اثر تنش شوری بر ارقام برنج (*Oryza Sativa L.*) در مرحله گیاهچه‌ای و زایشی تحت شرایط کشت هیدروپونیک

فرزین سعید زاده*[1]، رضا تقی زاده[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات سطوح شوری بر روی ارقام برنج دو آزمایش جداگانه در مرحله گیاهچه‌ای و زایشی به ترتیب در شرایط آزمایشگاهی و اتاقک رشد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (فاکتور اول ۱۰ سطح شوری و فاکتور دوم ۱۰ ژنوتیپ برنج) در سه تکرار اجرا شد. بر اساس نتایج، با افزایش سطوح شوری، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه و مقدار پتاسیم برحسب درصد ماده خشک کاهش و مقدار سدیم اندام، افزایش و در مرحله رشد زایشی، ارتفاع بوته، تعداد پانیکول، تعداد دانه پر در پانیکول و وزن دانه پر در پانیکول کاهش یافت. تجزیه خوشه‌ای بر مبنای صفات مورد بررسی در مرحله زایشی، ارقام مورد مطالعه را به چهار گروه تقسیم کرد و رقم غریب سیاه ریحانی به تنهایی در گروهی مجزا قرار گرفت که به‌عنوان یک رقم و منبع ژنتیکی متحمل به شوری جهت استفاده در برنامه‌های به نژادی قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ***ارقام برنج، شوری، مرحله گیاهچه‌ای، مرحله رشد زایشی***

مقدمه

برنج (*Oryza Sativa* L.) غذای اصلی بیش از ۵۰ درصد جمعیت جهان می‌باشد (Muthayya *et al.*, 2014). شوری به‌عنوان یک عامل تنش‌زای غیر زنده، مانع رشد و توسعه بسیاری از محصولات شده (Pons *et al.*, 2011) و محدودکننده پتانسیل

۱ – مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، آستارا، ایران.
* (نویسنده مسئول: f.saeidzadeh@iau-astara.ac.ir)
۲ – استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، آستارا، ایران.

عملکرد در گیاه برنج می‌باشد (Rajiv *et al.*, 2010). حساسیت ارقام برنج به سطوح مختلف شوری با مراحل رشد، متفاوت بوده (Zeng & Shannon, 2000) به‌طوری‌که بسیاری از ارقام در مرحله جوانه‌زنی مقاوم ولی در مرحله گیاهچه‌ای حساس می‌باشند (Gholizadeh *et al.*, 2013). تحت تنش شوری، رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه ارقام حساس کاهش می‌یابد (Mer *et al.*, 2000) اما ارقام متحمل به دلیل توسعه ریشه خود کمتر تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرند (Wattana & Maysaya, 2008). بسیاری از محققین عقیده دارند که ارقام متحمل مقدار سدیم بیشتری را دفع نموده و با جذب پتاسیم بیشتر، نسبت سدیم به پتاسیم را در اندام‌های خود پایین نگه می‌دارند (Gholizadeh *et al.*, 2013).

در آزمایشی توسط ممیزی و همکاران (Momayezi *et al.*, 2009) مشاهده شد که از لحاظ وزن خشک، بین ژنوتیپ‌ها و سطوح شوری اختلاف معنی‌داری وجود داشته و تحت شرایط شوری ژنوتیپ‌های متحمل، رشد بهتری را نسبت به شاهد نشان دادند. محققین کاهش وزن خشک ریشه، ساقه و غلظت یون K^+ و افزایش یون Na^+ اندام را در اثر افزایش شوری به اثرات ثانویه یا سمیت یونی نسبت دادند (Farahmandfar *et al.*, 2009). با افزایش شوری، تجمع یون Na^+ در برگ‌ها و ریشه ارقام متحمل و حساس برنج و میزان و K^+ به ترتیب افزایش و کاهش می یابد (Moradi & Ismail, 2007). دلیل کاهش یون K^+ را به جایگزینی یون Na^+ به جای یون K^+ در بافت گیاه نسبت داده شده است، که یکی از عوامل مهم ایجاد سمیت می‌باشد (Farahmandfar *et al.*, 2009). در گزارشی عالم‌گیر و همکاران (Alamgir *et al.*, 2007) نیز عنوان نمودند که تحت شرایط تنش، غلظت بالای یون K^+ یک مشخصه مثبت برای تحمل نمک بوده که در اندام‌های هوایی ارقام متحمل، مشاهده شد.

افزایش تنش شوری منجر به اثرات منفی بر عملکرد و اجزای آن نظیر ارتفاع گیاه، تعداد پانیکول، تعداد دانه در پانیکول، وزن خشک اندام‌های هوایی (بیوماس)، مقدار پتاسیم اندام‌های هوایی، وزن و درصد دانه‌های پر می‌شود (Abidmahmood & Arifkhan, 2009). اثر سوء شوری عمدتاً مربوط به بالا بودن فشار اسمزی و سمیت ناشی از تجمع یون‌ها است که منجر به کاهش جذب آب و عناصر غذایی می‌گردد (Homayie, 2002). واکنش‌های متنوعی در پاسخ به شوری در مرحله رشد رویشی و زایشی وجود دارد و واکنش تحمل در مرحله رشد رویشی نشاء، در نهایت به کاهش عملکرد دانه منجر می‌گردد (Aishashereen *et al.*, 2005). تحت تنش ملایم، وزن خشک برخی ارقام برنج در ابتدا تا حدودی افزایش یافته و سپس به علت کاهش سطح برگ، کاهش می‌یابد، اما تنش شدیدتر باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه می‌شود (Gholizadeh *et al.*, 2013). نظر به اهمیت مشکل شوری برای بسیاری از نقاط برنج خیز کشور به خصوص نواحی نزدیک به دریا یعنی حاشیه دریا خزر (Biabani *et al.*, 2012) و با توجه به اینکه، جوانه‌زنی بذر به ویژه در زمان مواجهه با تنش‌های محیطی، یکی از بحرانی‌ترین مراحل زندگی گیاه به شمار می‌رود (Yokoi *et al.*, 2002) که در صورت عبور بذر از مرحله جوانه‌زنی در شرایط تنش، گیاهچه‌های حاصل شانس بیشتری برای ادامه رشد و توسعه داشته و توانایی بالاتری جهت تحمل و غلبه بر شرایط نامساعد محیطی خواهند یافت (Bargali & Bargali, 2016). ازطرفی ظهور سریع و یکنواخت گیاهچه‌ها در مزرعه از جمله عوامل در استقرار و حصول تراکم

بوته مطلوب برای دستیابی به عملکرد کمی و کیفی بالقوه گیاهان زراعی است (Awasthi *et al*., 2016). لذا این تحقیق با هدف شناسایی ارقام متحمل به شوری در مرحله گیاهچه‌ای و رشد زایشی، بررسی صفات وابسته به رشد و ارزیابی میزان تحمل آن‌ها در سطوح مختلف انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف شوری بر روی ارقام برنج دو آزمایش جداگانه یکی در مرحله گیاهچه‌ای و دیگری در مرحله زایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مرکز تحقیقات برنج ایران-رشت انجام گرفت. مرحله اول آزمایش (مرحله گیاهچه‌ای) در شرایط اتاقک رشد انجام شد. در این مرحله از تحقیق، فاکتور اول سطوح شوری (۰، ۲،۴،۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر) و فاکتور دوم ۱۰ ژنوتیپ برنج (جدول ۱) مورد بررسی قرار گرفتند. ارقام مذکور از موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت تهیه گردید. ژنوتیپ‌های مذکور در محلول غذایی یوشیدا کشت داده شدند (Yoshida, 1981).

