دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی واکنش برخی ژنوتیپ‌های برنج به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی

سیده فاطمه محمدی[۱]، نادعلی باقری[۲]، غفار کیانی[۳] و نادعلی بابائیان جلودار[۴]

۱، ۳ و ۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه اصلاح‌نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- استادیار، گروه اصلاح‌نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول: n.bagheri@sanru.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱/۱۴

چکیده

به‌منظور ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های برنج به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی آزمایشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. تعداد ۱۶ ژنوتیپ برنج در چهار سطح شوری (صفر، ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مولار) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس تاثیر معنی‌دار شوری روی صفات مورد مطالعه در بین ژنوتیپ‌های مختلف برنج را نشان داد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی، با افزایش میزان شوری از سطح شاهد به ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مولار، تمامی صفات کاهش معنی‌داری را نشان دادند. بررسی ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار مربوط به صفت سرعت جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی (r = ۰/۸۹) می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس هشت صفت در مرحله جوانه‌زنی نشان داد که دو مؤلفه توانستند ٧٧/٦٦ درصد از تغییرات کل را توجیه نمایند. تاکید مولفه اول روی طول ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی در جهت مثبت بود. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های برنج تحت تنش سطوح متفاوت شوری بر اساس صفات مورد بررسی، نشان داد که ژنوتیپ‌های L113، L21، L59، L33 و شصتک محمدی در گروه سوم تحمل به شوری بیشتری نسبت به شاهد آزمایش (NONA BOKRA) داشتند. با توجه به تجزیه و تحلیل‌های انجام شده ژنوتیپ‌های شصتک محمدی و لاین ۲۱ از لحاظ تحمل به تنش در سطوح مختلف شوری برتر از سایر ژنوتیپ‌ها در این آزمایش بودند و می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تنش شوری، جوانه زنی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مولفه‌های اصلی

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از غذاهای اصلی و مهم مردم جهان می‌باشد. در ۱۱۴ کشور برنج کشت می‌شود که در بیش از ۵۰ کشور، میزان تولید سالانه آن ۱۰۰ هزار تن یا بیشتر می‌باشد. سطح زیر کشت این گیاه زراعی در ایران در حدود ۶۳۰ هزار هکتار با تولید سالیانه سه میلیون و دویست هزار می‌باشد (۱۲). براساس آمار فائو مصرف سرانه برنج در ایران حدود ۴۵ کیلوگرم و نیاز کشور به برنج حدود ۳۳۰۰ هزار تن در سال است. منبع اصلی مواد غذایی برای بیش از ۲/۷ میلیارد نفر به صورت روزانه است و در حدود یک‌دهم از زمین‌های زراعی، زیر کشت می‌رود (۴) و در حدود یک پنجم از زمین‌های زیر کشت غلات را در جهان به خود اختصاص داده‌است (۱۳). اهمیت کشت این گیاه در تهیه غذای مردم جهان سبب گردیده است تا به‌نژادگران و متخصصین علوم ژنتیک نسبت به اصلاح و افزایش تحمل این گیاه در شرایط تنش اقدام نمایند و در نتیجه ارقامی را معرفی نمایند که بتوانند در شرایط نامطلوب عملکرد قابل قبولی تولید نمایند (۱۷). برنج جزو گیاهان نسبتاً حساس به شوری طبقه‌بندی می‌شود و در مراحل مختلف رشدی حساسیت زیادی به شوری نشان می‌دهد (۸). شوری خاک از جمله اصلی‌ترین تنش‌های محیطی است که پس از خشکی، مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش محیطی برای شالیزارهای دنیا است و به عنوان محدودیت جدی برای افزایش تولید جهانی برنج محسوب می‌شود (۱۱). وسعت خاک‌های شور در ایران حدود ۲۴ میلیون هکتار است که معادل ۱۵ درصد از اراضی کشور می‌باشد (۲۰). در سطح دنیا حدود ۹۰۰ میلیون هکتار از اراضی تحت تاثیر شوری قرار دارند و گسترش آن تهدیدی جدی برای کشاورزی به شمار می‌رود (۱۲). حدود ۲۰ درصد از زمین‌هایی که زیر کشت آبی هستند تحت تأثیر شوری قرار دارند. اکثر تنش‌های طبیعت به نمک‌های سدیم مربوط می‌شود (۹). نمک موجود در خاک ناشی از وجود نمک محلول در آب است، اما انسان نیز در تسریع روند آن نقش بسزایی دارد (۱۷). شوری به دلایل مختلفی مانند استفاده از آب نامناسب برای آبیاری، زهکش نامناسب زمین‌های مرطوب، وارد شدن آب دریا به زمین‌های کنار دریا و در نواحی خشک به دلیل بالا بودن میزان تبخیر نسبت به بارندگی افزایش می‌یابد. تنش شوری عموما باعث تاخیر در جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی، کاهش سرعت جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌شود (۳). شوری بیش از حد به طور مضری همه فعالیت‌های متابولیک اصلی برنج را تحت تاثیر قرار می‌دهد که شامل خسارات دیواره‌سلولی، پلاسمولیز، تجزیه سیتوپلاسم و آسیب به شبکه آندوپلاسمی، تجمع سیترات، مالات و اینوزیتول در پهنک برگ، افزایش مقدار پرولین به اندازه ۶ تا ۶۳ برابر، کاهش حداکثری بازده کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm)، کاهش فتوسنتز و کاهش کلی در جوانه‌زنی و رشد نشاها که در نهایت، به کاهش رشد و بازده دانه منجر می‌شود (۱۳). شریفی (۲۱) در مطالعه خود بر تعدادی از صفات مورد مطالعه برنج در مرحله جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری، دریافت که درجات مختلفی از تحمل به شوری بر صفات مرتبط با جوانه‌زنی وجود دارد و در مقایسه بین ارقام در شرایط تیمار با شوری، ارقام اصلاح شده مورد مطالعه نسبت به ارقام بومی از نظر درصد جوانه‌زنی متحمل تر بودند. قلی‌زاده (۹) اثر تنش شوری را بر ژنوتیپ‌های برنج در مرحله جوانه‌زنی بررسی نمود و گزارش کرد با افزایش تنش شوری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، درصد و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]
[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

سرعت جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری پیدا کرد. محمدزاده و همکاران (۱۷) در مطالعه خود روی ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های برنج به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی گزارش کردند درصد و سرعت جوانه‌زنی با افزایش شدت شوری کاهش یافت و مشخص شد که ژنوتیپ‌های مقاوم سرعت جوانه‌زنی بیشتری داشتند. آنبولارماتی و متا (۲) در پژوهش خود ۸ رقم هندی برنج را در ۶ سطح شوری صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۱۲۰ دسی‌زیمنس در مرحله جوانه‌زنی بررسی نمودند و نتایج نشان داد جوانه‌زنی کلیه ارقام در غلظت ۲۰ دسی‌زیمنس متوقف شد همچنین با افزایش سطوح شوری صفات درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت جوانه‌زنی، درصد انرژی جوانه‌زنی و طول ساقه و ریشه کاهش یافت. این آزمایش با هدف بررسی تحمل به تنش شوری NaCl در تعدادی از لاین‌های امید بخش برنج در مرحله جوانه‌زنی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی برخی از ژنوتیپ‌های برنج در سطوح مختلف شوری حاصل از کلرید سدیم (NaCl) مطالعه‌ای در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. در این مطالعه تعداد ۱۶ ژنوتیپ برنج شامل شش لاین موتانت طارم محلی نسل M_7 به همراه ارقام طارم جلودار، شصتک محمدی، طارم محلی و پنج لاین امید بخش حاصل از اصلاح کلاسیک نسل F_{12} به همراه ارقام شاهد حساس IR29 و شاهد متحمل NONA BOKRA به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. سطوح شوری شامل صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار بودند. بذور به مدت ۱۰ دقیقه با محلول ۱۰ درصد هیپوکلریت سدیم (وایتکس ۱۰درصد) و قارچکش ویتاواکس یک در هزار ضدعفونی و پس از آن سه بار با آب مقطر استریل شستشو شدند. سپس در هر تکرار تعداد ۲۵ عدد بذر از هر ژنوتیپ انتخاب و به پتری‌دیش‌هایی حاوی کاغذ صافی منتقل گردیدند. مقدار کمی آب مقطر استریل به ظروف پتری شاهد اضافه شد و به سایر تیمارها حدود ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده شوری اضافه گردید تا کاغذ صافی و بذور کاملا مرطوب و خیس شوند. ظروف در اتاق کشت با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار گرفتند. بذرها به طور روزانه بازبینی و از روز دوم تا روز هشتم تعداد بذرهایی که ریشه چه آن‌ها قابل رویت بودند (حدودا ۲ میلی‌متر) به عنوان بذرهای جوانه زده، شمارش شدند .در روز آخر آزمایش (روز هشتم) تعداد ۱۵ نمونه از همه تیمارها انتخاب شد و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه گیری و سرعت و درصد جوانه‌زنی از طریق روابط زیر محاسبه گردید (۱۷):

