نشریه زراعت شماره ۱۰۷، تابستان ۱۳۹۴

(پژوهش و سازندگی)

تاثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی دو رقم برنج در شرایط گلخانه

- الهیار فلاح، استادیار پژوهشی معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (نویسنده مسئول)
- اسفندیار فرهمندفر، استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- فواد مرادی، استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: بهمن ماه ۱۳۹۲
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۵۵۰۵۰۲
پست الکترونیک نویسنده مسئول: a.fallah@areo.ir

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر صفات مورفو فیزیولوژیکی برنج، آزمایش گلخانه ای به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار با دو رقم دیلم و PSBRC88 در کرت های اصلی و سه سطح شوری ۰، ۶و ۱۲دسی زیمنس بر متر در سه مرحله رشدی رویشی، ساقه دهی وگلدهی در کرتهای فرعی به صورت فاکتوریل اجرا شد. اعمال تیمار شوری در هر مرحله به مدت بیست روز در محلول غذایی یوشیدا انجام گرفت. نتایج نشان داد سطح و وزن خشک برگ وکل با افزایش شوری در مراحل مختلف رشدی کاهش یافت. غلظت یون پتاسیم برگ با افزایش سطح شوری کاهش ، ولی غلظت یون سدیم برگ افزایش نشان داد. مقدار عدد کلروفیل متر، محتوی آب نسبی، هدایت روزنه ای و سرعت فتوسنتزی نیز کاهش یافت. میزان کاهش در مرحله گلدهی بیشتر از مراحل رشد رویشی و ساقه دهی بود. بیشترین کاهش تولید ماده خشک در هرمرحله رشدی درتنش شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متربود.آب شور با هدایت الکتریکی ۱۲ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش رشد سطح برگ ، وزن خشک کل ، هدایت روزنه ای و سرعت فتوسنتزی به میزان ۱۲، ۲۵، ۴۸ و ۵۵ درصد در مرحله گلدهی شد.

کلمات کلیدی: برنج ، سرعت فتوسنتزی ، شوری، مراحل رشد، هدایت روزنه ای

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:107 pp: 175-182

Effect of salt stress on some morphophysiological characters of two rice culitivars during different growth stages at greenhouse

By:

- *A. Fallah, (Corresponding Author; Tel: 09111550502), Assistaant Professor of Deputy of Rice Research Institute of Iran*
- *E. Farahmanfar, Assistaant Professor of Natural and Agricultural Sciences University of Sari*
- *F. Moradi - Assistaant Professor of Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran*

Received: September 2013 **Accepted: February 2014**

In order to evaluate the effects of salt stress in different growth stages on morpho-physiological traits in rice, a greenhouse experiments was conducted in three replications with using two rice cultivars, including Daylam and PSBRC88 as main plats, as well as three salinity levels including 0, 6 and 12 dS/m at vegetative growth, stem elongation and flowering as sub-plots in a split plot factorial based on RCBD. Salinity treatments were imposed for 20 days in nutrition solution at each stage. Results showed that total and leaf area as well as their dry weight, decreased with increasing salinity at different growth stages. K^+ concentration with increasing salinity levels decreased while that of Na^+ increased. The SPAD value, RWC, stomatal conductance and photosynthetic rate also declined. Reduction at flowering stage was more than vegetative growth and stem elongation stages. The maximum reduction in dry matter in any growth stage of growth, was observed at 12 dS m salinity level. Saline water with EC 12 dS/m, at the flowering stage reduced leaf area, total dry weight, photosynthetic rate and stomatal conductance by as much as 12, 25, 48 and 55 percent.

key Words: Growth stages, Rice, Photosynthesis rate, Salinity, Stomata conductance

مقدمه

افزایش نمک‌های قابل حل در آب آبیاری و در محلول خاک یکی از مهمترین تنش‌های غیرزنده است که بر عملکرد گیاهان زراعی و توزیع گونه‌های گیاهی در محیط‌های طبیعی اثر می‌گذارد. در حدود ۶/۸ میلیون هکتار ازاراضی کشاورزی کشور دارای درجات مختلف شوری هستند که ۴/۳ میلیون هکتار فقط محدودیت شوری دارند و ۵۷۰ هزار هکتار از اراضی شور در کشور دارای آب زیر زمینی در محدوده رشد ریشه هستند (Momeni, 2010). برنج گیاهی نیمه آبزی است که زراعت آن نیاز به آب فراوان دارد. در بعضی از مناطق ایران، آبیاری مزارع برنج با آب های نسبتا شور صورت می گیرد. نمک های محلول در این آبها در اراضی شالیزاری تجمع یافته و در دراز مدت سبب بروز مشکلات شوری یا سدیمی شدن خاک می شود (Fallah, 2010). حد بحرانی نمک برای گیاهان پنج دهم درصد وزن خاک خشک می باشد. علت اصلی شوری در طبیعت، غلظت زیاد کاتیون‌های سدیم، کلسیم، منیزیم و آنیون های کلر، سولفات و نیترات می‌باشد (Postini & Bieker, 1994) .

تحقیقات مختلف نشان داده است که در مراحل مختلف رشد، گیاهان عکس العمل های متفاوتی نسبت به تنش شوری از خود نشان می دهند. یک ژنوتیپ خاص در یک مرحله از رشد خود، شاید عکس العملی مشابه گیاه متحمل و همین ژنوتیپ در مرحله دیگر عکس العملی مشابه گیاه حساس از خود بروز دهد (Ah- Fallah, 2010 ;mad Khan & Abdulla, 2003 ;Asadi, 2008). گیاه برنج در مرحله جوانه‌زنی به شوری نسبتاً متحمل، در اوایل دوره گیاهچه‌ای (۳ برگی) خیلی حساس شده و مجدداً در مرحله رشد رویشی متحمل می‌گردد. در مرحله گرده‌افشانی و لقاح نیز به شوری حساس و در مرحله رسیدن دانه به طور فزاینده‌ای مقاوم می‌گردد (Moradi, 2002).

