دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره هفتم، شماره ۱۴، پاییز و زمستان ۱۴۰۲
http://arpe.gonbad.ac.ir

مقایسه برخی صفات زراعی و کیفیت دانه موتانت‌های برنج با ارقام بومی و پرمحصول

الهیار فلاح[۱*]، لیلا باقری[۲]، علیرضا نبی‌پور[۳]، ناهید فتحی[۴]

[۳،۱]استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل
[۲]پژوهشگر پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، کرج
[۴]کارشناس آزمایشگاه کیفیت موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۸

چکیده

مقدمه: با توجه به اهمیت خود اتکایی در محصول برنج، ضرورت و اهمیت ایجاد و معرفی ارقام کیفی پاکوتاه و مقاوم به خوابیدگی، زودرس و در نهایت پرمحصول از ارقام کیفی محلی اجتناب‌ناپذیر است. در این راستا، معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل)، با همکاری پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای کرج، با استفاده از پرتو گاما (دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گری) بر روی بذور ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو و هدایت جمعیت M_1 تا نسل M5، تعدادی لاین موتانت امید بخش از نظر صفت زراعی زودرسی، پاکوتاهی با عملکرد مناسب انتخاب نموده که در آزمایش مشاهده‌ای در آمل مورد بررسی و نسبت به والدین (طارم محلی، حسنی و عنبربو) همراه با شاهد فجر و شیرودی مورد مقایسه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها: جهت ارزیابی مشاهده‌ای موتانت‌های نسل ششم (M_6)، آزمایشی در مزرعه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ اجرا شد. تعداد موتانت ۳۲ ژنوتیپ همراه با سه تا والد (طارم محلی، حسنی و عنبربو) و دو شاهد فجر و شیرودی در مجموع ۳۷ ژنوتیپ ارزیابی شدند. با اندازه‌گیری صفات تعداد روز تا پنجاه درصد گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه، عملکرد لاین‌ها نسبت به هم مقایسه شدند. پس از برداشت محصول، نمونه‌ی ۴۰۰ گرمی شلتوک از هر تیمار و تکرار انتخاب و به آزمایشگاه کیفیت منتقل شد. صفات راندمان تبدیل، درصد برنج سالم، نسبت طویل شدن دانه، درصد آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینه شدن اندازه‌گیری شد.

نتایج: نتایج نشان داد که کاهش ارتفاع بوته در لاین‌های حاصل از عنبربو بیشتر از طارم محلی و ارتفاع موتانت‌های انتخابی ۱۳۰-۱۰۰ سانتی‌متر بود. ۱۸ موتانت دارای میانگین تعداد خوشه از ۱۷/۷-۱۳/۶ بوده که تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد نداشتند. با افزایش تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد خوشه در کپه، عملکرد ژنوتیپ‌های برنج افزایش یافت. در بین موتانت‌ها، شماره ۱۳۸، ۱۱۲۶ و ۳۲۰۰، بیشترین راندمان تبدیل را داشتند و از نظر آماری مشابه طارم محلی بودند. دامنه درصد برنج سالم در بین موتانت‌ها

*نویسنده مسئول: a.fallah@areeo.ac.ir

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

۷۰-۶۰ درصد بود. ۱۹ تا موتانت‌ها دارای نسبت طویل شدن دانه بیشتر از ۲ بودند. دامنه تغییرات درصد آمیلوز و دمای ژلاتینی شدن در بین موتانت‌ها به‌ترتیب ۲۲/۵-۱۶/۵ و ۷-۳ بود.

نتیجه‌گیری کلی: ژنوتیپ‌های موتانت با شماره ۱۱۴، ۱۱۱۷، ۱۱۲۰، ۱۱۲۶،۱۲۶، ۲۳۱۰، ۲۲۱۲، ۲۲۲، ۱۳۸، ۳۲۰۰، ۳۲۱۶، ۳۲۱۸ و ۳۲۲۷، دارای عملکرد بیشتری نسبت به شاهد والدین (طارم محلی، حسنی و عنبربو) بودند. در ضمن این موتانت‌ها دارای راندمان تبدیل بهتر و نسبت طویل شدن دانه بیشتری از ارقام شاهد داشتند.

واژه‌های کلیدی: آمیلوز، عملکرد، موتانت برنج، ۵۰ درصد گلدهی

مقدمه

تنوع ژنتیکی یک از مهم‌ترین عوامل موفقیت در برنامه‌های اصلاحی است که می‌تواند به روش‌های گوناگونی از جمله تلاقی‌های درون و بین گونه‌ای و استفاده از موتاسیون القایی تولید شود. استفاده از موتاسیون القایی در گیاهان مختلف مورد استفاده قرار گرفته و بیشترین کاربرد و موفقیت را در اصلاح برنج داشته است (Nabipour *et al*., 2019). رقم طارم محلی بومی استان مازندران بوده و دارای ارتفاع بوته بلند (۱۶۵-۱۵۵ سانتی‌متر) ولی کیفیت مطلوب و بازار پسندی خوبی دارد. رقم حسنی بومی استان گیلان بوده و متوسط ارتفاع بوته آن ۱۳۰-۱۲۰سانتی‌متر بوده و چند روز زودرس‌تر از رقم طارم محلی است. رقم عنبربو بومی استان ایلام و خوزستان بوده، متوسط ارتفاع بوته آن بین۱۷۰-۱۶۰ سانتی‌متر می‌باشد. هر سه رقم معطر و متوسط عملکرد آن، بسته به شرایط اقلیمی، مدیریت زراعی بین ۴/۵-۳ تن در هکتار متغیر می‌باشد (Allahgholipour *et al*., 2022).

