ارزیابی ظرفیت ژنتیکی تعدادی از ارقام بومی و اصلاح‌شده برنج جهت تشخیص لاین‌های نگهدارنده نرعقیمی و برگرداننده باروری

عمار افخمی قادی[۱]، راحله خادمیان[۲]، قربانعلی نعمت‌زاده[۳]، نادعلی بابائیان جلودار[۳] و نادعلی باقری[۳]

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین و کارشناس ارشد پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- عضو هیئت علمی گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین

۳- عضو هیئت علمی گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

شناسایی لاین‌های مطلوب برگرداننده باروری از اولویت‌های اصلی تولید برنج هیبرید در کشور می‌باشد. جهت مطالعه ظرفیت ژنتیکی ۱۴ رقم بومی، اصلاح‌شده و خارجی برنج، آزمون تست‌کراس با استفاده از لاین نرعقیم نداA به عنوان والد مادری برای تولید هیبریدها انجام گردید. نتایج ارزیابی تست عقیمی دانه گرده و خوشه هیبریدها نشان داد که، هیبرید حاصل از رقم پرمحصول شیرودی و ندا‌A، عقیمی کامل و صد درصد داشته که حاکی از نگهدارنده بودن این رقم می‌باشد به تعبیر دیگر دارای سیتوپلاسم نرمال و ژن باروری هسته‌ای مغلوب rf می‌باشد. با توجه به ظرفیت ژنتیکی بالای این رقم و رسیدگی زودتر نسبت به رقم ندا، به نظر می‌رسد در تولید بذر برنج هیبرید، مطلوب‌تر باشد. بنابراین با ۵ الی ۶ تلاقی برگشتی می‌توان به لاین نرعقیم شیرودی دست یافت. بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به هیبرید حاصل از تلاقی لاین ندا‌A و PR37181-1-1-2-1-2-1 بوده که ناشی از تعداد دانه پر در خوشه، باروری دانه گرده و خوشه بالا می‌باشد. با ارزیابی تست دانه گرده و خوشه، ارقام طارم چالوسی، پردیس و PR37181-1-1-2-1-2-1 بعنوان لاین‌های برگرداننده باروری ضعیف و لاین بین‌المللی IR67924R با بیش از ۸۰ درصد باروری، بعنوان لاین برگرداننده باروری مؤثر شناخته شده‌اند. از لاین‌های ارزیابی‌شده این تحقیق می‌توان در توسعه خزانه ژنی هتروتیک در برنامه فناوری اصلاح برنج هیبرید استفاده نمود.

کلید واژه ها: لاین‌های نگهدارنده و برگرداننده باروری، هیبرید، برنج و تنوع ژنتیکی

مقدمه

سهم ایران از نظر سطح زیر کشت برنج در جهان، حدود ۰/۳۵ درصد یعنی حدود ۵۵۶۷۸۷ هکتار می‌باشد در حالیکه، میزان جمعیت ایران نسبت به جمعیت جهان حدود ۱/۰۵ درصد می‌باشد (Fao, 2017). محدودیت سطح زیر کشت و تغییر کاربری اراضی، به‌ویژه در شالیزارهای استان‌های شمالی کشور (گیلان و مازندران) یعنی مرکز اصلی تولید برنج کاملاً مشهود است. یکی از روش‌های مهم در افزایش محصول در واحد سطح، استفاده از هتروزیس و فناوری برنج هیبرید است (Zhu et al., 2017). توسعه برنج هیبرید در سال ۲۰۱۴ در چین به ۵۷ درصد کل سطح زیر کشت برنج رسید و این میزان مساحت، ۶۵ درصد تولید کل برنج در چین را تشکیل می‌دهد (Yuan, 2014). استفاده از سیستم نرعقیمی ژنتیکی

