نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۴- شماره ۱- پیاپند ۱۳۰ بهار۱۴۰۰

ارزیابی میزان اعاده‌کنندگی باروری و هتروزیس برخی از ژنوتیپ‌های برنج

Evaluation of fertility restoring and heterosis rate in some of the rice genotypes

عمار قلی زاده قرا[۱]، غفار کیانی[۲*]، قربانعلی نعمت زاده[۳]، حمید نجفی زرینی[۴]

۱. دانشجوی دکتری رشته اصلاح نباتات، مهندسی ژنتیک و ژنتیک مولکولی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران ،
۲. دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. (نگارنده مسئول)
۳. استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران.
۴. دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۳ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2021.351486.1498

چکیده

قلی زاده قرا، ع.، کیانی، غ.، نعمت زاده، ق.، نجفی زرینی ، ح.، . ارزیابی میزان اعاده‌کنندگی باروری و هتروزیس برخی از ژنوتیپ‌های برنج
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۴ - شماره ۱- پیاپند ۱۳۰ بهار ۱۴۰۰ صفحه: ۱۰۷-۹۳

بکارگیری فنآوری برنج هیبرید میتواند گامی موثر در امنیت غذایی باشد. در این تحقیق، ۲۶ لاین اعاده‌کننده باروری برنج بعنوان والد پدری، به همراه لاین نداA به عنوان والد مادری و ۲۶ هیبرید حاصله و رقم پرمحصول شیرودی ارزیابی شدند. در سال ۱۳۹۷ تلاقی‌های ممکن بین نداA و لاین‌های اعاده‌کننده باروری انجام گرفت. سپس در سال ۱۳۹۸، لاین‌های اعاده‌کننده باروری و هیبریدها به همراه رقم شاهد منطقه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان انجام پذیرفت. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که ژنوتیپها از نظر تمامی صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری دارند، همچنین براساس مقایسه میانگین انجام شده تلاقی NedaA /IR 65912-90-1-6-3-2-3R **بالاترین عملکرد (۸۷۰۸/۳ کیلوگرم در هکتار) را بین تمامی هیبریدها و ارقام شیرودی (۶۱۱۰/۲ کیلوگرم در هکتار) و ندا (۶۱۰۵/۴ کیلوگرم در هکتار) داشت که ناشی از تعداد پنجه و تعداد دانه در خوشه بالا بوده است. هتروزیس استاندارد این هیبرید ۴۲/۵۲ درصد، هتروزیس نسبت به والد برتر ۳۵/۴۵ درصد و هتروزیس نسبی ۳۸/۹۵ درصد بوده است. همچنین هیبریدهای** NedaA/IR68078-15-2-1-2-2R، NedaA/IR65912-90-1-6-3-2-3R، NedaA/IR36، NedaA/MILYANG54، NedaA/IR56 **به ترتیب با ۱۶/۴۰، ۴۲/۵۲، ۳/۷۷، ۱۸/۷۱ و ۸/۴۹ درصد دارای هتروزیس استاندارد مثبت و معنی‌داری برای افزایش عملکرد بودند. همچنین هیبرید** MILYANG 54/NedaA **دارای بیشترین راندمان تبدیل و آمیلوز مناسب بوده و هیبرید** IR68078-15-2-1-2-2- R/ NedaA **عطر مطلوب داشته است. با توجه به هتروزیس استاندارد بالای این هیبریدها، می‌توان، بعنوان هیبرید برتر استفاده نمود و از لاین‌های اعاده‌کننده باروری در تلاقی با دیگر لاین‌های نرعقیم برای تولید ارقام جدید برنج هیبرید بهره برد.**

واژه های کلیدی: اعاده کننده، برنج، ژنوتیپ، لاین نرعقیم وهیبرید

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: gh.kiani@sanru.ac.ir

مقدمه

برنج به عنوان محصول اصلی تأمین کننده کالری مورد نیاز مردم جهان، از منابع غذایی اصلی مردم ایران نیز به شمار می‌رود. با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و همچنین تغییر در عادات رژیم غذایی و میل به مصرف برنج در دنیا لازم است که تولید برنج افزایش یابد. از طرفی با توجه به محدودیت‌هایی که در تولید این محصول وجود دارد این افزایش تولید باید در زمین کمتر و با کارگر کمتر صورت گیرد. بهره برداری از هتروزیس به عنوان راهکاری برای افزایش بیشتر عملکرد و تأمین نیاز جمعیت رو به رشد جهان می باشد. بنابراین تلاش‌ها برای بهره برداری از هتروزیس آغاز شد تا اینکه محققان چینی توانستند با تولید تجاری برنج هیبرید افزایش چشمگیری در عملکرد برنج ایجاد کنند. هتروزیس پدیده ای است که هیبریدهای F_1 حاصل از والدین متنوع، از نظر صفات مختلف نسبت به والدین خود برتری نشان می‌دهند (Saleem, 2008, Xie, 2018).

طبق آمار منتشره از موسسه بین المللی برنج[1]، میزان واردات برنج ایران به یک میلیون و دویست هزار تن در سال ۲۰۱۹ رسید (IRRI, 2019). با توجه به چالش رشد جمعیت و کاهش اراضی کشاورزی تنها راه حل این مشکل اصلاح عملکرد در واحد سطح می باشد. از طرفی تکنولوژی برنج هیبرید در افزایش عملکرد برنج در کشور چین و سایر مناطق موفقیت آمیز بوده است، بنابراین ارقام برنج هیبرید برای حصول عملکرد بیشتر گامی موثر جهت کاهش واردات برنج بسیار کاربردی می باشد (Fischer *et al.*, 2014). تولید بذر هیبرید برنج و استفاده از ارقام پرمحصول آن از تحولات مهم در افزایش عملکرد در واحد سطح در چاره اندیشی برای تغذیه جمعیت روبرو رشد جهان در مناطق استوایی دنیا به شمار می رود و موجب افزایش ۲۰ تا ۳۰ درصدی عملکرد می‌گردد. افزایش عملکرد در برنج هیبرید به دلیل طول دوره رشد گیاه و شاخص برداشت بالا است، افزایش فاکتورهای مذکور باعث افزایش تعداد دانه، وزن خوشه و وزن هزار دانه شده و به این ترتیب باعث افزایش عملکرد دانه در برنج هیبرید می‌شود (Shabestari & Mojtahedi, 2008, Yuan, 2014). از طرفی بدلیل خصوصیات برنج ایرانی در رابطه با لاین های برگرداننده باروری که از نظر دوره گلدهی، ارتفاع، زمان رسیدگی و میزان برگردانندگی باروری مطلوب باشد هنوز در کشور، وضعیت مناسبی وجود ندارد. بنابراین با وجود چنین مشکلاتی در کشور، لازم است تحقیقات گسترده ای در ارزیابی و شناسایی لاین نرعقیم و برگرداننده باروری انجام گیرد و برنج هیبرید مطلوب ایرانی تولید و معرفی گردد. محدودیت ارقام مناسب اعاده‌کننده باروری، تعداد کم لاین های موثر و سازگار و پایه ژنتیکی آنها و کیفیت پخت همواره از مشکلات اساسی تولید برنج هیبرید در کشور بوده است. با این وجود در سال های اخیر با پیشرفت روش های نوین اصلاحی اقدامات قابل توجهی در زمینه اصلاح و معرفی لاین های جدید اعاده کننده باروری صورت گرفته است. محققین زیادی با هدف شناسایی ژنوتیپ

