

## تاثیر شوری بر غلظت برخی عناصر بافت های گیاه برنج (*Oryza sativa* L) و میزان زیست توده در مراحل مختلف رشدی

الهیار فلاح\*، استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج  
کشاورزی، آمل، ایران،

اسفندیار فرهمندفر<sup>۱</sup>، استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

فواد مرادی، استادیار پژوهش موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج  
کشاورزی، کرج، ایران

### چکیده

تنش شوری باعث تغییر در جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاه برنج می شود. برای تعیین تاثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد گیاه برنج بر غلظت یون های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم ریشه، ساقه و برگ، آزمایش گلدانی در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) انجام شد. طرح به صورت کرت های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار با دو رقم برنج هیبرید (دیلم) و PSBRC88 در کرت های اصلی و سه سطح شوری صفر، ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر در سه مرحله رشد (پنجه زنی، ساقه دهی و گلدهی) به صورت فاکتوریل در کرت های فرعی به اجرا درآمد. کشت هیدروپونیک با محلول غذایی یوشیدا در گلدان های ۶ لیتری انجام شد. میزان غلظت یون های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم ریشه، ساقه و برگ برنج پس از اعمال تیمار شوری در هر مرحله رشد به مدت ۲۰ روز اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که میزان غلظت یون های کلسیم، پتاسیم و منیزیم با افزایش سطح شوری در ریشه، ساقه و برگ برنج کاهش یافت ولی میزان یون سدیم افزایش معنی داری یافت. در تیمار شاهد، بیشترین غلظت یون ها در مرحله گلدهی بود و همواره میزان غلظت یون های ریشه کمتر از ساقه و برگ بود. میزان غلظت یون پتاسیم، کلسیم و منیزیم در رقم PSBRC88 بیشتر از رقم هیبرید (دیلم) بود. بنابراین، رقم PSBRC88 دارای کارایی بهتر جذب یون های سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم در تنش شوری داشت و تولید زیست توده بیشتری داشت.

واژه های کلیدی: پتاسیم، سدیم، منیزیم، مراحل رشدی برنج

\* نویسنده مسئول: a.fallah@areeo.ac.ir E-mail:

## مقدمه

برنج گیاهی نیمه آبی و حساس به شوری است. رشد بهینه گیاه برنج به شرایط محیطی بستگی دارد. فراهمی عناصر غذایی در محیط رشد گیاه برنج ضروری است و هر گونه کمبود باعث کاهش رشد خواهد شد (۱). گیاهان برای جذب عناصر ضروری انتخاب محدودی دارند و عناصری که ضروری نیستند و یا حتی سمی را جذب می کنند. حدود ۶۰ عنصر در بافت های گیاهی وجود دارد ولی فقط ۱۷ عنصر برای رشد گیاهان ضروری هستند (۳).

علت اصلی شوری در طبیعت، غلظت زیاد کاتیون های سدیم، کلسیم، منیزیم و آنیون های کلر، سولفات و نیترات می باشد (۷). شوری به صورت حضور مقدار بیش از حد نمک های محلول در خاک یا آب آبیاری تعریف می شود. حد بحرانی شوری برای گیاه برنج بین ۴-۳ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است ولی غلظت بحرانی نمک در بافت برگ که باعث خسارت به گیاه برنج می شود در میان ارقام برنج، متفاوت است (۲).

پتاسیم جزء عناصر پر مصرف گیاه است و جذب آن توسط گیاه به صورت یون می باشد و عمدتاً دارای نقش کاتالیزوری است. با کمبود پتاسیم سوخت و ساز نوری کاهش و میزان تنفس افزایش می یابد و نتیجه آن کاهش کربوهیدرات ها است. تنظیم فشار اسمزی، فعال سازی آنزیم ها، تنظیم اسیدپتیک سلولی، برقراری تعادل کاتیون- آنیون در سلول، تنظیم تبخیر و تعرق از طریق روزنه ها و انتقال فرآورده های فتوسنتز، از وظایف ضروری پتاسیم در گیاه برنج می باشد (۳).

کلسیم و منیزیم دو عنصر دو ظرفیتی بوده و به همین صورت هم توسط گیاه جذب می شوند. وجود پکتات کلسیم در دیواره سلولی برای زنده ماندن گیاه الزامی بوده و علاوه بر نقش های متعدد، متعادل کردن غلظت سایر عناصر غذایی در بافت گیاهی به عهده کلسیم است (۸). کلسیم در تشکیل و افزایش پروتئین در درون میتوکندری دخالت دارد. با توجه به نقش میتوکندری ها در تنفس هوازی و در نتیجه جذب عناصر غذایی می توان چنین نتیجه گرفت که رابطه مستقیم بین مقدار کلسیم و جذب عناصر غذایی بوسیله گیاهان وجود دارد. وجود منیزیم برای تداوم سوخت و ساز نوری، فعال کردن آنزیم های متعدد در رابطه با سوخت و ساز کربوهیدرات ها و نقش آن در چرخه اسید سیتریک در تنفس سلولی اهمیتی حیاتی دارد و از آنجا که منیزیم جزئی از ساختمان کلروفیل به شمار می رود کمبود آن رنگ پریدگی برگ ها را به دنبال دارد. منیزیم در جذب و تثبیت  $CO_2$  و سنتز پروتئین دخالت دارد. میزان انتقال و خروج منیزیم توسط گیاه برنج بین ۳ تا ۵ کیلو گرم در یک تن عملکرد دانه برنج متغیر است (۳).

ارقام ایندیکا متحمل به شوری، دفع کننده مناسب یون  $Na^+$  و میزان جذب بالا  $K^+$  و نسبت  $Na^+/K^+$  پائینی را در اندام هوایی گیاهچه نشان دادند (۹). همبستگی مثبت بین نسبت سدیم به پتاسیم و تحمل به شوری

در گیاه برنج مشاهده شد. نسبت سدیم به پتاسیم کمتر از دو به یک در دانه، متحمل بودن ارقام برنج به شوری را نشان می دهد (۳).

