نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۲۹ - شماره ٤ - پیاپند ۱۱۳ زمستان ۹۵

انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در نسل چهارم موتانت‌های ارقام برنج طارم محلی، حسنی و عنبربو

Selection of Improved Genotypes from M4 Mutants of Local Rice Varieties of Tarom Mahalli, Hasani and Anbarboo

الهیار فلاح*[۱]، لیلا باقری[۲]، علیرضا نبی‌پور[۳]

۱. استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران، (نگارنده مسئول)
۲. پژوهشگر پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده کشاورزی هسته ای، کرج، ایران
۳. استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۰٤/۲۱

چکیده

فلاح، الف. باقری، ل. نبی پور، ع. انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در نسل چهارم موتانت‌های ارقام برنج طارم محلی، حسنی و عنبربو
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره۲۹ - شماره ٤ - پیاپند ۱۱۳ زمستان ۹۵: ۴۲-۳۱

تولید ارقام زراعی مناسب برای کاشت در اراضی شالیزاری، به بررسی ذخایر ژنتیکی و شناسایی مواد گیاهی برتر وابسته است. به‌منظور بررسی صفات زراعی و عملکرد در ۱۳۳ موتانت نسل چهارم حاصل از پرتوتابی سه رقم طارم محلی، حسنی و عنبربو، نشاهای این موتانت‌ها به همراه والدین به‌صورت طرح بلوک‌های حجیم‌شده (آگمنتد) با ٦ بلوک در مزرعه کاشته شدند. برای هر موتانت و شاهد، صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که موتاسیون باعث بروز تنوع معنی‌دار در تمام صفات موردمطالعه شده است. تجزیه خوشه‌ایِ موتانت‌های حاصل از طارم محلی، حسنی و عنبربو، آن‌ها را به ترتیب به ۵، ۳ و ٤ گروه تقسیم‌بندی کرد. بررسی میانگین صفات نشان داد که موتانت‌ها به‌طور میانگین نسبت به شاهدها زودرس‌تر بودند. همچنین، موتانت‌ها، نسبت به شاهد مربوطه بین ۱۰ تا ۳۰ درصد کاهش ارتفاع نشان دادند. هرچند از نظر صفت عملکرد تنوع معنی‌داری بین موتانت‌ها دیده شد، ولی در بیشتر موارد، عملکرد موتانت‌ها مشابه با شاهد بود. افزایش عملکرد موتانت‌های انتخابی نسبت به شاهد بین ۱۰ تا ۲۷ درصد بود. در نتیجه آزمایش اخیر، ۸ لاین با عملکرد بیشتر نسبت به شاهدها و ۱۲ لاین زودرس و پاکوتاه با عملکرد مشابه شاهد برای مطالعات بعدی انتخاب شدند.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، تجزیه خوشه‌ای، اشعه گاما، موتاسیون القایی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: a.fallah@areo.ir

مقدمه

تنوع و انتخاب دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی است و موفقیت یک پروژه اصلاحی منوط به وجود تنوع مطلوب و هدف مشخص می‌باشد (Kiani & Nematzadeh, 2013). موتاسیون با ایجاد تنوع ژنتیکی بیشتر، در بخشی از فرآیند دوقسمتی تکامل که شامل تنوع و انتخاب می‌باشد، نقش دارد و به‌این ترتیب در اصلاح و تکامل گیاهان بسیار حائز اهمیت است (Esfahani & Fotokian, 2003).

پرتوهای یونیزه کننده از جمله اشعه گاما، با اثرات موتاژنی خود، خزانه ژنی متنوع‌تری را در منابع گیاهی ایجاد کرده و به‌عنوان یک ابزار تکمیلی در فرآیندهای اصلاحی به‌کار گرفته می‌شوند (Khialparast, 1991; Bagheri *et al.*, 2014). با وجود بعضی از محدودیت‌ها در اصلاح موتاسیونی، همچنان از القای جهش به میزان قابل‌توجهی در اصلاح گیاهان استفاده می‌شود. مزیت اصلاح موتاسیونی، پتانسیل اصلاح یک یا چند صفت بدون تغییر دیگر قسمت‌های ژنوم می‌باشد (Wani & Anis, 2008).

تولید ارقام برنج مناسب برای کاشت در اراضی شالیزاری با شناسایی و بررسی ذخایر ژنتیکی این گیاه امکان‌پذیر است. برای ارزیابی و به‌کارگیری مواد ژنتیکی گیاهی، ضروری است ماهیت ژنتیکی ژرم‌پلاسم بررسی شود. استفاده از صفات زراعی اولین گام برای ارزیابی مواد ژنتیکی می‌باشد (Bajracharya *et al.*, 2006). البته انتخاب در صورتی دارای کارایی بالایی است که صفت موردنظر توارث‌پذیری ژنتیکی مناسبی داشته و جمعیت مورد بررسی هم به اندازه کافی بزرگ باشد (Falconer and Mackay, 1996).

محققان متعددی با استفاده از صفات مورفولوژیکی مختلف، تنوع ارقام برنج ایرانی را بررسی کرده‌اند (Rahim Soorosh *et al.*, 2005; Behpouri *et al.*, 2006). Oladi et al (2014) با ارزیابی ۱۲۶ لاین F_3 از طریق صفات زراعی نتیجه گرفتند ۲۸ لاین دارای عملکرد بیشتر و معنی‌داری نسبت به رقم شاهد قائم بودند. Kiani & Nematzadeh (2013) ۳۵ لاین برنج خارجی را همراه با دو لاین برنج ایرانی ازنظر ۸ صفت زراعی ارزیابی کردند و بیان داشتند سه مولفه زراعی در مجموع ۶۸ درصد تنوع کل داده‌ها را توجیه کردند، که دراین‌بین، مولفه پر شدن دانه بیشترین تاثیر را داشت.

Babaei et al (2011) در بررسی میزان تنوع ژنتیکی حاصل از موتاسیون اشعه گاما در ژنوتیپ‌های مختلف برنج، گزارش نمودند که در نسل دوم حاصل از موتاسیون، ۸۰ درصد صفات زراعی مورد مطالعه در موتانت‌های رقم نعمت تنوع معنی‌دار داشتند، در مقابل، این مقدار در رقم طارم هاشمی و سنگ طارم به ترتیب ۵۰ و ۱۰ درصد بود. Esfahani & Fotokian (2003) در مطالعه تاثیر پرتو گاما بر برنج دمسیاه، به یک لاین موتانت برخوردند که ۱۵ روز زودرس‌تر از لاین شاهد بود. Majad et al (2003) نیز از طریق القای موتاسیون به‌وسیله پرتودهی گاما، یک لاین

متحمل به خوابیدگی را از رقم موسی طارم معرفی کردند. Kademian & Babaiean Jelo-dar (1999) با پرتودهی رقم طارم محلی در دزهای ۲۵۰ و ۳۵۰ گری و اداره نسل‌ها تا M_5، به یک لاین موتانت زودرس، پاکوتاه و کیفی دست یافتند.

