بررسی واکنش رشد رویشی ده رقم برنج به تنش شوری

زهرا احمدی*[۱]، حسن پاک نیت[۲] و سعدیه آقاویسی[۱]
۱-دانشجویان کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه شیراز
۲-دانشیار بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شیراز
*zahra63665@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش اثر شوری ناشی از NaCl بر روی ۱۰ ژنوتیپ برنج (حسنی، حسن سرایی، کادوس، دروزن، شمیم، چرام ۲، لنجان، کراس دمسیاه، لاین ۴، لاین ۲ عنبربو) در مراحل اولیه رشد در آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و با سه سطح شوری کلرید سدیم با هدایت الکتریکی ۰/۹ (شاهد)، ۳/۵ و ۵/۵ مورد بررسی قرار گرفتند. طبق نتایج حاصل از این آزمایش، با افزایش غلظت کلرید سدیم در محیط، طول ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه، مقدار کلروفیل و میزان پتاسیم کلیه‌ی ارقام برنج کاهش یافت. مقایسه میانگین صفات طول ریشه و ساقه، وزن تر ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه و نسبت سدیم به پتاسیم نشان داد که رقم چرام نسبت به سایر ارقام در این صفات برتری دارد. در مورد کلروفیل، لاین ۲ عنبربو، حسن سرایی، درودزن و چرام نسبت به سایر رقم‌ها عملکرد بهتری داشتند. نتایج بررسی مقدار سدیم نشان داد که مقدار سدیم در کلیه‌ی رقم‌ها با افزایش مقدار کلرید سدیم محیط به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد و بیشترین مقدار آن در رقم حسنی و کم-ترین مقدار در رقم کادوس مشاهده شد.

کلمات کلیدی: تنش شوری، کلروفیل،نسبت سدیم به پتاسیم

مقدمه

برنج یکی از پنج محصول اصلی در جهان است، یک سوم از کل کربوهیدرات رژیم غذایی مردم، به ویژه در کشورهای آسیایی (۶۰٪ جمعیت جهان) را فراهم می‌کند. برنج غذای اصلی بیش از ۳ میلیارد نفر از مردم جهان است که ۵۰ تا ۸۰ درصد از کالری دریافتی روزانه خود را از برنج تامین می‌کنند (Khush, 2005). محدودیت عمده تولید محصول برنج تنش غیر زنده است که می‌تواند توسط شوری، خشکی، درجه حرارت شدید و آلودگی فلزات ایجاد شود (Shannon et al., 1998; Zeng and Shannon, 2000; Khan and Abdullah, 2003; Zeng et al., 2003). شوری، موثر در زمین‌های زراعی، یکی از مهم‌ترین عوامل در به تاخیر انداختن رشد و توسعه برنج در مراحل رویشی و زایشی است (Shannon et al., 1998; Zeng et al., 2003) و در حال تبدیل شدن به یک مشکل جدی در نقاط مختلف جهان است. مناطق شور سه برابر بزرگتر از زمین مورد استفاده برای کشاورزی است (Binzel and Reuveni, 1994). شوری یکی از عوامل کلیدی زیست محیطی است که رشد محصول و بهره وری کشاورزی را محدود کرده است. مساحت کل شوری در حدود ۹۵۳ میلیون هکتار حدود ۸ درصد از سطح زمین را پوشش می‌دهد (Szabolcs, 1979; Szabolcs, 2009). چند مسیر فیزیولوژیک، یعنی، فتوسنتز، تنفس، تثبیت نیتروژن و متابولیسم کربوهیدرات تحت تاثیر شوری بالا مشاهده شده است (Chen and Wang, 2008).

تخریب کلروفیل و کاهش نرخ فتوسنتز خالص در گیاهان تحت تنش شوری به عنوان شاخص‌های موثر برای طبقه‌بندی تحمل به شوری (Kirdmanee and Mosaleeyanon, 2000; Wanichananan et al., 2003) توسعه یافته است. نمک نیز روی اجزاء فتوسنتز مانند آنزیم‌ها، chlorophylls و کاروتنوئید تاثیر می‌گذارد. تغییرات در این پارامتر به شدت و طول مدت تنش بستگی دارد (Misra et al., 1997). کاهش تولید بیومس گیاه تحت شرایط شوری به ترکیب نمک، غلظت نمک، مرحله رشد گیاه و گونه‌ی گیاهی بستگی دارد (Hillel, 1980) تحمل گیاهان به شوری خصوصیت ثابتی نیست و ممکن است در مراحل مختلف رشد برای گونه‌های مختلف متفاوت باشد (Linghe and Shannon, 2000).

