بررسی رشد رویشی، پایداری غشا سلولی و تسهیم یون‌ها در ارقام برنج در شرایط تنش شوری

روزبه فرهودی[1]، دانگ جی لی[2] و محمد معتمدی[1]

[1] گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران، [2] گروه زراعت، دانشگاه دانکوک، کره جنوبی

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۰۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹٤/۰۲/۲۳)

چکیده:

تنش شوری یکی از عوامل مهم کاهش رشد گیاهان زراعی از جمله برنج می‌باشد. این پژوهش به منظور بررسی واکنش ارقام برنج به تنش شوری به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز مطالعات برنج دانشگاه دانکوک در کشور کره جنوبی در تابستان سال ۱۳۹۳ انجام شد. در این آزمایش واکنش ١٦ رقم برنج در قالب فاکتور اول در دو سطح شوری خاک (۰/۸ دسی زیمنس بر متر به عنوان شاهد و ٦/۲ دسی زیمنس بر متر) به عنوان فاکتور دوم بررسی شد. تنش شوری سبب تخریب غشا سلولی برگ برنج شد و تفاوت معنی‌داری میان غلظت مالون دی آلدهید برگ ارقام برنج مشاهده شد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در ارقام IR67075-2B-5-2 (۱۵۳/۸ گرم در متر مربع)، Kochihibic (۱۵۲/۲ گرم در متر مربع)، هراز (۱٤۹/۸ گرم در متر مربع)، شفق (۱۵۲ گرم در متر مربع) و نعمت (۱٥٦/۹ گرم در متر مربع) در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه مشاهده شد. همچنین، این ارقام تحت تأثیر تنش شوری از نسبت پتاسیم به سدیم برگ، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان، محتوای نسبی رطوبت برگ، کربوهیدرات محلول و فتوسنتز بیشتر و غلظت کمتر سدیم برگ نیز برخوردار بودند. همچنین، ارقام IR67075-2B-5-2، Kochihibic، نعمت، هراز و شفق به عنوان ارقام متحمل‌تر به تنش شوری در مرحله رشد رویشی شناخته شدند.

واژه های کلیدی: آنزیم آنتی اکسیدان، پتاسیم، فتوسنتز، سدیم، مالون دی آلدهید

مقدمه:

بر اساس آمار سازمان جهانی فائو، برنج با تولید ۷۳۰ میلیون تن شلتوک در سال بیش از یک پنجم اراضی زیر کشت غلات در جهان را به خود اختصاص داده است (FAO,2013). در ایران نیز اراضی زیر کشت برنج حدود ٥٩٦ هزار هکتار است که بیش از ۹۰ درصد این اراضی به ترتیب در استان های مازندران، گیلان، گلستان، خوزستان و فارس قرا گرفته‌اند.علی رغم اینکه آب مورد نیاز برنج در ایران از چاه، رودخانه و یا منابع آبی پشت سدها تامین می‌شود (اسدی و همکاران، ۱۳۸۸) نزدیکی شالیزارها به دریا (مانند استان های شمالی کشور) یا شوری خاک و منابع آبی (مانند مناطقی از خوزستان) منجر به بروز مشکلات ناشی از تنش شوری در مراحل جوانه زنی،رشد رویشی و تولید دانه برنج می‌گردد. به عنوان مثال بیش از ١٤ درصد از شالیزارهای استان مازندران به دلیل مجاورت با دریای خزر از مشکل شوری آب و خاک زراعی رنج می‌برند که تأثیر منفی بر عملکرد دانه برنج در این مناطق دارد (آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران، به نقل از اسدی و همکاران، ۱۳۸۸). بنا بر گزارش بسیاری از پژوهشگران، گیاه برنج با توجه به شرایط آب و هوایی و ژنتیک در مراحل مختلف رشد عکس العمل های مختلفی به تنش شوری نشان می‌دهد اما حساسیت به تنش شوری در اکثر ارقام برنج در مراحل مختلف جوانه زنی، رشد گیاهچه و گرده

*نویسنده مسئول، نشانی پست الکترونیکی: rfarhoudi@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

افشانی مورد تأیید قرار گرفته است (ایزددوست و همکاران، ۱۳۹۲؛ شریفی ،۱۳۹۲؛ قربانی و همکاران، ۱۳۸٦).

تنش شوری با تأثیر گذاری بر فرآیندهایی مانند فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان، پایداری کلروفیل و کارایی سیستم فتوسنتزی (حبیب اللهی و همکاران، ۱۳۹۱)، تجمع یون های مضر نظیر سدیم و کلر در برگ ها و همچنین نحوه توزیع یون ها بین بافت‌های گیاهی (نعمتی و همکاران، ۱۳۸۸) بر رشد و عملکرد نهایی دانه برنج تأثیر می‌گذارد. چگونگی توزیع یون های جذب شده بین بافت های گیاهی در شرایط تنش شوری یکی از مکانیسم‌های کلیدی تحمل تنش شوری می‌باشد. به عنوان مثال نعمتی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی توزیع یون های سدیم و کلر در برگ ارقام برنج تحت تأثیر تنش شوری مشاهده نمودند رقم متحمل به شوری در مقایسه با رقم حساس به شوری یون‌های مضر را در برگ‌های مسن تر حبس نموده و مانع از حرکت آنها به سمت برگ‌های جوان‌تر شد. کاهش جذب یون‌های مضر از جمله سدیم و کلر، نگهداری یون‌ها در محیط ریشه یا برگ‌های مسن و جلوگیری از انتقال آنها به اندام‌های جوان فتوسنتز کننده و همچنین افزایش نسبت پتاسیم به سدیم برگ در تحمل به شوری ارقام گندم دوروم نقش اساسی دارد (Munns and James, 2003). پژوهش روی برنج (Asch *et al*., 2000)، گندم (پوستینی، ۱۳۸۱) و جو (Carden *et al*., 2003) بیانگر نقش مثبت یون پتاسیم در تحمل تنش شوری و کاهش اثرات منفی یون هایی مانند سدیم و کلر است زیرا یون پتاسیم در شرایط تنش شوری موجب حفظ پایداری غشا سلولی، حفظ کارایی سیستم فتوسنتزی و بهبود وضعیت رطوبتی گیاه تحت شرایط تنش می‌شود (Ashrafand McNeilly, 2004; Bandeoglu *et al*., 2004).

از مهم‌ترین مؤلفه‌هایی که نشان دهنده وضعیت آبی گیاهان تحت تأثیر شرایط تنش‌های محیطی هستند می‌توان به درصد رطوبت نسبی بافت گیاه اشاره کرد. تنش شوری سبب کاهش رطوبت نسبی برگ در ارقام گندم شد اما ارقام متحمل به شوری به کمک تنظیم اسمزی (با توجه به نوع یون ها و اسمولیت های سازگار) رطوبت نسبی برگ را در شرایط تنش بهتر حفظ نمودند (Qasim *et al*., 2003) در شرایط تنش شوری تجمع اسمولیت‌های سازگار نظیر پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در گیاهچه‌های برنج موجب افزایش رطوبت نسبی برگ و کاهش اثرات منفی تنش شوری بر سلامت غشاهای سلولی گیاهچه برنج شد (Bhattacharjee and Mukherjee, 2002).

یکی از اثرات منفی تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری بر گیاهان، تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن است. رادیکال‌های آزاد اکسیژن مانند آب اکسیژنه، یون هیدروکسیل و سوپراکسید با حمله به ذخایر ژنتیکی، آنزیم‌ها، غشای سلولی و اندامک های سلولی نظیر کلروفیل و میتوکندری سبب اختلال در عملکرد سلول و در نهایت مرگ آن می‌شوند که این خسارت را تنش اکسیداتیو گویند (Ashraf and Ali,2008). به عنوان مثال، یکی از اثرات بارز تنش شوری بر گیاهچه ارقام برنج تخریب غشا سلولی و نشت پذیری غشا بود که این حالت در ارقام حساس به شوری برنج بیش از ارقام متحمل به شوری بود. همبستگی منفی میان تخریب غشا سلولی با وزن خشک و فتوسنتز گیاهچه‌های برنج بیانگر تأثیر منفی تخریب غشا سلولی بر رشد گیاهچه برنج است (Bhattacharjee and Mukherjee,2002). گیاهان قادرند با تولید انواع ترکیبات آنزیمی آنتی اکسیدان نظیر سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون ردکتاز و آسکوربات پراکسیداز و ترکیبات آنتی اکسیدان غیر آنزیمی نظیر کارتنویید و آلفا توکوفرول رادیکال های آزاد اکسیژن و اثرات مضر آنها را کم کنند (Meloni *et al*., 2003). حبیب اللهی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش نمودند فعالیت آنزیم کاتالاز در تحمل شوری ارقام برنج نقش مثبتی داشت. پژوهشگران گزارش نمودند تنش شوری سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در برگ کلزا و کاهش اثرات نامطلوب تنش شوری شد (Ashraf and Ali, 2008).

با توجه به اهمیت گیاه برنج در ایران و مشکل تنش شوری در مناطق تحت کشت این گیاه، شناخت سازوکارهای تحمل تنش شوری در مرحله رشد رویشی برنج بخش مهمی از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

پژوهش‌های مربوط به انتخاب ارقام متحمل به شوری را به خود اختصاص می‌دهد. این پژوهش به منظور شناسایی سازوکارهای فیزیولوژیک تحمل به تنش شوری ۱۶ رقم برنج ایرانی و خارجی در مرحله رشد رویشی انجام شد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش در تابستان سال ۱۳۹۳ در مرکز مطالعات برنج دانشگاه دانکوک در کشور کره جنوبی به منظور بررسی واکنش ۱۶رقم برنج ایرانی و خارجی به تنش شوری در مرحله رشد رویشی انجام شد. مبدأ ارقام برنج مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است. کلیه ارقام برنج از بانک بذر مرکز تحقیقات جهانی برنج (IRRI) در فیلیپین و مرکز تحقیقات برنج ایران در شهرستان ساری تهیه شدند.