ارقام محلی برنج در ایران که شامل نام‌های مشهوری همچون طارم، هاشمی، دمسیاه و ... می‌باشند، به دلیل داشتن عطروطعم خاص خود، بازارپسندی مطلوبی داشته و علیرغم پایین بودن عملکردشان نسبت به ارقام پرمحصول، از اقبال قابل‌توجهی نزد کشاورزان و مصرف‌کنندگان ایرانی برخوردارند. با توجه به استقبال قابل‌توجه از این ارقام، یکی از موثرترین راهکارها برای بهبود عملکرد در مزارع برنج کشور را باید در اصلاح عملکرد و رفع ضعف‌های عمده ارقام محلی بدون افت کیفیت آن‌ها جستجو کرد. معمولا، موتاسیون باعث بروز تغییر در تعداد اندکی از صفات گیاه برنج می‌شود، درنتیجه می‌تواند راهکار مناسبی برای اصلاح ارقام بومی برنج باشد. هدف این آزمایش، استفاده از موتاسیون برای بهبود عملکرد و ساختار بوته ارقام محلی برنج بدون کاهش کیفیت آن‌ها، از طریق انتخاب لاین‌های برتر برنج در بین موتانت‌های نسل چهارم ارقام برنج محلی مازندران با مقایسه صفات زراعی در مزرعه بود.

مواد و روش

برای دستیابی به لاین‌های مناسب برای اراضی شالیزاری، ابتدا بذور ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو توسط دستگاه گاما سل با دزهای ۳۵۰، ۳۰۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۰۰ گری در سال ۱۳۸۹ در پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای کرج، پرتوتابی شدند. با آزمایش جوانه‌زنی و اندازه‌گیری صفات رشدی و درصد بقای بذر، دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گری به‌عنوان دز مناسب انتخاب شد. انتخاب لاین‌ها در نسل دوم موتانت (M_2) ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو بر اساس زودرسی، تیپ خوشه و ارتفاع بوته، عملکرد کپه و تحمل نسبی به آفات و بیماری‌ها صورت گرفت. در ۲۰ فروردین ۹۳، بذور حاصل از موتانت‌های منتخب نسل سوم ارقام طارم محلی (۶۶ ژنوتیپ)، حسنی (۳۸ ژنوتیپ) و عنبربو (۲۹ ژنوتیپ)، به‌صورت تک‌خوشه در خزانه ایستگاهی معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل) کاشته شدند. بذر ارقام شاهد طارم محلی، حسنی و عنبربو نیز در سطحی معادل ۲ مترمربع بذرپاشی شد. مراقبت از خزانه به مدت یک ماه صورت گرفت. زمین اصلی در نیمه اول اردیبهشت شخم زده و سپس با آبیاری و شخم دوم و سوم عمود برهم مزرعه گل‌آب شد. عملیات تسطیح زمین توسط ماله چوبی انجام گرفت. طرح آزمایشی به‌صورت بلوک‌های حجیم‌شده (آگمنتد)[1] با ۶ بلوک اجرا شد که سه رقم شاهد (طارم محلی، حسنی و عنبربو) در هر بلوک به‌صورت تصادفی قرار گرفتند. هرکدام از موتانت‌های نسل چهارم نیز فقط یک‌بار در بلوک‌ها واقع شدند.

1 - Augmented design

نشاکاری در تاریخ ۹۳/۲/۲۱ انجام گرفت. هر ژنوتیپ به‌صورت تک بوته و با فاصله کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و در سطحی معادل یک مترمربع نشاکاری شد. فاصله بین بلوک‌ها ۷۵ سانتی‌متر بود. سه نوع کود سولفات آمونیوم، کلرور پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به میزان یک کیلوگرم بر اساس مقدار توصیه‌شده، در دو نوبت، ۲۰ و ۴۰ روز بعد از نشاکاری داده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز دو بار وجین دستی انجام شد. سم‌پاشی فقط یک‌بار علیه بلاست و کرم ساقه‌خوار در حدود مرحله ۵۰٪ گلدهی مزرعه انجام شد.

صفات ارتفاع بوته و تعداد پنجه بارور در مرحله گلدهی اندازه‌گیری شدند.

صفات مورداندازه‌گیری شامل تاریخ ۵۰٪ گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه‌های پر، پوک و کل در خوشه بودند. تعداد دانه پر، پوک و کل در خوشه بر اساس ده بوته تصادفی از هر کرت و عملکرد با برداشت یک مترمربع و تبدیل به هکتار با رطوبت ۱۴ درصد، اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌وتحلیل‌های آماری برای تیمارهای شاهد بر اساس مدل طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین به روش حداقل اختلاف معنی‌دار انجام گردید ($LSD_{5\%}$). برای مقایسه میانگین لاین‌های موتانت، برآورد انحراف معیار با کمک رابطه $Sd=\sqrt{MSE(2c+1)/c}$ انجام شد که در آن MSE میانگین مربعات

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات زراعی ارقام عنبربو، حسنی و طارم محلی

Table 1. Analysis of variance for agronomical traits of Anbarboo, Hassani and TaromMahalli cultivars

تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	عملکرد	ارتفاع بوته	تعداد خوشه	طول خوشه	تعداد دانه پر	تعداد دانه پوک	تعداد کل دانه	منابع تغییرات	درجه آزادی
Days to 50% flowering	yield	Plant height	Number of panicles	Panicle length	Number of filled grains	Number of unfilled grains	Total number of grains	S.O.V	df
1.85 ns	882710.6 ns	28.67 ns	1.50 ns	1.036 ns	59.36 ns	0.18 ns	69.08 ns	Replication	5
336.98 **	1392014.9 ns	1086.11 **	27.14 **	59.19 **	2024.93 **	1.71 *	2748.77 **	Treatment	2
2.12	569354.2	24.64	3.49	2.01	148.26	0.28	135.02	Error	10
2.09	10.33	5.35	15.46	4.82	11.97	19.99	10.63	C.V.	

ns عدم معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

Ns, * and **: non-significant, and significant at α=0.05 and α=0.01, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات زراعی ارقام عنبربو، حسنی و طارم محلی

Table 1. Comparison of means for agronomical traits of Anbarboo, Hassani and TaromMahalli cultivars

تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد خوشه در کپه	طول خوشه (سانتی‌متر)	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد کل دانه در خوشه	صفات رقم
Days to 50% flowering	Yield (kg/ha)	Plant height (cm)	Number of panicles	Panicle length (cm)	Number of filled grains	Number of unfilled grains	Total number of grains	Cultivar
108.2 a	7530.6 a	157.1 a	14.2 a	32.9 a	117.9 a	10.8 a	128.7 a	Anbarboo
95.97 b	6751 a	132.4 b	9.9 b	28.5 b	81.8 b	4.5 b	86.2 c	Hassani
94.58 b	7630.9 a	154.1 a	12.2 ab	26.8 b	105.6 a	7.2 ab	112.7 b	TaromMahalli

* اعداد هر ستون دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ با روش دانکن معنی‌دار نمی‌باشد

* In each column, means that share a similar letter are not statistically different

خطای آزمایش برای ارقام شاهد برای هر صفت و C تعداد شاهد است. به‌منظور گروه‌بندی موتانت‌های نسل چهارم حاصل از هر شاهد، تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات اندازه‌گیری شده به روش وارد (Ward) و با نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس مربوط به ارقام شاهد (جدول ۱) نشان داد که اثر ژنوتیپ برای همه صفات به‌غیر از عملکرد معنی‌دار بود. در مقابل، اثر بلوک برای هیچ‌یک از صفات مورد ارزیابی معنی‌دار نشده و درنتیجه داده‌ها نیاز به تصحیح نداشتند. مقایسه میانگین ارقام شاهد (جدول ۲)، نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر و تعداد دانه کل در خوشه رقم حسنی کمتر از رقم طارم محلی و عنبربو بود. تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی رقم حسنی و طارم محلی مشابه (۹۵ روز)، ولی در رقم عنبربو بیشتر بود (۱۰۸ روز). میزان عملکرد ارقام بومی طارم محلی، حسنی و عنبربو؛ از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نسبت به هم نداشتند (جدول ۲).

تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی: مقایسه میانگین‌های این صفت موردمطالعه برای موتانت‌های نسل چهارم (M4) نشان داد که در بین ۶۶ موتانت طارم محلی، ۴۹ موتانت زودرس‌تر از شاهد خود (۹۵ روز) بودند. در بین موتانت‌ها، دو موتانت تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی آن‌ها، ۸۴ روز بود. تمامی ۳۸ موتانت رقم حسنی نسبت به شاهد (۹۶ روز) زودرس‌تر بودند. فقط یک موتانت حاصل از رقم حسنی تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی آن، معادل ۸۰ روز بود. تمامی ۲۹ موتانت عنبربو نیز نسبت به شاهد (۱۰۸ روز) زودرس‌تر بودند. پنج موتانت رقم عنبربو ۲۴ روز از والد خود زودرس‌تر بوده و دارای ۸۴ روز تا مرحله ۵۰٪ گلدهی بودند. (Esfahani & Fotokian, 2003) در مطالعه تاثیر اشعه گاما بر برنج دمسیاه، لاین موتانتی ایجاد کردند که ۱۵ روز زودرس‌تر از شاهد بود. داشتن لاین‌های زودرس، علاوه بر کاهش دوره رشد و مصرف آب آبیاری، امکان کشت مجدد برنج در یک سال زراعی را در شمال کشور میسر می‌نماید.

ارتفاع بوته: تعداد ۱۸ موتانت طارم محلی به‌طور معنی‌داری کوتاه‌تر از خود طارم محلی بودند. ارتفاع بوته این موتانت‌ها بین ۱۳۵-۱۲۷ سانتی‌متر بود درحالی‌که متوسط ارتفاع بوته شاهد طارم محلی به ۱۵۴ سانتی‌متر می‌رسید. در بین موتانت‌های حسنی، چهار موتانت به‌طور معنی‌داری ارتفاع بوته کم‌تری از شاهد حسنی (۱۳۲ سانتی‌متر) داشتند. کم‌ترین ارتفاع بوته در موتانت شماره ۲۳۱۷ با مقدار ۹۶/۲۵ سانتی‌متر دیده شد. در بین موتانت‌های عنبربو ۱۷ موتانت به‌طور معنی‌دار ارتفاع بوته کمتری نسبت به شاهد عنبربو (۱۵۷ سانتی‌متر) داشتند. کم‌ترین ارتفاع بوته در موتانت شماره ۳۲۲۷ با مقدار ۱۰۲/۲۵ سانتی‌متر بود (جدول ۳).

به نظر می‌رسد که جهش القایی از پتانسیل بالایی در تولید لاین‌های پاکوتاه در برنج برخوردار باشد (Ahmadikhah *et al.*, 2014). Babaei et al (2001) نتیجه گرفتند که

کاهش ارتفاع بوته سنگ طارم در تیمارهای مختلف گاما نسبت به شاهد معنی‌دار بود. Torang (2011) دو لاین برتر موتانت برنج حاصل از رقم دمسیاه را با رقم دمسیاه محلی مقایسه نمود و نتیجه گرفت که این دو لاین ازنظر ارتفاع بوته نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری را نشان دادند. (Kademian & Babaiean Jelodar, 1999) با پرتوتابی طارم محلی در دزهای ۲۵۰ و ۳۵۰ گری و اداره نسل‌ها تا M5 به لاین‌های موتانت زودرس، پاکوتاه و کیفی رسیدند. داشتن ارتفاع بوته کمتر در مقایسه با ارقام بومی، علاوه بر کاهش احتمال ورس یا خوابیدگی ساقه برنج، میزان سرعت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه را بهبود می‌بخشد.

عملکرد و صفات موثر در عملکرد: در بین موتانت‌های طارم محلی و حسنی، دو موتانت بیشترین تعداد پنجه بارور را دارا بودند (۱٪=α) ولی در موتانت‌های عنبربو تنوع این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). ازنظر طول خوشه فقط یک موتانت طارم محلی تفاوت معنی‌داری با سایر موتانت‌ها داشت، ولی این صفت برای موتانت‌های حسنی و عنبربو دارای تنوع معنی‌دار نبود. صفت تعداد دانه پر در موتانت‌های طارم محلی و حسنی نسبت به شاهد بهبود معنی‌دار نداشت ولی در عنبربو یک موتانت با داشتن ۱۶۳ دانه پر در خوشه نسبت به شاهد برتری معنی‌دار داشت (جدول ۳).