سیتوپلاسمی در هیبریدهای در حال توسعه تنها زمانی میسر است که لاین‌های نگهدارنده و برگرداننده باروری مناسب در دسترس باشند، لذا شناسایی چنین لاین‌هایی از ژرم‌پلاسم بومی برای توسعه‌ی لاین‌های مورد نیاز در برنامه هیبرید واقعیتی آشکار است (Nematzadeh and Valizadeh, 2003). بنابراین با توجه به خصوصیات ارقام برنج ایرانی، در رابطه با لاین‌های برگرداننده باروری که از نظر دوره گلدهی، ارتفاع، زمان رسیدگی و میزان برگردانندگی باروری مطلوب باشد هنوز در کشور، وضعیت مناسبی وجود ندارد. تنها برنج هیبریدی که در کشور معرفی گردید رقم بهار۱ با متوسط عملکرد ۷/۵ تن در هکتار بود (Karbalaeir et al., 2007) که با استقبال کشاورزان مواجه نشد. با توجه به چنین مشکلاتی در کشور، لازم است تحقیقات گسترده‌ای در ارزیابی و شناسایی لاین‌های نرعقیم و برگرداننده باروری انجام گیرد و برنج هیبرید مطلوب ایرانی تولید و معرفی گردد (Bagheri, 2009). قلی‌زاده و همکاران با بررسی باروری در جمعیت F_1 نشان دادند، والد IR-9 برای تمام تلاقی‌ها بعنوان برگرداننده باروری بوده است (Gholizade et al., 2012). افخمی قادی و همکاران در ارزیابی صفات مؤثر بر میزان دگرگشنی لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی برنج ایرانی، لاین نرعقیم بین‌المللی IR69224A را که دارای عقیمی کامل گرده و درصد دگرگشنی بالایی بود گزارش دادند (Afkhami Ghadi et al., 2014). کای و همکاران (Cai et al., 2013) دو رقم ایندیکای IR24 و IR64 را که دارای ژن‌های حامل برگرداننده باروری شامل Rf3 و Rf4 بودند شناسایی نمودند. هدف از اجرای این تحقیق شناسایی و معرفی لاین‌های نگهدارنده نرعقیمی و برگرداننده باروری بومی از منابع ژنتیکی ارقام بومی و اصلاح‌شده از طریق آزمون مزرعه‌ای و تست‌کراس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی شامل ۱۴ رقم برنج بومی، اصلاح‌شده و برگرداننده باروری بین‌المللی (شاهد) بعنوان والد پدری (جدول ۱) و CMS لاین نداA بعنوان والد مادری مورد مطالعه قرار گرفت. لاین نداA و ارقام والدینی از بخش فنی تحقیقاتی پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان وابسته به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و لاین برگرداننده باروری خارجی به عنوان لاین‌های شاهد نیز از مرکز بین‌المللی تحقیقات برنج ایری تهیه گردید. با شروع گلدهی لاین نرعقیم سیتوپلاسمی ندا A، تلاقی آن‌ها با روش تست‌کراس با والد پدری جهت تولید بذور F_1 صورت گرفت. یک روز قبل از تلاقی، بوته‌های نرعقیم با توجه به ویژگی‌های گلچه‌ای و تأیید عقیمی کامل با تست دانه گرده با محلول یدید یدور پتاسیم یک درصد (IKI) (Virmani et al., 1997) از مزرعه انتخاب شدند. بذور هیبرید حاصل از تلاقی لاین‌های والدینی حدود ۳۰ روز پس از تلاقی برداشت و نگه‌داری شد. در سال زراعی دوم تمامی هیبریدهای F_1 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت گردیدند. در زمان شروع گلدهی، میزان عقیمی و باروری دانه گرده هیبریدها با استفاده از محلول IKI تست و گروه‌بندی شدند (IRRI, 2013). در پایان فصل رشد و زمان رسیدگی هیبریدها، صفاتی همچون تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد کل دانه در خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، درصد باروری خوشه و عملکرد دانه اندازه‌گیری و یادداشت برداری شدند. در نهایت مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با تجزیه کلاستر به روش WARD و ضریب تشابه معیار مربع فاصله اقلیدسی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گردید.

