دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی ژنوتیپ‌های حاصل از تلاقی برنج بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش شوری

عمّار افخمی قادی[۱]، فرهاد حبیب‌زاده[۲] و سید جابر حسینی[۳]

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
۲- استادیار، گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
(نویسنده مسوول: habibzadeh_f@eng.ikiu.ac.ir)
۳- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۴
صفحه: ۱۰۸ تا ۱۲۱

چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده است که موجب محدودیت در رشد گیاهان زراعی می‌گردد. به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج حاصل از تلاقی ارقام اصلاح‌شده، در شرایط تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه در این آزمایش شامل تنش شوری در سه سطح (شاهد، ٤ و ٨ دسی‌زیمنس بر متر) و نه ژنوتیپ برنج بود. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش انجام شد. نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش عملکرد دانه در همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد. بیشترین میزان کاهش عملکرد دانه در همه ژنوتیپ‌ها مربوط به شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. تجزیه کلاستر نشان داد که در شوری ٤ و ٨ دسی‌زیمنس بر متر، بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر شاخص‌های تحمل به تنش تنوع مطلوبی وجود داشت. بر اساس نتایج شاخص‌های تحمل و حساسیت، تلاقی جلودار × دانش در هر دو شرایط شوری ٤ و ٨ دسی‌زیمنس بر متر از نظر شاخص‌های مقاومت، بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده و به عنوان یک ژنوتیپ متحمل شناخته شد. همچنین در شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر تلاقی دانش × پرتو و در شوری ٨ دسی‌زیمنس بر متر ژنوتیپ دانش به عنوان ژنوتیپ حساس تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه کلاستر، عملکرد، مولفه اصلی، همبستگی

مقدمه

تنش ناشی از شوری خاک و آب آبیاری از مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده در گیاهان زراعی است که در مناطق وسیعی از جهان وجود دارد (۲، ۱۱، ۱۲ و ۱۷). در سطح دنیا حدود ۹۰۰ تا ۳۴۰ میلیون هکتار از اراضی تحت تأثیر شوری قرار دارند. در ایران نیز در بسیاری از نقاط آن مشکل شوری و عدم زه‌کشی مناسب اراضی دیده می شود. تقریباً ۱۵ درصد تمامی سطح اراضی ایران به مساحت ۲۵ میلیون هکتار تحت تأثیر شوری با درجات مختلف قرار دارد (۳۲).

زهکشی نامناسب، بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی، استفاده از آب‌های شور برای آبیاری، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و بالا بودن میزان تبخیر از جمله عوامل مؤثر در شور شدن آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شوند (۱، ۲۲ و ۴۱). تنش شوری اثرهای قابل توجهی روی گیاهان دارد که از جمله می‌توان به سمیت یونی، تنش اسمزی، عدم تعادل عناصر غذایی و تغییرات وسیع در سنتز ترکیبات بیوشیمیایی اشاره کرد (۱ و ۱۸). همچنین تنش شوری منجر به یک‌سری از تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی می‌شود که اثرات منفی روی رشد و بهره‌وری گیاه می‌گذارند (۹، ۳۰ و ۳۱). تجمع یون‌های سمی در اطراف ریشه به سیستم ریشه‌ای صدمه زده، در نتیجه متابولیسم گیاه، رشد و تولید محصول را کاهش می‌دهد (۲۰، ۳۶، ۴۰ و ۴۲).

از جمله محصولات زراعی که تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد، گیاه برنج است. بر اساس آمارهای موجود، ۸۰ درصد سطح زیرکشت برنج در دو استان مازندران و گیلان واقع شده است با این حال بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار هکتار از اراضی برنج‌کاری گیلان، مازندران و گلستان با شوری تهدید می‌شود (۳۸). این مناطق حاشیه دریا دارای سطوح شوری بالاتر از حد بحرانی برای رشد برنج هستند. اصلاح گیاه برنج به منظور تحمل نمک در مقایسه با دیگر فرآیندهای بهبود خاک می‌تواند امیدوار کننده و قابل توجه باشد. با دستیابی به ارقام برنج متحمل به شوری و شناسایی صفات مؤثر در تحمل می‌توان از میلیون‌ها هکتار از اراضی شور و غیر قابل کشت به صورت مناسبی بهره‌برداری کرد (۱۹). مطالعات نشان داده است که گیاه برنج در مرحله جوانه‌زنی به شوری متحمل بوده ولی در زمان گیاهچه‌ای و گلدهی بیشترین حساسیت را به شوری نشان می‌دهد (۱۳). برای بررسی واکنش ارقام به تنش شوری از شاخص‌های مقاومت به تنش نیز استفاده می‌شود (۱۰). انتخاب براساس شاخص (SSI) باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد نسبتاً پایین در شرایط عادی و عملکرد بالا در شرایط تنش می‌گردد (۵). به طور کلی ارقام دارای شاخص حساسیت SSI بیشتر از یک، حساس قلمداد می‌شوند. روزیل و هامبلین (۳۴) شاخص‌های تحمل (TOL) و میانگین بهره‌وری (MP) را ارائه دادند. شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین بهره‌وری هندسی (GMP) توسط فرناندز (۱۲) برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط عادی و تنش عملکرد مطلوبی تولید می‌کنند، پیشنهاد شدند. فرناندز (۱۲) بر این عقیده است که شاخص تحمل به تنش (STI) شاخص مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها جهت دستیابی به

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

عملکرد بالا تحت شرایط تنش می‌باشد. این شاخص، ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و بدون تنش هستند را از سایر گروه‌ها جدا می‌کند. در مطالعه‌ای در پاسخ لاین‌های نوترکیب برنج حاصل از تلاقی طارم محلی در خزر در شرایط اعمال شوری، گزارش شد که تمامی لاین‌ها در سه گروه مجزا تفکیک شدند (۲۶). در غربالگری ژنوتیپ‌ها و لاین‌های برنج، ارقام شصتک محمدی، حسنی، طارم دانش، لاین ۱۰۹ و ۷۵ در مرحله رشد زایشی از سایر ارقام مورد ارزیابی، از نظر تحمل به شوری، برتر گزارش شدند (۲۸). همچنین در ارزیابی ۱۰ رقم برنج در شرایط تنش در مزرعه شور، عملکرد دانه از ۳۲/۳ تا ۷۲/۲ درصد کاهش نشان داده که بیشترین کاهش در رقم تابش و کمترین آن در رقم هاشمی ثبت شد. علاوه بر آن، مطالعات مختلف با ارزیابی شاخص‌های تحمل به شوری، هم ارقام متحمل و هم همبستگی بین شاخص‌ها را گزارش دادند (۱۶ و ۲۷).

با توجه به تأثیر تنش شوری بر خصوصیات گیاه برنج، هدف از این تحقیق، ارزیابی تحمل به شوری نتاج دورگ و ارقام والدینی برنج با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۶، از سه لاین برنج اصلاح شده دانش، جلودار و پرتو جهت انجام تلاقی دو طرفه در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری استفاده گردید (جدول ۱). در سال زراعی ۱۳۹۷ تمامی بذور F_1 و بذور والدینی جهت کاشت، بعد از ضدعفونی نمودن با قارچ‌کش کربوکسی تیرام به نسبت دو هزار، درون پتری‌دیش جوانه‌دار شده و سپس برای رشد به گلخانه انتقال داده شدند. بعد از یک ماه از بذرپاشی، هر کدام از لاین‌های والدینی و F_1ها به صورت تک بوته در سه نقطه در سه گلدان به طور جداگانه نشاکاری شدند. گلدان‌ها طبق دستورالعمل موسسه تحقیقات بین المللی برنج با خاک حاوی۵۰، ۲۵ و ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک، به ترتیب برای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بصورت یکنواخت پر شدند. سپس گلدان‌ها نیز درون حوضچه‌هایی که برای نگهداری آب با هدایت الکتریکی (EC) مورد نظر تعبیه شده بودند انتقال داده شدند. از مرحله نشاکاری تا مرحله پنجه‌زنی جهت استقرار کامل گیاهچه، حوضچه‌ها با آب معمولی آبیاری شدند و از مرحله پنجه‌زنی به بعد اعمال تنش شوری آغاز گردید. هدایت الکتریکی آب درون حوضچه‌ها هر یک روز در میان با EC متر کنترل گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار، با سه لاین والدینی و شش ژنوتیپ F_1 و سه سطح شوری شاهد (آب معمول منطقه)، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم بود که در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری مورد بررسی قرار گرفت. بعد از رسیدگی، عملکرد تک بوته به وسیله ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری گردید و بر اساس عملکرد دانه شاخص‌های تحمل به تنش شامل TOL[1] (۱۲)، MP[2] (۴)، GMP[3] (۲۳)، SSI[4] (۷)، YI[5] (۸)، YSI[6] (۴)، STI[7] (۸) و HM[8] (۳۷) به وسیله روابط جدول ۲ محاسبه شد. لازم به ذکر است که در روابط فوق YP نشان‌دهنده عملکرد دانه در شرایط عدم تنش شوری، YS نشان‌دهنده عملکرد دانه در شرایط تنش شوری، $\overline{Yp}$ نشان‌دهنده میانگین عملکرد دانه در شرایط عدم تنش شوری و $\overline{YS}$ نشان‌دهنده میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش شوری می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه تحت تنش شوری ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر
Table 1. Characteristics of studied rice genotypes under 4 and 8 dS/m salinity stress

