

ارزیابی تحمل به شوری تعدادی از ژنوتیپ‌های برنج تحت شرایط غرب استان گیلان (آستارا)

فرزین سعیدزاده*^۱، رضا تقی‌زاده^۲ و الشاد قربان‌اف^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۳۱

تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۳۰

چکیده

به منظور بررسی و مقایسه میزان تحمل به شوری ده رقم برنج، دو آزمایش جداگانه در دو مزرعه با خاک شور و غیرشور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط اقلیمی غرب گیلان - آستارا طی دو سال زراعی و ۱۳۸۹۱۳۸۸ اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین شرایط تنش، بین ارقام و نیز اثر متقابل رقم \times تنش اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. مقایسه میانگین عملکرد ارقام در دو شرایط نشان داد که ارقام غریب سیاه‌ریحانی و هاشمی بدون اختلاف معنی‌دار با هم بیشترین و رقم IR29 کمترین میزان عملکرد دانه را داشتند. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم \times تنش نشان داد که ارقام غریب سیاه‌ریحانی و حسن‌سرایبی آتشیگاه تحت شرایط بدون تنش و رقم هاشمی تحت شرایط تنش شوری بالاترین عملکرد دانه را تولید کردند و کم‌ترین عملکرد دانه نیز متعلق به رقم IR29 تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش بود. شاخص تحمل به تنش در رقم هاشمی نسبت به سایر ارقام بیشتر بود. تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش، دو مولفه اصلی با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک شناسایی کرد که ۹۹/۹ درصد از تغییرات کل جمعیت مورد مطالعه را توجیه کردند. پراکنش ارقام مطالعه شده بر اساس بای‌پلات حاصل از عملکرد دانه و شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش، ارقام هاشمی، طارم امیری، طارم پاکوتاه و غریب سیاه‌ریحانی را متحمل و IR29 را رقم حساس به شوری معرفی کرد. ارقام متحمل جهت اصلاح تحمل به شوری در برنامه‌های به‌نژادی پیشنهاد می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های تحمل به تنش، شرایط اقلیمی، عملکرد دانه

۱- مربی، گروه کشاورزی، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران

۲- استادیار، گروه کشاورزی، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران

۳- استاد، دانشگاه دولتی باکو، باکو، جمهوری آذربایجان

* نویسنده مسئول: f.saeidzadeh@iau-astara.ac.ir

مقدمه

گردید. شوری باعث می‌گردد، پانیکول‌ها کوچک‌تر شده و تعداد خوشه‌چه‌ها و تعداد دانه در پانیکول، کمتر ایجاد گردد (Mirmohammadi and Ghareyazi, 2002). گرگوریو و همکاران (Gregorio *et al.*, 1997) گزارش نمودند که یکی از نشانه‌های ناشی از آسیب‌های وارده توسط نمک، کاهش عملکرد دانه می‌باشد.

توحید الاسلام و سراج (Touhidul Islam and Seraj, 2009) در مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد گونه وحشی با گونه زراعی برنج تحت شرایط شوری و بدون شوری مشاهده کردند که بین ارقام و سطوح شوری از لحاظ عملکرد تک بوته اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. آیشا شرن و همکاران (Aisha shereen *et al.*, 2005) گزارش نمودند که واکنش‌های متنوعی در پاسخ به شوری در مرحله رشد رویشی و زایشی وجود دارد. واکنش مقاومت در مرحله رشد رویشی نشاء، بیشتر به کاهش عملکرد دانه منجر می‌گردد. کلیه اجزای عملکرد به‌طور معنی‌داری تحت شرایط شوری، کاهش یافته و در بین صفات مورد مطالعه، صفت پوکی دانه تأثیر بیشتری بر کاهش عملکرد دانه بر جای می‌گذارد. عبدالله و همکاران (Abdullah *et al.*, 2001) گزارش نمودند که شوری موجب ایجاد اختلال در فرآیند پر شدن دانه می‌گردد. مقاومت گیاه به شرایط شوری محیط، ممکن است با ظرفیت تولید محصول آن گیاه در یک سطح معینی از شوری محیط، اندازه‌گیری شود. از نظر زراعی، در شوری‌های بالا تحمل گیاه به نمک از اهمیت اقتصادی کمی برخوردار است. کشت در شرایط شور و مقایسه محصول نسبی آن با شرایط غیر شور مناسب‌ترین روش برای تعیین میزان تحمل به شوری می‌باشد (Mirmohammadi and Ghareyazi, 2002). در ایران صرف‌نظر از اراضی مرغوب در جلگه‌های استان گیلان، مازندران و بسیاری از مناطق برنج‌خیز، برخی از مناطق کم بازده ساحلی و بخشی از اراضی گیلان متأثر از شوری املاح موجود در خاک می‌باشند که این امر برای ارقام حساس و غیر متحمل به شرایط شوری مشکلاتی را ایجاد می‌نماید و پتانسیل عملکرد بسیاری از ارایته‌های برنج با افزایش میزان شوری خاک به شدت کاهش می‌یابد. شوری یکی از مشکلاتی است که گریبانگیر زمین‌های زراعی موجود، به خصوص مزارع تحت آبیاری‌های نامتعارف شده است (Mirmohammadi and Ghareyazi, 2002). پیشروی آب دریای خزر و همچنین