جدول ۱. لیست ارقام بومی، اصلاح‌شده و خارجی برنج مورد استفاده در این تحقیق جهت تلاقی با ندا A

ردیف	رقم	ردیف	رقم	ردیف	رقم	ردیف	رقم
۱	طارم چالوسی	۵	جهش	۹	IR-50	۱۳	IR208
۲	صدری	۶	کشوری	۱۰	CB06-550	۱۴	IR67924R
۳	سرد بینام	۷	شیرودی	۱۱	PR37181-1-1-2-1-2-1		
۴	پردیس	۸	ندا	۱۲	IR70416-53-2-2		

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در هیبریدهای برنج مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که در تمامی صفات به غیر از تعداد دانه در خوشه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (نتایج نشان داده نشده است) که نشان‌دهنده تنوع و تفاوت بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد نتایج مشابهی توسط سایر محققان در رابطه با معنی‌دار شدن عملکرد و اجزای عملکرد در هیبریدهای تولیدی گزارش گردید (kumar et al., 2012; Montazeri et al., 2014). مقایسه میانگین بین هیبریدها (جدول ۲) نشان داد که دو هیبرید حاصل از تلاقی ندا A با دو رقم کشوری و IR70416-53-2-2 تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی کمتری داشتند. همچنین هیبرید حاصل از رقم پردیس زودرس‌ترین هیبرید بوده است البته تمامی هیبریدها در گروه رسیدگی زودرس تا ۱۱۸ روز قرار داشتند. در تولید بذر هیبرید نیز بایستی دو لاین والدینی از نظر رسیدگی و زمان گلدهی، همزمان باشد تا بیشترین مقدار تولید بذر حاصل شود. بلندترین ارتفاع بوته مربوط به هیبریدهای حاصل از ارقام طارم چالوسی، صدری، سرد بینام و جهش بود. این ارقام خود عموماً پابلند هستند. ارتفاع بوته بین ۱۱۰ تا ۱۳۰ سانتی‌متر، ارتفاع مناسبی بوده و هیبریدهای دارای این ارتفاع مطلوب‌تر است. ارتفاع مناسب بوته از ویژگی مطلوب ارقام جهت برداشت مکانیزه و کودپذیری برنج نیز می‌باشد. ضمناً در رابطه با تولید بذر هیبرید نیز والدین پدری باید دارای ارتفاع بوته مناسبی باشند و ورس نداشته باشند. بلندترین طول خوشه مربوط به هیبرید حاصل از رقم طارم چالوسی بوده که با هیبرید حاصل از ارقام سرد بینام و جهش اختلاف معنی‌داری ندارد. طول خوشه بلند موجب کاهش محدودیت مخزن شده و گیاه قادر به ذخیره هیدروکربن‌ها در بخش ذخیره‌ای خواهد بود. افخمی و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی اثر محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه ژنوتیپ برنج در سطوح کود نیتروژن با قطع یک سوم خوشه و اعمال برخی تیمارهای دیگر بیان داشتند که می‌توان محدودیت منبع و مخزن را مرتفع نمود. بیشترین تعداد دانه در خوشه نیز مربوط به هیبرید حاصل از رقم CB06-550 (۲۱۷ عدد) بوده است. طول دانه هیبریدهای مورد مطالعه بیشتر از ۹/۳۱ و کمتر از ۱۱/۴۲ بوده است. مصرف‌کننده‌های داخلی در کشور، برنج‌های دانه بلند را ترجیح می‌دهند بنابراین در تولید برنج هیبرید نیز باید به این نکته مهم توجه نمود. بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به هیبرید حاصل از تلاقی ندا A و PR37181-1-1-2-1-2-1 با ۹۰/۳۳ گرم بوده که ناشی از تعداد دانه پر در خوشه، باروری دانه گرده و خوشه بالا (۷۳/۸۰) می‌باشد. این هیبرید را می‌توان بعنوان پرمحصول‌ترین هیبرید معرفی نمود. هیبریدهای حاصل از ارقام پردیس، IR-50 و کشوری نیز دارای عملکرد بالایی بودند. ترنگ و بخشی‌پور در مطالعه خصوصیات زراعی و عملکرد ارقام و لاین‌های امیدبخش برنج هیبرید، دو لاین هیبرید IR80126H و

