نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفتم، شماره ۳(۲۷)، ۱۳۹۲، صفحه ۳۷۲-۳۵۷

(مقاله کوتاه)

بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و میزان جذب سدیم،کلر،کلسیم و پتاسیم بخش‌های مختلف گیاهچه ذرت شیرین هیبرید KSC 403 *(Zea Mays* L var. Saccharata*)* تحت تنش شوری و پرایمینگ

مجید نصراله‌الحسینی[1*]، آتنا رحمانی[1]، سعید خاوری خراسانی[2]

چکیده

به منظور مطالعه اثرات پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و میزان عناصر در مراحل اولیه رشد ذرت شیرین رقم KSC 403 آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۹ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۶ سطح پرایمینگ (بذرها بدون پرایمینگ، پرایمینگ با آب معمولی، پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ باکلرید سدیم، کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم آبدار) و پنج سطح تنش شوری (صفر، ۴، ۸، ۱۲و ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر نمک کلرید سدیم) بود. صفات مورد بررسی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تازه و وزن خشک گیاهچه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه و تعیین میزان سدیم، کلر، کلسیم و پتاسیم در بخش‌های مختلف گیاهچه (ساقه، ریشه و بذر) بود. نتایج آزمایش بیانگر آن است که با افزایش سطح تنش شوری تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده، کاهش یافتند. در این بین تیمار با پرایمینگ کلرید کلسیم آبدار نسبت به سایر تیمارها به تنش شوری پاسخ بهتری داد. نتایج نشان دادکه با افزایش میزان نمک کلرید سدیم، میزان جذب سدیم افزایش و میزان جذب کلسیم و پتاسیم کاهش می‌یابد.کاربرد کلرید کلسیم آبدار به دلیل تحریک سلولی و در اختیار قرار دادن کلسیم بیشتر در محیط رشد حاوی نمک، منجر به بهبود پارامترهای رشد گیاهچه می‌شود. تیمارکلرید کلسیم آبدار در تمام صفات به جز میزان سدیم و پتاسیم، بالاترین میزان را به خود اختصاص داد و بیان‌گر بهبود کارایی بذور تحت تاثیر تنش شوری در مجاورت کلسیم است و می‌تواند جهت بهبود در جوانه‌زنی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: پرایمینگ بذر، تنش، شاخص‌های جوانه‌زنی، کلرید سدیم.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، مشهد، ایران دریافت: ۹۱/۸/۲۴

۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی پذیرش: ۹۲/۱۰/۴

*(نگارنده‌ی مسئول) mnasrolahalhossini@mshdiau.ac.ir

مقدمه

با توجه به آستانه تحمل بذر ذرت نسبت به تنش شوری (EC_{Min}=۳/۷) (Hoffman *et al.*, 1983) و همچنین افزایش محسوس میزان هدایت الکتریکی آب آبیاری در مزارع ذرت، پارامترهای جوانه‌زنی به دلیل فشار اسمزی و خاصیت سمیت یون‌های تجمع یافته در محیط رشد، با کاهش روبه‌رو می‌شوند. از این رو جوانه‌زنی و استقرار خوب گیاهچه یکی از مهم‌ترین موانع فرا روی تولید محصولات کشاورزی از قبیل ذرت بوده (Farooq *et al.*, 2008) و تجمع بیش از حد عناصر در محیط رشد، باعث تاخیر وکاهش شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد، به‌طوری که استقرار گیاهچه را تهدید و به طور جدی کاهش می‌دهد (Atia *et al.*, 2006). در نهایت این محدودیت‌ها، باعث کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌گردد (Wahid *et al.*, 1997). بنابراین، شناسایی روش‌های مؤثر بر استقرار گیاهچه و درک دقیق میزان عناصر جذب شده در بخش‌های مهم گیاهچه، علاوه بر درک تاثیرات تنش بر گیاه، می‌تواند به شناسایی مکانیسم سلول در شرایط تنش وسعت دید بیشتری دهد، مدیریت مزرعه را بهبود و منجر به عملکرد بیشترگردد (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2008). پرایمینگ بذر قبل از کشت می‌تواند این مهم را برآورده سازد. پرایمینگ بذر عبارت است از خیساندن بذرها در هر نوع محلول و فعال کردن دو فاز اولیه جوانه‌زنی (جذب آب و هضم آنزیمی) قبل از کاشت. از مزایای پرایمینگ بذر در گونه‌های مختلف می‌توان به بهبود جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه، افزایش بنیه، یکنواختی در سبز شدن، رقابت بهتر با علف‌های هرز و حتی افزایش عملکرد از طریق استقرار بیشتر بوته‌ها و افزایش تراکم محصول در شرایط تنش و بدون تنش اشاره کرد (Ashraf and Humera 2001; Farooq *et al.*, 2008). آماده‌سازی موفقیت‌آمیز بذر روی عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی (گندم، چغندرقند، ذرت، سویا و آفتابگردان)، سبزیجات و بذرهای ریز علف‌های چمنی، گزارش گردیده است (Mansour *et al.*, 2005). پرایمینگ بذر منجر به تغییرات متابولیکی در ابتدای جوانه‌زنی، چرخه‌های موجود در سلول، انحلال آندوسپرم به وسیله فعالیت‌های هیدرولیز و به حرکت در آوردن پروتئین‌های ذخیره شده است (Harris *et al.*, 1999). همچنین، گزارش شده است که میزان سنتز دزاکسی ریبونوکلوئیک اسید و پروتئین در بذرهای تیمار شده با نمک نسبت به آب معمولی و آب مقطر افزایش و باعث تاثیر بر فسفولیپیدهای غشاء سلولی، فعال‌سازی آنزیم‌های هیدرولاز و آلفا آمیلاز در جنین می‌شود. بر همین اساس، پیش خیساندن بذور، اجازه آب‌شویی غشای سلول و پروتئین‌ها را داده و منجر به آغازیدن سیستم‌های متابولیکی گوناگون می‌گردد (Basra *et al.*, 2005; Bewley 1997). اثرات مثبت پرایمینگ بذر ارتباط زیادی به نوع عامل پیش تیمار کننده، مدت زمان آماده‌سازی و میزان عامل پیش تیمار کننده دارد. به گونه‌ای که گزارش گردید، اسمولیت‌های بذور تیمار شده با آب غیرمقطر و مرطوب‌سازی با ورمی‌کولیت، سرعت ظهور گیاهچه در بذور ذرت شیرین را افزایش می‌دهد (Khan, 1993). کاتیون کلسیم و پتاسیم درگیاهان تحت شرایط تنش شوری به شدت کاهش پیدا می‌کند (Lin and Kao, 1995). بر پایه نتایج مطالعه‌ای، افزایش میزان کاتیون کلسیم و پتاسیم جوانه‌زنی بذور گندم را در محلول نمکی کلرید سدیم افزایش می‌دهد (Iqbal and Ashraf, 2005). این در حالی است که تیمارهای نمک کلسیم و پتاسیم منجر به جوانه‌زنی

معنی‌داری نسبت به آب مقطر نمی‌گردند (Grant *et al.*, 1985). همچنین، کاهش سطح کاتیون پتاسیم در جنین گندم تحت تنش و شرایط تنش به وضوح دیده می‌شود (Omar-Mohamed, 1985). آزمون منصوری و همکاران (Mansour *et al.*, 2005) بر ذرت نتایج فوق را تایید می‌کند. با توجه به افزایش سطح زیر کشت ذرت شیرین رقم ایرانی KSC 403 و نیز کاهش سطح آبهای زیرزمینی و شورتر شدن آنها در خراسان رضوی، ضروری است تا با شناسایی و کاربرد روش‌های مناسب جهت مدیریت بهینه تولید از اثرات نامطلوب آن کاسته گردد. بنابراین، در این پژوهش اثرات چندین نوع پیش تیمار بذر بر شاخصه‌های جوانه‌زنی ذرت شیرین مورد مطالعه قرارگرفته است و سعی گردیده تا با بررسی میزان عناصر موجود در قسمت‌های مختلف گیاهچه، از روابط بین میزان عناصر و عکس‌العمل گیاه به آنها، تحت تنش شوری دانش بیشتری کسب شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات تنش شوری و پرایمینگ اعمال شده بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی هیبرید ایرانی KSC 403 (تولید ۱۳۸۹) و میزان عناصر در قسمت‌های مختلف گیاهچه این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد در سال ۱۳۸۹ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل۶ روش پرایمینگ (بذرها بدون پرایمینگ، پرایمینگ با آب معمولی (۰/۹ دسی‌زیمنس)، پرایمینگ با آب مقطر و پرایمینگ با کلرید سدیم، کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم آبدار) و سطوح تنش شوری در پنج سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۲و ۱۶دسی‌زیمنس بر متر) بود. نحوه اندازه‌گیری سطوح نمک با استفاده از رابطه ۱ و ۲ به‌دست آمد (Fipps, 2004)، که در آن TDS کل مواد محلول در آب و EC هدایت الکتریکی محلول می‌باشد.