شوری به عنوان یک عامل استرس‌زای محیطی و محدودکننده تولیدات زراعی، رشد و توسعه گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Lauchli and Grattan, 2007). برنج یک محصول حساس به شوری است که واکنش آن به تنش شوری با مراحل رشد، غلظت و مدت تأثیر آن متفاوت است (Shannon *et al.*, 1998; Zeng and Shannon, 2000a). خاک شور به دلیل جلوگیری از جذب آب و عناصر غذایی مورد نیاز به درون گیاه، یکی از مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاهان زراعی، به خصوص در زراعت آبی گزارش شده است (Mirmohammadi and Ghareyazi, 2002). شوری، توسعه زمین‌های زیرکشت برنج را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ضرورت کشت و توسعه ارقام مقاوم به شوری را آشکار می‌سازد (Zeng and Shannon, 2000b). شوری محیط ریشه و غرقاب بودن خاک عاملی است که می‌تواند جذب نمک را در مقایسه با شرایط غیر غرقابی افزایش دهد. نتایج آزمایش تحمل به شوری برنج در شرایط خاک شور ($EC = 8.5 \text{ dS.m}^{-1}$) نشان داد که عملکرد در همه ژنوتیپ‌ها با افزایش شوری کاهش یافت (Ali *et al.*, 2004). حسام الزمان و همکاران (Hasamuzzaman *et al.*, 2009) گزارش نمودند که با افزایش سطوح شوری، کاهش در تعداد دانه‌های بارور منجر به کاهش عملکرد نهایی دانه گردید. آن‌ها کاهش عملکرد دانه را به کاهش تراکم گیاه و کاهش تعداد دانه در پانیکول نسبت دادند. عبید محمد و آریف خان (Abid mahmood and Arif Khan, 2009) گزارش نمودند که تحت شرایط تنش شوری، اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای کلیه صفات مورد بررسی وجود دارد. اسلام و همکاران (Islam *et al.*, 2007) نتیجه گرفتند که عملکرد دانه کپه با افزایش سطوح شوری در مقایسه با شاهد کاهش یافت و اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح شوری برای صفت مذکور معنی‌دار بود. وئون یانگ و همکاران (Weon Young *et al.*, 2003) نتیجه گرفتند که با افزایش شوری عملکرد دانه کاهش می‌یابد. معتمد و همکاران (Motamed *et al.*, 2008) نتیجه گرفتند که شوری، اثرات منفی بر عملکرد دانه داشته و تعداد پنجه‌های غیر بارور را افزایش می‌دهد. واتانا و مایسایا (Wattana and Maysaya, 2008) نیز مشاهده نمودند که شوری موجب کاهش وزن خشک ارقام مورد مطالعه

فرناندز (Fernandez, 1992)، شاخص‌هایی که در دو محیط نرمال و تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه باشند به‌عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند.

این پژوهش به‌منظور بررسی عملکرد ارقام برنج در شرایط خاک شور و مقایسه آن با شرایط غیر شور و شناسایی ارقام متحمل به تنش شوری در نواحی غربی استان گیلان (شهرستان آستارا) اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مقایسه و بررسی میزان تحمل به شوری در شرایط طبیعی، آزمایشی با ده رقم برنج (جدول ۱) در دو شرایط مزرعه‌ای جداگانه (دو قطعه زمین زراعی با خاک شور و بدون شوری) در شرایط اقلیمی غرب گیلان- آستارا (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی) به ارتفاع ۲۱/۱ متر پائین‌تر از سطح دریا در سال‌های زراعی ۱۳۸۸-۸۹ اجرا شد. عملیات آماده‌سازی خزانه در فروردین ماه انجام شد و بذره‌های جوانه‌دار در خزانه کشت شدند.

شور بودن آب بعضی از رودخانه‌های فصلی و دائم، تهدید جدی برای شور شدن شالیزارهای استان‌های ساحلی خزر محسوب می‌شوند. تلاش برای کاهش شوری خاک با استفاده از روش‌های مکانیکی و اصول به‌زراعی مانند آبیاری، زهکشی و اصلاح خاک معمولاً پرهزینه بوده و کاربردی نمی‌باشد. از این رو برای تداوم زراعت برنج در این نواحی به واریته‌های متحمل در برابر تنش شوری نیاز می‌باشد (Kavoosi, 2004). علاوه بر بررسی فنوتیپی، به‌منظور شناخت واکنش ارقام به تنش شوری، می‌توان از انواع شاخص‌های تحمل یا حساسیت نیز استفاده کرده و ارقام را از نظر واکنش آن‌ها در شرایط وجود و عدم وجود تنش به چهار گروه شامل ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط (گروه A)، دارای عملکرد مطلوب در محیط بدون تنش (گروه B)، با عملکرد خوب در محیط تنش و دارای عملکرد پایین در هر دو محیط تنش و بدون تنش (گروه D) تقسیم‌بندی کرد (Fernandez, 1992). فرناندز (Fernandez, 1992) معتقد است که مناسب‌ترین معیار برای انتخاب ژنوتیپ‌ها برای تنش، معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. طبق نظر