لی و همکاران (2003) ارقام برنج ایندیکا و ژاپونیکا را از نظر تحمل به شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر مقایسه نمودند. کاهش ویژگی‌های رشد در ارقام ژاپونیکا بیشتر از ارقام ایندیکا بود.ارقام متحمل ایندیکا مقدار سدیم بیشتری را دفع نمودند و با جذب پتاسیم بیشتر، نسبت سدیم به پتاسیم را در ساقه‌های خود پایین نگه داشتند. آنها نشان دادند که مقدار سدیم یا پتاسیم تنها نمی‌تواند در تفکیک ارقام متحمل و حساس معیار مفیدی باشد، بلکه باید نسبت این دو یون مورد توجه قرار گیرد. پاسخ برنج به تنش شوری، بسته به مرحله رشدی گیاه متفاوت می‌باشد .در اغلب ارقام مورد کشت برنج در دنیا، برنج در مرحله گیاهچه‌ای حساس به تنش شوری می‌باشد (Lutts et al., 1997).

مواد و روش‌ها

۱۰ژنوتیپ برنج (حسنی، حسن سرایی، کادوس، دورزن، شمیم، چرام ۲، لنجان، کراس دمسیاه، لاین ۴، لاین ۲ عنبربو) درگلخانه بخش زراعت واصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به روش هیدروپونیک رشد داده شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد . فاکتورهای مورد مطالعه شامل ۱۰ ژنو تیپ، سه سطح شوری (۰/۹ ، ۳/۵ و۵/۵) بود. ابتدا در صفحات یونولیت با ضخامت ۲ سانتی متر و قطر ۱۹ سانتی متر، ۱۴ سوراخ ایجاد شد و سپس یک طرف صفحه یونولیت توسط توری پلاستیکی پوشانده شد. برای انجام این آزمایش ابتدا بذور ارقام مورد نظر به میزان مورد نیاز انتخاب شدند و پس از ضد عفونی با محلول وایتکس ۲۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه و شستن آنها با آب مقطر بذرها درون کیسه‌های نخی به منظور جوانه زدن به مدت ۸ روز قرار داده شدند. در هر سوراخ دو بذر جوانه زده قرار گرفت و صفحه‌های یونولیت بر روی سطل‌های پلاستیکی ۵ لیتری حاوی آب مقطر، شناور شدند .ابعاد یونولیت با توجه به دهانه سطل، به اندازه‌ای بود که به طور کامل بر روی آب شناور باشد پس از سه روز، آب مقطر با محلول غذایی تهیه شده براساس روش یوشیدا و همکاران(۱۹۷۶) جایگزین شد. در طول اجرای آزمایش، دمای گلخانه در محدوده ۲۵ تا ۳۲ درجه سانتی گراد (روز- شب) بود. پس از ظهور کامل چهارمین برگ گیاه (۱۸ روز پس از کشت)، تنش شوری با استفاده از نمک کلروسدیم در سه سطح اعمال گردید. سطوح تنش به صورت مرحله‌ای طی ۴ مرحله اعمال شد (۴روز پشت سر هم). ۲۴۰ساعت پس از اعمال تنش شوری، نمونه‌های گیاهی برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع بوته، کلروفیل، سدیم و پتاسیم برداشت شد. غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه نشر شعله‌ای و کلروفیل با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

جهت انجام محاسبات آماری از نرم افزار آماری SAS 9.0 و به منظور رسم منحنی‌ها از نرم افزار EXCEL 2010 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۱) نشان می‌دهد که با افزایش تیمار کلرید سدیم کاهش معنی داری در صفات، طول ریشه و ساقه، وزن تر و خشک ریشه و ساقه و کلروفیل کل ارقام گوناگون اتفاق افتاده است. مقایسه میانگین صفات طول ریشه، وزن خشک ساقه و ریشه در بین ارقام نشان داد که ارقام حسن سرایی، چرام و کادوس نسبت به سایر ارقام عملکرد بهتری داشتند (جدول ۲، ۳ و ۴). به عبارت دیگر ارقام حسن سرایی، چرام و کادوس از نظر طول ریشه و وزن خشک ریشه و ساقه به خصوص در مقادیر بالای کلرید سدیم نسبت به سایر ارقام برتری نشان دادند. در مقایسه‌ی میانگین وزن خشک ریشه و ساقه بین ارقام مشخص شد که بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به رقم چرام و کمترین مقدار آن به رقم شمیم مربوط می‌باشد (جدول۳و ۴).