فتوسنتز گیاه برنج به وسیله عوامل مختلف محیطی کنترل می شود. میزان تاثیر عوامل بستگی به نوع رقم، مرحله رشدی و شرایط محیطی دارد. فراهمی عناصر غذایی در محیط رشد گیاه برنج ضروری است و هر گونه استرس محیطی باعث کاهش رشد خواهد شد (Postini & Bieker, 1994). با افزایش شوری، میزان جذب عناصر توسط گیاه برنج کاهش می یابد. 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 ۳تا۴ 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 متفاوت است (Zeng et al., 2003). یکی از اثرات شوری بر گیاه، کاهش سطح برگ است که عامل اصلی در کاهش فتوسنتز می باشد. محققان با مطالعه بر روی برنج نشان دادند که برگ های کاملاً توسعه یافته قبل از برگ های جوان تحت تاثیر شوری قرار می گیرند. در واقع در اثر

شوری مساحت سطح برگ به عنوان اولین عکس العمل گیاه کاهش می یابد (Alam, et al., 2004). با افزایش شوری پتانسیل آب موجود در خاک کاهش پیدا خواهد کرد و انسداد روزنه‌ای، اغلب یک واکنش سریع و اولیه گیاه نسبت به تنش شوری است و انسداد سریع روزنه‌های گیاهی می‌تواند ناشی از پتانسیل آب پائین، اثرات مضره Na^+ بر روی سیگنال‌های ریشه و یا سلول‌های محافظ روزنه برگ باشد (Moradi and Abdelbagi, 2007). برای شناسایی میزان تحمل به شوری، ۱۰ رقم از برنج‌های ایندیکا و ژاپونیکا، در شرایط شوری و غیر شور، آزمایشی انجام گرفت و میزان جذب یون‌های Na^+ و K^+ اندازه‌گیری شدند. ارقام متحمل به شوری ایندیکا، دفع کننده مناسب یون Na^+ بودند و میزان جذب K^+ بالایی داشتند که در نتیجه نسبت Na^+/K^+ پائینی را در اندام هوایی گیاهچه نشان دادند. در این بررسی همبستگی بین نسبت سدیم به پتاسیم و تحمل به شوری دیده شد (Yeo & Flowers, 1983). مقادیر انتقال یون‌های Na^+ و Cl^- به بخش هوایی گیاهچه در طول مدت آزمایش در گیاهان شاهد پایین ولی با افزایش تیمار شوری در دو ژنوتیپ سورگوم بطور متوسط حدود پنج برابر افزایش یافت. ژنوتیپ حساس در تنش شوری، همیشه مقادیر انتقال یون بیشتری را در مقایسه با ژنوتیپ متحمل نشان داد. مقادیر یون K^+ در گیاهان شاهد بسیار بیشتر از یون های Na^+ و Cl^- بوده‌اند اما بعد از اعمال تیمارشوری با NaCl به شدت کاهش یافت (Koji et al., 2008). واریته متحمل به شوری برنج هندی پوکالی، افزایش معنی‌داری را از نظر غلظت یون Na^+ در برگ‌ها حتی در شوری بالای خاک نشان نداد در حالیکه واریته‌های حساس به نمک تجمع نمک را در برگ‌هایشان نشان دادند (Moradi, 2002). تعادل و تناسب یون‌های K^+ و Na^+ درون سلولی برای فعالیت بسیاری از آنزیم‌های سیتوسولی و هم چنین حفاظت از پتانسیل غشایی و بعنوان یک تنظیم کننده اسمزی مناسب برای تنظیم حجم سلول بسیار مهم‌اند (Koji et al., 2008). یکی از اثرات ثانویه غلظت بالای Na^+ در محیط ریشه جلوگیری از جذب مواد غذایی ضروری پتاسیم و کلسیم می باشد. اثرات مستقیم شوری در سطوح فعالیت آنزیمی، عمل غشاء و در فرایندهای مختلف متابولیکی قابل ملاحظه است (Moradi & Abdelbagi, 2007). افزایش مقدار Na^+ در گیاهان نشان دهنده خسارت شوری به گیاه است که در نهایت منجر به خسارت عملکرد می‌شود. کنترل جذب Na^+ از طریق ریشه‌ها یکی از مهم‌ترین مکانیزم‌های تحمل به شوری در گیاهان می‌باشد.در مورد برنج نشان داده شده است که واریته متحمل به شوری مانند پوکالی، از غشاء های سلول‌های برگی شان در طی تنش شوری، نشت کمتری در مقایسه با ارقام حساس دیده می شود (Moradi, 2002). مرادی و اسماعیل (Moradi & Abdelbagi, 2007) نتیجه گرفتند که افزایش نشت سلولی ممکن است بدلیل تغییرات اسیدهای چرب غیر اشباع باشد که بر روی خواص و ساختمان غشاء تاثیر می‌گذارد. افزایش ترکیبات رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون چربی‌ها، تحت شرایط تنش شوری در ارقام حساس منجر به نشت سلولی یا افزایش نفوذپذیری غشاء و یا کاهش یکپارچگی آن می‌گردد (Moradi & Abdelbagi, 2007). هدف این تحقیق مقایسه عکس العمل دو رقم برنج حساس و متحمل در سه مرحله رشد رویشی، ساقه دهی و گلدهی به تنش شوری در محیط کشت آبی (هیدروپونیک) بر اساس صفات فیزیولوژیکی بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرات تنش شوری بر صفات فیزیولوژیک در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج ، آزمایشی به صورت اسپیلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی معاونت موسسه برنج کشور آمل به اجرا در آمد. تیمارها شامل رقم حساس دیلم و متحمل PSBRC88 به عنوان عامل اصلی و سه سطح شوری ۰، ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر با سه مرحله رشد رویشی، ساقه دهی و گلدهی بصورت فاکتوریل با سه تکرار اجرا شد. پس از ضدعفونی بذور با ویتاواکس سه در هزار، عمل بذر پاشی با دست بر ورقه های پلاستیکی منفذ دار انجام شد و سپس بر روی ظرف ۱۲ لیتر حاوی محلول غذایی یوشیدا قرار داده شد (Yoshida et al., 1976). در مرحله گیاهچه ای، محلول غذایی هر دو هفته تعویض شد. وقتی که ارتفاع گیاهچه به ۲۰ سانتی متر رسید نشاکاری در گلدان های پلاستیکی به رنگ سفید به گنجایش ۶ لیتر حاوی محلول غذایی یوشیدا، انجام پذیرفت (Yoshida et al., 1976). درب پوش‌های چوبی به گونه‌ای شبیه سازی و طراحی شده بود که بر روی هر کدام از آن‌ها حداقل سه سوراخ به قطر سه و به فاصله ۲۰ سانتی متر از یکدیگر (به شکل مثلث متساوی الاضلاع) تعبیه گردید و تک نشاء در هر منفذ انجام گرفت به نحوی که ریشه‌ها در داخل محیط کشت و اندام هوایی رو به سمت بیرون بودند. اعمال تیمار شوری در سه سطح صفر، ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر در سه مرحله رشدی رویشی، ساقه دهی و گلدهی صورت گرفت. برای سطح شوری ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر در ظرف حاوی ۶۰ لیتر آب مقطر به ترتیب ۶۳ و ۱۱۲گرم نمک آزمایشگاهی NaCl مصرف شد. دمای محیط گلخانه با نصب فن کولر و ترموستات تنظیم گردید و دما بین ۲۵ درجه سانتیگراد در شب و ۳۰ درجه در روز تنظیم شد. طول مدت اعمال تنش شوری بیست روز در هر مرحله رشدی بود. با استفاده از pH متر (مدل 744-METROHM) و محلول یک نرمال هیدروکسید سدیم و اسید کلریدریک اسیدیته محیط کشت هر ۲ روز یک بار بین ۶تا۵/۵ تنظیم و هر ۷ روز یک بار محلول غذایی محیط کشت گلدان ها تعویض شد. اندازه گیری صفات، پس از اعمال تنش شوری در هر مرحله رشدی صورت گرفت. با در آوردن یک کپه و جداسازی برگ‌ها میزان سطح برگ توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ مدل (LI- 3100 – Area- Meter, LI- COR,Inc: Lincoln, Nebraska. USA) اندازه‌گیری شد و وزن خشک برگ و کل با قرار دادن نمونه در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت، اندازه گیری گردید.