در بین موتانت‌های طارم محلی ۹ موتانت دارای تعداد دانه پوک در خوشه بیشتری از شاهد و ۲۱ موتانت دارای دانه پوک کمتری از شاهد بوده و بقیه مشابه شاهد بودند. در بین موتانت‌های حسنی هیچ موتانتی تعداد دانه پوک کمتر از شاهد حسنی نداشت ولی در عنبربو تعداد ۱۱ موتانت دارای دانه پوک کمتر از شاهد عنبربو بودند (جدول ۳). یک موتانت عنبربو با دارا بودن ۱۷۳ دانه در خوشه نسبت به بقیه موتانت‌ها و شاهد برتری معنی‌داری نشان داد، ولی در طارم محلی و حسنی موتانت‌ها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳).

ازنظر میزان عملکرد، اختلاف عملکرد هیچ‌کدام از موتانت‌ها با ارقام شاهد معنی‌دار نشد. ولی جهت مقایسه در بین موتانت‌های حاصل از طارم محلی، نتایج نشان داد که ۵ تا از موتانت‌های حاصل از طارم محلی بین ۱۲-۱۰ درصد و دو تا از موتانت‌ها، ۲۲ درصد نسبت به رقم شاهد طارم محلی، عملکرد بالاتری داشتند. متوسط عملکرد شاهد طارم محلی ۷۶۳۰ کیلوگرم در هکتار بود. در بین موتانت‌های حسنی، شماره‌های ۲۳۱ و ۲۳۱۳ به ترتیب ۱۷ و ۱۱ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد حسنی داشتند. متوسط عملکرد شاهد حسنی ۶۷۵۱ کیلوگرم در هکتار بود. در بین موتانت‌های حاصل از عنبربو، همه موتانت حدود ۱۴ درصد ولی یکی از موتانت‌ها حدود ۲۷٪ نسبت به رقم شاهد عنبربو، عملکرد بیشتر داشتند. متوسط عملکرد شاهد عنبربو ۷۵۳۰/۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳).

Oladi et al (2014) گزارش کردند که

حداقل افزایش عملکرد لاین‌های انتخابی آن‌ها نسبت به شاهد ۲۵ درصد و معنی‌دار بوده است. بیشتر این افزایش عملکرد از طریق افزایش تعداد خوشه و بالا رفتن تعداد دانه پر صورت گرفت (Oladi *et al.*, 2014; Ahmadikhah *et al.*, 2014). این نتایج با یافته این تحقیق مطابقت دارد، زیرا لاین‌های دارای عملکرد بالاتر نسبت به شاهد، از تعداد دانه در خوشه و تعداد دانه پر بالاتری برخوردار بوده‌اند (جدول ۳). Torang (2011) گزارش کرد که دو لاین موتانت پاکوتاه وی ازنظر صفات زمان رسیدن کامل، تعداد پنجه بارور، خصوصیات کیفی و عملکرد دانه، همانند دمسیاه محلی بودند. Wani & Anis (2008) با کاربرد اشعه گاما در نخود به سه لاین موتانت با عملکرد بالا از طریق افزایش صفات مورفولوژیکی نظیر اندازه و تعداد دانه، برگچه، گل‌ها و غلاف دست یافتند. محققین با بررسی صفات مورفولوژیک در دو جمعیت نسل سوم برنج اشاره کردند که انتخاب بر اساس تعداد دانه پر در خوشه، طول خوشه و تعداد خوشه در کپه اثر بالایی در بهبود عملکرد در برنامه‌های اصلاحی برنج دارد (Eidi Kohnaki *et al.*, 2013).

تجزیه خوشه‌ای: تجزیه خوشه‌ای موتانت‌های حاصل از عنبربو (۲۹ موتانت همراه با شاهد) را به ۴ گروه یا خوشه تقسیم کرد (شکل ۱). گروه اول شامل ۱۱ موتانت بود. گروه دوم ۵ موتانت همراه با شاهد عنبربو را در خود داشت و گروه سوم دارای ۱۰ موتانت بود. گروه چهارم تنها شامل موتانت شماره ۳۲۲ بود که کمترین عملکرد را داشت (۲۹۶۹ کیلوگرم در هکتار).

نتایج تجزیه خوشه‌ای موتانت‌های حاصل از حسنی (۳۸ موتانت همراه با شاهد) تعداد ۳ گروه یا خوشه را نشان داد (شکل ۲). خوشه اول ۲۱ لاین همراه با شاهد رقم حسنی است. ۱۳ لاین با موتانت نسل چهارم حسنی در گروه دوم قرار دارند. خوشه سوم شامل ۸ موتانت بوده و لاین شماره ۲۳۱۲ جزو آخرین لاین در تجزیه کلاستر بود و با عملکرد ۷۱۲۱ کیلوگرم در هکتار و ۸۷ روز تا ۵۰٪ گلدهی جز لاین انتخابی بود (شکل ۲).

تجزیه خوشه‌ای موتانت‌های حاصل از طارم محلی (۶۶ موتانت همراه با شاهد) را به ۵ خوشه یا گروه تقسیم کرد (شکل ۳). رقم شاهد طارم محلی به همراه ۱۳ لاین در گروه سوم قرار گرفت. گروه چهارم با ۴ لاین شماره ۱۱۱۴، ۱۲۱۸، ۱۱۲۰، ۱۲۱۲ بیشترین عملکرد را داشتند. لاین ۱۳۲۰ در گروه پنجم ازنظر ژنتیکی با سایر لاین‌ها فرق دارد. نتایج گروه‌بندی با تجزیه کلاستر نشان داد لاین‌های انتخابی ما تا حدودی با خوشه‌بندی هم‌خوانی دارد. (Oladi *et al.*, 2014) نیز با تجزیه کلاستر ۲۸ لاین گزینش‌شده، آن‌ها را به هفت گروه تقسیم‌بندی کردند و گروه چهارم و پنجم را خوشه برتر انتخاب کردند. (Kiani & Nematzadeh, 2013) نیز ۳۸ ژنوتیپ برنج را تجزیه کلاستر کرده و ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار دادند. همچنین (Zeinalinejad *et al.*, 2003)، 100 ژنوتیپ برنج را بر اساس صفات مورفولوژیک با

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات ارزیابی‌شده برخی از موتانت‌های نسل چهارم حاصل از طارم محلی، حسنی و عنبربو

Table 1. Comparison of means for agronomical traits of Anbarboo, Hassani and TaromMahalli mutants