تولید ارقام مناسب برای کاشت در اراضی شالیزاری با شناسایی ذخایر ژنتیکی مواد گیاهی امکان پذیر است. برای ارزیابی و بکارگیری مواد ژنتیکی گیاهی، ضروری است ماهیت ژنتیکی ژرم‌پلاسم بررسی شود (Babaei *et al*., 2011). استفاده از صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه در کپه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، اولین گام برای ارزیابی مواد ژنتیکی می باشد (Behpouri *et al*., 2007). ارتفاع بوته یکی از صفات زراعی مهم در گیاه برنج می‌باشد. ارقام بومی طارم دارای ارتفاع بوته ۱۶۵-۱۵۵ سانتی‌متر در زمان رسیدن یا برداشت محصول هستند. رقم شیرودی که در واقع یکی از ارقام پرمحصول و رایج استان مازندران می‌باشد، دارای ارتفاع بوته معادل ۱۱۷- ۱۱۵ سانتی‌متر بودند (Allahgholipour *et al*., 2022). روند رشد ارتفاع بوته در گیاه برنج تا مرحله ظهور خوشه صعودی است ولی سپس ثابت می‌ماند. ارتفاع مناسب برای ژنوتیپ برنج ۱۳۰-۱۰۰ سانتی‌متر است (Bagheri and Fallah, 2015). مصری‌ها با تابانیدن اشعه ایکس و گاما به واریته‌های برنج بومی مصر به ارقام پاکوتاه دست یافتند (Alizadeh and Esavand, 2005). ارقامی با ارتفاع بوته کمتر، معمولا تعداد برگ در واحد سطح بیشتری دارند و در نتیجه با جذب بیشتر نور در واحد سطح برگ، باعث بهبود تولید بیوماس کل در واحد سطح می‌شوند. تجمع ماده خشک در واقع نشان دهنده تعادل بین فتوسنتز و تنفس در گیاه برنج است. بین ارتفاع گیاه برنج و عملکرد آن همبستگی منفی وجود دارد. به‌عبارت دیگر ارقام با ارتفاع بوته کمتر، عملکرد بیشتری تولید می‌کنند (Yoshida, 1981). تعداد پنجه در کپه گیاه برنج نیز یکی از صفات مهم زراعی گیاه است. توان پنجه‌زنی در گیاه برنج بین صفر تا صد عدد در کپه متغیر است ولی معمولا ارقام بومی بین ۱۵-۱۰ پنجه در کپه و ارقام اصلاح شده بین ۲۵-۱۵ پنجه در کپه دارند. داشتن تعداد پنجه در کپه ۲۰-۱۵ برای حصول به محصول مطلوب ضروری است (Solimani and Amiri Larijani, 2003). مصری‌ها با تیمار بذور رقم نهادا با اشعه گاما و اتیل متیل سولفات، در نسل سوم (M_3) تعدادی موتانت با توان پنجه‌دهی فراوان در جمعیت مشاهده کردند (Alizadeh and Esavand, 2005).

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

داشتن تعداد پنجه بیشتر در مرحله رویشی منجر به داشتن تعداد خوشه در کپه بالاتر در مرحله گلدهی و زمان برداشت محصول خواهد بود. در نتیجه همبستگی مثبت بین تعداد پنجه در کپه در مرحله رشد رویشی با عملکرد نهایی وجود دارد (Yoshida, 1981).

در برنج نیز مانند غلات دیگر، کیفیت از اهمیت خاصی برخوردار است. کیفیت برنج توسط آزمایشات فیزیکی، شیمیایی، پخت و خصوصیات تغذیه‌ای اندازه‌گیری می‌شود. هیچ یک از این آزمایشات به تنهایی نمی‌تواند گویای کیفیت یا عدم کیفیت نمونه باشد بلکه مجموعه این آزمایشات به ما در تفسیر کیفی بودن رقم کمک می‌نماید. برای مثال از نظر کشاورز تولیدکننده رقمی مناسب است که خصوصیات عملکرد بالا و در کارخانه شالیکوبی نیز درصد برنج سفید سالم بیشتر و یا درصد شکستگی کمتری داشته باشد. مصرف‌کننده ایرانی نیز برنجی دانه بلند و نسبتا عطری را ترجیح می‌دهد که بعد پخت قد کشیده، دانه‌ها جدا از هم و از نظر عرضی باریک باشند، حال این ارقام ممکن است آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن مشابه و یا متفاوت داشته باشند. از نظر اصلاح‌گر رقم نیز با توجه به هدفی که دارد ممکن است به دنبال بعضی از این ویژگی‌ها باشد. بنابراین دانستن مجموعه خصوصیات ارقام جدید از تبدیل تا پخت و ارزیابی‌های حسی در برنامه معرفی رقم، دارای اهمیت می‌باشد (Fathi and Nabipour, 2020).

