بررسی تغییرات قوه‌ی نامیه، مقدار پرولین و کلروفیل ژنوتیپ‌های بومی برنج تحت تنش شوری

شاهین مردانی نژاد[1] و منصوره وزیرپور[2]

چکیده

در این تحقیق به‌منظور مقایسه تحمل تنش شوری ژنوتیپ‌های بومی برنج، تغییرات درصد جوانه زنی، مقدار پرولین و کلروفیل توده‌های بومی نوگران و سرخه، ارقام معرفی شده از این توده‌ها شامل زاینده‌رود و سازندگی و لاین‌های خالص شده از این توده‌ها شامل لاین‌های ۹۷-۶۷ و ۴۷-۶۷ در واکنش به غلظت‌های ۰ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی شد. طبق نتایج حاصل از این آزمایش، با افزایش غلظت کلرید سدیم در محیط، درصد جوانه‌زنی بذر، وزن خشک ریشه چه و کلئوپتیل و مقدار کلروفیل کلیه‌ی ژنوتیپ‌های بومی برنج کاهش یافت. مقایسه‌ی میانگین درصد جوانه‌زنی نشان داد که ژنوتیپ‌های ۴۷-۶۷، نوگران، سرخه و ۹۷-۶۷ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در این صفت برتری دارند. در مورد وزن خشک ریشه چه،کلئوپتیل و مقدار کلروفیل، ژنوتیپ ۴۷-۶۷ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بهتری داشت. نتایج بررسی مقدار پرولین نشان داد که مقدار این اسید آمینه در کلیه‌ی ژنوتیپ‌ها با افزایش مقدار کلرید سدیم محیط به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد و بیشترین مقدار پرولین برگ و ریشه در ژنوتیپ سرخه مشاهده شد. با توجه به شوری نسبی خاک منطقه‌ی مورد بررسی، کشت ژنوتیپ ۴۷-۶۷ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها توصیه می‌شود. هم‌چنین به‌دلیل آسیب‌پذیری شدید کلروپلاست‌های ژنوتیپ ۹۷-۶۷ در غلظت‌های بالای تیمار به‌کار رفته و حساسیت به بیماری در چنین شرایطی، این ژنوتیپ برای کشت توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: ژنوتیپ بومی برنج، تنش شوری، پرولین، کلروفیل، قوه‌ی نامیه

تاریخ دریافت مقاله: ۸۵/۵/۷ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۲۴

۱- عضو هیأت علمی و باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد مبارکه **shmardani@yahoo.com**

۲- کارشناس پژوهشی زیست‌شناسی عمومی

مقدمه و بررسی منابع

برنج پس از گندم مهم‌ترین غله دنیا است. عدم زهکشی مناسب و شوری، از جمله عواملی است که کشت برنج را محدود می‌کند، بنابراین لازم است ارقامی سازگار با شرایط رشد خاص تولید گردند (۵). برنج یک گیاه حساس به شوری است، با این حال ارقام مختلف این گیاه وقتی در معرض شوری قرار می‌گیرند، به‌طور متفاوت پاسخ می‌دهند. چندین عامل در مقاومت گیاه برنج به شوری شرکت دارند که در این میان محدودیت ورود یون سدیم مهم‌ترین عامل در تعیین مقاومت به شوری است. تحمل به شوری به توانایی یک گیاه در رشد و کامل کردن چرخه زندگی‌اش در حضور غلظت‌های بالایی از کلرید سدیم (غالباً کلرید سدیم) اطلاق می‌گردد (۱۳).

روی و همکاران (۱۹۹۳) دریافتند که کاربرد غلظت‌های کم پرولین ۲۰ تا ۳۰ میلی‌مولار، رشد گیاهچه‌های حساس برنج را تحریک کرده و اثر کلرید را کاهش می‌دهد اما غلظت‌های بالاتر از ٤۰ تا ۵۰ میلی‌مولار، بازدارندگی رشد گیاهچه‌ها را در مقایسه با تیمار نمک کلرید سدیم به‌تنهایی تشدید می‌کند (۱۹).

باقریه نجار (۱۳۷۳) در تحقیقی اعلام نمود که مصرف ۱۰ میلی‌مول در لیتر کلرید سدیم در محلول غذایی، رشد برگ آخر را در گیاهچه‌ی برنج رقم آرام افزایش داد و مصرف ۸۰ میلی‌مول کلرید سدیم رشد برگ آخر را کاهش داد (۱).

شهدی کوملـه (۱۳۷۳) در تحقیقی اعلام کرد که شوری خاک در سطح ۱۵، ۳۰، ٤۵ و ٦۰ میلی‌اکی والان در کیلوگرم خاک، باعث کاهش وزن خشک قسمت هوایی، سطح برگ و تبخیر در دو رقم مورد بررسی می‌گردد. در این تحقیق رقم IR_3 بیش از رقم قصرالدشتی به شوری حساس بود (۲).

نتایج بررسی فراست (۱۳۷۳) نشان داد که تیمار کلرید سدیم تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی، رشد کلئوپتیل و ریشه چه دارد، به‌طوری‌که تیمار گیاهان با ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم ۱٦ درصد باعث کاهش جوانه‌زنی نسبت به گروه شاهد گردید. رشد ریشه چه در مقایسه با رشد کلئوپتیل حساسیت بیشتری داشت، با این حال در کم‌ترین سطح شوری (۲۵ میلی‌مولار)، طول ریشه چه اندک افزایشی نسبت به گیاهان شاهد نشان داد. در این تحقیق رقم شاه‌پسند مقاوم‌تر از رقم عنبوری گزارش شد. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که تنش شوری بر برخی جنبه‌های رشد اثر منفی دارد (۵).