جدول ۱- ژنوتیپ‌های برنج مورد استفاده در این آزمایش

Table 1. The rice genotypes used in this experiment

Genotype	ژنوتیپ	Pedigree	شجره
Dorfak	درفک	Sepidrood× Salari	سپیدرود × سالاری
Tabesh	تابش	Improved variety	اصلاح شده
Amol-3	آمل ۳	GEB 24×TN-1	اصلاح شده
Gharib-Siahreyhani	غریب سیاه‌ریحانی	Iranian local variety	بومی ایرانی
Hasansaraei Atashgah	حسن‌سرای آت‌شگاه	Iranian local variety	بومی ایرانی
Tarom Pakotah	طارم پاکوتاه	Iranian local variety	بومی ایرانی
Domsefid	دم‌سفید	Iranian local variety	بومی ایرانی
Tarom Amiri	طارم امیری	Iranian local variety	بومی ایرانی
Hashemi	هاشمی	Iranian local variety	بومی ایرانی
IR29	IR29	IR 833-6-2-1-1 /// IR 1561-149-1///IR 24*4/O. NIVARA	IRRI

می‌باشد. یک هفته قبل از انتقال نشا به زمین اصلی، از نقاط مختلف مزارع آزمایشی در محیط شور و بدون شور نمونه‌های مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و سپس یک نمونه دو کیلوگرمی بسته‌بندی شد با ثبت مشخصات کامل محل نمونه‌برداری به آزمایشگاه تجزیه خاک انتقال یافتند (جدول ۲).

خزانه به صورت جوی و پشته‌ای و در داخل مزرعه بدون شوری احداث گردید. از مجموع ۲۵۰ هکتار از اراضی شالیزاری شهرستان آستارا حدود ۲۰ درصد در معرض شوری خاک می‌باشد که با متوسط عملکرد پایین‌تری نسبت به مزارع نرمال (به‌طور متوسط ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) زیر کشت رقم غالب منطقه (هاشمی)

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دو مزرعه آزمایشی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

Table 2. Soil physical and chemical properties of the two experimental fields (0-30 cm)

Soil characteristic	مشخصات خاک	خاک شور Saline soil	خاک غیرشور Non-saline soil
pH	اسیدیته گل اشباع	6.86	6.49
EC (dS.m ⁻¹)	هدایت الکتریکی	4.77	0.36
Organic carbon (%)	کربن آلی (درصد)	1.40	1.37
Total N (%)	ازت کل (درصد)	0.19	0.27
P (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)	37	42
K (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)	156	142
Saturation (%)	درصد اشباع	79	76
Clay (%)	درصد رس	11	13
Silt (%)	درصد سیلت	51	53
Sand (%)	درصد شن	38	34
Soil texture	بافت خاک	Silty loam	Silty loam

تنش شوری، شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

- شاخص حساسیت به تنش (Fisher and Maurer, 1978):

$$SSI = \frac{1 - (Y_s/Y_p)}{SI}, \quad SI = 1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \quad (1)$$

- شاخص تحمل (Rosille and Hamblin, 1981):

$$TOL = Y_p - Y_s \quad (2)$$

- بهره‌وری متوسط (Rosille and Hamblin, 1981):

$$MP = \frac{Y_p + Y_s}{2} \quad (3)$$

- میانگین هندسی بهره‌وری (Fernandez, 1992):

$$GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s} \quad (4)$$

- شاخص تحمل به تنش (Fernandez, 1992):

$$STI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p)^2} \quad (5)$$

- میانگین هارمونیک (Rosille and Hamblin, 1981):

$$HMP = \frac{2 \times Y_p \times Y_s}{Y_p + Y_s} \quad (6)$$

در این روابط، Y_p و Y_s به ترتیب عملکرد هر رقم تحت شرایط بدون تنش و تنش شوری، \bar{Y}_p و \bar{Y}_s به ترتیب میانگین عملکرد کلیه ارقام تحت شرایط بدون تنش و تنش و SI شدت تنش می‌باشند.

پس از بررسی یکنواختی خطای آزمایش با استفاده از آزمون بارلت، تجزیه واریانس مرکب با فرض ثابت بودن

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ده رقم و سه تکرار به طور جداگانه در دو مزرعه شور و غیرشور انجام شد. توزیع تیمارها در واحدهای آزمایشی به‌طور تصادفی انجام شد. مطابق نقشه در هر تکرار ۱۰ کرت، در هر کرت ۱۰ خط کشت به طول ۱۰ متر با فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر از هم و فاصله کپه‌ها روی ردیف ۶ سانتی‌متر با تعداد ۳ نشا در هر کپه، ۱۶۷ کپه در هر ردیف و ۱۶۷۰ کپه در هر کرت منظور گردید. طول هر کرت ۱۰ متر، عرض هر کرت ۳ متر، طول تکرار ۳۰ متر، فاصله تکرارها از هم ۰/۵ متر با مساحت هر طرح به میزان ۹۳۰ مترمربع و به‌صورت دو طرح جداگانه در دو شرایط محیطی (شور و بدون شوری) طی دو سال زراعی ۸۸-۸۹ بر روی زمین پیاده شدند. نشاکاری در اردیبهشت با دست انجام و سپس، مزرعه آبیاری شد، طوری که به‌طور متوسط حدود ۵ سانتی‌متر آب، در تمام طول مدت رشد برنج و تا ۱۵ روز قبل از برداشت محصول در کرت‌ها وجود داشت. کودهای شیمیایی اوره به مقدار ۲۰۰ و سولفات پتاسیم به میزان ۳۵۰ کیلوگرم بر هکتار هر یک در سه نوبت (یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در زمان حداکثر پنجه‌زنی و بقیه یک هفته قبل از شکم دار شدن خوشه‌ها) مصرف شد. وجین اول، ۲۰ روز بعد از نشا و وجین دوم ۱۵ روز بعد از وجین اول انجام شد. برداشت محصول در تاریخ‌های متفاوت برحسب رسیدن ارقام مختلف برنج بعد از حذف اثر حاشیه انجام گرفت. اندازه‌گیری کلیه صفات بر اساس سیستم ارزیابی استاندارد برنج (IRRI, 2002) انجام شد. برای ارزیابی میزان پاسخ ارقام مطالعه شده به

عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. همچنین اثر متقابل رقم \times شرایط تنش نیز از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهنده واکنش متفاوت ارقام برنج مطالعه شده تحت شرایط بدون تنش و تنش شوری خاک مزرعه مورد مطالعه بود (جدول ۳). نگوین و نگوین (Nguyen and Nguyen, 2007) گزارش کردند که بین ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری تحت شرایط شوری وجود دارد. اسلام و همکاران (Islam et al., 2007) نیز مشاهده کردند که بین ارقام برنج مختلف از لحاظ عکس‌العمل به سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

ژنوتیپ‌ها و شرایط تنش و تصادفی بودن سال انجام شد. برای مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه از آزمون LSD استفاده شد. برای شناسایی ارقام متحمل به شوری از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از شاخص‌های تنش و عملکرد دانه در دو محیط تنش و نرمال همراه با رسم نمودار بای‌پلات انجام شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها و رسم نمودارها با نرم‌افزارهای SAS ver. 9.2 و XLSTAT 2014 انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که بین شرایط تنش شوری و نیز بین ارقام مورد بررسی از نظر

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ارقام برنج در شرایط نرمال و تنش شوری طی دو سال زراعی (۸۸ و ۸۹)
Table 3. Combined analysis of variance for grain yield rice cultivars under salinity and non-salinity conditions in two years (2009-2010)

Source of variation	منابع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield
Year (Y)	سال	1	0.025 ^{ns}
Salinity stress (S)	تنش شوری	1	124.799 ^{**}
Y \times S	سال \times تنش	1	0.016 ^{ns}
Replication / YS	تکرار درون سال و تنش	8	0.006
Variety (V)	رقم	9	2.475 ^{**}
S \times V	تنش \times رقم	9	0.802 ^{**}
Y \times V	سال \times رقم	9	0.003 ^{ns}
Y \times S \times V	سال \times تنش \times رقم	9	0.003 ^{ns}
Error	خطای آزمایش	72	0.003
CV (%)	ضریب تغییرات (درصد)	-	2.05

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

۲/۶۲ و ۰/۷۶ تن در هکتار بیشترین و کمترین میزان عملکرد را به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین عملکرد دانه برای ارقام در ۲ سال (۸۹-۱۳۸۸) نشان داد که ارقام غریب سیاه‌ریحانی و رقم هاشمی با عملکرد دانه یکسان (۳/۲۰ تن در هکتار) و بدون اختلاف معنی‌دار، بیشترین مقدار عملکرد را تولید کرد و رقم IR29 با میانگین ۱/۷۰ تن در هکتار کمترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داد. ارقام غریب سیاه‌ریحانی و IR29 تحت شرایط تنش شوری به ترتیب ۴۵/۴۱ و ۷۰/۳۳ درصد افت

متوسط عملکرد دانه کلیه ارقام برنج در محیط تنش شوری (۱/۷۸ تن در هکتار) بود که ۴۶/۱۶ درصد نسبت به شرایط بدون تنش (۳/۷۹ تن در هکتار) کاهش داشت. مقایسه میانگین ارقام برنج برای صفت عملکرد دانه تحت شرایط بدون شوری (جدول ۴) نشان داد که از بین ارقام مورد مطالعه بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب به ارقام غریب سیاه‌ریحانی با میانگین ۴/۱۴ تن و IR29 با ۲/۶۲ تن در هکتار تعلق داشت (جدول ۴). در شرایط شوری نیز ارقام هاشمی و IR29 به ترتیب با میانگین

است باعث ۳۰ الی ۵۰ درصد کاهش در عملکرد شود. کومارسینگ و همکاران (Kumar Singh *et al.*, 2010) نیز گزارش کردند که در غیاب هرگونه معیار گزینشی ساده و معتبر، کاهش ۵۰ درصدی در عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها، تحت تنش شوری نسبت به عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال (غیر تنش) می‌تواند به عنوان حد بحرانی برای گزینش یا رد ژنوتیپ‌ها مطرح شود. حسام‌الزمان و همکاران (Hasamuzzaman *et al.*, 2009) مشاهده کردند که اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف شوری وجود دارد و با افزایش سطح شوری، اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه کاهش می‌یابد.