1 International Rice Research Institute (IRRI)

های مناسب مقادیر هتروزیس را مورد ارزیابی قرار دادند (Rahimi *et al.,* 2010; Selvaraj *et al.,* 2011; Sanghera & Hussain, 2012; Latha *et al.,* 2013). در بررسی هیبریدهای حاصل از تلاقیIR68899A x Poya، مقادیر هتروزیس نسبت به والدین ۱۰۶/۶۰ درصد مشاهده شد (Bagheri & Babaeian Jelodar, 2010). هیبریدهای برتر برنج حاصل از تلاقی سه لاین نرعقیم با ۲۰ رقم برگرداننده باروری مقادیر هتروزیس نسبت به والد برتر بین ۱۱/۶۳ تا درصد گزارش گردید (Tiwari *et al*., ۲۰۱۱). لاین‌های R28،R9، R7، R5 و R45 با انجام آزمون‌های باروری دانه گرده و خوشه در مجموع دارای باروری بیش از ۷۵ درصد بودند (Eidi Kohnaki *et al.,* 2015). در مطالعه شناسائی ارقام برگرداننده و نگهدارنده باروری در برنج، ارقام شیرودی، تابش، فجر و شفق به عنوان نگهدارنده معرفی گردیدند (Kiani, 2017). در مطالعه محققان، تفاوت قابل توجهی در خصوصیات فیزیکوشیمیایی هیبریدهای برنج از واریته‌های چینی گزارش شد (Zhu *et al.,* 2016). هدف از اجرای این آزمایش، بررسی و شناسایی میزان اعاده کنندگی لاین های ارسالی از موسسه تحقیقات بین‌المللی (IRRI) در تلاقی با لاین نرعقیم سیتوپلاسمی ندا۱ بوده تا در ادامه هیبریدهای حاصل از تلاقی آنها از طریق آزمون باروری دانه گرده و خوشه مورد مطالعه قرار گرفته و با بررسی شاخص‌های آماری انجام شده و همچنین با تعیین میزان هتروزیس صفات مورد مطالعه، در نهایت لاین‌های والدینی مناسب شناسایی شده برای برنامه های اصلاحی و همچنین انتخاب ترکیب‌های مناسب برای تولید برنج هیبرید مورد استفاده قرار گیرد.

روش تحقیق

این آزمایش طی دو سال زراعی ۸-۱۳۹۷ در مزرعه آموزشی پژوهشی پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در ۹ کیلومتری جاده خزر آباد به طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. در این تحقیق، ۲۶ لاین اعاده‌کننده باروری برنج ارسالی از ایری (از کشور فیلیپین) بعنوان والد پدری، به همراه لاین نرعقیم سیتوپلاسمی ندا۱ به عنوان والد مادری و ۲۶ هیبرید حاصله و رقم پرمحصول شیرودی به عنوان رقم شاهد منطقه مورد ارزیابی قرار گرفتند. لاین نرعقیم سیتوپلاسمی ندا۱ مورد استفاده در این تحقیق، دارای عقیمی کامل و پایدار بوده است (Nematzadeh &Sattari, 2003). با توجه به اینکه لاین ندا۱ عقیم بوده از رقم ندا برای اندازه‌گیری صفات استفاده شد. در سال اول اجرای آزمایش، جهت هماهنگ کردن زمان گل‌دهی ارقام والدینی و همچنین ندا۱ در سه مرحله و با فاصله ۱۵ روز از یکدیگر کاشته شدند.در زمان گلدهی، تلاقی بین والدین انجام و هیبریدهای حاصل در زمان مناسب برداشت گردید. در سال دوم اجرای آزمایش نیز جهت جوانه زنی هرچه بهتر، ابتدا بذرها در ظروف پتری جوانه‌دار شدند و سپس یک هفته بعد در خزانه بذرپاشی شدند. نشای هیبریدها به

همراه والدین آنها، در زمان سه تا چهار برگی (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کرت هائی به مساحت ۴ متر مربع نشاکاری شدند و در طول فصل رشد صفاتی از قبیل تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته (سانتی متر)، تعداد پنجه بارور، طول خوشه (سانتی‌متر)، تعداد گلچه در خوشه، تعداد دانه بارور در خوشه، درصد عقیمی دانه گرده، درصد باروری خوشه، طول دانه (میلی متر)، عرض دانه (میلی‌متر)، وزن هزار دانه (گرم) و عملکرد دانه (;کیلوگرم در هکتار) اندازه گیری شد. اندازه گیری‌ها بر روی ۵ بوته تصادفی از هر ژنوتیپ در هر تکرار انجام گرفت. همچنین هیبریدهایی که دارای درصد باروری خوشه بالای ۸۰ درصد و عملکرد دانه بالا بودند انتخاب و برای صفات فیزیکوشیمیایی شامل درصد برنج سالم، درصد برنج شکسته، راندمان تبدیل، طول دانه قبل پخت، طول دانه بعد پخت، میزان ری آمدن، میزان آمیلوز به روش پیشنهادی جولیانو و ویلارئال (Juliano & Villareal, 1993)، درجه حرارت ژلاتینی شدن طبق روش پیشنهادی لیتل و همکاران (Little, 1958) و عطر به روش سود و صدیق (Sood & Siddiq, 1978) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه واریانس داده ها و مقایسه میانگین به روش توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد با استفاده از نرم افزار $SAS_{9.2}$ انجام گرفت (SAS, 2010). همبستگی بین صفات با استفاده از ضریب پیرسون و تجزیه خوشه‌ای داده‌ها با استفاده از روش وارد (Ward) و با معیار فاصله اقلیدوسی)با استفاده از نرم افزار (PAST و برش آن بر مبنای فرمول ذیل (Darvish Kajouri, 2009) انجام یافت، همچنین فرمول های محاسباتی برای محاسبه هتروزیس به شرح ذیل بوده‌اند (Darvish Kajouri, 2009, Bagheri & Babaeian Jelodar, 2010).

فرمول ۱

$$\text{تعداد خوشه کلاستر} = \sqrt{(\text{تعداد ژنوتیپ})n/2}$$

فرمول ۲

$$\text{هتروزیس نسبی} = \frac{\text{میانگین والدین} - \text{میانگین} f1}{\text{میانگین والدین}} * 100$$

فرمول ۳

$$\text{هتروزیس نسبت به والد برتر} = \frac{\text{میانگین والد برتر} - \text{میانگین} f1}{\text{میانگین والد برتر}} * 100$$

فرمول ۴

$$\text{هتروزیس استاندارد} = \frac{\text{میانگین واریته شاهد} - \text{میانگین} f1}{\text{میانگین شاهد واریته}} * 100$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای تمامی صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که ژنوتیپ ها با هم اختلاف معنی داری داشتند، این موضوع بیانگر آن بود که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع ژنتیکی زیادی وجود داشت، ضریب تغییرات برای صفات مختلف از ۰/۴۹ (تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی) تا ۱۹/۷۸ (درصد عقیمی دانه گرده) متغیر بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون توکی در جدول ۳ آمده است. در بین لاین های والدینی اعاده کننده باروری، لاین های IR68078-15-2-1-2-2R و NSIC RC