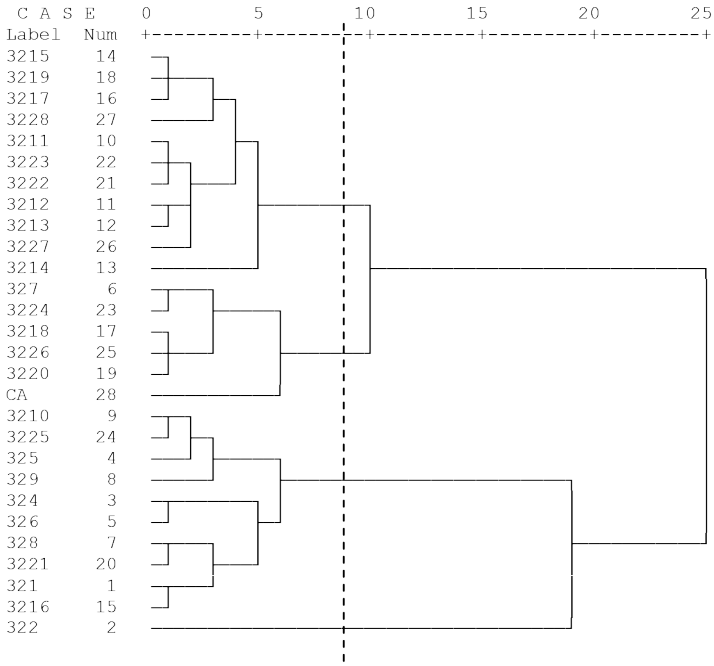
شماره ردیف	موتانت‌های نسل چهارم	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد خوشه در کپه	طول خوشه (سانتی‌متر)	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد کل دانه در خوشه	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)**
	M_4 mutant	Days to 50% flowering	Plant height (cm)	Number of panicles	Panicle length (cm)	Number of filled grains	Number of unfilled grains	Total number of grains	Yield (kg/ha)
1	112	88 e	143.00c	13.25 c	26.5c	126.6 c	7.0 c	133.6c	7445.7 c
2	113	88e	148.00c	12.00c	26c	135.4 c	4.8 e	140.2 c	6992.7 c
3	115	89d	143.25 c	12.75 c	27.57c	104.6 c	5.6 e	110.2c	8670.0c
4	1120	92 c	131.50 d	14.50 c	25.9c	117.2 c	4.8 e	122.0 c	9697.4 c
5	122	84 e	133.25 d	12.00c	24c	134.2c	5.6 c	139.8c	6598.0c
6	123	84e	141.3 c	14.25 c	23c	91.6 c	5.2 d	96.8 c	7732.9 c
7	129	85 e	152.25 c	14.25 c	27c	136.2 c	2.6 e	138.8c	6780.0c
8	1218	88 e	163 c	15.25 c	27.9c	89.2 c	4.8 e	94.0c	9544.2 c
9	1315	84e	150.75 c	13.75 c	26.1c	101.2 c	3.8 e	105.0 c	8680.0c
10	1316	98c	139.75 c	13.25 c	26.6c	107.0 c	4.9 e	111.6c	8678.5 c
11	1320	89 d	138.5 c	19.25 b	25.8c	102.8 c	18.8 a	121.6c	9561.5 c
CT*		94.58	154.1	12.2	26.8	105.6	7.2	112.7	7630.9
12	211	84 e	123.5 c	8.5c	26.6c	79.0 c	4.0 c	83 c	5395.7 c
13	212	84e	143.25 c	9.5 c	26.2c	106.4 c	4.4 c	110.8 c	5050.3c
14	217	84e	126.0c	8.5 c	29.8c	111.0 c	4.0c	115 c	5348.7c
15	2210	84e	115.0d	10.5 c	31.2c	100.0 c	8.4 a	108.4c	5846.2 c
16	2211	84e	130.5 c	10.75 c	29.4c	98.2 c	5.8 c	104 c	5369.6 c
17	2212	84e	124.25 c	10.0c	27.0c	95.8 c	7.6 a	103.4c	7230.2c
18	231	88e	131.7 c	12.3 c	29.0c	91.0 c	15.4 c	106.4c	7781.9c
19	2311	81e	99.75 e	10.5 c	26.5c	72.0c	14.2 a	86.2 c	3840.0d
20	2313	81e	128.0 c	10.0c	30.7c	90.8 c	6.2 c	97c	7353.5c
21	2318	84e	151.5 b	8.3 c	28.0c	88.6 c	5.2 c	93.8 c	6040.0 c
CH		95.97	132.4	9.9	28.5	81.8	4.5	86.2	6751.0
22	321	84e	117.5 e	12.5 c	27.8d	121.8 c	12.4 c	134.2c	6199.7 c
23	327	102 d	113.25 e	15.0c	29.2c	94.6 c	8.8 e	103.4c	9660.7 c
24	328	84 e	131e	12.0c	26.8d	97.8 c	9.8 e	107.6c	5934.7 c
25	3210	84e	137d	12.75 c	24.8e	67.6 d	3.8 e	71.4 d	5231.7 c
26	3218	99e	136d	12.25 c	24.5e	82.2 c	11 d	93.2 c	8437.0 c
27	3219	99e	120.5 e	12.25 c	28.0d	96.6 c	17.4 a	114 c	8687.4 c
28	3221	84 e	147.2 c	13.5 c	25.6e	93.4 c	5.8 e	99.2 c	7377.9 c
29	3226	101e	136d	13.5 c	26.8d	96.0 c	10 e	106c	8891.4 c
30	3228	100e	106.25 e	10.0c	31.2 c	93.4 c	11.8 c	105.2c	8609.3 c
CA		108.2	157.1	14.2	32.9	117.9	10.8	128.7	7530.6
LSD5%		4.95	16.89	6.36	4.82	41.44	1.81	39.54	2567.9
LSD1%		7.05	24.02	9.05	6.85	58.94	2.57	56.24	3652.6

* ردیف‌های ۱۱-۱ موتانت‌های طارم محلی، ردیف‌های ۲۱-۱۲ موتانت‌های حسنی، ردیف‌های ۳۰-۲۲ موتانت‌های عنبربو

* Rows 1-11: Tarom mahalli mutants, rows 12-21: Hasani mutants, 22-30 Anbarboo mutants