جدول ۱: ژنوتیپ‌های برنج مورد استفاده در آزمایش جهت تحمل به شوری و منشأ آن‌ها

ردیف	رقم	شجره	منشأ
۱	درفک	سپیدرود × سالاری	ایران
۲	تابش	رقم حاصل از جهش است	ایران
۳	آمل ۳	GEB 24 * TN-1	هند
۴	غریب سیاه ریحانی	رقم محلی	ایران
۵	حسن سرایی آتشگاه	رقم محلی	ایران
۶	طارم پا کوتاه	رقم محلی	ایران
۷	دم سپید	رقم محلی	ایران
۸	طارم امیری	رقم محلی	ایران
۹	هاشمی (شاهد محلی)	رقم محلی	ایران
۱۰	پوکالی (شاهد متحمل)	-	IRRI
۱۱	IR29 (شاهد حساس)	IR 833-6-2-1-1 ///IR 1561-149-1//IR 24*4/O. NIVARA	IRRI

برای استفاده از شرایط کنترل شده اتاقک رشد، ابتدا صفحه‌های یونولیت، با ابعاد ۱/۲۵×۳۲×۲۸ سانتی‌متر تهیه شده و ۱۰۰ سوراخ با قطر ۱ سانتی‌متر (۱۰×۱۰) در آن‌ها ایجاد گردید. زیر این صفحه یونولیت، یک شبکه نایلونی ریز چسبانده شد. مجموعه مذکور روی یک سینی با ابعاد ۱۴×۳۰×۳۵ سانتی‌متر گذاشته شد. جهت تهیه محلول پایه یوشیدا، هر کدام از عناصر ماکرو به میزان لازم وزن شده و به ظرف ۱ لیتری انتقال داده شد. ظرف مذکور با ۷۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر پر شده و مخلوط به ولومتریک فلاسک ۲ لیتری انتقال داده شد و در نهایت حجم آن با آب مقطر به ۲ لیتر رسید و به مدت ۱۵ دقیقه تکان داده شد.

عناصر میکرو هر کدام جداگانه در ۵۰ و فریک کلراید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شدند. سپس همه عناصر در ۱ لیتر آب مقطر مخلوط شدند. محلول فریک کلراید قبل از اسید سیتریک به مخلوط اضافه شد و در نهایت ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک به مخلوط اضافه شده و حجم به ۲ لیتر رسانده شد. هر سینی با ۱۱ لیتر این محلول غذایی پر شد. برای جلوگیری از ورس به محلول سیلیکون (سدیم متا- سیلیکات ۹- هیدرات به میزان ۴/۵ میلی‌گرم در لیتر) اضافه شد. هر ۸ روز یک بار محلول تعویض و PH محلول در سطح ۵ نگهداری می‌شد. بذور جوانه زده با دمای ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز به داخل هر سوراخ و شبکه نایلونی انتقال داده شدند. در هر سوراخ ۳ عدد بذر جوانه زده نشاء شدند. تا ۳ روز پس از انتقال بذور از آب مقطر استفاده شده، سپس مخلوط غذایی شور به سینی‌ها انتقال داده شدند. محلول غذایی شور با اضافه نمودن نمک NaCl به محلول غذایی یوشیدا ساخته می‌شد.

در مرحله گیاهچه‌ای، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، میزان تجمع سدیم و پتاسیم در گیاه اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری این صفات از گیاهانی که ۱۴ روز در محلول یوشیدا کشت شده بودند و سپس تیمار شوری روی آن‌ها اعمال شده بود استفاده گردید و حدود ۳ هفته بعد از اعمال شوری، یادداشت‌برداری انجام گرفت. برگ‌های مرده‌ای که در هنگام تنظیم PH و تعویض محیط کشت می‌افتادند، جمع‌آوری شده و در نمونه نهایی جهت آنالیز مورد استفاده قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، هر یک به‌صورت جداگانه از بذر جدا شده و به پاکت‌های مخصوص خود انتقال یافتند. پاکت‌ها به مدت ۱۴ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از اطمینان از خشک شدن، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با حساسیت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین شدند.

برای اندازه‌گیری میزان سدیم و پتاسیم از دستگاه فلایم فتومتر (Sherwood –M420) استفاده شد (Biabani *et al.*, 2012).

مرحله دوم آزمایش (مرحله رشد زایشی) در شرایط اتاقک رشد انجام گرفت. در این مرحله نیز، از ارقام و ژنوتیپ‌های برنج مورد استفاده در مرحله آزمایش گیاهچه‌ای استفاده گردید ولی رقم هاشمی به‌عنوان شاهد محلی جایگزین رقم پوکالی گردید. برای کشت از ظروف پلاستیکی استفاده شد. در طول دوره آزمایش، برای ثابت نگه داشتن شوری مورد نظر و یا افزایش یا کاهش آن، به‌وسیله زهکش، همه آب خارج شده و سپس سینی‌ها با آب شور که شوری مورد نظر را تأمین نماید، پر می‌شدند. هنگامی که گیاهچه‌ها ۲۱ روزه شدند، سینی‌های پلاستیکی با تیمارهای آب شور پر شدند. ۳ هفته بعد از اعمال شوری، برگ‌های واریته حساس لوله‌ای شده و به رنگ مایل به سفید درآمدند. از آنجایی که عملکرد دانه هر ظرف بهترین شاخص برای میزان تحمل است، لذا به‌طور جداگانه برای هر رقم در سطوح شوری مختلف، صفات ارتفاع بوته، تعداد پانیکول، تعداد دانه پر در پانیکول و وزن دانه پر در پانیکول اندازه‌گیری و ثبت گردید. در پایان این مرحله از آزمایش، از نرم‌افزارهای SAS 9.1 برای تجزیه واریانس، Excel 2007 به منظور ترسیم نمودارها و از Minitab 17 جهت تجزیه خوشه‌ای و رسم دندروگرام حاصل استفاده گردید.

نتایج و بحث

بررسی میزان جوانه‌زنی بذر و شاخص‌های رشد در ارقام مختلف برنج تحت تنش شوری

در محیط شور مقادیر وزن خشک ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه کاهش یافته و نسبت سدیم به پتاسیم افزایش می‌یابد، همچنین بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ فوق تنوع وجود داشته و ژنوتیپ‌های متحمل نسبت سدیم به پتاسیم پایین‌تری در مقایسه با ژنوتیپ‌های حساس دارند (Golizadeh *et al.*, 2013). در این آزمایش نیز نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه، سطوح شوری و اثر متقابل واریته در سطوح شوری از لحاظ صفات وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، سدیم و پتاسیم بر حسب درصد ماده خشک اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. نتایج به دست آمده با تحقیقات منصوری و همکاران (Mansuri *et al.*, 2012)، حسام الزمان و همکاران (Hasamuzzaman *et al.*, 2009) و تنویر و همکاران (Tanveer *et al.*, 2009) همخوانی داشته و عقیده بر این است که صفت مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی وراثت‌پذیری بالایی داشته و سطوح متفاوت شوری، بر جوانه‌زنی ارقام مختلف برنج، اثرات متنوعی دارند.