436 بیشترین تعداد پنجه را داشتند، بالاترین درصد باروری خوشه نیز در لاین MILYANG46 مشاهده گردید. لاین IRi347 با دارا بودن تعداد گلچه و دانه بارور زیاد و پایین بودن درصد عقیمی دانه گرده، عملکرد بالاتری نسبت به ۲۶ لاین اعاده کننده داشت. در بین هیبریدهای مورد مطالعه نیز، تلاقی های /IR68078-15-2-1-2-2R NedaA، /NedaA IR 65912-90-1-6-3-2-3R، NedaA/IR36، NedaA/MILYANG 54 و IR NedaA/56 به ترتیب با عملکرد ۷۱۱۲/۰۱، ۸۷۰۸/۳۰، ۶۳۶۰/۳۰ و ۶۶۲۸/۸۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم شاهد شیرودی (۶۱۱/۰۲) عملکرد بالاتری داشتند، همچنین تلاقی / NedaA IR 65912-90-1-6-3-2-3R با داشتن تعداد پنجه زیاد (۲۱/۳۳)، درصد باروی خوشه بالا (۸۸/۴ درصد) و عقیمی پایین گرده (۱۸ درصد)، بالاترین عملکرد (۸۷۰۸/۳ کیلوگرم در هکتار) را بین تمامی هیبریدها، والدین و ارقام شاهد داشت. بنابراین امکان استفاده از این هیبریدها به عنوان یک رقم جدید جهت کشت توصیه می‌شود. (نتایج مشابهی توسط محققان در بررسی لاین‌ها و هیبریدهای برنج گزارش گردید (Baloch Zehi *et al.,* 2016). هیبرید Shanyou 63 که حاصل تلاقی لاین نرعقیم Zhenshan 97A و لاین برگداننده باروری Minghui 63 بود بعنوان یک هیبرید مگا الیت برنج معرفی شد که در سطح وسیعی از چین کشت می‌شود (Xie & Zhang, 2018).

تجزیه خوشه ای ژنوتیپ های مورد مطالعه براساس خصوصیات مختلف با استفاده از روش وارد با معیار فاصله اقلیدوسی و برش آن براساس فرمول یاد شده نشان داد که ژنوتیپ ها در پنج خوشه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱). خوشه اول با کم ترین فراوانی، شامل هیبریدهای /-IR68078 R -NedaA 15-2-1-2-2 ، /-IR 65912-90-1-1 NedaA 6-3-2-3R و NedaA/MILYANG 54 بوده که دارای بالاترین عملکرد دانه (بیش از ۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و درصد باروری خوشه (بیش از ۸۷ درصد) بوده اند. گروه سوم نیز شامل گروهی از ژنوتیپ‌ها از جمله /IRi347 NedaA، NedaA/NSIC RC 434 و /NedaA NSIC RC 400 بودند که دارای کمترین مقدار عملکرد دانه و باروری خوشه بوده‌اند. همچنین ارقام شاهد شیرودی و ندا، هیبریدهای /NedaA R9، NedaA/IR36،NedaA/IR 56، IR85593- NedaA/23-2-1-3-1-2-1-1-1 بهمراه والدین IR65912-90-1-6-3-2-3R، IR64724-67-2-1- 2-2R، DR10، DR11، IR2، IR4، IR5، IR9، IR 56، IR72998-93-3-3-2R ، MH 63 و NSIC RC 436 در گروه دوم که بزرگترین خوشه را تشکیل دادند از نظر پارامترهای عملکرد از گروه اول کمتر بودند. ژنوتیپ‌هایی که در یک گروه قرار گرفته‌اند خصوصیات نزدیک به هم داشته و با ژنوتیپ‌های سایر خوشه‌ها دارای تنوع بیشتری می‌باشند. مطالعات در خصوص فاصله ژنتیکی هیبریدهای مختلف برنج توسط محققین گزارش گردید (Baloch Zehi *et al.,* 2016).

میزان هتروزیس برآورد شده در بین هیبریدها به ترتیب براساس میانگین والدین، والد برتر و واریته شاهد (هتروزیس استاندارد) (جدول ۴) نشان داد که برای صفت عملکرد، هتروزیس میانگین والدین از محدوده ۹۴/۵۴- تا ۵۷/۴۶ درصد،

هتروزیس والد برتر از ۹۴/۷۳- تا ۳۵/۴۵ درصد و هتروزیس نسبت به واریته شاهد از ۹۴/۴۰- تا ۴۲/۵۲ درصد متغیر بودند. کمترین و بیشترین مقدار هتروزیس میانگین والدین (هتروزیس نسبی) به ترتیب در تلاقی های NedaA/IRi347 و /NedaA IR68078-15-2-1-2-2- R با ۹۴/۵۶- و ۵۷/۴۶ درصد مشاهده گردید. هتروزیس والد برتر برای هیبریدهای /IR68078-15-2-NedaA 1-2-2- R، /IR 65912-90-1-6-3-2-NedaA 3R، NedaA/IR36، NedaA 3R /MILYANG 54 و NedaA/IR 56/ به ترتیب ۱۶/۴۵، ۳۵/۴۵، ۳/۸۵، ۱۸/۸۰ و ۴/۷۶ درصد و برای هتروزیس استاندارد این هیبریدها به ترتیب ۴۰/۱۶، ۴۲/۵۲، ۳/۷۷، ۱۸/۷۱ و ۸/۴۹ درصد که مثبت بوده و دارای هتروزیس قابل قبول برای افزایش عملکرد هستند. مقدار حداقل هتروزیس در بررسی هیبریدهای مختلف برنج براساس صفت عملکرد برای جبران هزینه‌های تولید بذر هیبرید بین ۲۰ تا ۳۰ درصد بیان گردید (Bagheri & Babaeian jelodar, 2010).

از آنجائیکه یکی از اهداف مهم به‌نژادگر افزایش عملکرد در واحد سطح می باشد، بنابراین با توجه به تحقیق انجام شده هیبریدهای دارای عملکرد مطلوب با درصد باروری گرده و خوشه بالا شامل هیبریدهای /IR68078-15-NedaA 2-1-2-2- R، /IR 65912-90-1-6-3-2-NedaA 3R، NedaA/IR36، NedaA 3R /MILYANG 54 و NedaA/IR 56 بوده که به ترتیب دارای عملکرد ۷۱۱۲/۰، ۸۷۰۸/۳، ۶۳۴۰/۳۰، ۷۲۵۳/۳ و ۶۶۲۸/۸ کیلوگرم در هکتار بودند (جدول ۵). همچنین این هیبریدها هتروزیس مطلوبی داشتند و از نظر ویژگی های زراعی همچون تعداد گلچه در خوشه (به ترتیب ۱۶۵، ۱۸۱، ۱۴۰، ۱۶۵ و ۱۴۵) و درصد باروری خوشه (در مقایسه با والدین مربوطه، ۸۷/۷۳، ۸۸/۴۰، ۸۵/۷۲، ۸۷/۸۸ و ۸۹/۶۶ درصد) برای بهبود عملکرد به عنوان برترین هیبریدها شناخته شدند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی هیبریدهای برتر نشان داد که هیبرید NedaA/MILIANG 54 دارای بیشترین راندمان تبدیل (۶۴/۷۳) و میزان آمیلوز مناسب (۲۱/۱۶) بوده و هیبرید NedaA/IR68078-15-2-1-2-2R میزان عطر مطلوب داشته است (جدول ۶). با توجه به نتایج هیبردهای برتر، می‌توان اینگونه گفت که والدین پدری این هیبریدها دارای ژن(های) برگرداننده باروری بوده و می‌توان از این والدین برای تولید ارقام جدید برنج هیبرید در کشور استفاده نمود.