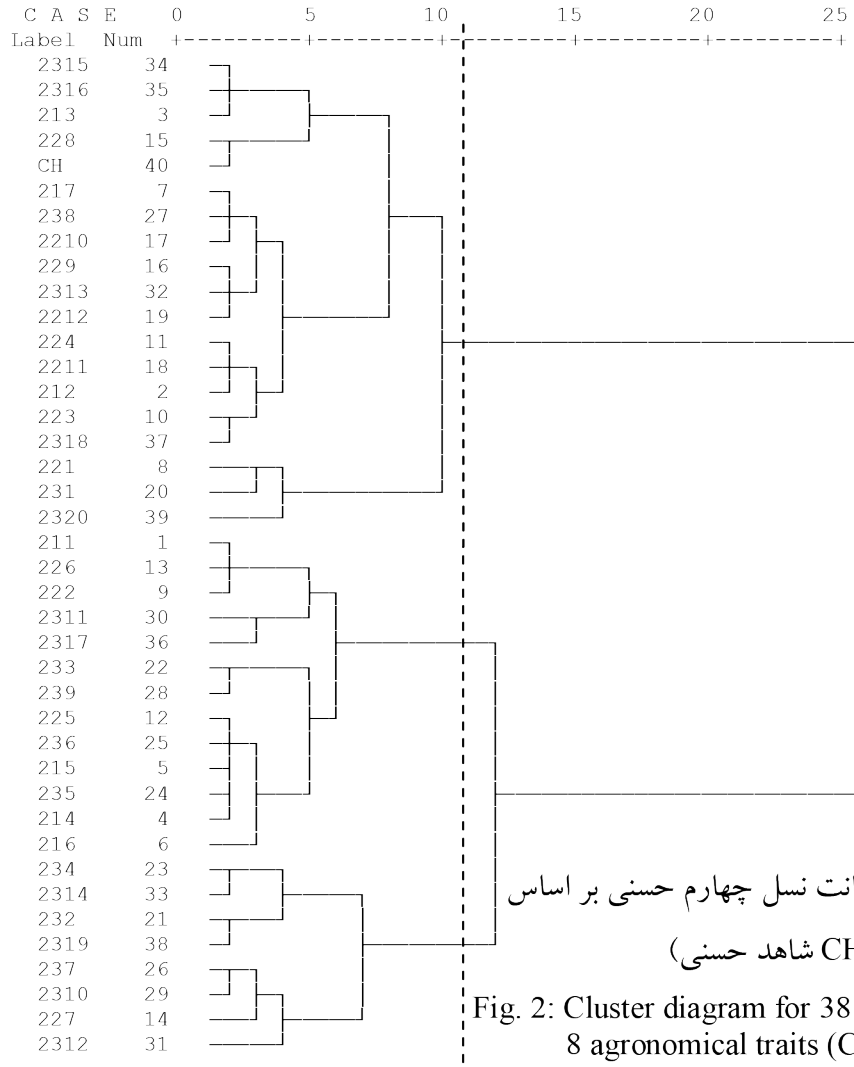
** c- مشابه با شاهد مربوطه، d- کمتر از شاهد در سطح ۵٪، e- کمتر از شاهد در سطح ۱٪، b- بیشتر از شاهد در سطح ۵٪، a- بیشتر از شاهد در سطح ۱٪ با روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، CT- شاهد طارم محلی، CH- شاهد حسنی، CA- شاهد عنبربو

** c: Same as counterpart check, d: less than counterpart check (α=0.05), e= less than counterpart check (α=0.01), b=higher than counterpart check (α=0.05), a= higher than counterpart check (α=0.01)



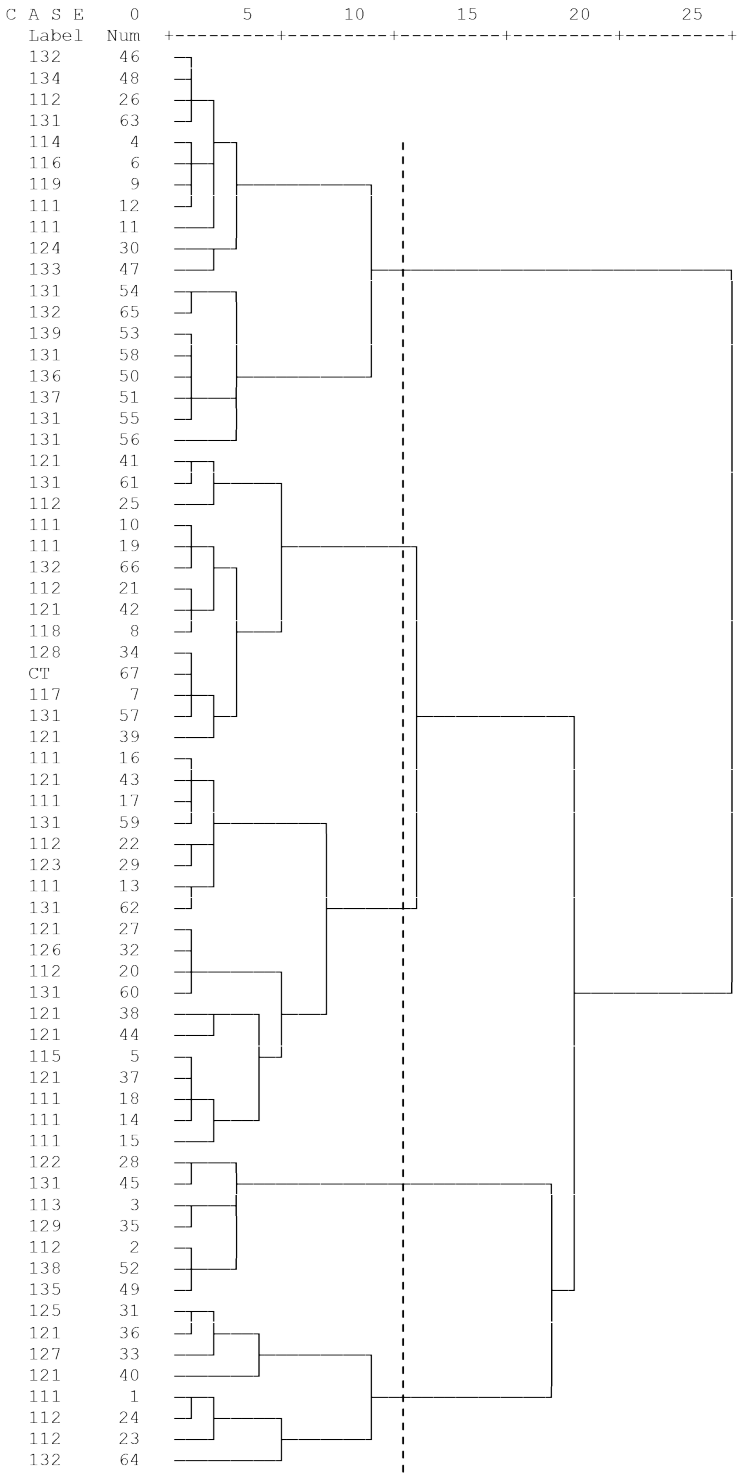
شکل ۱- گروه‌بندی ۲۹ موتانت نسل چهارم عنبربو بر اساس ۸ صفت زراعی (CA شاهد عنبربو)

Fig. 1: Cluster diagram for 29 Anbarboo M4 mutants based on 8 agronomical traits (CA is Anbarboo as check)



شکل ۲- گروه‌بندی ۳۸ موتانت نسل چهارم حسنی بر اساس ۸ صفت زراعی (CH شاهد حسنی)

Fig. 2: Cluster diagram for 38 Hasani M4 mutants based on 8 agronomical traits (CH is Hasani as check)