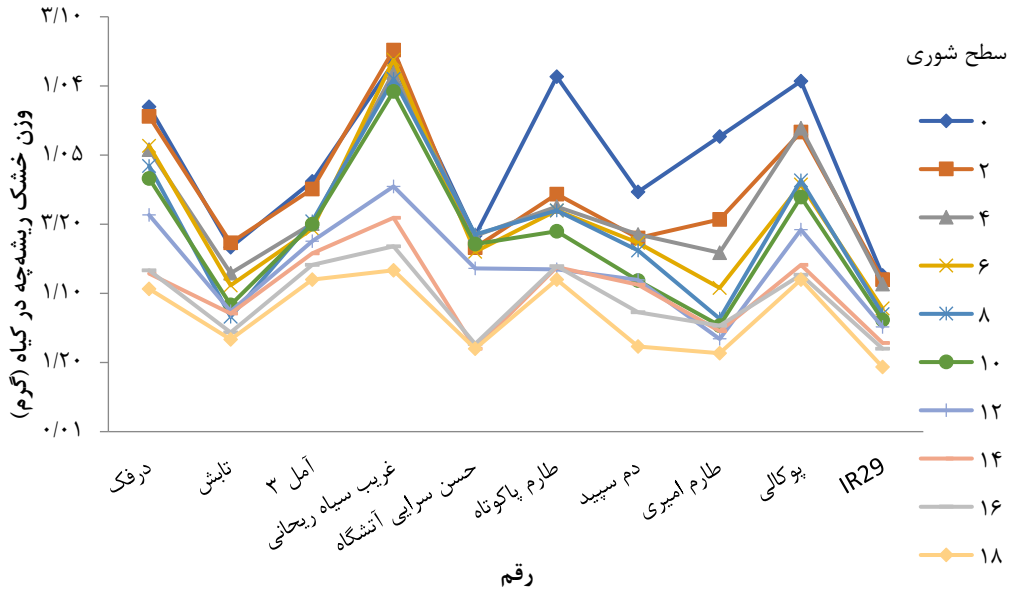
جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام برنج در مرحله جوانه‌زنی

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	سدیم	پتاسیم
تکرار	2	0 /001^{ns}	0 /01^{ns}	0 /46*	0 /001^{ns}
واریته	9	0 /05**	1 /82**	19 /09**	2 /87**
شوری	9	0 /04**	1 /77**	175 /24**	7 /53**
واریته × شوری	81	0 /001**	0 /05**	1 /22**	0 /16**
خطا	198	0 /001	0 /005	0 /13	0 /003
ضریب تغییرات	-	6 /74	8 /71	9 /26	1 /61

ns، * و **: به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد

در این آزمایش با وجود اینکه افزایش تنش شوری باعث کاهش وزن خشک ریشه‌چه شد، رقم غریب سیاه ریحانی در اکثر سطوح شوری نسبت به سایر ارقام واجد بیشترین وزن خشک ریشه‌چه بوده است. درحالی‌که رقم IR29 به‌عنوان شاهد حساس برخلاف رقم فوق حداقل وزن خشک ریشه‌چه را داشت. در بالاترین سطح از شوری (۱۸ دسی زیمنس بر متر) ارقام غریب سیاه ریحانی، طارم پا کوتاه و پوکالی بیشترین وزن خشک ریشه‌چه را نشان دادند (شکل ۱). در نتیجه‌ای مشابه، عالم‌گیر و همکاران (Alamgir *et al.*, 2007) بیان نمودند که بین ارقام مورد مطالعه از لحاظ وزن خشک ریشه‌چه اختلاف معنی‌دار وجود دارد. 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 (Mohamadi *et al.*, 2018).

بر اساس نتیجه آزمایش، وزن خشک ساقه‌چه در کلیه ارقام مورد بررسی در اثر افزایش میزان شوری کاهش نشان داد (شکل ۲). از نظر وزن خشک ساقه‌چه نیز همانند وزن خشک ریشه‌چه رقم غریب سیاه ریحانی نسبت به سایر ارقام مورد بررسی در اکثر سطوح شوری مورد مطالعه بالاترین مقادیر را به خود اختصاص داده بود. میزان وزن خشک ساقه‌چه در تمام ارقام مورد مطالعه نسبت به IR29 بیشتر بود (شکل ۲). طبق نظر قلیزاده و همکاران (Golizadeh *et al.*, 2013) علت کاهش وزن گیاهچه برنج در شرایط شوری را مرتبط با کاهش سطح برگ گیاه است. به‌طوری‌که گادفری و همکاران (Godfrey *et al.*, 2004) نیز اظهار داشتند که رشد و توسعه گیاهان زراعی به‌ویژه برنج در محیط شور به دلیل ایجاد اختلال در فرآیندهای متابولیسمی، بازدارنده می‌شود که در نهایت منجر به کاهش تولید کل وزن خشک گیاهچه می‌گردد.

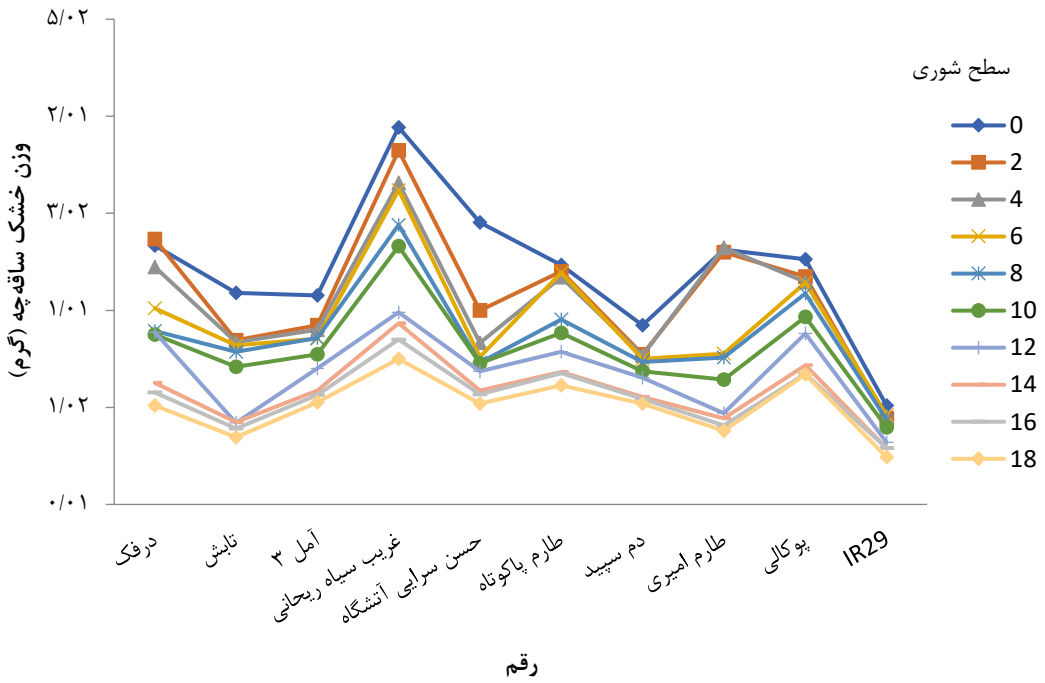


شکل ۱: اثر متقابل شوری و ارقام مختلف برنج از لحاظ وزن خشک ریشه‌چه در گیاه در مرحله جوانه‌زنی