IR80127H را به دلیل دارا بودن فنوتیپ برتر، وزن خوشه بالاتر و عملکرد بالاتر انتخاب کردند (Tarang and Bakhshipour., 2015). بیشترین میزان باروری خوشه بعد از لاین PR37181-1-1-2-1-2-1 متعلق به لاین IR50 (بیش از ۹۶ درصد باروری) و لاین بین‌المللی شاهد IR67924R بوده که بیش از ۸۰ درصد، باروری داشته است و بعنوان لاین برگرداننده باروری مؤثر شناخته می‌شود. در بررسی سینگ و همکاران (۲۰۱۴) از غربال ۱۰۰ لاین اصلاحی با استفاده از نشانگر مولکولی SSR لینک با ژن‌های RF3 و RF4، مشخص شد تعداد ۶۱ لاین دارای هر دو ژن برگرداننده باروری بودند، از این تعداد ۱۸ لاین انتخاب و با ۶ لاین CMS تلاقی داده شدند، تعدادی از هیبریدها دارای بیش از ۹۰ ٪ باروری سنبلچه بودند. با توجه به صفت برگرداننده باروری خوشه و دانه گرده در هیبریدهای مورد مطالعه مشخص گردید که ارقام طارم چالوسی، پردیس و PR37181-1-1-2-1-2-1 بعنوان لاین‌های برگرداننده باروری ضعیف شناخته می‌شوند. نتایج ارزیابی تست عقیمی دانه گرده و خوشه هیبریدها نشان داد که هیبرید حاصل از رقم پرمحصول شیرودی و ندا، عقیمی کامل و صد درصد داشته که نشان‌دهنده نگهدارنده بودن این رقم می‌باشد به تعبیر دیگر دارای سیتوپلاسم نرمال و ژن هسته‌ای مغلوب rf می‌باشد. با توجه به ظرفیت ژنتیکی بالای این رقم و رسیدگی زودتر نسبت به رقم ندا، به نظر می‌رسد در تولید بذر برنج هیبرید مطلوب‌تر باشد. بنابراین با ۵ الی ۶ تلاقی برگشتی می‌توان به لاین نرعقیم شیرودی دست یافت و سیتوپلاسم کنترل‌کننده عقیمی را به آن انتقال داد.

نتایج حاصل از تجزیه کلاستر (شکل ۱) نشان داد، هیبریدهای حاصل در سه گروه مختلف قرار گرفتند که در گروه یک بیشترین تعداد ژنوتیپ (۵۰ درصد) حضور داشتند که شامل تمامی هیبریدهای حاصل از لاین‌های خارجی و ارقام پردیس و کشوری و گروه دوم نیز شامل هیبریدهای نرعقیم حاصل از تلاقی با ارقام شیرودی و ندا بود این هیبریدها عقیمی صد درصد داشتند. سایر هیبریدها نیز در گروه سوم قرار گرفتند. تیپس‌وامی و همکاران در انتخاب لاین‌های والدینی برای توسعه هیبریدهای هتروتیک با استفاده از آنالیز کلاستر، چهار گروه تشخیص دادند که گروه اول با ۷۶ درصد دارای بیشترین ژنوتیپ‌ها بود که گروه‌های مجزا، لاین‌های نگهدارنده و برگرداننده باروری را از هم تفکیک کرد (Thippeswamy et al., 2016). الگوی خوشه‌ای گروه یک نشان داد که ژنوتیپ‌ها از منابع مختلف جغرافیایی با یکدیگر در یک گروه قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده عدم ارتباط بین توزیع اکولوژیکی ژنوتیپ‌ها و واگرایی ژنتیکی است. دلیل احتمالی گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف از کشورهای مختلف در یک خوشه می‌تواند تبادل آزاد ژرم‌پلاسم در میان مناطق مختلف جهان باشد. گزارشات مشابهی توسط سایر محققین از سایر مناطق دنیا نیز گزارش شده است (Bhati et al., 2015, Thippeswamy et al., 2016). لاین‌های والدینی گروه دوم از تجزیه کلاستر که نگهدارنده هستند و دارای طول دانه بلندی هستند جهت استفاده در برنامه اصلاحی برنج هیبرید در خزانه منبع قرار خواهد گرفت و پس از تولید لاین‌های نرعقیم می‌توان در تلاقی با لاین‌های برگرداننده باروری موجود در گروه اول از تجزیه کلاستر، جهت توسعه هیبریدهای هتروتیک بکارگیری شوند.

هجدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری – پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان

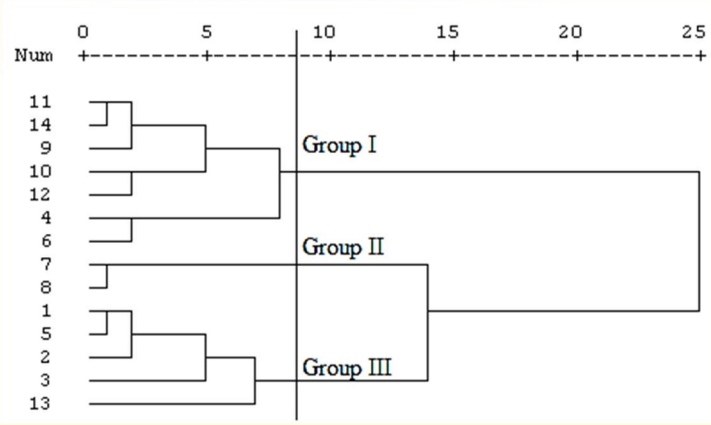
۲۸ و ۲۹ آبان ۱۳۹۷

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین صفات زراعی، مورفولوژیکی و گرده‌شناسی هیبریدهای برنج مورد استفاده در تحقیق حاضر

هیبرید	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه بارور	طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	تعداد دانه پر در خوشه
۱	۸۸/۶۷^{e}	۱۱۳/۳۳^{e}	۱۵۳/۶۷^{c}	۱۷/۳۳^{de}	۳۴/۷۰^{a}	۱۵۳/۰۰^{bc}	۷۰/۳۳^{ef}
۲	۹۳/۳۳^{c}	۱۱۳/۳۳^{e}	۱۵۸/۳۳^{c}	۱۸/۰۰^{cd}	۳۱/۷۷^{bcd}	۱۵۲/۳۳^{bc}	۱۱۱/۳۳^{bcd}
۳	۹۶/۳۳^{b}	۱۱۷/۳۳^{b}	۱۷۲/۰۰^{a}	۱۶/۰۰^{ef}	۳۳/۷۳^{ab}	۲۰۹/۰۰^{ab}	۳۰/۶۷^{h}
۴	۸۷/۶۷^{e}	۱۱۰/۶۷^{f}	۱۱۹/۰۰^{de}	۱۶/۰۰^{ef}	۲۸/۷۳^{efg}	۱۳۷/۳۳^{c}	۸۷/۰۰^{def}
۵	۹۴/۰۰^{c}	۱۱۵/۳۳^{d}	۱۵۸/۶۷^{b}	۱۵/۶۷^{f}	۳۳/۱۷^{abc}	۱۵۶/۳۳^{bc}	۳۷/۶۷^{gh}
۶	۸۵/۳۳^{f}	۱۱۳/۳۳^{e}	۱۱۵/۶۷^{ef}	۱۹/۰۰^{bc}	۲۹/۲۷^{def}	۱۵۷/۶۷^{abc}	۵۷/۳۳^{fgh}
۷	۹۶/۳۳^{b}	۱۱۷/۳۳^{b}	۱۱۴/۳۳^{fg}	۱۶/۳۳^{ef}	۳۰/۹۷^{cde}	۱۸۲/۰۰^{abc}	۰/۰۰^{i}
۸	۹۷/۳۳^{ab}	۱۱۸/۳۳^{a}	۹۸/۳۳^{i}	۲۰/۰۰^{a}	۲۸/۶۳^{efg}	۱۷۸/۶۷^{abc}	۰/۰۰^{i}
۹	۸۷/۶۷^{e}	۱۱۴/۳۳^{e}	۱۱۰/۳۳^{gh}	۱۹/۶۷^{ab}	۳۰/۹۳^{cde}	۱۵۶/۳۳^{bc}	۱۵۰/۳۳^{a}
۱۰	۹۲/۰۰^{d}	۱۱۱/۰۰^{f}	۱۰۸/۳۳^{h}	۱۶/۰۰^{ef}	۳۰/۵۰^{cde}	۲۱۷/۰۰^{a}	۱۵۶/۰۰^{a}
۱۱	۸۷/۳۳^{e}	۱۱۱/۳۳^{f}	۱۱۰/۶۷^{gh}	۱۸/۳۳^{bcd}	۲۶/۳۳^{g}	۱۷۱/۶۷^{abc}	۱۲۵/۶۷^{abc}
۱۲	۸۵/۰۰^{f}	۱۱۴/۳۳^{e}	۱۲۱/۶۷^{d}	۱۷/۶۷^{cde}	۲۸/۴۳^{efg}	۱۶۷/۳۳^{abc}	۹۶/۳۳^{bcd}
۱۳	۹۸/۳۳^{a}	۱۱۶/۳۳^{c}	۱۲۰/۰۰^{de}	۱۲/۶۷^{g}	۲۹/۵۷^{de}	۱۵۴/۰۰^{bc}	۶۳/۳۳^{fg}
۱۴	۸۷/۶۷^{e}	۱۱۳/۳۳^{e}	۱۰۹/۶۷^{gh}	۱۷/۶۷^{cde}	۲۶/۷۳^{fg}	۱۶۲/۳۳^{abc}	۱۰۳/۳۳^{ab}
میانگین	۹۱/۲۱	۱۱۴/۲۶	۱۲۶/۴۸	۱۷/۱۷	۳۰/۲۵	۱۶۸/۲۱	۷۹/۷۴