کاووسی (۱۳۷٤) طی بررسی اثر شوری بر برخی از اجزای تولید ارقام سپید رود، حسن سرایی و خزر به این نتیجه رسید که با افزایش شوری، اجزای تولید افت می‌نمایند. وی برای کشت در محیط با شوری پایین، رقم حسن سرایی و در محیط با شوری بالا، رقم سپیدرود را توصیه نمود (٦).

خاتون و همکاران (۱۹۹۵) در بررسی اثر شوری بر فیزیولوژی تولید مثل پنج ژنوتیپ برنج به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت تیمارها، وزن خشک کلیه‌ی ژنوتیپ‌ها کاهش می‌یابد، هم‌چنین اعلام نمودند که برگ‌های پیر بیش از برگ‌های جوان توانایی نگهداری یون سدیم را دارند (۱٦).

خاتون و فلاورز (۱۹۹۵) اثرات شوری بر تولید مثل برنج را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق، در تیمار۱۰ میلی‌مولار ۳۸ درصد، در تیمار ۲۵ میلی مولار ۷۲ درصد و در تیمار ۵۰ میلی‌مولار، تولید دانه

ثبت نشد. هم‌چنین معیارهای رشد تحت تأثیر این تنش قرار گرفتند (۱۵).

لین و کائو (۱۹۹۵) در تحقیقی اعلام نمودند که رشد کلئوپتیل برنج در محیط حاوی کلرید سدیم توسط تیمار پرولین به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد، در صورتی‌که کاربرد پرولین در غلظت بالا بازدارندگی رشد ریشه‌های برنج را تحت تنش شوری افزایش می‌دهد. به‌نظر می‌رسد اثر مقادیر مختلف اسید آمینه‌ی پرولین بر رشد نشاها به‌علت نقش‌های متفاوت آن در تنظیم رشد ریشه چه و کلئوپتیل است (۱۷).

مونز و همکاران (۱۹۹۵) اعلام نمودند که افزایش سریع آبسزیک اسید در ریشه‌هایی که در معرض شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بودند، در ارقام مقاوم ٦ تا ۲۰ برابر نسبت به ارقام حساس مشاهده شد. در این تحقیق اعلام شد که اسید آبسزیک پاسخ ملکولی است که باعث مقاومت این ارقام شده است (۱۸).

خان و همکاران (۱۹۹۷) با بررسی اثر کلرید سدیم بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های نشای ژنوتیپ‌های معطر دانه ریز، محلی دانه زبر و پرمحصول جدید اعلام نمودند که اثر تیمارهای ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم باعث کاهش شاخص جوانه‌زنی و وزن تر و خشک نشا می‌گردد، با این حال ژنوتیپ‌های معطر حساس‌تر از سایر ژنوتیپ‌ها بودند (۱٤).

نتایج بررسی تینچارت و همکاران (۱۹۹۸) نشان داد که نمک کلرید سدیم موجب تحریک ژن‌های سنتزکننده‌ی پرولین می‌شود. سنتز پرولین از گلوتامات از طریق پیرولین ۵ کربوکسیلیت، نیازمند عمل دو آنزیم است که در نتیجه‌ی تحریک کلرید سدیم، ژن‌های سنتزکننده‌ی این دو آنزیم تحریک می‌شوند. بدین طریق با افزایش غلظت کلرید سدیم، بر مقدار پرولین اندام رویشی افزوده می‌شود (۲۱).

نتایج بررسی صالح (۱۳۷۸) نشان داد که با افزایش سطوح کلرید سدیم ۰، ۱۲/۵، ۳۷/۵ و ۵۰ میلی‌اکی والان در کیلوگرم، کاهش وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ و مقدار کلروفیل در گیاه برنج کاملاً مشهود است (۳).

با توجه به اهمیت برنج در کشور و بالا بودن سطح کشت آن به‌خصوص در منطقه لنجان اصفهان، بارندگی کم و بالا بودن هدایت الکتریکی خاک‌های برنج‌کاری در این منطقه که بر اساس مطالعات مرکز تحقیقات کشاورزی بین ۵/ ۰تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری و ثبت شده است و حساسیت این گیاه نسبت به تنش شوری، بررسی آزمایشگاهی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف در حال ترویج این گیاه در منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است، از این رو در این تحقیق واکنش ژنوتیپ‌های مختلف برنج این منطقه اعم از توده‌های بومی، ارقام معرفی شده از این توده‌ها و لاین‌های خالص شده از این توده‌ها به مقادیر مختلف تنش شوری مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این پژوهش در تابستان ۱۳۸۲ در شرایط گلخانه‌ای و هیدروپونیک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به اجرا در آمد. در این آزمایش توده‌های بومی برنج نوگران و سرخه، همراه ارقام معرفی شده از این توده‌ها شامل سازندگی و زاینده رود و لاین‌های خالص شده از این توده‌ها شامل ٤۷–٦۷ و ۹۷–٦۷ مورد بررسی قرار گرفتند.

قوه نامیه‌ی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تیمارهای ۰، ۲/۵، ۵ ، ۷/۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم

در ظروف پتری پس از ۵ روز مورد بررسی قرار گرفت.