با توجه به اهمیت خوداتکایی در محصول برنج، ضرورت و اهمیت ایجاد و معرفی ارقام کیفی پاکوتاه و مقاوم به خوابیدگی، زودرس و در نهایت پرمحصول از ارقام کیفی محلی انکارناپذیر است. در این راستا، در سال ۱۳۸۹ بذور به میزان دو کیلوگرم از ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل)، انتخاب و به پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای کرج تحویل شد. بر اساس محدوده دز پرتوتابی گیاه برنج جهت موتاسیون، بذور هر سه رقم با دزهای (۳۵۰، ۳۰۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۰۰ گری) پرتو گاما توسط دستگاه گاماسل واقع در پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای پرتوتابی شدند. بذور دزهای مناسب۲۰۰ ، ۲۵۰ و ۳۰۰ گری، بر اساس آزمایش جوانه‌زنی انتخاب شدند. اداره نسل‌ها تا سال ۱۳۹۴ پیگیری و ادامه پیدا نمود. با گزینش شجره‌ای روی جمعیت M_2 تا نسل M_5، تعدادی لاین موتانت امید بخش از نظر صفت زراعی زودرسی، پاکوتاهی با عملکرد مناسب انتخاب شدند (Bagheri and Fallah, 2015) که در آزمایش مشاهده‌ای در آمل مورد بررسی و نسبت به والدین (طارم محلی، حسنی و عنبربو) همراه با شاهد فجر و شیرودی مورد مقایسه قرار گرفتند که از بین آن‌ها ۳۲ لاین انتخاب شد که در آزمایش حاضر مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

جهت ارزیابی مشاهده‌ای موتانت‌های نسل ششم (M_6)، آزمایشی در مزرعه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ اجرا شد. تعداد موتانت ۳۲ ژنوتیپ همراه با سه تا والد (طارم محلی، حسنی و عنبربو) و دو شاهد فجر و شیرودی در مجموع ۳۷ ژنوتیپ ارزیابی شدند. بذرپاشی در تاریخ ۱۳۹۵/۱/۱۶ در خزانه انجام شد. زمین اصلی در اوایل اردیبهشت آماده شد و نشاکاری در تاریخ ۱۳۹۵/۲/۱۹ انجام گرفت. مساحت مزرعه آمل پانصد مترمربع و اندازه هر کرت ۲×۲ متر بود و تراکم نشاکاری ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و به‌صورت تک بوته نشا شدند. میزان کود اوره، بر اساس دویست کیلوگرم در هکتار محاسبه و در دو نوبت پایه و سرک اول که سی روز بعد از نشاکاری بود به کرت‌ها داده شد. میزان صد کیلوگرم کود فسفات برای مساحت پانصد متری محاسبه و به کرت‌ها به صورت پایه داده شد. کود پتاسه هم به میزان صد کیلوگرم در هکتار برای مزرعه برآورد و نصف پایه و نصف دیگر همراه با کود اوره به صورت سرک، مصرف شد. یک‌بار بر علیه ساقه‌خوار و بلاست در مرحله ۵۰ درصد گلدهی،

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

سمپاشی شد. با اندازه‌گیری صفات تعداد روز تا پنجاه درصد گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه، عملکرد لاین‌ها نسبت به هم مقایسه شدند. عملکرد با برداشت یک مترمربع از وسط کرت و توزین محصول در رطوبت ۱۴ درصد به هکتار بدست آمد (IRRI, 2013). پس از برداشت محصول، نمونه‌ی ۴۰۰ گرمی شلتوک از هر تیمار و تکرار انتخاب و به آزمایشگاه کیفیت منتقل شد. صفات راندمان تبدیل، درصد برنج سالم، نسبت طویل شدن دانه، درصد آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینه شدن اندازه‌گیری شد (Fathi and Nabipour, 2020). پس از جمع آوری داده‌ها، و مرتب قرار کردن در برنامه اکسل، داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس انجام گرفت (SAS, Var.6) و مقایسه میانگین تیمارها (ژنوتیپ) به روش دانکن در سطح یک و پنج درصد انجام شد (Yazdisamadi *et al*., 2013).

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار یا ژنوتیپ بر صفات تعداد روز تا ۵۰ درصدگلدهی، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه و عملکرد در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر بلوک فقط بر صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تعداد صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه و عملکرد موتانت‌های برنج با شاهد والدین، فجر و شیرودی

Table 1- Analysis of variance (MS) of the traits number of days to 50% flowering, plant height, Panicle number, and yield of rice mutants with parents, Fajr and Shiroodi as check

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	تعداد خوشه در کپه Number of panicles per hill	عملکرد Yield
تکرار Replication	2	20.63 ns	12.82**	5.62 ns	61393.5 ns
تیمار Treatment	36	794.26 **	150.89**	13.48**	3763275.9**
خطا Error	72	30.2	0.116	3.68	371508.8
ضریب تغییرات CV (%)		5.49	0.51	13.6	12.01