بررسی میزان یون سدیم و پتاسیم در ارقام مختلف برنج تحت تنش شوری

افزایش سطح شوری باعث افزایش تجمع یون سدیم در بافت ارقام مورد بررسی شد (شکل ۳). از لحاظ مقدار سدیم بر حسب درصد ماده خشک، رقم طارم امیری و بعد از آن طارم پاکوتاه نسبت به سایر ارقام بیشترین مقدار را داشتند. درحالی‌که رقم پوکالی در تمام سطوح شوری مورد بررسی حداقل مقدار سدیم را در مقایسه با سایر ارقام داشت (شکل ۳). در مطالعه فرهمندفر و همکاران (Farahmandfar *et al.*, 2009) نیز مشاهده شد که بین ارقام مورد مطالعه از لحاظ غلظت یون Na^+ اختلاف معنی‌دار وجود دارد. با افزایش شوری مقدار یون سدیم جذب شده به ازای واحد سطح برگ در ارقام مختلف برنج افزایش می‌یابد و شیب افزایش آن در ارقام متحمل کندتر از ارقام حساس است به عبارت دیگر ارقام متحمل به کمک سازوکارهای اختصاصی، ورود یون سدیم را به درون بافت گیاهی کندتر می‌کنند (Golizadeh *et al.*, 2013). تنش شوری ممکن است به علت رقابت شدید

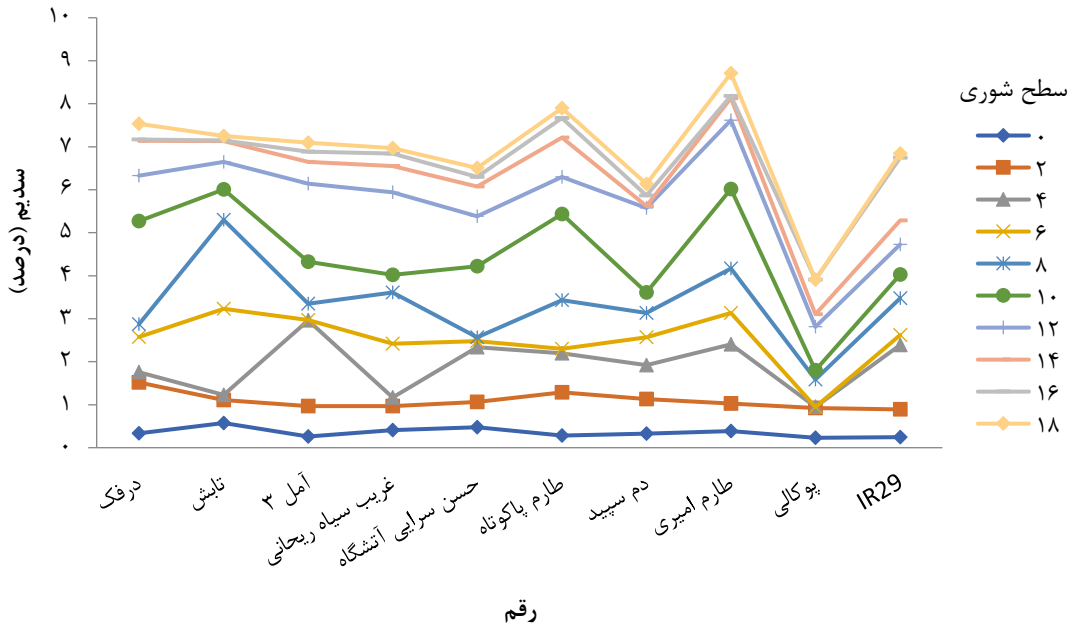
Na^+ و Cl^- با K^+، Ca^{2+} و NO^{3-} باعث عدم تعادل یونی شود. به طور کلی، غلظت بالای NaCl باعث افزایش Na و Cl می‌شود در حالی‌که N، P، K، Ca، Mg کاهش یافته و نسبت‌های Na^+/K^+، Na^+/Ca^{2+} و Ca^{2+}/Mg^{2+} و Cl^-/NO^{3-} و در نتیجه سمیت یونی (Na^+ و Cl^-) در گیاهان افزایش می‌یابد (Hussain *et al.*, 2017). در گونه‌های محتمل به تنش شوری، یون Na^+ در ریشه انباشته شده و اگر به ساقه گیاه انتقال یابد، به دنبال مکانیزم حذف مجدّد به‌طرف ریشه بر می‌گردد تا از بروز سمّیت این یون در اندام هوایی خود جلوگیری به عمل آورد. تحقیقات گذشته نشان دادند که تحت تنش شوری، سرعت انتقال پایین یون Na^+ در ژنوتیپ‌های محتمل، به خاطر سیستم جذب ریشه بوده که جذب و انتقال نمک را کنترل نموده و اصولاً در ریشه‌ها، جریان یون‌ها به‌ویژه یون Na^+ رو به بیرون و در فضای بیرونی آن‌ها می‌باشند (Orooj & Ashraf, 2006).



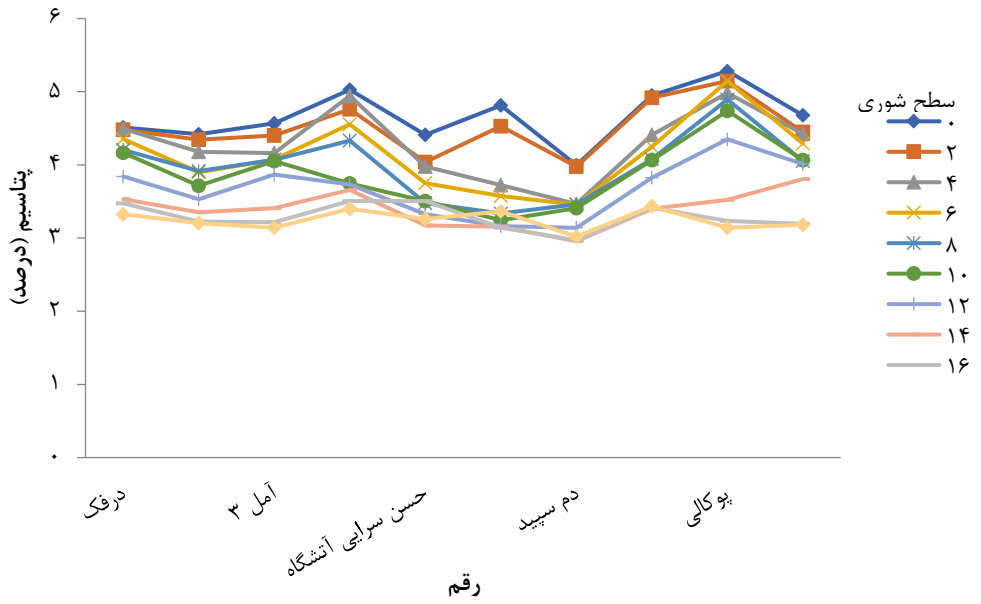
شکل ۲: اثر متقابل شوری و ارقام مختلف برنج از لحاظ وزن خشک ساقه‌چه در مرحله جوانه‌زنی