وزن خشک ریشه چه و کلئوپتیل سه روز پس از جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد. به‌منظور پیگیری مراحل بعدی آزمایش، گیاهچه‌ها به محیط کشت هیدروپونیک با محلول غذایی یوشیدا (۲۲) و بسته به نوع تیمار حاوی ۰ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم انتقال داده شدند. پس از گذشت دو هفته در محیط هیدروپونیک، وزن تر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد، سپس نمونه‌های هر تیمار به آون انتقال داده شدند و پس از ۷۲ ساعت، وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

به‌منظور بررسی مقدار پرولین برگ و ریشه‌ی (نشای) ژنوتیپ‌های مختلف، ۵۰ میلی‌گرم وزن خشک اندام رویشی هر ژنوتیپ در تیمار مربوطه به‌طور جداگانه به کمک روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری و ثبت شد (۹).

به‌منظور بررسی مقدار کلروفیل، ۵۰ میلی‌گرم برگ از هر ژنوتیپ مورد بررسی در تیمار مربوطه به‌طور جداگانه به کمک روش برانیسما (۱۹۶۱) اندازه‌گیری و ثبت شد (۱۱). در این روش پس از استخراج کلروفیل، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند و سپس به کمک اسپکتروفوتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر، مقدار کلروفیل بر حسب میلی گرم در هر گرم بافت محاسبه شد.

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد به کمک نرم افزار Spss صورت گرفت و نمودارها با استفاده از همین نرم افزار رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس صفات اندازه گیری شده (جدول۱) نشان می‌دهد که با افزایش تیمار کلرید سدیم کاهش معنی‌داری در قوه نامیه‌ی ژنوتیپ‌های مختلف اتفاق افتاده است. این کاهش در ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به گروه شاهد در حدود ۵ تا ۱۶ درصد بود و مقایسه میانگین این صفت در بین ژنوتیپ‌ها (جدول۲) نشان داد که ژنوتیپ‌های ۴۷-۶۷، نوگران، سرخه و ۹۷-۶۷ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بهتری داشتند (نمودار۱). به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های ۴۷-۶۷، نوگران، سرخه و ۹۷-۶۷ از نظر جوانه‌زنی در سازگاری با تنش شوری به‌خصوص در مقادیر بالای کلریدسدیم نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری نشان دادند.

نتایج این آزمایش با نتایج فراست (۱۳۷۳) مطابقت داشت، در آن آزمایش کاهش ۱۶ درصدی جوانه‌زنی نسبت به گروه شاهد در تیمار ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم گزارش شد که در این آزمایش بسته به نوع ژنوتیپ در حدود ۵ تا ۱۶ درصد کاهش در جوانه‌زنی بذرها مشاهده شد (۵). نتایج آزمایش خان و فلاورز (۱۹۹۵) نیز نشان داد که افزایش تیمار کلرید سدیم شاخص جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (۱۵).

کاهش درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های مختلف را می‌توان چنین توجیه نمود که اثرات سمی یون‌ها و صدمه بر رویش دانه از جوانه‌زنی دانه ممانعت می‌کند (۲۰) و تنش اسمزی محیط باعث کاهش جذب آب توسط دانه می‌شود. با گذشت زمان با تجمع یون سدیم در واکوئل و تراکم مواد سازگارکننده، جذب آب برای دانه آسان می‌گردد.

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس صفت وزن خشک ریشه چه و کلئوپتیل نشان داد که با افزایش

میـزان شـوری، کـاهش معنـی‌داری در وزن خـشک ریشه‌چه و کلئوپتیل هر ژنوتیپ رخ می‌دهد (جدول۱). در مقایسه‌ی میانگین وزن خشک ریشه‌چه و کلئوپتیل بین ژنوتیپ‌ها (جدول‌های ۲ و۳) مـشخص شـد کـه بیشترین وزن خشک به ژنوتیـپ ٤٧-٦٧ و کـم‌تـرین مقـدار آن بـه ژنوتیـپ ۹۷-٦٧ مربـوط مـی‌باشـد (نمودارهای ۱ و ۲).

نتـایج تحقیقـات شـهدی (۱۳۷۳) بـا نتـایج ایـن آزمایش مطابقت داشت. او در تحقیق خود به کـاهش وزن خشک قسمت هـوایی ناشـی از افـزایش تیمـار کلرید سدیم اشاره نموده است (۲). هم‌چنین کاووسی (۱۳۷۸) در تحقیقـی نـشان داد کـه اجـزای تولیـد بـا افزایش شوری به‌طور معنی‌دار کاهش مـی‌یابنـد (٦). نتیجه بررسی این صفت با تحقیـق خـاتون و فـلاورز (۱۹۹۵) نیز مطابقت دارد (۱۵).

با افزایش تیمار کلریدسدیم کاهش وزن خشک در اندام‌های هوایی به‌طور مـنظم مـشهود بـود و ایـن را می‌توان بدین‌گونه توجیه کرد که تراکم یـون سـدیم در اندام‌های هوایی بیشتر از ریشه می‌باشد.

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس مقـدار کلروفیـل نـشان داد کـه بـا افـزایش تیمـار شـوری، کـاهش معنی‌داری در مقدار کلروفیـل هـر ژنوتیـپ مـشاهده مـی‌شـود (جـدول۱). در مقایـسه‌ی میـانگین مقـدار کلروفیل بین ژنوتیپ‌ها (جدول۳) مـشخص شـد کـه بیشترین مقدار کلروفیل به ژنوتیپ ٤٧-٦٧ و کم‌ترین مقدار آن به ژنوتیپ ۹۷-٦٧ و سرخه مربوط می‌باشـد (نمودار٤).

