاشمی، OYC21 وPAUSHC انجام و بذور شش ژنوتیپ F_1 حاصل برداشت گردید. در سال دوم، چهار رقم والدی و شش ژنوتیپ F_1 حاصل از تلاقی دای‌آلل یک‌طرفه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در مزرعه کشت شدند. بذور والدین و نتاج F_1 در اوایل فروردین جهت تهیه نشاء در ظروف نشاء بذرپاشی و بعد از گذشت ۲۵ روز به مزرعه اصلی منتقل گردیدند. فاصله بین بوته‌ها ۲۵×۲۵ سانتی‌متربود و کاشت به صورت دستی و تک بوته انجام شد. در طول فصل رشد عملیات زراعی، کوددهی، مبارزه با علف‌های هرز و مبارزه با آفات مطابق توصیه‌های کارشناسی صورت پذیرفت. صفات مورد بررسی عبارتند بودند از: تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز از گلدهی تا برداشت، تعداد روز تا برداشت، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول خوشه (سانتی‌متر)، طول دانه (میلی‌متر)، عرض دانه (میلی‌متر)، تعداد پنجه، وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، وزن خشک ساقه (گرم) و عملکرد (گرم در بوته). برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر، تعداد ۵ بوته تصادفی از هر واحد آزمایشی با درنظر گرفتنیک حاشیه بر اساس استاندارد ارزیابی برنج (ایری ۲۰۱۳) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

ضرایب تنوع فنوتیپی(PCV) و تنوع ژنوتیپی (GCV)، وراثت پذیری عمومی (h^2)، ضریب تغییر و پیشرفت ژنتیکی(GA) (جانسون و همکاران؛ ۱۹۵۵) و ضرایب همبستگی بین صفات با استفاده از نرم افزار SPSS 24.0 تعیین گردید. فرمول‌های مورد استفاده به شرح ذیل بودند:

$$PCV\ (\%) = \frac{\sigma_p^2}{\bar{X}} \times ۱۰۰$$

$$GCV\ (\%) = \frac{\sigma_g^2}{\bar{X}} \times ۱۰۰$$

$$h^2_{(bs)} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times ۱۰۰$$

$$GA = K\, h^2 \sigma_p$$

$$GAM = \frac{GA}{\bar{X}} \times ۱۰۰$$

نتایج

ضریب تنوع فنوتیپی ، ضریب تنوع ژنوتیپی ، وراثت پذیری عمومی و پیشرفت‌ژنتیکی برای کلیه صفات در جمعیت F_2 در جدول شماره ۱ ارائه شده‌اند.

صفت	PCV	GCV	h^2	GA	Mean GA %
تعداد روز تا گلدهی	۷/۴۴	۷/۴۲	۹۶/۰۲	۹/۷۰	۹/۸۷
تعداد روز از گلدهی تا برداشت	۱۵/۰۲	۱۴/۳۱	۸۸/۰۲	۸/۶۲	۲۲/۶۷
تعداد روز تا برداشت	۱۱/۰۲	۱۰/۹۹	۹۶/۲۵	۱۷/۰۱	۱۵/۳۳
ارتفاع بوته (cm)	۱۷/۹۸	۱۷/۰۲	۹۷/۳۱	۲۱/۹۰	۳۱/۴۹
تعداد پنجه	۲۳/۸۰	۲۲/۰۱	۹۴/۱۴	۶/۱۷	۴۴/۲۶
وزن ۱۰۰ دانه (g)	۳۱/۰۱	۲۸/۱۲	۹۹/۰۱	۱۶/۱۹	۵۴/۱۸
طول دانه (mm)	۱۸/۱۲	۱۶/۴۳	۷۳/۷۵	۰/۲۷	۲۰/۰۹
عرض دانه (mm)	۶/۹۸	۶/۰۱	۷۰/۴۰	۰/۲۸	۴/۰۲
طول خوشه (cm)	۱۶/۲۱	۱۵/۷۸	۹۳/۹۹	۴/۸۸	۲۷/۶۷
وزن خشک ساقه (g)	۳۲/۲۱	۱۶/۰۱	۴۰/۶۰	۱/۸۲	۱۶/۹۰
عملکرد (g/plant)	۳۹/۱۸	۳۴/۹۰	۴۸/۱۵	۱۶	۶۸/۰۹

PCV ضریب تنوع‌فنوتیپی **GCV** ضریب تنوع‌ژنتیکی **h^2** قابلیت وراثت‌پذیری **GA** پیشرفت‌ژنتیکی **Mean GA %** درصد متوسط پیشرفت‌ژنتیکی