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی: جدول (۲) نشان داد موتانت‌های پیشرفته برنج حاصل از طارم محلی (ردیف ۱۳-۱) و موتانت‌های حاصل از حسنی (ردیف ۲۲-۱۵) و حاصل از عنبربو (ردیف ۳۴-۲۴) نسبت به ارقام والد خود و شاهد فجر و شیرودی دارای تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی کمتری هستند و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود. زودرس‌ترین موتانت، لاین ۲۲۲ و ۲۲۱۲ بودند که از نشاکاری تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی، معادل ۵۶ روز بودند. بیشترین تعداد روز تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی مربوط به رقم شاهد فجر بود که معادل ۸۶/۷ روز بود. رقم عنبربو با یک روز کمتر از فجر در رده دوم قرار گرفت. تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی ارقام شاهد طارم محلی و حسنی به ترتیب معادل ۶۹/۷ و ۶۷ روز بود. در نتیجه، موتانت‌های، همگی نسبت والد خود و شاهد زودرس‌تر بودند. محققان زیادی در ایران و دنیا بر روی صفت زودرسی ناشی از

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

تاثیر اشعه گاما یا سایر مواد جهش‌زا بر روی گیاهان، به‌ویژه گیاه برنج، انجام دادند و موفق به معرفی رقم زودرس شدند (Esfahani and Fotikian, 2004; Majd *et al*., 2000; Ahloowalia *et al*., 2004).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه و عملکرد موتانت‌ها، با ارقام شاهد والدین و فجر و شیرودی

Table 2- Mean ccomparison of the traits of number of days to 50% flowering, plant height, Panicle number, yield of mutants with the parent cultivars, Fajr and Shiroudi as check

ردیف No.	شماره موتانت Code	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد خوشه در کپه Number of panicles per hill	عملکرد Yield (kg/ha)
1	114	63.7 j	151.8 bcd	11.9 e-h	5334.1 c-i
2	1116	63.7 j	143.1 c-h	16.3 a-f	5225 c-i
3	1117	63.7 j	138.7 d-i	12.8 c-h	5999.2 cde
4	1120	63.7 j	139.2 c-i	13.9 a-h	5896 c-f
5	1126	63.7 j	140.2 c-i	17.7 ab	5649.3 c-h
6	123	63.7 j	143.3 c-h	17.1 a-d	5690.6 c-f
7	124	63.7 j	146 c-f	11.4 fgh	4478 e-l
8	125	63.7 j	136.8 e-i	13.7 a-h	4410.1 e-l
9	126	69.7 g	138.8 d-i	15.1 a-g	6583.4 bc
10	127	63.7 j	152.1 bcd	15 a-g	4859 d-k
11	133	66 i	129.8 g-m	12.3 c-h	4887.4 d-k
12	138	69.7 g	144 c-f	14.7 a-h	6165.5 bcd
13	1316	63.7 j	148.4 cde	16.3 a-f	5043.4 c-k
14	Tarom	69.7 g	161.7 ab	12.8 c-h	5265.1 c-i
15	215	63.7 j	152.9 bc	15.9 a-g	5120 c-j
16	221	63.7 j	130.0 g-m	14.8 a-g	3553.0 klm
17	222	56 m	j-o122.3	13.6 a-h	3512.8 klm
18	2212	56 m	117.2 l-o	12.3 c-h	3969.2 m-l
19	2310	58.3 l	127.1 i-n	12.9 c-h	5051.4 c-k
20	2311	60 k	103.8 prq	11.1 gh	3062 lm
21	2317	63.7 j	97 r	13.3 c-h	2706.9 m
22	2318	63.7 j	146.4 c-f	12.6 c-h	3969.2 i-m
23	Hassani	67 h	133.2 f-k	12.1 c-h	4327.4 e-l
24	3200	73.7 e	120.3 l-o	11.1 gh	5349.3 c-i
25	321	60 k	127.1 i-n	15.1 a-g	4728.4 d-k
26	326	69.7 g	133.6 f-k	16.1 a-g	4531.3 e-l
27	327	63.7 j	111.2 opq	12.3 c-h	5283.6 c-i
28	3214	75.3 d	114.7 m-p	16.6 a-e	5354.6 c-i
29	3215	73.7 e	127.6 i-n	18.6 a	4275.2 h-l
30	3216	63.7 j	137 e-i	13.9 a-h	5699 c-f
31	3218	69.7 g	130.8 g-l	13.6 a-h	5663.6 c-f
32	3226	63.7 j	135.3 e-j	17.2 abc	5484.8 c-i
33	3227	72 f	100.3 qr	14.9 a-g	5945.8 cde
34	3228	69.7 g	139.1 c-i	12 d-g	5258.1 c-i
35	Anbarboo	85.7 b	167.5 a	9.7 h	4067.7 h-m
36	Fajr	86.7 a	115.3 m-p	15.3 a-g	7434.3 ab
37	Shiroodi	c82.7	116.8 m-p	16.3 a-f	8335.6 a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %1 probability level (Duncan Test).