رابطه۱:

$$\text{for EC} < 5\ \text{dS/m}\quad 640 * \text{TDS(mg/L)} \sim \text{EC(dS/m)}$$

رابطه۲:

$$\text{for EC} > 5\ \text{dS/m}\quad 800 * \text{TDS(mg/L)} \sim \text{EC(dS/m)}$$

هر واحد آزمایشی شامل یک عدد ظرف به قطر ۱۱ سانتی‌متر بود که جهت ضد عفونی ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در هیپوکلریت سدیم ۵ درصد قرار گرفت. سپس با آب مقطر دوبار تقطیر شسته شده و بعد از قرار دادن کاغذ واتمن در آن به مدت ۲۴ساعت در آون ۸۵ درجه سلسیوس قرار گرفت (Mojab *et al.*, 2010). جهت اعمال تیمارها با نمک، بذرها به مدت۱۲ ساعت در محلولی با میزان ۲۰۰ میلی‌اکی‌والان از هر یک از ۳ نمک فوق خیسانده و پس از این مدت با آب مقطر شستشو و پس از خشک شدن در هوای آزاد به مدت ۷۲ ساعت این عمل یک‌بار دیگر تکرارگردید. برای تیمار با آب معمولی و آب مقطر بذرها به مدت ۱۲ ساعت در مایع پرایمینگ خیسانده و پس از خشک شدن در هوای آزاد به مدت ۷۲ ساعت، این عمل مجدداً تکرار شد. سپس تعداد ۲۰ بذر از هر یک از پیش تیمارهای پرایمینگ و شاهد درون ظرف استریل و بر روی کاغذ صافی واتمن قرار داده شدند و ۵ سانتی‌مترمکعب محلول کلرید سدیم با میزان ذکر شده در بالا اضافه گردید (Mansour *et al.*, 2005). به منظور ثابت ماندن حجم محلول درون ظرف‌ها هر دو روز یک‌بار نسبت به کنترل آنها اقدام و با اضافه کردن محلول نمکی مربوطه سطح محلول در حدود ۵ سانتی‌مترمکعب ثابت نگهداشته می‌شد. به منظور شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده، حد استاندارد جوانه‌زنی را خروج ۲

میلی‌متر ریشه‌چه قرار داده و با استفاده از این مشخصه نسبت به ثبت بذور جوانه‌زده در جداول روزانه اقدام گردید (Mojab *et al*., 2010; Mansour *et al*., 2005). دمای محیط جوانه‌زنی ۲۵ درجه سلسیوس تنظیم گردید. این عمل به مدت ۱۰ روز و به صورت تجمعی انجام شد. در پایان روز دهم و اتمام آزمون متغیرهایی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تازه و وزن خشک گیاهچه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه اندازه‌گیری گردید. سرعت جوانه‌زنی بذرها با استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید، که در آن R_s سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، S_i تعداد بذور جوانه‌زده در شمارش iام و D_i تعداد روز تا شمارش iام می باشد.