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در محیط گلخانه انجام شد. فاکتورهای این آزمایش عبارت بودند از دو سطح تنش شوری شامل جعبه های کشت با هدایت الکتریکی ۰/۸±۰/۱ دسی زیمنس بر متر (شاهد) و ۶/۲±۰/۳ دسی زیمنس بر متر به عنوان عامل اول و ارقام برنج به عنوان عامل دوم بودند. جهت کشت از جعبه‌های کشت با دیواره چوبی تعبیه شده در زمین به طول و عرض دو متر و عمق ۶۰ سانتی متر که کف آن یک لایه پلاستیک ضخیم تا لبه‌های بالایی دیواره کشیده شده بود استفاده شد. برای تامین زهکشی خاک، در کفپوش پلاستیکی سوراخ‌هایی به قطر پنج سانتی متر تعبیه شد. جهت تامین خاک مورد نیاز جعبه‌های کشت با شوری حدود ۶ دسی زیمنس بر متر از خاک شالیزارهای مجاور دریا استفاده شد و هدایت الکتریکی این خاک ها بعد از حالت اشباع خاک، به شوری مورد نظر (۶/۲±۰/۳ دسی زیمنس بر متر) رسید. آب مورد نیاز جعبه‌های کشت با هدایت الکتریکی متوسط ۰/۲ دسی زیمنس بر متر در طول دوره آزمایش تامین می‌شد. جهت کشت، خاک خشک بعد از انتقال به جعبه‌های کشت، دو مرحله آبیاری به حالت آماده برای نشا کاری رسید. قبل از آبیاری بر اساس آزمایش خاک و توصیه مرکز تحقیقات برنج دانشگاه دانکوک مقادیر۷۰، ۴۰ و ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن، فسفر و پتاس با منبع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به خاک اضافه و به صورت یکنواخت با خاک مخلوط شد.

نشاهای برنج که در خزانه و در شرایط مشابه در خاکی با هدایت الکتریکی ۰/۵ دسی زیمنس بر متر کشت شده بودند در ۱۵مرداد ۱۳۹۳ در حالت سه برگی به جعبه های کشت در محیط گلخانه منتقل شدند. نشاهای برنج به فاصله ۳۰ سانتیمتر در ۳۰ سانتیمتر در شش ردیف کاشته شدند که دو ردیف کناری برای حاشیه در نظر گرفته شدند. سطح آب جعبه‌های کشت در طول دوره آزمایش حدود چهار سانتی متر نگه داشته شد. محیط گلخانه بر اساس تناوب دمایی ۲۷ درجه سانتیگراد در روز و ۱۸ درجه سانتیگراد در شب بر اساس ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تنظیم شده بود که گذر از شرایط نوری و دمایی بین روز و شب به صورت تدریجی و در کمتر از یک ساعت انجام می‌شد. نور مورد نیاز به کمک لامپ تنگستن با شدت نور بین۴۱۰ تا ۴۰۰ میکرومول کوانتوم بر متر مربع بر ثانیه تأمین شد.

وزن خشک و سطح برگ: برای بررسی وزن خشک و سطح برگ، از فضای یک متر مربع از جعبه کشت تمامی بوته‌ها کف بر شده و به آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شدند. قبل از انتقال بوته‌ها به آون، سطح برگ به کمک دستگاه سطح برگ سنج شرکت PARSO مدل ۱۲۵۸سنجیده شد.

اندازه گیری غلظت یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم: به منظور اندازه‌گیری غلظت یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم و چگونگی توزیع آن بین برگ جوان و مسن از برگ سوم و پنجم گیاه برنج استفاده شد. به این منظور ۰/۲ گرم ماده خشک در کوره الکتریکی با دمای ۵۸۰ درجه سانتیگراد به مدت چهار ساعت در کروزه چینی حرارت داده شد. خاکستر به دست آمده با پنج میلی لیتر اسید کلریدریک شستشو داده شد تا کاتیون‌ها آزاد شوند. عصاره با کاغذ صافی صاف شد. به منظور اندازه‌گیری یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم در محلول حاصله از دستگاه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

جدول ۱- نام و منشا ارقام برنج مورد استفاده

نام رقم	منشا	نام رقم	منشا
Pokkali	هند	Kochihibic	ژاپن
IR67075-2B-5-2	IRRI	هراز	ایران
IR59418-7B-21-3	IRRI	شفق	ایران
IR29	IRRI	فجر	ایران
IR74095-AC79	IRRI	طارم	ایران
Shimdomgjim byeo	کره جنوبی	خزر	ایران
Chucheomg byeo	کره جنوبی	کادوس	ایران
Baekjimju byeo	کره جنوبی	نعمت	ایران

فلایم فتومتر مدل Optima-1011 و منحنی استاندارد استفاده شد (Owen,1992).

فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان: برای بررسی فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان ۱۰ روز پس از انتقال نشا ها به جعبه‌های کشت نمونه‌برداری انجام شد. در این آزمایش جهت بررسی فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان کاتالاز و گوایکول پراکسیداز، ابتدا پروتیین گیاهچه استخراج شد (Agrawal *et al.*, 2005). برای بررسی فعالیت آنزیمگوایکول پراکسیداز مخلوط واکنش شامل بافر فسفات ۱۰میلی مولار، ۸ میلی مولار گویاکول، ۲/۷۵ میلی مولار پراکسید هیدروژن و ۵۰ میکرو لیتر محلول پروتئینی استخراج شده در ابتدای آزمایشبود. پس از اضافه کردن پراکسید هیدروژن بلافاصله افزایش جذب در طول موج ٤۷۰ نانومتر به مدت ٦۰ ثانیه قرائت شد. برای بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز ۵۰ میکرو مول از محلول پروتئینی استخراج شده از گیاهچه به ۱۰۰ میلی مول بافر فسفات اضافه و سپس ۳۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن نیز به مخلوط افزوده شد. در نهایت این مخلوط در کووت اسپکتو فتومتر ریخته شدو در طول موج ۲٤۰ نانومتر فعالیت آنزیمی بر اساس تغییرات جذب در ٦۰ثانیه به ازای هر میلی گرم پروتئین قرائت شد (Chance and Maehly, 1995).

غلظت مالون دی آلدهید و اسید چرب آزاد برگ: به منظور تعیین غلظت مالون‌دی آلدهید در برگ، ۱۰ روز پس از انتقال نشاءها به جعبه‌های کشت، نیم گرم برگ تازه از برگ چهارم (سه نمونه از هر کرت) را در محلول ۲۰ درصد تیوکلرواستیک اسید که حاوی ۰/۵ درصد تیو باربیتوریک اسید بود کاملاً پودر کرده و آن گاه این مخلوط به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد در حمام بن ماری حرارت داده شد. سپس این مخلوط را در حمام یخ سرد کرده و غلظت مالون‌دی آلدئید در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه گیری شد (Valentovic *et al.*, 2006). جهت بررسی درصد اسید چرب آزاد بافت برگ برنج، ۱۰ روز پس از انتقال نشاها به جعبه کشت یک گرم نمونه برگ تازه درون ارلن مایرقرار داده شد و ۲۰ میلی لیتر الکل اتانول به آن اضافه شد و با افزودن ۵ قطره فنل فتالئین آن را با سود ۱/ ۰درصد تیتر کرده تا رنگ صورتی کم رنگ حاصل شود واین رنگ حداقل ۳۰ ثانیه باید پایدار باشد و بر اساس فرمول های مربوط درصد اسید چرب آزاد بررسی شد (Valentovic *et al.*, 2006).

رطوبت نسبی برگ: به این منظور نیم گرم از بافت برگ چهارم جدا شده و پس از وزن نمودن برگ (وزن تر)، نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در یک طرف در بسته در آب مقطر شناور شده و وزن آنها مجدداً اندازه‌گیری شد (وزن اشباع). بعد از این مدت برگ‌ها به آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ٢٤ ساعت منتقل شدند و وزن خشک برگ‌ها اندازه‌گیری شد (سه نمونه از هر کرت). درصد رطوبت نسبی برگ بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (Shirazi *et al.*, 2005):

رابطه ۱

$$\text{درصد رطوبت نسبی برگ} = \frac{(\text{وزن تر} - \text{وزن خشک})}{(\text{وزن اشباع} - \text{وزن خشک})} \times ۱۰۰$$

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ: به منظور بررسی غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ ابتدا ۰/۱ گرم برگ خشک آسیاب شده در یک لوله‌ی آزمایشی ریخته شد و ۱۵ میلی‌لیتر الکل اتانول ۸۰ درصد در حال جوشیدن به آن اضافه شد. بعد از حدود ۲۰ ثانیه نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. بعد از این مدت محلول روشناور جدا شده و در یک لوله‌ی آزمایش دیگر ریخته شد این عمل دو مرتبه تکرار شد. جهت تبخیر الکل اتانول نمونه‌ها به آون ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد منتقل شدند. در ادامه ٤٠ میلی‌لیتر آب مقطر به لوله‌های آزمایشی اضافه شد. جهت حذف رسوبات اضافی مانند تانن‌ها ٤/٧ میلی‌لیتر هیدروکسید باریم سه درصد و ۳ دقیقه بعد ۵ میلی‌لیتر سولفات روی پنج درصد اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. بعد از این مدت ۲ میلی‌لیتر عصاره روشناور جدا شد و به همراه ۱ میلی‌لیتر محلول فنول پنج درصد به یک لوله آزمایش دیگر منتقل شده و به شدت تکان داده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد به داخل هر لوله آزمایش اضافه شد. بعد از ٤٥ دقیقه و با تثبیت رنگ قهوه‌ای در نمونه‌ها میزان جذب با استفاده از اسپکتوفتومتر در طول موج ٤٨٥ نانومتر قرائت شد. جهت قرائت ابتدا محلول‌های استاندارد ۰، ۱۰ الی ۱۰۰ ppm گلوکز ساخته شد و منحنی استاندارد رسم گردید. با استفاده از منحنی استاندارد و اعداد قرائت شده مقدار کربوهیدرات‌های محلول محاسبه شد (Dubois *et al*., 1956).