طی گزارشی، نشان داده شد که دو گیاه برنج و علف هرز سوروف (*Echinochloa oryzicola*) در معرض تنش شوری  $1^{-1} \text{ mm/I}^{-1}$  (۵۰-۱۰۰ میلی مول بر لیتر) کلرید سدیم، گیاه سوروف، توانایی محدود کردن تجمع یون سدیم را داشت و در عوض، مقدار یون پتاسیم بالاتری را در خود نگهداری نمود. نسبت  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  در سوروف بیشتر از گیاه برنج بود (۵) تحقیقات نشان داد که کارایی دفع یون  $\text{Na}^+$  از ریشه گیاه برنج با تعلق تغییر می کند. رقم متحمل به شوری برنج پوکالی افزایش معنی داری را از نظر غلظت یون  $\text{Na}^+$  در برگ ها حتی در شوری بالای خاک نشان نداد، در حالی که ارقام های حساس به نمک تجمع نمک را در برگ های شان نشان داد. تعادل و تناسب یون های  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$  درون سلولی برای فعالیت بسیاری از آنزیم های سیتوسول و هم چنین حفاظت از پتانسیل غشایی و به عنوان یک تنظیم کننده اسمزی مناسب برای تنظیم حجم سلول بسیار مهم اند (۷). یکی از اثرات ثانویه غلظت بالای  $\text{Na}^+$  در محیط ریشه از جذب مواد غذایی ضروری مانند  $\text{K}^+$ ،  $\text{Ca}^{++}$ ،  $\text{NO}_3^-$  و غیره جلوگیری می نماید (۳). لیانگ (۱۹۹۹) نشان داد که با افزایش غلظت نمک، سطوح یون سدیم ساقه و برگ گیاه جو افزایش یافت. همچنین در آزمایشی مشخص شد با افزایش شوری میزان یون سدیم ساقه و برگ برنج افزایش یافت ولی پتاسیم کاهش معنی داری نشان داد. طی آزمایشی که بر روی ارقام برنج توسط زینگ و همکاران (۲۰۰۳) در محیط شور انجام گرفت مشاهده شد که در خاک های شور، افزایش شوری نه فقط تنش های اسمزی را در گیاهان تحمیل می نمایند، بلکه بر جذب و انتقال مواد غذایی ضروری مانند  $\text{K}^+$  و  $\text{Ca}^{2+}$  تأثیر می گذارد. یون سدیم می تواند منجر به خسارت یون های  $\text{Ca}^{++}$  و  $\text{K}^+$  از سلول های گیاه و کاهش جریان رو به داخل یون  $\text{K}^+$  در ریشه ها گردد (۷). در برنج غلظت بالایی از یون  $\text{Na}^+$ ، باعث کاهش در جذب کلسیم می شود. نتادو و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که غلظت بالای نمک  $\text{NaCl}$  در محیط رشد، جذب و تجمع یون های  $\text{K}^+$  و  $\text{Ca}^{2+}$  با شدت بیشتر و جذب یون  $\text{Mg}^{2+}$  توسط ریشه با شدت کمتری کاهش یافت. شانون و همکاران (۱۹۹۸) به این نتیجه رسیدند که تنش با نمک  $\text{NaCl}$  غلظت یون  $\text{K}^+$  در برگ های برنج را در کالیفرنیا حدود ۴۰ درصد کاهش داد، اما بر مقادیر یون های  $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Mg}^{2+}$  بی تأثیر بود. هدف تحقیق در این آزمایش، تعیین میزان غلظت یون های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم ریشه، ساقه و برگ دو رقم برنج در تنش شوری و بدون تنش در سه مرحله مختلف رشدی گیاه برنج بود.

## مواد و روش ها

جهت بررسی تاثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد گیاه برنج بر غلظت یون های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم ریشه، ساقه و برگ برنج، آزمایش گلدانی در گلخانه معاونت موسسه تحقیقات برنج

کشور در مازندران (آمل) انجام شد که به صورت اسپیلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه کامل تصادفی در سه سطح شوری صفر، ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به عنوان کرت اصلی و ارقام (دیلم و PSBRC88) و سه مرحله رشدی (بیست روز بعد از آغاز مرحله پنجه زنی، بیست روز بعد از مرحله ساقه دهی و ۲۰ روز بعد از مرحله گلدهی) به عنوان کرت فرعی با سه تکرار اجرا گردید. دمای محیط با نصب سه فن کوئل تقریباً مشابه هوای بیرون بوده است. بذره‌های دو رقم برنج هیبرید (دیلم) و PSBRC88 پس از ضد عفونی، به صورت جداگانه و تک تک در حفره‌های ورقه‌های کاشت نشاء انتقال یافت در قسمت تحتانی هر حفره هم منفذ کوچکی تعبیه شده بود که ریشه‌چه‌های هر بذر پس از جوانه زدن جهت جذب مواد غذایی در محیط کشت غذایی یوشیدا (۱۹۷۶) غوطه‌ور بودند. نشاکاری در گلدان‌های پلاستیکی به رنگ سفید به گنجایش ۶ لیتر که حاوی محلول غذایی بود، انجام پذیرفت. برای کشت نشاء و نگهداری آن در محلول غذایی از درب پوشش‌های مخصوصی استفاده شد. درب پوش‌های چوبی به گونه‌ای شبیه سازی و طراحی شده بود که بر روی هر کدام از آن‌ها سه سوراخ به قطر سه و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر (به شکل مثلث متساوی الاضلاع) تعبیه گردید و تک نشاء در هر منفذ انجام گرفت. وقتی که ارتفاع گیاه به ۲۰ سانتی‌متر رسید در گلدان‌های حاوی محیط کشت به صورت تک بوته انتقال یافت به نحوی که ریشه‌ها در داخل محیط کشت و اندام هوایی رو به سمت بیرون بودند. با استفاده از pH متر مدل (744-METROHM) و محلول یک نرمال اسید کلریک و هیدروکسید سدیم، اسیدیته محیط کشت هر ۲ روز یک بار بین ۶-۵/۵ تنظیم و هر ۷ روز یک بار محلول غذایی محیط کشت گیاه برنج، تعویض شد (۱۲). در هر مرحله رشدی، تیمار شوری به مدت ۲۰ روز اعمال شد. سپس، میزان غظت یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم ریشه، ساقه و برگ در هر مرحله رشدی اندازه‌گیری شد. ابتدا ریشه، برگ و ساقه از هم جدا شده و در آن با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. سپس نمونه‌ها با آسیاب برقی پودر شد. برای سنجش سدیم و پتاسیم، یک گرم پودر هر بافت گیاه برنج را با ترازوی دقیق یک ده هزارم توزین شد و داخل کروزه‌های چینی قرار گرفت. سپس در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ ساعت گذاشته شد. خاکستر سفید را در ارلن مایر ریخته و به آن ۱۰ میلی لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال اضافه شد و بر روی حمام آب گرم به مدت سه ساعت گذاشته و با دستگاه فلم فتومتر سنجش شد (۱۲). برای سنجش یون منیزیم و کلسیم از سیستم جذب اتمیک مدل (Varian-Aspctr-AA-10) استفاده شد. یون کلسیم در طول موج ۴۲۲/۷ نانومتر و یون منیزیم در طول موج ۲۰۲/۶ نانومتر سنجش شد. داده‌ها در قالب طرح با نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین به روش دانکن با نرم افزار MSTATC انجام گرفت.