نتیجه‌گیری کلی

طی بررسی ۲۶ هیبرید مورد مطالعه در این آزمایش مشخص گردید که هیبریدهای / IR 65912-/ ،NedaA IR68078-15-2-1-2-2- R ،NedaA/IR36 ،NedaA 90-1-6-3-2-3R، NedaA/MILYANG 54 و NedaA//IR 56 دارای عملکرد و هتروزیس مطلوبی بوده و از نظر ویژگی های زراعی همچون تعداد گلچه در خوشه و درصد باروری خوشه (در مقایسه با والدین مربوطه) برای بهبود عملکرد به عنوان برترین هیبریدها تشخیص داده شدند. همچنین بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی هیبریدهای برتر نشان داد که هیبرید NedaA/MILIANG 54 دارای بیشترین راندمان تبدیل و آمیلوز مناسب بوده و هیبرید NedaA/IR68078-15-2-1-2-2R

جدول ۱. لیست ژنوتیپهای مورد مطالعه و تلاقی‌های حاصل به همراه برخی از خصوصیات مهم ژنوتیپ‌های والدینی

Table 1. List of the investigated genotypes and the resultant crosses along with the main characteristics of the parental genotype

ویژگی‌ها Characteristics	منشاء لاین‌ها Country of origin	نام لاین‌ها Line names	شماره لاین‌ها Line numbers	نام هیبریدها Hybrid name	شماره هیبریدها Hybrid number
Medium maturity, short grain	IRRI	R9	27	NedaA/R9	1
Late maturity, short grain	IRRI	IR 68078-15-2-1-2-2R	28	NedaA /IR68078-15-2-1-2-2R	2
Medium maturity, short grain	IRRI	IR 65912-90-1-6-3-2-3R	29	NedaA /IR 65912-90-1-6-3-2-3R	3
Medium maturity, short grain	IRRI	IR 64724-67-2-1-2-2R	30	NedaA/IR64724-67-2-1-2-2R	4
Medium maturity, long grain	IRRI	DR10	31	NedaA/DR10	5
Medium maturity, long grain	IRRI	DR11	32	NedaA/DR11	6
Late maturity, short grain	Philippines	IR36	33	NedaA/IR36	7
Medium maturity, short grain	South Korea	MILYANG46	34	NedaA/MILYANG46	8
Medium maturity, short grain	South Korea	SUWEON287	35	NedaA/SUWEON287	9
Medium maturity, short grain	South Korea	IRi347	36	NedaA/IRi347	10
Medium maturity, short grain	Bhutan	MILYANG 54	37	NedaA/MILYANG 54	11
Medium maturity, short grain	Korea	SUWEON 294	38	NedaA/SUWEON 294	12
Medium maturity, short grain	Philippines	IR 56	39	NedaA/IR 56	13
Late maturity, short grain	IRRI	IR 4842-2-3-2-1R	40	NedaA/C 4842-2-3-2-1R	14
Late maturity, short grain	IRRI	IR 72998-93-3-3-2R	41	NedaA/IR 72998-93-3-3-2R	15
Late maturity, long grain	IRRI	IR 73718-272-3-2-2R	42	NedaA/IR 73718-272-3-2-2R	16
Late maturity, short grain	IRRI	IR 74642-19 5-1-3-2	43	NedaA/IR 74642-19 5-1-3-2	17
Late maturity, long grain	IRRI	IR 90926-29-7-1	44	NedaA/IR 90926-29-7-1	18
Late maturity, short grain	IRRI	Minghui 63	45	NedaA/Minghui 63	19
Late maturity, short grain	IRRI	NSIC RC 352	46	NedaA/NSIC RC 352	20
Late maturity, long grain	IRRI	NSIC RC 392	47	NedaA/NSIC RC 392	21
Late maturity, short grain	IRRI	NSIC RC 400	48	NedaA/NSIC RC 400	22
Late maturity, short grain	IRRI	NSIC RC 434	49	NedaA/NSIC RC 434	23
Late maturity, short grain	IRRI	NSIC RC 436	50	NedaA/NSIC RC 436	24
Medium maturity, short grain	IRRI	IR 85593-23-2-1-3-1-2-1-	51	IR85593-23-2-1-3-1-2-1-1-	25

Late maturity, short grain	IRRI	IR 86403-22-3-1-1-1-1-	52	IR86403-22-3-1-1-1-1-	26
Late maturity, long grain	Iran	NedaB	53		
Late maturity, long grain	Iran	Shiroudi	54		

* بذرهای دریافتی از مرکز بین المللی تحقیقات برنج در کشور فیلیپین بعنوان والد پدری بوده که پس از کاشت در این تحقیق، دوره رشدی متوسط تا دیررس داشتند.

*Seeds received from International Rice Research Inistitute in Philippines were as the paternal parents, which after sowing, had a medium to late growth period.

Short grain: دانه کوتاه، long grain: دانه بلند، Medium maturity: متوسط‌رس، Late maturaity: دیررس.

عطر مطلوب داشته است. پیشنهاد می‌شود با بررسی سازگاری و پایداری لاین‌های والدینی در سال ها و مکان های مختلف و استفاده از آنها در تلاقی ها با لاین‌های نرعقیم، ارقام جدید برنج هیبرید در کشور تولید و تجاری‌سازی گردد.

سپاسگزاری

این تحقیق در پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان وابسته به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گردید، لذا از مجموعه همکاران پژوهشکده بدلیل تأمین هزینه آن و جناب آقای مهندس عمار افخمی قادی بابت مساعدت فنی نهایت سپاس و قدردانی بعمل می‌آید.

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه برای هیبریدها، والدین و شاهد مورد مطالعه،

Table 2. Analysis of variance of the studied traits for rice hybrids, parental lines and control

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares												
		تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی Day to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدگی Day to maturaity	ارتفاع (سانتی‌متر) Height	تعداد پنجه Tiller number	طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length	تعداد گلچه در خوشه Number of spikelet per panicle	تعداد دانه بارور در خوشه Number of fertile grain per panicle	طول دانه (میلی‌متر) Grain length	عرض دانه (میلی‌متر) Grain width	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-grain weight	عقیمی دانه گرده (٪) Pollen sterility	باروری خوشه (٪) Panicle fertility	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield
Genotype	53	175.19**	229.45**	452.99**	25.22**	16.24**	4264.54**	5940.37**	1.76**	0.342**	30.28**	1265.78**	1466.78**	9655489.2**
Rep	2	0.454	0.421	68.51**	9.30**	0.629	289.31	49.74	0.212	0.01	3.59*	23.63	9.88	350172.04**
E	106	0.312	0.659	7.70	1.91	1.20	384.13	167.98	0.115	0.01	0.933	36.65	44.36	51186.98
CV(%)	-	0.49	0.59	2.45	9.10	4.12	12.37	12.28	3.52	5.41	4.17	19.78	10.10	4.78

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و یک درصد.

* and ** significant at the 5 and 1% probability levels, respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مربوط به هیبریدها، لاین های والدینی بهمراه واریته شاهد برنج مورد مطالعه