عملکرد نسبت به محیط بدون تنش داشتند و این مقدار برای رقم هاشمی ۳۰/۸۷ درصد بود. در این آزمایش، ارقام پرمحصول هم‌چون آمل ۳ و درفک دارای عملکرد پایینی بودند، چون پس از درو نمودن محصول و قبل از جمع‌آوری به دلیل بارندگی انتهای فصل (شکل ۱) و باقی ماندن محصول درو شده در زیر باران برای مدت طولانی دستخوش ریزش دانه در هنگام جمع‌آوری محصول شدند که امری غیر قابل کنترل بود. این امر یکی از دلایل عدم استقبال از ارقام مذکور در منطقه می‌باشد. ارقام زودرس تحت تأثیر بارندگی‌های انتهای فصل قرار نمی‌گیرند. ابیلش جوزف و موهانان (Abhilash Joseph and Mohanan, 2013) عنوان کردند که تنش شوری ممکن

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار) برای ارقام و اثر متقابل ارقام × شوری

Table 4. Mean comparison of total grain yield (ton.ha⁻¹) of the studied varieties and each experimental condition

Variety	رقم	میانگین کل Total mean	میانگین عملکرد تحت شرایط آزمایش	
			Grain yield under	
			تنش شوری Salinity stress	بدون تنش Non-salinity stress
Dorfak	درفک	2.798	1.61	3.98
Tabesh	تابش	2.492	1.08	3.90
Amol 3	آمل ۳	2.680	1.54	3.82
Gharib Siahreihani	غریب سیاه‌ریحانی	3.197	2.26	4.14
Hasansaraei Atashgah	حسن‌سرایبی آتشفشان	2.776	1.52	4.03
Tarom Pakotah	طارم پاکوتاه	3.136	2.30	3.97
Domsefid	دم‌سفید	2.632	1.43	3.83
Tarom Amiri	طارم امیری	3.073	2.34	3.81
Hashemi	هاشمی	3.205	2.62	3.79
IR29	IR29	1.696	0.78	2.62
LSD	LSD	0.046	0.038	0.086

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف آماری معنی‌داری با استفاده از آزمون LSD ندارند.

Means with the same letters in each column have not significantly differences using LSD test.

(جدول ۴) و با توجه به اینکه دارای عملکردی بالاتر از میانگین عملکرد کل ارقام مورد بررسی در محیط تنش (۱/۷۸ تن در هکتار) و بدون تنش (۳/۷۹ تن در هکتار)، بودند (جدول ۴)، بنابراین بر اساس تقسیم‌بندی فرناندز (Fernandez, 1992) در گروه A قرار داشتند. رقم IR29 نسبت به سایر ارقام از حساسیت به تنش بیشتری برخوردار بود و عملکرد قابل قبولی در هر دو محیط از خود نشان نداد (جدول ۵). این رقم دارای عملکرد پایین‌تری نسبت به سایر ارقام در هر دو محیط بوده و در

شدت تنش در این آزمایش ۰/۵۴ بود (جدول ۵). رقم هاشمی (شاهد) و بعد از آن غریب سیاه‌ریحانی، طارم پاکوتاه و طارم امیری از میانگین بهره‌وری، میانگین هارمونیک و شاخص تحمل به تنش بیشتر و شاخص حساسیت به تنش و شاخص مقاومت به تنش کمتری نسبت به سایر ارقام داشتند که نشان‌دهنده تحمل بهتر شرایط شوری توسط این ارقام نسبت به سایر ارقام مورد بررسی بود (جدول ۵). این ارقام در مقایسه میانگین از نظر عملکرد دانه نیز در گروه‌های اول تا سوم قرار داشتند

گروه‌بندی فرناندز بود (Fernandez, 1992). گلستانی و پاک‌نیت (Golestani and Pakniyat, 2007) و ایزددوست و همکاران (Izaddoost et al., 2013) نیز ضعف این دو شاخص را در تفکیک ژنوتیپ‌های متعلق به این گروه‌ها گزارش کردند.

واقع در گروه D قرار دارد، ولی از نظر شاخص TOL همانند ارقام گروه A است. همچنین بر اساس شاخص SSI رقم تابش که در گروه B قرار داشت، شاخص حساسیت بالاتری نسبت به IR29 داشت که نشان‌دهنده ضعف این دو شاخص در تفکیک ژنوتیپ‌ها بر اساس

جدول ۵ - شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش شوری در ارقام برنج مورد مطالعه*

Table 5. Salinity tolerance and susceptibility indices for the studied rice varieties*

Variety	رقم	Y _S	Y _P	SSI	MP	GMP	STI	HMP	TOL
Dorfak	درفک	1.61	3.98	1.11	2.80	2.53	1.70	2.30	2.37
Tabesh	تابش	1.08	3.90	1.34	2.49	2.06	1.12	1.70	2.82
Amol 3	آمل ۳	1.54	3.82	1.11	2.68	2.43	1.55	2.20	2.27
Gharib Siahreihani	غریب سیاه‌ریحانی	2.26	4.14	0.84	3.20	3.06	2.46	2.92	1.88
Hasansaraei Atashgah	حسن‌سرای آت‌شگاه	1.52	4.03	1.16	2.78	2.48	1.62	2.21	2.50
Tarom Pakotah	طارم پاکوتاه	2.30	3.97	0.78	3.14	3.02	2.41	2.92	1.66
Domsefid	دم‌سفید	1.43	3.83	1.16	2.63	2.34	1.45	2.08	2.40
Tarom Amiri	طارم امیری	2.34	3.81	0.72	3.07	2.98	2.35	2.90	1.47
Hashemi	هاشمی	2.62	3.79	0.57	3.20	3.15	2.62	3.10	1.17
IR29	IR29	0.78	2.62	1.31	1.70	1.42	0.54	1.20	1.84

*: شاخص‌های تنش عبارت‌اند از: Y_S عملکرد دانه تحت شرایط تنش شوری، Y_P عملکرد دانه تحت شرایط بدون تنش، SSI شاخص حساسیت به تنش، MP میانگین بهره‌وری، GMP میانگین هندسی بهره‌وری، STI شاخص تحمل به تنش، HMP میانگین هارمونیک، TOL شاخص تحمل. شدت تنش شوری در این تحقیق ۰/۵۳۸ برآورد شد.