شکل ۳- گروه‌بندی ۶۶ موتانت نسل چهارم طارم محلی بر اساس ۸ صفت زراعی (CT شاهد طارم محلی)

Fig. 3: Cluster diagram for 66 Tarom Mahalli M4 mutants based on 8 agronomical traits (CT is Tarom Mahalli as check)

معیار ۱۰ فاصله در تجزیه کلاستر به چهار گروه تقسیم کردند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که القای موتاسیون توانسته است باعث کاهش ارتفاع بوته و زودرسی ژنوتیپ‌ها شود. همچنین، تعدادی از ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و صفات ظاهری برتر از والدین بودند. یکی از برتری‌های روش اصلاح موتاسیونی نسبت به روش اصلاح کلاسیک، سریع‌تر بودن آن است، زیرا با توجه به اینکه لاین‌های موتانت نسبت به لاین‌های حاصل از تلاقی میزان هتروزیگوسیتی بسیار کمتری دارند، در نتیجه زودتر از آن‌ها به خلوص می‌رسند. در نتیجه، لاین‌های مورد ارزیابی در این آزمایش را می‌توان برای آزمایشات مقدماتی عملکرد مورد استفاده قرار داد. هشت ژنوتیپ برتر در این آزمایش شامل شماره‌های ۱۱۲۰، ۱۲۱۸، ۱۳۱۶، ۱۳۲۰، ۲۲۱۲، ۲۳۱، ۳۲۷ و ۳۲۲۶ بودند که متوسط عملکرد در هکتار آن‌ها معادل ۹/۵-۸/۵ تن در هکتار بود. این لاین‌ها همراه با ۱۲ ژنوتیپ زودرس برای آزمایشات تکمیلی و بررسی‌های کیفی انتخاب شدند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای و معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) به‌خاطر تقبل هزینه‌های پژوهشی تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

Ahmadikhah, A., Shojaeian, H., Pahlevani, M.H., and Nayyeipasand, L. 2014. Study on ethyl methane sulfonate (EMS)-induced variability in morphological traits of rice and identification of mutant lines with high yield potential. J. Plant Prod. Res. 21 (2)47-65.

Babaei, A., Nematzadeh Gh. A., and Hashemi, H. 2011. Study of effect of Gamma ray on creating diversity of Sangtarom, Tarom Hashemi and Nemat (M_1 and M_2). 14th National rice congress. (In Persian).

Bagheri, L., Fallah, A., Moghyseh, E., and Amiri Khan, R. 2014. Screening for salt-individual plant tolerance in locally adapted Rice (*Oryza sativa* L.) by induced mutation using Gamma ray. The First Conference Nuclear Technology Application In Food Industry & Agriculture- University Of Tabriz 2014. (In Persian).

Behpouri, A., KHradnam, M., and Bejanzadeh, A. 2006. Evaluation of 100 rice genotypes by using of morphological characters. Journal of Agricultural science. 12 (4) 799-809. (In Persian).

Bajracharya, J., Steele, K.A., Jarvis, D.I. Sthapit, B.R. and Witcombe, J.R. 2006. Rice land race diversity in Nepal: Variability of agro-morphological traits and SSR markers in landraces from a high-altitude site. Field Crops Research. 95: 327-335.

. Eidi Kohnaki, M., Kiani, G.H. and Nematzadeh Gh.A. 2013. Relationship between morphological traits in rice restorer lines at F_3 generation using multivariate analysis. International

Journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 1(6): 572-577.

Esfahani, M. and Fotokian, M. J. 2003. Induction of early maturity mutant and awn remove of Domsiah variety. Journal of Iranian Crop Sciences. Vol. 4. No. 2. 95- 106. (In Persian).

Falconer, D.S., and Mackay, T.F.C. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longmans Green, Harlow, Essex, UK.

Kademian, R. and Babaiean Jelodar, N. 1999. Production of mutant –short plant lines, early maturity, with high yield from Tarom Mahalli of variety by Gamma ray. The second national conference in applied technology of nuclear science in Agriculture and Natural Sciences, Institute of Agriculture Biotechnology of Iran. (In Persian).

Khialparast, F. 1991. Evaluation of genetic and geographic diversity of Mungbean collection of Iran. M.Sc. Thesis. Karaj Agricultural College. Tehran University.

Kiani G.H., and Nematzadeh, Gh.A. 2013. Genetic diversity of fertility restoring lines in rice based on morphological characteristics. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 97 pp: 122-130. (In Persian).

Majad, F., Rahimei, M., and Rezazadeh, M. 2003. Evolving of mutant line resistant to lodging and high yielding rice variety by induction mutation Gamma ray (physical mutagen). Journal of Nuclear Science and Technology. 26:37-43. (In Persian).

Oladi M., Nematzadeh, Gh.A., Hashemi, S.H.R., Gholizadeh, A., Afkhami Ghadi A., and Rezaei, M. 2014. Screening of Rice Promising Lines from Multiple Cross using Agro- Morphological Traits. Journal of Crop Breeding 6(14)15-26 (In Persian).

Ramanujam, S., Tiwari A.S. and Mehra, R.B. 1974. Genetic divergence and hybrid performance in mung bean. Theoretical and Applied Genetics, 45: 211-214.

Rahim Sorosh, H., Mesbah, H., Hosseinzadeh,H. and Bozorgipour, R. 2005. Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for quantitative and qualitative traits of rice. Seed and Plant Improvement Journal 20(2)167-182 (In Persian).

Rawling, J. O., Hanway D.D.G. and Gardner, C.O. 1958. Variation in quantitative characters of soybean after seed irradiation. Agriculture Journal. 50: 524-528

Torang, A. 2011. Evaluation of quantitative and qualitative traits of rice mutant line of Domsia variety. Selected papers of 14th National rice congress (In Persian).

Wani, A. and Anis, M. 2008. Gamma Ray- and EMS-Induced Bold-Seeded High-Yielding mutants in chickpea (*Cicer arietinum*). Turkish Journal of Biology. 32: 1-5.

Zeinalinejad, H., Mirlohi, A. Nematzadeh, Gh.A., and Rezaei. M. 2003. Genetic diversity of some Iranian rice variability of sources base on morphologic characteristics. Journal of Science and technology of Agriculture and Natural Resources. 7 (4) 199-213. (In Persian).