## نتایج و بحث

جدول (۱) نشان داد که اثر سطوح شوری و مرحله رشدی بر غلظت یون های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ریشه، ساقه و برگ گیاه برنج در سطح ۱٪ معنی دار بود. همین روند برای مرحله ساقه دهی و گلدهی وجود داشت (جدول تجزیه واریانس ارائه نشد). اثر رقم در مرحله حداکثر پنجه زنی، بجز بر میزان غلظت یون سدیم و پتاسیم ریشه و پتاسیم برگ، بر سایر غلظت یونی بافت های برگ و ساقه معنی دار بود (جدول ۱). در مرحله ساقه دهی و گلدهی اثر رقم بر غلظت یونی سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ریشه، ساقه و برگ گیاه برنج در سطح یک یا پنج درصد معنی دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشد). اثر متقابل بین رقم و سطوح تنش شوری و مرحله رشدی وجود داشت.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس غلظت های یونی اندازه گیری شده در سطوح مختلف شوری، رقم و مراحل رشدی در مرحله حداکثر پنجه زنی

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
$K^+$ در برگ	$Na^+$ در برگ	$K^+$ در ساقه	$Na^+$ در ساقه	$K^+$ در ریشه	$Na^+$ در ریشه		
۶۰۷۳۳۵/۱۳ <sup>NS</sup>	۷۸۵۱۷۳/۵ <sup>NS</sup>	۲۹۸۷۰۵۸/۴ <sup>NS</sup>	۱۶۹۰۷۵/۸ <sup>NS</sup>	۴۹۲۹۸۷/۲*	۴۴۸۹۱۰/۷۲ <sup>NS</sup>	۲	تکرار
۱۱۹۶۶۲/۳ <sup>NS</sup>	۹۹۵۵۳۸۱/۴ <sup>**</sup>	۲۷۱۳۳۴۳۱/۲*	۷۰۵۹۷۳۳/۸*	۶۸۴۰۸/۹ <sup>NS</sup>	۱۲۰۰۳۹/۱۹ <sup>NS</sup>	۱	رقم
۱۵۳۶۷۲/۴	۴۳۰۷۰/۰۲	۵۷۵۹۳۵/۲	۳۲۹۸۰۲/۰۲	۱۷۹۶۵/۸	۴۸۳۰۲۷/۲۴	۲	تکرار × رقم
۶۱۲۸۰۰۸۹۲ <sup>**</sup>	۳۶۲۶۹۸۵۷۳ <sup>**</sup>	۵۹۵۵۱۸۴۰۵ <sup>**</sup>	۸۴۹۹۶۱۴۹۶ <sup>**</sup>	۴۸۴۵۷۹۰۴۲ <sup>**</sup>	۵۸۹۱۶۹۳۲۳/۶ <sup>**</sup>	۲	مرحله رشدی
۲۵۰۷۶۷۰/۶۱ <sup>**</sup>	۱۲۴۴۴۹۲۷۵۲ <sup>**</sup>	۱۹۷۱۸۵۷۷۰ <sup>**</sup>	۲۹۲۴۲۳۶۴ <sup>**</sup>	۱۷۷۸۷۷۱۳۲ <sup>**</sup>	۱۸۹۶۰۴۵۷۰/۷ <sup>**</sup>	۲	سطوح شوری
۱۲۵۶۸۹/۴ <sup>NS</sup>	۹۹۳۹۹۳۵/۶ <sup>**</sup>	۲۷۲۲۴۹۵۷/۵ <sup>**</sup>	۷۰۴۰۲۲۲/۵ <sup>**</sup>	۶۹۰۵۱/۴ <sup>NS</sup>	۴۶۰۵۴/۳ <sup>NS</sup>	۲	رقم × مرحله رشدی
۲۵۰۶۶۰۲۷۷ <sup>**</sup>	۱۲۴۴۴۵۷۰۳ <sup>**</sup>	۱۹۷۲۱۷۳۳۰ <sup>**</sup>	۲۹۲۵۰۱۰۳۹ <sup>**</sup>	۱۷۷۹۵۹۱۵۹ <sup>**</sup>	۱۸۹۵۲۷۸۰۹/۵ <sup>**</sup>	۴	مرحله رشدی × شوری
۳۴۴۳۷۷/۰۴ <sup>NS</sup>	۳۰۵۳۲۹۱/۱۲ <sup>**</sup>	۴۸۶۷۷۰۹/۱*	۲۲۱۲۹۹۰/۲ <sup>**</sup>	۳۱۸۳۶۶/۸ <sup>**</sup>	۱۲۴۹۶۰/۸*	۲	رقم × شوری
۳۴۶۲۸۵/۴ <sup>NS</sup>	۳۰۵۱۹۶۱/۰۲ <sup>**</sup>	۴۸۷۵۶۲۷/۸*	۲۲۱۵۴۷۴/۵ <sup>**</sup>	۳۱۵۲۶۶/۶ <sup>**</sup>	۱۲۵۷۸۷۷/۸ <sup>**</sup>	۴	رقم × شوری × مرحله رشدی
۳۴۵۴۷۷/۱	۴۳۹۳۷/۷	۱۲۶۷۱۷/۰۴	۳۳۰۳۷۳/۳	۴۴۸۱۳/۷	۲۹۴۹۵۴	۳۲	خطای کل
۱۲/۶	۱۰/۳	۸/۴	۱۱/۶	۶/۷	۹/۸		ضریب تغییرات (%)
=NS عدم تفاوت معنی دار		**= اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد		**= اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد			