محتوای نسبی آب برگ ، سرعت فتوسنتزی، هدایت روزنه‌ای، قرائت کلروفیل و میزان یون های سدیم، پتاسیم، بافت برگ نیز اندازه گیری شد. برای اندازه گیری غلظت یون‌های Na^+ و K^+ از طریق هضم به روش سوزاندن با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل (SPECTR-AA.10) و فلیم فتو متر مدل (GNVEA-PSP7) انجام گرفت (Moradi, 2002).

میزان کلروفیل آخرین برگ توسعه یافته ساقه اصلی در سه قسمت ابتدا، وسط و نزدیک به انتهای برگ ساقه اصلی برآورد شده و میانگین آن به صورت قرائت عدد کلروفیل متر با دستگاه SPAD مدل Minolta502) ثبت گردید (Fallah, 2010). بعد از بیست روز اعمال

تنش شوری، محتوای نسبی آب برگ در ساعت ۷ صبح اندازه گیری شد. در آزمایشگاه، قسمت‌های میانی برگ پرچم به صورت قطعات متحدالشکل جدا و بلافاصله توزین گردید، سپس به مدت ۱۸ ساعت در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) در آب مقطر قرار گرفت (Moradi, 2002). پس از جذب آب و آماس کامل برگ ابتدا سطوح برگ‌ها با استفاده از دستمال کاغذی کاملاً خشک و وزن آماس آن اندازه گیری شد. سپس قطعات برگ آماس کرده به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد قرار گرفت و سپس وزن خشک آن توزین گردید. محتوی آب نسبی برگ با استفاده از رابطه

$$\text{محتوی آب نسبی} = \frac{[FW - DW]}{[WT - DW]} \times ۱۰۰$$

محاسبه شد،که FW = وزن تر برگ، DW = وزن خشک برگ، WT= وزن آماس (Moradi, 2002). برای اندازه گیری میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ پرچم برحسب میکرومول دی اکسید کربن در متر مربع بر ثانیه و هدایت روزنه ای بر حسب مول در متر مربع بر ثانیه از دستگاه تحلیل گرگازمادون قرمز IRGA (مدل LCA4، شرکت ADC) استفاده گردید. اندازه گیری ها بر روی برگ پرچم ۲ بوته در هر کرت در ساعت ۱۱ صبح الی ۲ بعدازظهر انجام گرفت. شدت نور در تمام اندازه گیری ها بین ۹۵۰ الی ۱۱۵۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه بود (Moradi & Abdelbagi, 2007). پس از جمع آوری داده ها در آزمایش اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین تیمار ها با استفاده از نرم افزار Mstatc و به روش دانکن انجام شده است.

نتایج و بحث

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر اصلی تیمار شوری و مراحل رشدی بر میزان سطح برگ در هر سه مرحله رشدی در سطح احتمال ۱درصد معنی دار شد ، ولی اثر اصلی رقم در مرحله گلدهی در سطح احتمال ۵٪ معنی دار گردید. در مرحله رشد رویشی، به جز اثر متقابل شوری در مرحله رشدی که در سطح ۱٪ معنی دار شد، بقیه اثرات متقابل تفاوت معنی دار نداشتند. در مرحله ساقه دهی و گلدهی همه اثرات متقابل تیمارها برای صفت سطح برگ در کپه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شدند (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۲) نشان می دهد که با افزایش شوری میزان سطح برگ در کپه کاهش یافت ، بطوریکه این کاهش در مرحله رشد رویشی ۳/۵ درصد، در مرحله ساقه دهی ۸/۵ درصد و در مرحله گلدهی ۱۲/۴ درصد بود. بررسی نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره رشد گیاه برنج، سطح برگ در کپه نیز افزایش یافت. اثر شوری در مرحله رشد رویشی، برمیزان سطح برگ نسبت به دو مرحله بعدی، کمتر بود (جدول ۳). در این پژوهش، بیشترین کاهش سطح برگ پس از اعمال تنش شوری در مرحله گلدهی مشاهده شد. به نظر می رسد که گیاه برنج قادر است پس از رفع تنش شوری خسارات وارد شده به اندام های خود خصوصاً برگ های خود را جبران نماید درحالیکه این فرصت در مرحله گلدهی وجود ندارد. کوجی و همکاران (Koji et al., 2008) بیان داشتند که تصور می رود کاهش سطح برگ، واکنش اولیه گلیکوفیت ها نسبت به تنش شوری است که از تلفات زیادی آب از طریق تعرق اجتناب ورزند، ولی کاهش سطح برگ به نوبه خود منجر به کاهش فتوسنتز شده و نهایتاً از سرعت رشد گیاهان کاسته خواهد شد. اولین علامت تنش شوری در برنج، در نوک جوان ترین برگ برنج دیده می شود بطوریکه قسمت بالای برگ های جوان ابتدا سفید رنگ و سپس نکروزه می شود. یک هفته پس از تنش، برگ ها بالای پیچده شده و کاملاً تغییر رنگ می دهند و پس از آن خسارت ثانویه توسعه یافته و به تدریج در برگ های پیر ظاهر می شود (Moradi, 2002). در این بررسی علایم مشابهی دیده شد و به همین علت، به همراه کوچکتر شدن اندازه هر برگ، از سطح برگ کل کاسته شد.

