"مجله علوم زراعی ایران"
جلد پانزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲

تجزیه ژنتیکی تحمل تنش شوری در تعدادی از ژنوتیپ‌های برنج ایران
Genetic analysis of salt tolerance in Iranian selected rice genotypes

علی مؤمنی[۱] و حسن شکری واحد[۲]

چکیده

مؤمنی، ع. و ح. شکری واحد. ۱۳۹۲. تجزیه ژنتیکی تحمل تنش شوری در تعدادی از ژنوتیپ‌های برنج ایران. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۲): ۱۰۶-۹۰.**

اطلاع از نحوه توارث تحمل تنش شوری در ارقام مختلف برنج از جمله ضرورت‌های برنامه‌های اصلاحی برنج در ایران می‌باشد. از این‌رو تحمل تنش شوری در شش ژنوتیپ برنج طارم‌محلی، غریب، شاه‌پسند، درفک، سپیدرود و IR28 با واکنش مختلف نسبت به تنش شوری در قالب طرح دی‌آلل کامل در مراحل رویشی و زایشی در طی سال‌های۸۷-۱۳۸۵ در موسسه تحقیقات برنج کشور ـ رشت مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان شوری اعمال شده در دو مرحله به ترتیب ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. تجزیه واریانس صفات حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار برای شاخص تحمل شوری، وزن ماده خشک، محتوای سدیم، تعداد دانه در خوشه، ارتفاع بوته و روز تا ۵۰ درصد گلدهی بود. ترکیب‌پذیری عمومی(GCA)، خصوصی(SCA) و اثرات سیتوپلاسمی برای شاخص تحمل شوری، وزن ماده خشک، محتوای سدیم، دانه در خوشه، ارتفاع بوته و روز تا ۵۰ درصد گلدهی معنی‌دار بود که حاکی از اهمیت واریانس‌های ژنتیکی افزایشی، غیرافزایشی و اثرات سیتوپلاسمی (مادری) در کنترل این صفات بود. رقم طارم دارای بالاترین مقدار ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات شاخص تحمل شوری، کمترین محتوای سدیم و کوتاه‌ترین دوره تا ۵۰ درصد گلدهی بود و رقم شاه‌پسند دارای بالاترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی برای شاخص تحمل شوری بعد از طارم بود، ولی از ترکیب‌پذیری عمومی بالایی برای محتوای سدیم برخوردار بود. برآورد پارامترهای ژنتیکی نشان‌دهنده اهمیت هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی و نیز اثرات مادری بود. میزان وراثت پذیری خصوصی صفات مورد مطالعه نیز حدود ۲۵ تا ۷۵ درصد بود. براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که سازوکار تحمل نسبی شوری در رقم طارم به عدم جذب یون سدیم توسط گیاه و در رقم شاه‌پسند به ذخیره‌سازی یون سدیم جذب شده در واکوئل‌های ذخیره‌ای مربوط است.

واژه‌های کلیدی: ایران، برنج، تنش شوری، توارث و دی‌آلل.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۳ این مقاله مستخرج از پروژه خاص شماره ۸۵۰۱۰- ۰۰۰۰- ۱۱- ۰۰۰۰-۱۳- ۰۱۲- ۲ مصوب موسسه تحقیقات برنج کشور می‌باشد
۱- استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات برنج کشور. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: amoumeni@areo.ir)
۲- مربی پژوهش مؤسسه تحقیقات برنج کشور

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی خانواده غلات می‌باشد که دارای حساسیت نسبتاً بالایی در مقابل تنش شوری آب و خاک است (Akber *et al.*, 1972; Mass and Haffman, 1977). در قاره آسیا، پس از کشورهای آسیای میانه، چین، هندوستان و پاکستان بیشترین گسترش سطح خاک‌های متأثر از شوری و قلیائیت در ایران وجود دارد و از کل ۱۶۵ میلیون هکتار سطح کشور ایران، حدود ۲۳/۵ میلیون هکتار، معادل ۱۴/۲ درصد کل سطح کشور، به درجات متفاوت با مسائل شوری، سدیمی و ماندابی روبرو هستند (Pazira, 1986). معمولاً راهکارهای متعددی از قبیل اصلاح اراضی، آبیاری و زه‌کشی جهت کاهش شوری خاک اعمال می‌گردد، معهذا همه این روش‌ها اغلب اقتصادی یا عملی نمی‌باشند. بنابراین راهکارهای دیگری مانند اصلاح واریته‌هایی با تحمل بالا در مقابل شوری بایستی مورد توجه قرار گیرد. فقدان تنوع ژنتیکی و یا شناخت ساختار ژنتیکی و توارث مانع اصلی در جهت اصلاح برای تحمل تنش شوری می‌باشد. انجام تلاقی‌های دی‌آلل در ایجاد جمعیت و همچنین شناخت این گونه ساختارها کمک شایانی می‌نماید.

آزمایش‌های مربوط به تحمل شوری در برنج از سالیان قبل شروع شد. در آزمایشی از طریق طرح دی‌آلل ۶×۶ در برنج در هدایت الکتریکی ۱۲ (دسی‌زیمنس بر متر)، اثر افزایشی معنی‌داری برای وزن خشک اندام هوایی گزارش شد و برای عقیمی برنج سه جفت ژن برآورد شدند (Akber *et al.*, 1985). برخی از محققان تحمل شوری را تحت کنترل اثرات افزایشی، غالبیت و فوق غالبیت گزارش نمودند (Moeljopawiro and Ikehashi, 1981; Akber *et al.*, 1985). در آزمایشی که توسط گریگوریو و سنادیرا (Gregorio and Senadhira, 1993) در قالب طرح دی‌آلل ۹×۹ انجام شد، گزارش شد که پایین بودن نسبت سدیم به پتاسیم دراندام‌های هوایی برنج تحت کنترل اثرات افزایشی، غالبیت و فوق غالبیت ژن‌ها است و اثرات فوق غالبیت برای غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم وجود داشت. والدینی که دارای تحمل شوری متوسط بودند، بهترین ترکیب را برای تولید نتاج متحمل شوری تشکیل دادند. در این آزمایش گزارش شد که در کنترل ژنتیکی جذب سدیم و پتاسیم دو گروه ژن غالب دخالت داشتند (Gregorio and Senadhira, 1993). در آزمایش دیگری در برنج اثر مادری برای عملکرد دانه و وزن هزاردانه معنی‌دار گزارش شد (Singh and Singh, 2000). مطالعه صفات مرتبط با تحمل شوری از قبیل ارتفاع اندام هوایی، کمتر بودن محتوی یون نسبت به یون پتاسیم در اندام هوایی، وزن خشک بالای ریشه و اندام هوایی در گیاهچه‌های برنج نشان داد که برای این دسته از صفات اثرات ژنتیکی افزایشی معنی‌داری وجود داشت، گرچه توارث پذیری آنها کم گزارش شد (Gregorio *et al.*, 2002). در آزمایشی که توسط ساهاری و امیرالاسلام (Saharay and Amirul-Islam, 2008) انجام شد مشخص گردید که اثرات افزایشی ژنتیکی در توارث تحمل شوری مهم بود. ژو و همکاران (Zhou *et al.*, 2010) نیز در مطالعه به روش دی‌آلل ۴×۴ در برنج، وجود اثرات افزایشی، غالبیت و اثر متقابل افزایشی× غالبیت در کنترل صفات مختلف را تحت تنش شوری گزارش نمودند.