ادامه جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین صفات زراعی، مورفولوژیکی و گرده‌شناسی هیبریدهای برنج مورد استفاده در تحقیق حاضر

هیبرید	طول دانه	عرض دانه	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد بوته	عقیمی دانه گرده	درصد باروری خوشه	درصد عقیمی خوشه	نسبت طول به عرض دانه
۱	۱۰/۶۵^{abc}	۲/۶۳$^{a-d}$	۳/۱۶^{b}	۴۲/۲۲^{e}	۶۶/۶۷^{b}	۴۵/۹۶^{e}	۵۴/۰۴^{d}	۴/۰۷^{cde}
۲	۱۱/۰۹^{a}	۲/۶۷^{abc}	۳/۱۵^{b}	۶۴/۸۹^{d}	۹۳/۶۷^{a}	۷۳/۳۹^{bc}	۲۶/۶۱^{fg}	۴/۱۵^{cde}
۳	۹/۹۹^{bcd}	۲/۸۲^{a}	۲/۷۵^{d}	۲۱/۶۵^{g}	۸۶/۳۳^{a}	۱۴/۴۰^{g}	۸۵/۶۰^{b}	۳/۵۶^{e}
۴	۱۱/۴۲^{a}	۲/۱۳^{f}	۲/۵۵^{e}	۷۷/۹۶^{b}	۴۳/۳۳^{c}	۶۴/۱۶^{cd}	۳۵/۸۴^{ef}	۵/۳۷^{a}
۵	۱۰/۷۶^{ab}	۲/۷۳^{ab}	۳/۵۲^{a}	۳۱/۶۰^{f}	۸۹/۰۰^{a}	۲۴/۴۲^{fg}	۷۵/۵۸^{bc}	۳/۹۵^{de}
۶	۱۱/۲۰^{a}	۲/۳۰^{ef}	۲/۸۱^{d}	۷۵/۶۴^{b}	۸۹/۳۳^{a}	۳۵/۳۹^{cf}	۶۴/۶۱^{cd}	۴/۸۷^{ab}
۷	۱۰/۸۷^{a}	۲/۵۸$^{a-e}$	۰/۰۰^{g}	۰/۰۰^{h}	۱۰۰/۰۰^{a}	۰/۰۰^{h}	۱۰۰/۰۰^{a}	۴/۲۰^{bc}
۸	۱۰/۶۶^{abc}	۲/۳۸$^{c-e}$	۰/۰۰^{g}	۰/۰۰^{h}	۱۰۰/۰۰^{a}	۰/۰۰^{h}	۱۰۰/۰۰^{a}	۴/۴۷^{bcd}
۹	۱۰/۰۶^{bcd}	۲/۱۸^{f}	۲/۹۳^{c}	۷۶/۹۹^{b}	۵۰/۰۰^{c}	۹۶/۱۵^{a}	۳/۸۵^{h}	۴/۶۷^{bc}
۱۰	۹/۳۱^{d}	۲/۴۱$^{c-f}$	۲/۴۰^{f}	۴۳/۳۶^{e}	۹۰/۶۷^{a}	۷۱/۴۰^{bcd}	۲۸/۶۰^{efg}	۳/۸۵^{de}
۱۱	۱۰/۰۳^{bcd}	۲/۳۰^{ef}	۲/۵۳^{e}	۹۰/۳۳^{a}	۴۰/۰۰^{c}	۷۳/۸۰^{bc}	۲۶/۲۰^{efg}	۴/۳۷^{bcd}
۱۲	۹/۵۲^{d}	۲/۴۵$^{b-f}$	۲/۵۰^{f}	۷۰/۰۴^{c}	۹۱/۶۷^{a}	۵۹/۱۷^{d}	۴۰/۸۳^{e}	۳/۸۹^{de}
۱۳	۹/۸۹^{cd}	۲/۲۹^{ef}	۲/۸۵^{d}	۳۴/۲۵^{f}	۸۶/۳۳^{a}	۴۰/۶۵^{e}	۵۹/۳۵^{d}	۴/۳۳^{bcd}
۱۴	۹/۳۸^{d}	۲/۳۳^{def}	۲/۴۱^{f}	۶۲/۱۵^{d}	۲۱/۰۰^{d}	۸۰/۰۶^{b}	۱۹/۹۴^{g}	۴/۰۵^{cde}
میانگین	۱۰/۳۴	۲/۴۴	۲/۴۰	۴۹/۳۶	۷۴/۸۶	۴۸/۵۰	۵۱/۵۰	۴/۲۷



شکل ۱. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای هیبریدهای مورد استفاده در تحقیق حاضر با استفاده از روش Ward