درصد جوانه‌زنی = $(n_i/N) \times ۱۰۰$

سرعت جوانه‌زنی = $n_1/D_1 + n_2/D_2 + 000 + n_i/D_i$

n_i: تعداد بذور جوانه زده، N: تعداد کل بذور، D_i: تعداد روز پس از اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، این اندام‌ها از بذر جدا شده و به پاکت مخصوص منتقل شده و برای مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

پس از خشک شدن، وزن ریشه‌چه، وزن ساقه‌چه و وزن بذر به وسیله ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد و اطلاعات به دست آمده با استفاده نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. از تبدیل داده $Arcsin\sqrt{x}$ برای نرمال‌سازی داده های مربوط به درصد جوانه‌زنی استفاده شد. روش‌های چند متغییره آماری نظیر تحلیل همبستگی، تجزیه به مولفه‌های اصلی، تجزیه کلاستر و بای‌پلات به‌منظور تفسیر بهتر داده‌ها انجام گرفت. ضرایب همبستگی که رابطه خطی بین متغییرها یا صفات را نشان می‌دهند در برنامه‌های اصلاح نباتات می‌تواند به‌عنوان راه کاری برای اصلاح صفات پیچیده‌تر از طریق صفات ساده‌تر بهره جست. از تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس "وارد" برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و تعیین بهتر گروه‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده گردید. تجزیه به مولفه‌های اصلی برای گروه‌بندی و کاهش ابعاد مجموع داده‌ها نیز با این نرم‌افزار انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج این بررسی نشان‌دهنده‌ی تاثیر معنی‌دار شوری روی صفات مورد مطالعه در بین ژنوتیپ‌های مختلف می‌باشد، به طوری که اثر تنش شوری اعمال شده روی صفات مورد مطالعه شامل طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). این نتیجه بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در بین ارقام و لاین‌های برنج مورد بررسی برای صفات ارزیابی شده در مرحله جوانه‌زنی تحت تنش شوری می‌باشد. همچنین معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ در شوری نشان‌دهنده عکس العمل متفاوت ژنوتیپ‌ها نسبت به سطوح متفاوت تنش شوری می‌باشد.

مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد برای صفات مورد بررسی نشان داد که با افزایش میزان شوری از سطح شاهد به ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار، تمامی صفات کاهش معنی‌داری را نشان دادند. همچنین صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بیشترین مقادیر را در سطح شاهد (بدون نمک) و کمترین مقادیر را در سطح ۱۲۰ میلی‌مولار NaCl داشتند. با توجه به نتایج بیشترین درصد کاهش (۹۰/۴۸ درصد) را صفت وزن خشک ریشه‌چه و کمترین درصد کاهش (۴۰/۷۷ درصد) را صفت درصد جوانه‌زنی به تنش شوری از خود نشان داداند (جدول ۲). محمدزاده و همکاران (۱۷)، الوگوندودو و همکاران (۱۹) و حکیم و همکاران (۱۴) در مطالعات خود نیز بیان داشتند که افزایش سطوح شوری باعث کاهش صفات جوانه‌زنی در برنج می‌شود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات اندازه گیری شده

Table 1. Analysis of variance for measured characteristics

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
شوری	۳	۴۱/۳۷**	۴۷/۰۳۵**	۰/۰۴۳**	۰/۰۲۲**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۴۰۸/۱۳**	۱۰۹۰۳/۳۹**
ژنوتیپ	۱۵	۱/۹۱**	۱۳/۴۴**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۱**	۲۵۳/۵۵**	۸۶۰/۵۵**
ژنوتیپ × شوری	۴۵	۰/۶۲**	۳/۲۱**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰۰۵۹**	۰/۰۰۰۰۱**	۱۷/۵۳**	۲۰۰/۴۷**
خطا آزمایشی	۱۲۸	۰/۰۴۴	۰/۱۰۱	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۷	۰/۴۰۲	۵/۸۸
ضریب تغییرات ٪		۱۰/۶۴	۸/۷۳	۸/۹۷	۱۰/۸۴	۱۵/۴۸	۱۲/۷۶	۵/۵۶	۳/۵۳

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف شوری در آزمایش جوانه‌زنی

Table 2. Mean comparison of the measured characteristics in different levels of salinity in germination experiment

سطوح شوری (میلی‌مولار)	صفات	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
صفر		۲/۹۲[a]	۴/۳۹[a]	۹۰/۵۶[a]	۶۷/۲۳[a]	۲۰/۰[a]	۲۱/۰[a]	۱۳/۹۲[a]	۸۷/۵۸[a]
۴۰		۲/۴۸[b]	۴/۲۵[b]	۸۶/۳۵[b]	۵۱/۹۰[b]	۱۹/۰[b]	۱۴/۰[b]	۱۳/۴۰۹[b]	۷۱/۸۳[b]
درصد کاهش		۱۵/۰۷	۳/۱۷	۴/۶۵	۲۲/۸	۵	۴۲/۸۶	۳/۶۷	۱۷/۹۸
۸۰		۱/۷۱۵[c]	۳/۶۸[c]	۵۸/۲۱[c]	۴۰/۷۳[c]	۱۲/۰[c]	۸/۰[c]	۱۰/۵۹[c]	۶۳/۰۴[c]
درصد کاهش		۴۱/۲۷	۱۶/۱۷	۳۵/۷۲	۳۹/۴۲	۴۰	۶۱/۹۰	۲۳/۹۲	۲۸/۰۲
۱۲۰		۰/۸۰۵[d]	۲/۲۲۵[d]	۲۵/۷۵[d]	۱۶/۱۵[d]	۴/۰[d]	۲/۰[d]	۷/۵۹[d]	۵۱/۸۷[d]
درصد کاهش		۷۲/۴۳	۴۹/۳۲	۷۱/۵۷	۷۵/۹۸	۸۰	۹۰/۴۸	۴۵/۴۷	۴۰/۷۷