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

ارتفاع بوته: جدول (۲) نشان داد که موتانت شماره ۲۳۱۷ با ارتفاع بوته معادل ۹۷ سانتی‌متر کوتاه‌ترین لاین بود. شاهد فجر و شیرودی که در واقع ارقام پرمحصول و رایج استان مازندران هستند، دارای ارتفاع بوته معادل ۱۱۵ و ۱۱۷ سانتی‌متر بودند. لاین‌های شماره ۱۳۳، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۱۲، ۲۳۱۰، ۲۳۱۱، ۳۲۰۰، ۳۲۱، ۳۲۷، ۳۲۱۴ و ۳۲۱۵ دارای ارتفاع بوته مشابه شاهد فجر و شیرودی بودند. بررسی داده‌ها نشان داد که شدت کاهش ارتفاع بوته در لاین‌های حاصل از عنبربو بیشتر از طارم محلی بود. ارتفاع مناسب برای ژنوتیپ برنج ۱۳۰-۱۰۰ سانتی‌متر است (Bagheri and Fallah, 2015). مصری‌ها با تابانیدن اشعه ایکس و گاما به واریته‌های برنج بومی مصر به ارقام پاکوتاه دست یافتند (Alizadeh and Esavand, 2005).

تعداد خوشه در کپه: جدول (۲) نشان داد که بیشترین تعداد خوشه در کپه مربوط به موتانت شماره ۳۲۱۵ بود که دارای ۱۸/۶ تا خوشه در هر کپه بود. تعداد ۱۸ تا موتانت دارای تعداد خوشه در کپه بین ۱۷/۷-۱۳/۶ داشتند که در مقایسه میانگین تفاوت آماری در سطح ۱ درصد نداشتند. البته شاهد فجر و شیرودی به ترتیب دارای ۱۵/۳ و ۱۶/۳ تا خوشه در هر کپه داشتند که لاین‌های شماره ۱۱۲۶، ۱۲۳، ۱۳۱۶، ۲۱۵ و ۳۲۱ مشابه آن‌ها بودند. کمترین تعداد خوشه در کپه متعلق به شاهد عنبربو بود که دارای ۹/۷ تا خوشه در هر کپه بود. شاهد طارم محلی و حسنی در این آزمایش، به ترتیب دارای ۱۲/۸ و ۱۲/۱ خوشه در کپه بودند که تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد نداشتند. تعداد خوشه در واحد سطح یکی از اجزای موثر در تعیین عملکرد رقم یا ژنوتیپ است و داشتن تعداد خوشه در کپه ۲۰-۱۵ برای حصول به محصول مطلوب ضروری است (Bagheri and Fallah, 2015). تحقیقی در مصر نشان داد که در شدت ۵۰ kr بیشترین افزایش در تعداد پنجه در بوته مربوط به رقم Giza 175 بود . مصری‌ها با تیمار بذور رقم نهادا با اشعه گاما و اتیل متیل سولفات، در نسل سوم (M_3) تعدادی موتانت با توان پنجه‌دهی فراوان در جمعیت مشاهده کردند (Alizadeh and Esavand, 2005).

عملکرد: بیشترین عملکرد مربوط به رقم شاهد شیرودی و فجر بود که به ترتیب عملکردی معادل ۸۳۲۵/۶ و ۷۴۳۴/۳ کیلو گرم در هکتار داشتند. در بین موتانت‌ها، لاین شماره ۱۲۶ بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد که معادل ۶۵۸۳/۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). البته ۱۹ تا موتانت عملکرد بین ۶۱۶۵/۵-۵۰۴۳/۴ کیلوگرم در هکتار داشتند که از نظر آماری در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری نداشتند. عملکرد این موتانت‌ها نسبت به شاهد حسنی و عنبربو، که به ترتیب معادل ۴۳۲۷/۴ و ۷/ ۴۰۶۷ کیلوگرم در هکتار بود، بیشتر بوده ولی نسبت به شاهد طارم محلی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نداشتند (جدول ۲). بنابراین بر اساس چهار صفت زراعی بیان شده، موتانت‌های ۱۱۱۷، ۱۱۲۰، ۱۱۲۶، ۱۳۸، ۲۲۲، ۲۲۱۲، ۲۳۱۰، ۳۲۰۰، ۳۲۱۶ و ۳۲۲۷ جزو موتانت‌های برتر انتخاب شدند. عملکرد برنج تابع ژنوتیپ، اقلیم، عوامل خاکی و مدیریت مزرعه‌ای می‌باشد. در این آزمایش همه عوامل نامبرده، بجز ژنوتیپ، یکسان بوده و در نتیجه تفاوت موتانت برنج برتر انتخاب شدند. نحوی و اله قلی‌پور (Nahvei and Allahgholipour, 2003) براساس صفات ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه و عملکرد، ۱۰۵ لاین را با پنج رقم برنج شاهد مقایسه کردند و ۱۶ لاین برتر را انتخاب نمودند.

ضریب همبستگی صفات با عملکرد: جدول ضریب همبستگی نشان داد که عملکرد با تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد خوشه در کپه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشت. به عبارت دیگر با افزایش تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد خوشه در کپه، عملکرد برنج افزایش یافت ولی با ارتفاع بوته همبستگی نداشت (جدول ۳). بین تعداد خوشه در کپه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، همبستگی وجود داشت.

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

جدول ۳- همبستگی صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه با عملکرد

Table 3- Correlation between yield and other studied traits

	عداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	ارتفاع بوته Plant height	تعداد خوشه در کپه Number of panicles per hill	عملکرد Yield
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	1			
ارتفاع بوته Plant height	0.01	1		
تعداد خوشه در کپه Number of panicles per hill	0.650**	0.007ns	1	
عملکرد yield	0.47**	0.089ns	0.3**	1

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

مقایسه برخی صفات کمی و کیفی موتانت‌ها برنج با والدین و شاهد فجر و شیرودی: جدول (۴) نشان داد که اثر موتانت بر صفات کمی راندمان تبدیل، درصد برنج سالم و نسبت طویل شدن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. صفات کیفی دانه یعنی درصد آمیلوز و دمای ژلاتینی شدن نیز در سطح یک درصد معنی است.