منابع

Afkhami Ghadi, A. NA. Babaean Jaladar and N. Bagheri. 2014. Evaluation of Allogamic Characteristics for Iranian Rice Cytoplasmic. *Journal of Crop Breeding*. 6 (13): 72-61. (In Persian).

Afkhami Ghadi, A., N. Babaeian Jelodar, H. Pirdashti, N. Bagheri, E. Hasan Nataj and R. Khademian. 2011. Effect of source and sink limitation on grain yield and yield components of three rice genotypes under levels of nitrogen fertilizer. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13 (3): 495-509. (In Persian).

Bagheri, N. 2009. Genetic analysis and molecular mapping of restorer gene (s) for WA type cytoplasmic rice. Ph.D. in Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Sari. Mazandaran University. 148 pages. (In Persian).

Bhati PK, Singh SK, Dhurai SY, Amita Sharma. 2015. Genetic divergence for quantitative traits in rice germplasm. Electron. *J. Plant Breed*. 6(2): 528 -534.

Cai, J., Liao, QP., Dai, ZJ., Zhu, HT., Zeng, RZ., Zhang, ZM., Zhang, GQ. 2013. Allelic differentiation and effects of the Rf3 and Rf4 genes on fertility restoration in rice with wild abortive cytoplasmic male sterility. *Biol Plantarum* 57:274–280.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United NAT). 2017. Database collection. www.FAO.org.

Gholizadeh Ghara, A., Nematzadeh, G., Bagheri, N., Ebrahimi, A., Oladi, M. 2012. Evaluation of general and specific combining ability in parental lines of hybrid rice. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. 2 (4): 455-460.

IRRI. 2013. 5th edition Standard Evaluation System for rice. The International Rice Research Institute, P.O. Box 933, 1099 Manila, Philippines. p. 65.