مطابق انتظار، ضرایب تنوع فنوتیپی در همه صفات بیشتر از ضرایب تنوع ژنوتیپی بود. صفت عملکرد بالاترین میزان PCV و GCV را در بین صفات به ترتیب ۳۹/۱۸ و ۳۴/۹۰ درصد نشان داد. پائین‌ترین میزان ضریب تنوع فنوتیپی و ضریب تنوع ژنوتیپی در عرض دانه به مقدار ۶/۹۸ و ۶/۰۱ درصد مشاهده گردید. توهینا خاتون (۲۰۱۵) در یک تحقیق بر روی ارقام برنج نتایجی مشابه ارائه داد و بیان کرد ضریب تنوع فنوتیپی در کلیه صفات برتر از ضریب تنوع ژنوتیپی است. بالاتر بودن تنوع فنوتیپی به دلیل تاثیرپذیری فنوتیپ از هر دو نوع تنوع محیطی و تنوع ژنتیکی می‌باشد، در حالی که تنوع ژنوتیپی تنها متاثر از تنوع ژنتیکی است (فالکونر و مک‌کی ۱۹۹۶). برآورد وراثت‌پذیری برای کلیه صفات، به غیر از وزن خشک ساقه و عملکرد، اعداد بالایی را نشان داد که می‌تواند نشان از کنترل ژنتیکی بالای این صفات داشته باشد. اصلاح صفاتی که وراثت‌پذیری بالایی داشته باشند معمولا به صورت گزینش مستقیم برای مقادیر مطلوب آن صفت‌ها انجام می‌شود، در حالی که برای صفاتی که وراثت‌پذیری پایینی دارند گزینش به صورت غیرمستقیم و بر اساس گزینش صفات همبسته و یا به کمک گزینش QTLها انجام می‌شود (فالکونر و مک‌کی ۱۹۹۶، لینچ و والش ۱۹۹۸). ونیتا (۲۰۱۵) پائین‌ترین و

بالاترین قابلیت وراثت‌پذیری را به ترتیب در صفات خروج خوشه از ساقه با ۱۹/۶۷ درصد و عرض برگ با ۹۹/۹۵ درصد گزارش نمودند.

حداقل و حداکثر مقدار پیشرفت‌ژنتیکی در تحقیق حاضر در طول دانه با ۰/۲۷ و ارتفاع بوته ۲۱/۹۰ مشاهده گردید. بررسی اجمالی بین متغیرها نشان داد که صفات وزن ۱۰۰ دانه (۹۹/۰۱) و ارتفاع بوته (۹۷/۳۱) دارای وراثت پذیری بالا و پیشرفت‌ژنتیکی متوسط بودند. بیشترین پیشرفت‌ژنتیکی در ارتفاع بوته دیده شد که نشان می دهد این صفت با تعداد کمی ژن با اثرات بزرگ کنترل می‌شود. بالا بودن مقدار وراثت‌پذیری نشان‌دهنده آن است که انتخاب بر اساس فنوتیپ قابل اعتماد و موثر خواهد بود، زیرا با پایین بودن تاثیر محیط در تظاهر صفت، فنوتیپ نماینده‌ی خوبی از ژنوتیپ خواهد بود (اگانبایو و همکاران ۲۰۱۴). وراثت پذیری بالا به همراه پیشرفت‌ژنتیکی متوسط و بالا نشان دهنده این است که این صفات توسط ژن های افزایشی کنترل می شوند و می توان آنها را در برنامه های اصلاحی از طریق گزینش بهبود داد. سل واراجی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که ضریب تغییرات ژنتیکی بالا در کنار وراثت پذیری بالا و پیشرفت‌ژنتیکی متوسط و بالا دیدگاه روشن تری برای گزینش ژنوتیپ‌ها در جمعیت های انبوه ارائه می کند. این نتایج توسط ساین و ساین (۲۰۰۵)، آنباندان و همکاران (۲۰۰۹) و (ابراهیم و حسین ۲۰۰۶) نیز گزارش شده است.

مطالعات مربوط به ضریب همبستگی (جدول ۲) نشان داد که عملکرد دانه در بوته با تعداد پنجه، طول دانه و وزن خشک ساقه رابطه مثبت داشت. این امر نشان دهنده آن است که انتخاب برای بهبود عملکرد برنج از طریق گزینش برای مقادیر بالاتراین صفات می‌تواند موثر باشد. از طرف دیگر، عملکرد دانه با صفات تعداد روز تا گلدهی،تعداد روز از گلدهی تا برداشت، تعداد روز تا برداشت، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عرض دانه و عرض برگ تفاوت معنی‌داری را نشان داد. چاکرابورتی و چاتورودی (۲۰۱۴) نتایج مشابهی را برای تعداد روز تا گلدهی منتشر نمودند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از بنیاد ملی نخبگان، امور بین‌الملل و مرکز تعاملات بین‌المللی معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری، دفتر ارتباطات علمی و همکاری‌های بین‌المللی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات برنج کشور – معاونت مازندران کمال تشکر را دارم.