شماره ژنوتیپ	ژنوتیپ	خصوصیات
G1	دانش	دانه بلند، پرمحصول، متوسط رس
G2	دانش × جلودار	تلاقی دو رقم پرمحصول، دانه بلند
G3	دانش × پرتو	تلاقی دو رقم پرمحصول و رقم موتاسیونی دانه بلند
G4	پرتو	رقم موتاسیونی، دانه بلند، زودرس
G5	پرتو × جلودار	تلاقی دو رقم پرمحصول و رقم موتاسیونی دانه بلند
G6	پرتو × دانش	تلاقی دو رقم پرمحصول و رقم موتاسیونی دانه بلند
G7	جلودار	رقم پرمحصول، کیفی، دانه بلند، متوسط رس
G8	جلودار × پرتو	تلاقی دو رقم پرمحصول و رقم موتاسیونی دانه بلند
G9	جلودار × دانش	تلاقی دو رقم پرمحصول، دانه بلند

1- Tolerance Index
2- Mean Productivity Index
3- Geometric Mean Productivity Index
4- Stress Susceptibility Index
5- Yield Index
6- Yield Stability Index
7- Stress Tolerance Index
8- Harmonic Mean Index

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

جدول ۲- معادلات مربوط به برآورد شاخص‌ها

Table 2. Equations for estimating indices

شماره روابط	معادلات
(رابطه ۱)	$TOL = Yp - Ys$
(رابطه ۲)	$MP = \frac{Ys + Yp}{2}$
(رابطه ۳)	$GMP = \sqrt{Ys \times Yp}$
(رابطه ۴)	$SSI = \frac{1 - \frac{Ys}{Yp}}{1 - \frac{\overline{Ys}}{\overline{Yp}}}$
(رابطه ۵)	$YI = \frac{Ys}{Yp}$
(رابطه ۶)	$YSI = \frac{Ys}{\overline{Yp}}$
(رابطه ۷)	$STI = \frac{Ys \times Yp}{\overline{Yp}^2}$
(رابطه ۸)	$HM = \frac{2(Ys \times Yp)}{(Ys + Yp)}$

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. علاوه بر این برای انجام تجزیه کلاستر و تجزیه به مولفه‌های اصلی از نرم‌افزار XLSTAT استفاده شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار صفحه گسترده Excel استفاده شد. به منظور مقایسه بین گروه‌های حاصل از کلاستر از طرح کاملاً تصادفی نامتعادل استفاده گردید، به طوری که تعداد گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر به عنوان تیمار و تعداد ژنوتیپ‌های هر گروه به عنوان تکرار در نظر گرفته شدند. اعداد موجود در جدول مقایسه میانگین اعداد به صورت میانگین ±SE نشان داده شدند و برای مقایسه بین آن‌ها از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

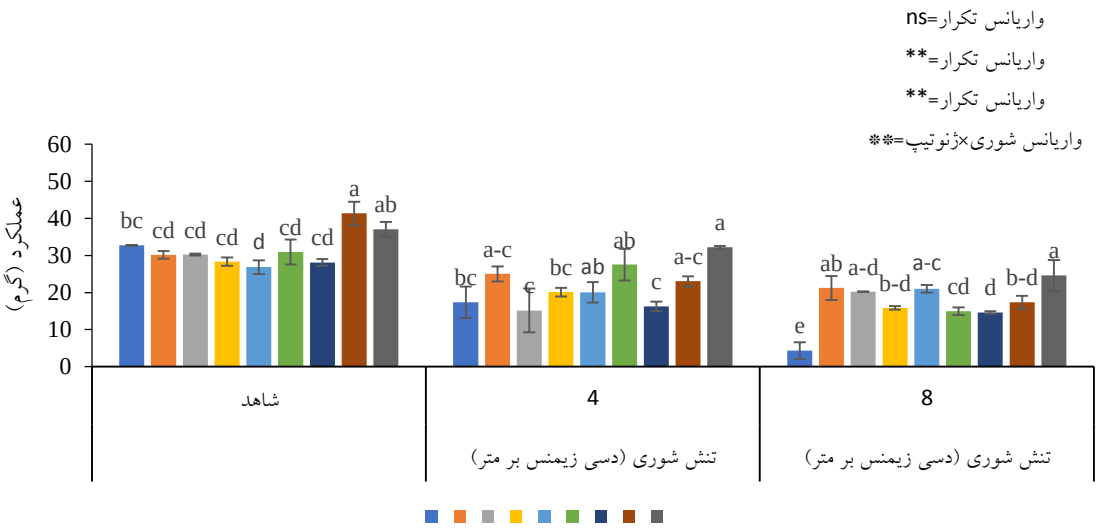
نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده شوری و ژنوتیپ و همچنین اثر برهمکنش آن‌ها برای صفت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر برهمکنش ژنوتیپ×شوری مربوط به صفت عملکرد دانه در شکل ۱ نشان داده شد. بر پایه نتایج مقایسه میانگین مشاهده شد که با اعمال تنش شوری از میزان عملکرد همه ژنوتیپ‌ها کاسته شد و با افزایش میزان شوری عملکرد دانه به طور چشمگیری کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تیمار شاهد ژنوتیپ جلودار × پرتو دارای بیشترین مقدار عملکرد دانه به میزان ۴۱/۳۴ گرم بود، در صورتی که ژنوتیپ پرتو × جلودار دارای کمترین مقدار عملکرد دانه به میزان ۲۶/۸۳ گرم بود. تفاوت‌های مشاهده شده در تلاقی‌های معکوس بدلیل اثرگذاری نابرابر ژن‌های سیتوپلاسمی حاضر در والدین می‌باشد که از والد مادری به زیگوت منتقل می‌شود (۳۹)، بنابراین نقش ژنوتیپ‌ها برای انتخاب والدین مناسب، می‌تواند بسیار چشمگیر باشد به طوری که حتی والد پدری یا مادری بودن آن نیز می‌تواند بر صفات هدف، بسیار تعیین‌کننده باشد. علاوه بر این ژنوتیپ جلودار × دانش در سطوح شوری ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر دارای بیشترین مقدار عملکرد به ترتیب به میزان ۳۲/۲ و ۲۴/۵۸ گرم بود. هر دو رقم جلودار و دانش بعنوان ارقام پرمحصول بوده و تلاقی حاصل از آن‌ها نیز ظرفیت مناسبی از نظر عملکرد دانه در شرایط تنش شوری بروز دادند. البته رقم دانش بیشترین کاهش عملکرد را در شرایط تنش ۸ دسی‌زیمنس نشان داد. به نظر می‌رسد هتروزیس بالایی در شرایط تنش شوری در تلاقی این دو رقم وجود دارد که می‌تواند بدلیل تفاوت ژنتیکی این دو رقم در شرایط تنش شوری باشد. تنش شوری با مختل کردن فعالیت‌های فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز و جذب آب موجب کاهش عملکرد دانه در گیاه برنج می‌شود (۲۱).

تلاقی دانش × جلودار در شرایط غیر شور (شاهد) عملکرد تقریباً مشابهی با والد مادری یعنی دانش داشته اما در شرایط شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر، دارای عملکرد بالایی بوده است بنابراین پتانسیل برخی هیبریدها در شرایط تنش بیشتر از ارقام والدینی می‌باشد. نتایج مشابهی از توانایی بالای هیبریدهای برنج در شرایط تنش‌ها در مطالعات گذشته گزارش شده است (۴۳،۳۳).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر برهمکنش ژنوتیپ×شوری مربوط به صفت عملکرد دانه. نتایج بیانگر میانگین±SE می‌باشد. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند. (G1: دانش، G2: دانش × جلودار، G3: دانش × پرتو، G4: پرتو، G5: پرتو × جلودار، G6: پرتو × دانش، G7: جلودار، G8: جلودار × پرتو و G9: جلودار × دانش).

Figure 1. Comparison of the mean effect of genotype × salinity interaction related to grain yield. The results show the mean ± SE. Columns with similar letters do not have a significant difference at the 5% level based on the Least Significant Difference (LSD) test. (G1: Danesh, G2: Danesh × Jelodar, G3: Danesh × Parto, G4: Parto, G5: Parto × Jelodar, G6: Parto × Danesh, G7: Jelodar, G8: Jelodar × Parto and G9: Jelodar × Danesh).

نتایج تجزیه واریانس مربوط به کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، مشاهده شد که بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه از نظر شاخص‌های YP، MP و STI اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و برای شاخص‌های YS، TOL، GMP، SSI، YI، YSI و HM اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت. تجزیه واریانس مربوط به کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۴ نشان داده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند.