ادامه جدول ۱:

میانگین مریعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
Mg <sup>++</sup> در برگ	Mg <sup>++</sup> در ساقه	Mg <sup>++</sup> در ریشه	Ca <sup>++</sup> در برگ	Ca <sup>++</sup> در ساقه	Ca <sup>++</sup> در ریشه		
۳۹۱۶۴۲/۹ <sup>**</sup>	۳۹۹۷۵۶/۵ <sup>**</sup>	۳۹۹۰۵۸/۴ <sup>**</sup>	۲۱۱۹۱۰/۳ <sup>**</sup>	۳۸۶۲۴۷/۲ <sup>**</sup>	۳۹۶۷۲۹/۴ <sup>**</sup>	۲	تکرار
۱۹۰۸۱۶/۷ <sup>**</sup>	۱۰۵۸۴ <sup>°</sup>	۱۰۶۱۲/۰۲ <sup>**</sup>	۳۸۱۳۶۰/۰۷ <sup>°</sup>	۹۷۰۲۸۲ <sup>**</sup>	۱۴۰/۱۷ <sup>ns</sup>	۱	رقم
۹/۷۲	۱۳۴/۸۹	۳/۰۲	۴۴۱۳/۴۱	۷۴	۰/۸۸۹	۲	تکرار × رقم
۳۶۲۰۳۰۹/۰۲ <sup>**</sup>	۵۶۶۳۱۳/۹ <sup>**</sup>	۲۰۱۸۵۱/۱۷ <sup>**</sup>	۱۵۶۹۷۳۰/۱۵ <sup>**</sup>	۳۵۹۰۰۷۳/۰۲ <sup>**</sup>	۲۶۷۴۴۵۶/۲ <sup>**</sup>	۲	مرحله رشدی
۱۳۴۶۹۱۲/۶ <sup>**</sup>	۲۵۴۲۱۵/۲ <sup>**</sup>	۹۸۴۹۷/۷ <sup>**</sup>	۷۰۰۰۷۶۶/۷ <sup>**</sup>	۱۳۲۶۲۲۳/۶ <sup>**</sup>	۱۳۲۷۵۸۹/۴ <sup>**</sup>	۲	سطوح شوری
۱۸۳۴۰۱/۰۶ <sup>**</sup>	۱۰۳۴۰/۲۲ <sup>**</sup>	۱۱۹۷۰/۹ <sup>**</sup>	۴۶۵۴۷۰/۴ <sup>**</sup>	۹۸۹۴۷/۴ <sup>**</sup>	۳۵/۱۷ <sup>ns</sup>	۲	رقم × مرحله رشدی
۱۳۵۳۶۹۰/۵ <sup>**</sup>	۲۵۶۲۰۷/۴ <sup>**</sup>	۹۸۴۴۵/۴ <sup>**</sup>	۶۹۹۲۶۱۴/۰۷ <sup>**</sup>	۱۳۲۲۳۱۶/۵ <sup>**</sup>	۱۳۳۵۹۶۲/۷ <sup>**</sup>	۴	مرحله رشدی × شوری
۲۱۶۹۱/۲ <sup>**</sup>	۴۴۷۶/۵۰ <sup>**</sup>	۴۷۴۷/۰۳ <sup>**</sup>	۲۴۰۵۸۲/۸ <sup>**</sup>	۱۸۹۷۳/۶ <sup>**</sup>	۱۲۳۰۹/۵ <sup>**</sup>	۲	رقم × شوری
۲۲۴۲۸/۶ <sup>**</sup>	۴۱۴۲/۲۲ <sup>**</sup>	۴۶۴۷/۴ <sup>**</sup>	۲۴۱۶۴۴/۰۷ <sup>**</sup>	۱۸۵۴۸/۴ <sup>**</sup>	۱۲۰۳۷/۶۷ <sup>**</sup>	۴	رقم × شوری × مرحله رشدی
۳۸۷/۲	۲۰۹/۹	۸۳/۷	۱۳۵۵۷	۱۵۵/۶	۱۳۸/۵	۳۲	خطای کل
۷/۵	۹/۷	۸/۵	۱۰/۴	۷/۸	۹/۵		ضریب تغییرات (%)
=ns عدم تفاوت معنی دار		* = اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد		** = اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد			