نتایج حاصل از تجزیـه‌ی واریـانس مقـدار پـرولین ریشه و برگ ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که بـرای صفت مورد بررسی با افزایش تیمـار، مقـدار پـرولین تمامی ژنوتیپ‌ها افزایش معنی‌دار نشان می‌دهد. ایـن افزایش در برگ بیـشتر و مـنظم‌تـر از ریـشه بـود. در مقایـسه‌ی میـانگین پـرولین بـرگ و ریـشه در بـین ژنوتیـپ‌هـا (جـدول٤) بیـشترین مقـدار پـرولین بـه ژنوتیپ سرخه مربوط می‌باشد (نمودار ۵ و ٦).

افزایش مقدار پرولین ناشی از افزایش مقدار کلریـد سدیم را می‌توان چنین توجیه کرد که آنزیم‌های مسیر گلوتامات تحت تنش کلرید سدیم فعال شده و سـنتز پرولین افزایش می‌یابد (۱۰)، زیرا کلریدسدیم موجب تحریک ژن‌های سنتزکننده‌ی ایـن آنـزیم‌هـا مـی‌شـود (۲۲). تغییرات مقـدار پـرولین در انـدام‌هـای هـوایی افزایش بیشتر و مـنظم‌تـری نـسبت بـه ریـشه نـشان می‌دهد. این مسأله را می‌توان چنین توجیـه کـرد کـه در ریـشه فقـط قـسمت انتهـایی در سـنتز پـرولین همکـاری دارد کـه ایـن قـسمت در مقایـسه بـا وزن خشک کل ریشه بسیار ناچیز اسـت، در حـالی‌کـه در اندام‌های هوایی، قسمت‌های سبز توانایی سنتز پرولین را دارند (۸).

صالح (۱۳۷۸) به کاهش مقدار کلروفیل برگ گیـاه برنج با افزایش تیمار کلریـد سـدیم اشـاره کـرد (۳). نتایج تحقیقـات اشـرف و نقـوی (۱۹۹۲) نیـز نـشان می‌دهد که تنش شوری موجب تخریب کلروپلاسـت و تغییر تعداد و اندازه‌ی کلروپلاست‌ها می‌شـود (۷). کاهش مقدار کلروفیل را می‌توان چنین توجیه کرد که کلروپلاسـت محـل اصـلی سـنتز پـرولین اسـت، از آن‌جا کـه اسـید گلوتامیـک مـاده‌ی لازم بـرای سـنتز کلروفیل و پرولین است، لذا این امکان وجود دارد که کلریدسدیم، اسید گلوتامیک را در جهت سنتز بیـشتر پرولین در اندام‌های هوایی پیش ببرد (۲۱) که این هم ناشـی از تحریـک ژن‌هـای سـنتزکننده‌ی آنـزیم‌هـای سـنتزکننده‌ی پـرولین مـی‌باشـد و از ایـن رو سـنتز کلروفیل کاهش می‌یابد. این توجیه با نتایج حاصل از

ایـن آزمـایش مطابقـت دارد، بـه‌طـوری‌کـه مطـابق نمودارهای (۵ و ٦)، مقدار کلروفیل ژنوتیپ سرخه با بیشترین مقدار پرولین اندازه‌گیری شده نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، با افزایش تیمار کلرید سدیم بیش از سـایر ژنوتیپ‌ها کاهش می‌یابـد. ژنوتیـپ ۹۷-٦۷، خـالص شده‌ی توده بومی سرخه می‌باشـد و مقـدار کلروفیـل این ژنوتیپ ماننـد سـرخه کـاهش قابـل تـوجهی در مقادیر بالای تیمار به‌کار رفته داشـت. آسـیب‌پـذیری شدید کلروپلاست در این ژنوتیـپ، بـه‌خـصوص در غلظت‌های بالای کلرید سدیم محیط، علاوه بر کاهش مقدار پرولین و رنگ‌پریدگی برگ‌ها، این ژنوتیـپ را بـرای ابـتلا بـه بیمـاری‌هـای قـارچی بـسیار مـستعد می‌نماید.

با توجه به شوری نسبی خاک‌های منطقـه‌ی مـورد بررسی، کشت ژنوتیپ ٤۷-٦۷ قابل توصیه بـوده و از طرفی بـه‌دلیـل تخریـب بـسیار زیـاد کلروپلاسـت و حساسیت بالای ژنوتیپ ۹۷-٦۷، کشت این ژنوتیـپ در منطقه توصیه نمی‌شود.

جدول۱- تجزیه‌ی واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های مورد بررسی در پنج سطح تیمار کلرید سدیم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		قوه‌ی نامیه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک کلئوپتیل	پرولین ریشه	پرولین برگ	کلروفیل
تکرار	۲	۰/٤۱۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۱/۲۷E-۰۰۵ ns	٤/٤۹E-۰۰۵ ns	٤/۰۸E-۰۰۵ ns
غلظت (Nacl)	٤	٤۸/۸۸۵ **	۰/۰۲۹**	۰/۵٦۹ **	۰/۰۲۵**	۰/۰۵۷ **	۰/۰۱۰**
ژنوتیپ	۵	۷۲/۲۰٤ **	۰/۰۱۷ **	۰/۰۲۰ **	۰/۰۰٦**	۰/۰۰۷ **	۰/۰۳۵ **
خطای آزمایشی	۷۸	۹/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
کل							

** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی‌دار

جدول۲- مقایسه‌ی میانگین قوه‌ی نامیه و وزن خشک ریشه چه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم

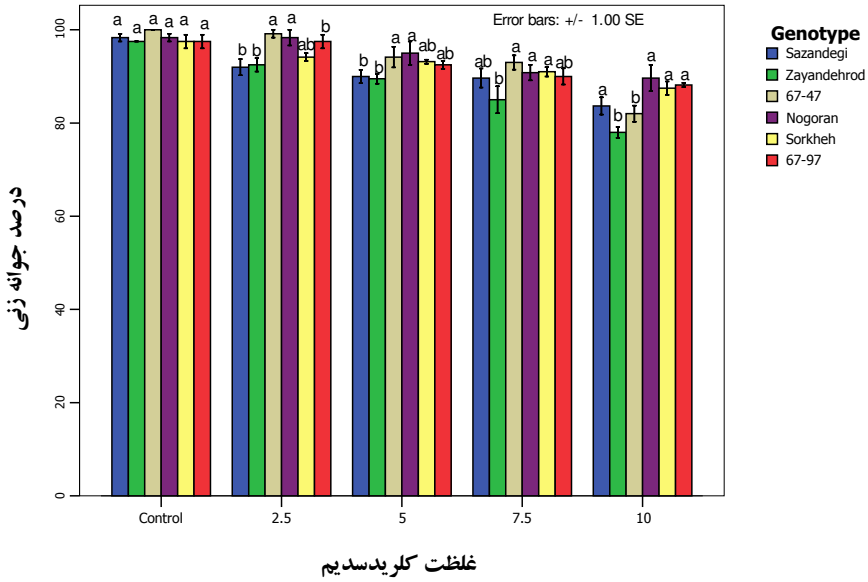
ژنوتیپ	قوه‌ی نامیه						وزن خشک ریشه‌چه						
	۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	میانگین	۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	میانگین
سازندگی	۹۸/۳ a	۹۲/۰۰b	۹۰/۰۰b	۸۹/٦٦ab	۸۳/٦٦a	۹۰/۷۳b	۰/۱۸ b	۰/۱۵ab	۰/۱٤b	۰/۱۲b	۰/۰۷c	۰/۱۳ b
زاینده رود	۹۷/۵a	۹۲/۵b	۸۹/۵b	۸۵/۰۰b	۷۸/۰۰b	۸۸/۵ c	۰/۲ ab	۰/۱٦a	۰/۱c	۰/۰۸c	۰/۰٦c	۰/۱۲bc
٦۷-٤۷	۱۰۰a	۹۹/۱٦a	۹٤/۱٦a	۹۳/۰۰a	۸۲/۰۰b	۹۳/٦٦a	۰/۲۱ a	۰/۱۹a	۰/۱۷a	۰/۱۵a	۰/۱۲a	۰/۱۷ a
نوگران	۹۸/۳a	۹۸/۳۳a	۹۵/۵a	۹۰/۸۳a	۸۹/٦٦a	۹٤/٤۳a	۰/۱۸bc	۰/۱۲b	۰/۱c	۰/۰۹c	۰/۰٦c	۰/۱۱ c
سرخه	۹۷/۵a	۹٤/۱٦ab	۹۳/۳ab	۹۱/۰۰a	۸۷/۵a	۹۲/٦٦a	۰/۱٦ c	۰/۱٤ab	۰/۰۹c	۰/۰۹c	۰/۰۹b	۰/۱۱ c
۹۷-٦۷	۹۸/۱۲a	۹۷/۵ab	۹۲/۵ab	۹۰/۰۰ab	۸۸/۱٦a	۹۳/۱۳a	۰/۱۳d	۰/۰۸d	۰/۰۷d	۰/۰۳d	۰/۰۳d	۰/۰۷۰d

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین وزن خشک کلئوپتیل و مقدار کلروفیل ژنوتیپ‌های مورد بررسی در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم

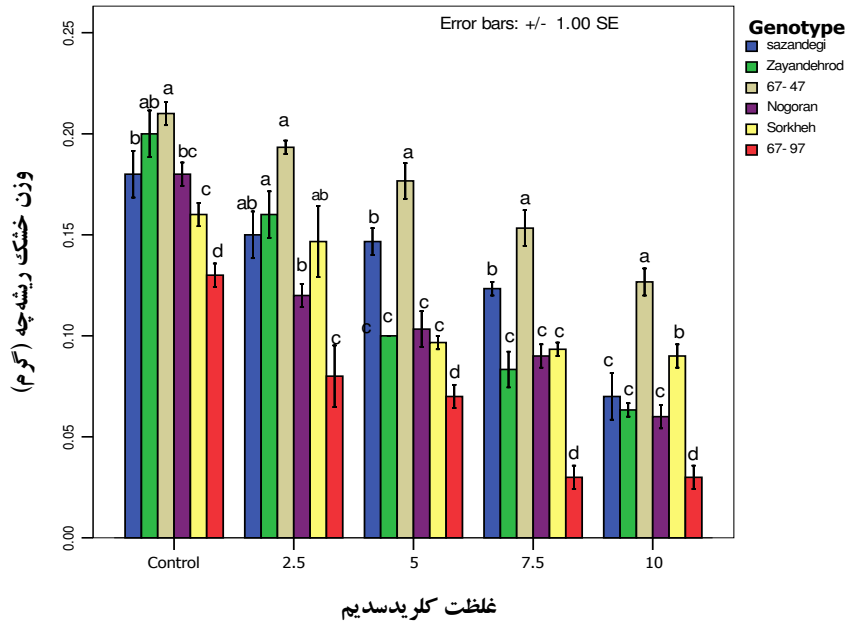
ژنوتیپ	وزن خشک کلئوپتیل						مقدار کلروفیل برگ					
	۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	میانگین	۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	میانگین
سازندگی	۰/۷۲a	۰/۵۵bc	۰/۴۲a	۰/۳٦ab	۰/۲a	۰/٤٤b	۰/۲۰۸a	۰/۱۷۷b	۰/۱٦b	۰/۱۳٤c	۰/۱۱b	۰/۱۵۸c
زاینده رود	۰/۵۵c	۰/۵c	۰/٤۱ab	۰/۳۳ab	۰/۲۱b	۰/٤۰ c	۰/۱۹۳b	۰/۲۱٤a	۰/۱۸٤a	۰/۱۵۲b	۰/۱٤٤a	۰/۱۷۷b
٦۷-٤۷	۰/۷٤a	۰/٦٤a	۰/٤۵a	۰/۳۸a	۰/۳۰b	۰/۵۰ a	۰/۲۰۵a	۰/۲۱٦a	۰/۱۸۵a	۰/۱۷۲a	۰/۱۵۸a	۰/۱۸۷a
نوگران	۰/٦۵b	۰/٤۸d	۰/۳٤b	۰/۳۲ab	۰/۲٤a	۰/٤۰ a	۰/۱۲۵c	۰/۱۰۷c	۰/۱۰۱c	۰/۰۹۸d	۰/۰۸۵c	۰/۱۰۳d
سرخه	۰/۷ab	۰/٤۹cd	۰/۳۷b	۰/۳٤ab	۰/۲۵a	۰/٤۳ a	۰/۱۲۰c	۰/۱۰۰c	۰/۰۷۵d	۰/۰٦۷e	۰/۰٦۲d	۰/۸٤ e
٦۷-۹۷	۰/۷٦a	۰/۵٦b	۰/۳۸b	۰/۲٦b	۰/۱۷a	۰/٤۲ a	۰/۱۰۵d	۰/۰۹۸c	۰/۰٦۵d	۰/۰٦۵e	۰/۰٦۱d	۰/۰۷۸e