نتایج تحقیقات کاووسی (۱۳۷۸) با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. او در تحقیق خود نشان داد که اجزای تولید با افزایش شوری به طور معنی‌دار کاهش می‌یابند.

با افزایش تیمار کلریدسدیم کاهش وزن خشک در اندام‌های هوایی به طور منظم مشهود بود و این را می‌توان بدین گونه توجیه کرد که تراکم یون سدیم در اندام‌های هوایی بیش از ریشه می‌باشد. در واقع افزایش در غلظت NaCl موجب افزایش یون Na^+ وکاهش یونK^+ در گیاهان تحت تنش شد و نسبت Na^+ به K^+ به طور معنی‌داری افزایش یافت. جذب بالا و تجمع Na^+ و در مقابل جذب پایین و افزایش انتشار K^+ به بیرون تحت تنش شوری می‌تواند با کاهش ظرفیت تنظیم اسمزی و یا توسط مهار فعالیت‌های متابولیک مانع رشد گیاه شود، کاهش غلظت K^+ در بافت نیز ممکن است به علت رقابت مستقیم بین Na^+ و K^+ در غشا پلاسما باشد. تجمع سدیم بالا در ارزن دم روباهی حساس به شوری و ریشه‌های برنج و گوجه گزارش شده است که در نتیجه افزایش آسیب غشا و نشت یون و آسیب اکسیداتیو می‌باشد (Mandhania et al., 2006).

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس مقدار کلروفیل نشان داد که با افزایش تیمار شوری، کاهش معنی‌داری در مقدار کلروفیل هر رقم مشاهده می‌شود (جدول ۵). در مقایسه‌ی میانگین مقدار کلروفیل بین ارقام مشخص شد که بیشترین مقدار کلروفیل به لاین ۲ عنبر بو، حسن سرایی، چرام، درودزن و شمیم و کم‌ترین مقدرا آن به کراس دمسیاه، حسنی و کادوس مربوط می‌باشد (جدول۵). کاهش مقدار کلروفیل را می‌توان چنین توجیه کرد که کلروپلاست محل اصلی سنتز پرولین است، از آن‌جا که اسید گلوتامیک ماده‌ی لازم برای سنتز کلروفیل و پرولین است، لذا این امکان وجود دارد که کلرید سدیم، اسید گلوتامیک را در جهت سنتز بیشتر پرولین در اندام‌های هوایی پیش ببرد (Trinchart, 1998) که این هم ناشی از تحریک ژن‌های سنتز کننده‌ی آنزیم‌های سنتزکننده‌ی پرولین می‌باشد و از این رو سنتز کلروفیل کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقدار سدیم برگ ارقام مختلف نشان داد که برای صفت مورد بررسی با افزایش تیمار ، مقدار سدیم تمامی ارقام افزایش معنی‌دار نشان می‌دهد. بیشترین مقدار سدیم به رقم حسنی مربوط می‌باشد و کمترین مقدار آن به رقم کادوس مربوط می‌باشد که این رقم در ردیف ارقامی است که بالاترین وزن ریشه، برگ و کلروفیل را نیز دارا می‌باشد (جدول ۶).

جدول ۱- تجزیه‌ی واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه سطح تیمار کلرید سدیم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		طول ریشه	طول ساقه	وزن تر ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	کلروفیل کل	سدیم	پتاسیم	نسبت سدیم به پتاسیم
رقم	۹	۲۳۰/۴**	۳۲۳/۳**	۰/۱۹**	۰/۲۲**	۰/۰۵**	۰/۰۹**	۰/۲۵**	۱۲۳۶/۸۴**	۲۰۹۸/۴ns	۰/۰۱۶*
شوری	۲	۵۳۴/۳**	۸۳۰/۲**	۰/۰۳**	۱/۰۰۸**	۰/۲۱**	۰/۳۹**	۰/۱۳**	۴۶۷۶/۷۴**	۴۳۲۷/۸**	۰/۰۹۲**
رقم*شوری	۱۶	۶۶/۱ns	۱۶۳/۷*	۰/۶۹**	۰/۱۳۹**	۰/۰۲*	۰/۰۶**	۰/۲۲ns	۱۳۸۰/۶۸ns	۲۴۲۶/۷ns	۰/۰۲۴ns
خطای آزمایش	۵۶	۱۳۷/۴	۱۵/۹	۰/۱۱	۰/۰۷۷**	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۴۷	۲۸۳۹/۵۲	۷۱۷/۶۵	۰/۰۴۸