با افزایش میزان شوری محتوای پتاسیم بر حسب درصد ماده خشک همه ارقام کاهش نشان داد (شکل ۴)؛ اما این کاهش در ارقام پوکالی و غریب سیاه ریحانی نسبت به بقیه کمتر بود و از محتوای پتاسیم بیشتری در تمام سطوح شوری برخوردار بودند و رقم دم سپید کمترین مقدار پتاسیم را در اکثر سطوح شوری داشت (شکل ۴). در شرایط تنش شوری، نسبت یون K^+ به یون Na^+ در گیاه کاهش می‌یابد (Chunthaburee *et al.*, 2016)؛ زیرا در چنین شرایطی یون Na^+ از جذب یون K^+، توسط ریشه جلوگیری می‌نماید (Taban, 2000). مشابه با این آزمایش، فرهمندفر و همکاران (Farahmandfar *et al.*, 2009) در نتایج تحقیقات خود، بیان نمودند که رقم‌های حسّاس در اثر عدم توانایی مکانیزم تحمّل، یون K^+ را بیشتر در ریشه‌ها ذخیره می‌نمایند درصورتی‌که

ارقام متحمل با استفاده از مکانیزم خاصی، یون K^+ را به ساقه‌ها و اندام هوایی انتقال داده تا بتواند نقش اسمزی را تنظیم نماید. در گیاه برنج نسبت بالای غلظت یون K^+ به یون Na^+ در غلظت‌های بالای نمک یک مزیّت است و می‌تواند به‌عنوان معیاری خوب برای انتخاب گیاهان از نظر تحمل به شوری به کار رود (Mirmohammadi & Ghareyazi, 2002).



شکل ۳: اثر متقابل شوری و ارقام مختلف برنج از لحاظ سدیم در مرحله جوانه‌زنی



شکل ۴: اثر متقابل شوری و ارقام مختلف برنج از لحاظ پتاسیم در مرحله جوانه‌زنی

بررسی شاخص‌های رشد در ارقام مختلف برنج تحت تنش شوری در شرایط گلخانه‌ای

تجزیه واریانس صفات (جدول ۳) نشان می‌دهد که از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی بین تکرارها، ارقام مختلف، سطوح شوری و اثرات متقابل واریته در سطوح شوری اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال۱ درصد وجود دارد. اگرچه در شرایط کنترل، همه ژنوتیپ‌ها از نظر ارتفاع گیاه مختلف بودند اما این صفت در کلیه ارقام با افزایش تنش، کاهش یافت. در نتیجه‌ای مشابه حسام الزمان و همکاران (Hasamuzzaman *et al.*, 2009) بیان نمودند که صفت ارتفاع گیاه در بین ارقام مختلف تحت سطوح مختلف شوری دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد، لذا عکس العمل متفاوت ارقام را می‌توان به پتانسیل ژنتیکی هر رقم نسبت داد.

در نتیجه‌ای مشابه نگوین و نگوین (Nguyen & Nguyen, 2007) گزارش نمودند که بین ارقام مختلف مورد مطالعه در سطوح شوری مختلف از لحاظ صفت تعداد پانیکول بر کپه اختلاف معنی‌دار وجود داشته و افزایش سطوح شوری، موجب کاهش تعداد آن می‌گردد. در طول دوره پر شدن دانه‌ها سه فرآیند فتوسنتز، انتقال مواد تولید شده از فتوسنتز به دانه و رشد دانه به‌طور همزمان به وقوع می‌پیوندند .کاهش ماده خشک دانه‌ها در شرایط تنش شوری ناشی از اختلال در هر یک از این فرآیندها می‌باشد (Biabani *et al.*, 2012). در تحقیقی دیگر، حسام الزمان و همکاران (Hasamuzzaman *et al.*, 2009) تعداد دانه پر کمتر در پانیکول در شوری بالا را به کاهش فعالیت قسمت‌های تولید کننده مواد فتوسنتزی نسبت دادند. از آنجایی‌که کاهش تعداد گلچه‌های بارور و سرعت پائین‌تر انتقال مواد از ساقه به خوشه‌ها از دلایل وزن پایین خوشه‌ها عنوان شده است، لذا انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی از ساقه به دانه، اصلی‌ترین عاملی است که تحت تنش شوری، رشد و توسعه دانه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Biabani *et al.*, 2012). وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام از لحاظ صفت وزن دانه پر در پانیکول نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بین ارقام می‌باشد ولی تنش شوری در مرحله رشد زایشی در فرآیند پر شدن دانه ایجاد اختلال نموده و موجب کاهش دانه‌بندی و پر شدن دانه می‌گردد (Mirmohammadi & Ghareyazi, 2002). مشاهدات زنگ و همکاران (Zeng *et al.*, 2000) نشان داد که با اعمال شوری، کاهش تعداد پانیکول در گیاه و تعداد دانه در پانیکول موجب تغییرات بسیاری در وزن دانه هر گیاه می‌گردد.

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام برنج در شرایط اتاقک رشد (گلخانه‌ای)

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد پانیکول	تعداد دانه پر در پانیکول	وزن دانه پر در پانیکول
تکرار	2	22 /750**	3 /163**	18 /963**	0 /022**
واریته	9	536 /660**	15 /261**	27428 /608**	45 /456**
شوری	9	2397 /585**	77 /224**	14072 /43**	11 /011**
واریته × شوری	81	16 /258**	0 /571**	308 /012**	0 /452**
خطا	198	1 /117	0 /106	1 /179	0 /003
ضریب تغییرات	-	1 /054	8 /916	1 /494	2 /841