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس جدول (۱) نشان داد ارقام از نظر وزن خشک برگ در مرحله رشد رویشی با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند ولی در مراحل ساقه دهی و گلدهی در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. اثر شوری و مرحله رشدی، اثر متقابل مرحله رشدی و شوری در سطح ۱٪ درصد معنی دار است. ولی اثر متقابل رقم در مرحله رشدی فقط در مرحله ساقه دهی در سطح ۵٪ معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین شوری (جدول ۲) نشان داد با افزایش شوری در مرحله رشد رویشی میزان کاهش وزن خشک برگ به ترتیب ۵/۳ و ۱۲/۹ درصد در تیمار های ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد بوده است. روند کاهش در مرحله ساقه دهی و گلدهی بیشتر بوده است (جدول ۳).

افزایش سطح شوری اثر بازدارندگی شدیدی بر وزن خشک برگ ایجاد نمود به گونه ای که روند کاهشی معنی داری با افزایش سطوح شوری داشت. ضمناً در بین مراحل رشدی، مرحله گلدهی بیشترین حساسیت را نسبت به شوری از خود نشان داد .به طور کلی نشان داده شده است، هر عاملی که بر روی فتوسنتز جاری تأثیر داشته باشد بر روی تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی نیز نقش دارد (Fallah, 2010).

وزن خشک کل

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد اثر تیمار شوری ، مرحله رشدی و اثرات متقابل شوری و مرحله رشدی و رقم با مرحله رشدی بر صفت وزن خشک کل در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد . 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(جدول۲). 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 ۳).میزان این کاهش در رقم حساس دیلم بیشتر از رقم متحمل بود. مرادی (Moradi, 2002) 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.

مقدار عددکلروفیل متر

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد اثر تیمار شوری ، مرحله رشدی و اثرات متقابل شوری و مرحله رشدی در سطح احتمال ۱٪ برمقدار عددکلروفیل متر معنی دار شد. با افزایش شوری مقدار کلروفیل متر هم کاهش پیدا کرد (جدول ۲). به خاطر اعمال تیمار شوری در هر مرحله رشدی میزان عدد کلروفیل متر در آن مرحله رشدی نسبت به دو مرحله دیگر کاهش نشان داد و کمترین عدد کلروفیل متر در مرحله ساقه دهی معدل ۳۵/۴ بود (جدول۳).

در این آزمایش، واکنش ارقام نسبت به شوری و ارتباط آن با میزان قرائت کلروفیل متر معنی دار بود. این نتایج با گزارش یانگ و همکاران (Yang et al., 2002) هماهنگ است. آنها اظهار داشتند که در اثر تنش های محیطی میزان سبزینگی برگ های برنج کاهش می یابد و این کاهش ممکن است به علت تخریب لاملای کلروفیل برگ ها باشد. مشاهده می شود که بین میزان کلروفیل ، طول ریشه ضریب همبستگی مثبت و بسیار بالایی ($r=۰/۹۲^{**}$). وجود دارد، به این دلیل که با افزایش رنگدانه های کلروفیل، آسیمیلاسیون فرآیندهای فتوسنتزی افزایش یافته و در پی آن سهم انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه ها افزایش می یابد (Walia et al., 2005).

محتوی نسبی آب برگ

مرحله رشدی و سطوح شوری و اثرات متقابل این دو بر محتوی نسبی آب برگ در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که محتوی نسبی آب برگ در مرحله رشد رویشی نسبت به سایر مراحل رشد بین ۲/۵ الی ۲/۷ درصد کاهش یافت. همچنین مقایسه میانگین سطوح شوری نشان داد که محتوی نسبی آب برگ با افزایش سطوح شوری کاهش یافت و مقدار آن از سطح شاهد(۷۴/۳۳ درصد) به ۷۲درصد در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر در مرحله رویشی رسید ولی در مرحله گلدهی از ۷۳/۷۹ درصد به ۶۷/۲۵ درصد رسید(جدول ۲). میزان کاهش محتوی نسبی آب برگ در مرحله گلدهی بیشتر از دو مرحله دیگر رشدی بود(جدول ۳).

کم بودن محتوی نسبی آب برگ در سطح شاهد ناشی از افزایش دمای گلخانه بود. محتوی نسبی آب برگ برنج در شرایط بدون تنش بین ۸۰ تا ۸۵ درصد متغیر است(Moradi & Abdelbagi 2007,)

کاهش محتوی آب نسبی بر اثر تنش یک پدیده معمولی است که در آزمایش های مختلف مشاهده شده است. علت کاهش مقدار آب نسبی، کاهش جذب آب از خاک به علت محدودیت آب ناشی از شوری در خاک است که باعث به هم خوردن تعادل بین دو فرایند جذب آب و تعرق می شود و درنتیجه آب گیاه کاهش می یابد (Moradi, 2002).

با کاهش آب در سلول های برنج، عمل تقسیمات سلولی متوقف و در پی آن منجر به کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی می گردد. کاهش مقدار آب در سلول های برگ در تنش شوری، سبب کاهش سطح برگ و خسارت به منابع فتوسنتزی رشد گیاه برنج شده و منتج به کاهش میزان فتواسمیلات ها و در نهایت کاهش وزن خشک میگردد (Moradi, 2002; Moradi & Abdelbagi, 2007).

میزان سدیم برگ

رقم، مرحله رشدی و سطوح شوری بر غلظت سدیم برگ، تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ دارد (جدول ۴). محتوای سدیم برگ با افزایش نمک، افزایش یافت؛ اما شدت افزایش در مرحله حداکثر ساقه دهی، آشکارتر بود (جدول ۵). میزان افزایش سدیم برگ در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد در مرحله رویشی معادل ۸۴ درصد و در مرحله ساقه دهی معادل ۹۳ درصد بود.