رابطه۳:

$$R_S = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i}$$

برای اندازه‌گیری وزن خشک و ترگیاه چه،۱۰ عدد از گیاهچه‌های موجود به صورت تصادفی از ظرف‌ها خارج و با ترازوی دقیق یکدهم میلی‌گرم سنجش شد. سپس با قرار دادن آنها در آون ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت، گیاهچه‌ها خشک و توزین گردید (Mansour *et al*., 2005; Ashraf and Humera, 2001).

تعیین میزان سدیم، کلر، کلسیم و پتاسیم در بخش‌های مختلف گیاهچه

قسمت‌های خشک شده گیاهچه جدا، آسیاب و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده و مواد خشک شده (۰/۱گرم برای ساقه‌چه و بذرها و ۰/۰۵گرم برای ریشه‌چه) با اسید سولفوریک و هیدروژن پراکسیداز هضم شد. سپس میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر (نورسنج نشر شعله‌ای) تعیین گردید. برای تعیین کلر ۰/۱تا ۰/۰۵گرم از مواد خشک شده را در حرارت ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ دقیقه حرارت داده و با کلرید متر محتوی کلر تعیین گردید (Faithfull, 2002).

قبل از انجام تجزیه و تحلیل آماری، نرمال بودن داده‌ها آزمون گردید. جهت تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار آماری MSTATC و رسم شکل‌ها از XLSTAT 2012 استفاده گردید. مقایسه میانگین اثرات اصلی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد. بعد از تجزیه واریانس و مشخص شدن معنی‌داری اثرات متقابل، با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 نسبت به برش‌دهی اثرات متقابل اقدام گردید.

نتایج و بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تاثیر تنش شوری و پرایمینگ بذر بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی‌دار بود (P≤۱٪) (جدول۱). نتایج نشان می‌دهد که تمام صفات اندازه‌گیری شده تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفته و کاهش نشان می‌دهند. در حالی که در بین سطوح پرایمینگ، پرایمینگ بذر با کلرید کلسیم آبدار منجر به بهبود تمام مؤلفه‌های جوانه‌زنی شد. به جز صفت سرعت جوانه‌زنی که تحت تاثیر هیدروپرایمینگ قرار گرفت. در گزارشی روی ذرت واریته C-17 نشان داده شد که تیمار کلرید کلسیم آبدار نسبت به سایر تیمارها در درصد جوانه‌زنی (۷۱/۶) بالاترین میزان را کسب کرد اما تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (۶۸/۹) به‌دست نیاورد. در حالی که پرایمینگ با آب مقطر در

صفت سرعت جوانه‌زنی (۱۰/۱۳ جوانه در روز) نسبت به سایرین بهتر بود. دلیل برتری تیمار با آب مقطر نسبت به کلرید کلسیم آبدار در این است که مراحل پرایمینگ را به صورت منقطع طی نکرده است (Mansour *et al*., 2005). در نتیجه باعث افزایش تجمع آنزیم‌های فعال کننده جوانه‌زنی در این پیش تیمار نسبت به سایر پیش تیمارها می‌شود (Afzal *et al*., 2007). اشرف و حمرا (Ashraf and Humera, 2001) در آزمایشی بر ذرت نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی در تیمار آب مقطر (۹/۱۱ جوانه در روز) بیشتر از سرعت جوانه‌زنی در پرایمینگ کلرید کلسیم آبدار (۶/۷۸ جوانه در روز) می‌باشد. آنها دلیل این تفاوت را در ساختار ماده پرایمینگ شده می‌دانند و اضافه می‌نمایند که تنها برتری در این صفت ملاکی برای گزینش ارقام نمی‌باشد به این دلیل که در شرایط نامساعد محیطی مانند شوری مهم‌تر از جوانه‌زنی و سرعت آن طول ریشه‌چه و ساقه‌چه برای تحمل شرایط نامساعد و خروج از خاک است که این نتایج با یافته‌های این آزمون مطابقت دارد. اثرات متقابل پرایمینگ و شوری بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه ($P\leq$۱٪)، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه ($P\leq$۵٪) معنی‌دار بود و تنها وزن تر گیاهچه تحت تاثیر اثرات متقابل قرار نگرفت (جدول ۱). بدین ترتیب در بین اثرات متقابل بررسی شده تیمار کلرید کلسیم آبدار و بدون تنش شوری بالاترین مقادیر و پرایمینگ با کلرید سدیم در شوری ۱۶ دسی‌زیمنس کمترین مقادیر را به ترتیب در صفات درصد جوانه‌زنی (۹۳٪، ۲۵٪)، طول ریشه‌چه (۸۷/۲، ۲۲/۵ میلی‌متر)، ساقه‌چه (۷۰/۴، ۲۲/۱ میلی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۰/۶۵، ۰/۲۲ گرم) و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه (۰/۹۲، ۰/۲۱) به‌دست آورد، در حالی که بیشترین مقدار سرعت جوانه‌زنی در تیمار پرایمینگ با کلرید پتاسیم و بدون تنش شوری (۱۳/۱ جوانه در روز) و کمترین مقدار آن در تیمار پرایمینگ با کلرید سدیم و با تنش شوری ۱۶ دسی‌زیمنس (۴ جوانه در روز) به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج به‌دست آمده از آزمایشی مشابه نشان می‌دهد اثر متقابل تنش شوری و پرایمینگ بذر بر مؤلفه‌هایی، مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، طول گیاهچه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. تغییرات ناشی از این عوامل بر رشد گیاهچه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه تقریباً مشابه با هم و با افزایش سطح شوری کاهش پیدا می‌کنند (Ashraf and Humera, 2001). این در حالی است که برخی نتایج نشان می‌دهد که از میان ۲۲ رقم مورد آزمایش نسبت ریشه به ساقه در بیشتر ارقام افزایش یافت. در بعضی از ارقام این نسبت تحت تاثیر تنش قرار نگرفت و در تعدادی دیگر با افزایش میزان تنش این نسبت کاهش یافت (Al-Niemi *et al*., 1992). با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل، برش‌دهی اثرات متقابل بر روی سطوح شوری انجام گردید (جدول ۴). نتایج این جدول همانطور که انتظار می‌رفت نشان‌دهنده آن است که عامل پرایمینگ بذور می‌تواند باعث بهبود عکس‌العمل بذر به شرایط نامساعد محیط رشد گردد، به نحوی که روند موجود در پاسخ به اثرات متقابل شوری و پرایمینگ بذر نیز تایید کننده برتری تیمار کلرید کلسیم آبدار نسبت به سایرین می‌باشد (جدول ۳و۴). تیمار کردن بذرها با نمک نسبت به تیمار با آب و یا سایر محلول‌های غیراسمزی می‌تواند عملکرد بهتری در مواجهه با تنش شوری داشته باشد، حتی در برخی موارد

باعث افزایش محصول می‌گردد (Chaudhri and Wiebe, 1968 ; Ghassemi-Golezani *et al*., 2008). سایر محققین نیز به این نتیجه رسیدند که جوانه‌زنی بذور گندم متاثر از شوری (NaCl) و تیمار شده با آب مقطر نسبت به تیمار بذور گندم با تیمار کلرید کلسیم آبدار بسیار کمتر است (Wahid *et al*., 2007). دلیل عکس‌العمل بهتر پیش تیمار کلرید کلسیم آبدار و کلرید پتاسیم نسبت به سایر تیمارها را در وجود دو کاتیون کلسیم و پتاسیم در نمک‌های فوق باید دانست و این دو کاتیون می‌توانند اثر مضر نمک NaCl را کاهش دهند و منجر به افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی گردد (Ashraf and Humera, 2001).