جدول ۳- میانگین مربعات مربوط به کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر

Table 3. Means of square related to all studied indices in different rice genotypes under 4 dS/m salinity stress

منابع تغییرات	درجه آزادی	HM	STI	YSI	YI	SSI	GMP	MP	TOL	YS	YP
تکرار	۲	۲۲/۴۶^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۱۲/۸۶^{ns}	۴/۰۹^{ns}	۵۶/۵۹^{ns}	۳۳/۳۱^{ns}	۳/۱۶^{ns}
ژنوتیپ	۸	۷۸/۹۰*	۰/۱۹**	۰/۰۹*	۰/۰۶*	۰/۶۸*	۶۸/۵۵*	۵۸/۵۶**	۸۷/۴۱*	۹۴/۹۷*	۶۵/۸۴**
خطای آزمایشی	۱۶	۳۱/۱۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۳۰	۲۳/۳۸	۱۵/۵۰	۳۶/۱۹	۳۷/۶۵	۱۱/۴۶
ضریب تغییرات (٪)	–	۲۲/۱۳	۲۳/۱۱	۱۸/۰۷	۱۴/۸۷	۱۵/۷۱	۱۸/۶۴	۴/۶۹	۲۱/۸۲	۱۸/۰۷	۱۰/۶۶

ns، * و **: به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

جدول ۴- میانگین مربعات مربوط به کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر

Table 4. Means of square related to all studied indices in different rice genotypes under 8 dS/m salinity stress

منابع تغییرات	درجه آزادی	HM	STI	YSI	YI	SSI	GMP	MP	TOL	YS	YP
تکرار	۲	۱/۵۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۱/۱۵^{ns}	۳۲/۵۲^{ns}	۱۵/۴۰^{ns}	۳/۱۶^{ns}
ژنوتیپ	۸	۱۱۱/۰۸**	۰/۱۳**	۰/۱۰**	۰/۱۱**	۰/۵۴**	۸۶/۶۹**	۴۴/۷۶**	۱۵۷/۷۱**	۱۰۲/۵۴**	۶۵/۸۴**
خطای آزمایشی	۱۶	۱۲/۳۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۶	۱۱/۷۷	۶/۶۶	۲۱/۲۳	۱۲/۴۸	۱۱/۴۶
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۶/۳۹	۱۵/۲۴	۲۰/۶۳	۲۱/۲۹	۱۶/۱۸	۱۵/۱۵	۱۰/۵۶	۲۱/۵۱	۲۰/۶۳	۱۰/۶۶

ns، * و **: به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

نتایج مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های YP، YS، TOL، MP و GMP تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۵ نشان داده شده است. بر پایه نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهده شد که بیشترین میزان شاخص YS مربوط به ژنوتیپ جلودار × دانش به میزان ۳۲/۲۰ گرم بود، در صورتی که کمترین مقدار شاخص YS مربوط به ژنوتیپ‌های جلودار و دانش × پرتو به ترتیب به مقدار ۱۶/۲۸ و ۱۵/۱۴ گرم بود که از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین مقدار شاخص TOL مربوط به ژنوتیپ جلودار × پرتو به میزان ۱۸/۳۰ بود، در مقابل کمترین مقدار شاخص TOL مربوط به ژنوتیپ پرتو × دانش به میزان ۳/۴۳ بود. بر مبنای نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان شاخص‌های MP و GMP مربوط به ژنوتیپ جلودار × دانش به ترتیب به میزان ۳۴/۶۳ و ۳۴/۵۰ بود. از سوی دیگر کمترین مقدار شاخص MP در ژنوتیپ جلودار به میزان ۲۲/۲۰ و کمترین مقدار شاخص GMP در ژنوتیپ دانش × پرتو به میزان ۲۰/۳۷ بود. رقم یا ژنوتیپی که YS، GMP و MP بالا و TOL کمتری دارند نسبت به تنش متحمل‌تر هستند (۱۵، ۳۳).

جدول ۵- مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های YS، TOL، MP و GMP تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر

Table 5. Mean comparisons among different studied genotypes based on YP, YS, TOL, MP and GMP indices under 4 dS/m salinity stress

شماره ژنوتیپ	ژنوتیپ	GMP	MP	TOL	YS
G1	دانش	۲۲/۸۸(±۴/۷۲)	۲۵/۰۳(±۳/۲۲)	۱۵/۳۶(±۶/۴۰)	۱۷/۳۶(±۶/۴۲)
G2	دانش × جلودار	۲۷/۴۶(±۱/۶۱)	۲۷/۶۰(±۱/۵۵)	۵/۱۸(±۱/۰۳)	۲۵/۰۲(±۲/۰۷)
G3	دانش × پرتو	۲۰/۳۷(±۴/۴۴)	۲۲/۶۸(±۲/۸۴)	۱۵/۰۸(±۶/۱۷)	۱۵/۱۴(±۵/۹۲)
G4	پرتو	۲۳/۸۵(±۱/۱۷)	۲۴/۲۱(±۱/۱۵)	۸/۲۲(±۰/۰۹)	۲۰/۱۰(±۱/۱۹)
G5	پرتو × جلودار	۲۳/۱۳(±۲/۲۴)	۲۳/۴۴(±۲/۱۴)	۶/۷۸(±۲/۰۰)	۲۰/۰۵(±۲/۷۷)
G6	پرتو × دانش	۲۹/۱۷(±۳/۸۵)	۲۹/۲۳(±۳/۸۱)	۳/۴۳(±۰/۹۰)	۲۷/۵۲(±۴/۲۶)
G7	جلودار	۲۱/۳۳(±۰/۵۲)	۲۲/۲۰(±۰/۲۰)	۱۱/۸۴(±۲/۲۱)	۱۶/۲۸(±۱/۳۰)
G8	جلودار × پرتو	۳۰/۷۳(±۰/۲۸)	۳۲/۱۹(±۰/۸۹)	۱۸/۳۰(±۴/۴۶)	۲۳/۰۵(±۱/۳۴)
G9	جلودار × دانش	۳۴/۵۰(±۰/۷۲)	۳۴/۶۳(±۰/۸۰)	۴/۸۵(±۲/۳۸)	۳۲/۲۰(±۰/۳۹)
عدد LSD		۲/۸۴	۶/۸۱	۳/۳۸	۳/۴۲

نتایج بیانگر میانگین±SE می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های YI، YSI، STI، HM و SSI تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۶ نشان داده شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان شاخص SSI مربوط به ژنوتیپ دانش × پرتو به میزان ۱/۵۹ بود، در مقابل کمترین مقدار شاخص SSI در ژنوتیپ‌های پرتو × دانش و جلودار × دانش به ترتیب به میزان ۰/۳۸ و ۰/۴۰ مشاهده شد. مقادیر کمتر آن نشان‌دهنده تحمل بیشتر یک ژنوتیپ به تنش است (۶). ژنوتیپ‌های پرتو × دانش و جلودار × دانش دارای بالاترین مقدار شاخص YI به میزان ۰/۸۸ بودند، در مقابل کمترین مقدار شاخص YI در ژنوتیپ دانش × پرتو به میزان ۱/۵۹ مشاهده شد. علاوه بر این ژنوتیپ جلودار × دانش دارای بالاترین مقدار شاخص‌های YSI، STI و HM به ترتیب به میزان ۱/۰۱، ۱/۱۸ و ۳۴/۳۸ بود، اما کمترین مقدار شاخص‌های YSI، STI و HM به ترتیب به میزان ۰/۴۸، ۰/۴۵ و ۱۸/۶۷ در ژنوتیپ دانش × پرتو مشاهده شد. بنابراین این شاخص‌ها بیانگر مطلوبیت تلاقی‌های پرتو × دانش و جلودار × دانش در تحمل به تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بوده که احتمالاً می‌توان با جستجو در نسل‌های پیشرفته آن، به ارقام متحمل دست یافت.

جدول ۶- مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های YI، YSI، STI، HM و SSI تحت تنش شوری۴ دسی‌زیمنس بر متر

Table 6. Mean comparison between different studied genotypes based on YI, YSI, STI, HM and SSI indices under 4 dS/m salinity stress

شماره ژنوتیپ	ژنوتیپ	HM	STI	YSI	YI	SSI
G1	دانش	۲۱/۲۰(±۵/۸۲)	۰/۵۶(±۰/۲۱)	۰/۵۵(±۰/۲۰)	۰/۵۳(±۰/۲۰)	۱/۵۱(±۰/۶۳)
G2	دانش × جلودار	۲۷/۳۳(±۱/۶۷)	۰/۷۵(±۰/۰۹)	۰/۷۹(±۰/۰۷)	۰/۸۳(±۰/۰۴)	۰/۵۶(±۰/۱۳)
G3	دانش × پرتو	۱۸/۶۷(±۵/۵۴)	۰/۴۵(±۰/۱۷)	۰/۴۸(±۰/۱۹)	۰/۵۰(±۰/۲۰)	۱/۵۹(±۰/۶۴)
G4	پرتو	۲۳/۵۰(±۱/۲۰)	۰/۵۷(±۰/۰۶)	۰/۶۳(±۰/۰۴)	۰/۷۱(±۰/۰۱)	۰/۹۴(±۰/۰۵)
G5	پرتو × جلودار	۲۲/۸۳(±۲/۳۵)	۰/۵۴(±۰/۱۱)	۰/۶۳(±۰/۰۹)	۰/۷۵(±۰/۰۷)	۰/۸۲(±۰/۲۴)
G6	پرتو × دانش	۲۹/۱۰(±۳/۸۸)	۰/۸۷(±۰/۲۲)	۰/۸۷(±۰/۱۳)	۰/۸۸(±۰/۰۴)	۰/۳۸(±۰/۱۴)
G7	جلودار	۲۰/۵۰(±۰/۸۱)	۰/۴۵(±۰/۰۲)	۰/۵۱(±۰/۰۴)	۰/۵۸(±۰/۰۷)	۱/۳۴(±۰/۲۱)
G8	جلودار × پرتو	۲۹/۳۵(±۰/۳۲)	۰/۹۴(±۰/۰۲)	۰/۷۳(±۰/۰۴)	۰/۵۷(±۰/۰۸)	۱/۳۸(±۰/۲۴)
G9	جلودار × دانش	۳۴/۳۸(±۰/۶۴)	۱/۱۸(±۰/۰۵)	۱/۰۱(±۰/۰۱)	۰/۸۸(±۰/۰۶)	۰/۴۰(±۰/۱۹)
عدد LSD		۴/۶۵	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۲۳