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین مقدار طول ساقه‌چه (۲/۹۵ سانتی‌متر) متعلق به رقم شصتک محمدی و کمترین (۱/۲۵ سانتی‌متر) به ژنوتیپ L99 تعلق داشت، همچنین بیشترین مقدار طول ریشه‌چه (۵/۶۲ سانتی متر) متعلق به ژنوتیپ L59 و کمترین مقدار (۱/۷۵ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ L99 می‌باشد (جدول ۳). با افزایش سطوح شوری، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در ارقام مختلف کاهش یافت، به طوری که بیشترین طول ساقه‌چه (۵ سانتی‌متر) در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار نمک مربوط به ژنونیپ L59 و کمترین مقدار آن (۰/۷۷ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ M614 می‌باشد. همچنین بیشترین طول ریشه‌چه (۲ سانتی‌متر) در همین غلظت مربوط به ژنوتیپ NONA BOKRA و کمترین آن (۰/۲ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ‌های M614 و M618 بوده است (جدول ۷). عباس و همکاران (۱) گزارش کردند که تنش شوری رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را در ژنوتیپ های برنج مورد مطالعه کاهش داد و با افزایش غلظت نمک میزان کاهش بیشتر شد. ارقامی که الگوی تسهیم مجدد مواد ذخیره‌ای در دانه را بتوانند در راستای تولید ریشهٔ طویل‌تر و کارآمدتر سوق دهند، می‌توانند از تحمل به شوری بیشتری برخوردار باشند. بنابراین ارقامی که در شرایط آزمایشگاه، ریشه‌های طویل‌تر و با وزن بیشتری تولید نمایند، احتمالا در مرحله جوانه‌زنی نیز تحمل به شوری بیشتری خواهند داشت. کاهش ارتفاع ساقه احتمالا ناشی از تاثیر سوء کلرید سدیم بر دو فرآیند تقسیم و بزرگ شدن سلولی است. تنش اسمزی ناشی از شوری فرآیند فوق را کاهش می‌دهد. به علاوه سمیت ویژه یون‌های سدیم و کلر نیز با تاثیر منفی بر مراحل تقسم سلولی و سیستم فتوسنتزی، رشد را تقلیل می‌دهد. ژنوتیپ‌های شصتک محمدی، M181 و M184 نسبت به شاهد متحمل NONA BOKRA طول ساقه‌چه بیشتری داشتند و همچنین ژنوتیپ‌های شصتک محمدی و L59 نسبت به شاهد متحمل طول ریشه‌چه بیشتری نیز داشتند (جدول ۳). ارقام ذکر شده دارای سیستم ریشه‌ای گسترده‌تری و سطح بیشتری برای جذب آب داشته‌اند. میزان تحمل به شوری تا حدود زیادی به سیستم ریشه بستگی دارد. هرچه گیاه ریشه قوی‌تری داشته باشد، میزان تحمل به شوری آن بیشتر است (۱).

وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین مقدار وزن‌تر ساقه‌چه (۱۳۷/۵۸ میلی‌گرم) متعلق به رقم شصتک محمدی و کمترین مقدار (۳۳/۷۵ میلی‌گرم) به ژنوتیپ L99 تعلق داشت. همچنین بیشترین مقدار وزن‌تر ریشه‌چه (۹۴/۵۸ میلی‌گرم) متعلق به رقم شصتک محمدی و کمترین مقدار (۱۶/۸۳ میلی‌گرم) مربوط به ژنوتیپ IR29 می‌باشد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ برای وزن‌تر ساقه‌چه و ریشه‌چه نشان دادند که بین اثر متقابل شوری در رقم تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد و در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار نمک بیشترین مقدار وزن‌تر ساقه‌چه (۷۰ میلی‌گرم) متعلق به ژنوتیپ L59 و کمترین مقدار (۱/۳۳ میلی‌گرم) به ژنوتیپ M614 تعلق داشت. همچنین بیشترین مقدار وزن‌تر ریشه‌چه (۷۰ میلی‌گرم) مربوط به ژنوتیپ NONA BOKRA و کمترین (۳/۷۶ میلی‌گرم) به ژنوتیپ

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

IR29 بود (جدول ۷). شوری باعث کاهش جذب آب توسط گیاه و بدین وسیله کاهش وزن‌تر و خشک گیاه می‌شود. تنش شوری باعث از بین رفتن تعادل بین مقدار آب جذب شده از ریشه و آب دفع شده از اندام هوایی می‌شود در نتیجه روزنه‌ها بسته و این امر باعث کاهش تعرق و فتوسنتز شده و رشد گیاه کاهش می‌یابد (۶). ژنوتیپ‌های شصتک‌محمدی و L33 بیشترین مقدار وزن‌تر ساقه را نسبت به رقم متحمل NONA BOKRA داشتند و همچنین ژنوتیپ‌های شصتک محمدی، M436، M185، L113، L21، L59 و L33 بیشترین مقدار وزن‌تر ریشه‌چه را نسبت به شاهد متحمل داشتند (جدول ۳).

وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه (۲۹/۱۶۷ میلی‌گرم) متعلق به رقم شصتک محمدی و کمترین (۵/۵۲ میلی‌گرم) به ژنوتیپ L99 تعلق داشت، همچنین بیشترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه (۲۸/۵ میلی‌گرم) متعلق به ژنوتیپ NONA BOKRA و کمترین مقدار (۳/۶ میلی‌گرم) مربوط به ژنوتیپ L99 می‌باشد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در رقم برای وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بسیار معنی‌دار شد؛ به طوری که بیشترین مقدار در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار (۷ میلی‌گرم) مربوط به ژنوتیپ L21 و کمترین مقدار (۰/۱ میلی‌گرم) مربوط به ژنوتیپ‌های طارم محلی، IR29، L99 و M181 بودند و بیشترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه (۱۸/۶۷ میلی‌گرم) مربوط به رقم شصتک محمدی و کمترین مقدار (۰/۱ میلی‌گرم) به ژنوتیپ‌های طارم محلی، IR29، L33، M618، M185، L99 و M181 تعلق دارد (جدول ۷). نتایج بدست آمده با پژوهش اسلام و همکاران (۱۶) مطابقت دارد. آنها بیان کردند که از نظر فیزیولوژیکی کاهش بیشتر انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به محور جنین باشد و عواملی که در واقع سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار دهند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آن از لپه‌ها به محور جنینی نیز اثر می‌نماید. ژنوتیپ‌های شصتک محمدی، طارم محلی، L113، L21، L59، L33، M618، M436، M181 و M614 نسبت به شاهد متحمل NONA BOKRA وزن خشک ساقه‌چه بیشتری داشتند، اما هیچ یک از ژنوتیپ‌ها نسبت به شاهد متحمل در صفت وزن خشک ریشه‌چه بیشتر نبودند (جدول ۳). با افزایش تیمار کلرید سدیم، کاهش وزن خشک در اندام هوایی به طور منظم مشهود و این را می تواند بدین گونه توجیه کرد که تراکم یون سدیم در اندام هوایی بیشتر از ریشه می‌باشد. در صورتی که رشد یک گیاه تحت تاثیر شوری به شکل نسبتی از رشد تحت شرایط غیر شور سنجیده شود می‌تواند معیار مناسبی برای تحمل به شوری باشد. در این صورت ماده خشک کل معیار مفیدی برای سنجش رشد گیاه است (۵).

سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین مقدار سرعت جوانه‌زنی (۱۸/۷۲) متعلق به ژنوتیپ L21 و کمترین مقدار (۲/۵۶) به ژنوتیپ L99 تعلق داشت (جدول ۳)، همچنین به علت معنی‌دار بودن اثر متقابل رقم در شوری بر صفت نامبرده، بیشترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار NaCl (۱۵/۷۳) مربوط به ژنوتیپ L21 و کمترین مقدار آن (۰/۰۸۳) مربوط به ژنوتیپ L99 بود (جدول ۷). فرهمند و همکاران (۷) گزارش کردند که علت کاهش سرعت جوانه‌زنی ممکن است به دلیل آن باشد که تنش شوری علاوه بر ایجاد مسمومیت در گیاه باعث افزایش فشار اسمزی محیط اطراف بذر و یا ریشه گیاه شده که در این صورت جذب آب توسط بذر یا ریشه را با اشکال مواجه می‌سازد. بذرها برای انجام فعالیت‌های حیاتی و شروع جوانه‌زنی احتیاج کافی به آب دارند. چنانچه جذب آب دچار اختلال شده و یا به کندی صورت پذیرد، فعالیت‌های متابولیکی بذر به کندی انجام خواهد گرفت و مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر، افزایش و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. با کاهش پتانسیل آب در محیط اطراف بذر، بذر مدت زمان بیشتری نیاز دارد تا بتواند آب مورد نیاز خود را جذب کرده و فرایندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی مرتبط با در جوانه‌زنی را انجام دهد (۷). ژنوتیپ‌های شصتک محمدی، L113، L21، L59، L33، M436 و M618 نسبت به شاهد متحمل NONA BOKRA سرعت جوانه‌زنی بیشتری داشتند (جدول ۳). شوری باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی گیاه را کاهش می‌دهد، به این دلیل که علی‌رغم وجود مولکول‌های آب در محیط چون ظرفیت واکنش آنها در اشغال یون‌های موجود قرار می‌گیرد، بذر قادر به جذب آب نبوده با نوعی تنش کمبود آب مواجه می‌شود. وقتی بذر در زمان سدیم آب جذب می‌کند میزان سدیم در بذر افزایش می‌یابد و بدین ترتیب سبب کاهش پتانسیل آب بذر می‌شود (۱۳).