طی آزمایشی که بر روی دو گروه از برنج های هندی و ژاپنی انجام شد، میزان یون های سدیم و پتاسیم در بخش هوایی در محیط شور، بین دو رقم اختلاف معنی داری داشت؛ به نحوی که واریته های متحمل به شوری در گروه ایندیکا در مقایسه با واریته های متحمل گروه ژاپونیکا توانستند یون بیشتری از سدیم را از اندام هوایی خود دفع نمایند (Jamil et al., 2007a). غلظت بیشتر یون K^+ در برگ های ارقام متحمل که در معرض تنش شوری قرار گرفته بودند می تواند یک واکنش انطباقی نسبت به نگهداری یون بالای K^+ در سلول های روزنه در تنش شوری باشد (Fallah, 2010).

میزان پتاسیم برگ

اثر سطوح شوری و مرحله رشدی و اثر متقابل این دو بر میزان غلظت پتاسیم برگ در سطح احتمال ۱ ٪ معنی دار است (جدول ۴). نتایج نشان داد که تیمارهای شوری در تمامی مراحل رشد، میزان یون پتاسیم برگ را کاهش داد. در بین تنش های شوری و مراحل مختلف رشد، بیشترین کاهش مربوط به شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر در مرحله ساقه دهی بود(جدول ۵). مرادی (Moradi, 2002) نیز نتیجه گرفت با افزایش شوری میزان پتاسیم برگ کاهش می یابد. یون پتاسیم یکی از پارامتر های مهم فیزیولوژیکی است و در سیتوسول سلول نقش مهمی را در فعالیت بسیاری از آنزیم ها در سنتز پروتئین ها و فتوسنتز ایفاء می نماید و به عنوان تنظیم کننده اسمزی در طی توسعه سلولی و فعالیت های روزنه ای ارتباط داشته و میانجیگری می نماید (Mirnia & Mohamadian, 2003).

هدایت روزنه ای

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها، نشان می دهد که تنش شوری باعث کاهش معنی داری در سطح احتمال ۵٪ بر روی هدایت روزنه ای شد و میزان این کاهش در بالاترین تنش، ۱۶/۳ درصد نسبت به شاهد بود. با اعمال شوری در هر مرحله رشدی، هدایت روزنه ای کاهش یافت و میزان این کاهش در مرحله حداکثر پنجه دهی تا ظهور خوشه در بالاترین سطح تنش، ۵۰/۲ درصد نسبت به شاهد بود (جداول۶و۷ و۸).

جمیل و همکاران(Jamil, el al., 2007b) طی گزارشی اعلام کردند که کاهش فتوسنتز با افزایش تنش شوری می تواند به دلیل هدایت روزنه ای پایین تر، کاهش فرایندهای متابولیکی بویژه در جذب کربن، بازدارندگی ظرفیت فتوسنتزی و یا آمیزه ای از مواد نامبرده باشند و بازدارندگی ضریب خاموشی فتوشیمیایی توسط شوری ممکن است در اثر بسته شدن روزنه ها از طریق القاء تنش شوری و کاهش پتانسیل اسمزی، ایجاد شده باشد. کاهش هدایت روزنه ای در ارقام حساس می توان به خاطر یون K^+ کمتر و تجمع بیشتر یون Na^+ و آبسیزیک

اسید (ABA) در سلول های محافظ روزنه باشد. والیا و همکاران (Walia et al., 2005) هم به نتایج شبیه این آزمایش در بعضی از ارقام برنج در سطوح متفاوت تنش شوری دست یافتند. ایشان اظهار داشتند که هدایت روزنه ای و سرعت تعرق در پاسخ به تنش شوری در هر دو ژنوتیپ FLA_{478} و IR_{29} کاهش یافت؛ امّا میزان کاهش در ژنوتیپ متحمل FLA_{478} کمتر بود.

سرعت فتوسنتزی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد که سطوح شوری، اثر متقابل شوری و مرحله رشدی بر سرعت فتوسنتزی در سطح یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان سرعت فتوسنتزی در مرحله رشد رویشی بیشتر از مرحله ساقه دهی و گلدهی بوده است. با افزایش تنش شوری، سرعت فتوسنتزی بین ۵۵-۱۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و بیشترین کاهش در مرحله گلدهی در سطح بالای تنش شوری ۱۲دسی زیمنس بر متر بود (جداول ۶، ۷ و۸).

مرادی و عبدالباقی(Moradi and Abdelbagi, 2007) نتیجه گرفتند که کاهش فتوسنتز گیاه برنج می تواند به دلیل کاهش تجمع کلروفیل و یا تغییرات ساختمان کلروپلاست در شرایط تنش شوری باشد. زنگ و همکاران (Zeng et al., 2003) نتیجه گرفتند که در خاک های شور، افزایش شوری نه فقط تنش های اسمزی را بر گیاهان تحمیل می‌نمایند، بلکه بر جذب و انتقال مواد غذایی ضروری مانند پتاسیم و کلسیم تاثیر می‌گذارد. پتاسیم جزء عناصر پر مصرف گیاه است و جذب آن توسط گیاه به صورت یون می باشد و عمدتا دارای نقش کاتالیزوری است. با کمبود پتاسیم سوخت و ساز نوری کاهش و میزان تنفس افزایش می یابد و نتیجه آن کاهش کربوهیدرات هاست . کاهش سطح برگ ، میزان عددکلروفیل متر و هدایت روزنه ای در این آزمایش باعث کاهش سرعت فتوسنتزی گیاه برنج در تنش شوری شده است(Falah, 2010).

نتیجه گیری کلی

تیمار شوری به مدت ۲۰ روز در مرحله رشد رویشی، ساقه دهی و گلدهی باعث کاهش ۱۲-۳ درصدی سطح برگ، ۱۵-۱۰ درصدی وزن خشک کل نسبت به شاهد شد. بیشترین کاهش در مرحله گلدهی و در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر حاصل شد. هدایت روزنه ای و سرعت فتوسنتزی نیز بین ۵۰-۱۵ درصد در تیمار شوری ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد کاهش نشان داد. بنابراین مصرف آب شور با هدایت الکتریکی ۶ دسی زیمنس بر متر و بیشتر سبب کاهش رشد گیاه برنج خواهد شد و در نتیجه توصیه می شود از رقم متحمل استفاده شود.