*: Stress indices are including: Y_S, grain yield under salinity stress; Y_P, grain yield under non-stress condition; SSI, stress susceptibility index; MP, mean productivity; GMP, geometric mean productivity; STI, stress tolerance index; HMP, harmonic mean; TOL, tolerance index. The salinity stress intensity in this research was calculated 0.538.

همبستگی آن‌ها با مؤلفه اول مثبت بود. درحالی‌که این ضرایب برای شاخص‌های حساسیت (SSI) و مقاومت به تنش (TOL) منفی و بزرگ بود، بنابراین گزینش بر اساس این مؤلفه باعث گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری خواهد شد و می‌توان این مؤلفه را مؤلفه تحمل به تنش شوری نامید. شاخص حساسیت به تنش و عملکرد در محیط بدون تنش در تبیین مؤلفه دوم دارای بالاترین ضرایب مثبت بودند و بنابراین این مؤلفه را می‌توان مؤلفه حساسیت به تنش نامید و یعنی با انتخاب ارقامی که در بای‌پلات در نواحی با میزان بالای این مؤلفه قرار دارند، به عملکرد بیشتر و پایدارتر دست می‌یابیم. هر رقمی دارای مقادیر کم از لحاظ این مؤلفه باشد دارای تحمل بیشتری خواهند بود؛ بنابراین بر اساس بای‌پلات حاصل از مؤلفه

نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (جدول ۶) برای صفت عملکرد دانه تحت دو شرایط آزمایشی و شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش شوری نشان داد که از ۶ مؤلفه حاصل فقط دو مؤلفه اول دارای مقادیر ویژه بالاتر از یک بودند و ۹۹/۹ درصد از تغییرات توسط دو مؤلفه اول تبیین می‌گردد و حذف سایر مؤلفه‌ها تأثیر بسیار ناچیزی در میان تغییرات داشت، ترسیم بای‌پلات بر اساس این دو مؤلفه انجام شد (شکل ۲). عملکرد در شرایط تنش و شاخص‌های میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص تحمل به تنش و میانگین هارمونیک دارای بالاترین ضریب مثبت (بزرگ‌تر از ۰/۳) در تبیین مؤلفه اول بودند. این مؤلفه‌ها دارای زاویه کمتر از ۹۰ درجه با محور مؤلفه اول بودند (شکل ۲) بنابراین

نتیجه‌گیری کلی

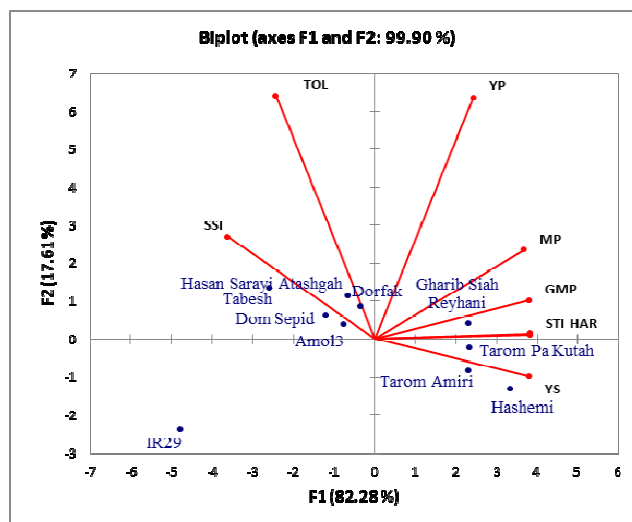
نتایج حاصل از این تحقیق جهت ارزیابی میزان تحمل به شوری ده رقم و لاین برنج تحت شرایط مزرعه‌ای (که در دو مزرعه با خاک شور و غیرشور واقع در شهرستان آستارا در غرب استان گیلان اجرا شد)، نشان داد که از بین ارقام برنج مورد مطالعه، چهار رقم هاشمی، طارم امیری، طارم پاکوتاه و غریب سیاه‌ریحانی (به ترتیب با عملکرد ۲/۶۲، ۲/۳۴، ۲/۳۰ و ۲/۲۶ تن در هکتار تحت شرایط خاک شور و ۳/۷۹، ۳/۸۱، ۳/۹۷ و ۴/۱۴ تن در هکتار تحت شرایط خاک غیرشور)، با تحمل شوری خاک ۴/۷ دسی‌زیمنس بر متر (شرایط شوری خاک مزرعه مورد بررسی) در شرایطی که تنش کم‌آبی وجود نداشت، به‌عنوان ارقام متحمل به شوری در شرایط این آزمایش شناسایی شدند. در مقابل، رقم IR29 نیز با عملکرد دانه ۲/۶۲ تن در هکتار تحت شرایط بدون تنش و عملکرد دانه بسیار پایین (فقط ۰/۷۸ تن در هکتار) تحت شرایط تنش شوری، حساس‌ترین رقم بود. به نظر می‌رسد ارقام متحمل فوق پتانسیل ژنتیکی مناسبی جهت تحمل آثار سوء ناشی از شوری داشته باشند و از این رو پیشنهاد می‌شود به عنوان منابع ژنتیکی ارزشمند در برنامه‌های اصلاحی تحمل به شوری مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