نتایج بیانگر میانگین±SE می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

نتایج مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های YP، YS، TOL، MP و GMP تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۷ نشان داده شده است. بر پایه نتایج مقایسه میانگین مشاهده شد که ژنوتیپ جلودار × دانش دارای بیشترین مقدار شاخص‌های YS ، MP و GMP به ترتیب به میزان ۲۴/۵۹ گرم، ۳۰/۸۲ و ۲۹/۸۰ بود، در مقابل کمترین مقدار شاخص‌های YS، MP و GMP به ترتیب به میزان ۴/۳۴ گرم، ۱۸/۵۲ و ۱۰/۷۲ در ژنوتیپ دانش مشاهده شد. علاوه بر این اختلاف چشمگیری بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه از نظر شاخص TOL مشاهده شد، به طوری که بیشترین مقدار شاخص TOL مربوط به ژنوتیپ‌های دانش و جلودار × پرتو به ترتیب به مقدار ۲۸/۳۸ و ۲۴/۰۱ بود که از نظر آماری در یک سطح قرار داشتند و کمترین مقدار شاخص TOL مربوط به ژنوتیپ پرتو × جلودار به میزان ۵/۸۱ بود.

جدول ۷- مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های YS، TOL، MP و GMP تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر

Table 7. Mean comparison between different studied genotypes based on YS, TOL, MP and GMP indices under 8 dS/m salinity stress

شماره ژنوتیپ	ژنوتیپ	GMP	MP	TOL	YS
G1	دانش	۱۰/۷۳(±۳/۶۴)	۱۸/۵۲(±۱/۱۰)	۲۸/۳۸(±۲/۲۵)	۴/۳۴(±۲/۲۳)
G2	دانش × جلودار	۲۵/۲۲(±۲/۳۷)	۲۵/۷۱(±۲/۱۳)	۸/۹۷(±۲/۱۸)	۲۱/۲۲(±۳/۲۲)
G3	دانش × پرتو	۲۴/۷۱(±۰/۱۶)	۲۵/۲۱(±۰/۱۷)	۱۰/۰۲(±۰/۱۴)	۲۰/۲۰(±۰/۱۰)
G4	پرتو	۲۱/۱۶(±۰/۱۲)	۲۲/۰۸(±۰/۳۳)	۱۲/۴۷(±۱/۵۵)	۱۵/۸۵(±۰/۴۴)
G5	پرتو × جلودار	۲۳/۶۷(±۰/۲۴)	۲۳/۹۳(±۰/۴۱)	۵/۸۱(±۲/۹۱)	۲۱/۰۳(±۱/۰۵)
G6	پرتو × دانش	۲۱/۵۰(±۱/۹۰)	۲۲/۹۵(±۲/۱۹)	۱۵/۹۹(±۲/۳۴)	۱۴/۹۶(±۱/۰۲)
G7	جلودار	۲۰/۲۴(±۰/۰۸)	۲۱/۳۶(±۰/۲۷)	۱۳/۵۳(±۱/۲۷)	۱۴/۶۰(±۰/۳۶)
G8	جلودار × پرتو	۲۶/۷۶(±۲/۴۰)	۲۹/۳۴(±۲/۴۶)	۲۴/۰۱(±۱/۳۲)	۱۷/۳۳(±۱/۸۰)
G9	جلودار × دانش	۲۹/۸۰(±۱/۷۹)	۳۰/۸۲(±۱/۰۹)	۱۲/۴۷(±۶/۱۶)	۲۴/۵۹(±۴/۱۷)
عدد LSD		۵/۶۵	۴/۲۴	۳/۷۴	۲/۳۲

نتایج بیانگر میانگین±SE می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های YI، YSI، STI، HM و SSI تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۸ نشان داده شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار شاخص SSI مربوط به ژنوتیپ‌های دانش و پرتو × جلودار به ترتیب به میزان ۱/۸۸ و ۰/۴۴ بود. از سویی دیگر نتایج مربوط به شاخص YI برخلاف نتایج به دست آمده در مورد شاخص SSI بود، به طوری که کمترین و بیشترین مقدار شاخص YI مربوط به ژنوتیپ‌های دانش و پرتو × جلودار به ترتیب به میزان ۰/۱۳ و ۰/۸۰ بود. در مطالعه‌ای که با هدف بررسی تحمل به شوری ارقام بومی و اصلاح شده برنج ایرانی انجام شد رقم خزر به عنوان رقمی بسیار حساس به شوری معرفی شده است (۳۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار شاخص‌های YSI، STI و HM مربوط به ژنوتیپ جلودار × دانش به ترتیب به میزان ۰/۷۷، ۰/۸۹ و ۲۸/۸۵ بود، در مقابل کمترین مقدار شاخص‌های YSI، STI و HM مربوط به ژنوتیپ دانش به ترتیب به میزان ۰/۱۴، ۰/۱۴ و ۷/۲۳ بود. بنابراین تلاقی جلودار × دانش بعنوان بهترین تلاقی از نظر تحمل به تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر تفکیک می‌شود. در بین دو سطح شوری نیز متحمل‌ترین مربوط به تلاقی جلودار × دانش بوده است.

جدول ۸- مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های YI، YSI، STI، HM و SSI تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر

Table 8. Mean comparison between different studied genotypes based on YI, YSI, STI, HM and SSI indices under 8 dS/m salinity stress

شماره ژنوتیپ	ژنوتیپ	HM	STI	YSI	YI	SSI
G1	دانش	۷/۲۳(±۳/۵۲)	۰/۱۴(±۰/۰۷)	۰/۱۴(±۰/۰۷)	۰/۱۳(±۰/۰۷)	۱/۸۸(±۰/۱۵)
G2	دانش × جلودار	۲۴/۷۵(±۲/۶۰)	۰/۶۴(±۰/۱۲)	۰/۶۷(±۰/۱۰)	۰/۷۰(±۰/۰۸)	۰/۶۶(±۰/۱۸)
G3	دانش × پرتو	۲۴/۲۱(±۰/۱۵)	۰/۶۱(±۰/۰۱)	۰/۶۴(±۰/۰۰)	۰/۶۷(±۰/۰۰)	۰/۷۲(±۰/۰۰)
G4	پرتو	۲۰/۲۸(±۰/۰۸)	۰/۴۴(±۰/۰۰)	۰/۵۰(±۰/۰۱)	۰/۵۶(±۰/۰۴)	۰/۹۵(±۰/۰۸)
G5	پرتو × جلودار	۲۳/۴۱(±۰/۱۱)	۰/۵۶(±۰/۰۱)	۰/۶۶(±۰/۰۳)	۰/۸۰(±۰/۱۰)	۰/۴۴(±۰/۲۱)
G6	پرتو × دانش	۲۰/۱۵(±۱/۶۴)	۰/۴۷(±۰/۰۸)	۰/۴۷(±۰/۰۳)	۰/۴۹(±۰/۰۲)	۱/۱۱(±۰/۰۴)
G7	جلودار	۱۹/۱۹(±۰/۱۰)	۰/۴۱(±۰/۰۰)	۰/۴۶(±۰/۰۱)	۰/۵۲(±۰/۰۳)	۱/۰۴(±۰/۰۶)
G8	جلودار × پرتو	۲۴/۴۱(±۲/۳۳)	۰/۷۲(±۰/۱۳)	۰/۵۵(±۰/۰۶)	۰/۴۲(±۰/۰۱)	۱/۲۶(±۰/۰۳)
G9	جلودار × دانش	۲۸/۸۵(±۲/۴۴)	۰/۸۹(±۰/۱۰)	۰/۷۷(±۰/۱۳)	۰/۶۸(±۰/۱۵)	۰/۷۰(±۰/۳۲)
عدد LSD		۴/۳۲	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۳