سپاسگزاری

بدیوسیله از معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور درمازندران بخاطر تقبل هزینه پژوهشی و پژوهشکده زیست فناوری طبرستان بخاطر همکاری در اندازه گیری صفات فیزیولوژیکی، سپاسگزاری می شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات تنش شوری، مراحل رشدی و ارقام بر صفات عدد کلروفیل متر، سطح برگ، مقدار آب نسبی، وزن خشک برگ و وزن خشک کل

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی df	میانگین مربعات											
		عدد کلروفیل متر			سطح‌برگ			محتوی نسبی آب برگ			وزن خشک برگ			وزن خشک کل		
		رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی
رقم	۱	۱/۸۵۲^{ns}	۱/۸۵۲^{ns}	۶^{ns}	۵۰/۰۷۴^{ns}	۶۶۸/۵^{ns}	۲۷۰۲/۳۱*	۱/۸۵۲^{ns}	۳۴/۲۴^{ns}	۲۰/۱۸^{ns}	۰/۲۲۷^{ns}	۹/۸۰*	۱۵/۰۴*	۲۶/۰۴۲^{ns}	۶۴/۴۶*	۱۱۵/۵۷*
خطای a	۲	۲/۴۶۳	۱/۱۸۵	۵/۶۲	۵۹/۰۷۴	۳۳۵/۸۴	۱۶۵۴/۱۰	۳/۶۳	۱۷/۷۵	۲۹/۲۱	۰/۴۴۸	۵/۳	۲۸/۰۳	۱۵/۱۲	۳۶/۱۶	۱۲۶/۶۸
مرحله رشدی	۲	۳۹/۲۴۱**	۴۳/۳۵**	۳۳/۵۷**	۱۷۷۶/۱۳**	۴۷۱۴/۸**	۶۹۱۷/۸**	۵۲/۰۷۴**	۱۴۱/۸۰**	۸۵/۷۲**	۳۴/۳۶**	۴۷/۵۸**	۷۷/۶**	۳۲۰/۵**	۴۷۸/۴**	۶۲۱/۶**
سطوح شوری	۲	۱۱/۷۹۶**	۵۸/۹۰**	۹۱/۳۵۲**	۵۰۹/۰۱۹**	۴۶۹۰/۳**	۱۳۹۰۰/**	۲۴/۵۱۹**	۱۰۵/۲۴**	۱۹۰/۵**	۱۳/۹۲**	۵۰/۰۲**	۱۱۷/۹**	۴۶۰/۳**	۱۴۵/۶**	۱۰۸۴/۷**
رقم × مرحله رشدی	۲	۱/۹۰۷**	۵/۵۷**	۱/۳۸۹^{ns}	۵۳/۶۸۵^{ns}	۱۱۸/۷**	۲۴۷/۲**	۳/۶۳۰**	۱۲/۴۶**	۷/۰۶**	۰/۴۷۷^{ns}	۲/۶۷*	۱/۴۳^{ns}	۱۵/۱**	۱۸**	۲/۶۷^{ns}
مرحله رشد × شوری	۴	۱۷/۶۵۷**	۱۹/۴۷**	۱۴/۵۴۶**	۹۲۰/۸۵۲**	۱۵۸۱/۷**	۲۲۹۴/۷**	۲۱/۳۲۴**	۳۶/۴۴**	۳۱/۸**	۱۳/۸۵**	۱۶/۸۰**	۲۵/۴**	۱۱۸/۸**	۱۵۵/۹**	۲۲۰/۳**
رقم × شوری	۲	۲/۴۶۳*	۳/۱۲۹**	۳/۶۷**	۵۵/۳۵۲^{ns}	۱۷۱/۲**	۸۸۲/۴۶**	۰/۹۶۳^{ns}	۸/۸۰**	۸/۷۳**	۰/۱۹۸^{ns}	۲/۰۷*	۳/۵۹**	۷/۶۸**	۱۷/۸۰**	۳۷/۵۶**
رقم × شوری × مرحله رشدی	۴	۰/۹۳۵۲**	۰/۳۵۱۹^{ns}	۰/۱۳۹^{ns}	۵۱/۹۶۳^{ns}	۵۷/۶۳**	۵۷/۴۲**	۱/۹۱۱**	۲/۶۰**	۱/۰۲۸*	۰/۶۵۷^{ns}	۰/۹۱	۰/۲۷۸^{ns}	۶/۰۳**	۱۰/۳۰**	۱/۷۸^{ns}
خطای b	۳۲	۰/۲۱۳۰	۰/۳۳۱	۰/۵۸۶	۹/۲۲۷	۸/۹۱۹	۶/۸۱۰	۰/۶۵۹۷	۰/۶۵۱	۰/۳۴۰	۰/۶۱۳	۰/۵۸۸	۰/۵۵۶	۱/۱۰۴	۱/۵۱۲	۱/۹۶۱
ضریب تغییرات (CV)		۶/۴	۸/۵	۱۲/۵	۸/۶	۹/۲	۱۶/۴	۴/۳	۷/۵	۱۳/۴	۷/۷	۷/۳	۱۱/۵	۷/۵	۹/۳	۱۴

**=معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *= معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ns= عدم تفاوت معنی‌دار

جدول۲- میانگین‌های سطوح تنش شوری در مراحل رشدی و ارقام بر صفات عدد قرائت کلروفیل متر، سطح برگ، مقدار آب نسبی، وزرن خشک برگ و وزن خشک کل

شوری $dS.m^{-1}$	صفات	عدد کلروفیل متر			سطح برگ (سانتی‌مترمربع در کپه)			محتوی نسبی آب برگ (٪)			وزن خشک برگ (گرم)			وزن خشک کل (گرم)		
		رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی
۰		۳۸/۷۸^{a}	۳۸/۵۵^{a}	۳۹/۱۲^{a}	۳۱۴/۲۸^{a}	۳۷۶/۰۶^{a}	۴۵۲/۲۶^{a}	۷۴/۳۳^{a}	۷۳/۷۲^{a}	۷۳/۷۹^{a}	۱۳/۳۹^{a}	۱۵/۶۷^{a}	۲۱/۸۵^{a}	۳۶/۷۲^{a}	۴۲/۰۶^{a}	۶۱/۴۸^{a}
۶		۳۷/۸۳^{b}	۳۶/۹۴^{b}	۳۷/۰۶^{b}	۳۱۱/۰۶^{a}	۳۶۰/۵۰^{b}	۴۲۵/۸۵^{b}	۷۳/۲۲^{b}	۷۱/۴۵^{b}	۷۰/۶۸^{b}	۱۲/۶۷^{b}	۱۴/۰۶^{b}	۱۹/۴۹^{b}	۳۴/۵۶^{b}	۳۷/۲۳^{b}	۵۴/۴۲^{b}
۱۲		۳۷^{c}	۳۴/۹۳^{c}	۳۴/۶۱^{c}	۳۰۳/۸۹^{b}	۳۴۳/۷۸^{c}	۳۹۶/۷۱^{c}	۷۲^{c}	۶۸/۸۹^{c}	۶۷/۲۵^{c}	۱۱/۶۴^{c}	۱۲/۳۳^{c}	۱۶/۶۹^{c}	۳۱/۰۸^{c}	۳۱/۹۴^{c}	۴۵/۹۴^{c}

حروف مشترک در هر ستون، علامت عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ ٪ به روش دانکن می‌باشد.