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

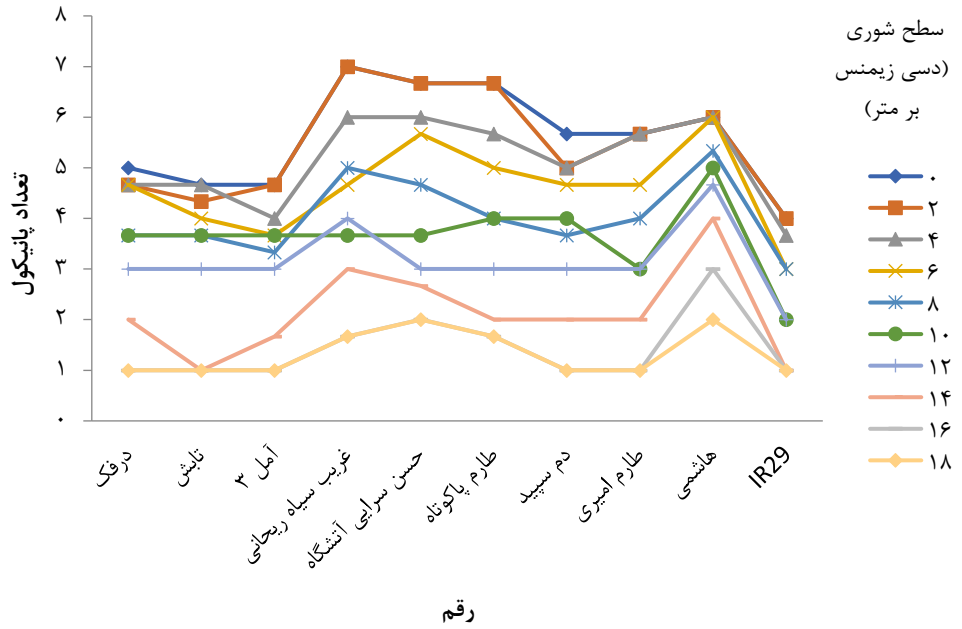
در این آزمایش ارتفاع بوته همه ارقام مورد بررسی در اثر افزایش سطح شوری کاهش یافت و رقم هاشمی نسبت به سایر ارقام با افزایش سطح شوری از کاهش ارتفاع بوته کمتری برخوردار بود و در بالاترین سطح شوری (۱۸ دسی زیمنس بر

متر) بیش‌ترین ارتفاع را در بین ارقام داشت (شکل ۵). کوتاه‌ترین ارتفاع به رقم IR29 در تمامی سطوح شوری تعلق داشت (شکل ۵). پژوهش‌های متعدد دیگر نیز کاهش ارتفاع گیاه با افزایش سطوح شوری در مقایسه با کنترل را گزارش نموده‌اند (Abidmahmood & Arifkhan, 2009; Hasamuzzaman *et al.*, 2009; Islam *et al.*, 2007). وقتی غلظت یک یون خاص از آستانه خود در گیاه فراتر رود، باعث ایجاد حالت سمی در گیاه شده که به مقدار زیادی روی جذب و یا متابولیسم عناصر ضروری در قسمت‌های مختلف گیاهی ایجاد اختلال نموده و موجب کاهش رشد می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهد که اضافه کردن نمک در محیط ریشه با کاهش رشد گیاه رابطه خطی داشته و این کاهش رشد، مستقل از نوع نمک، مربوط به فشار اسمزی می‌باشد (Mirmohammadi & Ghareyazi, 2002).

شکل ۵: اثر متقابل شوری و ارقام مختلف برنج از لحاظ ارتفاع بوته در شرایط گلخانه‌ای

تعداد پانیکول نیز در همه ارقام با افزایش سطح شوری کاهش یافت و رقم هاشمی در اکثر سطوح شوری دارای تعداد پانیکول بالاتری در مقایسه با سایر ارقام بود، درحالی‌که رقم IR29 در زمره ارقامی بود که کمترین تعداد پانیکول را داشت (شکل ۶). طبق گزارش ناتارجان و همکاران (Natarjan *et al.*, 2005)، شوری بسیاری از فرآیندهای رشد زایشی، از جمله تعداد پانیکول را تحت تأثیر قرار داده و موجب کاهش آن می‌گردد. مشابه نتایج این آزمایش، نگوین و نگوین (Nguyen & Nguyen, 2007) نیز، گزارش نمودند که بین تیمارهای شوری از لحاظ صفت تعداد پانیکول، اختلاف معنی‌دار وجود داشته و افزایش غلظت شوری باعث کاهش تعداد پانیکول می‌گردد. درگزارشی دیگر وو و همکاران (Wu *et al.*, 1998) نیز بیان نمودند که تحت شرایط بدون تنش ارتباط بین تراکم گیاه و پنجه‌دهی، تراکم پانیکول را تعیین می‌نماید و مقدار آن تحت تأثیر تراکم گیاهی قرار می‌گیرد، لذا

تیمار شوری با محدود نمودن پنجه‌دهی گیاه، تراکم پانیکول را محدود می‌نماید به‌طوری‌که کوی و همکاران (Cui *et al.*, 1995) مشاهده نمودند که افزایش شوری، خوشه‌های اولیه و ثانویه تولیدی هر پانیکول را کاهش می‌دهد.

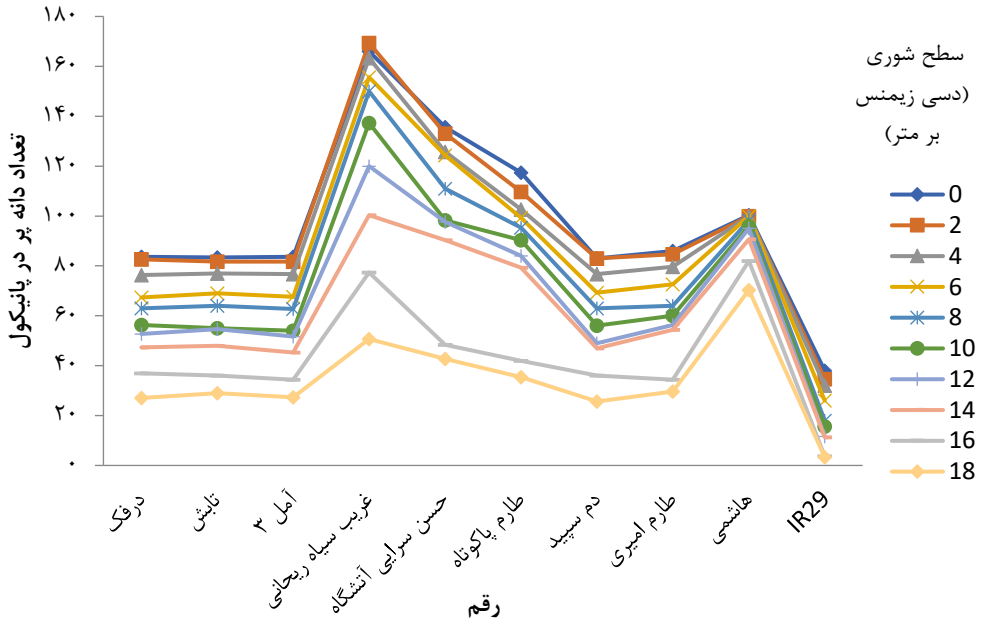


شکل ۶: اثر متقابل شوری و ارقام مختلف برنج از لحاظ تعداد پانیکول در شرایط گلخانه‌ای

تعداد دانه پر در پانیکول در اثر افزایش سطح شوری در همه ارقام مورد بررسی کاهش یافت و در همه سطوح شوری، ارقام غریب سیاه ریحانی و IR29 به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه پر در پانیکول را داشتند (شکل ۷). مطابق با نتایج این آزمایش، بیابانی و همکاران (Biabani *et al.*, 2012) هم گزارش نمودند که ارقام مورد مطالعه از لحاظ صفت تعداد دانه پر در پانیکول دارای اختلاف معنی‌دار هستند. براساس گزارش قبادیان (Ghobadian, 1984)، شوری از طریق کاهش قابلیت زنده ماندن گرده‌ها، تعداد دانه پانیکول را کاهش می‌دهد، لذا می‌توان گفت که قابلیت زنده ماندن دانه‌های گرده در گرده‌افشانی و تلقیح، زمینه را برای تشکیل دانه و در ادامه، پر شدن آن فراهم می‌نماید. اثر تنش شوری بر روی هر یک از مراحل فوق موجب اختلال در فرآیند تشکیل و پر شدن دانه می‌گردد.