جدول شماره ۲: ضریب همبستگی فنوتیپی برای صفات مختلف در نسل F_2

صفات	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز بین گلدهی و برداشت	تعداد روز تا برداشت	ارتفاع بوته (cm)	تعداد پنجه	وزن ۱۰۰ دانه (g)	طول بذر (mm)	عرض بذر (mm)	طول خوشه (cm)	وزن خشک ساقه (g)	عملکرد (g)
تعداد روز تا گلدهی	۱										
تعداد روز بین گلدهی و برداشت	۰/۱۸**	۱									
تعداد روز تا برداشت	۰/۸۹**	۰/۶۵**	۱								
ارتفاع بوته	۰/۲۳**	۰/۴۴**	۰/۳۹**	۱							
تعداد پنجه	۰/۱۵**	-۰/۵۹**	-۰/۱۷**	-۰/۶۹**	۱						
وزن ۱۰۰ دانه (g)	۰/۲۶**	۰/۱۹**	۰/۲۹**	۰/۳۹**	-۰/۳۳**	۱					
طول بذر (mm)	-۰/۱۲**	-۰/۵۷**	-۰/۳۹**	-۰/۳۱**	۰/۶۱**	-۰/۲۱**	۱				
عرض بذر (mm)	۰/۴۶**	۰/۰۰	۰/۳۵**	۰/۵۷**	-۰/۱۳**	۰/۰۱	-۰/۰۶	۱			
طول خوشه (cm)	-۰/۲۳**	۰/۲۸**	-۰/۰۲	-۰/۱۰	-۰/۰۲	۰/۳۷**	۰/۰۰	-۰/۱۴**	۱		
وزن خشک ساقه (g)	-۰/۴۹**	-۰/۲۰**	-۰/۴۷**	-۰/۴۳**	۰/۳۳**	-۰/۳۴**	۰/۲۲**	-۰/۲۰**	-۰/۱۰	۱	
عملکرد (g)	-۰/۳۸**	-۰/۸۴**	-۰/۷۳**	-۰/۶۴**	۰/۶۸**	-۰/۱۷**	۰/۵۶**	-۰/۲۱**	-۰/۰۲	۰/۶۰**	۱

معنی دار در سطح ۰/۰۱ **

معنی دار در سطح ۰/۰۵ *

منابع

آقازاده،ر. ، نعمت زاده،ق. ع.و بابائیان جلودار، ن.(۱۳۸۶). بررسی تنوع ژنتیکی ارقام و لاین های‌برنج (*Oryza sativa* L.) با استفاده از صفات کمی. مجله دانش نوین کشاورزی. ۳(۴): ۱-۱۲.

لطفی چمگاوی، ل. ، صالحی، ف.، باقری فرادنبه، ح. ر. (۱۳۹۴). بررسی تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و ارزیابی روابط صفات زراعی در لاین های برنج متحمل به سرما. پژوهش‌های کاربردی زراعی (پژوهش و سازندگی). ۲۸(۱۰۷): ۱۵۹-۱۶۶.

رحیم سروش، ح.، مصباح، م.، حسین‌زاده، ع. ه.، بزرگی‌پور، رضا. (۱۳۸۳). بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه خوشه‌ای برای صفات کمی و کیفی برنج. نشریه تحقیقات نهال و بذر. ۲۰(۲): ۱۶۷-۱۸۲

Anbanandan, V., Saravanan, K. and Sabesan, T. (2009). Variability, heritability and genetic advance in rice (*Oryza sativa* L.). Int. J. Plant Sci. 3(2):61-63.

Awan, M.I., Meinke, H., Oort, P.V., Bastiaans, L. (2015). Entry points for eco-efficient aerobic rice production system in Punjab, Pakistan. Proceedings of the 17th ASA Conference, 20- 24 September, Hobart, Australia.

Chakraborty, S. and Chaturvedi, H. P. (2014).Genetic Variability in Upland Rice (*Oryzasativa* L.)Genotypes ofNagaland.Indian Res. J. Genet.and Biotech, 6(2): 374-378.

Cheng, Z., Ying, F., Li, D., Yu, J., Fu, H. and Zhong, Q. (2012). Genetic diversity of wild rice specific in Yunnan province of China. Rice Science, 19(1); 21-28.

Falconer, D. S., and T. F. C. Mackay, 1996 Introduction to Quantitative Genetics, Ed 4. Longmans Green, Harlow, Essex, UK.