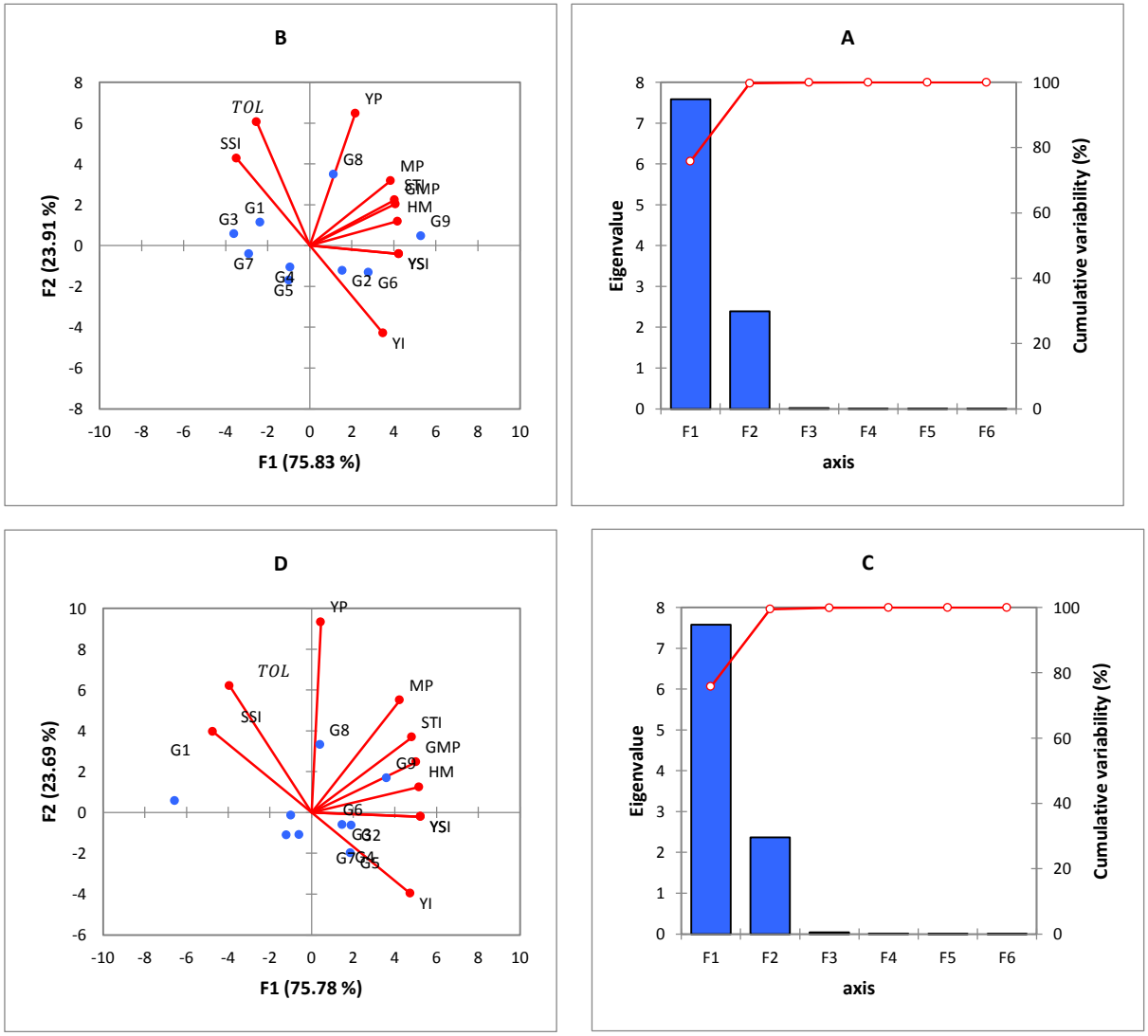
نتایج بیانگر میانگین±SE می‌باشد.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی در شرایط شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که دو مولفه اول و دوم دارای مقدار ویژه بالاتر از یک بودند (شکل ۲ (A)). بر پایه نتایج به دست آمده مولفه اول و دوم به ترتیب دارای واریانس نسبی ۷۵/۸۳ و ۲۳/۹۱ درصد بودند و در مجموع ۹۹/۷۴ درصد از

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

تغییرات کل را به خود اختصاص دادند (شکل ۲ (A)). همچنین در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نیز دو مولفه اول دارای مقدار ویژه بالاتر از یک بودند. در بین کلیه مولفه‌های به دست آمده از تجزیه به مولفه‌های اصلی، مولفه اول و دوم دارای ۷۵/۷۸ و ۲۳/۶۹ درصد واریانس نسبی بودند و در مجموع ۹۹/۴۸ درصد از تغییرات کل را به خود اختصاص دادند (شکل ۲ (C)). بای‌پلات حاصل از مولفه‌های اول و دوم در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که ژنوتیپ‌های دانش × جلودار و پرتو × دانش با شاخص‌های YI و YSI ارتباط قوی دارند. همچنین شاخص‌های TOL و SSI با ژنوتیپ‌های دانش و دانش × پرتو همبستگی بالایی نشان دادند (شکل ۲ (B)). اما در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر ژنوتیپ دانش با شاخص‌های TOL و SSI همبستگی بالایی داشت. موسوی و همکاران (۲۹) نیز با استفاده از تجزیه به مولفه، صفات مؤثر در تحمل گیاه برنج به شوری را تفکیک نمودند. نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که ژنوتیپ‌های جلودار × پرتو و جلودار × دانش با شاخص‌های YP، MP، STI، GMP و HM از همبستگی بالایی در سطوح ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر برخوردار بودند (شکل ۲ (D)) که نشان‌دهنده این است که این دو تلاقی واکنش نزدیک به هم در مواجهه با شوری دارند. بر اساس نتایج حاصل از همبستگی میان شاخص‌ها و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در سه سطح شوری، STI، GMP و HM به عنوان شاخص‌های مطلوب مقاومت در مطالعات برخی محققین تعیین شدند (۱۴). توزیع و پراکنش شاخص‌ها و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در بین محورهای افقی و عمودی پلات‌ها نشان‌دهنده همبستگی بین آن‌ها می‌باشد، به طوری که ضریب همبستگی هر دو شاخص تقریبا معادل با کوسینوس زاویه بین بردار آن دو می‌باشد (۳).



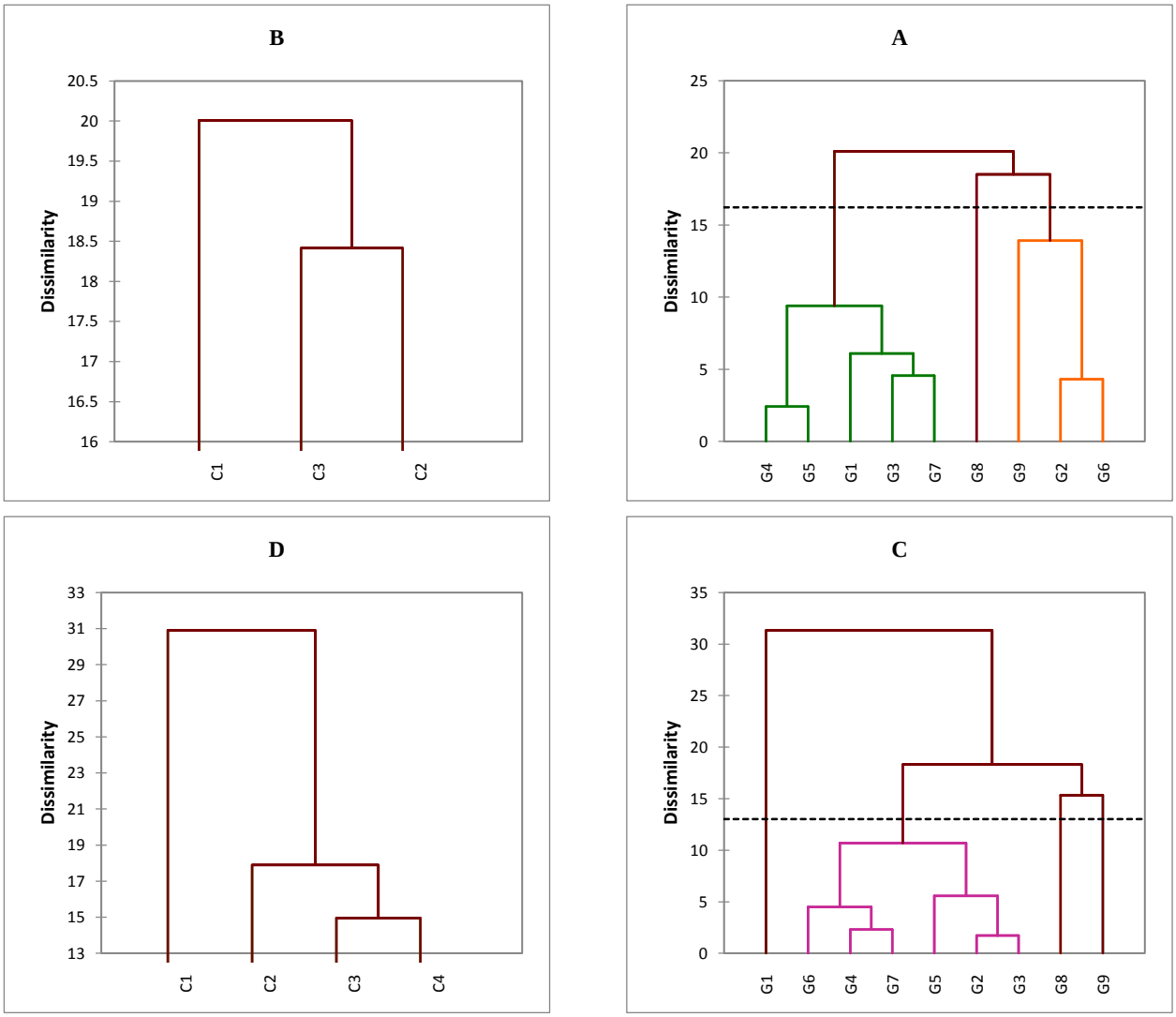
شکل ۲- نمودار سنگریزه و بای‌پلات مبتنی بر مولفه اول و دوم حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی در ژنوتیپ‌های مختلف برنج بر اساس کلیه شاخص‌ها تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (A و B) و ۸ دسی‌زیمنس بر متر (C و D).