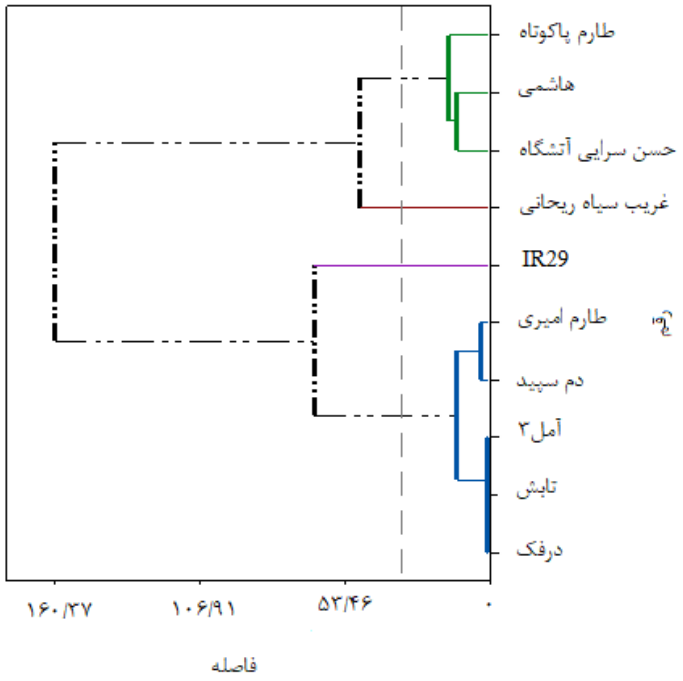
صفت وزن دانه پر در پانیکول نیز تحت تأثیر افزایش سطح شوری در همه ارقام مورد بررسی کاهش یافت و در همه سطوح شوری، ارقام غریب سیاه ریحانی و IR29 از لحاظ این صفت نیز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر را در بین ارقام داشتند (شکل ۸). پر شدن دانه‌ها در پانیکول به توانایی انتقال مواد فتوسنتزی تولیدی از مبدا به مقصد بستگی دارد. در شرایط طبیعی، بارگیری مواد فتوسنتزی در مبدا و تخلیه آن در مقصد (دانه‌ها) با ایجاد اختلاف پتانسیل اسمزی، موجب ایجاد شیب فشار هیدرو استاتیکی بین مقصد و مبدا و حرکت توده‌ای آب و مواد فتوسنتزی به مقصد می‌گردد (Franklin *et al.*, 2003). واکنش به تنش شوری شامل تغییرات فیزیولوژیکی مانند بسته شدن روزنه‌ها بوده که با ایجاد اختلال در فرآیند حیاتی گیاه در

دوره پر شدن دانه، معادله جذب، انتقال، تبدیل و ذخیره را به هم زده که در نهایت وزن دانه تحت تأثیر قرار می‌گیرد و هر قدر شدت تنش بیشتر باشد به همان میزان وزن دانه را کاهش خواهد داد (Bonhert & Jensen, 1996)، لذا نتیجه آزمایش را می‌توان به موارد فوق نسبت داد.



شکل ۷: اثر متقابل شوری و ارقام مختلف برنج از لحاظ تعداد دانه پر در پانیکول در شرایط گلخانه‌ای

بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد بررسی در چهار دسته گروه‌بندی شدند (شکل ۹) که ارقام طارم پا کوتاه، هاشمی و حسن سرایی آتشگاه در گروه اول، غریب سیاه ریحانی در گروه دوم، IR29 در گروه سوم و طارم امیری،دم سپید، آمل ۳، تابش و درفک در گروه چهارم قرار گرفتند. دسته‌بندی ارقام در یک گروه بیانگر شباهت بیشتر آن‌ها از نظر صفات مورد نظر می‌باشد. به‌طوری‌که در گروه دوم رقم متحمل غریب سیاه ریحانی و در گروه سوم رقم حساس IR29 جای گرفت.



شکل۹: نمودار خوشه‌ای حاصل از تجزیه صفات اندازه‌گیری شده در گلخانه در ۱۰ رقم برنج مورد بررسی به روش وارد

نتیجه‌گیری کلی

تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی، موجب کاهش وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه و همچنین کاهش مقدار پتاسیم و افزایش مقدار سدیم در گیاه شد. تنش شوری در مرحله رشد زایشی در شرایط گلخانه‌ای موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد پانیکول، تعداد دانه پر در پانیکول و وزن دانه پر در پانیکول گردید. رقم غریب سیاه ریحانی در مرحله جوانه‌زنی دارای وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه و همچنین درصد پتاسیم بالا و درصد سدیم پایین نسبت به بقیه بود. علاوه بر این، این رقم در مرحله آزمایش گلخانه‌ای دارای بیشترین تعداد و وزن دانه پر در پانیکول بوده و از نظر ارتفاع بوته و تعداد پانیکول نیز نسبتاً وضعیت مطلوبی داشت. بر اساس تجزیه خوشه‌ای نیز، این رقم از نظر ژنتیکی با سایر ارقام متفاوت بود و در گروهی مجزا قرار گرفت؛ بنابراین می‌توان رقم غریب سیاه ریحانی را به‌عنوان یک رقم و منبع ژنتیکی متحمل به شوری جهت استفاده در برنامه‌های به نژادی توصیه نمود.

منابع

Abidmahmood, T.L. and Arifkhan, M. (2009) Effect of salinity on growth, yield and yield components in basmati rice germplasm. Pakistan Journal Botany, 41(6): 3035-3045.

Aishashereen, S., Mumtaz, S., Raza, M.A. Khan and Solangi, S. (2005) Salinity effects on seddling growth and yield components of different inbred rice lines. Pakistan Journal of Botany, 37(1): 131-139

Akita, S. and Cabuslay, G.S. (1990) Physiological basis of differential response to salinity in rice cultivars. Journal of Plant and Soil, 123: 227-294.

Alamgir, A.N.M., Mohammad, M. and Mohammad, Y.A. (2007) Some aspects of mechanism of NaCl stress tolerance in the seedling of four rice genotypes. Bangladesh Journal Botany, 36(2): 181-184.

Awasthi, P., Karki, H., Vibhuti, Bargali, K. and Bargali, S.S. (2016) Germination and Seedling Growth of Pulse Crop (Vigna sp.) as affected by Soil Salt Stress. Current Agriculture Research Journal, 4(1): 159-170.