غلظت یون سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ریشه: مقایسه میانگین اثر سطوح شوری بر غلظت سدیم (جدول ۲) نشان داد با افزایش شوری، میزان یون سدیم در بافت ریشه برنج نسبت به شاهد در هر سه مرحله رشدی، افزایش یافت. میزان افزایش غلظت یون سدیم در بافت ریشه در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر بین ۸۰ تا ۹۰ درصد در مقایسه با شاهد بود. با افزایش شوری، میزان غلظت یون پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ریشه کاهش معنی داری یافت (جدول ۲). میزان کاهش غلظت یون پتاسیم بافت ریشه در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد در سه مرحله رشدی، ۲۷-۳۷ درصد متغیر بود. میزان کاهش غلظت یون کلسیم ۱۹-۳۴ درصد و میزان کاهش غلظت یون منیزیم ۱۹-۴۹ درصد متغیر بود (جدول ۲). مقایسه دو رقم برنج هیبرید (دیلم) و PSBRC88 نشان داد که در هر سه مرحله رشدی میزان غلظت یون سدیم در ریشه برنج رقم دیلم بیشتر از رقم PSBRC88 بوده و در مرحله ساقه دهی و گلدهی این تفاوت معنی دار بود (جدول ۳). به عبارت دیگر رقم PSBRC88 میزان سدیم کمتری را جذب کرده است و محتمل تر از رقم هیبرید (دیلم) می باشد. میزان غلظت یون پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ریشه رقم PSBRC88 بیشتر از رقم هیبرید دیلم بود (جدول ۳). نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش تنش شوری میزان غلظت یون سدیم ریشه، افزایش معنی داری یافت. کاهش در میزان جذب یون های Ca<sup>++</sup> و K<sup>+</sup> تحت تأثیر جذب زیاد یون Na<sup>+</sup> می تواند یکی از عوامل اصلی در عدم تنظیم اسمزی و مرگ گیاه حساس شود. افزایش مقدار Na<sup>+</sup> در گیاهان نشان دهنده خسارت شوری به گیاه است

که در نهایت منجر به کاهش عملکرد می شود و کنترل جذب  $\text{Na}^+$  از طریق ریشه ها یکی از مهم ترین مکانیزم های تحمل به شوری در گیاهان می باشد چون شدت انتقال پتاسیم و کلسیم را کاهش می دهد (۷). با افزایش شوری پتانسیل آب موجود در بافت ریشه کاهش پیدا خواهد کرد و در واقع گیاه برنج با تنش آبی مواجهه شد و در نتیجه انسداد روزنه ای، اغلب یک واکنش سریع و اولیه گیاه نسبت به تنش شوری است و انسداد سریع روزنه های گیاهی می تواند ناشی از پتانسیل آب پائین، اثرات مضره یون سدیم بر روی سیگنال های ریشه و برگ باشد (۷). اثرات غیر مستقیم شوری می تواند به صورت های مختلف تنش آبی، عدم تعادل مواد غذایی و تنش های اکسیداتیوی ملاحظه شود و متداول ترین اثر قابل مشاهده شوری بر روی گیاهان این است که آب قابل دسترس خاک توسط گیاه کاهش می یابد (۱۰).

**غلظت یون سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ساقه:** مقایسه میانگین اثر سطوح شوری نشان داد با افزایش شوری، میزان یون سدیم در ساقه نسبت به شاهد افزایش یافت و میزان افزایش در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر بین ۹۵-۸۹ درصد در مقایسه با شاهد بود (جدول ۴). با افزایش شوری، میزان غلظت یون پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ساقه کاهش معنی داری یافت (جدول ۴). میزان کاهش غلظت یون پتاسیم بافت ساقه در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد در سه مرحله رشدی، ۲۹-۲۱ درصد متغیر بود. میزان کاهش غلظت یون کلسیم ۵۲-۱۷ درصد و میزان کاهش غلظت یون منیزیم ۳۸-۲۱ درصد متغیر بود (جدول ۴). بیشترین درصد کاهش غلظت یون کلسیم ساقه در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر در مرحله گلدهی اتفاق افتاد. مقایسه دو رقم برنج هیبرید دیلم) و PSBRC88 نشان داد که در هر سه مرحله رشدی میزان غلظت یون سدیم در ساقه برنج رقم دیلم بیشتر از رقم PSBRC88 بوده و در هر سه مرحله رشدی تفاوت معنی داری داشت (جدول ۵). میزان غلظت یون پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ساقه رقم PSBRC88 بیشتر از رقم هیبرید دیلم بود (جدول ۵) و این تفاوت معنی دار بود. میزان افزایش غلظت یون پتاسیم بافت ساقه رقم PSBRC88 در هر سه مرحله رشدی معادل ۸-۳ درصد متغیر و بیشتر از رقم هیبرید دیلم بود. ساقه عضو انتقال مواد غذایی از ریشه به برگ است. نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش تنش شوری، میزان غلظت یون سدیم در بافت ساقه برنج افزایش یافت به عبارت دیگر، بخشی از یون سدیم در طول مسیر انتقال در بافت ساقه تجمع کرد و در نتیجه سبب کاهش غلظت یون پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ساقه برنج شد. گزارش دادند که یون  $\text{Ca}^{++}$  کافی منجر به استحکام و بهبودی عمل غشاء پلاسمایی ریشه ها و اندام هوایی می شوند. بنابراین، اثر بهبودی بر رشد اندام هوایی با افزایش یون  $\text{Ca}^{++}$  در تیمار شوری با کاهش یون  $\text{Na}^+$  مرتبط می باشد. شواهدی وجود دارد که یون  $\text{Na}^+$  از طریق غشای ریشه ها جایگزین یون  $\text{Ca}^{++}$  شده و منجر به آشفستگی و یا بی نظمی غلظت درون سلولی کلسیم می گردد (۲).