فتوسنتز، تنفس و غلظت کلروفیل برگ: جهت اندازه گیری فتوسنتز و تنفس از دستگاه سنجش فتوسنتز و تنفس مدل– PO103 LA ساخت کره جنوبی استفاده شد. نمونه گیری‌ها بین ساعت ۱۲ ظهر تا یکبعد ازظهر از برگ چهارمانجام شد. به این منظور برگ در انبرک دستگاه قرار گرفت و پس از مدت ٦٠ ثانیه میزان فتوسنتز بر حسب میکرومول دی اکسید در متر مربع در ثانیه و تنفس بر حسب میکرومول اکسیژن در متر مربع در ثانیه قرائت شد (سه نمونه در هر کرت) .برای تعیین غلظت کلروفیل a و b برگ ابتدا نیم گرم برگ تازه با ده میلی لیتر محلول استون ۸۰ درصد کوبیده و له شد (سه نمونه از هر کرت). سپس نمونه‌ها توسط کاغذ صافی صاف شدند و حجم آن توسط استون به ۵۰ میلی لیتر رسید. در پایان میزان جذب محلول در طول موج ٦٦٣ (کلروفیلa) و طول موج ٦٤٥ (کلروفیلb) توسط دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل *DR 5000*) بررسی شد (Gunes *et al*., 2007).

محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح آماری یک درصد) استفاده شد.

نتایج و بحث:

وزن خشک و سطح برگ: نتایج جدول تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی دار شوری، رقم و برهمکنش این دو بر وزن خشک و سطح برگ ارقام برنج بود (جدول ۲). در شرایط معمولی تفاوت معنی داری میان وزن خشک بوته میان تمامی ارقام برنج مشاهده نشد و تنها رقم IR59418-7B-21-3 با وزن خشک ١٦٤/٢ گرم در مترمربع کمترین وزن خشک بوته را در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی داشت که البته تفاوت معنی‌داری با وزن خشک رقم IR29 و رقم خزر نداشت (به ترتیب ١٧١/٦ و ١٧٠/٣ گرم در متر مربع). تحت تأثیر تنش شوری وزن خشک تمامی ارقام برنج مورد بررسی در مقایسه با شرایط شاهد کاهش یافت که بیانگر تأثیر منفی تنش شوری بر وزن خشک برنج است. در شرایط تنش شوری بیشترین وزن خشک اندام هوایی در رقم نعمت (١٥٦/٩ گرم در متر مربع) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با وزن خشک ارقام شفق، IR67075-2B-5-2، Kochihibic، و هراز نداشت (جدول ۳). در این شرایط رقم IR74095-AC79 با وزن خشک ٧١/٣ گرم در متر مربع کمترین وزن خشک اندام هوایی را داشت که تفاوت معنی داری با ارقام کادوس، IR29 و خزر نداشت که کاهش بیش ۵۰ درصدی را در مقایسه با شرایط شاهد در این ارقام نشان داد (جدول ۳). ارقام IR59418-7B-21-3، طارم، Shimdomgjim byeo، Chucheomg byeo و Baekjimju byeo بعد از ارقام ذکر شده کمترین وزن خشک اندام هوایی را داشتند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات تاثیر تنش شوری بر رشد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ارقام برنج

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	سطح برگ	فتوسنتز	غلظت کلروفیل a	غلظت کلروفیل b	غلظت کربوهیدرات محلول برگ	رطوبت نسبی برگ	درصد اسید چرب آزاد	غلظت مالون دی آلدهید برگ	فعالیت آنزیم کاتالاز	فعالیت آنزیم پراکسیداز
تکرار	۲	۵۸۶۳/۲**	۸/۲ ns	۱۰۰/۵**	۲۱/٤ **	۰/٦ ns	۱۲۵/۱ **	۱۰۰۵/٦ **	۱/۱ ns	/۰۰۰۰۱**	۰/۹ ns	۳۰۰/۰ **
رقم	۱۵	۹۵۱۳/۰**	۱۹/۱ **	۸۰۰/٦**	۹/۳ **	۸/۳ **	۱۰۸٤/۰ **	۸۹۷/۰ **	۳٦/۲ **	/۰۰۰۱ **	۱۵/۰ **	٤۵۳/۰ **
شوری	۱	۵۳۳۲/۱**	۲۳/٤ **	٦٤۹/۸**	۱۲/۰ **	۵/۲ **	۱۱٦۹/۵ **	۱۰۹۸/۲ **	۲۹/۷ **	/۰۰۰۱٦**	۳۱/۰ **	٦۹۸/۳ **
رقم * شوری	۱۵	۷٤۲۱/۳**	۲٦/۳ **	۷۱۰/۰**	۱۸/۰ **	۵/۸ **	۷۵٦/۲ **	۲۰۸۵/٦ **	۲۱/۵ **	/۰۰۰۲۲**	۱۷/۷ **	۲۳۹/۵ **
خطای آزمایش	٦۲	۷۵۱/۲	۹/۱	۲۱/۲	۲/٦	۰/۹	٤۱/۸	۱۵۲/۱	۳/۳	/۰۰۱	۲/۹	۱۸/۲
ضریب تغییرات		۷/۹	۵/۳	۱/٦	۹/۷	۱۲/۱	٦/۸	۱۱/۲	۸/۰	۲/٦	۹/۳	٤/۵

** و *: به ترتیب معنی دار در سطح یک و پنج درصد ns: معنی دار نیست.

ادامه جدول ۲ - تجزیه واریانس میانگین مربعات تاثیر تنش شوری بر غلظت یون های سدیم، پتاسیم و کلر ارقام برنج

منبع تغییر	درجه آزادی	غلظت سدیم برگ سوم	غلظت کلر برگ سوم	غلظت پتاسیم برگ سوم	نسبت پتاسیم به سدیم برگ سوم	غلظت سدیم برگ پنجم	غلظت کلربرگ پنجم	غلظت پتاسیم برگ پنجم	نسبت پتاسیم به سدیم برگ پنجم
تکرار	۲	۵۸٦۳/۲ **	۲۸٤/۰ ns	٤۳/۸ ns	۲/۵ ns	۱۲۱۹/۲ **	۲۰۹/۵ **	۱۵/۳ ns	۰/۳ ns
رقم	۱۵	۵۲۸۱/۳ **	۲۱۸٦/٦ **	۱٦۰۵/۷ **	٤۸/۰ **	۱۹۷۸/۰ **	۱٤۵۱/۳ **	۷۱۱/۵ **	۱۳/۸ **
شوری	۱	٤۰٦۷/۹ **	۳۰۱۸/۰ **	۱۷۰٦/۳ **	٤۲/۷ **	۲۸۰۰/۱ **	۸۹۱/۲ **	٦۸۹/٦ **	۱۵/۹ **
رقم * شوری	۱۵	٤۸۲۵/۲ **	۲۹۸٤/۳ **	۱۵۳۷/۵ **	۳۱/۵ **	۲۵۳۱/۰ **	۱۲۰۰/٦ **	۵۵۷/٦ **	۱۰/۱ **
خطای آزمایش	٦۲	٤۲۹/۰	۳۱۸/٤	۷۱/٤	۵/۸	۲۱۱/۲	۳۹/۲	۸۳/۷	۰/۹
ضریب تغییرات		۱۰/۳	۳/۸	۷/۹	۸/۳	۱۳/۲	۹/۰	۷/٦	٦/۳

** و *: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد ns: معنی دار نیست

جدول ۳- تاثیر تنش شوری بر وزن خشک، فتوسنتز و تنفس برگ ارقام برنج

رقم	وزن خشک اندام هوایی (گرم در متر مربع)		سطح برگ		غلظت کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)		غلظت کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)		فتوسنتز (میکرومول دی اکسید کربن در متر مربع سطح برگ در ثانیه)		تنفس (میکرومول اکسیژن در ثانیه متر مربع سطح برگ در ثانیه)	
	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش
Pokkali	۱۸۵^{a}	۱۴۵/۲^{bc}	۴/۳^{a}	۲/۹^{c}	۲/۰^{a}	۱/۱^{c}	۱/۵^{a}	۰/۹۱^{c}	۱۶/۷^{a}	۱۱/۰^{c}	۱/۰۲^{e}	۱/۹۷^{bc}
IR67075-2B-5-2	۱۷۶/۳^{a}	۱۵۳/۸^{b}	۴/۱^{a}	۳/۳^{b}	۲/۱^{a}	۱/۷^{b}	۱/۶^{a}	۱/۲^{b}	۱۶/۹^{a}	۱۳/۱^{b}	۱/۰۹^{e}	۱/۴۵^{d}
IR59418-7B-21-3	۱۶۴/۲^{b}	۹۸/۶^{d}	۳/۲^{b}	۲/۱^{d}	۲/۳^{a}	۰/۷۵^{e}	۱/۶^{a}	۰/۷۲^{d}	۱۵/۹^{a}	۹/۷^{c}	۱/۱۷^{e}	۲/۴۵^{b}
IR29	۱۷۱/۶^{ab}	۷۴/۹^{e}	۴/۳^{a}	۱/۳^{e}	۲/۰^{a}	۰/۶۹^{e}	۱/۸^{a}	۰/۶۸^{d}	۱۴/۹^{a}	۵/۴^{e}	۱/۰۸^{e}	۳/۶۹^{a}
IR74095-AC79	۱۹۱/۲^{a}	۷۱/۳^{e}	۴/۰^{a}	۱/۷^{d}	۱/۹^{a}	۱/۰۲^{c}	۱/۳^{b}	۰/۶۹^{d}	۱۶/۵^{a}	۸/۲^{cd}	۱/۱۵^{e}	۲/۵۳^{b}
Shimdomgjim byeo	۱۷۹/۵^{a}	۸۹/۸^{d}	۴/۱^{a}	۲/۱^{d}	۲/۲^{a}	۱/۰۷^{c}	۱/۵^{a}	۰/۷۶^{d}	۱۶/۱^{a}	۹/۱^{c}	۱/۴۱^{d}	۲/۶۲^{b}
Chucheomg byeo	۱۷۵/۰^{a}	۱۰۱/۲^{d}	۴/۵^{a}	۱/۹^{d}	۱/۹^{a}	۱/۰۳^{c}	۱/۷^{a}	۰/۶۹^{d}	۱۵/۰^{a}	۵/۵^{e}	۱/۱۶^{e}	۲/۴۲^{b}
Baekjimju byeo	۱۷۳/۶^{a}	۹۴/۰^{d}	۳/۹^{a}	۲/۱^{d}	۱/۸^{b}	۱/۰۹^{c}	۱/۶^{a}	۰/۷۱^{d}	۱۵/۸^{a}	۷/۱^{d}	۱/۱۵^{e}	۲/۳۲^{b}
Kochihibic	۱۷۸/۲^{a}	۱۵۴/۲^{b}	۴/۱^{a}	۳/۲^{b}	۲/۱^{a}	۱/۸^{b}	۱/۶^{a}	۰/۹۳^{c}	۱۵/۷^{a}	۱۲/۹^{b}	۱/۱۷^{e}	۱/۴۱^{d}
هراز	۱۸۵/۳^{a}	۱۴۹/۸^{b}	۴/۱^{a}	۳/۳^{b}	۲/۱^{a}	۱/۶^{b}	۱/۵^{a}	۱/۲^{b}	۱۷/۲^{a}	۱۳/۰^{b}	۱/۱۴^{e}	۱/۸۵^{c}
شفق	۱۷۶/۹^{a}	۱۵۲/۰^{b}	۴/۲^{a}	۳/۲^{b}	۱/۹^{a}	۱/۲^{c}	۱/۶^{a}	۱/۳^{b}	۱۷/۵^{a}	۱۲/۵^{b}	۱/۱۶^{e}	۱/۸۱^{c}
نعمت	۱۸۳/۲^{a}	۱۵۶/۹^{b}	۴/۳^{a}	۳/۶^{b}	۱/۹^{a}	۱/۷^{b}	۱/۵^{a}	۱/۳^{b}	۱۶/۲^{a}	۱۳/۲^{b}	۱/۱۸^{e}	۱/۷۳^{c}
طارم	۱۸۶/۳^{a}	۱۲۱/۸^{d}	۴/۵^{a}	۱/۸^{d}	۲/۰^{a}	۰/۹۳^{c}	۱/۷^{a}	۰/۹۱^{c}	۱۶/۸^{a}	۹/۵^{c}	۱/۴۸^{d}	۲/۱۸^{bc}
خزر	۱۷۰/۳^{ab}	۷۵/۳^{e}	۴/۱^{a}	۱/۱^{e}	۲/۱^{a}	۰/۷۱^{e}	۱/۳^{b}	۰/۴۵^{e}	۱۷/۵^{a}	۵/۶^{e}	۱/۰۳^{e}	۳/۲۲^{a}
کادوس	۱۸۱/۶^{a}	۷۲/۱^{e}	۴/۲^{a}	۱/۲^{e}	۲/۰^{a}	۰/۸۸^{d}	۱/۵^{a}	۰/۶۷^{d}	۱۶/۶^{a}	۶/۳^{e}	۱/۲۵^{ed}	۳/۸۵^{a}
ندا	۱۷۶/۸^{a}	۱۳۸/۷^{c}	۴/۱^{a}	۲/۸^{c}	۱/۷^{b}	۱/۳^{bc}	۱/۲^{b}	۰/۹۳^{c}	۱۷/۰^{a}	۱۲/۲^{b}	۱/۰۹^{e}	۲/۰۳^{bc}

در هرستون و هر صفت، اعداد دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح آماری پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

سطح برگ ارقام برنج نیز تحت تأثیر تنش شوری کاهش یافت به طوری که در شرایط تنش شوری کمترین میزان سطح برگ در رقم IR29 (۱/۳) که تفاوتی با ارقام کادوس و خزر نداشت که تغییر شدیدی را نسبت به شرایط شاهد نشان دادند (جدول۳). بیشترین سطح برگ در شرایط تنش شوری متعلق به ارقام IR67075-2B-5-2، نعمت، هراز، شفق و Kochihibic بود (جدول ۳). تنش شوری با تأثیر منفی بر فتوسنتز گیاهان سبب کاهش تولید ماده خشک و کاهش رشد رویشی غلات از جمله برنج می شود (Asch *et al*., 2000؛ Carden *et al*., 2003؛ Bhattacharjee and Mukherjee, 2002). Munns (۲۰۰۲) گزارش نمود بررسی وزن خشک گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری یک معیار مناسب برای تمایز میان ارقام حساس به شوری و متحمل به شوری است که این نظر توسط سایر پژوهشگران نیز تایید شده است (Ashraf and McNeilly, 2004؛ Bandeoglu *et al*., 2004؛ فرهودی،۱۳۹۰). در شرایط تنش شوری دلایل مختلفی مانند تجمع یون های مضر نظیر سدیم و کلر در برگ های فتوسنتز کننده (نعمتی و همکاران، ۱۳۸۸) و کاهش غلظت کلروفیل و کارایی فتوسنتزی (حبیب اللهی و همکاران، ۱۳۹۱) منجر به کاهش شدید وزن خشک ارقام برنج حساس به تنش شوری می شود که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد (جدول ۳).

فتوسنتز، تنفس و غلظت کلروفیل: نتایج جدول ۲ نشان داد فتوسنتز، تنفس و غلظت کلروفیلa و b ارقام برنج تحت تأثیر معنی دار شوری، رقم و بر همکنش این دو فاکتور قرار گرفت. در شرایط معمولی، فتوسنتز کلیه ارقام برنج مورد بررسی دریک سطح آماری قرار گرفت و تفاوت معنی دار نداشت. تنش شوری سبب کاهش فتوسنتز در کلیه ارقام برنج مورد بررسی شد، بطوریکه، کمترین میزان فتوسنتز در شرایط تنش شوری در ارقام IR29،Chucheomg byeo، خزر و کادوس مشاهده شد، در حالیکه ارقامنعمت،IR67075-2B-5-2، هراز، هراز، شفق و Kochihibic تحت تأثیر تنش شوری بیشترین فتوسنتز را در مقایسه با سایر ارقام داشتند(جدول۳).

کاهش فتوسنتز گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری در پژوهش‌های سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است و دلایلی چون تجمع یون سدیم در برگ ها، تخریب کلروفیل و اختلال در هدایت روزنه ای از دلایل کاهش فتوسنتز تحت تأثیر شوری می باشند (Qasim *et al*., 2003؛ Shirazi *et al*., 2005). نتایج نشان داد در شرایط معمولی، تنفس برگ ارقام برنج به استثنای Shimdomgjim byeo و طارم تفاوت معنی داری نداشتند. در شرایط تنش شوری تنفس برگ ارقام برنج افزایش یافت. بیشترین میزان تنفس برگ در ارقام خزر و کادوس به میزان ۳/۲۲ و ۳/۸۵ میکرومول اکسیژن در متر مربع سطح برگ در ثانیه دیده شد در حالیکه ارقام IR67075-2B-5-2 و Kochihibic به ترتیب با ۱/٤٥ و ۱/٤۱ میکرومول اکسیژن در متر مربع سطح برگ در ثانیه کمترین میزان تنفس برگ در شرایط تنش شوری را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). Munns (۲۰۰۲) بیان نمود افزایش میزان تنفس تحت تأثیر تنش شوری یک فرایند طبیعی برای تامین انرژی مورد نیاز برای فعال سازی سازوکارهای تحمل تنش شوری نظیر ساخت متابولیت های سازگار، ساخت آنتی اکسیدان ها و فعال کردن پمپ های یونی است، اما افزایش بی رویه تنفس گیاهی در شرایط تنش شوری یک فرایند نامطلوب است و کاهش ذخایر غذایی گیاه را در پی دارد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد در شرایط تنش شوری در ارقام IR74095-AC79، IR29، خزر و کادوس افزایش شدید تنفس و کاهش فتوسنتز منجر به کاهش شدید وزن خشک در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه شد.

بررسی غلظت کلروفیل a و b تحت تأثیر تنش شوری بیانگر کاهش غلظت این دو رنگیزه فتوسنتزی در کلیه ارقام برنج مورد مطالعه است. بیشترین غلظت کلروفیل a در شرایط تنش شوری در رقم Kochihibic (۱/۸ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) مشاهده شد که با ارقام نعمت، IR67075-2B-5-2 و هراز تفاوت معنی داری نداشت. کمترین غلظت کلروفیل a در رقم IR59418-7B-21-3 (۰/۷۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) مشاهده شد که تفاوت معنی داری با ارقام IR29 (۰/۷۱ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) و خزر (۰/٦۹ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) نداشت. کمترین غلظت کلروفیل b نیز

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

تحت تأثیر شوری در رقم خزر (۰/٤٥ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) مشاهده شد، در حالی که بیشترین غلظت کلروفیل b مشاهده شده مشابه کلروفیل a بود (به استثنای رقم Kochihibic) (جدول ۳). تحت تأثیر تنش شوری غلظت کلروفیل و کارایی فتوسنتزی ارقام برنج کاهش یافت که در نهایت منجر به کاهش وزن خشک اندام هوایی برنج شد (حبیب الهی و همکاران، ۱۳۹۱). فرهودی (۱۳۹۲) نیز گزارش نمود تنش شوری یا تأثیر منفی بر غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی ارقام گندم سبب کاهش فتوسنتز و وزن خشک ارقام حساس به شوری گندم شد. تجمع یون‌های سمی کلر و سدیم در برگ گیاه یولاف سبب کاهش شدید غلظت کلروفیل a و فتوسنتز برگ یولاف شد (Zhao *et al.*, 2007)

رطوبت نسبی برگ: نتایج این پژوهش نشان داد رطو بت نسبی برگ تحت تأثیر معنی‌دار شوری، رقم و برهمکنش این دو فاکتور قرار گرفت (جدول ۲). بر اساس نتایج جدول ٤ بین رطوبت نسبی برگ ارقام برنج در شرایط شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نشد در حالی که تنش شوری سبب کاهش رطوبت نسبی برگ کلیه ارقام مورد مطالعه به استثنای ارقام IR67075-2B-5-2 و شفق شد. در واقع بین رطوبت نسبی برگ ارقام IR67075-2B-5-2 و شفق تفاوت معنی‌داری بین شرایط تنش و شرایط شاهد مشاهده نشد و پس از این ارقام، بیشترین رطوبت نسبی برگ در ارقام Kochihibic، هراز و نعمت دیده شد. ارقام کادوس، IR74095-AC79 و خزر با رطوبت نسبی برگ٦١/٣ درصد، ٥٨/٦ درصد، و ٥٧/١ درصد کمترین درصد رطوبت نسبی برگ را تحت تأثیر تنش شوری به خود اختصاص دادند. پژوهش‌ها نشان داده است که بررسی رطوبت نسبی برگ یک فاکتور کلیدی در انتخاب گیاهان زراعی متحمل به تنش شوری است زیرا بیشتر بودن رطوبت نسبی برگ در شرایط تنش به معنی جذب آب بیشتر و افزایش تورژسانس سلولی است (Munns, 2002). پژوهشگران با بررسی واکنش ارقام کلزا (Qasim *et al.*, 2003) و گندم (Shirazi *et al.*, 2005) به تنش شوری دریافتند که شوری از طریق اختلال در روابط آبی گیاه منجر به کاهش رطوبت نسبی، سطح برگ و رشد گیاهان مورد مطالعه شد.

غلظت کربوهیدرات های محلول برگ: غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ تحت تأثیر معنی‌دار شوری، رقم و برهمکنش این دو فاکتور قرار گرفت (جدول ۲). کربوهیدرات های محلول برگ ارقام برنج تحت تأثیر تنش شوری افزایش یافت. رقم هراز با ۷۹/٦ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ کربوهیدرات محلول بیشترین غلظت کربوهیدرات های محلول برگ را داشت که تفاوت معنی‌داری با کربوهیدرات محلول برگ ارقام نعمت، IR67075-2B-5-2، Kochihibic و ندا نداشت. در همین حال تحت تأثیر تنش شوری، ارقام طارم، خزر و کادوس نیز کمترین میزان کربوهیدرات های محلول برگ را داشتند (جدول٤). افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ در گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری علاوه بر اینکه در تنظیم اسمزی و حفظ رطوبت نسبی برگ نقش دارد، اهمیت ویژه‌ای در حفاظت غشاهای سلولی دارد (Munns,2002). پژوهش‌ها نشان داده تجمع مواد محلول سازگار به محیط سلول نظیر پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در شرایط تنش‌های محیطی از جمله شوری در حفظ تعادل اسمزی گیاهان و جلوگیری از کاهش شدید رطوبت نسبی برگ گیاهان زراعی تحت تأثیر شرایط تنش خشکی و شوری مؤثر است (Ashraf and McNilly,2004). غلظت کربوهیدرات‌های محلول گیاهچه‌های گندم تحت تأثیر تنش شوری جهت افزایش جذب آب و حفظ تورژسانس سلولی افزایش یافت (فرهودی، ۱۳۹۲؛ Kerepesi, and Galiba, 2000). نقش مثبت افزایش کربوهیدرات‌های محلول برگ برنج تحت تأثیر تنش شوری در پژوهش سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (نعمتی و همکاران، ۱۳۸۸؛ حبیب الهی و همکاران، ۱۳۹۱).

تخریب غشاهای سلولی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان: نتایج جدول ۲ نشان داد غلظت مالون دی آلدهید و درصد اسیدهای چرب آزاد بافت برگ ارقام برنج به میزان معنی‌داری تحت تأثیر تنش شوری، رقم و برهمکنش این دو فاکتور قرار گرفت. بررسی تخریب غشاهای سلولی و تولید

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

جدول ٤- تاثیر تنش شوری بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان، رطوبت نسبی برگ و تخریب غشا سلولی برگ ارقام برنج

رقم	رطوبت نسبی برگ (درصد)		غلظت کربوهیدرات های محلول (میلی گرم بر گرم وزن خشک)		غلظت مالون دی‌آلدهید (میکرومول بر گرم)		اسید چرب آزاد (درصد)		فعالیت آنزیم کاتالاز (میلی گرم جذب در دقیقه)		فعالیت پراکسیداز (میلی گرم جذب در دقیقه)	
	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش
Pokkali	۹۱/۲^{a}	۷٦/۱^{c}	۲۳/۵^{e}	٦۰/۱^{c}	۰/۰۰٤۵^{e}	۰/۰۳۱^{c}	۲/۱^{e}	۲۵/۸^{b}	۱/۲^{f}	۵/۰^{b}	۵/۱^{f}	۱٤/۰^{c}
IR67075-2B-5-2	۹۰/۵^{a}	۸۸/٦^{ab}	۲۵/۱^{e}	۷۳/۲^{a}	۰/۰۰۵۳^{e}	۰/۰۱۲^{d}	۲/۸^{e}	۱۱/۳^{d}	۱/۱^{f}	۷/٤^{a}	۷/٤^{e}	۲۱/۲^{b}
IR59418-7B-21-3	۹۳/۵^{a}	۷۰/۳^{d}	۲۷/۹^{ef}	۵۸/۲^{c}	۰/۰۰٤۵^{e}	۰/۰۷۵^{a}	۱/۹^{ef}	۳۷/۲^{a}	۱/۳^{f}	۲/۹^{d}	٤/۱^{f}	۱۳/۳^{c}
IR29	۹۱/۵^{a}	٦۵/۹^{e}	۲۱/۹^{eg}	۵۳/۵^{d}	۰/۰۰٤٤^{e}	۰/۰۷۹^{a}	۳/۲^{e}	۳۳/۵^{a}	۱/۳^{f}	۲/۷^{d}	٤/۵^{f}	۱۳/٤^{c}
IR74095-AC79	۹۱/۷^{a}	۵۸/٦^{f}	۲۲/۰^{e}	۵٦/۱^{cd}	۰/۰۰۵۷^{e}	۰/۰٤٦^{b}	۱/۵^{f}	۳۸/۱^{a}	۰/۷٤^{g}	۲/٤^{d}	٤/۳^{f}	۷/۱^{e}
Shimdomgjim byeo	۹۳/۰^{a}	۷۳/۰^{d}	۲۸/۳^{ef}	۵۵/۰^{d}	۰/۰۰٤۸^{e}	۰/۰۸۱^{a}	۲/۱^{e}	۳۲/۹^{a}	۱/۱^{f}	۲/۲^{d}	۵/۰^{f}	۱۰/۳^{d}
Chucheomg byeo	۹۲/٦^{a}	۷۲/۰^{d}	۲۰/۹^{g}	۵۲/۹^{d}	۰/۰۰۵۰^{e}	۰/۰۷۳^{a}	۲/۳^{e}	۳٦/۵^{a}	۱/۲^{f}	٤/۳^{c}	۷/۱^{e}	۱۱/۱^{cd}
Baekjimju byeo	۹۵/۳^{a}	۷۳/۱^{d}	۲۳/۵^{e}	٤٦/۱^{d}	۰/۰۰۵۳^{e}	۰/۰۷۳^{a}	۲/۹^{e}	۳۹/۲^{a}	۱/٤^{f}	۲/۸^{d}	٤/۳^{f}	۱۱/۲^{cd}
Kochihibic	۹۲/۷^{a}	۸۵/٦^{b}	۲٤/٦^{e}	۷۰/۰^{a}	۰/۰۰٤۹^{e}	۰/۰۱٦^{d}	۱/۸^{ef}	۱۲/۸^{d}	۱/۳^{f}	۷/۱^{a}	٤/۱^{f}	۲۳/٤^{b}
هراز	۹۱/٦^{a}	۸٤/٦^{b}	۲٤/۰^{e}	۷۹/٦^{a}	۰/۰۰۵۲^{e}	۰/۰۱٦^{d}	۳/۱^{e}	۱۰/۲^{d}	۱/۱^{f}	۷/۱^{a}	٤/۵^{f}	۳۰/۹^{a}
شفق	۹۲/٦^{a}	۸۹/۰^{ab}	۲۵/۱^{e}	٦۵/۷^{b}	۰/۰۰۵۰^{e}	۰/۰۱۹^{d}	۱/٤^{f}	۱۱/۱^{d}	۰/۸۱^{g}	۷/۳^{a}	٤/۳^{f}	۲۸/۸^{a}
نحمت	۹٤/۵^{a}	۸۲/۵^{b}	۲۷/۸^{ef}	۷۵/۹^{a}	۰/۰۰۵۲^{e}	۰/۰۱۵^{d}	۲/۳^{e}	۱۰/۰^{d}	۱/۱^{f}	٦/۸^{a}	٤/۸^{f}	۲۹/۵^{a}
طارم	۹۳/۱^{a}	٦۳/۸^{e}	۲۳/۲^{e}	٤۱/۲^{e}	۰/۰۰٤٦^{e}	۰/۰۳۹^{bc}	۲/۲^{e}	۲۱/۸^{bc}	۰/۹۲^{gf}	۵/۲^{b}	۵/۱^{f}	۱۳/۲^{c}
خزر	۹۲/۸^{a}	٦۱/۳^{f}	۲٤/۱^{e}	۳٤/۰^{ef}	۰/۰۰٤۹^{e}	۰/۰۷٤^{a}	۲/۸^{e}	۳٤/۸^{a}	۰/۹۷^{gf}	۲/۰^{e}	٦/۸^{e}	۱۰/۲^{d}
کادوس	۹۳/۷^{a}	۵۷/۱^{f}	۲۳/۸^{e}	۳۱/۸^{f}	۰/۰۰۵٤^{e}	۰/۰۷۹^{a}	۱/۵^{f}	۳٦/۵^{a}	۱/۳^{f}	۱/۹^{e}	۵/۲^{f}	۷/٦^{e}
ندا	۹۲/۵^{a}	۷۵/۰^{c}	۲٤/۹^{e}	٦۷/۲^{ab}	۰/۰۰۵۲^{e}	۰/۰۲۸^{c}	۳/۵^{e}	۱۸/۸^{c}	۰/۹۷^{gf}	٤/۵^{c}	۵/۹^{f}	۱۹/۲^{b}

در هرستون و هر صفت، اعداد دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح آماری پنج دذصد بر اساس آزمون دانکن ندارند

مالون دی آلدهید ناشی از تخریب غشاهای سلولی یکی از معیارهای بررسی واکنش گیاهان به تنش های محیطی از جمله شوری است. بر اساس جدول ٤، تحت تأثیر تنش شوری غلظت مالون دی آلدهید و درصد اسید چرب آزاد بافت برگ در کلیه ارقام برنج افزایش یافت. بیشترین غلظت مالون دی آلدهید و درصد اسیدهای چرب آزاد در ارقام Shimdomgjim byeo، IR59418-7B-21-3، IR29، خزر، کادوس، Chucheomg byeo، Baekjimju byeo، در همین حال ارقام شفق، هراز، نعمت، Kochihibic و IR67075-2B-5-2 کمترین غلظت مالون دی آلدهید و اسید چرب آزاد بافت برگ را داشتند. تخریب غشاهای سلولی و افزایش درصد اسیدهای چرب آزاد یکی از اثرات منفی تنش های محیطی نظیر شوری بر رشد گیاهان است (Ashraf and Ali, 2008). بررسی واکنش ارقام برنج به تنش شوری نشان داد تخریب غشاهای سلولی در رقم حساس به شوری بسیار بیشتر از رقم متحمل به شوری بود (Bhattacharjee and Mukherjee, 2002) که با پژوهش حاضر همخوانی دارد. تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر تنش شوری در گندم (فرهودی، ۱۳۹۲) و ارزن (Sreenivasulu *et al*., 2000) نیز گزارش شده است.

فعالیت دو آنزیم آنتی اکسیدان کاتالاز و گوایکول پراکسیداز به میزان معنی داری تحت تأثیر شوری، رقم و برهمکنش این دو فاکتور قرار گرفت (جدول ۲). فعالیت آنزیم های گوایکول پراکسیداز و کاتالاز تحت تأثیر تنش شوری در تمام گیاهان مورد بررسی افزایش یافت که بیانگر تحریک فعالیت آنتی اکسیدان ها برای دفاع از محیط سلول در مقابل اثرات تنش شوری است (جدول٤). بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز نشان داد ارقام IR67075-2B-5-2، شفق، Kochihibic، هراز و نعمت دارای بیشترین و ارقام کادوس و خزر کمترین فعالیت این آنزیم را داشتند. بررسی فعالیت گوایکول پراکسیداز نیز نشان داد بیشترین فعالیت این آنزیم در ارقام شفق، نعمت و هراز دیده شد در حالیکه کمترین فعالیت این آنزیم در رقم کادوس (۷/٦ میلی گرم جذب در دقیقه) و رقم IR74095-AC79 (۷/۱ میلی گرم جذب در دقیقه) دیده شد. پژوهش‌ها نشان داده است تنش های محیطی مانند شوری با تولید رادیکال های آزاد اکسیژن سبب تخریب غشاهای سلولی و سایر زیرساخت های سلولی مانند ماده وراثتی و آنزیم ها می شوند. گیاهان با فعال سازی آنزیم های آنتی اکسیدان نظیر گوایکول پراکسیداز، گلاتیتیون ردکتاز و کاتالاز اثرات تخریبی رادیکال های آزاد اکسیژن را کاهش می دهند (Munns, 2002). در پژوهش حاضر نیز فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان در ارقام IR67075-2B-5-2 ، Kochihibic، هراز، شفق و نعمت بیش از سایر گیاهان مورد مطالعه بود که کاهش غلظت مالون دی آلدهید و تخریب غشاهای سلولی در این ارقام را در پی داشت (جدول ٤). تأثیر مثبت فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در تحمل تنش شوری در بسیاری از گیاهان زراعی نظیر برنج (حبیب الهی و همکاران، ۱۳۹۱) و کلزا (Ashraf and Ali, 2008) گزارش شده است.

غلظت و توزیع یون های سدیم، پتاسیم و کلر: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد غلظت یون های سدیم، پتاسیم و کلر و نسبت پتاسیم به سدیم در برگ‌های سوم و پنجم ارقام برنج به مبزان معنی داری تحت تأثیر تنش شوری، ارقام و برهمکنش شوری و ارقام قرار گرفت (جدول ۲).

تنش شوری سبب افزایش غلظت یون سدیم در برگ های پنجم و سوم کلیه ارقام برنج شد. بیشترین غلظت یون سدیم برگ سوم در رقم خزر (٤۹/٦ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ) مشاهده شد که تفاوت معنی داری با غلظت یون سدیم برگ سوم ارقام Shimdomgjim byeo، کادوس، Baekjimju byeo و IR29 نداشت (جدول٦) در حالی که غلظت یون سدیم در برگ سوم ارقام شفق، نعمت، هراز،Kochihibic و IR67075-2B-5-2 در کمترین مقدار خود در مقایسه با ارقام دیگر بود. بررسی غلظت یون کلر نیز نشان داد تجمع یون کلر در برگ سوم ارقام برنج مشابه تجمع یون سدیم بود.

بررسی غلظت پتاسیم نشان داد تنش شوری در تمامی ارقام مورد بررسی سبب کاهش غلظت پتاسیم برگ سوم شد و کمترین غلظت پتاسیم برگ سوم در رقم کادوس (۲۰/۹ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ) مشاهده شد که تفاوت معنی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

داری با غلظت پتاسیم برگ سوم ارقام Shimdomgjim byeo و خزر نداشت. غلظت پتاسیم برگ ارقامIR67075-2B-5-2 ، نعمت، هراز، شفق و Kochihibic در مقایسه با شرایط شاهد کمترین تغییرات غلظت پتاسیم برگ را داشتند که معیار مثبتی در زمینه تحمل تنش شوری است. پژوهش هانشان داده در شرایط تنش شوری غلظت یون سدیم و کلر افزایش و غلظت یون پتاسیم کاهش می‌یابد و گیاهان متحمل به تنش شوری معمولا سدیم و کلر کمتر و پتاسیم بیشتری در مقایسه با گیاهان حساس جذب می‌کنند (پوستینی،۱۳۸۱؛ فرهودی، ۱۳۹۰). نعمتی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر تنش شوری بر غلظت یون‌های سدیم و کلر برگ ارقام برنج مشاهده نمودند تنش شوری سبب افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلر در برگ این ارقام شد اما میزان این افزایش در برگ رقم حساس به تنش شوری بیش از رقم متحمل به تنش شوری بود. بررسی نسبت پتاسیم به سدیم برگ سوم برنج نشان داد ارقام شفق، هراز، نعمت، IR67075-2B-5-2 وKochihibic دارای بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم و رقم خزر کمترین مقدار این نسبت را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). تجمع یون پتاسیم در برگ های گیاهان زراعی از جمله برنج تحت تأثیر تنش شوری موجب افزایش تحمل شوری شد زیرا یون پتاسیم قادر است اثرات منفی یون سدیم بر فتوسنتز، رشد رویشی و سلامت غشاهای سلولی را کاهش دهد (نعمتی و همکاران، ۱۳۸۸؛ پوستینی، ۱۳۸۱؛Ashraf and McNeilly, 2004; Munns, 2002). بسیاری از پژوهشگران بررسی نسبت پتاسیم به سدیم برگ را به عنوان یک صفت مناسب برای تعیین میزان تحمل گیاهان زراعی به تنش شوری گزارش نمودند زیرا افزایش نسبت پتاسیم به سدیم بیانگر کاهش جذب سدیم در شرایط تنش شوری یا جلوگیری از انتقال یون سدیم از ریشه به برگ ها می باشد (فرهودی، ۱۳۹۲؛ Carden *et al.*, 2003 ؛ Asch *et al.*, 2000؛ Cavalanti *et al.*, 2007) که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.

نتایج جدول۵ نشان داد در شرایط تنش شوری میزان تجمع یون سدیم در برگ پنجم ارقام هراز، Kochihibic، IR67075-2B-5-2، شفق و نعمت در مقایسه با سایر ارقام برنج کمتر بود. در این شرایط قسمت بیشتری از یون سدیم در برگ سوم این ارقام ذخیره شد، در حالی که در سایر ارقام مورد مطالعه میزان زیادی از یون سدیم، علاوه بر تجمع در برگ سوم به برگ پنجم نیز منتقل شد. الگوی توزیع یون کلر نیز از این الگو پیروی کرد. با توجه به کاهش غلظت یون پتاسیم تحت تأثیر تنش شوری، کمترین میزان این یون در برگ پنجم ارقام کادوس و خزر به ترتیب به مقدار ۹/۱ و ۱۰/٦ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ مشاهده شد در حالی که غلظت پتاسیم برگ پنجم ارقام IR67075-2B-5-2 ، ارقام نعمت، هراز، شفق و Kochihibic در مقایسه با شرایط شاهد تغییر کمی داشت (جدول ۵).

نگهداری یون‌های مضر نظیر سدیم و کلر در ریشه‌ها و برگ‌های پایینی یکی از ساز و کارهای مطرح گیاهان زراعی متحمل به شوری در شرایط تنش می‌باشد. نعمتی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر تنش شوری بر توزیع یون‌ها در برگ ششم و سوم ارقام برنج مشاهده نمودند تنش شوری سبب افزایش یون‌های کلر و سدیم در برگ‌های برنج شد اما رقم متحمل به شوری برنج مانع از انتقال این یون‌ها به برگ جوان شد و با محبوس نمودن این یون‌های مضر در برگ سوم مانع از آسیب برگ‌های جوان تحت تأثیر یون‌های سدیم و کلر شد که با آزمایش حاضر همخوانی دارد. پژوهشگران مشاهده نمودند تجمع یون‌ها در برگ‌های مسن که کارایی فتوسنتزی کمتری دارند یا ریشه‌ها و بخش‌های پایینی ساقه در گیاهان زراعی سبب می‌شود که برگ‌های جوان از اثرات مضر یون های سمی کلر و پتاسم در امان بمانند (Munns,2002). بررسی نسبت پتاسیم به سدیم برگ پنجم برنج‌های مورد مطالعه حاکی از کاهش این نسبت تحت تأثیر تنش شوری در مقایسه با شرایط شاهد است و کمترین میزان این نسبت در ارقام کادوس و خزر به مقدار ۰/۳۵ و ۰/۳٤ مشاهده شد. بیشتر بودن نسبت پتاسیم به سدیم برگ در انتخاب ارقام متحمل به شوری در بسیاری از گیاهان زراعی نظیر برنج (نعمتی و دیگران، ۱۳۸۸)، کلزا (فرهودی، ۱۳۹۱)، گندم (Shirazi *et al.*, 2005) و لوبیا چشم بلبلی (Cavalanti *et al.*, 2007) گزارش شده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

جدول ۵- تاثیر تنش شوری بر غلظت و توزیع یون‌ها در برگ‌های سوم و پنجم ارقام برنج

	غلظت سدیم برگ سوم		غلظت پتاسیم برگ سوم		غلظت کلر برگ سوم		نسبت پتاسیم به سدیم برگ سوم		غلظت سدیم برگ پنجم		غلظت پتاسیم برگ پنجم		غلظت کلر برگ پنجم		نسبت پتاسیم به سدیم برگ پنجم	
	(میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ)								(میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ)							
رقم	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش
Pokkali	۱۱/۲^{d}	۳۳/٤^{b}	٦۱/۲^{a}	۳٦/۲^{c}	۷/۸^{d}	۲۵/۲^{ab}	۵/۵٤^{a}	۱/۰۹^{c}	٤/۹^{e}	۲۰/۱^{b}	۳۸/۷^{a}	۱۸/۹^{c}	۳/۱^{d}	۱٤/۸^{ab}	۷/۵۲^{a}	۰/۹۲^{d}
IR67075-2B-5-2	۱۲/۲^{d}	۲٤/۳^{c}	٦۲/۵^{a}	٤۷/۲^{b}	٦/۸^{d}	۱۵/۸^{c}	۵/۱٦^{a}	۱/۹٤^{b}	۵/۱^{ef}	۱۰/٦^{cd}	۳۷/۱^{a}	۲٦/۹^{b}	۲/۹^{d}	۷/۵^{c}	۷/٤۱^{a}	۲/۵۳^{c}
IR59418-7B-21-3	۱۱/۸^{d}	۳۷/۵^{b}	۵۸/۲^{a}	۳۵/۱^{c}	٦/۵^{d}	۲۲/۱^{b}	۵/۲۱^{a}	۰/۹٤^{d}	۵/٦^{e}	۲۳/۳^{ab}	۳۵/٦^{a}	۳۵/۱^{c}	۲/۷^{d}	۱۵/۵^{b}	٦/۲۲^{a}	۱/۵۲^{cd}
IR29	۱۳/۸^{d}	٤۳/۸^{a}	۵۹/۰^{a}	۲٤/۲^{d}	۷/۳^{d}	۳۲/۰^{a}	٤/٦۱^{a}	۰/۵۵^{e}	۵/٤^{e}	۲۷/۲^{a}	۳۷/۲^{a}	۱۵/٦^{d}	۲/۷^{d}	۲۲/۹^{a}	۷/۱۲^{a}	۰/۵۵^{e}
IR74095-AC79	۱۰/۳^{d}	٤٤/۲^{a}	٦٦/۱^{a}	۲۳/۱^{d}	٤/۹^{e}	۲۹/٤^{a}	٦/٦^{a}	۰/۵۲^{e}	٦/۱^{e}	۲۵/۳^{a}	۳٦/۲^{a}	۱۵/۳^{d}	۳/۲^{d}	۲۳/۷^{a}	۵/۹۱^{a}	۰/۵۹^{e}
Shimdomgjim byeo	۹/۹^{d}	٤۸/٦^{a}	٦۱/۲^{a}	۲۰/۵^{e}	٦/۷^{d}	۳۳/۵^{a}	٦/۱٦^{a}	۰/٤۱^{ef}	۵/۳^{e}	۲۵/٦^{a}	۳۹/۵^{a}	۱٤/٦^{d}	۲/۸^{d}	۱۹/۸^{a}	۷/۸۱^{a}	۰/۵۷^{e}
Chucheomg byeo	۹/۸^{d}	٤۲/۲^{a}	۵٦/۵^{a}	۲۵/۷^{d}	۵/۰^{e}	۲۷/۹^{a}	۵/۷۱^{a}	۰/۵۹^{e}	۵/۳^{e}	۲۹/۱^{a}	۳۵/۹^{a}	۱٤/۳^{d}	۲/۵^{d}	۲۰/۸^{a}	٦/۸۲^{a}	۰/٤۸^{e}
Baekjimju byeo	۱۱/۰^{d}	٤٦/۸^{a}	۵۷/۳^{a}	۲۲/۱^{d}	٦/۱^{ed}	۲۹/٤^{a}	۵/۱۸^{a}	۰/٤۸^{e}	۵/۱^{e}	۲۷/۲^{a}	۳۷/٦^{a}	۱٦/۵^{d}	۲/٦^{d}	۲۲/۷^{a}	۷/٤۱^{a}	۰/۵۹^{e}
Kochihibic	۱۲/٦^{d}	۲۳/۵^{c}	٦۱/۲^{a}	٤۵/۰^{b}	٦/۹^{d}	۲۲/۱^{b}	۵/۰۸^{a}	۱/۸۰^{b}	۵/۱^{e}	۱۰/٤^{cd}	۳۵/۹^{a}	۲٦/۵^{b}	۲/۹^{d}	۸/۱^{c}	۷/۰۳^{a}	۲/٤۹^{c}
هراز	۱٤/۲^{d}	۲۲/٤^{c}	٦۱/۰^{a}	٤۷/۱^{b}	۷/۱^{d}	۱٤/۰^{c}	٤/۲^{b}	۲/۱۳^{b}	٤/۹^{e}	۸/۹^{d}	۳۷/٦^{a}	٤۷/۱^{b}	۱/۳^{e}	۹/۵^{c}	۷/٦۷^{a}	۵/۲۱^{b}
شفق	۱۲/۲^{d}	۲۱/۳^{c}	۵۵/۸^{a}	٤۵/٦^{b}	۷/۰^{d}	۱٦/۱^{c}	٤/۵۳^{a}	۲/۱٤^{b}	٦/۱^{e}	۱۳/۵^{c}	۳٦/۵^{a}	۲۷/٦^{b}	۲/۵^{d}	۸/۵^{c}	۵/۹٦^{a}	۲/۰٦^{c}
نعمت	۹/۷^{d}	۲۲/۰^{c}	٦۲/۱^{a}	٤۵/۳^{b}	٤/۸^{e}	۱۰/۲^{cd}	٦/٤۱^{a}	۲/۰۵^{b}	۵/۲^{e}	۱۳/۹^{c}	۳۷/۱^{a}	۲۵/۹^{b}	۲/٦^{d}	۸/۱^{c}	۷/۱۱^{a}	۱/۹۲^{c}
طارم	۱۰/۱^{d}	۳۱/۵^{b}	٦۳/۵^{a}	۳۷/۸^{c}	٦/۲^{ed}	۲٤/۷^{ab}	۵/۷۳^{a}	۱/۱۸^{c}	۵/۳^{e}	۲۰/۷^{b}	۳۵/٦^{a}	۱۹/۸^{c}	۲/٤^{d}	۲٤/۷^{a}	٦/٦۲^{a}	۰/۹۵^{d}
خزر	۱۱/٦^{d}	٤۹/٦^{a}	۵۵/۹^{a}	۱۷/۲^{e}	۷/۲^{d}	۳۱/٦^{a}	۵/۲^{a}	۰/۳٤^{f}	۵/٤^{e}	۲۹/٦^{a}	۳٦/۸^{a}	۱۰/٦^{e}	۲/۲^{d}	۲۳/۸^{a}	٦/۸۱^{a}	۰/۳٤^{f}
کادوس	۱۲/۳^{d}	٤۵/۸^{a}	٦۲/۰^{a}	۲۰/۹^{e}	٦/۹^{d}	۳۲/۸^{a}	۵/۰۵^{a}	۰/٤۷^{e}	٤/۸^{e}	۲۷/۹^{a}	۳۳/۵^{a}	۹/۱^{e}	۲/۷^{d}	۲٤/۵^{a}	٦/۸۵^{a}	۰/۳۵^{f}
ندا	۱۲/۸^{d}	۲۷/۲^{bc}	٦٤/۳^{a}	۳٤/۵^{c}	٦/۸^{d}	۲۰/۸^{b}	۵/٤۱^{a}	۱/۲٤^{bc}	۵/۵^{e}	۲۱/۲^{b}	۳۵/۹^{a}	۱۸/۵^{c}	۲/۹^{d}	۱٤/٦^{b}	٦/۸٤^{a}	۰/۸٦^{d}

در هرستون و هر صفت، اعداد دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح آماری پنج دهم بر اساس آزمون دانکن ندارند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

است. در پژوهش حاضر نیز که ارقام IR67075-2B-5-2، نعمت، هراز، شفق و Kochihibic از غلظت کمتر سدیم و کلر و غلظت بیشتر پتاسیم و همچنین نسبت بالاتر پتاسیم به سدیم در مقایسه با سایر گیاهان مورد مطالعه برخوردار بودند (جدول۵) وزن خشک گیاه در واحد سطح نیز بیشتر بود (جدول ۳).

نتیجه‌گیری:

نتایج این پژوهش نشان داد تنش شوری بر رطوبت نسبی برگ، سطح برگ، فتوسنتز و وزن خشک کلیه ارقام برنج مورد بررسی تأثیر منفی داشت اما ارقام IR67075-2B-5-2، Kochihibic، نعمت، هراز و شفق در مقایسه با سایر ارقام برنج، شرایط تنش شوری را بهتر تحمل کردند. ارقام IR67075-2B-5-2، نعمت، هراز، شفق و Kochihibic در شرایط تنش از رطوبت نسبی برگ و غلظت مالون دی آلدهید کمتر برخوردار بودند. بررسی مکانیزم‌های فیزیولوژیک این گیاهان تحت تأثیر تنش شوری نشان داد این گیاهان با جذب کمتر یون‌های مضر سدیم و کلر و ممانعت از تجمع این یون ها در برگ‌های جوان تر، افزایش نسبت پتاسیم به سدیم، حفظ کارایی فتوسنتزی و ممانعت از افزایش شدید تنفس شرایط تنش شوری را تحمل نمودند. در مقابل ارقام خزر و کادوس، IR29، IR74095-AC79، IR59418-7B-21-3، Shimdomgjim byeo، Baekjimju byeo و Chucheomg byeo تحت تأثیر تنش شوری کمترین وزن خشک اندام هوایی را داشتند که ناشی از تجمع یون های سدیم و کلر در برگ آنها، کاهش شدید فتوسنتز و شدت گرفتن تنفس و تخریب غشاهای سلولی برگ آنها بود. به نظر می رسد بررسی صفاتی نظیر پایداری غشاهای سلولی، غلظت و توزیع یون ها، رطوبت نسبی برگ و میزان فتوسنتز در انتخاب ارقام متحمل به شوری برنج مؤثر باشد.

سپاسگزاری:

این پژوهش با حمایت مالی مرکز تحقیقات برنج دانشگاه دانکوک در دوره فرصت مطالعاتی انجام شد که بدینوسیله از این مرکز تشکر می شود.

منابع:

اسدی، ر.، رضایی،م. و امیری، ا. (۱۳۸۸) تأثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام اصلاح شده برنج، پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی ۱::۳۷-۲٤.

ایزد دوست، ه.، سمیع زاده، ح. ا.، ربیعی، ب. و عبداللهی، ش. (۱۳۹۲) ارزیابی تحمل به شوری در ارقام و لاین‌های برنج با تأکید بر شاخص‌های تحمل شوری، تحقیقات غلات۳: ۱۸۰-۱٦۷.

پوستینی، ک. (۱۳۸۱) ارزیابی ۳۰ رقم گندم از نظر واکنش به تنش شوری، مجله علوم کشاورزی ایران ۳۳: ٦٤-۵۷.

حبیب الهی، ن.، مهدیه، م.وامیرجانی، م.ر. (۱۳۹۱) اثرتنش شوری بررشد، پرولین،فعالیت آنزیمهای آنتیاکسیدان وکارآیی فتوسیستم IIدرارقام حساس ومقاوم برنج، زیست شناسی گیاهی ۱۳: ۹٦-۸۵.

شریفی، پ. (۱۳۹۲) ارزیابی تنش شوری بر تعدادی از صفات در مرحله جوانه زنی برنج، مجله گیاه و زیست بوم ۳٤:: ۳۹-۳۱.

فرهودی، ر. (۱۳۹۰) بررسی تأثیر تنش شوری بر رشد رویشی، فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت و غلظت مالون دی الدهید برگ ارقام کلزا . پژوهش های زراعی ایران ۱۳۰:۹-۱۲۳.

فرهودی، ر. (۱۳۹۲) بررسی اثرتنش شوری بررشدوویژگیهای فیزیولوژیک نه رقمگندم درمرحله رشدرویشی، مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی ۵ :: ۸٦-۷۱.

قربانی، م. ح.، حسینی، ر. س. و زاهد، م. (۱۳۸٦) واکنش رشدرویشی ده رقم برنج به تنش شوری، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱٤: ۲۹-۱۷.

نعمتی، ا.، مرادی، ف.، اسماعیلی، م.ع. وقلیزاده، س. (۱۳۸۸) تسهیم یونها وکربوهیدراتهای محلول کل در برگهای مختلف ژنوتیپهای برنج درپاسخ به تنش شوری، مجله پژوهش های تولید گیاهی ۱٦: ۱۵۸-۱٤۳.

Agrawal, S., Sairam, R. K., Srivasta, G. C., Tyagi, A. and Meena, R.C. (2005) Role of ABA, salicylic acid, calcium and hydrogen peroxide on antioxidant enzymes induction in wheat seedling. Plant Science 169: 559-570.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]

Lorenzo, P., Palomera-Pe´rez, A., Reigosa, M. J. and Gonza´l, L. (2011) Allelopathic interference of invasive Acacia dealbata Link on the physiological parameters of native understory species. Plant Ecology 212:403-411.

Meloni, D.A, Oliva, M.A., Martinez, C.A. and Cambraia, J. (2003) Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. Brazilian Journal of Plant Physiology 15: 12-21.

Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment 25:239-250.

Munns, R. and James, R.A. (2003) Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil 253: 201-218.

Owen, C.P. (1992). Plant analysis reference producers for the southern region of the United States. The University of Georgia, PP: 33-45.

Qasim, M., Ashraf, M. M., Jamil, A. M., Rehman, Y., S., U. and Rha, E. S. (2003) Water relations and gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus* L.) lines under salt stress. Annual Application of Biology 142:307-316.

Shirazi, M.U., Ashraf, M.Y., Khan, M.A. and Nagvi, M.H.(2005) Potassium induced salinity tolerance in wheat. International Journal of Environment Science Technology 2:233-236.

Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobns, U. and Weschke, W. (2000) Diffrentl response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensetive seedling of foxtail millet. Physiology Plantarum 109: 435-442.

Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovi, L. and Gasparikora, O. (2006) Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relation in two maize cultivars. Plant Soil Environment 52:186-191.

Zhao, G.Q., Ma, B.L. and Ren, C. Z. (2007) Growth, Gas exchange, chlorophyll fluorescence and ion content of Nakota Oat in response to salinity. Crop Science 47: 123-131.

Asch, F., Ding Kuhn, M., Dorffling, K. and Miezan, K. (2000) Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. Euphytica 113:109-118.

Ashraf, M. And Ali, Q. (2008) Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany 63 :266–273.

Bandeoglu, E., Eyidogan, F., Yucel, M. and Oktem, H. A. (2004) Antioxidant response of shoots and roots of lentil to NaCl Salinity stress. Plant Growth Regulation 42:69-77.

Bhattacharjee, S. and Mukherjee, A. K. (2002) Salt stress induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in three rice cultivars during early germination. Seed Science and Technology 30:279-287.

Carden, D. E., Wakker, D. J., Flowers, T. J. and Miller, A. J. (2003) Single cell measurement of the concentration of cytosolic Na^+ and K^+ to salt tolerance. Plant Physiology131: 676-685.

Cavalanti, F.R., Lima, J.P.M.S., Silva, S.L.F., Viegas, R.A. and Silveira, J. A. G. (2007) Roots and leaves display contrasting Oxidative response during salt stress and recovery in cowpea. Journal of Plant Physiology 164:591-600.

Chance, B. and Maehly, A. C. (1955). Assay of catalase and peroxidases. Method of Enzymology 2:764-775.

Dubois, M. K. A., Gilles, J.K., Hamilton, P.A. and Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Snalytical Chemistry 28: 350-356.

FAO(2013). Available on URL:http://www.fao.org

Gunes, A., Inal, A., Alpuslan, M., Fraslan, F., Guneri, E. and Cicek, N. (2007) Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal of Plant Physiology 164: 728-736.

Kerepesi, I. and Galiba, G. (2000) Osmotic and salt stress- Induced Alteration in soluble carbohydrate content in wheat seeding. Crop Science 40:482-487.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.15.11.4]