جدول ۴- میانگین مربعات صفات راندمان تبدیل، درصد برنج سالم، نسبت طویل شدن دانه، درصد آمیلوز و دمای ژلاتینی شدن موتانت‌ها با شاهد والدین، فجر و شیرودی

Table 4- The mean square of the traits of milling recovery, head rice, elongation ratio, amylose percent, gelatinization temperature of mutants with parents, Fajr, and Shiroudi as check

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	دمای ژلاتینی شدن Gelatinization temperature	درصد آمیلوز Amilose percent	نسبت طویل شدن دانه Elongation ratio	درصد برنج سالم Head Rice	راندمان تبدیل Milling Recovery
تکرار Replication	2	0.003ns	0.572ns	0.002 ns	0.168 ns	0.259 ns
تیمار Treatment	36	5.96 **	6.780 **	0.065 **	52.21 **	14.91**
خطا Error	72	0.012	0.035	0.001	1.27	0.557
ضریب تغییرات CV (%)		2.64	0.99	1.38	1.75	1.07

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

جدول ۵- مقایسه صفات راندمان تبدیل، درصد برنج سالم، نسبت طویل شدن دانه، درصد آمیلوز و دمای ژلاتینی شدن موتانت‌ها با شاهد والدین، فجر و شیرودی

Table 5- The comparison of the traits of milling recovery, head rice, elongation ratio, amylose percent, gelatinization temperature of mutants with parents, Fajr, and Shiroudi as check

ردیف No.	شماره موتانت Code	دمای ژلاتینی شدن Gelatinization temperature	درصد آمیلوز Amilose content (%)	نسبت طویل شدن دانه Elongation ratio	درصد برنج سالم Head Rice (%)	راندمان تبدیل Milling Recovery
1	114	3.4 klm	18.45 i	2.14 b-f	65.35 c-h	70.4 e-i
2	1116	3.75 h	18.45 i	2.09 fgh	66.25 cde	71.25 c-f
3	1117	3.25 mno	18.95 g	2.15 b-e	66.0 c-f	70.8 e-h
4	1120	3.55 h-k	20.95 d	2.18 bc	65.0 d-h	69.0 i-n
5	1126	3.3 lmn	16.7 mn	1.65 s	70.45 a	72.6 abc
6	123	3.4 klm	17.7 k	1.88 p	65.2 d-h	71.45 b-e
7	124	3.10 nop	18.05 j	2.15 b-e	64.25 d-i	67.8 no
8	125	3.70 hi	17.7 k	1.88 p	65.25 d-h	70.45 e-h
9	126	3.15 nop	18.5 hi	2.14 b-f	65.85 c-g	71.0 efg
10	127	4.4 f	18.5 hi	2.17 bcd	66.0 c-f	69.5 h-m
11	133	g4.04	18.45 i	2.09 fgh	63.75 g-j	68.1 mn
12	138	4.3 f	17.85 ik	2.03 ijk	69.85 a	72.75 ab
13	1316	3.6 h-k	17.6 k	1.98 lm	67.55 bc	71.1 d-g
14	Tarom	3.50 i-l	18.4 i	1.94 mn	69.5 a	73.0 a
15	215	3.45 jkl	19.35 f	2.09 fgh	65.6 c-g	69.75 f-l
16	221	5.1 e	17.25 l	2.05 hij	66.0 c-f	70.2 e-j
17	222	6.25 d	17.65 k	1.98 lm	61.7 jk	68.75 k-n
18	2212	6.6 c	19.0 g	1.98 lm	61.7 jk	69.85 f-jk
19	2310	6.95 ab	19.5 f	1.9 nop	l61.15 k	68.45 k-n
20	2311	6.55 c	16.15 o	2.13 c-f	63.65 g-j	66.75 o
21	2317	6.45 c	18.7 ghi	2.0 kl	62.45 ijk	66.65 o
22	2318	3.55 h-k	16.55 n	2.01 jkl	63.65 hij	68.15 mn
23	Hassani	6.9 ab	16.9 m	2.13 c-f	68.7 ab	71.5 b-de
24	3200	7.0 a	22.15 b	1.7 r	65.25 d-h	72.45 a-d
25	321	3.10 nop	17.75 ik	2.11 efg	65.5 c-h	70.7 e-h
26	326	3.65 hij	19.9 e	2.09 fgh	65.8 c-g	71.55 b-e
27	327	3.10 nop	f19.6 e	2.07 ghi	64.4 d-i	69.5 h-m
28	3214	3.20 m-p	19.35 f	1.7 r	65.55 c-g	71.15 d-g
29	3215	3.20 m-p	19.9 e	1.8 q	66.4 cde	70.8 e-h
30	3216	3.10 nop	20.75 d	2.19 b	63.8 f-j	69.0 i-n
31	3218	3.20 m-p	18.4 i	1.93 mno	66.55 cd	70.6 e-h
32	3226	3.05 op	17.7 k	2.25 a	61.0 kl	64.85 p
33	3227	3.10 nop	18.8 gh	1.98 lm	65.2 d-gh	68.8 j-n
34	3228	3.10 nop	16.6 mn	2.1 e-h	60.45 kl	65.15 p
35	Anbarboo	3.0 p	19.4 f	2.14 b-f	53.7 m	68.8 j-n
36	Fajr	6.8 b	21.4 c	1.86 p	47.7 n	63.2 q
37	Shiroudi	3.50 i-l	22.5 a	1.89 op	59.55 l	68.4 mnl

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %1 probability level (Duncan Test).