جدول ۲: اثر شوری بر غلظت های یونی عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ریشه در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج

مرحله گلدهی				مرحله ساقه دهی				مرحله حداکثر پنجه زنی				شوری (دسی زیمنس)	۲ (۴)
غلظت های یونی (mg/kg)													
Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		
۷۷۷/۲a	۲۲۱۶/۴a	۲۹۸۳۲/۳a	۱۰۸۸/۵ c	۹۰۹/۶a	۲۶۱۸/۴a	۲۱۶۹۵/۹a	۱۰۷۶/۳c	۷۳۴/۷a	۲۸۴۶/۷a	۲۳۱۷۰/۴a	c	۱۰۳۰/۵	۰
۶۱۰/۰۶b	۱۹۴۹/۴b	۲۵۶۶۲/۹b	۵۵۶۵/۲b	۸۱۱/۹b	۲۲۸۶/۱b	۱۸۵۸۹/۱b	۴۴۸۶/۶b	۶۹۶/۷b	۲۶۵۲/۶b	۲۰۲۸۸/۹b	۴۴۳۰/۴b		۶
۳۹۵/۲c	۱۵۸۲/۸c	۲۰۶۷۶/۲c	۱۰۰۸۸/۵ a	۶۴۲/۰۶c	۱۷۱۱/۴c	۱۳۵۸۹/۹c	۹۸۱۰/۹a	۵۹۱/۶c	۲۳۱۰/۳c	۱۶۸۹۰/۳c	۷۵۱۹a		۱۲

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می باشد

جدول ۳: اثر رقم بر غلظت های یونی عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ریشه در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج

مرحله گلدهی				مرحله ساقه دهی				مرحله حداکثر پنجه زنی				غلظت های یونی	ارقام
غلظت های یونی (mg/kg)													
Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		
۶۱۹/۱a	۲۰۵۴/۸a	۲۵۷۸۲/۷a	۵۵۳۵/۰۴b	۸۱۴/۶a	۲۲۸۷/۰۴a	۱۸۲۹۵/۹a	۴۷۵۹/۷b	۶۸۷/۲a	۲۶۰۱/۶a	۲۰۱۵۲/۲a	۴۲۷۹/۵a		PSBRC88
۵۶۹/۱b	۱۷۷۷/۷b	۲۴۹۹۸/۳b	۶۱۶۲/۴a	۷۶۱/۱b	۲۱۲۳/۶b	۱۷۶۲۰/۷b	۵۴۸۹/۵a	۶۶۰/۱b	۲۶۰۴/۸a	۲۰۰۸۰/۹a	۴۳۷۳/۵a		هیبرید بهاریک (دیلم)

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می باشد

نتایج نشان داد که جذب کلسیم به مقدار معین با افزایش شوری کاهش می یابد و در نتیجه این اثر، منجر به خسارت غشایی در سلول می گردد و در صورت افزایش بیش از حد نمک در محیط رشد، باعث مرگ سلول و در نهایت مرگ بافت خواهد شد (۲).

**غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت برگ:** با اعمال تیمار شوری در هر مرحله رشدی، میزان یون سدیم بافت برگ در همان مرحله افزایش معنی داری نشان داد. میزان یون سدیم برگ در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد در هر سه مرحله رشدی بین ۹۲-۹۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۶). روند تغییرات غلظت پتاسیم برگ مشابه روند تغییرات آن در بافت ریشه و بود. اثر شوری بر محتوای K<sup>+</sup> برگ معنی دار شد. به نحوی که افزایش تنش شوری، باعث کاهش جذب یون پتاسیم در بافت برگ گیاه برنج شد. مقایسه میانگین سطوح شوری نیز نشان داد که با افزایش میزان شوری، میزان تجمع یون کلسیم در بافت برگ به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۶). مقایسه میانگین سطوح شوری



همچنین نشان داد که با افزایش تنش شوری، میزان یون منیزیم در بافت برگ هم کاهش یافت و بیشترین میزان کاهش آن در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۶).

جدول ۴: اثر شوری بر غلظت‌های یونی عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ساقه در مراحل مختلف رشدی گیاه

## برنج

مرحله گلدهی		مرحله ساقه دهی				مرحله حداکثر پنجه زنی					
غلظت‌های یونی (mg/kg)											
Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
۳۲۴۸/۴a	۴۷۰۲/۸a	۲۹۳۳/۹a	۳۵۴/۱c	۱۱۵۹/۲a	۲۹۷۶a	۳۴۱۱۰a	۱۲۳۰/۴c	۱۰۹۵/۳a	۳۱۱۵/۰۶a	۳۱۳۴۴/۶a	۱۰۰۰c
۲۷۶۸/۹b	۳۹۴۵/۶b	۲۶۰۴/۲b	۴۳۶۷/۶b	۹۸۸/۳b	۲۶۲۳/۶b	۳۰۶۰۳/۳b	۵۴۲۷/۶b	۱۰۲۲/۳b	۲۹۰۲/۵b	۲۸۴۵۷/۸b	۴۷۹۷/۵b
۲۱۹۱/۸c	۲۰۲۴/۶c	۲۱۹۹۰/۸c	۷۵۳۸/۸a	۷۱۸/۲c	۲۰۲۸/۲c	۲۳۹۵/۸c	۱۱۹۰۶/۲a	۸۶۲/۹c	۲۵۷۶/۲c	۲۴۷۴۲/۳c	۹۰۵۶/۸a

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می باشد

مرحله رشدی و ارقام هم، پارامتر نامبرده را تحت تأثیر قرار داد و در طی آزمایش، رقم‌ها و مرحله رشدی نسبت به محتوای پتاسیم، کلسیم و منیزیم رفتارهای متفاوتی را نشان دادند. اندازه گیری‌ها نشان داد که ارقام در مرحله برداشت دوم (مرحله ساقه‌دهی) نسبت به تنش شوری حساسیت بیشتری داشته و این حساسیت منجر به کاهش صفت مورد مطالعه در بافت برگ گردید و این کاهش در رقم حساس (دیلم) بیشتر مشاهده شد (جدول ۷). بیشترین غلظت یون منیزیم در مرحله گلدهی بود ولی با اعمال تیمار شوری در هر مرحله رشدی، میزان غلظت یون منیزیم بافت برگ در آن مرحله رشدی کاهش یافت (جدول‌های ۵ و ۷). برگ عضو اصلی فتوسنتز در گیاه برنج است و مواد اسیمیلاتی معمولاً از برگ به دانه و سایر اندام‌های گیاه برنج منتقل می‌شود.