جدول٤- مقایسه‌ی میانگین مقدار پرولین برگ و ریشه‌ی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم

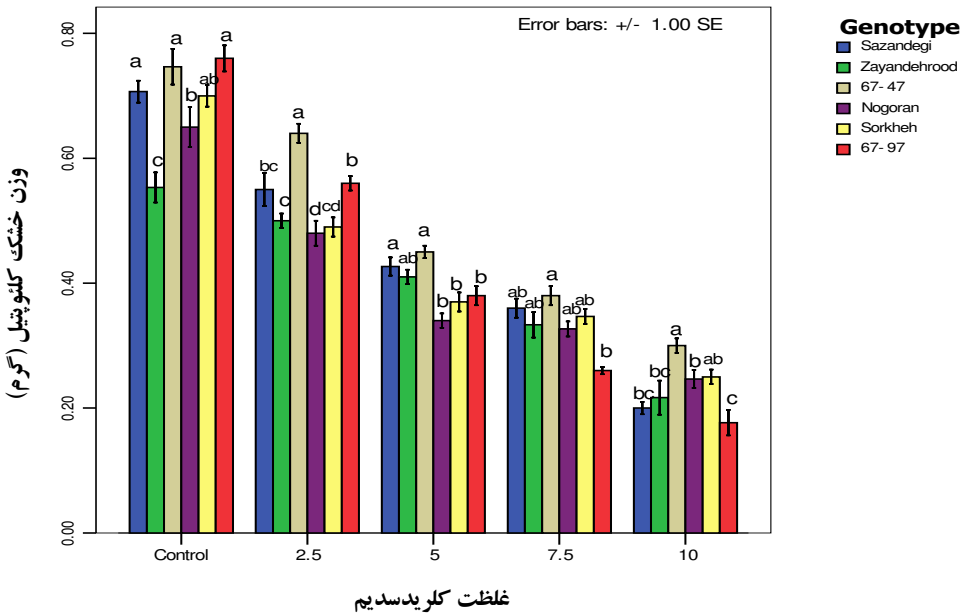
ژنوتیپ	میانگین پرولین برگ						میانگین پرولین ریشه					
	۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	میانگین	۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	میانگین
سازندگی	۰/۱۷٦c	۰/۱۸۹bc	۰/۲۰۰b	۰/۲۱۸c	۰/۳۱۷c	۰/۲۲ b	۰/۰۵۱b	۰/۰۵۸d	۰/۰٦۳c	۰/۱۳٦b	۰/۱۲۰c	۰/۰۸۵c
زاینده رود	۰/۱۷۷c	۰/۱۸۰bc	۰/۲۱۳b	۰/۲٤۵b	۰/۳۰٦c	۰/۲۲٤b	۰/۰٤۲a	۰/۰۸۱b	۰/۰۹٤b	۰/۱۲٦c	۰/۱۲۰c	۰/۰۹۲c
٦۷-٤۷	۰/۱٤٤d	۰/۲۰٤b	۰/۲۳۰a	۰/۲٤۱b	۰/۳۰۲c	۰/۲۲٤b	۰/۰۸۵c	۰/۰۸۸b	۰/۰۹۹b	۰/۲۰۰a	۰/۱۱۵c	۰/۱۱۷b
نوگران	۰/۱۱٦e	۰/۱۷٤c	۰/۱۸۵c	۰/۲۱۵c	۰/۳٦۷b	۰/۲۱۱b	۰/۰٦۵c	۰/۰٦۸c	۰/۰۸۵b	۰/۱۳۷b	۰/۰۹d	۰/۰۸۹c
سرخه	۰/۲۱۰a	۰/۲۲۱a	۰/۲٤۰a	۰/۲۷۷a	۰/۳۸۷a	۰/۲٦۷a	۰/۰۸۸a	۰/۱۱ a	۰/۱٤۵a	۰/۱۹۰a	۰/۱۵۲a	۰/۱۳٦a
٦۷-۹۷	۰/۱۹۰b	۰/۲۰۰b	۰/۲۰۸b	۰/۲۱٤c	۰/۲۱۸d	۰/۲۰٦b	۰/۰۷۹a	۰/۰۸۵b	۰/۱۰۸b	۰/۱۹٤a	۰/۱۳۲b	۰/۱۱۸b