**،* و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

جدول۲- مقایسه میانگین طول ریشه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه سطح تیمار کلرید سدیم

تیمار	ژنوتیپ									
	حسن‌سرایی	کادوس	لنجان	لاین ۴	حسنی	شمیم	لاین۲ عنبربو	کراس دم‌سیاه	چرام۲	درودزن
۰/۹	21.2^{a}	21.1^{a}	17.3^{abc}	17.3^{abc}	16.4^{abcde}	16.6^{abcd}	15.2^{acdef}	17.3^{ab}	18.1^{ab}	17.2^{abc}
۳/۵	18.1^{ab}	15.6^{abcdef}	15.4^{abcdef}	15.3^{abcdef}	14^{bcdefg}	13.5^{bcdefg}	11.7^{defgh}	11^{fgh}	16.3^{abcde}	12.5^{cdefgh}
۵/۵	$13^{bcdefgh}$	11.6^{efgh}	11.9^{defgh}	12^{defgh}	$12.8^{bcdefgh}$	10^{gh}	10.3^{gh}	9.2^{h}	0	0

جدول۳- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه سطح تیمار کلرید سدیم

تیمار	ژنوتیپ									
	حسن‌سرایی	کادوس	لنجان	لاین ٤	حسنی	شمیم	لاین۲ عنبربو	کراس دم‌سیاه	چرام۲	درودزن
۰/۹	0.1^{abcd}	0.1^{a}	0.1^{abc}	0.1^{abcd}	0.1^{abcde}	$0^{bcdefghij}$	0.1^{abcdef}	0.1^{ab}	0.1^{ab}	$0.1^{abcdefg}$
۳/٥	$0^{bcdefghi}$	$0^{abcdefhi}$	$0^{defghijk}$	$0^{efghijk}$	$0^{cdefghij}$	$0^{fghijkl}$	0^{hijkl}	0^{hijkl}	$0^{abcdefgh}$	0^{ijkl}
۵/۵	0^{hijkl}	$0^{efghijkl}$	0^{kl}	0^{ghijkl}	$0^{fghijkl}$	0^{jkl}	0^{jkl}	0^{l}	0	0

جدول۴- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه سطح تیمار کلرید سدیم

	ژنوتیپ									
تیمار	حسن‌سرایی	کادوس	لنجان	لاین ۴	حسنی	شمیم	لاین۲ عنبربو	کراس دم‌سیاه	چرام۲	درودزن
۰/۹	0.3 ab	0.4 a	0.2 abcd	0.3 ab	0.2 abcdef	0.2 abcdg	0.2 abcde	0.3 abc	0.2 abcd	0.2 bcdefgh
۳/۵	0.2 abcdef	0.1 bcdefgh	0.1 defghi	0.1 def ghij	0.1 efghij	0.1 def ghi	0.1 ghij	0.1 hij	0.2 ab cde	0.1 hij
۵/۵	0.1 hij	0.1 fghij	0.1 ghij	0.1 ghi j	0.1 efghij	0.1 ij	0.1 hij	0 j	0	0

جدول۵- مقایسه میانگین کلروفیل برگ در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه سطح تیمار کلرید سدیم

	ژنوتیپ									
تیمار	حسن‌سرایی	کادوس	لنجان	لاین ۴	حسنی	شمیم	لاین۲ عنبربو	کراس دم‌سیاه	چرام۲	درودزن
۰/۹	2 ab	0.9 ab	2.2 ab	1.5 ab	0.5 ab	2.4 ab	2.9 a ab	0.2 ab	1.8 ab	2 ab
۳/۵	2.4 ab	0.2 ab	2.1 ab	1.4 ab	0.6 ab	1.2 ab	1.6 ab	0.4 ab	1.6 ab	1.5 ab
۵/۵	0.9 ab	0.2 ab	0.1 b	0.6 ab	0.8 ab	1.1 ab	1.3 ab	1.5 ab	0	0