براساس تحقیقات انجام شده در زمینه شوری و اصلاح برنج برای تحمل شوری در کشورهای مختلف، ارقام مختلفی از برنج معرفی شده‌اند. در هند نخستین برنج پرمحصول متحمل شوری در سال ۱۹۸۹ با نام CSR10 برای مناطقی با خاک‌های شور و قلیا معرفی شد. سپس ارقام برنج متعدد متحمل به تنش شوری به ترتیب تا CSR21 اصلاح و معرفی شدند و اخیراً نیز واریته‌های برنج متحمل شوری به نام‌های CSR27 و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

CSR30 معرفی گردیده‌اند (Singh and Sharma, 2006). مطالعات متعددی در زمینه ارزیابی تحمل تنش شوری ژرم‌پلاسم برنج ایران و ژرم‌پلاسم خارجی در شرایط شور در ایران صورت گرفته است (Sabouri *et al.*, 2008; Mohammadi-Nejad *et al.*, 2009; Moumeni *et al.*, 2009)، ولی مطالعه ساختار ژنتیکی و توارث تحمل تنش شوری جهت شروع برنامه اصلاحی برنج تاکنون گزارشی منتشر نشده است. بنابراین این تحقیق به منظور شناخت ساختار ژنتیکی و توارث تحمل تنش شوری در مراحل گیاهچه‌ای و زایشی در تعدادی از ارقام برنج با درجه تحمل متفاوت و توسعه جمعیت‌های اصلاحی مناسب و اصلاح ارقام برنج برای تحمل شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تهیه تلاقی‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل شش ژنوتیپ نسبتاً متنوع برنج از حیث تحمل تنش شوری شامل طارم‌محلی، غریب، شاه پسند، درفک، سپیدرود و IR28 بودند که از موسسه تحقیقات برنج در گیلان و مازندران و از موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) در فیلیپین تهیه شدند. کلیه مراحل اجرای آزمایش‌های مزرعه‌ای و گلخانه در موسسه تحقیقات برنج در رشت انجام گردید. تعدادی از ویژگی‌های مهم این ارقام در جدول یک ارائه شده است. کلیه تلاقی‌های ممکن بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به صورت دی‌آلل کامل در سال ۱۳۸۵ انجام شد. سپس ارزیابی‌ها برای متغیرهای مختلف مرتبط به تحمل تنش شوری در مراحل گیاهچه‌ای (در محلول یوشیدا) و مرحله زایشی بر اساس روش ارائه شده توسط گریگوریو و همکاران (Gregorio *et al.*, 2002) انجام شد.

ارزیابی ژنوتیپ‌ها در مرحله گیاهچه‌ای

کلیه ژنوتیپ‌های برنج مورد آزمایش شامل ۳۶ تلاقی به همراه والدین آنها در آزمایشی با سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در اتاقک رشد ارزیابی شدند. ابتدا بذور جوانه‌دار شدند و سپس به تعداد سه بذر جوانه زده در دمای ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد به داخل هر سوراخ و شبکه نایلونی آن انتقال داده شدند. تا سه روز پس از انتقال بذور، از آب مقطر در تشتک‌های رشد استفاده شد، سپس محلول غذایی یوشیدا به تشتک‌ها اضافه شد. تیمار شوری در زمانی که گیاهچه‌ها ۱۴ روزه بودند، اعمال شد. اندازه‌گیری صفات شاخص تحمل شوری، محتوای یون‌های سدیم و پتاسیم (درصد) و میزان ماده خشک گیاهچه‌ها (گرم) یک هفته بعد از اعمال شوری انجام شد. رژیم حرارتی در اتاقک رشد بر روی ۲۵ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۱ درجه سانتی‌گراد در شب و رطوبت ۷۰ درصد تنظیم شد. در هر تشتک دو ردیف ارقام شاهد مقاوم (**Pokkali**) و حساس(**IR29**) نیز کشت شدند (داده‌ها نشان داده نشدند). برای اندازه‌گیری محتوای یون‌های سدیم و پتاسیم از روش فلیم فتومتری استفاده گردید.

ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج در مرحلهٔ زایشی

همه ژنوتیپ‌های برنج مورد استفاده در مرحله آزمایشی گیاهچه‌ای جهت ارزیابی تحمل تنش شوری در مرحله زایشی نیز استفاده شدند. برای کشت ژنوتیپ‌ها از ظرف‌های پلاستیکی استفاده شد. در این روش ابتدا سوراخ‌هایی به ابعاد ۴- ۳ میلی‌متر و با فاصلهٔ دو سانتی‌متر روی ظروف پلاستیکی ایجاد شدند به صورتی‌که بالاترین سوراخ‌ها، حداقل سه سانتی‌متر از لبهٔ ظرف فاصله داشته باشند. ظروف با خاک حاوی کود با نسبت ۵۰N، ۲۵P و ۲۵K میلی‌گرم بر کیلوگرم پر شدند. سپس به تعداد ۵ - ۴ بذر از هر رقم در داخل هر ظرف قرار داده شدند و دو هفته بعد از جوانه‌زنی، گیاهچه‌ها تنک و تعداد سه عدد در هر ظرف برای ادامه آزمایش باقی گذاشته شدند. هنگامی که گیاهچه‌ها ۲۱ روزه شدند، کل آب ظرف‌ها خارج و سپس با آبی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

جدول ۱ – ویژگی‌های مهم ارقام برنج مورد استفاده در طرح تجزیه ژنتیکی شوری به روش دی‌آلل ۶×۶

Table 1. Some important characteristics of rice parental lines used in genetic analysis of salinity in a 6×6 diallel

Rice genotypes	ژنوتیپ‌های برنج	وزن دانه در بوته Grain weight (g.plant^{-1})	محتوای یون سدیم Na^+ content (%)	وزن ماده خشک Plant dry matter (g.plant^{-1})	شاخص تحمل شوری Salinity tolerance index (STI)	منشاء Origin	Maturity	طول دوره رویش	Grain lenght	طول دانه	Plant height	ارتفاع بوته
Tarom	طارم	0.07	2.41	3.46	4	Iran (L)	Early	زودرس	Long	دانه بلند	Tall	پابلند
Gharib	غریب	0.14	2.31	4.48	3	Iran (L)	Medium	متوسط رس	Medium	دانه متوسط	Tall	پابلند
Shahpasand	شاه‌پسند	0.84	2.60	3.85	3	Iran (L)	Medium	متوسط رس	Medium	دانه متوسط	Tall	پابلند
Dorfak	درفک	0.05	2.30	4.11	4	Iran (I)	Medium	متوسط رس	Long	دانه بلند	Semi-dwarf	نیمه پاکوتاه
Sepidroud	سپیدرود	0.19	2.21	4.81	5	Iran (I)	Early	زودرس	Long	دانه بلند	Semi-dwarf	نیمه پاکوتاه
IR28	IR28	0.17	2.23	4.36	6	IRRI	Late	دیررس	Long	دانه بلند	Semi-dwarf	نیمه پاکوتاه

(L) indicates local and (I) improved geneotypes

(L) نشاندهنده ژنوتیپ‌های محلی و (I) اصلاح شده می‌باشند

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

با ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر پر شدند. برای اطمینان از اینکه فقط تنش شوری روی گیاه اعمال شده است، گیاهان در طی آزمایش علیه آفت و بیماری سمپاشی شدند. طرح مورد استفاده در این آزمایش نیز بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار بود و ارزیابی صفات یک ماه پس از اعمال شوری انجام گرفت. ارزیابی‌ها برای ارتفاع بوته؛ قبل از برداشت تا انتهای خوشه و بدون در نظر گرفتن ریشک، روز تا ۵۰ درصد گلدهی؛ به صورت مشاهده‌ای و تا ظهور ۵۰ درصد خوشه‌ها از ساقه‌های اصلی برای هر ژنوتیپ، قابلیت پنجه‌زنی؛ تعداد پنجه بارور قبل از برداشت، درصد زنده مانی بوته‌ها: تعداد بوته‌های زنده مانده هرژنوتیپ به کل بوته‌های مربوط در هر تکرار، شاخص تحمل شوری: به صورت کد۱= بسیار مقاوم؛ رشد طبیعی و بدون علائم برگی، کد۳= مقاوم؛ رشد تقریباً طبیعی، برگ‌ها در نوک سفید شده و تعداد کمی از برگ‌ها سفید و لوله شده، کد ۵= نسبتاً مقاوم؛ رشد به تاخیر افتاده، برگ‌ها لوله شده، کد۷= حساس؛ توقف رشد، قسمت عمده برگ‌ها خشک و یا گیاهان از بین رفتند، کد ۹= بسیار حساس؛ همه گیاهان خشک شدند. میزان باروری؛ به صورت درصد دانه‌های پر از کل خوشه‌چه‌ها در هر خوشه و پس از برداشت محاسبه شد، عملکرد دانه تک بوته؛ به صورت وزن دانه‌های تمام خوشه‌های هر کپه پس از برداشت با میزان رطوبت ۱۴ درصد اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری و ژنتیکی صفات

میانگین داده‌های حاصل از ارزیابی صفات بجز شاخص تحمل شوری در هر ژنوتیپ/ تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS9.0 مورد استفاده قرار گرفتند و برای آزمون معنی‌داری شاخص تحمل شوری از روش bootstrapping در محیط SAS9.0 و PROC Multtest استفاده شد. مقادیر ترکیب پذیری و سایر پارامترهای ژنتیکی مورد برآورد روی میانگین داده‌های هر تکرار و براساس روش یک مدل مختلط B گریفینگ (Griffing, 1956) با استفاده از نرم افزار DIALLEL ارائه شده توسط بارو و کورز (Burow and Coores, 1993) انجام گرفت. تجزیه واریانس دی‌آلل و برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات مورد مطالعه به روش هیمن (Hayman, 1954) و با استفاده از نرم افزار Dial98 ارائه شده توسط اوکای(Ukai, 2002) انجام شد.

نتایج

تجزیه واریانس ساده صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های والدینی که در شرایط تنش شوری ارزیابی شده بودند، در جدول دو ارائه شده است. نتایج نشان داد که ارقام والدینی از حیث تعدادی از صفات مورد مطالعه از جمله دانه در خوشه، ارتفاع بوته، وزن ماده خشک، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و محتوای سدیم در دو مرحله گیاهچه‌ای و زایشی دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد بودند در حالی‌که برای صفات محتوی پتاسیم، نسبت سدیم/ پتاسیم، تعداد پنجه بارور و وزن دانه تفاوت بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه معنی‌دار نبود (نتایج نشان داده نشده‌اند)، بنابراین تنها تفکیک واریانس دورگ‌ها به دو بخش ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات معنی‌دار امکان پذیر شد. واکنش ژنوتیپ‌ها برای صفت شاخص تحمل شوری نیز به صورت متحمل(۳-۱)، نیمه متحمل(۵-۴) و حساس(۷-۶) مشاهده شد. مقادیر R^2 که میزان تبیین صفات توسط مدل برازش شده را نشان می‌دهد، در دامنه قابل قبول ۸۱ درصد برای وزن ماده خشک تا حد مطلوب ۹۹ درصد برای روزتا ۵۰ درصد گلدهی متغیر بود.

تجزیه واریانس ترکیب پذیری‌های ارقام برنج مورد مطالعه برای صفات شاخص تحمل شوری، دانه در خوشه، ارتفاع بوته، وزن ماده خشک، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و محتوای سدیم براساس روش یک و مدل مخلوط B (ژنوتیپ‌ها ثابت و تکرارها تصادفی) از روش پیشنهادی گریفینگ (Griffing, 1956) در جدول ۳

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

جدول ۲ – تجزیه واریانس صفات گیاهی مرتبط با اثر شوری در ارقام والدینی برنج مورد استفاده در طرح دی‌آلل ۶×۶

Table 2. Analysis of variance for plant characteristics related to salinity effect in rice parental lines used in in a 6×6 diallel experiment

			میانگین مربعات صفات (MS)						
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	وزن دانه در بوته Grain weight.plant^{-1}	محتوای سدیم Na^+ content	وزن ماده خشک Plant dry matter	†شاخص تحمل شوری Salinity tolerance index	روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	دانه در خوشه Grain.panicle^{-1}	ارتفاع بوته Plant height
Replication	تکرار	1	0.001	0.003	0.81	–	2.08*	1.33	0.75
Genotype	ژنوتیپ	5	0.003	0.96*	0.07*	0.033*	11.68**	17.33**	25.88*
Error	خطای آزمایشی	5	0.001	0.05	0.11	-	0.08	0.53	1.75
CV	ضریب تغییرات		4.70	4.56	7.79	-	0.32	10.95	1.38
R^2	ضریب برازش		0.69	0.95	0.81	-	0.99	0.97	0.94

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, Significant test using Bootstrapping†

*و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد، † آزمون معنی‌داری به روش Bootstrapping

جدول ۳ – تجزیه ترکیب پذیری‌ها و واریانس ژنتیکی صفات گیاهی ژنوتیپ‌های برنج به روش گریفینگ (۱۹۵۶) در طرح دی‌آلل ۶x۶

Table 3. Analysis of combining abilities and genetic variance of plant characteristics of rice genotypes based on Griffing (1956) in a 6×6 diallel experiment

			میانگین مربعات صفات (Mean square of traits)					
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	محتوای سدیم Na^+ content	وزن ماده خشک Plant dry matter	شاخص تحمل شوری Salinity tolerance index	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	تعداد دانه در خوشه Grain.panicle^{-1}	ارتفاع بوته Plant height
Replication	تکرار	1	0.02*	0.03	0.056	7.35**	0.11*	19.01**
Crosses	تلاقی‌ها	35	0.04**	0.04**	0.203**	13.51**	1.19**	43.88**
GCA	ترکیب پذیری عمومی	5	0.06**	0.06**	0.378**	32.34**	4.39**	151.09**
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	15	0.03**	0.03**	0.148*	7.87**	0.49**	21.86**
REC	تلاقی های متقابل	15	0.05**	0.05**	0.200*	12.87**	0.84**	30.17**
Error	خطای آزمایشی	35	0.003	0.003	0.056	0.29	0.02	1.01
GCA/SCA	نسبت ترکیب‌پذیری عمومی/خصوصی		2.26	2.26	2.54	4.11	8.95	6.91
Mean	میانگین		13.7	13.70	3.11	31.1	26.8	118.5
R^2	ضریب برازش		0.93	0. 83	0.79	0.98	0.98	0. 98

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد، SCA ، GCA و REC به ترتیب میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی، خصوصی و اثرات تلاقی های متقابل

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, GCA and SCA: mean square of general and specific combing ability, respectively; and REC: reciprocal effects

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

جدول ۴ – برآورد ترکیب پذیری‌های عمومی ژنوتیپ‌های برنج برای صفات گیاهی مورد مطالعه به روش گریفینگ (۱۹۵۶) در طرح دی‌آلل ۶x۶

Table 4. Estimation of general combining ability of rice genotypes for plant characteristics based on Griffing (1956) in a 6×6 diallel experiment

		صفات (Traits)					
Rice genotypes	ژنوتیپ‌های برنج	محتوای سدیم Na^+ content	وزن ماده خشک Plant dry matter	شاخص تحمل شوری Salinity tolerance index	روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	دانه در خوشه $Grain.panicle^{-1}$	ارتفاع بوته Plant height
Tarom	طارم	-0.009(5) †	-0.16(6)	0.22(1)	-1.15(5)	-0.31(5)	-1.89(5)
Gharib	غریب	-0.004(3)	0.09(2)	-0.11(4)	-1.15(5)	-0.29(4)	-1.56(4)
Shahpasand	شاه‌پسند	0.09(1)	-0.15(5)	0.06(2)	0.10(3)	0.07(3)	0.07(3)
Dorfak	درفک	-0.005(2)	-0.01(4)	-0.11(4)	-0.40(4)	-0.41(6)	-2.22(6)
Sepidroud	سپیدرود	-0.008(4)	0.06(3)	-0.03(3)	0.81(2)	0.23(2)	1.24(2)
IR28	IR28	-0.06(6)	0.18(1)	-0.03(3)	1.81(1)	0.71(1)	4.36(1)
SEg(i)		0.01	0.05	0.04	0.10	0.03	0.19
SE[g(i)-g(j)]		0.02	0.07	0.07	0.16	0.04	0.29

† اعداد داخل پرانتز رتبه ارقام در رابطه با قابلیت ترکیب پذیری عمومی می باشند، (SEg(i: برآورد خطای استاندارد ژنوتیپi ام، و SE[g(i)-g(j)] برآورد خطای تفاوت ژنوتیپiام از jام می باشند

† Figure inside the paranthesis () indicates rank of genotypes for general combinig ability; SEg(i): Estimtion of standard error of ith genotype, and SE[g(i)-g(j)]: Estimation of standard error of difference of ith genotype from j^{th} genotype

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

جدول ۵ – برآورد ترکیب پذیری‌های خصوصی ترکیب‌های مختلف ژنوتیپ‌های برنج برای صفات مورد مطالعه به روش گریفینگ (۱۹۵۶) در طرح دی‌آلل ۶x۶

Table 5. Estimation of specific combining ability of rice genotypes crosses for plant characteristics based on Griffing (1956) in a 6×6 diallel experiment

		Plant characteristics صفات گیاهی					
Crosses	تلاقی‌ها	محتوای سدیم Na^+ content	وزن ماده خشک Plant dry matter	شاخص تحمل شوری Salinity tolerance index	روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	دانه در خوشه $Grain.panicle^{-1}$	ارتفاع بوته Plant height
Gharib/Tarom	طارم/غریب	-0.10	0.26	-0.22	0.15	-0.12	-0.90
Shahpasan/Tarom	شاه‌پسند/طارم	0.01	-0.15	0.11	0.90	0.15	0.22
Dorfak/Tarom	طارم/درفک	-0.09	0.35	-0.22	-0.60	0.05	1.01
Sepidroud/Tarom	طارم/سپیدرود	-0.03	0.17	-0.31	0.16	0.08	0.06
IR28/Tarom	طارم/IR28	0.11	-0.17	0.19	0.19	0.22	1.68
Shahpasand/Gharib	شاه‌پسند/غریب	0.03	-0.07	-0.06	0.65	0.08	0.39
Dorfak/Gharib	درفک/غریب	0.08	-0.19	0.11	-1.09	-0.26	-1.32
Sepidroud/Gharib	غریب/سپیدرود	-0.04	-0.04	0.03	1.19	0.17	-1.53
IR28/Gharib	غریب/IR28	0.06	-0.02	0.03	0.44	0.15	1.59
Dorfak/Shahpasand	شاه‌پسند/غریب	-0.05	0.03	-0.06	-1.35	-0.08	-0.69
Sepidroud/Shahpasand	شاه‌پسند/طارم	0.08	-0.35	0.36	1.44	-0.16	-0.90
IR28/Shahpasand	شاه‌پسند/IR28	-0.13	0.63	-0.14	-0.31	0.15	1.47
Sepidroud/Dorfak	درفک/سپیدرود	0.10	-0.05	0.03	2.44	0.24	0.89
IR28/Dorfak	درفک/IR28	-0.03	-0.02	0.03	0.94	0.49	3.01
IR28/Sepidroud	سپیدرود/IR28	-0.03	-0.18	-0.06	-0.51	0.32	1.81
SE[s(i, i)]		0.03	0.14	0.14	0.32	0.09	0.59
SE[s(i, j)]		0.02	0.10	0.10	0.23	0.06	0.43
SE[s(i, i)-s(j ,j)]		0.04	0.20	0.19	0.44	0.12	0.82
SE[s(i, i)-s(i ,j)]		0.04	0.20	0.19	0.44	0.12	0.82
SE[s(i, i)-s(j ,k)]		0.04	0.17	0.17	0.38	0.11	0.71
SE[s(i, j)-s(i ,k)]		0.03	0.16	0.15	0.35	0.09	0.65
SE[s(i, j)-s(k ,l)]		0.03	0.14	0.14	0.31	0.09	0.58

SE is related to estimation of Standard Errors in different combinations

SE برآورد خطای استاندارد در حالت های مختلف می باشد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

نشان داده شده است. نتایج نشان داد که برای کلیه صفات مورد اشاره، ترکیب پذیری‌های عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) آنها و اثر تلاقی‌های متقابل (REC) در سطح احتمال یک درصدمعنی‌دار بودند و تنها برای صفت شاخص تحمل شوری میزان SCA و REC در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نسبت میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی صفات[$MS_{(gca)}/MS_{(sca)}$]، که به عنوان شاخصی از سهم واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غیرافزایشی از واریانس ژنتیکی کل در کنترل صفات می‌باشد، از ۱/۴۷ برای صفت مقدار وزن ماده خشک تا ۸/۹۵ برای صفت دانه در خوشه متغیر بودند. بنابراین با توجه به نتایج حاصل سهم واریانس ژنتیکی افزایشی در کنترل این دسته از صفات برتر از نوع غیرافزایشی آن بود (جدول ۳).

نتایج حاصل از برآورد ترکیب پذیری‌های عمومی ارقام برای صفات (جدول ۴) نشان داد که ارقام والدینی برای اغلب صفات دارای ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌داری در جهت مثبت و یا منفی بودند. ارقام طارم و شاه‌پسند به ترتیب بالاترین میزان ترکیب عمومی برای شاخص تحمل شوری و محتوای سدیم را دارا بودند، در حالی که رقم IR28 بالاترین میزان ترکیب‌پذیری را جهت افزایش میزان ماده خشک، ارتفاع بوته، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و دانه در خوشه داشت و ارقام سپیدرود و درفک از این حیث در مرتبه دوم قرار داشتند. در این آزمایش رقم شاه‌پسند از حیث قابلیت ترکیب برای صفات مورد اشاره در حد متوسطی قرار داشت.

تجزیه ترکیب‌پذیری خصوصی ارقام برنج مورد مطالعه در ترکیب با یکدیگر در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج حاکی از وجود تنوع بالا در ترکیب‌پذیری خصوصی ترکیبات مختلف حاصل از تلاقی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. برای صفت شاخص تحمل شوری، تلاقی سپیدرود× شاه‌پسند دارای بالاترین میزان SCA در جهت افزایش شاخص تحمل شوری بود، در حالی که تلاقی سپیدرود× طارم‌محلی بالاترین میزان SCA در جهت منفی و کاهش میزان تحمل شوری بود. برای صفت میزان ماده خشک تلاقی‌های IR28× شاه‌پسند و درفک× طارم‌محلی بیشترین میزان SCA و در جهت مثبت داشتند ولی میزان SCA برای تلاقی سپیدرود× شاه‌پسند بالاترین میزان در جهت منفی بود. برای صفات دیگر از جمله محتوای سدیم بالاترین میزان SCA مربوط به تلاقی‌های سپیدرود× شاه‌پسند و سپیدرود× غریب بود، تلاقی‌های IR28× درفک، سپیدرود× درفک و IR28× درفک بالاترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی را به ترتیب برای تعدادی از صفات زراعی مهم شامل ارتفاع بوته، روز تا ۵۰ درصد گلدهی، دانه در خوشه دارا بودند، در حالی که تلاقی‌های IR28× غریب، درفک× شاه‌پسند و درفک× غریب بالاترین میزان منفیSCA را در این مطالعه نشان دادند.

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس اثرات تلاقی‌های معکوس در جدول ۶ ارائه شده است. این اثر برای کلیه شش صفت مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در این دسته از صفات، عوامل ژنتیکی خارج از هسته در بروز آنها نقش دارند. نتایج نشان داد که برای صفت وزن ماده خشک میزان اثر معکوس برای تلاقی‌های سپیدرود× شاه‌پسند و شاه‌پسند× طارم‌محلی؛ و صفت میزان جذب سدیم در تلاقی طارم‌محلی× IR28بالا و در جهت مثبت بوده است در حالی که در تلاقی شاه‌پسند× طارم‌محلی این اثر در جهت منفی و در جهت کاهش میزان جذب سدیم بود. برای صفات ارتفاع بوته، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد دانه نیز اثرات قابل توجهی از وجود اثر معکوس در جهت مثبت به ترتیب در تلاقی‌های درفک× طارم‌محلی، درفک× طارم‌محلی و درفک× شاه‌پسند مشاهده شد، در حالی که تلاقی‌هایIR28× درفک و IR28× غریب برای ارتفاع بوته، سپیدرود× درفک و درفک× طارم‌محلی برای روز تا ۵۰ درصد گلدهی؛ و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

جدول ۶ – برآورد اثرات متقابل تلاقی معکوس در ترکیب‌های مختلف ژنوتیپ‌های برنج برای صفات گیاهی مورد مطالعه به روش گریفینگ (۱۹۵۶) در طرح دی‌آلل ۶x۶

Table 6. Estimation of reciprocal effect of rice genotypes crosses for plant characteristics based on Griffing (1956) in a 6×6 diallel experiment

		Plant charactersistics صفات گیاهی					
Crosses	تلاقی‌ها	محتوای سدیم Na^+ content	وزن ماده خشک Dry matter	شاخص تحمل شوری Salinity tolerance index	روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	دانه در خوشه $Grain.panicle^{-1}$	ارتفاع بوته Plant height
Gharib/Tarom	طارم/غریب	-0.06	-0.24	0.0	1.00	0.28	1.50
Shahpasand/Tarom	شاه‌پسند/طارم	-0.17	0.32	-0.5	-0.50	-0.17	-0.25
Dorfak/Tarom	طارم/درفک	-0.03	-0.17	0.0	2.00	0.32	2.75
Sepidroud/Tarom	طارم/سپیدرود	0.02	-0.12	0.0	-3.00	-0.17	-0.75
IR28/Tarom	طارم/IR28	0.23	-0.56	0.5	1.00	-0.45	-3.00
Shahpasand/Gharib	شاه‌پسند/غریب	-0.01	-0.03	0.0	-2.25	-0.53	-2.25
Dorfak/Gharib	درفک/غریب	0.09	-0.04	0.0	-0.50	-0.30	-0.25
Sepidroud/Gharib	غریب/سپیدرود	0.08	-0.16	0.0	-2.50	-0.32	-2.00
IR28/Gharib	غریب/IR28	0.11	0.16	0.0	-0.75	-0.74	-4.75
Dorfak/Shahpasand	شاه‌پسند/غریب	0.15	-0.09	0.0	0.50	0.34	2.00
Sepidroud/Shahpasand	شاه‌پسند/طارم	-0.12	0.36	-0.5	0.50	0.32	2.25
IR28/Shahpasand	شاه‌پسند/IR28	0.03	0.26	0.0	0.75	0.25	-2.75
Sepidroud/Dorfak	درفک/سپیدرود	-0.03	-0.07	0.0	-3.00	-0.61	-2.75
IR28/Dorfak	درفک/IR28	-0.001	-0.28	0.0	-0.50	-0.95	-5.50
IR28/Sepidroud	سپیدرود/IR28	0.16	-0.15	0.0	-3.25	-0.32	-2.75

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

جدول ۷ – تجزیه واریانس دی‌آلل برای صفات گیاهی مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های برنج به روش هیمن (۱۹۵۴)

Table 7. Analysis of variance of diallel for plant characteristics of rice genotypes based on Hayman (1954)

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	محتوای سدیم Na^+ content	وزن ماده خشک Dry matter	شاخص تحمل شوری Salinity tolerance index	روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	دانه در خوشه Grain.panicle^{-1}	ارتفاع بوته Plant height
		میانگین مربعات (MS)						
Replication	تکرار	1	0.39*	0.03	0.10	7.38**	3.56**	18.91**
Additive effect (a)	اثر افزایشی	5	1.24**	0.44**	0.30**	32.33**	166.33**	151.10**
Dominance effect (b)	اثر غالبیت	15	0.60**	0.30**	0.10	7.88**	21.16**	21.86**
Directional dominance effect (b1)	اثر غالبیت جهت‌دار	1	0.08	0.06	0.30	35.47**	84.10**	73.80**
Gene distribution among the Parents (b2)	توزیع ژن‌ها در والدین	5	0.38**	0.28**	0.20	7.78**	39.47**	46.19**
Effects of specific genes (b3)	اثرات مخصوص ژنی	9	0.77**	0.33**	0.10	4.87**	3.99**	2.57*
Maternal effect (c)	اثرات مادری	5	1.55**	0.14	0.10	17.18**	105.33**	86.13**
Reciprocal effect (d)	اثر تلاقی معکوس	10	0.85**	0.29**	0.20*	10.71**	4.88**	2.18*
Error	خطا	35	0.06	0.06	0.10	0.29**	0.84**	1.01
Total	کل	41						

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

*و :** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۸ – برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات گیاهی ژنوتیپ‌های برنج تحت تنش شوری در برنج به روش دی‌آلل

Table 8. Estimation of genetic parameters for plant characteristics of rice genotypes under salinity stress in rice genotypes through diallel

پارامترهای ژنتیکی Genetic Parameters	محتوای سدیم Na^+ content	وزن ماده خشک Dry matter	شاخص تحمل شوری Salinity tolerance index	روز تا ۵۰ درصد گلدهی Days to 50% flowering	دانه در خوشه Grain.panicle^{-1}	ارتفاع بوته Plant height
D	0.45±0.11	0.20±0.07	0.13±0.09	5.70±0.82	8.45±1.73	12.43±2.25
H1	0.64±0.13	0.31±0.10	0.10±0.11	10.08±1.09	33.19±3.75	35.91±4.39
H2	0.54±0.10	0.24±0.07	0.07±0.07	7.59±0.76	20.34±2.25	20.87±2.53
F	0.36±0.14	0.21±0.10	0.13±0.11	2.85±0.99	-6.24±2.37	2.48±3.29
$(D/H1)^{0.5}$	1.19±0.14	1.25±0.22	0.86±0.40	1.33±0.10	1.98±0.24	1.70±0.18
kd/(kd+kr)	0.67±0.03	0.71±0.05	0.78±0.10	0.59±0.02	0.41±0.04	0.53±0.04
$h^2/H2$	0.01±0.09	0.009±0.17	1.01±1.64	1.55±0.23	1.37±0.23	1.16±0.23
h	-0.15±0.13	0.13±0.13	-0.28±0.15	3.14±0.28	4.83±0.49	4.53±0.52
H2/4H1	0.21	0.19	0.16	0.19	0.15	0.15
h^2bs	0.88±0.03	0.75±0.06	0.46±0.13	0.97±0.01	0.98±0.01	0.97±0.01
h^2ns	0.37±0.06	0.26±0.08	0.25±0.10	0.57±0.03	0.72±0.02	0.69±0.03
E	0.03±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.15±0.04	0.42±0.10	0.51±0.12

D: واریانس افزایشی، H1: واریانس غالبیت،H2: فرم دیگر واریانس غیرافزایشی، F: میانگین کوواریانس افزایشی و غالبیت، $(D/H1)^{0.5}$: درجه غالبیت، Kd/(kd+kr): نسبت ژن های غالب، $h^2/H2$: تعداد فاکتورهای موثر، h: متوسط جهت غالبیت، H2/4H1:نسبت ژن‌های با اثر مثبت و منفی، h^2bs: وراثت پذیری عمومی، h^2ns: وراثت پذیری خصوصی و E: اثر محیطی می‌باشند

D:additive variance, H1: Dominance variance, H2: dominance variance, F: product of add. by dom., $(D/H1)^{0.5}$: average degree of dominance, Kd/(kd+kr): proportion of dominant genes, $h^2/H2$: number of effective factors, h: average direction of dominance, H2/4H1: proportion of positive and negative genes, h^2bs: heritability in broad sense, h^2ns: heritability in narrow sense, E: environmental effect

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

IR28× درفک برای تعداد دانه در بوته اثرات معکوس در جهت منفی مشاهده شد.

تجزیه واریانس دی‌آلل صفات مورد مطالعه براساس روش هیمن (Hayman, 1954) در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج حاکی از آن بود که اجزای a و b که به ترتیب بیانگر معنی‌دارشدن ترکیب پذیری عمومی و خصوصی هستند (Roy, 2000) برای همه صفات بجز شاخص تحمل شوری معنی‌دار شدند. جزء b1 که بیانگر وجود غالبیت جهت‌دار در مکان‌های ژنی کنترل کننده صفات می‌باشد، برای صفات ارتفاع بوته، روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و دانه در خوشه معنی‌دار شد. جزء b2، که نشان‌دهنده عدم تقارن ژن‌های کنترل کننده در صفات مورد مطالعه در ارقام مورد مطالعه بود، و جزء b3، مربوط به باقیمانده اثر غیر افزایشی، برای همه صفات بجز شاخص تحمل شوری معنی‌دار بود. هچنین اجزای مربوط به اثرات مادری (c) و اثرمتقابل خصوصی(d) برای صفات مختلف بجز برای صفت شاخص تحمل شوری و وزن ماده خشک (برای اثر مادری) معنی‌دار بودند.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات مورد مطالعه در جدول ۸ ارائه شده است. تجزیه واریانس اجزای ژنتیکی نشان داد که واریانس ژنتیکی افزایشی (D) برای همه صفات مورد مطالعه مهم و معنی‌دار بود. واریانس غالبیت (H1) نیز بجز برای شاخص تحمل شوری برای صفات دیگر معنی‌دار بود. درجه غالبیت $[(D/H1)^{0.5}]$ برای صفات مختلف بجز شاخص تحمل شوری بالاتر از یک بود. مقدار مولفه F برای همه صفات بجز برای دانه در خوشه، و برآورد نسبت ژن‌های غالب و مغلوب [kd/(kd+kr)] برای همه صفات مثبت بود. نسبت تقارن آلل‌های غالب و مغلوب (H2/4H1) برای صفات مختلف از ۰/۱۵ تا ۰/۲۱ متغیر بود و مقادیر نسبت ژنتیکی($h^2/H2$) نیز برای صفات شاخص تحمل شوری، ارتفاع بوته، دانه در خوشه و روزتا گلدهی بالاتر از یک بود. میزان وراثت‌پذیری عمومی (h^2bs) صفات بین ۰/۴۶ برای شاخص تحمل شوری تا ۰/۹۸ برای دانه در خوشه متغیر بود، در حالی که وراثت‌پذیری خصوصی صفات (h^2ns) بین ۰/۲۵ تا ۰/۷۲ متفاوت بود.

تجزیه و تحلیل گرافیکی Wr بر روی Vr برای صفات مختلف در شکل یک نشان داده شده‌اند. در این شکل‌ها وضعیت توزیع ژن‌های غالب و مغلوب در والدین مختلف و میزان و درجه اثرات ژنی در آنها مشخص شده است.

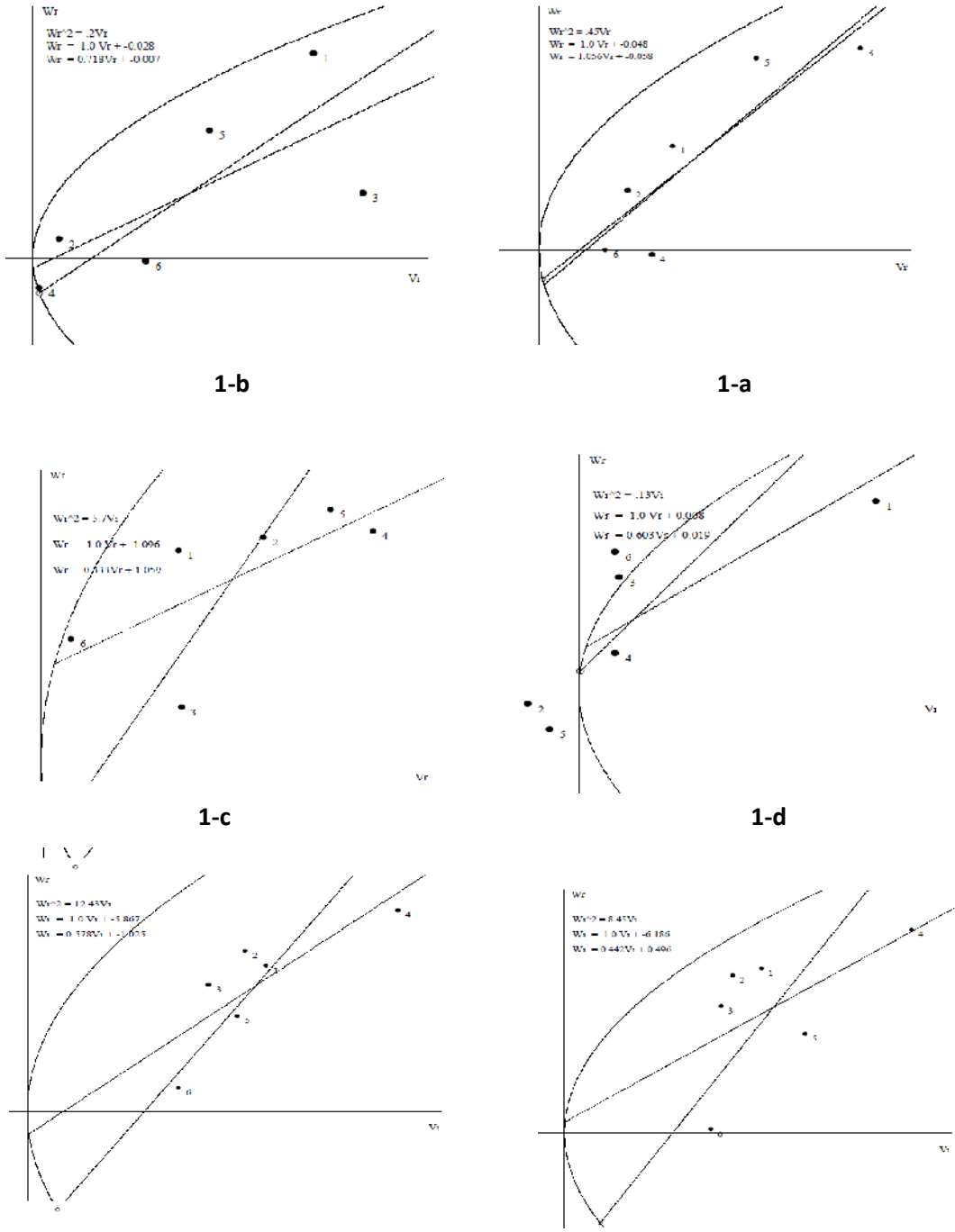
بحث

آزمایش حاضر توانست اطلاعات مفیدی از ساختار ژنتیکی صفات مرتبط با تحمل شوری در ارقام برنج مورد مطالعه از جمله رقم طارم که در سطح وسیعی کشت می‌شود، در اختیار قرار دهد. این اطلاعات در رابطه با صفاتی بود که برای آنها تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط شوری اعمال شده در آزمایش وجود داشت. از آنجا که به علت وجود تفاوت ذاتی در میزان ماده خشک ژنوتیپ‌های والدینی که عمدتاً از دو دسته پرپنجه و پابلند می‌باشند، میزان ماده خشک زیاد نمی‌تواند دلیل بر تحمل بیشتر به تنش شوری باشد.

معنی‌دارشدن اجزای مربوط به واریانس‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه نشان داد که هم اثرات افزایشی و هم اثرات غیر افزایشی ژنتیکی در کنترل این صفات مهم بودند. از آنجا که نسبت میانگین مربعات GCA به SCA اغلب بیش از دو بود، این موارد حاکی از برتری عمل افزایشی ژن‌ها در توارث این صفات در مقایسه با عمل‌ژنی غیرافزایشی بود، ضمن آنکه اثرات تلاقی‌های معکوس که اغلب مربوط به نقش اثرات مادری و عوامل خارج هسته‌ای موثر بر میزان بروز صفات است نیز در رابطه با این صفات معنی دار بود. در نتیجه می‌توان اظهار داشت که چنین عواملی در بروز این صفات نقش مهمی داشتند و بنابراین در چگونگی انتخاب و چیدمان تلاقی‌ها

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]



شکل ۱- رگرسیون Wr بر روی Vr برای صفات گیاهی مورد مطالعه و موقعیت ژنوتیپ‌های والدینی برنج از حیث توزیع و درجه غالبیت ژن‌ها، ۱: طارم، ۲: غریب، ۳: شاه پسند، ۴: درفک، ۵: سپیدرود و ۶: IR28 می‌باشند، و 1-a: محتوای سدیم، 1-b: میزان ماده خشک، 1-c: شاخص تحمل شوری، 1-d: روز تا گلدهی، 1-e: دانه در خوشه و 1-f: ارتفاع بوته می‌باشند

Fig. 1. Regression of Wr to Vr for different traits and performance of rice parental lines for gene distribution and degree of dominance, where: 1:Tarom, 2: Gharib, 3: Shahpasand, 4: Dorfak, 5: Sepidroud, 6: IR28, and 1-a: Na concentration, 1-b: dry matter (DM), 1-c: salinity tolerance index (STI), 1-d: days to flowering, 1-e: number of grain per panicle, and 1-f: plant height

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

می‌توانند مفید واقع شوند، به طوری که با تغییر نقش ژنوتیپ‌ها به عنوان والد پدری و یا مادری در اصلاح هر چه بهتر برای صفات مورد نظر اقدام نمود (Gregorio and Senadhira, 1993). در این آزمایش همچنین اثرات معنی‌داری را برای واریانس ترکیب‌پذیری عمومی، خصوصی و تلاقی‌های معکوس برای محتوای سدیم و پتاسیم و نسبت آنها گزارش نمودند.

ترکیب‌پذیری عمومی صفات مورد مطالعه در ارقام برنج در این آزمایش نشان داد که ارقام طارم‌محلی و شاه‌پسند بهترین ترکیب شونده برای صفات شاخص تحمل شوری و محتوای سدیم بودند. از آنجا که یکی از راهکارهای تحمل شوری و علیرغم جذب بالای محتوای سدیم، سازوکار ذخیره سدیم جذب شده توسط گیاه در واکوئل‌های ذخیره‌ای در سیتوپلاسم سلول می‌باشد (Flowers, 2004)، بنابراین تحمل در این ارقام می‌تواند به جذب و ذخیره بالای سدیم در واکوئل‌های ذخیره‌ای مرتبط باشد. ارقام مورد اشاره می‌توانند در تولید نتاجی با درجه تحمل بالا در مقابل تنش شوری و در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند. در یک آزمایش اهمیت اثرات واریانس ژنتیکی افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفات تحت تنش شوری در برنج مهم گزارش شد (Geetha *et al.*, 2006). محمود و همکاران (Mahmood *et al.*, 2004) نیز در آزمایش خود به روش دی آلل ۸ × ۸ اهمیت هر دو واریانش ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی را در کنترل صفات محتوای سدیم، ماده خشک، ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه و سایر صفات مورد مطالعه در برنج گزارش نمودند. از میان تلاقی‌های حاصل برای صفات شاخص تحمل شوری، میزان ماده خشک و محتوای سدیم به ترتیب تعداد ۵، ۱۰ و ۸ ترکیب دارای میزان ترکیب‌پذیری خصوصی منفی بودند، بنابراین مشخص می‌شود که در اغلب تلاقی‌ها میزان افزایش مقاومت از طریق ایجاد ترکیب‌هایی با شاخص تحمل شوری مثبت و بالا و کاهش محتوای سدیم صورت گرفته است. هر چند که اثرات افزایشی ژن‌ها بر نوع غالبیت آنها فزونی داشت. با این‌حال اثرات بخش غیر افزایشی در تولید ترکیب‌های متحمل‌تر نیز قابل توجه بود (Akber *et al.*, 1985). نتایج حاکی از آن بود که بهترین ترکیب‌شونده برای این دسته از صفات از قبیل طارم‌محلی و شاه‌پسند، تا حدی ترکیب‌هایی با ترکیب‌پذیری خصوصی بالا در تلاقی با ترکیب شونده‌های عمومی ضعیف تولید نمودند. از جمله می‌توان به تلاقی‌های سپیدرود× شاه پسند و IR28× طارم‌محلی اشاره نمود که برای صفت شاخص تحمل شوری مورد توجه می‌باشند.

وجود اثرات تلاقی‌های معکوس قابل توجه در بعضی از ترکیب‌های حاصل بر این نکته دلالت دارد که بایستی چیدمان والدین در تلاقی‌ها طوری صورت گیرد تا در ایجاد ترکیب‌هایی جهت افزایش یا کاهش در جهت مطلوب آن صفت اثر داشته باشد (Gregorio and Senadhira, 1993). بطور مثال چنانچه طارم‌محلی به عنوان والد مادری انتخاب گردد، سبب افزایش میزان ماده خشک و یا کاهش محتوای سدیم خواهد شد.

تجزیه و تحلیل ژنتیکی به روش هیمن (Hayman, 1954) نیز برای اغلب صفات مورد مطالعه ازجمله وزن ماده خشک، محتوای سدیم، دانه در خوشه، ارتفاع بوته و روز تا گلدهی تحت تنش شوری در ارقام مورد استفاده اهمیت اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژنی و اثرات مادری را تأیید نمود. از این‌رو برای آن دسته از صفاتی که سهم واریانس ژنتیکی افزایشی برتر بود می‌توان با تثبیت صفت نسبت به اصلاح برای صفات یاد شده از جمله محتوای سدیم که در تحمل تنش شوری مهم است، اقدام نمود. تجزیه پارامترهای ژنتیکی وجود اثر فوق غالبیت ژن‌ها را برای محتوای یون سدیم، میزان ماده خشک، روز تا گلدهی، دانه در خوشه و ارتفاع بوته نشان داد و برای صفات شاخص تحمل شوری، اثر غالبیت ناقص وجود داشت. مقدار مثبت مؤلفه‌های F و kd/(kd+kr) برای صفات

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

مختلف بجز تعداد دانه در خوشه نشان داد که در والدین مورد استفاده فراوانی آلل‌های غالب نسبت به مغلوب بیشتر می‌باشد (Leng and Hong, 2004). افزون بر این، برای صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه، روز تا گلدهی بیش از یک گروه ژنی در کنترل این صفات دخالت داشتند. میزان وراثت پذیری خصوصی صفات مختلف که سهم واریانس افزایشی ژنتیکی را نشان می‌دهد برای صفات مختلف مطلوب بود و از این حیث اصلاح ارقام و انتقال صفات مرتبط به نتاج می‌تواند بخوبی به انجام رسد. نمودار گرافیکی وضعیت ژنوتیپ‌های مختلف در رابطه با صفات مورد مطالعه را مورد تأیید قرار داد و وجود فوق غالبیت را در مورد اغلب صفات نشان داد. در این آزمایش هیچ کدام از والدین در محل تقاطع خط رگرسیون و سهمی محدودکننده قرار نداشتند که نشان می‌دهد هیچ کدام از آن‌ها در برگیرنده تمام آلل‌های غالب یا آلل‌های مغلوب نبودند. ارقام غریب و شاه‌پسند که نزدیک‌ترین والدین به مبدأ مختصات بودند، دارای بیشترین وفور آلل‌های غالب برای صفاتی مانند وزن ماده خشک و شاخص تحمل شوری بودند. رقم طارم دارای بیشترین آلل‌های مغلوب برای این صفات بود.

نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ‌های برنج دارای ویژگی‌های متفاوتی از حیث تحمل تنش شوری بودند. نتایج آزمایش حاضر علاوه بر آنکه می‌تواند در ادامه برنامه اصلاحی تحمل شوری در ارقام برنج در ایران کمک نماید، بلکه می‌تواند با کمک به انتخاب جمعیت (های) مطلوب و ارزیابی آنها در دو محیط عادی و تنش شوری، امکان ادامه مطالعات در حوزه‌های مولکولی، فیزیولوژی و شناخت سازوکارهای تحمل شوری در برنج را فراهم نماید.

سپاسگزاری

این مقاله بر اساس پروژه خاص شماره ۸۵۰۱۰-۰۰۰۰-۱۱-۰۰۰۰-۱۳-۰۱۲-۲ مصوب موسسه تحقیقات برنج کشور تدوین شده است. اعتبارات هزینه‌ای این پروژه از محل چالش جهانی آب و غذا و در قالب پروژه شماره ۷ از سوی موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) تأمین شده است.

منابع مورد استفاده

References

Akber, M., G. S. Khush and D. H. R. Lambers. 1985. Genetics of salt tolerance in rice. In: Rice Genetics. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines, pp 399-409.

Akber, M., T. Yabuno and S. Nakao. 1972. Breeding for saline-resistant varieties of rice. 1. Variability for salt tolerance among some rice varieties. Jap. J. Breed. 22: 277-284.

Burow, M. D. and J. G. Coores. 1993. Diallel analysis and simulation software (DIALLEL).

Flowers, T. J. 2004. Improving crop salt tolerance. J. Exp. Bot. 55:307-319.

Geetha, S., P. Shanthi, S. Jebaraj and S. E. Naina Mohammed. 2006. Gene action of sodicity tolerance in rice. Indian J. Crop Sci. 1: 201-202.

Gregorio, G. B. and D. Senadhira. 1993. Genetics analysis of salinity tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 86: 333-338.

Gregorio, G. B., D. Senadhira, R. D. Mendoza, N. L. Manigbas, J. P. Roxas and C.Q. Guerta. 2002. Progress in breeding for salinity tolerance and associated abiotic stresses in rice. Field Crops Res. 79: 91-101.

Griffing, B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity, 10: 31-50.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, 39: 789-809.

Maas, E. V. and G. J. Haffman. 1977. Crop salt tolerance: current assessment. J. Irrig. Drain. Div. 103: 115-134.

Leng, Y. and D. L. Hong. 2004. Grain quality and genetic analysis of hybrids derived from different ecological types in Japonica rice (*Oryza sativa* L.). Rice Sci. 11: 165-170.

Mahmood, T., M. Turner, F. L. Stoddard and M. A. Javed. 2004. Genetic analysis of quantitative traits in rice (*Oryza sativa* L.) exposed to salinity. Aust. J. Agric. Res. 55: 1173–1181.

Moeljopawiro, S. and H. Ikehashi. 1981. Inheritance of salt tolerance in rice. Euphytica, 30: 291-300.

Mohammadi-Nejad, G., A. Arzani, A. M. Rezaie, R. K. Singh, H. Sabouri, M. M. Majidi, M. H. Fotokian, A. Moumeni and G. B. Gregorio. 2009. Mapping of quantitative genes controlling Na^+ and K^+ content in rice under salinity. J. Agric. Biotech. 1: 81-101.

Moumeni, A., M. Mohammadian and M. Z. Nouri. 2009. Field screening of rice genotypes for salinity tolerance in Mazandaran. Elect. J. Crop Prod. 2: 129-144 (In Persian with English abstract).

Pazira, E. 1986. A short view on salinity and sodicity of soils in Iran. Final Report. Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran. (In Persian).

Roy, D. 2000. Plant Breeding Analysis and Exploitation of Variation. Alpha Science International LTD. 701 pp.

Sabouri, H., A. Rezaei and A. Moumeni. 2008. Evaluation of salinity tolerance of Iranian local and improved rice cultivars. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 12: 47-63 (In Persian with English abstract).

Saharay, P. K. and M. Amirul-Islam. 2008. Genetic analysis of salinity tolerance in rice. Bangladesh J. Agric. Res. 33: 519-529.

SAS Institute. 2004. The SAS System for Windows. Release 9.0. SAS Inst., Cary, NC, USA.

Singh, S. and M. Singh. 2000. Genotypic basis of response to salinity stresses in some crosses of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 115: 209-214.

Singh, K. N. and P. C. Sharma. 2006. Salt tolerant varieties released for saline and alkaline soils. Annual Report: Central Soil Salinity Research Institute. Karnal, 132001, India.

Ukai, Y. 2002. Genetic Analysis of Quantitative Traits. Igaku Shuppan. Tokyo. (In Japanese).

Zhou, H.K, H. Hayat, L. J. Fang, R. F. Guo, J. M. He and H. M. Xu. 2010. Analysis of genetic and genotype × environment interaction effects for agronomic traits of rice (*Oryza sativa* L.) in salt tolerance. Pak. J. Bot. 42: 3239-3246.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]

Genetic analysis of salt tolerance in Iranian selected rice genotypes

Moumeni, A.[1] and H. Shokri Vahed[2]

ABSTRACT

Moumeni. A. and H. Shokri Vahed. 2013. Genetic analysis of salt tolerance in Iranian selected rice genotypes**. Iranian Journal of Crop Sciences. 15(2): 90-106. (In Persian).**

Dissection of genetic architechture of salinity tolerance in different rice cultivars is a prerequisite of a breeding program for salinity stress. Therefore, to dissect genetics of salinity tolerance, 6 diverse rice genotypes such as Tarom mahalli, Gharib, Shahpasand, Dorfak, Sepidroud and IR28 were tested in a full diallel genetic design, 6×6, during 2007-08 at Rice Research Institute of Iran in Rasht, Iran. All cross combinations together with their parentss, totally 36 genotypes, were set in Randomized Complete Block Design with two replications. The plant materials were evaluated for salinity tolerance index, plant dry matter, sodium and potassium concentrations, Na^+/K^+ ratio at seedling stage and tiller number, grain weight, filled-grain, plant height and days to 50% flowering at reproductive stage in saline conditions with EC 10 and 12 ds/m, respectively. Analysis of variance for traits of interest among parents showed that they were significantly different for salinity tolerance index, plant dry matter, sodium uptake (%), tiller number, filled-grain.panicle^{-1}, plant height and days to 50% flowering. Therefore, analysis of variance for combining ability was performed for this group of traits. Results of dissection of genetic variance to general, specific and cytoplasmic effects showed that for all these traits those components were highly significant. It's revealed that both additive and non-additive components of genetic variance were important. Estimation of genetic parameters showed that both additive and dominance variances as well as maternal effect were important in controlling of the traits of interest. We also found that broad sense heritability (h^2b) was rather high and ranged from 0.25 to 0.75 for different traits. According to results, cultivar Tarom was good combiner for increasing salinity tolerance index, lower sodium concentration and short duration for days to 50% flowering and Shahpasand was the second suitable parent and combiner for salinity tolerance index, but was the best parent for sodium uptake. Therefore, the mechanism of tolerance to salinity could be related to storage of high amount of sodium in the cell vacuoles.

Key words: Diallel, Inheritance, Rice and Salinity stress.

Received: January 2012 Accepted: March 2013

1- Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran (Corresponding author) (Email: amoumeni@areo.ir)
2- Researcher, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-05]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.2.1.1]