Figure 2. Scree plot and biplot based on the first and second components obtained from the principal component analysis in different rice genotypes based on all indices under 4 dS/m salinity stress (A and B) and 8 dS/m (C and D).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

تجزیه کلاستر

دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر مبتنی بر روش UPGMA و فاصله اقلیدسی بر اساس کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تحت تنش شوری در شکل ۳ نشان داده شد. نتایج تجزیه کلاستر در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه به سه گروه مجزا تفکیک شدند (شکل ۳ (A و B)). نتایج گروه‌بندی نشان داد که ژنوتیپ جلودار × پرتو به تنهایی در گروه سوم قرار گرفت و ژنوتیپ‌های پرتو × دانش، دانش × جلودار و جلودار × پرتو در گروه دوم و سایر ژنوتیپ‌ها در گروه اول قرار گرفتند. معصومی اصل و همکاران (۲۴) با بررسی تحمل به شوری بوته‌های نسل F_2 حاصل از تلاقی سه رقم برنج در مرحله جوانه‌زنی، تلاقی دولار با لاین ۳۰۴ را مفیدتر دانستند. اما بر مبنای نتایج به دست آمده از تجزیه کلاستر در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده که ژنوتیپ‌ها به چهار گروه مجزا تفکیک شدند (شکل ۳ (C وD)). دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که ژنوتیپ‌های دانش، جلودار × پرتو و جلودار × دانش به طور مستقل در گروه‌های اول، سوم و چهارم قرار گرفتند و سایر ژنوتیپ‌ها در گروه دوم طبقه‌بندی شدند. بنابراین با توجه به نتایج مقایسه میانگین و نتایج تجزیه کلاستر می‌توان بیان داشت که گروه چهارم دارای ژنوتیپ متحمل به شوری می‌باشد. تجزیه کلاستر به عنوان یک روش آماری چند متغیره جهت تفکیک و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰، ۲۰ و ۲۵). تعداد خوشه‌ها بر اساس واریانس تبیین شده که نسبتی از واریانس بین گروه‌ها به کل واریانس است در پلات Elbow criterion تعیین می‌گردند (۳). Izaddoost و همکاران (۱۴) برای ارزیابی تحمل به شوری در ۱۷ رقم و لاین اصلاح‌شده برنج از تجزیه کلاستر استفاده و ارقام حساس و متحمل را تفکیک کردند.



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر مبتنی بر روش UPGMA و فاصله اقلیدسی بر اساس کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (A و B) و ۸ دسی‌زیمنس بر متر (C و D)

Figure 3. Dendrogram obtained from cluster analysis based on UPGMA method and Euclidean distance based on all studied genotypes under 4 dS/m (A and B) and 8 dS/m (C and D) salinity stress

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

تجزیه واریانس مربوط به کلیه شاخص‌های مورد مطالعه بر اساس گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۹ نشان داده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر شاخص‌های HM، YSI، GMP، MP و YS وجود داشت و سایر شاخص‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار بودند. همچنین در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر از نظر شاخص‌های HM، GMP و YP اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت و سایر شاخص‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱۰).

جدول ۹- میانگین مربعات مربوط به کلیه شاخص‌های مورد مطالعه بر اساس گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر

Table 9. Means of square related to all studied indices based on groups derived from cluster analysis under 4 dS/m salinity stress

منابع تغییرات	درجه آزادی	HM	STI	YSI	YI	SSI	GMP	MP	TOL	YS	YP
گروه	۳	۸۴/۴۱**	۰/۱۹*	۰/۱۰۳**	۰/۰۶۶*	۰/۶۷*	۷۳/۹۰**	۶۱/۹۴**	۸۵/۲۸*	۱۰۳/۳۸**	۶۳/۱۷*
خطای آزمایشی	۵	۶/۹۴	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۸	۵/۸۴	۵/۳۸	۱۰/۴۳	۷/۷۴	۸/۱۹
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۰/۴۵	۱۹/۵۳	۱۲/۳۷	۱۳/۲۶	۱۸/۸۷	۹/۳۲	۸/۶۵	۱۹/۶۴	۱۲/۷۳	۹/۰۱

* و **: به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

جدول ۱۰- میانگین مربعات مربوط به کلیه شاخص‌های مورد مطالعه بر اساس گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر

Table 10. Means of square related to all studied indices based on groups derived from cluster analysis under 8 dS/m salinity stress

منابع تغییرات	درجه آزادی	HM	STI	YSI	YI	SSI	GMP	MP	TOL	YS	YP
گروه	۳	۸۹/۱۶**	۰/۱۰۵*	۰/۰۷*	۰/۰۱*	۰/۰۶*	۷۰/۰۵**	۲/۹۷*	۱۳/۰۷*	۹/۹۶*	۲/۵۱**
خطای آزمایشی	۵	۵/۷۴	۰/۰۰۹	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۳۷	۴/۲۳	۳۴/۸۷	۱۱۸/۳۸	۷۴/۵۲	۳۱/۵۴
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۱/۲۰	۱۷/۵۱	۱۸/۵۰	۲۱/۶۹	۱۶/۳۷	۹/۰۸	۷/۰۶	۲۰/۷۱	۱۸/۴۳	۴/۹۹

* و **: به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۱۱ نشان داده شد. بر اساس نتایج به دست آمده مشاهده شد که گروه سوم از نظر شاخص‌های YP، TOL، MP، GMP، SSI، STI و HM دارای بالاترین مقدار به ترتیب به میزان ۴۱/۳۴ گرم، ۱۸/۳۰، ۳۲/۱۹، ۳۰/۷۳، ۱/۳۸، ۰/۹۴ و ۲۹/۳۵ در بین گروه‌های مختلف مورد مطالعه بود. از سوی دیگر گروه دوم از نظر شاخص‌های YS، YI و YSI بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد و به ترتیب دارای مقادیر ۲۸/۲۵، ۰/۸۶ و ۰/۸۹ بود. نتایج مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۱۲ نشان داده شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین مشخص شد که بیشترین و کمترین میزان شاخص YP مربوط به گروه سوم و دوم به ترتیب به میزان ۴۱/۳۴ و ۲۹/۱۰ گرم بود. گروه چهارم حاصل از تجزیه کلاستر دارای بیشترین مقدار شاخص YS به میزان ۲۴/۵۹ گرم بود، در صورتی که کمترین مقدار آن در گروه اول به میزان ۴/۳۴ گرم بود. نتایج نشان داد که گروه اول دارای بالاترین مقدار شاخص TOL به میزان ۲۸/۳۸ بود، در مقابل کمترین مقدار آن در گروه دوم به میزان ۱۱/۱۳ مشاهده شد. از سویی دیگر شاخص SSI دارای بیشترین مقدار در گروه اول به میزان ۱/۸۸ بود و کمترین مقدار آن در گروه چهارم به میزان ۰/۷۰ مشاهده شد. مقایسات بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که گروه چهارم دارای بالاترین مقدار شاخص‌های MP، GMP، YI، YSI، STI و HM به ترتیب به میزان ۳۰/۸۲، ۲۹/۸۰، ۰/۶۸، ۰/۷۷، ۰/۸۹ و ۲۸/۸۵ بود که با گروه سوم در اکثر شاخص‌ها اختلافی نشان نداد. در مقابل کمترین مقدار شاخص‌های MP، GMP، YI، YSI، STI و HM به ترتیب به میزان ۱۸/۵۲، ۱۰/۷۳، ۰/۱۳، ۰/۱۴، ۰/۱۴ و ۷/۲۳ مربوط به گروه اول بود. میردار منصوری و همکاران (۲۱) با ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های برنج ایرانی در محیط کشت هیدروپونیک بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش، دو شاخص میانگین هندسی و تحمل به تنش را به عنوان شاخص‌های مناسب برای تضمین پایداری عملکرد و ارزیابی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط تنش گزارش دادند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

جدول ۱۱- مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر

Table 11. Comparison of means among groups obtained from cluster analysis based on all studied indices in different rice genotypes under 4 dS/m salinity stress

گروه	HM	STI	YSI	YI	SSI	GMP	MP	TOL	YS	YP
اول	۲۱/۳۴ b	۰/۵۲ b	۰/۵۶ b	۰/۶۱ b	۱/۲۴ a	۲۲/۳۱ b	۲۳/۵۱ b	۱۱/۴۵ ab	۱۷/۷۸ b	۲۹/۲۴ b
دوم	۳۰/۲۷ a	۰/۹۴ a	۰/۸۹ a	۰/۸۶ a	۰/۴۵ b	۳۰/۳۸ a	۳۰/۴۹ a	۴/۴۸ b	۲۸/۲۵ a	۳۲/۷۳ b
سوم	۲۹/۳۵ a	۰/۹۴ a	۰/۷۳ ab	۰/۵۷ b	۱/۳۸ a	۳۰/۷۳ a	۳۲/۱۹ a	۱۸/۳۰ a	۲۳/۰۵ ab	۴۱/۳۴ a

ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند

جدول ۱۲- مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر

Table 12. Comparison of means between groups obtained from cluster analysis based on all studied indices in different rice genotypes under 8 dS/m salinity stress