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

جدول مقایسه میانگین نشان داد که صفت راندمان تبدیل در بین ۳۲ تا موتانت‌ها و شاهدها، رقم طارم محلی با داشتن راندمان تبدیل ۷۳ درصد، بیشترین مقدار و رقم شاهد فجر، با داشتن ۶۳/۲ درصد کمترین مقدار راندمان تبدیل را دارا بودند (جدول ۵). این تفاوت در سطح ۵ درصد مقایسه میانگین معنی‌دار بود. در بین موتانت‌ها، شماره ۱۳۸، ۱۱۲۶ و ۳۲۰۰، بیشترین راندمان تبدیل را داشتند و از نظر آماری مشابه طارم محلی بودند. راندمان تبدیل در بین موتانت حاصل از عنبربو در مقایسه با شاهد عنبربو، بیشتر بود ولی این مقایسه برای موتانت‌های حاصل از رقم حسنی نسبت به شاهد حسنی کمتر بود. کمترین راندمان تبدیل در بین موتانت‌ها از رقم فجر کمتر نبود.

مقایسه مقدار درصد برنج سالم در بین موتانت‌ها با شاهدها (جدول ۵) نشان داد رقم طارم محلی با داشتن درصد برنج سالم ۶۹/۵ درصد، بیشترین مقدار و رقم شاهد فجر، با داشتن ۴۷/۷ درصد کمترین مقدار درصد برنج سالم را دارا بودند. این تفاوت در سطح ۵ درصد مقایسه میانگین معنی‌دار بود. البته موتانت شماره ۱۱۲۶ و ۱۳۸ از نظر عددی بیشتر از شاهد طارم محلی بودند ولی تفاوت آماری نداشتند. دامنه درصد برنج سالم در بین موتانت‌ها ۷۰-۶۰ درصد بود. تمامی موتانت‌های حاصل از عنبربو در مقایسه با شاهد عنبربو، درصد برنج سالم بیشتری داشتند و این تفاوت در سطح ۵ درصد به روش دانکن معنی‌دار بود (جدول ۵). دمای پایین در مرحله زایشی و پر شدن دانه در زراعت برنج منجر به کاهش راندمان تبدیل و کاهش میزان برنج سالم می‌شود. درصد برنج سالم ارقام معمولاً از ۴۵ تا ۶۵ درصد متغیر هست که به نوع رقم، سال و مدیریت زراعی بستگی دارد (Fathi and Nabipour, 2020). نسبت طویل شدن دانه که میزان قد کشیدن دانه برنج پس از پخت را نشان می‌دهد، در ۱۹ موتانت مورد بررسی با نسبت طویل شدن دانه بیشتر از ۲ بوده (جدول ۵) و بیشترین مقدار آن معادل ۲/۲۵ از آن موتانت شماره ۳۲۲۶ هست. البته شماره ۳۲۱۶ و ۱۱۲۰ نیز دارای مقدار بالای این نسبت بودند. در نتیجه موتانت‌ها، از نظر صفت طویل شدن دانه مطلوب هستند. شاهد عنبربو و حسنی، بیشترین و شاهد فجر، کم‌ترین مقدار نسبت طویل شدن دانه را داشتند.

جدول (۵) نشان داد درصد آمیلوز موتانت‌ها بین ۲۲/۱۵-۱۶/۵ متغیر بود. معمولا درصد آمیلوز ۲ ± ۲۰ مناسب هست. بیشترین میزان آمیلوز معادل ۲۲/۵ درصد بود که متعلق به رقم شاهد شیرودی بود. موتانت شماره ۱۱۴، ۱۱۱۶، ۱۳۳ و ۱۳۸ مشابه شاهد طارم محلی بود. در این آزمایش درصد آمیلوز طارم محلی ۱۸/۴ بود. عامل اصلی و تعیین‌کننده کیفیت رقم بوده و تفاوت در میزان آن اساساً به نوع رقم و شرایط محیطی وابسته می‌باشد. از جمله عوامل تأثیرگذار بر میزان آمیلوز دانه برنج می‌توان به موقعیت جغرافیایی منطقه کشت (عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا)، شرایط آب و هوایی (دما، شدت تشعشع و بارندگی)، طول روز و عملیات زراعی اشاره نمود (Fathi and Nabipour, 2020).

صفت دمای ژلاتینی شدن در جدول (۵) نشان داد که دامنه تغییرات آن در بین موتانت‌ها و شاهدها بین ۳ تا ۷ متغیر بود. هر چه دمای ژلاتینی شدن بیشتر باشد مدت زمان پخت آن هم بیشتر خواهد بود و در واقع، تمام موتانت‌ها، در آزمایشگاه کیفیت مقدار آن نسبت به شاهد طارم محلی سنجش می‌شود. دمای ژلاتینه شدن با مدت زمان پخت و ماهیت برنج پخته ارتباط دارد. دمای ژلاتینه شدن تحت تأثیر شرایط محیطی بوده و با وقوع دمای پایین در مرحله زایشی برنج مقدار آن کاهش می‌یابد. ارقام برنج دارای دمای ژلاتینه شدن متفاوتی هستند (Fathi and Nabipour, 2020).