اول و دوم رقم‌هایی که از نظر مؤلفه اصلی اول دارای مقادیر بالاتر و از نظر مؤلفه دوم دارای مقادیر کمتر هستند یعنی ارقام هاشمی، طارم امیری، طارم پاکوتاه و غریب سیاه‌ریحانی، متحمل‌تر به شوری خواهند بود. پراکنش ارقام بر اساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم (شکل ۱) نشان داد که رقم هاشمی متحمل‌ترین رقم به شوری است و بعد از آن ارقام طارم امیری، طارم پاکوتاه و غریب سیاه‌ریحانی نسبت به سایر ارقام تحمل بیشتری نسبت به شوری دارند و رقم IR29 حساس‌ترین رقم در بین ارقام می‌باشد. برخی از ارقام محلی بسیار متحمل‌تر از ارقام اصلاح‌شده به تنش‌های غیر زیستی هستند (Abhilash Joseph and Mohanan, 2013). پژوهشگران دیگری نیز تحمل بیشتر تنش شوری را توسط ارقام محلی نسبت به ارقام اصلاحی گزارش نمودند (Mohammadzadeh et al., 2011; Biabani et al., 2012). صبوری و همکاران (Sabouri et al., 2012) نیز در مطالعه خود چند رقم برنج بومی ایرانی از جمله رقم هاشمی را مورد بررسی قرار دادند و این رقم را جزء ژنوتیپ‌هایی گزارش کردند که دارای قابلیت ترکیب‌پذیری بالا از نظر صفات تحمل به شوری است و آن را برای برنامه‌های اصلاحی به منظور بهبود تحمل به شوری توصیه کردند.

جدول ۶ - تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش

Table 6. Principle component analysis using grain yield and stress tolerance and susceptibility indices

Index	شاخص	مؤلفه اصلی اول PC1	مؤلفه اصلی دوم PC2
Yield under stress conditions	عملکرد تحت شرایط تنش	0.387	-0.1
Yield under non-stress conditions	عملکرد تحت شرایط بدون تنش	0.248	0.649
Stress susceptibility index	شاخص حساسیت به تنش	-0.368	0.275
Mean productivity	میانگین بهره‌وری	0.374	0.238
Geometric mean productivity	میانگین هندسی بهره‌وری	0.387	0.103
Stress tolerance index	شاخص تحمل به تنش	0.389	0.011
Harmonic mean	میانگین هارمونیک	0.389	0.016
Tolerance index	شاخص تحمل	-0.247	0.652
Eigen value	مقدار ویژه	6.5826	1.4092
Variance (%)	درصد واریانس	0.823	0.176
Cumulative variance (%)	درصد واریانس تجمعی	0.823	0.999



شکل ۱- گروه‌بندی ارقام برنج مورد بررسی بر اساس عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش با استفاده از تجزیه بای پلات
Figure 1. Grouping the studied rice varieties using grain yield and stress tolerance indices by biplot analysis

References

- Abdullah, Z., Khan, M. A. and Flowers, T. J. 2001. Causes of sterility in seed set of rice under salinity stress. *Journal of Agronomy and Crop Science* 187 (1): 25-35.
- Abhilash Joseph, E. and Mohanan, K. V. 2013. A study on the effect of salinity stress on the growth and yield of some native rice cultivars of Kerala state of India. *Agriculture, Forestry and Fisheries* 2 (3): 141-150.
- Abid Mahmood, T. L. and Arif Khan, M. 2009. Effect of salinity on growth, yield and yield components in basmati rice germplasm. *Pakistan Journal of Botany* 41 (6): 3035-3045.
- Aisha Shereen, S., Mumtaz, S., Khan Raza, M. A. and Solangi, S. 2005. Salinity effects on seedling growth and yield components of different inbred rice lines. *Pakistan Journal of Botany* 37 (1): 131-139.
- Ali, Z., Aslam, Z., Ashraf, M. Y. and Tahir, G. R. 2004. Effect of salinity on chlorophyll concentration, leaf area, yield and yield components of rice genotypes grown under saline environment. *International Journal of Environmental Science and Technology* 1 (3): 221-225.
- Biabani, A., Sabouri, H. and Nakhzari, A. 2012. Study of yield components of rice cultivars under salinity stress condition. *Journal of Plant Production* 19 (4): 173-186. (In Persian with English Abstract).
- Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo C. G. (Ed.). Proceedings of an international symposium on adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress. August 13-18, Taiwan. pp: 257-270.
- Fisher, R. A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: Grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 897-912.
- Golestani, M. and Pakniyat, H. 2007. Evaluation of drought tolerance indices in sesame lines. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science* 11: 141-150. (In Persian with English Abstract).
- Gregorio, G. B., Senadhira, D. and Mendoza, R. D. 1997. Screening rice for salinity tolerance. IRRI Discussion Paper, Series No. 22. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
- Hasamuzzaman, M., Fujita, M., Islam, M. N., Ahamed, K. U. and Nahar, K. 2009. Performance of four irrigated rice varieties under different levels of salinity stress. *International Journal of Integrative Biology* 6 (2): 15-25.
- IRRI. 2002. Standard evaluation system for rice. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.