جدول۳- مقایسه میانگین مراحل رشدی در سطوح مختلف شوری و ارقام بر صفات عدد قرائت کلروغیل متر، سطح برگ، مقدار آب نسبی، وزرن خشک برگ و وزن خشک کل

صفات	عدد کلروفیل متر			سطح برگ (سانتی‌مترمربع در کپه)			محتوی نسبی آب برگ (٪)			وزن خشک برگ (گرم درکپه)			وزن خشک کل (گرم در کپه)		
مراحل رشدی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی
رشد رویشی	۳۶/۲۲^{b}	۳۶/۵۰^{b}	۳۸/۲۲^{a}	۲۹۸/۳۴^{b}	۳۶۱/۸۹^{b}	۴۴۳/۷۳^{a}	۷۱/۲۲^{b}	۷۱/۴۵^{b}	۷۲/۵۲^{a}	۱۰/۹۷^{b}	۱۵/۶۷^{a}	۲۱/۰۸^{a}	۲۹/۲۵^{b}	۳۷/۵۶^{b}	۵۹/۰۸^{a}
ساقه دهی	۳۸/۸۳^{a}	۳۵/۴۴^{c}	۳۷/۰۶^{b}	۳۱۴/۱۷^{a}	۳۴۳/۱۲^{c}	۴۰۴/۶۲^{b}	۷۴/۲۳^{a}	۶۸/۵۰^{c}	۷۱/۱۲^{b}	۱۳/۲۸^{a}	۱۴/۰۶^{b}	۱۹/۹۵^{b}	۳۶/۴۵^{a}	۳۱/۶۴^{c}	۵۵/۳۲^{b}
گلدهی	۳۸/۷۲^{a}	۳۸/۵۱^{a}	۳۵/۵۰^{c}	۳۱۶/۷۳^{a}	۳۷۵/۳۴^{a}	۲۴۶/۵۶^{c}	۷۴/۱۱^{a}	۷۴/۱۲^{a}	۶۸/۲۴^{c}	۱۳/۴۵^{a}	۱۲/۳۳^{c}	۱۷/۰۷^{c}	۳۶/۶۸^{a}	۴۱/۹۷^{a}	۴۷/۵۷^{c}

حروف مشترک در هر ستون، علامت عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ ٪ به روش دانکن می‌باشد.

جدول۴- تجزیه واریانس غلظت‌های یونی سدیم و پتاسیم در سطوح مختلف شوری، مراحل رشدی و رقم

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		Na^{+} در برگ		K^{+} در برگ	
		رویشی	ساقه دهی	رویشی	ساقه دهی
رقم	۱	۹۹۵۵/۴**	۳۸۶۹۲**	۱۱۹/۳^{ns}	۴۴۹۷
خطای a	۲	۴۱۴/۳	۱۴۳/۶۳	۳۸۰/۲۷	۴۴۲/۹
مرحله رشدی	۲	۳۶۲۶۹۸**	۲۶۵۱۵۲**	۶۱۲۸۰۰**	۴۷۹۲۰۱**
سطوح شوری	۲	۱۲۴۴۴۹۲**	۲۳۸۵۶۰**	۲۵۰۷۶۷**	۴۱۴۹۸۳**
رقم × مرحله رشدی	۲	۹۹۳۹/۶**	۱۲۷۱۷**	۱۲۵/۴^{ns}	۱۴۳۲*
مرحله رشدی × شوری	۴	۱۲۴۴۴۵**	۱۰۸۰۹۲**	۲۵۰۶۶۰**	۱۸۳۹۰۲**
رقم × شوری	۲	۳۰۵۳/۲**	۱۴۳۳۴**	۳۴۴/۰۴^{ns}	۱۱۵۶^{ns}
رقم × شوری × مرحله رشدی	۴	۳۰۵۱/۰۲**	۴۳۹۲**	۳۴۶/۴^{ns}	۳۷۰/^{ns}
خطای b	۳۲	۴۳/۷	۶۷/۳	۳۴۵/۱	۳۹۸
ضریب تغییرات (CV)		۱۰/۳	۸/۷	۱۲/۶	۹/۵

** در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار ns= عدم تفاوت معنی‌دار

جدول۵- مقایسه میانگین‌های تنش شوری در سطوح ارقام و مراحل رشدی بر غلظت یونی های سدیم وپتاسیم برگ

شوری dS.m^{-1}	صفات	Na^{+} در برگ (mg/kg)		K^{+} در برگ (mg/kg)	
		رویشی	ساقه دهی	رویشی	ساقه دهی
۰		۱۴۵۳/۴^{c}	۵۰۵/۸^{c}	۳۲۲۲۲/۴^{a}	۲۹۲۲۹^{a}
۶		۴۰۹۹/۲^{b}	۳۱۹۱/۶^{b}	۳۰۰۳۱^{b}	۲۵۲۲۶/۵^{b}
۱۲		۸۹۸۰/۸^{a}	۷۷۰۹/۶^{a}	۲۵۸۳۴/۸^{c}	۱۹۶۶۸/۱^{c}

حروف مشترک در هر ستون، علامت عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ ٪ به روش دانکن می‌باشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین تیمارهای تنش شوری بر صفات هدایت روزنه ای و سرعت فتوسنتزی در مراحل مختلف رشدی و ارقام برنج