Bargali, K. and Bargali, S.S. (2016) Germination capacity of seeds of leguminous plants under water deficit conditions: implication for restoration of degraded lands in Kumaun Himalaya. Tropical Ecology, 57 (3): 445-444.

Biabani, A., Sabouri, H. and Nakhzari Moghaddam, A. (2012) Study of yield components of rice cultivars under salinity stress condition. Journal of Plant Production, 19(4): 173-186.

Bonhert, H.J. and Jensen, R.G. (1996) Metabolic engineering for increased salt tolerance the next step. Australia Journal of Plant Physiology, 2(3): 661-667.

Chunthaburee, S., Dongsansuk, A., Sanitchon, J., Pattanagul, W., and Theerakulpisut, P. (2016) Physiological and biochemical parameters for evaluation and clustering of rice cultivars differing in salt tolerance at seedling stage. Saudi Journal of Biological Sciences, 23, 467-477.

Cui, H., Takeoka, Y. and Wada, T. (1995) Effect of sodium chloride on the panicle and spikelet morphogenesis in rice. Japanese Journal of Crop Science, 64(3):593-600.

Farahmandfar, A., Poustini, K., Fallah, A., Tavakol Afshari, R. and Moradi, F. (2009) Study the effect salinity stress on the germination and seedling growth some of genotypes and iranian rice cultivars. Journal of Crop Sciences, 40(3): 71-94.

Franklin, P., Gardner, R.B., Pearce, and Mitchell, R.L. (2003) Physiology of Crop Plants. Scientific Publishers, 327 Pp. India.

Ghobadian, A. (1984) Pedology of arid and semi arid zones. 530 Pp. Publications of Amidi, Tabriz, Iran.

Gholizadeh, F.,Navabpour, S.,Sabouri, H. And Ramezanpour S. (2013) Effect of salinity stress on mophophysiological indices of rice genotypes under hydroponic conditions in seedling growth stage. Journal of Crop Production Research, 5(1): 79-92.

Godfrey, W.N., Onyango, J.C. and Beck, E. (2004) Crop physiology and metabolism. Crop Science, 44: 797-805.

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): 85-90.

Homayie, M. (2002) Plant reaction to salinity. National congress of irrigation drainage. Tehran. Iran. Pp58.

Hussain, S., Zhang, J.H., Zhong, C., Zhu, L.F., Cao, X.C., Yu, S.M., Allen B.J., Hu J.J. and Jin, Q.Y. (2017) Effects of salt stress on rice growth, development characteristics, and the regulating ways: A review. Journal of Integrative Agriculture, 16(11): 2357-2374.

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.

Mansuri, S., Jelodar, N. B. and Nadali, B. (2012) Evaluation of rice genotypes to salt stress in different growth stages via phenotypic and random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker assisted selection. African Journal of Biotechnology, 11(39): 9362-9372

Mer, R.K.P., Pandya, D.H. and Dandey, A.N. (2000) Growth of young plants of Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Cicer aritinum and Brassica Juncea. Journal of Agronomy and Crop Science, 185(4): 209-217.

Mirmohammadi, S.A.M. and Ghareyazi, B. (2002) Physiological aspects and breeding for salinity stress in plants. 274 Pp. Esfahan Industrial University Press, Iran.

Momayezi, M.R., Zaharah, A.R., Hanafi, M.M. and Mohd Razi, I. (2009) Seed Germination and Proline Accumulation in Rice (Oryza sativa L.) as Affected by Salt Concentrations. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, 32(2): 247–259.

Moradi, F. and Ismail, A.M. (2007) Response of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and ROS-scavenging system to salt stress during seedling and reproductive stage in rice. Annals of Botany, 99(6): 1161-1173.

Muthayya, S., Sugimoto, J.D., Montgomery, S. and Maberly, G.F. (2014) An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. Annals of the New York Academy of Sciences, 1324(1): 7-14.

Natarjan, S.K., Ganapathy, M., Nagarajan, R. and Somasundaram, S. (2005) Screening of rice accessions for yield attributes contributing to salinity tolerance in coastal saline soils of Tamil Nadu, South India. Asian Journal of Plant Sciences, 4(4): 435-437.

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.

Orooj, A. and Ashraf, M. (2006) Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (Trachyspermum spraque). Journal of Arid Environments, 64(2): 209-220.

Pons R, Cornejo MJ, Sanz A. (2011) Differential salinity-induced variations in the activity of H^+-pumps and Na^+/H^+ antiporters that are involved in cytoplasm ion homeostasis as a function of genotype and tolerance level in rice cell lines. Plant physiology and biochemistry, 49(12):1399-409

Rajiv, S., Thivendran, P. and Deivannai, S. (2010) Genetic divergence of rice on some morpholoical and physiochemical responses to drought stress. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, 33(2): 315 - 328.

Taban, S. (2000) Effects of salt stress on growth and mineral elements concentrations in shoot and root of maize plant. Tarim Bilimleri Dergisi, 6(2): 119-122.

Tanveer, U.H., Javaid, A., Shafaqat, N. and Ahmad, A. (2009) Morpho-physiological response of rice (Oriza sativa L.) varieties to salinity stress. Pakistan Journal of Botany, 41(6): 2943-2956.

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(10): 736-742.

Wu, G., Wilson, L.T. and McClung, A.M. (1998) Contribution of rice tillers to dry matter accumulation and yield. Agronomy Journal, 90(3): 317–323.

Yokoi, S., Quintero, F.J., Cubero, B., Ruiz, M.T., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., and Pardo, J.M. (2002) Differential expression and function of Arabidopsis thaliana NHX Na+/H+ antiporters in the salt stress response. The Plant Journal, 30(5): 529–539.

Yoshida, S. (1981) Fundamental of Rice Crop Science. 269 Pp. International Rice Research Institute, Philippines.

Zeng, L. and Shannon, M.C. (2000) Salinity effects on seedling growth and yield components of rice. Crop Science, 40(4): 996-1003.

Effect of salinity stress on rice varieties (*Oryza Sativa* L.) in seedling and reproductive stages under hydroponic culture conditions

F. Saeidzadeh[1]*, R .Taghizadeh[2]

Received: 2017.07.25
Accepted: 2019.01.27

Abstract

To survey the effect of different salinity levels on rice varieties, two separate experiments were carried out at germination and reproductive stages under laboratory and growth chamber conditions, respectively under in a factorial randomized complete block design (first factor 10 salinity levels and second factor 10 rice varieties). According to results, with increasing salinity levels, the dry weight of root and shoot and the amount of potassium in terms of dry matter percentage was decreased and the dry matter content of sodium in organ was increased and at reproductive stage, the plant height, panicle number, number of filled grains in panicles and filled seed weight in panicle were reduced. Cluster analysis, based on the studied traits at the reproductive stage, divided the cultivars into four distinct groups, and Garib siyah reyhani cultivar were isolated in a separate group, that it's possible to recommended as a cultivar and source of salt tolerance for use in breeding program.

Key word: Rice varieties, Salinity, Germination stage, Reproductive stage

1- Lecturer, Department of Agriculture and Plant breeding, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Agriculture and Plant breeding, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran