Archive of SID

مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲

مجله پژوهش های به زراعی

بررسی اثرات تنش شوری بر شاخص‌های رویشی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های برنج در مرحله گیاهچه‌ای در شرایط کشت هیدروپونیک

فاطمه قلی زاده[1*]، سعید نواب پور[2]، حسین صبوری[3]، سیده ساناز رمضانپور[4]

۱- کارشناس ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، مشهد، ایران
۲- استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات مجتمع آموزش عالی گنبد، ایران
۴- دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت : ۹۱/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش : ۹۲/۴/۱۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر خصوصیات رشد و محتوای کلروفیل برگ در برنج، آزمایشی به صورت طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱۵ ژنوتیپ متفاوت برنج بود. از کلرید سدیم برای ایجاد تنش شوری در دو سطح صفر (شاهد) و ۸ دسی زیمنس بر متر به همراه محلول غذایی یوشیدا در یک سیستم بسته استفاده شد. صفات مورد ارزیابی شامل وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه و اندام هوایی، نسبت سدیم به پتاسیم، محتوای کلروفیل و سطح برگ بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و سطوح شوری برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش شوری در ۸ دسی زیمنس بر متر طول ریشه، طول اندام هوایی، وزن خشک ریشه و اندام هوایی، سطح برگ و محتوای کلروفیل کاهش پیدا کرد، اما نسبت سدیم به پتاسیم افزایش یافت. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر دو شاخص تحمل و تحمل به تنش برای همه صفات معنی‌دار بود. بنابراین این شاخص‌ها برای ارزیابی تحمل به تنش شوری برای ژنوتیپ های برنج در محیط تنش مناسب می باشند. بررسی همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه نشان داد که همبستگی بالا و معنی‌داری بین زیست‌توده و نسبت سدیم به پتاسیم در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر وجود داشت.

واژه های کلیدی: برنج، تنش شوری، شاخص‌های تحمل و حساسیت، محتوای کلروفیل، نسبت سدیم به پتاسیم

---

* نگارنده مسئول (Fatima.gholizadeh64@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شوری، یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد و میزان تولید برنج در شرایط خشک و نیمه خشک جهان است. در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک، قابلیت تبخیر، بیش از بارندگی است. در نتیجه، نمک‌ها نمی‌توانند از خاک شسته شوند و در مقادیر مضر برای رشد گیاه در خاک تجمع می‌یابند. به طور کلی گیاه برنج نسبت به شوری خاک حساس می‌باشد (Fageria, 1985). میزان تأثیر شوری آب و خاک در مراحل مختلف رشد گیاه برنج متفاوت است، نتایج تحقیقات روی برنج نشان می‌دهد که برنج در مرحله جوانه‌زنی مقاوم ولی در مرحله گیاهچه نسبت شوری حساس است (Flowers & Yeo, 1981). گیاهچه های برنج در مرحله ۱ تا ۲ برگی به شوری بسیار حساس می‌باشند (moradi, 2002). بسیاری از گیاهان متحمل به شوری با اعمال مکانیزم هایی چون تجمع نمک در بافت‌ها و کاهش پتانسیل اسمزی خود نسبت به پتانسیل اسمزی خاک و یا تجمع نمک در واکوئل‌ها یا دیگر اجزای زنده ذخیره کننده، در برابر شوری تحمل می‌کنند و اثر مضر شوری را کاهش می‌دهند، اما اکثر ارقام برنج فاقد یک یا چند سازوکار یاد شده هستند (Flowers, 1990).

Shiro *et al* (2002) ارتباط شوری با توزیع و تجمع سدیم و محتوای کلروفیل را در برگ گیاهچه‌های برنج بررسی نمودند، این محققین نشان دادند که تجمع سدیم در برگ‌های مسن تر بیشتر است. محتوای کلروفیل با افزایش غلظت نمک در بافت‌های مسن نسبت به بافت‌های جوان کاهش بیشتری را نشان داد. Lee *et al* (2007) ارقام برنج ایندیکا و ژاپونیکا را از نظر تحمل به شوری ۱۲ دسی زیمنس برمتر مقایسه نمودند. کاهش الگوی 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. Clarkson & Hanson (1980) نشان دادند که خسارت شوری کلرور سدیم، روی گیاه برنج ناشی از جذب بیش ازحد یون سدیم بوده و غلظت‌های مختلف کلر برای گیاه برنج قابل تحمل‌تر است. Flowers & Yeo (1988) نسبت سدیم به پتاسیم را عامل مهمی در تشخیص ژنوتیب‌های متحمل معرفی کردند. Mohammadi-Nejad *et al* (2010) با مطالعه ارزیابی مقاوت به شوری ژنوتیپ های برنج مشاهده نمودند که ژنوتیپ های برنج اختلاف کاملاً متفاوتی از نظر تحمل شوری در مرحله گیاهچه ای دارند.

Flowers *et al* (1977) ثابت کردند که مقدار یون پتاسیم گیاه در غلظت‌های بالای نمک یک مزیت است و می‌تواند به عنوان معیاری خوب برای انتخاب گیاهان از نظر تحمل به شوری به کار رود. در برخی از مطالعات وجود خاصیت تقابل بین سدیم و پتاسیم گزارش شده است به گونه‌ای که غلظت زیاد سدیم در محیط خارج بر روی جذب پتاسیم از طریق گیاه، اثر منفی دارد (Greenway & Munns, 1980). پتاسیم از عناصری است که در شرایط تنش شوری در گیاهان متحمل انباشته می‌شود، پتاسیم یک تنظیم کننده اسمزی می‌باشد و در صورت فراهم بودن در خاک توسط ریشه‌ها جذب شده و باعث کاهش پتانسیل اسمزی محیط داخل سلول می‌شود.

یکی از آثار شوری کاهش تأثیر نقش یون پتاسیم در برگ‌های گیاه می‌باشد (Flowers & Yeo, 1984). در سیستم خاکی ریشه‌ها تماس کمتری با حجم محلول خاک پیدا می‌کنند ولی در سیستم کشت محلول بیشتر حجم ریشه مستقیما در تماس محلول غذایی قرار می‌گیرد (نوروزی، ۱۳۸۰). Munns (2002) گزارش کرد که تنش شوری رشد گیاهچه و سرعت جوانه زنی را کاهش می‌دهد، او بیان کرد ارزیابی

www.SID.ir

Archive of SID

تنش شوری روی طول ریشه و اندام هوایی روشی برای بررسی تحمل به شوری در اکثر محصولات زراعی است. Bernstein *et al* (1974) گزارش نمودند که تحت تنش ملایم، وزن خشک برخی از 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. با توجه به اینکه کنترل شوری از مهمترین عوامل مدیریت منابع طبیعی بوده و تنش شوری، منجر به افزایش هزینه تولید و کاهش قابل توجه میزان محصول می‌گردد، لذا تحقیقات در زمینه معرفی ارقام مقاوم به شوری از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. بر این اساس، تحقیق حاضر به منظور دست‌یابی به اهداف زیر انجام گردید:

۱- شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری در مرحله گیاهچه

۲- بررسی صفات وابسته به رشد در ژنوتیپ‌های مختلف برنج تحت شرایط تنش شوری و ارزیابی تحمل آن‌ها

۳- معرفی شاخص های مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل در شرایط تنش شوری

مواد و روش‌ها

آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بر روی ۱۵ ژنوتیپ برنج اجرا شد. به منظور اجرای این تحقیق، طرح آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و دو محیط شور و مطلوب پیاده شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو سطح فاکتور اصلی (شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد) و ۱۵ سطح فاکتور فرعی (ژنوتیپ‌ها) در سه تکرار انجام شد. کشت به روش Gregario *et al* (1997) و با استفاده از سینی‌های ۵ لیتری و صفحات یونولیت انجام شد (شکل ۱). ابتدا بذور به مدت ۲۰ دقیقه با محلول ۵ درصد هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شدند و پس از شستشو با آب مقطر استریل به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی منتقل گردیدند. بذور جوانه زده داخل سوراخ‌هایی که بر روی صفحات یونولیت ایجاد شده بود منتقل شدند، در هر سوراخ (واحد آزمایشی) ۳ بذر جوانه زده نشاء گردید. تا سه روز پس از انتقال از آب مقطر استفاده گردید، سپس محلول غذایی Yoshida (1976) به سینی‌ها اضافه شد. محلول غذایی هر ۷ روز یک بار تعویض شد. pH محلول هفته‌ای ۳ بار کنترل گردید و با اضافه نمودن HCl و NaOH، pH محلول روی ۵/۵ ثابت نگه داشته شد. در شرایط محیط نرمال گیاهچه‌ها به مدت ۳۵ روز در محلول غذایی یوشیدا قرار گرفتند و در شرایط محیط تنش ۱۴ روز در محلول غذایی غیر شور و سپس به مدت ۲۱ روز در محلول غذایی شور رشد نمودند. پس از آن از هر محیط به طور جداگانه در مرحله ۲ تا ۳ برگی نمونه برداری صورت گرفت. در مرحله سه برگی امتیازدهی طبق روش Gregario *et al* (1997) و (جدول ۱) انجام گردید.

طول ریشه، طول اندام هوایی، وزن خشک ریشه و اندام هوایی، کلروفیل، سطح برگ و نسبت سدیم به پتاسیم اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل برگ‌ها با کلروفیل متر SPAD-502 اندازه‌گیری و سپس برگ‌هایی که کلروفیل آنها اندازه‌گیری شده بود جمع‌آوری و سطح برگ آن‌ها نیز با دستگاه سطح برگ‌سنج (MK2, DELTA-T DEVICES, Burwell, England) اندازه‌گیری شد، سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند، پس از آن نمونه‌ها با نیتروژن مایع پودر شدند و میزان سدیم و پتاسیم آن‌ها با دستگاه فلیم فتومتر (Jenway – PFP7) ارزیابی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به این که در این پژوهش ژنوتیپ‌ها در دو محیط بدون تنش و تنش شوری بررسی شدند، شدت تنش(SI)[۱] برای هر یک از دو سطح شور و شاهد طبق فرمول زیر محاسبه شد:

در این فرمول $\bar{Y}_S$ و $\bar{Y}_P$ به ترتیب میانگین صفت مورد نظر در تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط شور و شاهد است.

شاخص‌های زیر برای ارزیابی واکنش آن‌ها نسبت به تنش شوری محاسبه گردیدند:

$$SI = 1 - \frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P}$$

۱- شاخص تحمل (TOL)[۲] Rosiel & Hamblin (1981)

$$TOL = Y_P - Y_S$$

در این رابطه Y_P و Y_S به ترتیب برای میانگین ژنوتیپ‌ها در شرایط شاهد و شور در مرحله گیاهچه می‌باشند.

۲- شاخص حساسیت به تنش (SSI)[۳] Fischer & Maurer (1978)

$$SSI = \frac{1 - \frac{Y_S}{Y_P}}{SI}$$

Y_P و Y_S به ترتیب برای میانگین ژنوتیپ‌ها در شرایط شاهد و شور در مرحله گیاهچه می‌باشند.

۳- شاخص تحمل به تنش (STI)[۴] Fernandes (1980)

$$STI = \frac{Y_P \times Y_S}{(\bar{Y}_P)^2}$$

$\bar{Y}_P$ میانگین صفت مورد نظر در تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط شور و شاهد است.

در این تحقیق، به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم افزار SPSS16.0 **و** SAS v9.1 استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌های برنج برای کلیه صفات معنی‌دار بود (جدول۲). این نتیجه بیانگر وجود تنوع برای صفات ارزیابی شده در مرحله گیاهچه‌ای در شرایط تنش شوری در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. تفاوت بین سطوح مختلف شوری (صفر و ۸ دسی زیمنس بر متر) نیز از نظر کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول۲).

در محیط شور مقادیر طول ریشه، طول اندام هوایی (ساقه و برگ)، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی کاهش پیدا کرد. Gain *et al* (2004) بیان کردند که با افزایش شوری ارتفاع گیاه، وزن خشک ساقه و ریشه و همچنین طول ریشه کاهش می‌یابد.

در شرایط محیط شور نسبت سدیم به پتاسیم افزایش نشان داد (شکل ۲). همچنین بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر نسبت سدیم به پتاسیم در محیط شور (۸ دسی‌زیمنس بر متر) تنوع وجود داشت (شکل ۲).

ژنوتیپ‌های متحمل IR74095-AC37، IR63311-B-6-2-1-3، IR4095-AC30 و IR65192-4B-6-1 نسبت سدیم به پتاسیم پایین‌تری در مقایسه با ژنوتیپ‌های حساس IR591418-7B-27-3، IR65195-3B-19-1-1 و IR67075-2B-15-1 داشتند. به نظر می‌رسد یکی از سازوکارهای تحمل به شوری در ارقام متحمل ظرفیت جذب پتاسیم بالا و جلوگیری از خسارت‌های شوری ناشی از

۱-Stress Intensity
۲-Tolerance
۳-Stress Susceptibility Index
۴-Stress Tolerance Index

www.SID.ir

Archive of SID

جذب یون سدیم باشد. Flowers & Yeo (1984) نشان دادند که ارقام متحمل برنج نمک را جذب می‌کنند، اما آن را در واکوئل‌های داخل سلول‌های برگ انباشته می‌کنند و در نتیجه از صدمات نمک اضافی مصون می‌مانند. اصفهانی (۱۳۷۸) گزارش نمود که 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 رقم‌های حساس است. به عبارت دیگر ارقام متحمل به کمک سازوکارهای اختصاصی، ورود یون سدیم به داخل بافت‌های گیاهی را کندتر می‌سازند. میزان کلروفیل در محیط شور در مقایسه با محیط مطلوب کاهش نشان داد (شکل۳). میزان کلروفیل در ژنوتیپ‌های متحمل IR63311-B-6-2-1-3 و IR65192-4B-6-1 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بیشتر بود. با توجه به اینکه نسبت سدیم به پتاسیم در این ژنوتیپ‌ها کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود، کاهش میزان کلروفیل در سطوح بالای شوری را می‌توان بدلیل تخریب کلروپلاست دانست. Flowers & Yeo (1983) در بررسی ۹ رقم برنج ارتباط منفی بین میزان کلروفیل و غلظت یون سدیم را گزارش کردند.

Theerakulpisut *et al* (2005) گزارش کردند که با افزایش غلظت کلرید سدیم میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد و این کاهش در ارقام مقاوم به شوری نسبت به ارقام حساس کمتر است. نتایج تحقیقات این محققین نشان داد که با افزایش شوری تا ۴۰۰ میلی مول غلظت منیزیم در برگ کاهش می‌یابد. با توجه به این که منیزیم یک عنصر ضروری برای ساختن کلروفیل است، این موضوع می‌تواند کاهش کلروفیل را توجیه کند. میزان وزن خشک کل گیاه (زیست‌توده) در محیط شور در مقایسه با محیط شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۴).

ژنوتیپ های متحمل IR63311-B-6-2-1-3 و IR65192-4B-6-1 دارای زیست‌توده بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند. ژنوتیپ‌های IR67075-2B-15-1، IR65192-3B-1-1-3، IR74095-AC40، IR74099-3R-5-3 و IR65195-3B-19-1-1 زیست‌توده کمتری داشتند. Shannon & Grieve (1999) نشان دادند، وزن خشک ساقه و زیست‌توده با افزایش شوری کاهش می‌یابند. آنها گزارش نمودند که کاهش وزن خشک ساقه در محیط‌های مختلف رشدی (شن و رس) با افزایش تجمع سدیم در بافت‌ها مرتبط است.

Zafar *et al* (2004) نشان دادند که بیوماس (وزن خشک) رابطه معکوسی با افزایش سطوح شوری دارد، عموما کاهش وزن خشک با افزایش شوری رخ می‌دهد. Flowers & Yeo (1984) گزارش نمودند، وقتی سرعت رشد و در نتیجه زیست‌توده بیشتر باشد، سلول‌های بیشتری ساخته شده و واکوئل‌های بیشتری جهت تجمع نمک وجود خواهند داشت. نمک‌های جذب شده از ریشه در سیتوپلاسم ایجاد سمیت کرده و با کاهش فشار تورژسانس، گسترش سلول و رشد را متوقف می‌کنند. میزان سطح برگ در شرایط محیط شور نسبت به شاهد کاهش نشان داد (شکل ۵). با افزایش شوری سطح برگ در ژنوتیپ‌های مختلف برنج کاهش یافته و این کاهش در ژنوتیپ‌های حساس IR67075-2B-15-1، IR65192-3B-1-1-3، IR4095-AC40 و IR591418-7B-27-3 بیشتر از ژنوتیپ های متحمل و نسبتا متحمل بود. شوری باعث کاهش سطح برگ و به دنبال آن کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی می‌شود. اصفهانی (۱۳۷۸) نشان داد که اقام متحمل غریب، پوکالی و شاه‌پسند برگ‌های باریکتر و در عین حال ضخیم‌تری دارند و دارای سطح برگ کمتری هستند. Flowers *et al* (1977) دریافتند که در

www.SID.ir

Archive of SID

برخی گونه‌ها، شوری سطح برگ را کاهش می‌دهد ولی وزن مخصوص افزایش می‌یابد.

شاخص‌های تحمل و حساسیت

مقادیر شدت تنش (SI) برای سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در (جدول ۳) آمده است. شاخص حساسیت به تنش (SSI) توسط Fischer & Maurer (1978) به عنوان یک شاخص استاندارد برای ارزیابی حساسیت به تنش پیشنهاد شد. هر چه مقدار SSI کوچکتر باشد، میزان تحمل به تنش بالاتر است. انتخاب بر اساس SSI سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد پایین در شرایط بدون تنش و عملکرد بالا در شرایط تنش می‌گردد (Fernandes, 1992). شاخص تحمل به تنش شوری (STI) اهمیت زیادی در گزینش ژنوتیپ‌ها برای شرایط تنش دارد. شاخص‌های تحمل و حساسیت برای نسبت سدیم به پتاسیم در شوری ۸ دسی زیمنس‌بر متر، ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را به وضوح از هم متمایز ساختند. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر دو شاخص تحمل (TOL) و تحمل به تنش شوری (STI) برای همه صفات در شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر معنی‌دار بود (جدول ۴ و ۵). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص حساسیت به تنش برای همه صفات در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار بود (جدول ۶). ژنوتیپ های متحمل و نسبتا متحمل پایین‌ترین میزان شاخص تحمل و حساسیت به تنش را در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر داشتند. در شوری ۸ دسی زیمنس برمتر ژنوتیپ های IR67075-2B-15-1، IR65192-3B-1-1-3، IR4095-AC40 و IR591418-7B-27-3 از نظر نسبت سدیم به پتاسیم شاخص تحمل به تنش بالایی را در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشتند، در حالی که ژنوتیپ‌های متحمل از نظر شاخص مذکور مقادیر پایین‌تری داشتند، بنابراین هر چه تنش شوری بالاتر باشد، شاخص‌های مذکور تفاوت بین ژنوتیپ‌ها را بهتر آشکار می سازند.

همبستگی‌های ساده موجود بین صفات مورد مطالعه

بررسی روابط همبستگی موجود بین صفات مورد مطالعه، حاکی از آن بود که بیشترین همبستگی مثبت، بین دو صفت سطح برگ و زیست‌توده ($r = ۰/۷۸۶^{**}$) وجود داشت (جدول ۷). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین زیست توده و کلروفیل و سطح برگ و کلروفیل وجود داشت. شوری باعث کاهش سطح برگ و همچنین کاهش زیست‌توده گردید. همبستگی منفی و معنی‌دار بین زیست‌توده و نسبت سدیم به پتاسیم در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر ($-۰/۶۱۹^{**}$) نشان داد که ژنوتیپ‌های متحملی که از زیست توده بالایی برخوردار هستند، نسبت سدیم به پتاسیم کمتری نیز دارند و از چند سازوکار برای مقابله با تنش شوری استفاده می کنند. نسبت سدیم به پتاسیم یا نسبت تمایز، یک سیستم تنظیم کننده انتخابی است، چون سدیم را در برابر پتاسیم انتخاب می کند. از این نسبت در برخی مطالعات به عنوان معیاری جهت طبقه‌بندی ارقام استفاده شده است. ژنوتیپ‌های متحمل سدیم را با پتاسیم جایگزین می‌کنند و این سازوکار به نفع یون پتاسیم است، به همین جهت ژنوتیپ‌های متحمل مقادیر زیادی یون پتاسیم در بافت های جوان خواهند داشت (Shannon & Grieve, 1999).

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مختلف در شرایط شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد ژنوتیپ‌های متحمل (IR65192-4B-6-1، IR74095-AC37، IR4095-AC30، IR63311-B-6-2-1-3) نسبت سدیم به پتاسیم پایینی داشتند، در حالی که ژنوتیپ‌های حساس IR74095-AC32، IR74099-3R-5-3 و IR74095-AC40 بالاترین مقدار را داشتند (جدول ۸). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در شرایط شاهد برای نسبت سدیم به

www.SID.ir

Archive of SID

پتاسیم نشان داد که ژنوتیپ‌های حساس IR65195-3B-19-1-1 و IR74095- AC40 بالاترین مقدار را داشتند (جدول۹). مقایسه میانگین‌ها در شرایط شور نشان داد که ژنوتیپ IR63311-B-6-2-1-3 بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، طول اندام هوایی و زیست توده را داشت. همچنین مقایسه میانگین‌ها برای ژنوتیپ IR63311-B-6-2-1-3 در شرایط شاهد نشان داد که این ژنوتیپ بیشترین مقدار زیست توده، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه را در این شرایط به خود اختصاص داد (جدول ۹). مقایسه میانگین‌ها در شرایط شور نشان داد که بیشترین میزان سطح برگ در ژنوتیپ‌های متحمل IR74099-3R-2-2 و IR74095-AC37 مشاهده شد، در حالی که در شرایط شاهد، ژنوتیپ IR63311-B-6-2-1-3 بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۹). در شرایط شور ژنوتیپ‌های IR74095-AC38، IR74095-AC40 بیشترین میران کلروفیل را داشتند (جدول ۸). مقایسه میانگین‌ها در شرایط شاهد نشان داد که ژنوتیپ‌های IR74095-AC38 و IR4095-AC30 بیشترین میزان کلروفیل را در این شرایط به خود اختصاص دادند (جدول ۹).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات معنی‌دار بود. این نتیجه بیانگر وجود تنوع برای صفات ارزیابی شده در مرحله گیاهچه‌ای در شرایط تنش شوری در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. در محیط شور مقادیر طول ریشه، طول اندام هوایی (ساقه و برگ)، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی کاهش پیدا کرد. Gain *et al* (2004) بیان کردند که با افزایش شوری ارتفاع گیاه، وزن خشک ساقه و ریشه و همچنین طول ریشه کاهش می‌یابد. در شرایط محیط شور، میزان نسبت سدیم به پتاسیم افزایش نشان داد. اصفهانی (۱۳۷۸) گزارش نمود که با افزایش شوری مقدار یون سدیم جذب شده به ازای واحد سطح برگ در ارقام مختلف برنج افزایش می‌یابد. میزان کلروفیل در محیط شور در مقایسه با محیط نرمال کاهش نشان داد.

Theerakulpisut *et al* (2005) گزارش کردند که با افزایش غلظت کلرید سدیم میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد. میزان وزن خشک کل گیاه (زیست‌توده) در محیط شور در مقایسه با محیط شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. Zafar *et al* (2004) نشان دادند که بیوماس (وزن خشک) رابطه معکوسی با افزایش سطوح شوری دارد، عموما کاهش وزن خشک با افزایش شوری رخ می دهد. میزان سطح برگ در شرایط محیط شور نسبت به شاهد کاهش نشان داد. Flowers *et al* (1977) دریافتند که در برخی گونه‌ها، شوری سطح برگ را کاهش می‌دهد ولی وزن مخصوص را افزایش می‌دهد.

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص تحمل به شوری (STI) و شاخص حساسیت به تنش (SSI) برای همه صفات در شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر معنی‌دار بود. شاخص‌های تحمل و حساسیت برای نسبت سدیم به پتاسیم در شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر، ژنوتیپ های حساس و متحمل را به وضوح از هم متمایز ساختند. هر چه مقدار SSI کوچکتر باشد، میزان تحمل به تنش بالاتر است. انتخاب بر اساس SSI سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد پایین در شرایط بدون تنش و عملکرد بالا در شرایط تنش می گردد (Fernandes, 1992). ژنوتیپ های متحمل و نسبتا متحمل پایین‌ترین میزان شاخص تحمل و حساسیت به تنش را در شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر داشتند.

نتیجه‌گیری نهایی

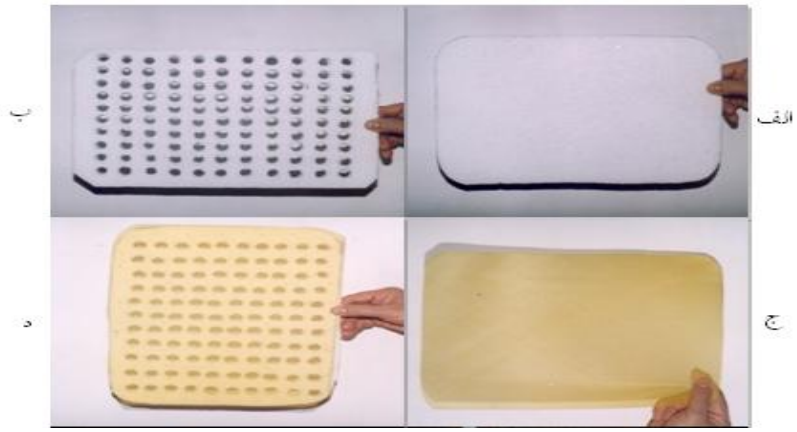
بطور کلی نتایج این آزمایش حاکی از آن بود که ژنوتیپ‌های متحمل IR63311-B-6-2-1-3،

www.SID.ir

Archive of SID

IR65192-4B-6-1، IR74095-AC37 و IR4095-AC30 در محیط شور و در مرحله گیاهچه نسبت سدیم به پتاسیم کمتری داشتند و همچنین ژنوتیپ‌های IR63311-B-6-2-1-3 و IR65192-4B-6-1 دارای زیست‌توده، وزن خشک ریشه و اندام هوایی، طول ریشه و طول اندام هوایی، محتوای کلروفیل و سطح برگ بالاتری در مقایسه با ژنوتیپ‌های حساس IR65195-3B-19-1-1، IR65192-3B-1-1-3، IR591418-7B-27-3 و IR67075-2B-15-1 بودند. بر این اساس چنین به نظر می‌رسد که صفات مزبور در انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم و شناسایی ژنوتیپ‌های حساس در مراحل اولیه رشد، حائز اهمیت بوده و می‌تواند منجر به افزایش راندمان انتخاب گردد.

شکل ۱- آماده سازی محیط کشت هیدروپونیک: (الف) صفحه یونولیت، (ب) ایجاد سوراخ روی صفحه، (ج) صفحه نایلونی مشبک، (د) چسباندن صفحه مشبک به یونولیت



جدول ۱- نحوه امتیازدهی ژنوتیپ‌ها پس از اعمال تیمار شوری

تحمل	مشاهده	کد
بسیار مقاوم	رشد نرمال، بدون علائم برگی	۱
مقاوم	رشد تقریبا" نرمال، برگ‌ها در نوک سفید شده و تعداد کمی از برگ‌ها سفید و لوله شده	۳
نسبتا" مقاوم	رشد عقب افتاده، بسیاری از برگ‌ها لوله شده، تعدادی از برگ‌ها بلندند	۵
حساس	رشد متوقف، بسیاری از برگ‌ها خشک و تعدادی از گیاهان مرده‌اند	۷
بسیار حساس	همه گیاهان مرده و خشک‌اند	۹

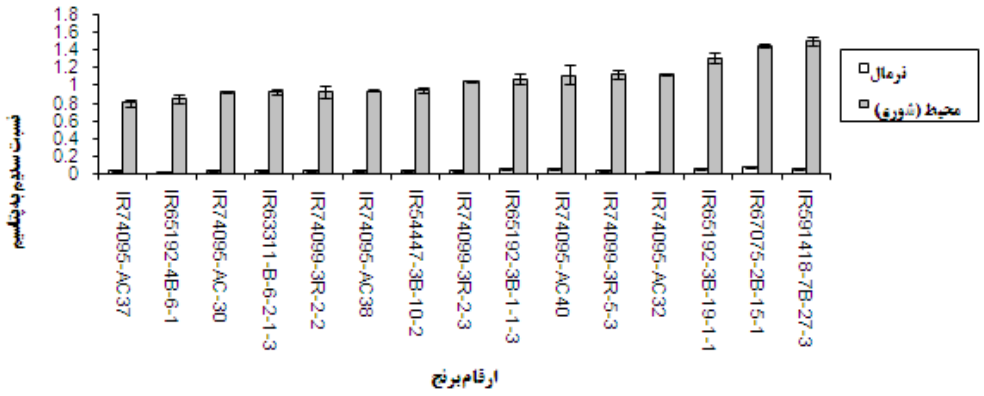
www.SID.ir

Archive of SID

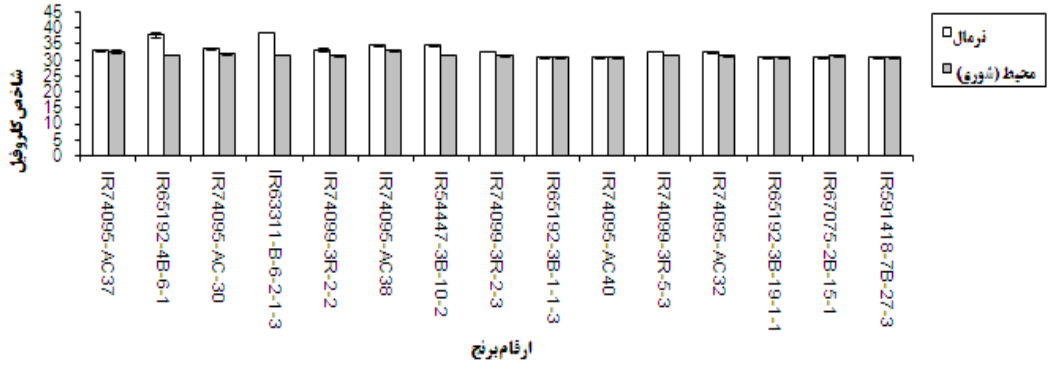
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در ارقام مختلف برنج در دو محیط شور و غیر شور

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		طول ریشه	طول اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	کلروفیل	سطح برگ	زیست توده	نسبت سدیم به پتاسیم
محیط	۱	۵۷/۲۸**	۲۵۸۹/۰۹**	۰/۰۵**	۳/۰ ۹**	۵۹/۰۳**	۳۳۷/۷۵**	۳/۹۹**	۲۳/ ۶۶**
بلوک در محیط	۴	۰/۱۴**	۰/ ۱۲ns	۰/۰۰۰۲ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۹۲ ns	۰/۰۳۸ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۷ ns
رقم	۱۴	۲/۸۸**	۱۱۶/۹۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۴۹**	۱۲/۱۱**	۱۳/۲۷**	۰/۰۶**	۰/۰۷**
رقم× محیط	۱۴	۰/۲۲ **	۶/۷۴**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۶**	۷/۵۳**	/۹۱۱**	۰/۰۰۸**	۰/۰۵۹**
خطا	۵۶	۰/..۱	۰/۴۵	۰/....۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۵	۰/۰۲۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۷۸	۲/۴۹	۷/۰ ۴	۳/۴۴	۰ / ۷۲	۱/۹۰	۳/۴۸	۶/۱۶

ns و**: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد



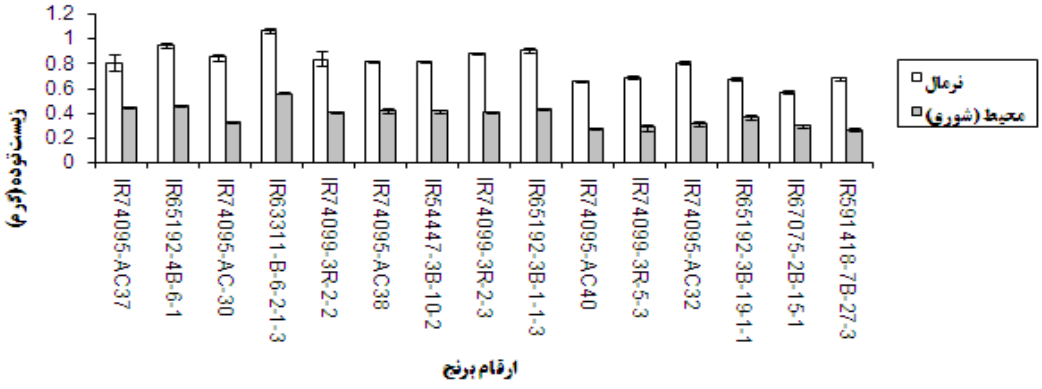
شکل ۲- نسبت سدیم به پتاسیم در شرایط محیط شور و نرمال در مرحله گیاهچه ژنوتیپ‌های مختلف برنج



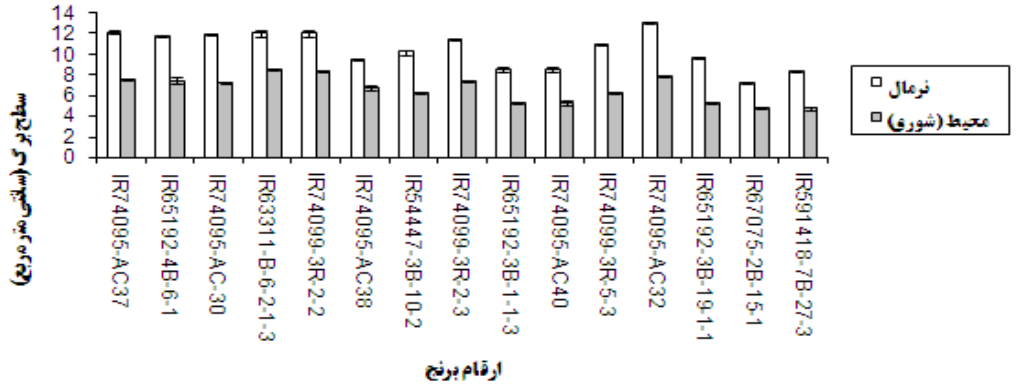
شکل ۳- میزان کلروفیل برگ در ژنوتیپ‌های مختلف برنج در شرایط محیط شور و نرمال

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- زیست‌توده ژنوتیپ‌های مختلف برنج درشرایط محیط شور و نرمال



شکل ۵- میزان سطح برگ ژنوتیپ‌های برنج درشرایط محیط شور و نرمال

جدول۳- شدت تنش (SI) برای صفات مورد بررسی در شوری‌های ۸ دسی زیمنس برمتر

شوری	طول ریشه	طول اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	زیست توده	نسبت سدیم به پتاسیم	سطح برگ	کلروفیل
۸ دسی‌زیمنس برمتر	۰/۱۹۲	۰/۳۵۳	۰/۵۹	۰/۵	۰/۵۱	-۲۴/۶	۰/۳۸	۰/۰۴

جدول ۴- تجزیه واریانس شاخص تحمل به تنش صفات مختلف در شرایط شور و شاهد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات شاخص تحمل به تنش (STI)							
		طول ریشه	طول اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	سطح برگ	کلروفیل	زیست توده	نسبت سدیم به پتاسیم
تکرار	۲	۰/۰۱۳**	۰/۰۸**	۰/۰۱ **	۰/۰۰۲ **	۰/۰۰۰۵ ns	۰/۰۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۵/۳۹ ns
رقم	۱۴	۰/۱۰**	۲۰۵/۲۵**	۰/۰۸**	۰/۰۹**	۰/۱۰**	۰/۰۱۵**	۰/۰۸**	۵۹۳/۹**
خطا	۲۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۳	۴/۲۱
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۷	۳/۳۸	۱۱/۴۱	۳/۸۰	۲/۶۲	۱/۳۸	۳/۸۷	۷/۳۵

ns، * *: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص تحمل صفات مختلف در شرایط شور و شاهد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات شاخص تحمل (TOL)						
		طول ریشه	طول اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	سطح برگ	کلروفیل	زیست توده	نسبت سدیم به پتاسیم
تکرار	۲	۰/۸**	۵/۵۷**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۶ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۰۸ ns	۰/۰۰۰۸ ns
رقم	۱۴	۰/۶۵**	۱۹/۳۰**	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۰۸**	۴/۱۷**	۹/۶۴**	۰/۰۱**	۰/۱**
خطا	۲۸	۰/۰۳۵	۰/۸۵	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۶	۰/۱۵۵	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۹۲	۷/۸۳	۸/۷۳	۶/۵۲	۳/۳۹	۱۳/۵۸	۶/۲۶	-۴/۴۶

ns، **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۶- تجزیه واریانس شاخص حساسیت به تنش صفات مختلف در شرایط شور و شاهد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات شاخص حساسیت به تنش (SSI)							
		طول ریشه	طول اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	سطح برگ	کلروفیل	زیست توده	نسبت سدیم به پتاسیم
تکرار	۲	۰/۲۳**	۰/۰۲۴**	۰/۰۰۰۸ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۸ ns	۰/۰۰۰۷ ns	۰/۰۰۰۹ ns	۰/۰۰۰۲ ns
رقم	۱۴	۰/۲۸**	۰/۰۶**	۰/۰۳**	۰/۰۴**	۰/۰۷**	۴/۲۰**	۰/۰۳**	۰/۰۰۴**
خطا	۲۸	۰/۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۴۷	۶/۰۸	۵/۷۱	۴/۸۵	۶/۳۹	۱۳/۰۴	۴/۴۸	۷/۳۴

Ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۷- بررسی همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مختلف برنج

صفات	کلروفیل	سطح برگ	زیست‌توده	نسبت سدیم به پتاسیم
کلروفیل	۱			
سطح برگ	/۴۹۶**	۱		
زیست‌توده	/۴۹۸**	/۷۸۶**	۱	
نسبت سدیم به پتاسیم	-/۶۲۱**	-/۷۴۵**	-/۶۱۹ **	۱

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸-مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش شوری با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد

صفت / رقم	طول ریشه	طول اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	سطح برگ	نسبت سدیم به پتاسیم	کلروفیل	زیست توده
IR74099-3R-2-2	۶/۱۶^{HIFG}	۲۷/۱۵^{B}	۰/۰۴۵^{A}	۰/۳۴^{JI}	۸ /۴۲ ^{A}	۰/۹۲^{HGJI}	۳۱/۳۵^{DEC}	۰/۴۰^{HJJK}
IR74099-3R-2-3	۵/۶۶^{KJ}	۲۳/۱۵^{DE}	۰/۰۴۴^{BC}	۰/۳۹^{FDE}	۷/۴۰^{EDCF}	۱/۰۴^{EFG}	۳۱/۴۵^{DC}	۰/۴۳^{HFG}
IR74095-AC-30	۶/۳۵ ^{FGED}	۲۱/۹۰^{HIG}	۰/۰۳۳^{FGH}	۰/۲۹^{MN}	۷/۱۹^{EFG}	۰/۹۲^{JIHG}	۳۱/۸۰^{C}	۰/۳۲^{ON}
IR74099-3R-5-3	۶/۱۱^{HGI}	۲۰/۸۵^{J}	۰/۰۳۸^{DCEB}	۰/۲۷^{OMN}	۶/۳۲^{K}	۱/۱۱^{DC}	۳۱/۶۵^{DC}	۰/۳۱^{NO}
IR74095-AC32	۵/۸۴^{J}	۲۲/۹۵ ^{HIG}	/۰۳۴^{EFGHD}	۰/۳۷۰^{EFGH}	۷/۰۹ ^{B}	۱/۱۲^{DC}	۳۱/۴۵^{DC}	۰/۴۰^{HIJK}
IR54447-3B-10-2	۵/۲۳^{L}	۲۱/۰۵^{IJ}	۰/۰۳۵^{DEFG}	۰/۳۸^{EFG}	۶/۲۳^{K}	۰/۹۴^{HJIFG}	۳۱/۷۰^{CD}	۰/۴۱^{HGIJ}
IR74095-AC37	۶/۷۴^{C}	۲۱/۹۵^{JI}	۰/۰۴۴^{BC}	۰/۴۰^{ED}	۷/۵۶^{DEBC}	۰/۸۰^{K}	۳۲/۶۵^{AB}	۰/۴۴^{FG}
IR74095-AC38	۶/۴۴^{EF}	۲۲/۹۵^{EF}	۰/۰۴۴^{BC}	۰/۳۷^{HFGE}	۶/۷۷^{HI}	۰/۹۳^{KJI}	۳۲/۹۵ ^{A}	۰/۴۱^{HGIJ}
IR74095-AC40	۵/۵۰^{L}	۱۷/۲۰^{NM}	۰/۰۲۳^{K}	۰/۲۶^{MNO}	۵/۳۳^{L}	۱/۱۱^{DC}	۳۰/۸۵^{GEF}	۰/۲۸^{P}
IR65195-3B-19-1-1	۴/۵۷^{M}	۱۷/۵۴ ^{LM}	۰/۰۲۷^{IJK}	۰/۲۴^{P}	۵/۳۳^{L}	۱/۰۶^{DEC}	۳۰/۸۰^{EFG}	۰/۲۷^{P}
IR65192-3B-1-1-3	۶/۲۷^{FGDE}	۲۱/۹۰^{HIG}	۰/۰۴۵^{B}	۰/۴۳^{C}	۷/۰۸ ^{DCE}	۰/۹۴^{HJIFG}	۳۱/۴۵^{DC}	۰/۴۸^{DE}
IR59418-7B-27-3	۷/۳۴^{B}	۲۰/۸۵^{J}	۰/۰۳۵^{DEF}	۰/۳۹^{FED}	۶/۲۳^{K}	۱/۰۲^{FGED}	۳۰/۶۰^{G}	۰/۴۲^{HIG}
IR63311-B-6-2-1-3	۷/۷۵^{A}	۲۳/۶۵^{DE}	۰/۰۵۴^{BC}	۰/۵۰^{AB}	۷/۰۷^{FGH}	۰/۸۸^{IJK}	۳۱/۷۵^{C}	۰/۵۴^{AB}
IR67075-2B-15-1	۷/۲۷^{B}	۲۲/۱۰^{HJI}	۰/۰۴۵^{B}	۰/۴۴^{C}	۷/۱۷^{EDC}	۱/۰۴^{EFDC}	۳۰/۸۵^{GEF}	۰/۴۸^{DE}
IR65192-4B-6-1	۶/۵۱^{DCE}	۲۰/۸۵^{J}	۰/۰۳۷^{DEC}	۰/۳۳^{L}	۶/۵۸^{IJK}	۰/۸۱^{K}	۳۰/۷۰^{FG}	۰/۳۷^{KL}

جدول۹- مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌ها در شرایط شاهد با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد

صفت / رقم	طول ریشه	طول‌اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	سطح برگ	نسبت سدیم به پتاسیم	کلروفیل	زیست توده
IR74099-3R-2-2	۸/۱۶^{DE}	۳۴/۳۵^{E}	۰/۱۱۳^{DCB}	۰/۷۲^{H}	۱۲/۰۵^{ED}	۰/۰۴۷^{DE}	۳۳/۰۵^{IGH}	۰/۸۳^{FGH}
IR74099-3R-2-3	۶/۶۳^{M}	۳۸/۳۵^{BCD}	۰/۰۹^{EF}	۰/۸۱^{BCDE}	۱۱/۴۶^{FG}	۰/۰۴۴^{EFG}	۳۲/۷۵^{GHIJ}	۰/۹۰^{DCB}
IR74095-AC-30	۷/۲۵^{KJ}	۳۲/۸۰^{FE}	۰/۱۰۵^{D}	۰/۷۴^{GH}	۱۱/۹۴^{E}	۰/۰۳۷^{HIJGK}	۳۴/۴۷^{F}	۰/۸۵^{EFG}
IR74099-3R-5-3	۸/۵۰^{C}	۲۹/۵۰^{HIJ}	۰/۱۰۵^{D}	۰/۷۰^{H}	۱۰/۸۶^{H}	۰/۰۳۷^{HIJGK}	۳۲/۵۵^{HJI}	۰/۸۱^{GH}
IR74095-AC32	۷/۲۴^{KJ}	۳۷/۴۰^{DCB}	۰/۰۸۴^{FGHI}	۰/۷۹^{DCE}	۱۳/۰۱^{C}	۰/۰۲۳^{O}	۳۲/۳۰^{IJK}	۰/۸۸^{DCE}
IR54447-3B-10-2	۶/۴۱^{N}	۳۰/۴۰^{GHI}	۰/۰۸۴^{FGHI}	۰/۷۲^{H}	۱۰/۲۵^{I}	۰/۰۳۰^{NM}	۳۳/۷۰^{ED}	۰/۸۱^{GH}
IR74095-AC37	۷/۵۵^{GH}	۳۲/۷۵^{FE}	۰/۰۸۱^{IGH}	۰/۷۲^{H}	۱۲/۱۴^{DE}	۰/۰۳۹^{HIGF}	۳۳/۱۵^{FGH}	۰/۸۱^{GH}
IR74095-AC38	۸/۲۰^{DE}	۳۲/۲۰^{FG}	۰/۰۹^{FGH}	۰/۷۲^{H}	۹/۴۷^{K}	۰/۰۴۰^{GHF}	۳۴/۴۷^{FG}	۰/۸۱^{GH}
IR74095-AC40	۷/۱۵^{KL}	۲۹^{KIJ}	۰/۰۶۶^{KL}	۰/۶۲^{I}	۸/۵۶^{ML}	۰/۰۵۲^{CD}	۳۰/۷۰^{M}	۰/۶۸^{I}
IR65195-3B-19-1-1	۶/۴۳^{N}	۲۷/۲۵^{KL}	۰/۰۶۲^{L}	۰/۵۹^{J}	۸/۴۸^{M}	۰/۰۵۴^{C}	۳۰/۸۵^{M}	۰/۶۵^{IJ}
IR65192-3B-1-1-3	۷/۹۰^{F}	۳۸/۵۵^{BC}	۰/۱۳۰^{A}	۰/۷۹^{DCE}	۱۳/۷۱^{B}	۰/۰۳۰^{NM}	۳۲/۱۰^{JKL}	۰/۹۲^{BC}
IR59418-7B-27-3	۹/۱۹^{A}	۳۶/۳۵^{D}	۰/۱۰۲^{E}	۰/۷۱^{H}	۱۱/۴۳^{FG}	۰/۰۴۵^{EF}	۳۲/۵۲^{HIJ}	۰/۸۱^{GH}
IR63311-B-6-2-1-3	۹/۰۷^{A}	۳۶/۶۵^{DC}	۰/۱۱۴^{DC}	۰/۸۳^{BCD}	۱۳/۵۳^{B}	۰/۰۳۳^{KLMJ}	۳۲/۵۵^{HIJ}	۰/۹۴^{B}
IR67075-2B-15-1	۸/۰۵^{DEF}	۳۷/۷۰^{BCD}	۰/۰۸۳^{GHIJ}	۰/۸۰^{DEC}	۱۲/۹۸^{C}	۰/۰۳۶^{IJKLH}	۳۳/۳۵^{FG}	۰/۸۸^{DCE}
IR65192-4B-6-1	۷/۱۵^{KL}	۳۱/۹۰^{FG}	۰/۰۸۰^{IJHG}	۰/۷۰^{I}	۱۰/۲۶^{I}	۰/۰۳۹^{HIGF}	۳۱/۵۵^{LMK}	۰/۷۸^{H}