Gandhi, Venkatesh.,Rudresh, N.S., Shivamurthy, M. and Hittalmani, S.H. (2012). Performance and adoption of new aerobic rice variety MAS 946-1 (Sharada) in southern Karnataka R. Karnataka J. Agric. Sci. 25(1): 5-8.

Ibharim, M. M. and Hussein, R. M. (2006).Variability, heritability and genetic advance in some genotypes of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*L.). World J. Agric. Sci., 2(3):340-345

Johnson, H. W., Robinson H. F. and Comstock R. E. (1955). Estimation of genetic and environmental variability in soybeans.Agron. J., 47: 314-318.

Kahani, F. and Hittalmani, S. (2015).Genetic analysis and traits association in F2 intervarietal populations in rice under aerobic condition. Rice Res. J., 3:152.

Kahani, F. and Hittalmani, S. (2016). Identification of F2 and F3 segregants of fifteen rice crosses suitable for cultivation under aerobic situation. SABRAO J. Breed. Genet., 48(2): 219-229.

Kahani, F. and Hittalmani, S. (2017). Effect of selection response of segregating population for water use efficiency in inter-varietal rice (Oryza sativa L.) crosses suitable for moisture deficit aerobic planting. Oryza, 53(4), 399-408.

Kebriei, D., Rabiei, B. and Samizadeh, H. (2012).Multivariate analysis for morphological traits, yield and its components in rice modified and native varieties.Iranian Journal of Crop Sciences, 43: 269-279.

Ogunbayo, S. A., Sie, M., Ojo, D. K., Sanni, K. A., Akinwale, M. G., *et al*. (2014). Genetic variation and heritability of yield and related traits in promising rice genotypes (*Oryza sativa* L.). J. Plant breed. Crop. Sci., 6(11):153-159.

Selvaraj, C., I., Nagarajan, P. Thiyagarajan, K. Bharathi, M. and Rabindran, R. (2011). Genetic Parameters of Variability, Correlation and Path coefficient studies for grain yield and other yield Attributes among rice blast disease resistant genotypes of rice (*Oryza Sativa* L.). African Journal of Biotechnology. 10(17): 3322-3334.

Singh, R. K. and Singh, O. (2005). Genetic variation for yield and quality characters in mutants of aromatic rice. Ann. Agric. Res. 26(3): 406- 410.

Sinha, P. K., Chauhan, V. S., Prasad, K. and Chauhan J. S. (1991). Genetic diversity in indigenous upland rice varieties. Indian Journal of genetices. 51: 47.50.
Standard Evaluation System (SES) for Rice (2013). International Rice Research Instittute (IRRI).P.O. Box 933, 1099 Manila, Philippines.
Tuhina-Khatun, Mohamed, M., Hanafi, MohdRafii, Y., Wong, M. Y. et al. (2015). Genetic variation, heritability, and diversity analysis of uplandr (*Oryza sativa* L.) genotypes based on quantitative traits. BioMed Research International, http://dx.doi.org/10.1155/2015/290861,P 1-7.
Vanitha, R. J, UshaKumari, K. A., Robin, S. (2015). Genetic evaluation of rice genotypes for zinc deficiency tolerance and yield traits under aerobic condition in rice.Electronic. J. of Plant Breed, 6(1): 191-195.

Assessment of genetic diversity, heritability, genetic advance and correlation coefficient for quantitative and qualitative traits of aerobic rice

Abstract

Aerobic rice is considered as an effective way to reduce the difficulties caused by the water crisis. Genetic variability studies provide basic information concerning the genetic properties of the population based on which breeding methods could be formulated for further improvement of the crops. The estimates of heritability, coefficients of variability, genetic advance and correlation were computed in F_2 segregating populations of six crosses for 11 characters including drought and yield contributing traits under aerobic condition during *growth season* 2017-18. The estimates of phenotypic and genotypic coefficients of variation (PCV/GCV) were high and moderate for days between flowering and maturity (15.02; 14.31%), number of tillers plant (23.80; 22.01%), 100 grain weight (31.01; 28.12%), panicle length (16.21; 15.78%), straw weight (32.21; 16.01%) and yield (39.18; 34.90%) in different crosses. High heritability coupled with high and moderate genetic advance was observed for most of the plant traits observed. Correlation studies revealed that Grain yield plant^{-1} was positively and significantly correlated with number of panicles, grain length and straw weight. However Grain yield plant^{-1} was negatively significantly correlated with Days to flowering, Days to maturity, Plant Height, Grain width and 100-grain weigh.

Key words: Aerobic rice, Yield, Coefficients of variability, Correlation, water crisis