یکی از اثرات تنش شوری بر گیاه اثرات اختصاصی آن است. این نوع تأثیر بیشتر در اثر تراکم زیاد یک یون نسبت به بقیه یون‌ها در محلول غذایی و به تبع آن در بافت گیاهی می‌باشد، بطوری که رقابت یونی مانع جذب سایر یون‌ها توسط گیاه شده و بدین طریق موجبات کاهش رشد و نمو گیاه را فراهم می‌سازد. یون  $Mg^{2+}$  بخشی از ملکول کلروفیل و فعال کننده آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفس است و برای سنتز بعضی از پروتئین‌ها لازم و ضروری می‌باشد. همچنین منیزیم در توازن الکتریکی نقش مهمی را ایفاء می‌نماید. از جمله نقش‌های متابولیکی یون  $Mg^{2+}$  می‌توان، نقش یک عنصر سازنده در ساختمان کلروفیل، ایفاء نقش به عنوان یک کوفاکتور آنزیمی، تقسیم و توسعه سلولی در میتوز را نام برد. یکی از نقش‌های مهم دیگر یون  $Mg^{2+}$  در گیاهان، صادرات مواد فتوسنتزی است. برگ‌هایی که کمبود منیزیم دارند، آسیب دیدند و شوری منجر به افزایش تجزیه کلروفیل می‌شود (Essah, 2002) و در نتیجه انتقال مواد اسیمیلاتی کاهش خواهد یافت. همبستگی بین نسبت سدیم به پتاسیم و تحمل به شوری مشاهده شد ولی هیچ نسبتی به

عنوان نسبت بحرانی تعیین نشده است. نسبت سدیم به پتاسیم کمتر از دو به یک در دانه، متحمل بودن ارقام برنج به شوری را نشان می دهد (۳).

**وزن خشک کل:** مقایسه میانگین، نشان داد که تنش شوری بر وزن کل خشک اثر گذاشت و وزن آن را کاهش داد که میزان کاهش در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد ۱۵ درصد بود (جدول ۸). با اعمال شوری در مرحله رویشی میزان کاهش معادل ۱۹/۴ درصد، در مرحله ساقه دهی ۱۶/۲ درصد و در مرحله گلدهی معادل ۲۰/۳ درصد بود (جدول ۸) به عبارت دیگر وقوع پدیده شوری در مرحله رشدی باعث کاهش وزن خشک کل یک کپه برنج شد. میزان این کاهش در رقم حساس دیلم بیشتر از رقم متحمل بود. مرادی (۲۰۰۲) بیان داشت که تولید ماده خشک بعلاوه تسهیم ماده خشک در اندام های مختلف گیاه برنج با استفاده از تنش شوری به شدت تغییر می یابد. کاهش ارتفاع گیاه و ماده خشک کل به دلیل رشد و نمو کندتر گیاه، ناشی از تنش اسمزی ایجاد شده توسط شوری است و یا ممکن است به دلیل بازدارندگی فتوسنتز از طریق اثرات مستقیم تنش شوری بر روی سیستم فتوسنتزی گیاه برنج باشد.

جدول ۵: اثر رقم بر غلظت های یونی عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت ساقه در مراحل مختلف رشدی گیاه

## برنج

مرحله گلدهی				مرحله ساقه دهی				مرحله حداکثر پنجه زنی				غلظت های یونی ارقام PSBRC88
Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
غلظت های یونی (mg/kg)												هیبرید بهاریک (دیلم)
۸۴۹/۹a	۴۹۸۶/۲a	۲۶۳۳/۹a	۴۹۹۶/۴b	۹۹۶/۱a	۲۶۱۷/۸a	۳۰۰۱۹/۱a	۵۴۷۵/۶b	۱۰۰۷/۵a	۲۹۰۶/۹a	۲۸۸۹۰/۴a	۴۵۸۹/۹b	
۶۵۲/۸b	۴۷۰۵/۸b	۲۴۲۰۷/۸b	۶۵۵۷/۳a	۹۱۴/۳b	۲۴۶۷/۳b	۲۹۰۹۱/۶b	۶۸۹۹/۸a	۹۷۹/۵b	۲۸۲۲/۲b	۲۷۴۷۲b	۵۳۱۳a	

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می باشد

جدول ۶: اثر شوری بر غلظت های یونی عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت برگ در مراحل مختلف رشدی گیاه

## برنج

مرحله گلدهی				مرحله ساقه دهی				مرحله حداکثر پنجه زنی				شوری
Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
غلظت های یونی (mg/kg)												۰ ۶ ۱۲
۳۲۴۸/۴a	۷۷۰۲/۸a	۳۳۳۴/۹a	۴۲۴/۱c	۲۶۰۶/۶a	۶۵۴۸/۷a	۲۹۲۲۹a	۵۰۵/۸c	۲۴۲۹/۲a	۵۱۰۷a	۲۶۳۴۷/۱a	۴۸۳/۳c	
۲۷۶۸/۹b	۶۹۴۵/۶b	۲۸۰۴۶/۲b	۶۳۶/۶b	۲۲۸۴b	۵۷۷۴/۰۶b	۲۵۲۲۶/۵b	۳۱۹۱/۶b	۲۲۵۳/۴b	۴۶۹۶/۴b	۲۳۳۲۷/۹b	۲۸۹۱/۹b	
۲۱۹۱/۸c	۶۰۲۴/۶c	۲۱۹۹۰/۸c	۱۳۵۳۸/۸a	۱۷۷۸/۷c	۴۶۰۷/۳c	۱۹۶۶۷/۱c	۷۷۰۹/۶a	۱۸۹۲/۶c	۳۸۸۱/۷c	۱۸۹۲۴/۹c	۵۷۴۰/۸c	