گروه	HM	STI	YSI	YI	SSI	GMP	MP	TOL	YS	YP
اول	۷/۲۳ b	۰/۱۴ c	۰/۱۴ b	۰/۱۳ b	۱/۸۸ a	۱۰/۷۳ c	۱۸/۵۲ b	۲۸/۳۸ a	۴/۳۴ b	۳۲/۷۱ bc
دوم	۲۲/۰۰ a	۰/۵۲ b	۰/۵۷ a	۰/۶۲ a	۰/۸۲ b	۲۲/۷۵ b	۲۳/۵۴ b	۱۱/۱۳ c	۱۷/۹۷ a	۲۹/۱۰ c
سوم	۲۴/۴۱ a	۰/۷۲ ab	۰/۵۵ a	۰/۴۲ ab	۱/۲۶ ab	۲۶/۷۶ ab	۲۹/۳۴ a	۲۴/۰۱ ab	۱۷/۳۳ a	۴۱/۳۴ a
چهارم	۲۸/۸۵ a	۰/۸۹ a	۰/۷۷ a	۰/۶۸ a	۰/۷۰ b	۲۹/۸۰ a	۳۰/۸۲ a	۱۲/۴۷ bc	۲۴/۵۹ a	۳۷/۰۵ ab

ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند

ضرایب همبستگی

نتایج ضریب همبستگی بین شاخص‌های مختلف مورد مطالعه تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر در ژنوتیپ‌های مختلف برنج در جدول ۱۳ نشان داده شد. بر پایه نتایج حاصل از تجزیه همبستگی در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که شاخص YS با شاخص‌های MP (R=0.89)، GMP (R=0.95)، YI (R=0.89)، YSI (R=0.99)، STI (R=0.93) و HM (R=0.98) همبستگی مثبت و معنی‌دار و با شاخص‌های TOL (R=-0.75) و SSI (R=-0.89) همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. همچنین شاخص STI با شاخص‌های YP (R=0.67)، YS (R=0.93)، MP (R=0.99)، GMP (R=0.99)، YI (R=0.67)، YSI (R=0.93) و HM (R=0.97) همبستگی مثبت و معنی‌دار و با شاخص‌های TOL (R=-0.46) و SSI (R=-0.67) همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. نتایج مشابهی در مطالعات سایر محققین گزارش شده است (۱۵ و ۱۶). نتایج ضریب همبستگی بین شاخص‌های مختلف مورد مطالعه تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در ژنوتیپ‌های مختلف برنج در جدول ۱۴ نشان داده شد. بر پایه نتایج تجزیه همبستگی نشان‌داده شد که شاخص YS با شاخص‌های MP (R=0.79)، GMP (R=0.92)، YI (R=0.91)، YSI (R=0.99)، STI (R=0.91) و HM (R=0.96) همبستگی مثبت و معنی‌دار و با شاخص‌های TOL (R=-0.76) و SSI (R=-0.91) همبستگی منفی و معنی‌دار دارد که چنین نتیجه‌ای با تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر نیز تشابه داشت. از سویی دیگر شاخص STI با شاخص‌های YP (R=0.47)، YS (R=0.91)، MP (R=0.97)، GMP (R=0.97)، YI (R=0.64)، YSI (R=0.91) و HM (R=0.95) همبستگی مثبت و معنی‌دار و با شاخص‌های TOL (R=-0.41) و SSI (R=-0.64) همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. عسگری و همکاران (۳) طی مطالعه‌ای جهت انتخاب ارقام متحمل ژنوتیپ‌های جو تحت تنش شوری نشان دادند که شاخص‌های تحمل تنش میانگین تولید و میانگین هندسی بهره‌وری توانست به عنوان معیارهای گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مناسب را در سطوح مختلف شوری از هم تفکیک کند.

جدول ۱۳- ضریب همبستگی بین شاخص‌های مختلف مورد مطالعه تحت تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر در ژنوتیپ‌های مختلف برنج

Table 13. Correlation coefficient between different studied indices under 4 dS/m salinity stress in different rice genotypes

شاخص‌ها	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
YP (1)	۱									
YS (2)	۰/۳۷	۱								
TOL (3)	۰/۳۴	-۰/۷۵**	۱							
MP (4)	۰/۷۶**	۰/۸۹**	-۰/۳۵	۱						
GMP (5)	۰/۶۲**	۰/۹۵**	-۰/۵۲*	۰/۹۸**	۱					
SSI (6)	۰/۰۹	-۰/۸۹**	۰/۹۶**	-۰/۵۸*	-۰/۷۲**	۱				
YI (7)	-۰/۰۹	۰/۸۹**	-۰/۹۶**	۰/۵۸*	۰/۷۲**	-۰/۹۹**	۱			
YSI (8)	۰/۳۷	۰/۹۹**	-۰/۷۵**	۰/۸۹**	۰/۹۵**	-۰/۸۹**	۰/۸۹**	۱		
STI (9)	۰/۶۷**	۰/۹۳**	-۰/۴۶*	۰/۹۹**	۰/۹۹**	-۰/۶۷**	۰/۶۷**	۰/۹۳**	۱	
HM (10)	۰/۵۲*	۰/۹۸**	-۰/۶۲*	۰/۹۴**	۰/۹۹**	-۰/۸۰**	۰/۸۰**	۰/۹۸**	۰/۹۷**	۱

* و **: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

جدول ۱۴- ضریب همبستگی بین شاخص‌های مختلف مورد مطالعه تحت تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در ژنوتیپ‌های مختلف برنج
Table 14. Correlation coefficient between different studied indices under 8 dS/m salinity stress in different rice genotypes

شاخص‌ها	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
YP (1)	۱									
YS (2)	۰/۰۶	۱								
TOL (3)	۰/۶۱**	-۰/۷۶**	۱							
MP (4)	۰/۶۶**	۰/۷۹**	-۰/۱۹	۱						
GMP (5)	۰/۳۶	۰/۹۲**	-۰/۵۰*	۰/۹۱**	۱					
SSI (6)	۰/۳۶	-۰/۹۱**	۰/۹۵**	-۰/۴۶*	-۰/۷۱**	۱				
YI (7)	-۰/۳۶	۰/۹۱**	-۰/۹۵**	۰/۴۶*	۰/۷۱**	-۰/۹۹**	۱			
YSI (8)	۰/۰۶	۰/۹۹**	-۰/۷۶**	۰/۷۹**	۰/۹۲**	-۰/۹۱**	۰/۹۱**	۱		
STI (9)	۰/۴۷*	۰/۹۱**	-۰/۴۱*	۰/۹۷**	۰/۹۷**	-۰/۶۴**	۰/۶۴**	۰/۹۱**	۱	
HM (10)	۰/۲۴	۰/۹۶**	-۰/۶۱**	۰/۸۶**	۰/۹۹**	-۰/۷۹**	۰/۷۹**	۰/۹۶**	۰/۹۵**	۱

* و **؛ به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که ژنوتیپ جلودار × دانش در هر دو شرایط نرمال و تنش دارای بالاترین مقدار عملکرد دانه بود. علاوه بر این ژنوتیپ جلودار × پرتو در شرایط نرمال از عملکرد خوبی برخوردار بود اما با اعمال تنش از شایستگی این ژنوتیپ در بین سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه کاسته شد. نتایج نشان داد که رقم دانش به شدت تحت تاثیر تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر قرار گرفت و به عنوان یک رقم حساس در این سطح شوری شناخته شد. همچنین بر اساس نتایج شاخص‌های تحمل و حساسیت ژنوتیپ جلودار × دانش در هر دو شرایط شوری ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر از نظر شاخص‌های مقاومت بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد و به عنوان یک ژنوتیپ متحمل شناخته شد. از سویی دیگر در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر ژنوتیپ دانش × پرتو و در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر ژنوتیپ دانش به عنوان ژنوتیپ حساس شناخته شدند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از حمایت‌های ارزنده‌ی آقای دکتر نادعلی باقری عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و مدیریت مجموعه پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. Abdel Latef, A.A., M. Tahjib-Ul-Arif and M.S. Rhaman. 2021. Exogenous Auxin-Mediated Salt Stress Alleviation in Faba Bean (*Vicia faba* L.). Agronomy, 11(3): 547.
2. Ahmad, P., M. Abass Ahanger, M. Nasser Alyemeni, L. Wijaya, P. Alam and M. Ashraf. 2018. Mitigation of sodium chloride toxicity in *Solanum lycopersicum* L. by supplementation of jasmonic acid and nitric oxide. Journal of plant interactions, 13(1): 64-72.
3. Askari, H., S.K. Kazemitabar, H. Najafi zarrini and M.H.V. Saberi. 2020. Multivariate Assessment of Salt Tolerance (NaCl) in Barley (*Hordeum Volgar* L.) Genotypes. Journal of Crop Breeding, 12(36): 1-8 (In Persian).
4. Bouslama, M. and W.T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybeans. I. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop science, 24(5): 933-937.
5. Farshadfar, E. and J. Sutka. 2003. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. Cereal Research Communications, 31(1): 33-40.
6. Fernandez, R.J. and J.F. Reynolds. 2000. Potential growth and drought tolerance of eight desert grasses. Oecologia, 123: 90-98.
7. Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29(5): 897-912.
8. Gavuzzi, P., F. Rizza, M. Palumbo, R.G. Campanile, G. L. Ricciardi and B. Borghi. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian Journal of plant science, 77(4): 523-531.
9. Ghonaim, M.M., H.I. Mohamed and A.A. Omran. 2021. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) salt stress tolerance using physiological parameters and retrotransposon-based markers. Genetic Resources and Crop Evolution, 68(1): 227-242.
10. Hossain, A., R. Sears, T. Cox and G. Paulsen. 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. Crop Science, 30(3): 622-627.
11. Hosseini, S.J., Z. Tahmasebi-sarvestani, H. Pirdashti, S.A.M. Modarres sanavi, A. Mokhtassi-bidgoli and S. Hazrati. 2019. Study of Diversity and Estimation of Leaf Area in Different Mint Ecotypes Using Artificial Intelligence and Regression Models under Salinity Stress Conditions. Journal of Crop Breeding, 11(32): 59-73 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