شوری dS.m^{-1}	صفات	هدایت روزنه‌ای ($\mu mol.co_2\ m^{-2}s^{-1}$)			سرعت فتوسنتزی ($\mu mol\ co_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)		
		رویشی	ساقه دهی	گلدهی	رویشی	ساقه دهی	گلدهی
۰		۰/۳۶۱۶۷ ^{a}	۰/۳۵۱۱۲ ^{a}	۰/۳۴۲۲۲ ^{a}	۹/۲۱۷۲ ^{a}	۷/۷۷۲۸ ^{a}	۷/۴۱۲ ^{a}
۶		۰/۳۳۲۷۸ ^{b}	۰/۲۹۲۲۳ ^{b}	۰/۲۶۱۱۲ ^{b}	۸/۶۲۸۳ ^{b}	۶/۳۹۸۹ ^{b}	۵/۳۴۷ ^{b}
۱۲		۰/۳۰۲۷۸ ^{c}	۰/۲۳۲۲۲ ^{c}	۰/۱۷۵۰۰ ^{c}	۷/۵۴۳۳ ^{c}	۴/۸۳۳۴ ^{c}	۳/۲۷۴ ^{c}

حروف مشترک بین اعداد در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ ٪ به روش دانکن می‌باشد.

جدول۸ - مقایسه میانگین اثر مراحل رشدی در سطوح مختلف تنش شوری و ارقام بر هدایت روزنه ای و سرعت فتوسنتزی

صفات مراحل رشدی	هدایت روزنه‌ای ($\mu mol.co_2\ m^{-2}s^{-1}$)			سرعت فتوسنتزی ($\mu mol\ co_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)		
رشد رویشی	۰/۲۷۳۸۹ b	۰/۲۹۸۸۹ b	۰/۳۱۹۴۴ a	۶/۹۰۷۲ b	۶/۲۸۷۸ b	۶/۴۱۵ a
ساقه دهی	۰/۳۶۰۵۶ a	۰/۲۲۳۳۴ c	۰/۲۶۲۷۸ b	۹/۲۰۶۱ a	۴/۹۳۶۱ c	۵/۴۱۹ b
گلدهی	۰/۳۶۲۷۸ a	۰/۳۵۳۳۳ a	۰/۱۹۶۱۱ c	۹/۲۷۵۶ a	۷/۷۸۱۲ a	۴/۱۹۹ c

حروف مشترک بین اعداد در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ ٪ به روش دانکن می‌باشد

منابع مورد استفاده

1. Ahmad Khan, M., and Abdulla, Z.. 2003. Salinity- sodicity induced changed in reproductive physiology of rice (*Oryza sativa* L.) under dense soil conditions. *Environmental and Experimental Botany*. 49: 145-157.
2. Alam, M. Z., T. Stuchbury., R. E. L. Naylor., and Rashid, M. A. 2004. Effect of salinity on growth of some modern rice cultivars. *Journal of Agronomy*. 3(1): 1-10.
3. Asadi, R. 2008. Evaluation of promes lines and varieties related to different levels of slat water. Final report of deputy of rice research institute of Iran (Amol). (In Persian).
4. Fallah, A. 2010. Investigation of some physiological mechanisms associated with salt stress tolerance in Iranian rice cultivars. Deputy of Rice Research Institute of Iran (Amol). (In Persian)
5. Jamil, M., S. Rehman., and Rha, E.S. 2007a. Salinity effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* capitata L.). *Pakastan Journal of Botany*. 39(3): 753-760.
6. Jamil, M., S. Rehman., K. Jae Lee., J. Man Kim., H.S. Kim, and Rha E.S. 2007b. Salinity reduced growth PS_2 Photochemistry and chlorophyll content in Radish. *Science Agriclure*. 64: 111-118.
7. Koji, Y., S. Mitsuya., M. Kawasaki., M. Taniguchi., and Miyake, H. 2008. Salinity induced chloroplast damages in rice leaves (*Oryza sativa L.*) are reduced by pretreatment with methyl viologen. 14th Australian Agronomy Conference 21-25 September.
8. Mirnia, S.KH. and Mohamadian, M. 2003. Rice (Nutrient disorders and nutrient management. Edt. Doberman,A. 2000.(Translated in persian)
9. Moradi, F. 2002. Physiological characterization of rice cultivars for salinity tolerance during vegetative and reproductive stages. PhD thesis. The University of Philippines at los Banos. Laguna. Philippines. 190p.
10. Moradi, F., and Abdelbagi, M.I. 2007. Response of photosynthesis, chlorophyll Fluorescence and ROS- Scavenging Systemes to Salt stress during seedling and reproductive stages in rice. *Annals of Botany*. 1-13.
11. Momeni, A. 2010. Geoghephical distrbiotion and salinity level of Iranian soils. *Irannian Journal of Siol Reseach*.24(3):1-5.).(In Persian).
12. Postini,K. and Bieker, A. 1994. The photosynthesis reaction of two wheat varieties related to salt stress. *Journal of Agricultral Science of Iran*. 26(2).(In Persian).
13. Rezavipour, T. 1999. Study of toralnce of rice varieties related to water salinity in costal areo of Gilan province. Final report of deputy of rice research institute of Iran (Amol). (In Persian).
14. Walia, H., C. Wilson., P. Condamine,. X. Liu., M. Abdelbagi., L. Zing,. S. I. wanamaker., J. Mandal., J. Xu., X. Cui., and Close, T.J. 2005. Comparative transcriptional profiling of two consting rice genotypes under salinity stress during the vegetative growth stage. *Plant Physiology*. Vol. 139: 822-835.
15. Yamane, K., S. Mitsuya., M. Kawasaki., M. Taniguchi., and Miyake, H. 2008. Salinity- induced chloroplast damages in rice leaves (*Oryza sativa* L.) are reduced by pretreatment with methyl viologen. 14th Australian. Agronomy conference 21-25 September. Adelaide, SA.
16. Yang, J., J. Zhang. Z. wang., Q. Zhu,. and Liu, L. 2002. Carbon remobilization and grain filling in two line hybrid rice. Subject to postanthesis water deficits. *Agronomy Journal*. 94:102-109.
17. Yeo, A. R., and Flowers, T.J. 1983. Varietal difference in the toxicity of sodium ions in rice leaves. *Physiological plantarum*. 59: 189-195.
18. Yoshida, S. ,S. D. A. Forno, J. H. Cock, and Gomez K. A. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. International rice research Institute (IRRI), Manila, Philippines.76p.
19. Zeng, L., A. P. James., C. Wilson., A. S. E. Draz., G. B. Gregorio., and Grieve, C. M. 2003. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. *Euphytica*. 129: 281-292.