Karbalaei, MT, A. Valizadeh, M. Sattari, M. Nasiri, M. Bahrami, MZ. Noori. A. Fallah, Gh. Nematzadeh. Hybrid rice cultivation of Bahar1. 2007. Promotion magazine No. 86/333. Management Coordination of Agricultural Promotion in Mazandaran Province. 14 pages. (In Persian).

Kumar. A., Singh. S., and Sing. S.P., 2012. Heterosis for yield and yield components in basmati rice. *Asian Journal of Agricultural Research*. 6 (1). 21-29.

Montazeri, Zeinab., Babaeian Jelodar, Nadali and Bagheri, Nadali. 2014. Genetic dissection of some important agronomic traits in rice using line × tester method. *Intl. J. Adv. Biol. Biom. Res*., 2(1): 181-191

Nematzadeh. GA., Valizadeh. A. 2003. Hybrid rice breeding. Mazandaran university Publisher. PP 202. (In Persian).

Singh, AK., Revathi, P., Pavani, M., Sundaram, RM., Senguttuvel, P., Kemparaju, KB., Hari Prasad, AS., Neeraja, CN., Sravan Raju, N., Kotewara Rao, P., Suryendra, PJ., Jayaramulu, K., Viraktamath, BC. 2014. Molecular Screening for Fertility Restorer Genes Rf3 and Rf4 of WA-CMS and Evaluation of F1 hybrids in Rice (O. sativa L.). *Journal of Rice Research*, Vol. 7 No. 1 & 2.

Taran, A., Bakhshipour. S. 2015. Yield and agronomic traits of hybrid rice promising lines and cultivars. *Agroecology Journal*. 11 (3). 11- 21. (In Persian)

Thippeswamy, S., Y. Chandramohan., B. Srinivis and D. Padmaja. 2016. Selection of diverse parental lines for heterotic hybrid development in rice (*Oryza sativa* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 48 (3) 285-294.

Virmani, SS., Viraktamath, BC., Casal, CL., Toledo, RS., Lopez, MT., Manalo, JO. 1997. Hybrid Rice Breeding Manual. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines, pp 194.

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

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

Genetic capacity of some local and improved rice cultivars for detection of fertility restorer and maintainer lines

Ammar Afkhami Ghadi[1], Raheleh Khademian[2], Ghorban Ali Nematzadeh[3], Nadali Babaian Jelodar[3] and Nadali Bagheri[3]

1- Ph.D. Student of Plant Breeding, Imam Khomeini International University, Qazvin, and senior researcher of Genetic & Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Member of the faculty of the Department of Genetics and Plant Breeding, Imam Khomeini International University, Qazvin
3- Member of the faculty of Biotechnology and Plant Breeding, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Identification of desirable restorer lines is one of the main priorities of hybrid rice technology, Regarding the production of local male sterile lines in the country. For genetic capacity assessment of 14 local, improvement and foreign rice varieties, a test cross was conducted using Neda A male sterile line as female parent for the production of hybrids. The results of pollen grain and panicle tests of hybrids showed that the hybrid derived from the high yield cultivars of Shirodi and Neda A had a complete and 100% sterility, indicating the maintenance of this variety, in other words, normal cytoplasm and rf-induced nuclear gene. Given the high genetic capacity of this cultivar and the earlier maturity of Neda variety, it seems to be more favorable in hybrid rice seed production. So, with 5-6 backcrossing, can reach the Shirodi A line. The highest grain yield was obtained from hybrid Neda A and PR37181-1-1-2-1-2-1 lines, due to the number of filled grains in the cluster, pollen grains and high cluster yields. By evaluating pollen and panicle test, Tarom Chalousi, Pardis and PR37181-1-1-2-1-2-1 cultivars as poor fertility restorer lines and the IR67924R international control line with more than 80% fertility, have been identified as an effective fertility restorer line. So that, can be used to develop heterotic genetic nursery in the hybrid rice technology program.

Keywords: Maintainer and restorer lines, Hybrid, Rice and Genetic Diversity