جدول۶- مقایسه میانگین کلروفیل برگ در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه سطح تیمار کلرید سدیم

	ژنوتیپ									
تیمار	حسن‌سرایی	کادوس	لنجان	لاین ۴	حسنی	شمیم	لاین۲ عنبربو	کراس دم‌سیاه	چرام۲	درودزن
۰/۹	68.2 e	51.9 e	56 cde	66.2 abcde	63.4 abcde	52 e	53.3 de	60.3 bcde	65.2 abcde	56.3 cde
۳/۵	69.8 abcde	62.2 abcd e	68.5	71.9 abcde	74.2 abcd	68.2 abcde	53.6 de	63.6 abcde	69.2 abcde	71.9 abcde
۵/۵	73.8 abcd	68.2 abcd e	80.7 ab	76.2 a bc	84.5 a	79.6 a b	84.2 a	76.2 abc	0	0

منابع

کاووسی، م. ۱۳۷۴. تعیین مدل مناسب پیش بینی عملکرد برنج در شوری‌های مختلف سپیدرود، حسن سرایی و خزر. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

Binzel, M.L. and M. Reuveni, "Cellular mechanisms of salt tolerance in plant cells", Horticultural Reviews.,Vol 16, 1994. pp. 33-70.

Chen, H.J., J.Y. Chen, and S.J. Wang, "Molecular regulation of starch accumulation in rice seedling leaves in response to salt stress", Acta Physiologiae Plantarum,Vol 30, (2), 2008. pp. 135-142.

Huang, J., and Redmanh, R.E. 1995. Salt tolerance of hordeum and berassica Species during germination early seedling growth. Can. J. Plant Science. 75: 815-819.

Hillel, D. 1980. Fundamentals of soil science .Academic press. USA. P: 413.

Khan, M.A., Z. Abdullah, 2003. Salinity-sodicity induced changes in reproductive physiology of rice (*Oryza sativa*) under dense soil conditions. Environmental *and* Experimental Botany., 49, 145-157.

Khush, G.S., 2005. What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. Plant Molecular Biology., 59, 1-6.

Kirdmanee, C., K. Mosaleeyanon, 2000. Environmental engineering for transplant production. In: Kubota C. and Chun C. (eds.) "Transplant Production in the 21st Century" Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp 78-82.

Lee, K. S., W. Y. Choi, J. C. Ko, T. S. Kim and G. B. Gregorio. 2003. Salinity toleranc of japonica and ondica rice (Oryza sativa L.) at seedling stage. Planta 216(6): 1043-1046
Linghe, Z., and Shannon, C.M. 2000. Salinity effects on seedling growth and yield components of rice. Crop Science. 40: 996-1003.

Lutts, S., Kinet, J.M., and Bouharmont, J. 1995. Changes in plant response to Nacl during development of rice (Oryza sativus L.) varieties differing in salinity resistance. Journal of Experimental Botany, 46: 1843-1852.

Mandhania, S., S. Madan, and V. Sawhney, "Antioxidant defense mechanism under salt stress in wheat seedlings", Biol Plant,Vol 227, 2006. pp. 227-231.

Misra, A.N., et al., "Sodium chloride induced changes in leaf growth, and pigment and protein contents in two rice cultivars", Biol. Plant.,Vol 39, 1997. pp. 257-262.

Shannon, M.C., J.D. Rhoades, J.H. Draper, S.C. Scardaci, M.D. Spyres, 1998. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California. Crop Science., 38, 394-398.

Singh, G., "Salinity-related desertification and management strategies: indian experience", Land Degradation & Development,Vol 20, 2009. pp. 367-385.

Szabolcs, Review of research on salt affected soils. Natural Resource Research,. Vol. 15. 1979, Paris: UNESCO.

Trinchart, J. C., Y. S. Yang, and J. Riguad. 1998. Proline accumulation inside symbiosomes of Faba bean nodules under salt stress. Physiological Plantarum 104-38-Wanichananan, P., C.

Kirdmanee, C. Vutiyano, 2003. Effect of salinity on biochemical and physiological characteristics in correlation to selection of salt-tolerant ability in aromatic rice (Oryza sativa L.). Science Asia, 29, 333-339.

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

Zeng, L., S.M. Lesch, C.M. Grieve, 2003. Rice growth and yield respond to changes in water depth and salinity stress. Agricultural Water Management., 59, 67-75.