درصد جوانه‌زنی

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۲/۲۲ درصد) متعلق به ژنوتیپ L21 و کمترین (۵۲/۶۵ درصد) به ژنوتیپ IR29 تعلق داشت (جدول ۳). به علت معنی‌دار بودن اثر متقابل رقم در شوری بر صفت نامبرده، بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۱/۶۷ درصد) مربوط به رقم شصتک محمدی و کمترین درصد (۲۳/۶۲ درصد) مربوط به ژنوتیپ IR29 در سطح ۱۲۰ میلی‌مولار نمک بوده است (جدول ۷). دلیل این است که تنش شوری با ایجاد سه عامل مهم و اصلی شامل افزایش پتانسیل اسمزی محلول، تولید یون‌های سمی و تغییر در تعادل عناصر غذایی، جوانه‌زنی بذر برنج را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ضمناً غلظت نمک و یون‌های تشکیل دهنده محلول، نقش مهمی در کاهش درصد جوانه‌زنی دارند. این نتایج با پژوهش‌های آنبولارماتی ماتا و مهتا (۲)، مرادی نژاد و همکاران (۱۸)، قلی‌زاده (۹)، شریفی (۲۱) و اوگوندودو و همکاران (۱۹) مطابقت دارد. آنها بیان داشتند که در غلظت‌های متوسط و یا پایین شوری، کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدود کننده جوانه‌زنی است. لیکن در غلظت‌های بالا، سمیت یونی و در پی آن افزایش جذب یون‌ها به خصوص یون Na^+ و عدم تعادل بین عناصر غذایی از عوامل مهم و ایجاد کنندهٔ اختلال و کاهش درصد جوانه‌زنی محسوب می‌شوند. بنابراین کاهش جوانه‌زنی نسبت به شاهد را

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

می‌توان به اثرات یونی نمک و همین‌طور کاهش پتانسیل آب، نسبت داد. واضح است که مهم‌ترین عامل در فرایند جوانه‌زنی بذر، رطوبت می‌باشد و چنانچه بذر در شرایطی قرار گیرد که نتواند رطوبت کافی را جذب نماید از درصد جوانه‌زنی آن کاهش می‌یابد. تنش شوری مانع از آن می‌شود که بذر بتواند رطوبت مورد نیاز خود را به مقدار کافی جذب نماید و به همین دلیل، شوری را نوعی خشکی فیزیولوژیکی نیز می‌دانند (۹، ۱۹). ژنوتیپ‌های شصتک محمدی، L113، L21، L59 و L33 نسبت به شاهد متحمل درصد جوانه‌زنی بیشتری داشتند (جدول ۳). کاهش درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های مختلف را می‌توان چنین توجیه نمود که اثرات سمی یون‌ها و صدمه بر رویش دانه از جوانه‌زنی ممانعت می‌کند و تنش اسمزی محیط باعث کاهش جذب آب توسط دانه می‌شود. با گذشت زمان با تجمع یون سدیم در واکوئل و تراکم مواد سازگارکننده جذب آب برای دانه آسان می‌گردد (۹،۱۹).

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های برنج در آزمایش جوانه‌زنی.

Table 3. Mean comparison of the measured characteristics in rice genotypes in germination experiment.

صفات / ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
شصتک محمدی	۲/۹۵^{a}	۵/۲۳^{b}	۱۳۷/۵۸^{a}	۹۴/۵۸^{a}	۲۹/۱۶۷^{a}	۱۹/۳۳^{b}	۱۵/۶۲^{c}	۷۷/۷۷^{b}
طارم جلودار	۱/۷۷^{g}	۴/۰۶^{e}	۴۸/۳۳^{n}	۲۶/۴۲^{rg}	۱۱/۵^{g}	۹/۰^{rgn}	۲/۸۳^{j}	۶۴/۶۶^{n}
طارم محلی	۱/۹۸۸^{der}	۲/۹۸^{g}	۷۴/۱۷^{d}	۳۹/۵۰^{e}	۱۸/۹۶^{b}	۸/۴۴^{rgn}	۱۱/۲۳^{r}	۶۸/۶۹^{er}
لاین ۲۱	۱/۸۶۵^{erg}	۴/۰۹^{ae}	۶۰/۰۸^{er}	۵۲/۲۵^{ca}	۱۳/۸۳^{aer}	۱۳/۲۵^{c}	۱۸/۷۲^{a}	۸۲/۲^{a}
لاین ۵۹	۱/۹۳^{erg}	۵/۶۱^{a}	۴۷/۱۷^{n}	۴۷/۰۰^{ae}	۱۳/۵^{aerg}	۱۰/۷۵^{ae}	۱۵/۴۷۱^{c}	۷۵/۲۷^{c}
لاین ۹۹	۱/۲۵^{i}	۱/۷۵^{i}	۳۳/۷۵^{g}	۲۳/۷۵^{rg}	۵/۵۳^{n}	۳/۶۰^{i}	۲/۵۵^{j}	۵۲/۶۶^{j}
لاین ۳۳	۱/۸۳۸^{erg}	۴/۰۸^{ae}	۷۳/۰۸^{a}	۵۷/۹۲^{c}	۱۵/۹۱^{c}	۹/۰۴۲^{eag}	۱۴/۲۶^{a}	۷۳/۲۷^{a}
لاین ۱۱۳	۱/۵۹^{n}	۳/۰۱^{g}	۸۹/۲۵^{p}	۷۰/۳۳^{p}	۱۵/۰۸^{ca}	۱۹/۵^{p}	۱۷/۴۵^{p}	۸۰/۹۷^{a}
IR29	۱/۵۲^{n}	۲/۷۴^{gn}	۳۸/۵۸^{i}	۱۶/۸۳^{g}	۷/۱۳^{n}	۷/۲۳^{g}	۶/۰۱^{i}	۵۲/۶۵^{j}
NONA BOKRA	۲/۲۶^{bc}	۴/۵^{c}	۸۰/۰^{c}	۴۴/۳۳^{de}	۱۲/۱۶^{rg}	۲۸/۵^{a}	۱۱/۶۱^{er}	۷۰/۲۲^{e}
M614	۱/۹۷۵^{der}	۴/۳۷^{c}	۵۷/۶۷^{r}	۲۷/۵۸^{r}	۱۲/۷۷^{erg}	۱۱/۷۵^{cae}	۱۰/۰۴^{n}	۶۷/۶۳^{rg}
M618	۱/۸۱^{rg}	۲/۸۱^{gn}	۵۲/۰۸^{gn}	۳۰/۲۵^{r}	۱۳/۵^{derg}	۸/۱۹^{gn}	۱۱/۶۷^{er}	۶۷/۳۶^{rg}
M181	۲/۴۰۵^{b}	۲/۷۵^{gh}	۶۳/۲۵^{e}	۲۲/۲۵^{rg}	۱۳/۲۷^{derg}	۶/۶۹^{g}	۱۰/۵۱^{gn}	۶۵/۱۳^{h}
M184	۲/۳۷^{p}	۳/۲۹^{r}	۷۴/۸۳^{a}	۵۳/۵۷^{ca}	۲۰/۱۶^{p}	۷/۵۸^{gn}	۱۱/۴۶^{er}	۶۲/۳۳^{i}
M185	۲/۱۴۳^{ca}	۲/۵۴^{n}	۵۶/۴۲^{rg}	۴۹/۸۳^{ca}	۱۱/۶۹^{g}	۱۱/۳۵^{cae}	۱۰/۷^{g}	۶۶/۴۷^{gn}
M436	۲/۰۱۵^{ae}	۴/۳۴^{ca}	۷۵/۲۵^{r}	۴۷/۴۲^{ae}	۱۴/۵۸^{cae}	۱۲/۹۱^{ca}	۱۱/۸۲^{e}	۶۹/۹۷^{e}

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های برنج برای صفات جوانه‌زنی در سطح شاهد

Table 4. Mean comparison of rice genotypes for germination traits in normal level

صفات / ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
شصتک محمدی	۳/۷۲*	۶/۶۶*	۱۷۵/۳۳*	۱۷۵/۰*	۳۸/۰	۲۷/۰*	۲۰/ ۱۱ *	۸۷/۲۲*
طارم جلودار	۲/۳۷*	۵/۵۱	۷۴/۰*	۴۵/۰*	۱۷/۰	۱۳/۳۳*	۶/۴۰۲*	۸۴/۶۷ *
طارم محلی	۲/۶۷*	۳/۳۴*	۱۱۴/۰*	۲۰/۰*	۱۴/۳۳*	۱۶/۰*	۱۲/۵۳	۸۷/۰
لاین ۲۱	۲/۸۳*	۴/۵*	۱۰۶/۰*	۸۴/۳۳*	۱۶/۶۷*	۲۲/۰*	۲۰/۹۳*	۸۸/۸۹ *
لاین ۵۹	۲/۹۵	۵/۱۶	۶۸/۰*	۴۷/۶۷*	۱۶/۰*	۹/۶۷*	۱۹/۹۳*	۸۸/ ۳۳ *
لاین ۹۹	۲/۵*	۲/۴*	۴۲/۰*	۳۵/۰*	۱۱/۰*	۴/۰*	۲/۹۶*	۸۸/ ۰ *
لاین ۳۳	۲/۳*	۴/۰۲*	۸۰/۳۳*	۹۴/۶۷*	۲۷/۰*	۱۶/۰*	۱۴/۲*	۸۲/۰*
لاین ۱۱۳	۱/۸۸*	۳/۴۴*	۹۰/*۳۳	۹۹/۳۳*	۲۳/۳۳*	۲۹/۳۳*	۲۱/۴۳*	۹۰/۰*
IR29	۳/۱۷	۴/۰۳*	۸۰/۰*	۳۴/۶۷*	۹/۳۳*	۱۸/۰*	۵/۷۷*	۸۸/۰ *
NONA BOKRA (شاهد)	۳/۱۷	۵/۴۷	۱۲۸/۰	۴۱/۰	۱۴/۰	۹۰/۰	۱۱/۱	۸۷/۰
M614	۳/۹۱*	۵/۵۵	۱۱۵/۳۳*	۳۸/۶۷*	۱۷/۰*	۲۲/۶۷*	۱۴/۸۱*	۸۸/۳۳ *
M618	۲/۵*	۳/۵*	۸۳/۰*	۷۲/۳۳*	۱۵/۰*	۱۲/۰*	۱۴/۵۴*	۸۸/۳۳ *
M181	۳/۴۳	۳/۷۸*	۹۳/۰*	۳۷/۰*	۲۷/۰*	۸/۰*	۱۰/۵۲	۸۶/ ۶۷*
M184	۲/۶۹*	۴/۵*	۹۲/۰*	۷۴/۰*	۲۶/۳۳*	۶/۰*	۲۰/۳۴*	۸۸/۸۹ *
M185	۳/۲۵	۳/۶ *	۴۹/۶۷*	۷۳/۶۷*	۲۵/۶۷*	۲۴/۳۳*	۱۲/۹۵	۸۸/۶۷ *
M436	۳/۳۳	۴/۸۵*	۵۰/۰*	۱۰۳/۳۳*	۲۵/۰*	۱۸/۳۳ *	۱۴/۲۴*	۸۹/۳۳ *
LSD (5%)	۰/۳۴۰	۰/۵۱۲	۱/۱۷۸	۳/۰۳۷	۰/۳۶	۰/۴۳	۱/۰۲۳	۰/۳۹۲

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

جدول ۵- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های برنج برای صفات جوانه‌زنی در سطح ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم

Table 5. Mean comparison of rice genotypes for germination traits in 40mM level of NaCl

صفات / ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
شصتک محمدی	۴/۱۳*	۴/۵۱*	۲۲۷/۶۷*	۹۵/۶۷*	۳۲/۶۷*	۲۵/۰*	۱۶/۷۶*	۸۰/۰*
طارم جلودار	۲/۴۶	۴/۴۶*	۶۸/۶۷*	۳۷/۳۳*	۱۹/۰*	۱۵/۰*	۴/۶۰۳*	۷۷/۳۳
طارم محلی	۲/۰۷	۳/۵۰*	۴۲/۰*	۴۹/۰*	۳۰/۰*	۲/۰*	۱۰/۸۴*	۶۲/۷۸*
لاین ۲۱	۲/۲۳	۶/۰	۱۹/۶۷*	۶۴/۰*	۲۰/۰*	۱۶/۰*	۲۰/۲۳*	۸۴/۴۴*
لاین ۵۹	۲/۳۷	۷/۵۰*	۴۷/۰*	۳۵/۳۳*	۱۸/۶۷*	۱۴/۳	۲۰/۶*	۸۷/۷۸*
لاین ۹۹	۱/۲۰*	۷/۰*	۵۱/۰*	۳۸/۰*	۵/۰*	۶/۳*	۳/۱*	۵۵/۳۳*
لاین ۳۳	۲/۳۲	۴/۵۳*	۱۱۸/۶۷*	۶۷/۳۳*	۱۹/۳۳*	۱۵/۶۷*	۱۵/۷۸	۷۲/۲۲*
لاین ۱۱۳	۲/۲۰	۲/۴۶*	۱۰۵/۰*	۱۰۵/۳۳*	۱۷/۰*	۲۵/۶۷*	۱۹/۶۲*	۸۶/۱۱*
IR29	۱/۷۳*	۴/۳*	۵۷/۶۷*	۲۴/۰*	۱۶/۶۷*	۸/۸۳*	۹/۷۴*	۵۷/۲۲*
NONA BOKRA (شاهد)	۲/۳۷	۶/۱۶	۹۴/۳۳	۷۲/۰	۲۶/۰	۱۴/۰	۱۵/۲۳	۷۵/۵۵
M614	۲/۳۳	۶/۸۴*	۶۶/۶۷*	۵۱/۰*	۲۴/۰*	۱۴/۰	۱۱/۲۸*	۶۵/۰*
M618	۲/۲۷	۴/۳۳*	۶۰/۰*	۱۹/۳۳*	۱۹/۳۳*	۱۵/۳۳*	۱۵/۴۱	۷۶/۶۷*
M181	۳/۳۰*	۲/۴۶*	۹۸/۶۷*	۳۳/۰*	۱۷/۰*	۱۴/۰	۱۴/۷۸	۷۳/۳۳*
M184	۳/۴۶*	۱/۴۵*	۱۰۷/۳۳*	۱۰۰/۰*	۲۵/۰*	۱۵/۳۳*	۱۴/۱۰۵*	۶۶/۱۱*
M185	۲/۶۴	۳/۴۲*	۱۱۰/۶۷*	۱۴/۰*	۱۳/۶۷*	۱۷/۰*	۱۲/۲۵*	۶۹/۴۴*
M436	۲/۶۳	۵/۲۸*	۱۰۶/۶۷*	۲۵/۰*	۱۶/۳۳*	۱۹/۳۳*	۱۰/۲۳*	۶۰/۰*
LSD (5%)	۰/۳۵	۰/۵	۴/۱۸	۲/۰۴	۱/۴	۰/۴۳۲	۱/۰۳	۱/۳۸

جدول ۶- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های برنج برای صفات جوانه‌زنی در سطح ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم

Table 6. Mean comparison of rice genotypes for germination traits in 80mM level of NaCl

صفات / ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
شصتک محمدی	۲/۵*	۴/۲*	۸۲/۰*	۶۷/۰*	۲۷/۳۳*	۱۹/۰*	۱۲/۹۰۱*	۷۲/۲۲*
طارم جلودار	۱/۷	۳/۹۶*	۳۵/۳۳*	۱۷/۳۳*	۷/۶۷*	۶/۳*	۰/۱۲۵*	۵۴/۰*
طارم محلی	۲/۲۳*	۳/۵۱	۱۲۴/۶۷*	۸۷/۰*	۲۵/۳۳*	۱۶/۰*	۱۱/۴	۶۵/۰*
لاین ۲۱	۱/۳۴	۳/۸	۶۷/۳*	۲۷/۰*	۱۲/۷*	۸/۰*	۱۸/۰۲*	۸۲/۷۸*
لاین ۵۹	۱/۳۳	۴/۸*	۴۸/۳*	۶۴/۰*	۱۳/۰*	۱۳/۰*	۱۲/۱۲	۶۹/۴۴*
لاین ۹۹	۱/۰۴*	۳/۰۲	۴/۰*	۲۱/۰*	۶/۰	۴/۰*	۴/۱*	۳۹/۰*
لاین ۳۳	۱/۸۸*	۴/۵*	۵۴/۳*	۴۹/۰*	۱۲/۳*	۸/۰*	۱۶/۸۴*	۸۰/۵۵*
لاین ۱۱۳	۱/۵۶	۳/۶۳	۱۳۵/۰*	۳۸/۰*	۱۵/۰*	۱۷/۰*	۱۵/۶۳*	۷۵/۵۵*
IR29	۰/۸۳*	۱/۷۳*	۱۳/۰*	۸/۰*	۲/۴*	۲/۰*	۶/۲۷*	۴۱/۷۸*
NONA BOKRA (شاهد)	۱/۵۱	۳/۲۹	۲۷/۷	۵۷/۳	۵/۷	۶/۰	۱۱/۱	۶۴/۴۴
M614	۱/۴۵*	۴/۳*	۴۷/۳*	۱۱/۰*	۱/۰*	۷/۰*	۱۱/۹۲	۶۷/۲۲*
M618	۲/۲۵*	۲/۱۱*	۵۷/۰*	۲۶/۷*	۱۷/۰*	۵/۳*	۱۱/۰۳	۶۲/۲۲*
M181	۲/۱۹*	۲/۶۸*	۳۷/۳*	۱۱/۰*	۹/۰*	۵/۰*	۱۰/۷	۶۲/۷۸*
M184	۲/۱*	۴/۵۱*	۵/۰*	۲۸/۰*	۱۶/۰*	۵/۰*	۶/۹۵*	۵۲/۳۳*
M185	۲/۲۳*	۱/۹۴*	۵۸/۳*	۹۵/۰*	۷/۳*	۴/۰*	۸/۵۳*	۵۲/۲۲*
M436	۱/۳۱	۴/۰۷*	۵۵/۰*	۵/۰*	۱۴/۰*	۸/۰*	۱۱/۸۵	۶۷/۲۲*
LSD (5%)	۰/۳	۰/۴۹	۲/۱۷	۴/۰۴	۳/۳۶	۰/۴۵	۱/۰۲	۱/۳۹۲

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

جدول ۷- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های برنج برای صفات جوانه‌زنی در سطح ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم

Table 7. Mean comparison of rice genotypes for germination traits in 120mM level of NaCl

صفات / ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
شصتک محمدی	۱/۴۵*	۲/۷۵	۶۵/۳*	۴۱/۰*	۱۸/۶۷*	۶/۳۳*	۱۲/۷۴*	۷۱/۶۷*
طارم جلودار	۰/۵۷*	۲/۳۱*	۱۵/۳*	۶/۰*	۲/۳۳*	۱/۳۳*	۸/۱۶*	۴۲/۶۷*
طارم محلی	۰/۹۸*	۱/۵۸*	۱۶/۰*	۲/۰*	۶/۲*	۰/۱*	۱۰/۱۹	۶۰/۰*
لاین ۲۱	۱/۰۵۳*	۲/۰۶*	۴۷/۳*	۳۴/۰*	۶/۰*	۷/۰*	۱۵/۷۳*	۷۲/۸*
لاین ۵۹	۱/۰۶۳*	۵/۰۰*	۲۵/۳*	۴۱/۰*	۶/۳*	۶/۰*	۹/۲۶	۵۵/۵۵*
لاین ۹۹	۰/۲۶۳*	۰/۸۶۷*	۲/۷*	۱/۰*	۰/۱*	۰/۱*	۸/۳۳*	۲۸/۳۳*
لاین ۳۳	۰/۸۲*	۳/۲۸	۳۱/۰*	۲۱/۰*	۵/۰*	۰/۱*	۱۰/۲۸	۵۸/۳۳*
لاین ۱۱۳	۰/۷۲*	۲/۵۲*	۲۷/۰*	۴/۰*	۵/۰*	۶/۰*	۱۳/۱۵*	۷۲/۲۲*
IR29	۰/۳۶*	۰/۸۹۷*	۳/۷*	۱/۰*	۰/۱*	۲/۳*	۲/۳*	۲۳/۶۲*
NONA BOKRA (شاهد)	۲/۰	۳/۱	۷/۰	۷/۰	۳/۰	۴/۰	۹/۰۴	۵۳/۸۹
M614	۰/۲۰۷*	۰/۷۷۳*	۱/۳*	۱/۰*	۰/۱*	۳/۳*	۲/۱۸*	۵۰/۰*
M618	۰/۱۹۷*	۱/*۳۱	۸/۳*	۳/۰*	۳/۰	۰/۱*	۵/۷۱*	۴۲/۲۲*
M181	۰/۷*	۲/۰۷*	۲۴/۰*	۸/۰*	۰/۱*	۰/۱*	۶/۰۷*	۳۷/۷۸*
M184	۱/۲۶*	۲/۷۲	۵/۰*	۱۳/۰*	۱۳/۳*	۴/۰	۴/۴۶*	۴۲/۰*
M185	۰/۴۵*	۱/۱۸*	۷/۰	۱۷/۰*	۰/۱*	۰/۱*	۹/۰۸	۵۵/۵۵*
M436	۰/۷۸۷*	۳/۱۶	۱۸/۰*	۱۵/۳*	۳/۰	۶/۰*	۱۰/۹۹	۶۳/۳۳*
LSD (5%)	۰/۳	۰/۵۲	۱/۱۷۸	۰/۶۱	۱/۲	۰/۵۲	۰/۸	۲/۴۲

ضرایب همبستگی ساده

ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد (جدول ۸) بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شده در سطح ۱ درصد مربوط به صفت سرعت جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی (۰/۸۹**) می‌باشد و نشان‌دهنده‌ی افزایش مستقیم و هم‌زمان دو صفت در یک رقم خاص است. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار میان وزن‌تر ریشه‌چه با صفات درصد جوانه‌زنی (۰/۷۲**) و سرعت جوانه‌زنی (۰/۷۲**) نشان دهنده آن است که افزایش جذب آب توسط ریشه‌چه، سرعت و درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها افزایش می‌یابد از طرفی با توجه به همبستگی میان طول ریشه‌چه (۰/۶۱**) با صفت درصد جوانه‌زنی می‌توان دریافت ژنوتیپ‌ها با ریشه‌های طویل‌تر، مانند رقم شصتک محمدی درصد جوانه‌زنی بیشتری داشتند. لازم به ذکر است صفات وزن‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه که با صفت درصد جوانه‌زنی رابطه مثبت معنی‌دار دارند، همبستگی معنی‌داری را نیز با صفت طول ساقه چه در جهت مثبت نشان دادند درنتیجه می‌توان دریافت صفت درصد جوانه‌زنی به طور غیرمستقیم تحت تاثیر مثبت صفت طول ساقه‌چه نیز می‌باشد که با نتایج فرهمندفر و همکاران (۷) مطابقت دارد. آنها گزارش نمودند کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی احتمالا به دلیل آن است که تنش شوری علاوه بر ایجاد مسمومیت در گیاه باعث افزایش فشار اسمزی در محیط اطراف بذر یا ریشه گیاه می‌شود که در این صورت جذب آب توسط بذر و یا ریشه را با اشکال مواجه می‌سازد و به نظر می‌رسد که با افزایش شوری، به دلیل حضور بیشتر یون‌ها و همچنین تأثیر آنها بر نفوذپذیری غشاء و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با جوانه‌زنی روند ابتدایی جوانه‌زنی که همان خروج ریشه‌چه باشد با سرعت بیشتری انجام شده است.

جدول ۸- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه

Table 8. Simple correlation coefficients of evaluated traits

صفات	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	۳وزن تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
۱	۱							
۲	۰/۴۷	۱						
۳	۰/۷۳**	۰/۴۰	۱					
۴	۰/۵۴*	۰/۴۷	۰/۶۸**	۱				
۵	۰/۷۹**	۰/۴۸	۰/۸۹**	۰/۷۹**	۱			
۶	۰/۳۹	۰/۵۲*	۰/۶۱*	۰/۵۶*	۰/۳۲	۱		
۷	۰/۳۸	۰/۴۷	۰/۵۶*	۰/۷۲**	۰/۵۷*	۰/۴۹	۱	
۸	۰/۳۵	۰/۶۱*	۰/۵۸*	۰/۷۲**	۰/۵۶*	۰/۵۹*	۰/۸۹**	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

براساس نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس هشت صفت در مرحله جوانه‌زنی نشان داد که تعداد دو مؤلفه توانستند در مجموع ۷۷/۶۶ درصد از تغییرات را توجیه نمایند. نتایج نشان داد که تاکید مولفه اول روی طول ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی در جهت مثبت است به طوری که در مجموع مؤلفه اول ۴۰/۳۵ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود (جدول ۹). لذا بر مبنای این مؤلفه، صفات فوق مهم ترین صفات در تحمل به شوری محسوب میشوند در نتیجه براساس این مؤلفه ژنوتیپ‌های شصتک محمدی، L21 و L59 متحمل‌تر می‌باشند. در مؤلفه دوم صفات طول ساقه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

چه، وزن‌تر ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه در جهت مثبت بیشترین تاثیر را داشته‌اند. بنابراین می‌توان این طور نتیجه گرفت که افزایش دو مؤلفه منجر به واکنش بهتر جوانه‌های برنج در شرایط شور می‌شود. در مولفه اول درصد جوانه‌زنی (۰/۹۲۲) میزان بیشتری را به خود اختصاص داده است و از اهمیت بیشتری برخوردار است. در عامل دوم وزن خشک ساقه‌چه بیشترین مقدار را دارا بود. این دو مولفه ۷۷/۶۶ درصد از تغییرات را توجیه می‌کنند (جدول ۹).

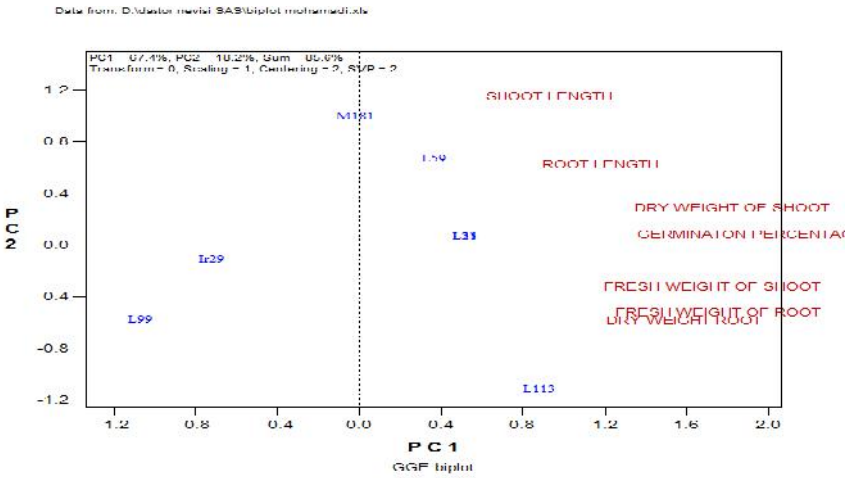
نمایش بای‌پلات

نمایش بای‌پلات ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه بر اساس ۸ صفت در مرحله گیاهچه‌ای برای شناسایی بهترین ژنوتیپ‌ها و صفات برای تحمل به شوری نشان می‌دهد که لاین ۵۹ و لاین ۳۳ با توجه به صفات طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ساقه و درصد جوانه‌زنی در گروهی قرار گرفتند که به نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها متحمل‌تر به شوری هستند (شکل ۱). از طرفی لاین ۹۹ و IR29 (شاهد حساس) با توجه به صفات وزن تر ساقه و ریشه و وزن خشک ریشه نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها حساس‌تر نسبت به شوری می‌باشد.

جدول ۹- تجزیه به مؤلفه‌ها اصلی برای صفات مورد مطالعه

Table 9. Principle component analysis for evaluated traits

صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم
طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	۰/۱۶۴	۰/۸۸۶
طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	۰/۶۵۵	۰/۲۸۲
وزن تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	۰/۴۳۰	۰/۸۴۶
وزن تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	۰/۶۳۶	۰/۶۳۸
وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	۰/۳۳۱	۰/۹۰۰
وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	۰/۷۱۲	۰/۲۵۱
سرعت جوانه‌زنی	۰/۸۴۶	۰/۲۶۹
درصد جوانه‌زنی (٪)	۰/۹۲۲	۰/۲۳۲
مقادیر ویژه	۲/۷	۱/۶
واریانس نسبی (٪)	۴۰/۳۵	۳۷/۳۰۱
واریانس تجمعی (٪)	۴۰/۳۵	۷۷/۶۶۱



شکل ۱- نمایش بای‌پلات ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه بر اساس ۸ صفت برای شناسایی بهترین ژنوتیپ‌ها و صفات در شرایط تنش شوری

Figure 1. Showing the biplot of rice genotypes based on 8 traits to identify the best genotype (s) and traits in salt stress conditions

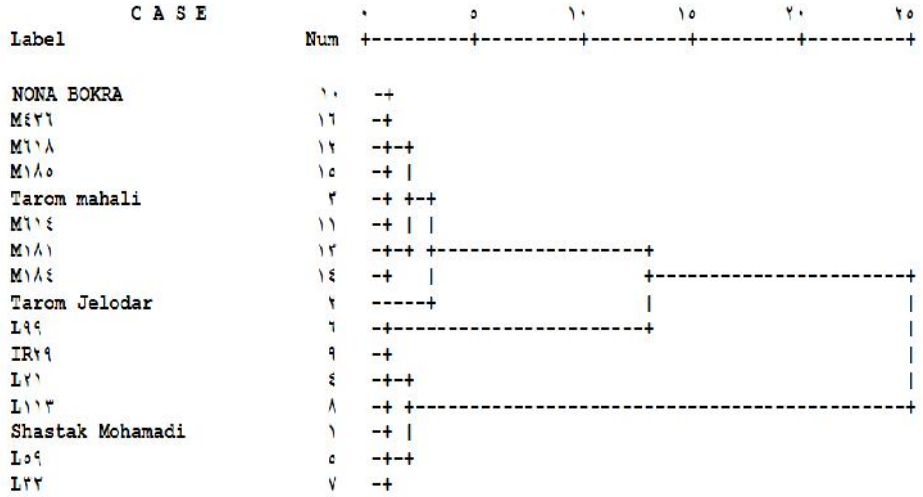
تجزیه خوشه‌ای

دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ارقام تحت تنش سطوح متفاوت شوری به روش وارد برای صفات مورد بررسی، ژنوتیپ‌ها بر اساس رابطه $\sqrt{n/2}$ را در سه دسته قرار گرفتند (شکل ۲). گروه اول که متحمل به شوری می‌باشند شامل ژنوتیپ‌های NONA BOKRA، M436، M618، M185، M614،M181، M184، طارم محلی و طارم جلودار، گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های L99 و IR29 (شاهد حساس) که حساس به شوری بوده و گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های L113، L21، L59، L33 و شصتک محمدی می‌باشد که با توجه داده‌های بدست آمده (جدول ۲) گروه سوم تحمل به شوری بیشتری نسبت به شاهد آزمایش (NONA BOKRA) نشان دادند.

به‌طور کلی ژنوتیپ‌های شصتک محمدی و لاین‌های ۲۱، ۱۱۳، ۵۹ و ۳۳ از لحاظ تحمل به تنش در سطوح مختلف شوری برتر از سایر ژنوتیپ‌ها در آزمایش جوانه‌زنی بودند. می‌توان بیان داشت این ژنوتیپ‌ها از سازوکار دیگری برای تحمل به تنش شوری استفاده می‌نمایند. لذا از این ژنوتیپ‌ها می‌توان در سایر برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]



شکل ۲- دندروگرام خوشه‌ای ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه تحت تنش شوری
Figure2. Cluster analysis study on rice genotypes under salt stress

منابع

1. Abbas, M.K., S.A. Ali, H.H. Hasan and R.H. Ghal. 2013. Salt tolerance study of six cultivars of rice (*Oryza sativa* L.) during germination and early seedling growth. Journal of agricultural science .Vol. 5, No. 1; ISSN, 250-259 pp.
2. Anbumalarmathi1, J. and P. Mehta. 2013. Effect of salt stress on germination of indica Rice varieties. EJBS, 6(1): 1-6.
3. Ashrafi, S.H., R. Hoseini, G.H. Garusi, A. Hadad and V. Morad nezhad. 2013. Nuclease enzyme activity rather than changes in the DNA single-strand braid, protein and chlorophyll a sensitive and tolerant to salt stress in two varieties of barley. Journal of cells and tissues, 2(4): 178-195 (In Persian).
4. Dubey, Y. and M. Rani. 1998. Influence of NaCl salinity on growth and metabolic status of protein and amino acids in rice seedlings. Department of biochermstijy faculty of science, Banaras. Hindu university varanasi-221005, India. J. Agronomy & Crop Science, 162: 97-106.
5. Eizad dost, H., H.A. Sami zade, B. Rabiei and S.H. Abdolahi. 2013. Evaluation of salinity tolerance in rice cultivars (*Oryza sativa* L.) with emphasis on stress tolerance index. Journal of cereal research, 3(3): 167-180 (In Persian).
6. Falah, A., E. Farahmand far and F. Moradi. 2015. Effect of salinity in different growth stages on some physiological characteristics of rice varieties in greenhouse. Journal of Agriculture, 107: 175-182 (In Persian).
7. Farahmand far, E., K. Postitni, A. Falah, R. Tavkol afshari and F. Moradi. 2009. Effect of salt stress on germination and early growth of rice cultivars and genotypes (*Oryza sativa* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 3(40): 71-94 (In Persian).
8. Ghasem khani, M. and G.H. Mohamadi nezhad. 2012. Locating genetic traits associated with salinity tolerance during germination and growth of rice. Journal of Agricultural Biotechnology, 2(4): 43-59 (In Persian).
9. Gholizade, F., S. Navab pur, H. Sabori and S.S. Ramezan pur. 2013. The effects of salinity on growth and physiological characteristics of rice genotypes at seedling stage in hydroponic. Journal of the crop, 1(5): 79-92 (In Persian).
10. Gholizade, F. 2012. The effect of salinity on seed germination of rice genotypes (*Oryza sativa* L.). Journal of Cell-Molecular Biotechnology News, 6(2) 1-7 (In Persian).
11. Ghomi, K.H. Sabori, H. Rabiei and A. Sabori. 2013. Evaluation of Seedling Stage and identify appropriate criteria to choose a segregating population salinity in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of crop breeding, 12(5): 30-38 (In Persian).
12. Ghorbani, M.H., T.A. Hoseini and M. Zahed. 2007. Ten varieties of rice vegetative growth response to salt stress. A visa Agriculture and plant breeding, 1-8 (In Persian).
13. Habibolahi, N., M. Mahdie and M.R. Amirjani. 2012. The effect of salinity on growth, proline, the activity of antioxidant enzymes and efficiency of photosystem II in resistant rice varieties. Journal of biotech crops, 1(1): 1-11 (In Persian).
14. Hakim, M.A., A.S. Juraimi, M. Begum, M.M. Hanafi, R. Ismail Mohd and A. Selamat. 2010. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). African journal of biotechnology, 9(13): 1911-1918.
15. Hakim, M.A., A.S. Juraimi, M.M. Hanafi1, M.R. Ismail, M.Y. Rafii, M.M. Islam and A. Selamat. 2014. The effect of salinity on growth, ion accumulation and yield of rice varieties. The Journal of animal and plant Sciences, 24(3): 874-885.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

16. Islam, M.M. and M.A. Karim. 2010. Evaluation of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes at germination and early seedling stage for their tolerance to salinity. A scientific journal of Krishi foundation. The agriculturists, 8(2): 57-65.
17. Mohamad zade, M., M. Noruzi, S.A. Peyghambari and A.R. Nabi Pur. 2009. Evluation of rice genotypes to salinity stress at germination stage. Journal of crop breeding, 1(1): 10-21 (In Persian).
18. Moradi nezhad, S.H. and M. Vazir Pur. 2007. Assessment of changes in viability, proline and chlorophyll local rice genotypes under salt stress. Journal of new agricultural science, 8(3): 69-80 (In Persian).
19. Ologundudu, A.F., A.A. Adelusi and R.O. Akinwale. 2014. Effect of salt stress on germination and growth parameters of rice (*Oryza sativa* L.). Not Sci Biol. Print ISSN, 237-243.
20. Rezaeian, M., M.A. Faramarzi, M. Niknam and H. Ebrahimi. 2014. The effect of salinity on growth, lipid peroxidation and phycobiliproteins Padaksayndh industries of the two species NostOk. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 4(27): 661-673 (In Persian).
21. Sharifi, P. 2013. Evaluation of Salinity on the number of traits in rice seed germination. Journal of Plant and Ecosystem, 9: 1-34 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]

Evaluation of Reaction of some Rice Genotypes to Salinity Stress at Germination Stage

Seyede Fateme Mohamadi[1], Nadali Bagheri[2], Ghafar Kiani[3] and Nadali Babaeian Jelodar[4]

1, 3 and 4-Graduted M.Sc. Student, Assistant Professor and Professor, Department of Plant Breeding, of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University,
2- Assistant Professor Department of Plant Breeding, of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: n.bagheri@sanru.ac.ir)
Received: January 24, 2017 Accepted: April 3, 2018

Abstract
In order to evaluate the response of rice genotypes to salinity stress at germination stage an experiment was conducted as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications in Biotechnology La of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU). Sixteen rice genotypes were evaluated at four salinity levels (0, 40, 80 and 120 mM). The results of variance analysis showed a significant effect of salinity on the traits in different rice genotypes. According to the results of the mean comparison of the studied traits, with increasing salinity from the control level to 40, 80 and 120 mM, all traits showed a significant decrease. A simple correlation coefficient between the studied traits showed that the highest positive and significant correlation was observed between germination rate with germination percentage (r = 0.89). The results of the principal component analysis based on the eight traits in the germination stage showed that the two components were able to justify 77.66% of total changes.The first component emphasized on root length, root fresh weight, root dry weight, percentage and germination rate in positive direction.The cluster analysis of rice genotypes under stress of different levels of salinity on the basis of studied traits showed that L113, L21, L59, L33 and Shasttak Mohammadi genotypes in the third group had more salt tolerance than control (NONA BOKRA). Regarding the analysis, Shultak Mohammadi and L21 genotypes in terms of tolerance to stress in different levels of salinity were superior to other genotypes in this experiment and could be used in breeding programs.

Keywords: Cluster analysis, Germination, Principle component analysis, Rice, Salinity

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-08-15]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.20]