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اصفهانی، م. ۱۳۷۸. بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی و مولکولی رقم‌های مختلف برنج نسبت به شوری و پسابیدگی، پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

نوروزی، م. ۱۳۸۰. هیدروپونیک (کاشت گیاه بدون خاک). چاپ اول، زمستان ۱۳۸۰. ۱۶۰ ص.

Bernstein, L. L., E. Franco, and R. A. Clark. 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetable. Agron. J. 66: 412 -421.

Clarkson, D. T. and J. B. Hanson .1980. the mineral nutrition of higher Plant .Ann .Rev. Plant physiol. 31: 239- 250.

Fageria, N. K. 1985. salt tolerance of rice cultivars. Plant soil. 88: 237-243.

Fernandez, G. C. I. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of symposium, Taiwan, 13-18 August. 257-270.

Fernandes, G. C. I. 1980. Effective selection criteria for assessing plant strees tolerance. In: C. G. Kuo, (Ed), Adaptation of Food Crops to Temperature and Water. Proc. Int. Symp. Water Strress, Asian Veget. Res. Develop. Center, Taiwan.

Flowers, T. J. and A. R. Yeo. 1981. Varibility in the resistance of sodium chloride salinity within rice (Oryza sativa L.) varieties. New Phytol. 88: 363-373.

Flowers, T. J. 1990. salt tolerance in the rice. Biol. Sci. Rev. 2: 27-30.

Flowers, T. J. and A. R. Yeo. 1988. Salinity and rice: Aphysiological approach to breeding for resistance. Proceeding of the International Congress of plant Physiology, New Delhi,
India.

Flowers, T. J., P. F. Troke, and A. R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Ann. Rev. plant Physiol. 28: 89-121.

Fischer, R. A. and R. Maurer .1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responces. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.

Gain, P., M. A. Mannon, P. S. Pal, M. M. Hossien, and S. Parvi. 2004. Effect of salinity on some yield attribution of rice. Pak. J. Biol. Sci. 7: 760-762.

Gregario, G. B., D. Sendhira, and R. Mendoza. 1997. Screening rice for salinity tolerance. IRRI. Dis. Peper No. 22, Los Banos. Philipine.

Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. 31:149-190.

Lee, S.,Y. Ahn, Y. S. Cha, D. W. Yun, M. C. Lee, J. C. Ko, K. S. Lee, and M. Y. Eun. 2007. Mapping QTLs related to salinity tolerance of rice at young seedling stage. Plant Breed. 126: 43-46.

Moradi, F. 2002. Physiological characterization of rice cultivars for salinity tolerance during vegetative and reproductive stages, PhD thesis, University of the PhiliPines, Los Banos.

Mohammadi-Nejad, G., R. K. Singh, A. Arzani, A. M. Rezaie, H. Sabouri, and G. B. Gregorio. 2010. Evaluation of salinity tolerance in rice genotypes. International J. Plant Prod. 4: 199-207.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant cell Environ. 25: 239-250.

Rosiel, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selections for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.

Shannon, M. C. and C. M. Grieve. 1999. Tolerance vegetable crop to salinity. Scientia Hort. 78: 5-8.

www.SID.ir

Archive of SID

Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez. 1976. Labratory Manual for Physiological Studies of Rice. IRRI, Los Banos, Philippines.

Zafar, S., M. Y. Ashraf, G. Sarvar, S. Mahmood, and I. Ali. 2004. Variation in Growth and Ion Uptake in Salt Tolerant and sensitive rice cultivars under NaCl salinity. Plant Sci. 3(2): 156-158.

Shiro. M., Y. Katsuya, K. Michio, T. Mitsutaka, and M. Hiroshi. 2002. Relationship
between the distribution of Na and the damages caused by salinity in the leaves of rice seedling grown under a saline condition. Plant Prod. Sci. 5: 269-274.

Theerakulpisut, P., S. Bunnag, and K. Kong-ngern. 2005. Genetic Diversity, Salinity tolerance and Physiological Responses to NaCl of six rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars. Plant Sci. 4(6): 562-573.

Yeo, A. R. and T. J. Flowers. 1984. Mechanism of salinity resistance in rice and their role as physiological criteria in plant breeding. Pp.151-170, In: R.C. Staples and G.H. Temnyson (Eds.), salinity Tolerance in Plants. Willey Inter sci., New York .

www.SID.ir