جدول ۶، برخی پارامترهای اقلیمی را نشان می‌دهد که در کمیت و کیفیت محصول برنج موثر است. بیشترین متوسط دما به‌ترتیب در مرداد و تیر ماه بود ولی بیشترین تشعشع خورشیدی بر حسب مگاژول بر ساعت به‌ترتیب در تیر و مرداد ماه بود.

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

جدول ۶- میانگین ماهانه دمای کمینه، بیشینه، رطوبت نسبی، تشعشع خورشیدی و مجموع بارندگی در دوره آزمایش

Table 6. Weather parameters including minimum and maximum air temperatures, relative humidity, solar radiation and rainfall during the during experiment

ماه Month	دمای کمینه Minimum temperature (°C)	دمای بیشینه Maximum temperature (°C)	رطوبت نسبی Relative humidity (%)	مجموع بارندگی Precipitation (mm)	تشعشع خورشیدی Solar radiation (MJ m^{-2} d^{-1})
فروردین March	10.8	18.6	77.0	99.3	12.0
اردیبهشت April	16.4	24.8	78.0	41.4	15.9
خرداد May	19.9	27.8	80.0	24.6	17.7
تیر June	22.3	30.8	79.0	30.8	18.5
مرداد July	22.5	33.1	76.0	11.4	17.8
شهریور Aug	21.4	31.5	78.0	88.5	11.8

منبع: ایستگاه هواشناسی کشاورزی آمل

نتیجه‌گیری کلی

ژنوتیپ‌های موتانت با شماره ۱۱۴، ۱۱۱۷، ۱۱۲۰، ۱۱۲۶، ۱۲۶، ۱۳۸، ۲۲۲، ۲۲۱۲، ۲۳۱۰، ۳۲۰۰، ۳۲۱۶، ۳۲۱۸ و ۳۲۲۷، دارای عملکرد بیشتری نسبت به شاهد والدین (طارم محلی، حسنی و عنبربو) بودند. همچنین کیفیت موتانت‌های مورد بررسی از جنبه پارامترهای تبدیل و کیفیت پخت نسبت به ارقام شاهد مطلوب‌تر بودند.

منابع

Ahloowalia B.S., Maluszynski M., Nichterlein K. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. Euphytica, 135: 187-204.

Alizadeh M.A., Esavand H.R. 2005. Rice in Egypt. Ministry of Agriculture, 540 p. (In Persian).

Allahgholipour M., Hoseni Chaloshtory M., Aghlidi M., Sayadi M., Sayadi M.2022. Important Characteristics of Some Native, Improved and Foreign Varieties of Rice. Narvan, 105 p. (In Persian).

Babaei A., Nematzadeh G.H., Hashemi H., 2011. An evaluation of genetic differentiation in rice mutants using semi-random markers and morphological characteristics. Australian Journal of Crop Science, 5 (13): 1715-1722.

Bagheri L., Fallah A. 2015. Producing of tolerant cultivars to salinity stress in rice (*Oryza sativa* L.) using mutation and biotechnology. Rice Research Institute of Iran, 50 p.(In Persian).

Behpouri A., Khornam M., Bejanzadeh E. 2007. Evaluation of genetic variation in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes using some agronomic and morphological traits. Journal of Agricultural Sciences, 12 (5): 779-809.

Esfahani M., Fotikian M.H. 2004. Induction of earliness and awnless mutants in rice (*Oryza sativa* L.) Domsiah cultivar. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 4 (2): 95-106. (In Persian).

Fathi N., Nabipour A. 2020. Methods for detecting purity and quality of rice cultivars. Technical paper. Rice Research Institute of Iran, 33p. (In Persian).

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]

IRRI. 2013. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, 56 p.

Majd F., Rahimi M., Rezazadeh M. 2000. Evolving of mutant lines resistant to lodging, blast, and high yield in rice by induce mutation using Gamma ray (physical mutagen). Journal of Nuclear Science and Technology, 26: 37-43.

Nabipour A., Fallah A., Bagheri L. 2019. Application of induced mutation in rice breeding. Rice Research Institute of Iran, 32 p. (In Persian).

Nahvei M., Allahgholipour M. 2003. Observational study of rice lines (F6) in preliminary performance comparison test. Rice Research Institute of Iran, 24 p (In Persian).

SAS Institute. 2013. The SAS system for Windows. Release 9.4. SAS Inst., Cary, NC. USA.

Solimani A., Amiri Larijani B. 2003. Principles and Basics of Rice Cultivation. Arvij, 303 p. (In Persian).

Yazdisamadi B., Rezaei A.R., Valizadeh M. 2013. Statistical Designs in Agricultural Sciences. Tehran University, 764 p. (In Persian).

Yoshida S. 1981. Fundamentals of rice crop science. International rice research institute Los Banos. Philippines, 269 p.

[DOI: 10.22034/arpe.7.14.111]