Selection of Improved Genotypes from M4 Mutants of Local Rice Varieties of Tarom Mahalli, Hasani and Anbarboo

A.Fallah[*1], L.Bagher[2], A.Nabipour[3]

1. Assistant Professor of the Rice research institute of Iran, Mazandaran Branch, Agricultural research, Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran. (Coresponding author)
2. Researcher of Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran
3. Assistant Professor of the Rice research institute of Iran, Mazandaran Branch, Agricultural research, Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran

Received: ads 2016 Accepted: sdfds 2017

Extended Abstract

Fallah, A., Bagher, L., Nabipour, A., Selection of Improved Genotypes from M4 Mutants of Local Rice Varieties of Tarom Mahalli, Hasani and Anbarboo
Applied Research in Field Crops Vol 29, No. 4, 2016 1-3: 1-12(in Persian)

Introduction: Diversity and selection are the two fundamental components of every plant breeding program and the success of any such projects hinges on the existence of ample trait diversity and clear objectives (Kiani and Nematzadeh, 2013). Mutation can play a pivotal role in plant breeding and evolution by creating more genetic diversity (Esfahani and Fotokian, 2003). Ionizing radiations such as gamma rays with mutagenic effects are able to generate more varied plant gene pool. Therefore, they can be used as complementary tools for plant breeding processes (Bagheri *et al.,* 2014). Development of improved rice varieties for paddy fields relies on the assessment of genetic resources and the selection of the superior plant material (Kiani and Nematzadeh, 2013). One of the best methods for improving high quality but low yielding local rice varieties, which are highly appreciated by customers, would be mutation breeding, as it changes only rather small parts of genome and there are high chances that the good quality of these varieties would remain intact (Majad *et al*., 2003). Gamma irradiation has been reported to be highly successful in rice breeding (Wani and Anis, 2008). The aim of this study was to use mutation breeding for yield and stand structure improvement in local rice varieties without any decline in their quality through the selection of the superior rice lines from the fourth generation mutant and yield comparison of the mutants with their parental counterparts on field experiments.

Email address of the corresponding author: a.fallah@areo.ir

Material and methods: To obtain suitable lines for paddy fields, the seeds of local rice varieties of Tarom Mahalli, Hasani and Anbarboo were first subjected to gamma rays at dose rates of 100, 200, 250, 300 and 350 Gary using gammacell irradiator at the Karaj Nuclear Research Center in the year 2010. The irradiation doses were determined as the appropriate quantities following the seed germination tests and the measurement of seedling growth attributes and the survival rate of the seeds. The line selection of the varieties in the second generation mutants (M2) was done on the basis of maturity earliness, panicle morphology, plant height, grain yield per hill, and their relative tolerance to pests and diseases. The seeds derived from the selected M3 mutants consisted of Tarom Mahalli (66 genotypres), Hassani (38 genotypes) and Anbaroo (29 genotypes) which were sown along with their parental counterparts at the nursery bed of the Rice Research Institute of Mazandaran (Amol), Iran in 2014. The seedlings were tended in the nursery for one month. Then, they were transplanted into paddy field trials. The experiment was laid out in an augmented design with 6 blocks. The parental counterparts as check treatment were randomly assigned to the blocks. Each M_4 mutant occurred only once per block. Measurements were made on days to 50% flowering, plant height, number of panicles per hill, yield and yield components. Analysis of variance for check treatments was performed based on completely randomized block design model using SAS statistical software. The mean comparison was done by LSD (Least Significant Difference) test. To compare the means obtained from mutant lines, the standard deviation was computed using the formula $Sd=\sqrt{MSE(2c+1)/c}$, where MSE represents the average squared error for the check varieties for the each measured trait and C represents the number of check treatments. To classify the M_4 mutants derived from their respective parental varieties (the check treatments), cluster analysis was conducted on the basis of the measured traits by Ward`s method using SPSS (ver.16) software.

Results &Discussion: Results showed that mutation produced significant genetic diversity in the mutants for all of the studied traits. Cluster analysis divided the mutants from Tarom Mahalli, Hasani and Anbarboo varieties into 5, 3 and 4 groups, respectively. On average, the mutants were earlier than their respective parents and had a shorter plant height. Although most of the mutants had a yield similar to their parents, the selected mutants had yields 10 to 27% higher than their respective check. The improvement in yield was attributed to the higher number of grains per panicle. Based on the results, eight lines with high yield, and 12 lines with same yield as checks but with early maturity and short plant stature were selected. Wani and Anis (2008) reported that improvements in morphological traits such as number of grains per pod and number of pods were the main reasons for

the higher performance of three gamma-induced pea mutant lines. Esfahani and Fotokian (2003**)** found a rice mutant line from Domsiah local variety which was 15 days earlier than the original variety. Zenalinajad *et al.* (2003), using cluster analysis based on morphological traits, divided their 100 rice genotypes into four groups.

Conclusion: Days to 50% flowering of Hasani and Tarom mahali were 95 days, while in Anbarboo variety it was 108 days. The yield of Hasani variety was lower than the other varieties. The range of plant height in the mutants was between 100-135 cm. Only one mutant of Anbarboo had163 grains per panicle, which was significantly higher than the other Anbarboo mutants. The genetic gain of yield in mutants was between 11 to 17 percent over Anbarboo check. 20 Mutant lines were selected based on higher yield than checks and shorter growth duration, and most of them were from groups 3 and 4. They had lower height and more filled grains per panicles than the check varieties.

Key word: Yield components, Cluster analysis, Gamma ray, Induced mutation, Rice mutant, 50% Flowering

References

Bagheri, L., Fallah, A., Moghyseh, E., and Amiri Khan, R. 2014. Screening for salt-individual plant tolerance in locally adapted Rice (*Oryza sativa* L.) by induced mutation using Gamma ray. The First Conference Nuclear Technology Application In Food Industry & Agriculture- University Of Tabriz 2014. (In Persian).

Esfahani, M. and Fotokian, M. J. 2003. Induction of early maturity mutant and awn remove of Domsiah variety. Journal of Iranian crop sciences. Vol. 4. No. 2. 95- 106. (In Persian).

Kiani G.H., and Nematzadeh, Gh.A. 2013. Genetic diversity of fertility restoring lines in rice based on morphological characteristics. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 97 pp: 122-130. (In Persian)

Majad, F., Rahimei, M., and Rezazadeh, M. 2003. Evolving of mutant line resistant to lodging and high yielding rice variety by induction mutation Gamma ray (physical mutagen). Journal of Nuclear Science and Technology. 26:37-43. (In Persian).

Wani, A. and Anis, M. 2008. Gamma Ray- and EMS-Induced Bold-Seeded High-Yielding mutants in chickpea (*Cicer arietinum*). Turkish Journal of Biology. 32: 1-5.

Zeinalinejad, H., Mirlohi, A. Nematzadeh, Gh.A., and Rezaei. M. 2003. Genetic diversity of some Iranian rice variability of sources base on morphologic characteristics. Journal of Science and technology of Agriculture and Natural Resources. 7 (4) 199-213. (In Persian).