12. Hosseini, S.J., Z. Tahmasebi-Sarvestani, H. Pirdashti, S.A.M. Modarres-Sanavy, A. Mokhtassi-Bidgoli, S. Hazrati and S. Nicola. 2020. Assessment of Salinity Indices to Identify Mint Ecotypes using Intelligent and Regression Models. International Journal of Horticultural Science and Technology, 7(2): 119-137.
13. Hussain, S., J.H. Zhang, C. Zhong, L.F. Zhu, X.C. Cao, S.M. Yu and Q.Y. Jin. 2017. Effects of salt stress on rice growth, development characteristics, and the regulating ways: A review. Journal of integrative agriculture, 16(11): 2357-2374.
14. Izaddoost, H., H. Samizadeh, B. Rabiei and S. Abdollahi. 2013. Evaluation of salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars and lines with emphasis on stress tolerance indices. Cereal Research, 3(3): 167-180 (In Persian).
15. Jabbari, H., G.A. Akbari, J. Daneshian, I. Alahdadi and N. Shahbazian. 2008. Utilization ability of drought resistance indices in sunflower (*Heliantus annus* L.) hybrids. Electronic Journal of Crop Production, 1(4): 1-17 (In Persian).
16. Jafari Rad, S., M. Zavareh, M. Khaledian and M. Rezaei. 2015. Evaluation of tolerance of different rice genotypes to irrigation water salinity. Journal of Crop Production and Processing, 5(7): 1-12 (In Persian).
17. Khalvandi, M., M. Amerian, H. Pirdashti, S. Keramati and J. Hosseini. 2019. Essential oil of peppermint in symbiotic relationship with *Piriformospora indica* and methyl jasmonate application under saline condition. Industrial Crops and Products, 127: 195-202.
18. Khan, F. 2018. Salinity stress phenotyping for soybean (*Glycine max* L.) for Middle East Asia. Legume Research: An International Journal, 41(4): 551-556.
19. Kibria, M.G., M. Hossain, Y. Murata and M.A. Hoque. 2017. Antioxidant defense mechanisms of salinity tolerance in rice genotypes. Rice Science, 24(3): 155-162.
20. Li, P., X. Yang, H. Wang, T. Pan, Y. Wang, Y. Xu and Z. Yang. 2021. Genetic control of root plasticity in response to salt stress in maize. Theoretical and Applied Genetics, 1-18.
21. Li, Q., A. Yang and W.H. Zhang. 2017. Comparative studies on tolerance of rice genotypes differing in their tolerance to moderate salt stress. BMC plant biology, 17(1): 1-13.
22. Malakouti, M.J., P. Keshavarz, S. Saadat and b. Khaldbarin. 2002. Feeding plants in saline conditions. First Edition, Sena Publications, Deputy Minister of Horticulture, Ministry of Jihad Agriculture, Tehran, 233 pp (In persian).
23. Mardeh, A.S.S., A. Ahmadi, K. Poustini and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Research, 98(2-3): 222-229.
24. Masoumiasl, A., Z.O. Chahabkari, S. Khalili and R. Amiri-Fahliani. 2017. An investigation into the salinity tolerance of F2 filial plants obtained from three rice (*Oryza sativa* L.) cultivar crosses in germination stage. Iranian Journal of Seed Research, 4(1): 33-43 (In Persian).
25. Mazlomi, H., H. Pirdashti, A. Ahmadpour and S.J. Hosseini. 2020. Grouping of advanced wheat lines based on yield and its components. Journal of Crop Breeding, 12(35): 41-53 (In Persian).
26. Mirarab Razi, S.M., R. Shirzadian-Khorramabad, H. Sabouri, B. Rabiei and H. Hosseini Moghadam. 2019. Response of Iranian rice recombinant inbred lines (*Oryza sativa* L.) to salt stress in seedling stage. Journal of Crop Breeding, 11(29): 65-84 (In Persian).
27. Mirdar Mansori, S.N.A., N. Babaeian Jelodar and N. Bagheri. 2011. Evaluation of Salt Tolerance in Iranian rice genotypes under hydroponic medium Stress tolerance and sensitivity indices. Iranian Journal of Field Crops Research, 9(4): 694-703 (In Persian).
28. Mirdar, M.S., J.N.A. Babaeian and N.A. Bagheri 2015. Effects of NaCl stress on grain yield and their components in Iranian rice genotypes. Journal of Crop Breeding, 6(14): 67-83 (In Persian).
29. Mosavi, K., Z. Khodarahmpour and A. Gilani. 2017. Grouping of rice genotypes based on germination and seedling growth components under salinity stress conditions. Iranian Journal of Seed Science and Research, 4(1): 89-100 (In Persian).
30. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.
31. Munns, R., J.B. Passioura, T.D. Colmer and C.S. Byrt. 2020. Osmotic adjustment and energy limitations to plant growth in saline soil. New Phytologist, 225(3): 1091-1096.
32. Pazira, E and K. Sadeghzadeh. 1998. National review document on optimizing soil and water use in Iran. Workshop of ICISAT, Sahelian Center. Niamy.
33. Rezaei, M., M.K. Motamed, A. Yousefi and E. Amiri. 2010. Evaluation of different irrigation management on rice yield. Journal of Water and Soil, 24(3): 565-573 (In Persian).
34. Rosielle, A.A and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop science, 21(6): 943-946.
35. Sabouri, H., A.M. Rezai and A. Moumeni 2008. Evaluation of salt tolerance in Iranian landrace and improved rice cultivars. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 12(45): 47-63 (In Persian).
36. Saeidzadeh, F., G. Taghizadeh and G. Alshad. 2018. Investigation the effect of salinity on agronomic and biochemical traits of different rice cultivars under field condition. Crop Physiology Journal, 9(36): 101-120 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

37. Sahin, U., M. Ekinci, S. Ors, M. Turan, S. Yildiz and E. Yildirim. 2018. Effects of individual and combined effects of salinity and drought on physiological, nutritional and biochemical properties of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). Scientia Horticulturae, 240: 196-204.
38. Shobha–Ranni, N. 1998. The rice situation in Iran. International Rice Commission Newsletter, VOL. 47.
39. Singh, M.K., R.P. Singh, P. Singh, R.K. Singh and R.P. Srivastava. 2018. Reciprocal crosses in early maturing high yielding rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 5: 50-55.
40. Tabur, S., Z.D. Avci and S. Özmen. 2021. Exogenous salicylic acid application against mitodepressive and clastogenic effects induced by salt stress in barley apical meristems. Biologia, 76(1): 341-350.
41. Wu, J., P. Li, H. Qian and Y. Fang. 2014. Assessment of soil salinization based on a low-cost method and its influencing factors in a semi-arid agricultural area, northwest China. Environmental earth sciences, 71(8): 3465-3475.
42. Yang, Y. and Y. Guo. 2018. Unraveling salt stress signaling in plants. Journal of Integrative Plant Biology, 60(9): 796-804.
43. Zayed, B.A., R.A. EL-Namaky, S.E.M. Seedek and H. F. El-Mowafi. 2013. Exploration hybrid rice under saline soil conditions in Egypt. Journal of Plant Production, 4(1): 1-13.

Ray, P. S., & Islam, M. A. 2008. Genetic analysis of salinity tolerance in rice. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 33(4): 519-529.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]

Evaluation of Rice Genotypes from Crossing based on Salinity Stress Tolerance Indices

Ammar Afkhami Ghadi[1], Farhad Habibzadeh[2] and Seyyed Jaber Hosseini[3]

1- PhD Graduated, Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
2- Assistant Professor, Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
(Corresponding author: habibzadeh_f@eng.ikiu.ac.ir)
3- PhD Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Received: March 27, 2021 Accepted: July 26, 2021

Abstract

Salinity stress is one of the most important abiotic stresses that restricts the growth of crops. In order to group the rice genotypes resulting from crossing of improved cultivars at salinity stress conditions, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications under greenhouse conditions at Sari agricultural sciences and Natural Resources University in 2018. The treatments in the experiment included salinity stress factor at three levels (control, 4 and 8 dS/m) and nine rice genotypes. The different genotypes were grouped based on stress tolerance indices. The results showed that salinity stress reduced grain yield in all genotypes. The highest reduction in grain yield was related to salinity of 8 dS/m in all genotypes. Cluster analysis showed that a good variation between the studied genotypes in terms of stress tolerance indices at the salinity of 4 and 8 dS/m. Based on the results of tolerance indices the Jelodar × Danesh genotype had the highest value in terms of tolerance indices in both salinity conditions of 4 and 8 dS/m and was recognized as a tolerant genotype. Also, the genotype Danesh × Parto, in salinity of 4 dS/m and Danesh genotype in salinity of 8 dS/m, were known as susceptible genotype.

Keywords: Correlation, Cluster analysis, Principal component, Yield

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.108]