- Islam, M. Z., Baset Mia, M. A., Islam, M. R. and Akter, A. 2007.** Effect of different saline levels on growth and yield attributes of mutant rice. **Journal of Soil Nature** 1 (2): 18-22.
- Izaddoost, H., Samizadeh, H., Rabiei, B. and Abdollahi, Sh. 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 with English Abstract).
- Kavoosi, M. 2004.** The survey of interaction effects of different nitrogen and potassium levels on the rice yield. Rice research Institute of Iran, Rasht, Iran. 24 p. (In Persian with English Abstract).
- Kumar Singh, R., Redoña, E. and Refuerzo, L. 2010.** Varietal improvement for abiotic stress tolerance in crop plants: Special reference to salinity in rice. In: Pareek, A., Sopory, S. K., Bohnert, H. J. and Govindjee, R. (Eds.). Abiotic stress adaptation in plants. Physiological, Molecular and Genomic Foundation. Springer Science and Business Media B.V. pp: 387-415.
- Lauchli, A. and Grattan, S. R. 2007.** Plant growth and development under salinity stress. In: Jenks, M. A., Hasegawa, P. M. and Jain, S. M. (Eds.). Advances in molecular breeding towards salinity and drought tolerance. Springer, The Netherlands. pp: 1-32.
- Mirmohammadi, S. A. M. and Ghareyazi, B. 2002.** Physiological aspects and breeding for salinity stress in plants. Esfahan Industrial University Press. 274 p. (In Persian with English Abstract).
- Mohammadzadeh, M., Peighambari, S. A., Nabipoor, A. and Noroozi, M. 2011.** Evaluating of yield and morphological characters in tolerance and sensitive genotypes to salinity stress in rice. **Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding** 6 (4): 61-71. (In Persian with English Abstract).
- Motamed, M. K., Asadi, R., Rezaei, M. and Amiri, E. 2008.** Response of high yielding rice varieties to NaCl salinity in greenhouse circumstances. **African Journal of Biotechnology** 7 (21): 3866-3873.
- Nguyen, T. C. and Nguyen, T. L. 2007.** Identification of some promising varieties for salinity soil and phosphorous deficient areas in the Mekong Delta. **Journal of Omonrice** 15: 179-184.
- Rosille, A. A. and Hamblin, J. 1981.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. **Crop Science** 21: 943-946.
- Sabouri, H., Sabouri, A. and Navvabpour, S. 2012.** Investigation of genetic control of traits related to salinity tolerance in rice seedling using line \times tester method. **Journal of Crop Production and Processing** 1 (2): 45-63. (In Persian with English Abstract).
- Shannon, M. C., Rhoades, J. D., Draper, J. H., Scardaci, S. C. and Spyres, M. D. 1998.** Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California. **Crop Science** 38: 394-398.
- Touhidul Islam, S. M. and Seraj, Z. I. 2009.** Vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter expression and salt tolerance conferred by *Actin1D* and *CaMV35S* are similar in transgenic binnatoa rice. **Plant Tissue Culture and Biotechnology** 19 (2): 257-262.
- Wattana, P. and Maysaya, T. 2008.** Effect of salinity stress on growth and carbohydrate metabolism in three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity tolerance. **Indian Journal of Experimental Biology** 46: 736-742.
- Weon-Young, C., Kyu-Seong, L., Jong-Cheo, K., Song-Yeol, C. and Don-Hyang, C. 2003.** Critical saline concentration of soil and water for rice cultivation on a reclaimed saline soil. **Korean Journal of Crop Science** 48 (3): 238-242.
- Zeng, L. and Shannon, M. C. 2000a.** Effect of salinity on grain yield and yield components of rice at different seedling densities. **Agronomy Journal** 92: 418-425.
- Zeng, L. and Shannon, M. C. 2000b.** Salinity effects on seedling growth and yield components of rice. **Crop Science** 40: 996-1003.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 6, No. 1, Spring 2016 (31-41)

Evaluation of salinity tolerance in some of rice genotypes under west region of Guilan province (Astara)

Farzin Saeidzadeh^{1*}, Reza Taghizadeh² and Elshad Gurbanov³

Received: May 1, 2015

Accepted: August 21, 2015

Abstract

To evaluate and compare different rice genotypes under salinity conditions, two separate experiments under two salinity and non-salinity fields were conducted in randomized complete block design with three replications in west of Guilan province (Astara) during 2009-2010. Results of the analysis of variance showed that there were significant differences between the salinity conditions, varieties and variety \times stress interaction effect for grain yield at the 1% probability level. Mean comparison of the total grain yield indicated that the varieties Gharib-Siahreihani and Hashemi had the highest and IR29 the lowest grain yield. Mean comparison of variety \times salinity interaction effect showed that the highest grain yield under non-salinity condition belonged to Gharib-Siahreihani and Hasansaraei-Atashgah while under salinity condition, Hashemi produced higher grain yield. In contrast, the lower grain yield under both stress and non-stress conditions belonged to IR29 variety. Hashemi variety had the higher stress tolerance index than the other varieties. Principal component analysis based on grain yield and stress tolerance and susceptibility indices identified two principal components with eigen values greater than one explaining 99.9 % of the total variance in the studied population. Distribution of the studied cultivars based on biplot of the grain yield and these indices presented Hashemi, Tarom-Amiri, Tarom-Pakotah and Garib-Siahreihani as tolerant varieties and IR29 as sensitive variety to salinity stress. Tolerant varieties are recommended to improve salinity tolerance in the rice breeding programs.

Keywords: Climatic conditions, Grain yield, Stress tolerance indices

1. Lecturer, Dept. of Agriculture, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran

2. Assist. Prof., Dept. of Agriculture, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran

3. Prof., Baku State University, Baku, Republic of Azarbaijan

* Corresponding author: f.saeidzadeh@iau.atstara.ac.ir