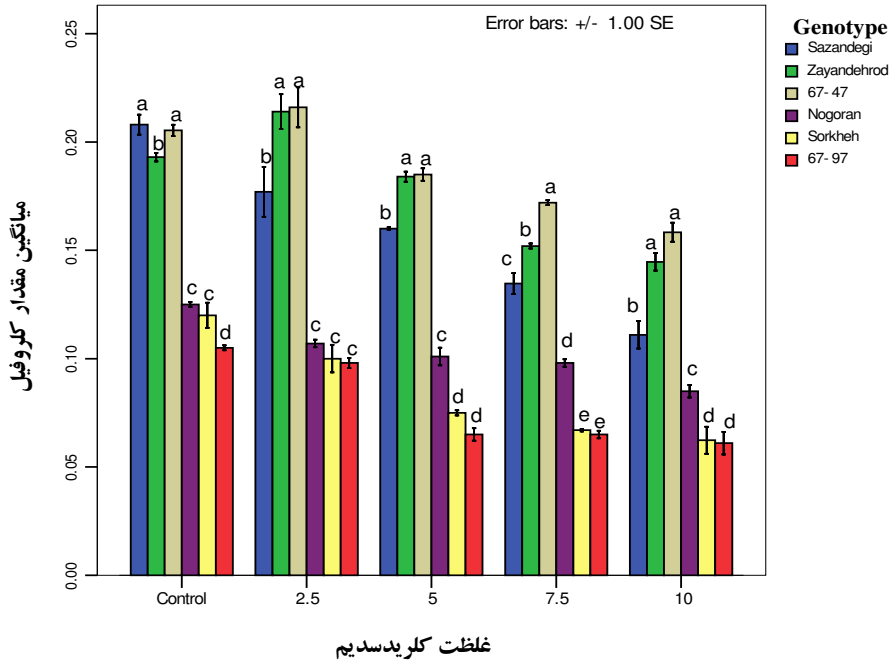
نمودار۱- درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های بومی برنج در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم



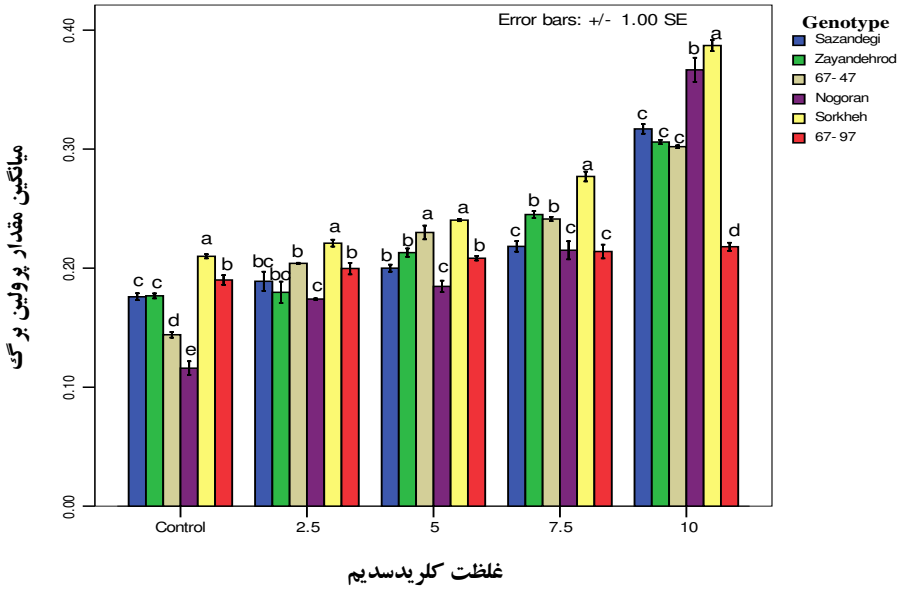
نمودار۲- تغییرات وزن خشک ریشه‌چه‌ی ژنوتیپ‌های بومی برنج در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم



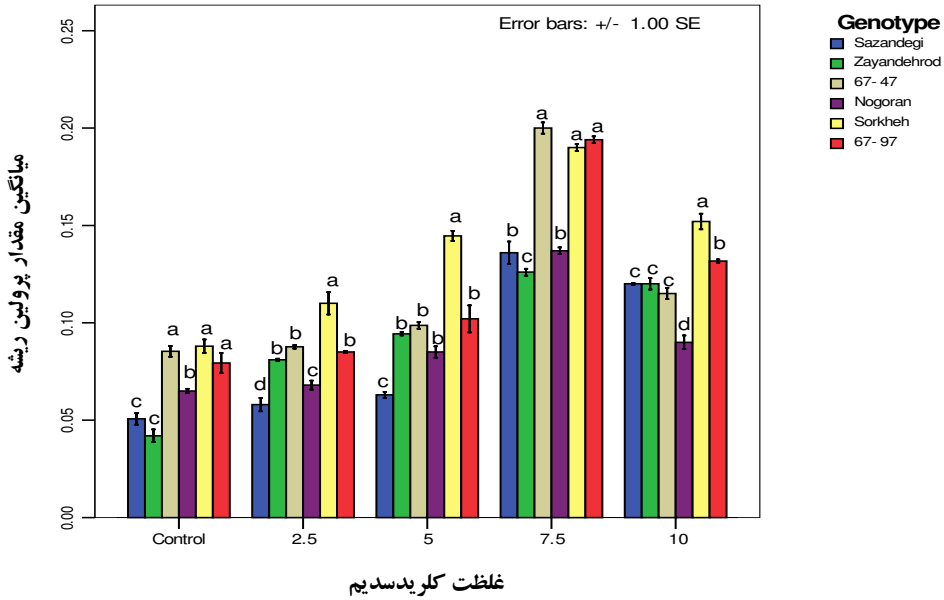
نمودار۳- تغییرات وزن خشک کلئوپتیل ژنوتیپ‌های بومی برنج در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم



نمودار٤- تغییرات مقدار کلروفیل ژنوتیپ‌های بومی برنج در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم



نمودار۵- تغییرات مقدار پرولین برگ ژنوتیپ‌های برنج در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم



نمودار٦- تغییرات مقدار پرولین ریشه‌ی ژنوتیپ‌های برنج در واکنش به مقادیر مختلف کلریدسدیم

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کلیه‌ی زحمات حوزه معاونت پژوهشی سازمان مرکزی و داوران محترم دانشگاه آزاد اسلامی که فرصت انجام این تحقیق را برای اینجانب میسر نمودند قدردانی می‌شود. از همکاری مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان به‌خصوص مسئول محترم تحقیقات برنج این مرکز، ریاست و معاونت محترم پژوهش واحد مبارکه و پیام نور گلپایگان قدردانی می‌شود.

منابع

۱- باقریه نجار، م. ب. ۱۳۷۳. بررسی اثر متقابل عامل شوری و ماده‌ی کلروکلین کلراید بر میزان رشد و جذب فسفر در گیاه برنج. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت مدرس.

۲ - شهدی کومله، ع. ۱۳۷۳. بررسی تأثیر منبع و سطوح شوری و میزان ازت بر رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم برنج .*Oryza Sativa* L. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

۳- صالح، ج. ۱۳۷۸. تأثیر سطوح شوری و منبع روی بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج و باقلا. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

٤- عابدی، ح. ۱۳۷۷. برنج. نشریه تحقیقی ترویجی، کتاب سوم، انتشارات سازمان کشاورزی استان اصفهان.

۵- فراست، م. ۱۳۷۳. بررسی تأثیر تنش شوری و دما بر جوانه‌زنی و مراحل اولیه‌ی رویش ارقام برنج. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه تربیت معلم تهران.

٦-کاوسی، م. ۱۳۷٤. تعیین مدل مناسب پیش‌بینی عملکرد برنج در شوری‌های مختلف سپیدرود، حسن سرایی و خزر. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

7- Ashraf, M. M., and I. Naqvi. 1992. Effect of varying Na+/Ca2+ ratios in salin sand culture on some physiological parameters of four *Brassica* species. Acta Physiological Plantarum 14:197-205.

8- Bar-Num, N., and A. Polijakooff-Mayber. 1997. Salinity stress and the content of proline in roots of *Pisum sativum* and *Tamarix teragyna*. Ann. Bot. 41:173-179.

9- Bates, L. S., R. P. Waldren, and I. D. Tear. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

10- Brayan, J. K. 1990. The biochemistry of plants. Advances in the biochemistry of amino acid biosynthesis. Academic Press, New York, 161-196.

11- Brunisma, J. 1961. A Comment on the spectrophotometric determination of chlorophyll. Biochem Biophys Acta 52:576-578.

12- Frederik, L. D., J. P. Billard, J. L. Saos, and C. Hualt. 1993. Effect of NaCl and gabaculine on chlorophyll and proline levels during growth of radish cotyledons. Plant Physiol. Biochem. 31(3): 303-310.

13- Greenway H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. Annual Review of Plant Physiology, 31, 149-190.

14- Khan M. S. A., A. Hamid, and M. A. Karim. 1997. Effect of sodium chloride on germination and seedling characters of different types of rice (*Oryza sativa* L.). J. Agron. Crop Sci. 179: 163-169.

15- Khatun S., and T. J. Flowers. 1995. Effects of salinity on seed set in rice. Plant Cell Environ. 18: 61-67.

16- Khatun, S., C. A. Rizzo, and T. J. Flowers.1995. Genotypic variation in the effect of salinity on fertility in rice. Plant Soil 173: 239-250.
17- Lin, C. C., and C. H. KAO. 1995. NaCl stress in rice seedlings Effects of L-proline, L-glycinebetaine, and D-asparagine on seedling growth.Biological Plantarum 37(2): 305-308.
18- Moons, A., G. Bauw, E. Prinsen, M. M.Van Montagu, and D.V.D. Straeten. 1995. Molecular and physiological responses to abscisic acid and salts in roots of salt-sensitive and salt-tolerant Indica rice varieties. Plant Physiol. 107: 177-186.
19- Roy, D., N. Basu, A. Bhunia, and S. K. Banerjee. 1993. Counteraction of exogenous L-proline with NaCl in salt sensitive cultivar rice. Biol Plant. 35: 69-72.
20- Saleki, R., P. G. Young, and D. D. Lefelovre. 1993. Mutants of *Arabidopsis thaliana* capable of germination under saline conditions.Plant Physiol.101:839-845.
21- Trinchart, J. C., Y. S. Yang, and J. Riguad. 1998. Proline accumulation inside symbiosomes of *Faba* bean nodules under salt stress. Physiological Plantarum 104-38-49.
22- Yoshida, S. F., D. A. Cock, and J. H. Gomez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice, ed. 3. International Rice Research Institute. The Philippines.