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می باشد

جدول ۷: اثر رقم بر غلظت های یونی عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت برگ در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج

مرحله گلدهی				مرحله ساقه دهی				مرحله حداکثر پنجه زنی				غلظت های یونی ارقام
Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
غلظت های یونی (mg/kg)												PSBRC88 هیبرید بهاریک (دیلم)
۲۸۱۹/۹a	۶۹۸۶/۲a	۲۸۳۷۳/۴a	۵۹۹۶/۴b	۲۲۸۹/۰۴a	۵۸۵۹/۴a	۲۴۹۶۶/۴a	۲۹۵۵/۸b	۲۲۵۱/۲a	۴۶۴۵/۷a	۲۲۹۱۳/۷a	۲۶۳۹/۳b	
۲۶۵۲/۸b	۶۷۹۵/۸b	۲۷۲۰۷/۸b	۷۵۵۷/۳a	۲۱۵۷/۱b	۵۴۲۷/۳b	۲۴۴۱۹/۳b	۴۶۴۸/۸a	۲۱۳۲/۳b	۴۴۷۷/۷b	۲۲۸۱۹/۶a	۳۴۹۸/۷۰a	

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می باشد

جدول ۸: اثر شوری، مرحله رشدی و رقم بر وزن خشک کل یک کپه گیاه برنج بر حسب گرم

شوری (دسی)	زمینس (بر متر)	مرحله رشدی			رقم	رویشی ساقه دهی گلدهی		
		رویشی	ساقه دهی	گلدهی		رویشی	ساقه دهی	گلدهی
۰		۶۱/۴۸a	۴۲/۰۶a	۳۶/۷۲a	PSBRC88	۵۹/۰۸a	۳۷/۵۶b	۲۹/۲۵b
۶		۵۴/۴۲b	۳۷/۲۳b	۳۴/۵۶b	هیبرید بهاریک (دیلم) (V2)	۵۵/۳۲b	۳۱/۶۴c	۳۶/۴۵a
۱۲		۴۵/۹۴c	۳۱/۹۴c	۳۱/۰۸c		۴۷/۵۷c	۴۱/۹۷a	۳۶/۶۸a

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می باشد

نتایج نشان داد با افزایش شوری، میزان یون سدیم در ریشه، ساقه و برگ برنج نسبت به شاهد افزایش یافته است و میزان افزایش در تیمار ۱۲ دسی زمینس بر متر بین ۸۰ تا ۹۰ درصد در مقایسه با شاهد متغیر بود. مقایسه دو رقم برنج هیبرید (دیلم) و PSBRC88 نشان داد که در هر سه مرحله رشدی میزان غلظت یون سدیم در ریشه، ساقه و برگ برنج رقم دیلم بیشتر از رقم PSBRC88 بود. افزایش تنش شوری، باعث کاهش جذب یون پتاسیم، کلسیم و منیزیم در بافت ریشه، ساقه و برگ گیاه برنج شد. بیشترین مقدار غلظت یون ها در مرحله گلدهی حاصل شد در نتیجه اثر سمیت یونی ناشی از تنش شوری، در مرحله گلدهی مشهودتر بود. میزان تولید ماده خشک کل در رقم متحمل به شوری PSBRC88 در هر سه مرحله رشدی بیشتر از رقم دیلم بود.

## منابع

1. **Ahmad Khan, M., and Abdulla Z., 2003.** Salinity solicits induced changed in reproductive physiology of rice (*Oryza sativa* L.) under dense soil conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 49: 145-157.
2. **Cachorro, P., Ortiz, A., and Creda, A. 1994** Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. *Plant and Soil*, 159: 205-212.
3. **Dobermann, A. and Fairhurst, T. 2000.** Rice nutrient disorders and nutrient management. International rice research Institute (IRRI), Manila, Philippines. 190p
4. **Essah, P.A. 2002.** Sodium transport and accumulation in *Arabidopsis Thaliana*. F.A.O. 2001. Lecture notes on the major soils of the world". <http://www.fao.org/documentshow>
5. **Hoai, T. T., Shim, I. S., Kobayashi, K., and Usui, K. 2005.** Effects of salt stress on ion accumulation and antioxidative enzyme activities. *Weed Biology and Management*:1-9.
6. **Liang, Y.C. 1999.** Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barely under salt stress. *Plant Physiology*. 29:217-224.
7. **Moradi, F. 2002.** Physiological characterization of rice cultivars for salinity tolerance during vegetative and reproductive stages. PhD Dissertation. The University of Philippines at Los Banos. Laguna. Philippines. 190p.
8. **Netondo, G.W., Onyango, J.C. and Beck, E. 2004.** Crop physiology and metabolism. *Crop Science*. 44: 797-805.
9. **Seong- lee , Choi, K., Sookim, W. Y., J. C. K. T. and Gregorio, G. B. 2003.** Salinity tolerance of Japonica and indica rice (*Oryza sativa* L.) at the seedling stage. *Planta*. 216: 1043-1046.
10. **Shannon, M.C., Rhoades, J.D. and Draper, J.H. 1998.** Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problem in California. *Crop Science*. 38: 394-398.
11. **Zeng, L., Wilson A. P., , Draz, C. A., Gregorio, S. E. G. B. and Grieve, C. M. 2003.** Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. *Euphytica*. 129: 281-292.
12. **Yoshida, S., Forno, S. D. A. Cock, J. H. and Gomez, K. A. 1976.** Laboratory manual for physiological studies of rice. International rice research Institute (IRRI), Manila, Philippines. 76p