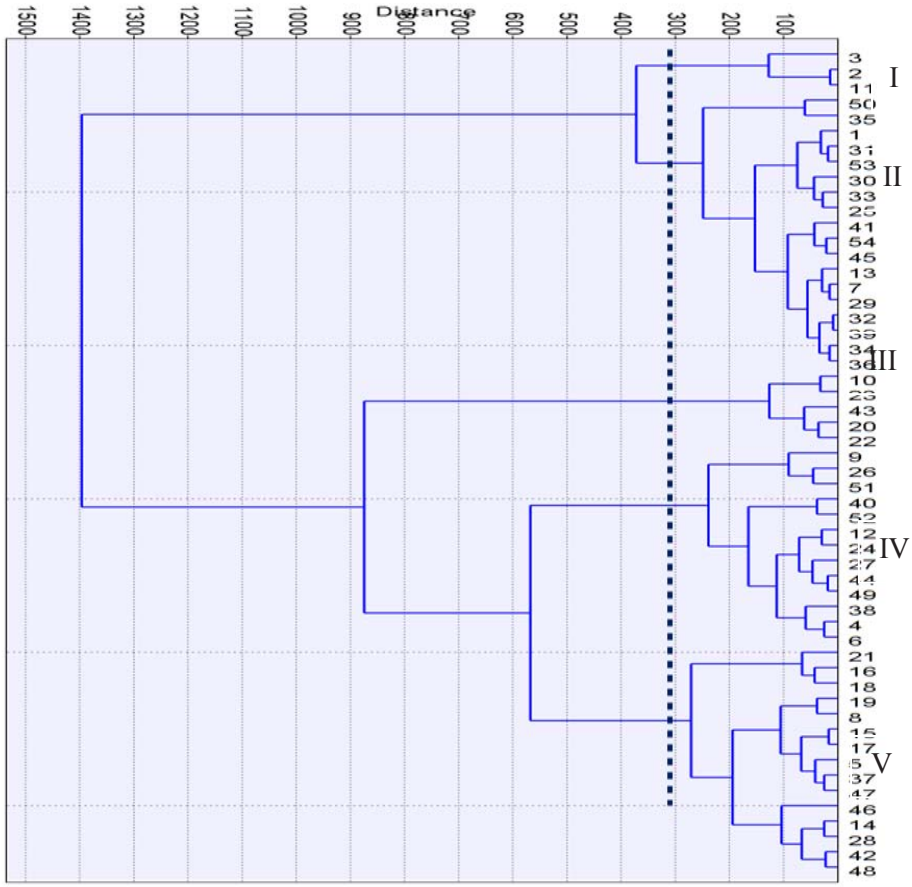
Table 3. Means comparison of the traits related to rice hybrids, parental lines and control

شماره تلاقی/لاین Cross/ line number	تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی Day to 50% flowering	تعداد روز تا رسیدگی Day to maturaity	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تعداد پنجه Tiller number	طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length (cm)	تعداد گلچه در خوشه Number of spikelet's per panicle	تعداد دانه بارور در خوشه Number of fertile grain per panicle	طول دانه (میلی‌متر) Grain length (mm)	عرض دانه (میلی‌متر) Grain width (mm)	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000- grain weight (gr)	عقیمی دانه گرده (٪) Pollen sterility (%)	باروری خوشه (٪) Panicle fertility (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})
1	112.00^{j-l}	139.00^{g-i}	115.00^{j-n}	16.00^{e-j}	24.33^{j-p}	142.00^{d-k}	110.00^{g-p}	10.23^{a-f}	1.84^{b-k}	23.33^{d-i}	10.00^{p-t}	77.53^{a-k}	5845.86^{e-h}
2	123.00^{a}	140.00^{f-h}	119.66^{f-k}	19.00^{b-e}	29.00^{a-f}	163.00^{d-j}	143.00^{e-i}	9.49^{c-n}	1.82^{b-l}	25.66^{b-e}	31.00^{i-o}	87.73^{a-f}	7112.00^{bc}
3	114.00^{h-i}	139.00^{g-i}	125.00^{e-i}	21.33^{ab}	28.66^{a-j}	181.00^{c-h}	160.00^{b-d}	10.26^{a-c}	1.82^{b-l}	25.70^{b-e}	18.00^{l-t}	88.39^{a-e}	8708.26^{a}
4	112.00^{j-l}	137.00^{i-k}	125.66^{b-h}	13.33^{h-k}	29.33^{a-e}	160.66^{d-j}	101.33^{i-s}	10.36^{a-e}	1.70^{f-m}	27.06^{a-c}	7.66^{q-t}	63.16^{i-o}	4734.40^{k-n}
5	113.00^{j-k}	140.00^{f-h}	105.66^{n-r}	14.33^{e-j}	23.00^{op}	123.33^{f-k}	61.33^{r-x}	9.03^{h-p}	1.90^{b-i}	27.63^{ab}	19.66^{l-t}	49.65^{n-r}	3844.80^{o-q}
6	113.66^{h-j}	140.00^{f-h}	121.00^{e-k}	15.33^{d-j}	26.33^{d-o}	130.66^{e-k}	83.66^{m-v}	10.19^{a-g}	1.70^{f-m}	26.00^{b-e}	10.33^{p-t}	63.42^{g-o}	4748.80^{k-n}
7	113.00^{j-k}	138.00^{g-j}	112.00^{l-p}	15.33^{d-j}	28.50^{a-g}	140.00^{d-k}	120.00^{d-n}	9.34^{e-o}	1.35^{n-p}	23.63^{d-h}	20.66^{k-s}	85.71^{a-i}	6340.26^{d-f}
8	114.00^{hi}	137.00^{i-k}	126.00^{b-g}	13.33h-^{k}	27.00^{c-n}	102.66^{jk}	65.00^{q-x}	8.87^{i-q}	1.72^{e-m}	21.60^{f-l}	16.00^{m-t}	63.29^{h-o}	3381.86^{p-r}
9	113.66^{h-j}	137.00^{i-k}	120.66^{f-k}	13.00^{i-k}	23.66^{m-p}	100.66^{jk}	57.66^{s-x}	9.40^{d-o}	1.81^{b-l}	23.80^{c-h}	19.66^{l-t}	57.03^{k-q}	5851.73^{e-h}
10	112.00^{j-l}	136.00^{j-l}	123.00^{c-j}	9.00^{k}	26.66^{d-o}	126.33^{f-k}	11.66^{y}	9.08^{g-p}	1.26^{op}	21.63^{f-l}	82.33^{a}	9.23^{v}	342.40^{x}
11	123.00^{a}	136.00^{j-l}	115.66^{i-m}	18.00^{b-h}	25.33^{g-p}	165.00^{d-j}	145.00^{c-i}	9.27^{e-o}	1.64^{g-n}	24.96^{b-e}	18.66^{l-t}	87.87^{a-f}	7253.33^{b}
12	106.00^{n}	135.00^{kl}	116.00^{i-m}	13.66^{e-j}	28.00^{a-j}	182.00^{c-g}	123.66^{c-i}	9.02^{h-p}	1.74^{d-m}	23.66^{d-h}	27.66j-r	67.88^{d-n}	5205.33^{g-k}
13	113.00^{j-k}	135.00^{kl}	114.66^{j-n}	15.66^{e-j}	25.83^{e-o}	145.00^{d-k}	130.00^{c-k}	9.61^{c-m}	1.77^{b-j}	24.53^{b-f}	18.00^{l-t}	89.65^{a-d}	6628.80^{b-d}
14	120.00^{cd}	142.00^{d-f}	124.66^{c-i}	13.00^{i-k}	28.16^{a-i}	176.33^{c-h}	76.66^{n-w}	10.26^{a-c}	1.50^{k-o}	25.33^{b-e}	53.00^{c-h}	43.18^{o-s}	3134.40^{q-s}
15	120.67^{b-d}	143.00^{de}	125.00^{e-i}	13.00^{i-k}	29.16^{a-e}	117.33^{g-k}	75.00^{o-w}	9.67^{c-i}	1.79^{b-l}	22.80^{b-e}	53.43^{b-g}	64.02^{g-o}	3924.80^{op}
16	120.67^{b-d}	142.00^{d-f}	125.00^{e-i}	13.33^{h-k}	28.33^{a-h}	153.66^{d-k}	55.33^{t-y}	10.31^{a-e}	1.48^{l-p}	27.63^{ab}	24.33^{k-s}	35.97^{q-u}	2796.26^{r-t}
17	120.67^{b-d}	144.33^{d}	130.66^{a-d}	13.00^{i-k}	28.00^{a-j}	125.33^{f-k}	65.00^{q-x}	9.71^{b-k}	1.59^{i-o}	25.76^{b-e}	65.00^{a-d}	51.45^{m-r}	4018.66^{m-p}
18	120.67^{b-d}	138.00^{g-j}	129.00^{a-f}	15.00^{d-j}	27.83^{a-j}	168.00^{d-i}	60.00^{s-x}	9.99^{b-i}	1.69^{f-n}	23.06^{d-j}	59.33^{b-f}	35.87^{q-u}	2330.13^{t}
19	120.67^{b-d}	137.00^{i-k}	138.00^{a}	13.33^{h-k}	27.50^{b-i}	140.00^{d-k}	72.00^{q-w}	10.08^{b-h}	1.60^{i-o}	17.90^{n-p}	49.00^{d-i}	51.95^{k-q}	3293.33^{p-r}
20	119.00^{de}	138.00^{g-j}	135.00^{ab}	12.66^{jk}	31.50^{a}	155.66^{d-k}	39.66^{w-y}	10.25^{a-f}	1.40^{m-p}	23.73^{d-h}	82.33^{a}	25.13^{s-v}	1509.33^{u}
21	123.00^{a}	138.00^{g-j}	131.33^{a-c}	13.33^{h-k}	30.66^{a-c}	124.66^{f-k}	26.66^{xy}	10.63^{a-c}	1.78^{b-j}	17.9^{n-p}	70.00^{a-c}	18.52^{t-v}	2456.53st
22	120.00^{cd}	137.00^{i-k}	121.00^{e-k}	14.00^{f-j}	29.33^{a-e}	152.00^{d-k}	43.66^{u-y}	9.96^{b-j}	1.79^{b-l}	20.23^{i-n}	35.66^{g-m}	29.03^{r-v}	1426.00^{u}
23	115.00^{gh}	138.00^{g-j}	126.00^{b-g}	13.00^{i-k}	31.00^{ab}	155.66^{d-k}	21.33^{xy}	10.52^{a-d}	1.14^{p}	16.33^{oq}	74.33^{ab}	13.38^{uv}	650.66^{wx}
24	120.00^{cd}	138.00^{g-j}	130.66^{a-d}	13.66^{g-k}	26.36^{d-o}	150.33^{d-k}	111.33^{f-p}	10.55^{a-d}	1.62^{h-n}	23.96^{c-g}	27.33^{j-r}	74.33^{a-l}	5112.00^{b-l}
25	118.00^{ef}	137.00^{i-k}	130.33^{a-e}	15.33^{d-j}	28.16^{a-i}	186.66^{b-f}	127.33^{c-i}	9.92^{b-j}	1.75^{c-l}	25.26^{b-e}	27.66^{j-r}	69.29^{c-n}	5711.46^{f-j}
26	109.00^{n}	138.00^{g-j}	121.33^{d-k}	15.66^{e-j}	26.66^{d-o}	114.66^{h-k}	64.33^{q-x}	10.22^{a-g}	1.96^{b-h}	23.53^{d-h}	44.66^{e-j}	56.02^{k-q}	4947.20^{i-l}

27	101.33	128.66^{o-q}	104.33^{o-s}	15.33^{d-j}	24.00^{k-p}	163.33^{d-j}	143.33^{c-i}	9.24^{e-p}	1.63^{h-n}	19.96^{j-n}	12.33^{o-t}	87.73^{a-f}	4805.83^{kl}
28	115.33^{gh}	137.33^{h-k}	109.66^{c-p}	25.00^{a}	26.50^{d-o}	194.66^{b-f}	76.33^{n-w}	9.60^{c-m}	1.67^{f-n}	20.63^{h-n}	60.33^{b-f}	39.20^{p-t}	2928.00^{r-t}
29	103.33^{op}	127.33^{qr}	103.66^{o-t}	18.33^{b-h}	25.83^{e-o}	134.66^{e-k}	114.33^{e-p}	8.96^{h-p}	1.71^{f-m}	21.46^{f-m}	15.66^{m-t}	84.78^{a-i}	64.29.33^{c-f}
30	100.66^{q}	127.66^{q}	117.33^{g-i}	15.66^{c-j}	28.66^{a-g}	181.00^{c-h}	155.00^{b-f}	8.60^{k-q}	1.54^{j-o}	14.33^{q}	13.66^{n-t}	85. 99^{a-g}	5795.43^{e-i}
31	101.66^{pq}	130.66^{n-p}	96.66^{r-u}	13.33^{h-k}	24.66^{h-p}	152.00^{d-k}	122.00^{c-m}	10.02^{b-i}	2.06^{b-e}	25.26^{b-e}	20.00^{l-t}	80.27^{a-j}	5992.53^{d-f}
32	101.00^{q}	120.00^{o-q}	100.66^{p-t}	12.33^{jk}	24.33^{j-p}	157.33^{d-k}	125.33^{c-i}	10.19^{a-g}	1.98^{b-g}	25.43^{b-e}	19.00^{l-t}	80.51^{a-j}	6287.26^{d-f}
33	115.33^{gh}	131.33^{m-o}	95.00^{s-u}	14.00^{f-j}	23.33^{n-p}	173.66^{d-h}	124.33^{c-i}	8.83^{j-p}	1.58^{i-o}	21.40^{f-m}	28.40^{j-p}	71.59^{b-n}	5863.50^{d-h}
34	105.66^{n}	127.33^{qr}	101.33^{p-t}	12.33^{jk}	23.66^{m-p}	146.33^{d-k}	149.66^{b-g}	8.38^{n-q}	1.90^{b-i}	24.60^{b-f}	8.16^{q-t}	91.83^{a-c}	6466.66^{c-f}
35	98.33^{r}	127.33^{qr}	101.33^{p-t}	14.00^{f-j}	23.00^{op}	311.66a	134.33^{c-i}	8.31^{o-q}	1.83^{b-k}	21.40^{f-m}	26.93^{j-q}	73.00^{a-m}	5971.10^{d-g}
36	98.66^{r}	124.66^{rs}	98.33^{q-u}	14.00^{f-j}	22.00^{p}	157.33^{d-k}	221.00^{a}	7.75^{q}	1.92^{b-i}	24.46^{c-f}	5.02st	94.97^{a}	6491.73^{b-e}
37	105.33^{n}	127.00^{qr}	103.00^{o-t}	12.00^{jk}	26.00^{d-o}	133.33^{e-k}	96.66^{j-t}	8.36^{n-q}	2.79^{a}	24.26^{c-f}	26.18^{j-r}	73.81^{a-m}	3763.2^{o-q}
38	109.33^{n}	128.00^{pq}	107.33^{m-q}	14.66^{d-j}	26.00^{d-o}	182.00^{c-g}	116.66^{d-o}	8.09^{pq}	1.71^{e-m}	19.50^{k-o}	34.56^{g-m}	65.44^{f-o}	4383.00^{l-o}
39	110.33^{lm}	128.66^{o-q}	101.00^{p-t}	13.66^{g-k}	23.00^{op}	157.66^{d-k}	130.00^{c-k}	9.81^{b-j}	1.78^{b-l}	23.46^{d-i}	17.54^{l-t}	82.45^{a-i}	6327.46^{d-f}
40	116.00^{g}	153.33^{ab}	103.66^{o-t}	20.33^{a-e}	25.14^{g-p}	249.33^{ab}	165.00^{bc}	9.78^{b-j}	2.68^{a}	19.36^{l-o}	34.00 $^{g-m}$	66.18^{e-n}	4780.80^{k-m}
41	111.33^{kl}	149.00^{c}	98.33^{q-t}	16.33^{c-j}	26.80^{d-n}	188.00^{b-f}	140.00^{c-j}	9.12^{f-p}	2.68^{a}	24.26^{c-f}	25.52^{j-r}	74.47^{a-l}	6294.93^{d-f}
42	121.33^{a-c}	140.33^{e-g}	110.00^{l-p}	19.33^{b-d}	29.33^{a-e}	177.33^{c-h}	105.33^{h-q}	10.06^{b-h}	2.55^{a}	22.93^{d-j}	40.68^{f-k}	59.32^{j-p}	3253.86^{p-r}
43	120.00^{cd}	150.66^{bc}	105.00^{o-r}	14.66^{d-j}	26.50^{d-o}	105.66^{i-k}	41.33^{v-y}	9.83^{b-j}	2.00^{b-f}	14.76^{pq}	62.00^{b-e}	38.3^{p-t}	1203.73^{uw}
44	120.00^{cd}	150.33^{c}	98.33^{q-t}	13.33^{h-k}	21.66^{p}	143.66^{d-k}	117.33^{d-o}	10.20^{a-g}	2.09^{bc}	27.66^{ab}	17.07^{l-t}	83.20^{a-i}	4882.66^{kl}
45	120.33^{cd}	135.00^{kl}	107.33^{m-q}	15.33^{d-j}	27.00^{c-n}	174.33^{d-h}	156.33^{b-e}	9.88^{b-j}	2.70^{a}	29.33^{a}	9.56^{p-t}	90.43^{a-d}	6161.16^{d-f}
46	119.00^{de}	159.00^{a}	123.66^{c-j}	18.66^{b-f}	27.66^{b-k}	203.00^{b-d}	77.00^{n-w}	9.96^{b-j}	1.88^{b-g}	18.30^{m-o}	62.38^{a-e}	37.62^{p-t}	3987.20^{n-p}
47	119.00^{de}	150.00^{c}	104.00^{o-t}	18.33^{b-g}	26.33^{d-o}	138.33^{d-k}	87.33^{k-u}	10.23^{a-g}	1.86^{b-j}	22.83^{d-j}	36.85^{g-k}	63.15^{i-o}	3892.26^{o-q}
48	118.00^{ef}	157.67^{a}	104.66^{o-r}	17.66^{b-j}	27.06^{c-n}	168.33^{d-i}	112.00^{f-p}	9.36^{e-o}	1.99^{b-f}	18.03^{m-p}	33.32^{h-l}	66.67^{e-n}	3453.33^{p-r}
49	116.33^{fg}	150.00^{c}	101.33^{p-t}	18.33^{b-g}	28.53^{a-g}	137.33^{d-k}	104.33^{h-r}	9.78^{b-j}	1.71^{e-m}	23.46^{d-i}	23.46^{k-s}	76.53^{a-k}	5051.73^{i-l}
50	115.33^{gh}	132.00^{mn}	97.33^{r-u}	22.00^{ab}	24.50^{i-p}	241.33^{bc}	192.00^{ab}	9.89^{b-j}	1.78^{b-l}	20.73^{g-n}	20.35^{l-t}	79.64^{a-j}	6312.53^{d-f}
51	90.66^{t}	122.33^{s}	90.00^{u}	11.66^{jk}	26.00^{d-o}	93.00^{k}	79.33^{m-w}	8.49^{m-q}	2.06^{b-d}	22.30^{d-i}	14.22^{n-t}	85.77^{a-h}	4938.13^{kl}
52	122.33^{ab}	154.66^{a}	94.66^{tu}	14.66^{d-j}	23.76^{m-p}	203.00^{b-d}	164.33^{bc}	8.54^{i-q}	2.10^{b}	23.43^{d-i}	19.34^{l-t}	80.65^{a-j}	4879.46^{kl}
53	112.00^{jl}	134.00^{lm}	116.33^{h-m}	14.00^{f-j}	23.83^{i-p}	152.66^{d-k}	125.33^{c-i}	10.83^{ab}	1.78^{b-l}	22.73^{e-k}	17.95^{l-t}	82.05^{a-i}	6105.43^{d-f}
54	104.33^{no}	131no	120.33^{f-k}	14.66^{d-j}	26.58^{d-o}	156.33^{d-k}	147.00c-h	11.31^{a}	1.81^{b-l}	26.03^{b-d}	5.92^{r-t}	94.08^{ab}	6110.16^{d-f}
HSD	1.89	2.78	9.42	4.7	3.72	66.5	43.98	1.15	0.34	3.28	20.14	22.60	767.71

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، در سطح پنج درصد آزمون توکی دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% by Tukey test



شکل ۱. دندروگرام مربوط به خوشه بندی هیبریدها، والدین و واریته شاهد برنج، براساس روش وارد و با معیار فاصله اقلیدوسی

Figure 1. The dendrogram of the clustering of rice hybrids, parental lines and control according to Ward`s method and Euclidean distance

جدول ۴. هتروزیس به ترتیب نسبت به میانگین والدین، والد برتر و واریته شاهد برای صفت عملکرد برنج مورد مطالعه

Table 4. Heterosis as compared to the average of the parents, superior parent and control for yield

شماره تلاقی/لاین Cross / line number	هتروزیس نسبی (٪) Relative heterosis (%)	هتروزیس نسبت به والد برتر (٪) Heterosis relative to the superior parent (%)	هتروزیس نسبت به شاهد (٪) Heterosis compared to the control (%)
1	7.15	-4.25	-4.33
2	57.46	16.45	16.40
3	38.95	35.45	42.52
4	-20.44	-22.46	-22.52
5	-36.44	-37.03	-37.08
6	-23.36	-24.47	-22.28
7	5.95	3.85	3.77
8	-46.20	-47.70	-44.65
9	-3.09	-4.16	-4.23
10	-94.56	-94.73	-94.40
11	47.00	18.80	18.71
12	-0.75	-14.74	-14.81
13	6.63	4.76	8.49
14	-42.42	-48.66	-48.70
15	-36.70	-37.65	-35.77
16	-40.25	-54.20	-54.24
17	9.96	-34.18	-34.23
18	-57.59	-61.84	-61.87
19	-46.30	-46.55	-46.10
20	-70.09	-75.28	-75.30
21	-50.86	-59.77	-59.80
22	-70.16	-76.64	-76.66
23	-88.34	-89.34	-89.35
24	-17.67	-19.02	-16.34
25	3.44	-6.45	-6.53
26	-9.93	-18.97	-19.03

جدول ۵. هیبریدهای انتخاب شده با درصد باروری خوشه بالای ۸۰ درصد

Table 5. Selected hybrids with the panicle fertility above 80%

نام هیبرید Hybrid	باروری گرده (٪) Pollen fertility	باروری خوشه (٪) Panicle fertility	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
NedaA /IR68078-15-2-1-2-2- R	69.00	87.73	7112.0
NedaA /IR 65912-90-1-6-3-2-3R	82.00	88.39	8708.3
NedaA/IR 36	79.34	85.72	6340.3
NedaA/MILYANG 54	81.34	87.88	7253.3
NedaA/IR 56	82.00	89.66	6628.8

References

Bagheri, N. A., and Babaeian Jelodar, N. A. 2010. Heterosis and combining ability analysis for yield and related yield traits in hybrid rice. *International Journal of Biology,* 2(2): 222 – 231.

Baloch Zehi, A., Kiani, G., and Bagheri, N. 2016. Identification of suitable parents for production of hybrid rice varieties through evaluation of combining ability and heterosis. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 108: 140-148. (In Persian with English Summary)

Darvish Kajouri, F. 2009. Introduction to Multivariate applied statistical methods. Islamic Azad University, Research Sciences Branch, first edition, Shumiz, 330 pages. (In Persian with English Summary)

Eidi Kohnaki, M., Kiani, G., and Nematzadeh, G. 2015. Morphological and molecular selection of fertility restorer gene(s) in segragating populations of rice. *Journal of Plant Productions*, 38: (2). 89-98.

Fischer, D., and Edmeades, G. 2014. Crop yields and global food security; will yield increase continue to feedthe world? Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.

Juliano, B.O., and Villareal, C.P. 1993. Grain quality evaluation of world rices. *International Rice Research Institute*, 218 pp.

Kiani, G. 2017. Identification of restoring fertility and maintainer rice varieties using SSR marker. *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture),* 40: 1. 81-87.

Latha, S., Sharma, D., and Sanghera, G.S. 2013. Combining ability and heterosis for grain yield and its component traits in rice (*Oryza sativa* L.). *Notulae Scientia Biologicae,* 5(1): 9097-.

Little, R.R., 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chemistry., 35,111-126 .

Nematzadeh, G.H., and Sattari, M. 2003. A study of nucleus genome of some high yielding rice (*Oryza sativa* L.) varieties for application in hybrid rice technology. *Iranian Journal of Agriculture Science,* 34 (1): 213-219.

Rahimi, M., Rabiei, B., Samizadeh, H., and Kafi Ghasemi, A. 2010. Combining ability and heterosis in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology,* 12: 223231-.

Ricestat.irri.org:8080/ wrsv3/entrypoint.htmSaleem, M. Y. 2008. Genetic analysis of basmati rice (*oryza sativa* L.). phd thesis. Bahauddin Zakariya University,

Multan, Pakistan.

Sanghera, G. S., and Hussain, W. 2012. Heterosis and combining ability estimates using line x tester analysis to develop rice hybrids for temperate conditions. *Notulae Scientia Biologicae,* 4(3): 131142-.

SAS-Institute-Inc. 2010. Base SAS 9.2 Procedures Guide: Statistical Procedures. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Selvaraj, C.I., Nagarajan, P., Thiyagarajan, K., Bharathi, M., and Rabindran, R. 2011. Studies on heterosis and combining ability of well known blast resistant rice gen otypes with high yielding varieties of rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Plant Breeding and Genetics,* 5: 111129-.

Shabestari, M. and Mojtahedi, M. 2008. Plant crop Physiology. Tehran University Publication: Tehran.

Tiwari, D. K., Pandey, P., Giri, S.P., and Dwivedi. J. L. 2011. Prediction of gene action, heterosis and combining ability to identify superior rice hybrids. *International Journal of Botany,* 7: 126144-.

Sood, B.C. and Siddiq, E.A. 1978. A rapid technique for scent determination in rice [India]. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding,*38 (2): 268-275.

Yuan, L. 2014. Development of hybrid rice to ensure food security. *Rice Science*, 21(1): 1−2.

Xie, F. and Zhang, J. 2018. Shanyou 63: an elite mega rice hybrid in China. Rice. 11:17.

Zhu, D., Zhang, H., Guo, B., Xu, K., Dai, Q., Wei, C., Zhou, G., and Huo, Z. 2017. Physicochemical properties of indica-japonica hybrid rice starch from Chinese varieties. *Food Hydrocolloids,* 63, pp.356-363.

Evaluation of fertility restoring and heterosis rate in some of the rice genotypes

Ammar Gholizadeh Ghara[1], Ghafar Kiani[2], Ghorbanali Nematzadeh[3], Hamid Najafi Zarini[4]

1. PhD student in Plant Breeding, Genetic Engineering and Molecular Genetics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Mazandaran, Iran, .
2. Associate Professor of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran (Corresponding author),
3. Professor, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Mazandaran, Iran,
4. Associate Professor of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

Received: August 2020 Accepted: November 2020- DOI: 10.22092/aj.2021.351486.1498

Extended Abstract

GHolizadeh GHara, A., Kiani, GH., Nematzadeh, GH., Najafi Zarini, H., Evaluation of fertility restoring and heterosis rate in some of the rice genotypes
Applied Research in Field Crops Vol 34, No. 1, 2021 16-17: 93-107(in Persian)

Introduction:

Using hybrid rice technology increase in grain yield can be an effective step in food security (Shabestari & Mojtahedi, 2008), so it is important to examine the different characteristics and indicators of parents and the resulting hybrids.

Materials and Methods:

This experiment was conducted in two years 2018-2019 in the Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan. Plant materials included 26 restorer lines sent by the IRRI as the male parent, and the CMS lines of Neda A as the female parent with Shirodi and neda (control varietirs). Traits such as number of days to 50% flowering, number of days to maturity, plant height (cm), number of fertile tillers, length of spikelet (cm), number of floret in spikelet, number of spikelet per panicle, pollen grain sterility percentage, spikelet fertility percentage, grain length (mm), grain width (mm), weight of 1000-grains (gr), and grain yield (gram per square meter) were measured. Finally, crosses with the desired pollen grain fertility, spikelet fertility, and good yield were selected and introduced. Analysis of data was performed using SAS9.1 software. Cluster analysis of data was done using Ward method (using past software) and its cutting was performed based on the formula (Darvish Kajouri, 2009).

Email address of the corresponding author: gh.kiani@sanru.ac.ir

Results and Discussion:

Among the parental lines of fertility restorer, IR68078-15-2-2-2-2-2 R and R4842-2-3-2-1R lines had the highest number of tillers and the highest percentage of spikelet fertility were observed in the line MILYANG 46. The IRi347 line had a higher yield than all restorer lines due to its high number of fertile spikelet and low percentage of pollen grains fertility. Cluster analysis of the genotypes showed that the genotypes were placed in five separate cluster. The heterosis results observed among the hybrids, compared to the mean of the parents, the superior parent, and the control variety showed that for the yield trait, heterosis of the parent mean from -94.54 to 57.46%, the heterosis of superior parent from -94.73 to 35.45%, and the heterosis to the control variable from -2.94 to 42.52% were variant, respectively.

Conclusions:

Acording to the research, hybrids with optimal yield with high percentage of pollen and spikelet fertility includes crosses of NedaA with IR68078-15-2-1-2-2-R, IR 65912-90-1-6-3-2-2R, IR36, MILYANG 54, and IR 56 hybrids which have a yield of 7112, 8708.3, 6340.3, 7253.3, and 6828.8 $kg.m^2$, also, with standard hetrosis 16.40, 42.52, 3.77, 18.74 and 8.49 respectively. Among the superior hybrids, NedaA/ MILIANG 54 hybrid has the highest Milling and suitable amylose content, and NedaA/IR68078-15-2-1-2-2- R hybrid has a favorable aroma. These hybrids also had good heterosis and were recognized as the best hybrids in terms of crop traits for improving yield due to the fact that the studied lines are imported, by studies and adapting them and using them in crosses, the results can be promising to produce new hybrid rice (Baloch Zehi et al., 2016).

Keywords: rice, genotype, restorer, hybrid and sterile line.

References:

Baloch Zehi, A., Kiani, G. and Bagheri, N. 2016. Identification of Suitable Parents for Production of Hybrid Rice Varieties through Evaluation of Combining Ability and Heterosis. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 108: 140-148. (In Persian with English Summary)

Darvish Kajouri, F. 2009. Introduction to Multivariate Applied Statistical Methods. Islamic Azad University, Research Sciences Branch, First Edition, Shumiz, 330 pages. (In Persian with English Summary)

Shabestari, M. and Mojtahedi, M. 2008. Plant crop Physiology. Tehran University Publication: Tehran.