میزان عناصر در گیاهچه

اثر تیمار تنش شوری و پرایمینگ بر میزان کلر، سدیم، کلسیم و پتاسیم در بخش‌های مختلف گیاهچه (ساقه‌چه، ریشه‌چه و بذر) بسیار معنی‌دار بود (P≤٪۱) (جدول ۱و۲). همچنین، نتایج بیان‌گر آن است که با افزایش میزان تنش شوری، غلظت عناصر یاد شده افزایش می‌یابد. در حالی که تمام مؤلفه‌های جوانه‌زنی رو به کاهش است (شکل ۱). این عامل می‌تواند یکی از دلایل مهم کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی نیز باشد. اثر پرایمینگ بر میزان عناصر مورد سنجش بیان‌گر آن است که ۳ نمک مورد استفاده جهت پرایمینگ بیشترین میزان عناصر مورد اندازه‌گیری را به خود اختصاص دادند. البته مقدار کمی از افزایش غلظت می‌تواند در نتیجه تحت تاثیر قرار گرفتن بذرها با نمک‌های مورد استفاده در آماده‌سازی بذر باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر اختلاف بسیار معنی‌دار (P≤٪۱) اثر متقابل تنش شوری و پرایمینگ بر میزان کلر، سدیم، کلسیم و پتاسیم در ساقه‌چه، ریشه‌چه و بذر بود و تنها اثر متقابل یاد شده بر روی میزان کلسیم در ساقه‌چه غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱و۲). بررسی نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهدکه بالاترین غلظت کلر و کلسیم از تیمار کلرید کلسیم آبدار و تنش شوری ۱۶ دسی‌زیمنس به ترتیب در ریشه‌چه (۷۳/۲، ۴/۵)، ساقه‌چه (۱۱۹، ۴) و بذر (۴۶، ۷) و کمترین میزان کلر و کلسیم در تیمار آب معمولی و بدون تنش به ترتیب در ریشه‌چه (۴/۶، ۰/۵۴)، ساقه‌چه (۱۷/۷، ۰/۳۶) و بذر (۴/۹، ۰/۳۶) بر حسب میلی‌گرم بر گرم ماده خشک به‌دست آمد. همچنین، بیشترین و کمترین میزان سدیم به ترتیب از تیمار کلرید سدیم و تنش شوری ۱۶دسی‌زیمنس و تیمار بدون پرایمینگ و بدون تنش شوری در ریشه‌چه (۸/۵، ۰/۷)، ساقه‌چه (۹/۸، ۲) و بذر (۶/۸، ۲) بر حسب میلی‌گرم بر گرم ماده خشک به‌دست آمد. در حالی که حداکثر غلظت اندازه‌گیری شده پتاسیم به از تیمار کلرید پتاسیم تحت تنش شوری ۱۶ دسی‌زیمنس و حداقل آن از تیمار کلرید سدیم بدون تنش، به‌ترتیب در ریشه‌چه (۳۰، ۸)، ساقه‌چه (۲۷، ۸/۱) هر چند اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بذر (۳۲، ۸) بر حسب میلی‌گرم بر گرم ماده خشک به‌دست آمد. بررسی اثرات متقابل شوری و پرایمینگ روی میزان دو عنصر کلسیم و پتاسیم نشان می‌دهد که بیشترین مقدار کلسیم و پتاسیم به ترتیب از تیمار کلرید کلسیم آبدار و کلرید پتاسیم در بالاترین مقدار سطح تنش یونی حاصل می‌شود (شکل ۲و۳). عدم معنی‌دار شدن اثرات متقابل میزان سدیم در ساقه و وزن تازه گیاهچه هم در اثرات متقابل و در برش‌دهی اثرات متقابل قابل مشاهده است. نتیجه برش‌دهی اثرات متقابل نشان‌دهنده آن است که کلرید کلسیم آبدار در مؤلفه‌های جوانه‌زنی و میزان کلسیم و کلر نسبت به سایر پرایمینگ‌ها بالاترین مقادیر را به

خود اختصاص داد. شایان ذکر است که میزان تجمع نمک‌های کلر و سدیم در ساقه‌چه بیشتر از دو قسمت دیگر (ریشه‌چه و بذر) می‌باشد و بیانگر آن است که کاهش رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه، احتمالاً تحت تاثیر میزان بالای نمک‌های فوق در ساقه‌چه است (جدول ۳و۴). به احتمال زیاد اولین دلیل برای کاهش رشد در شرایط تنش شوری، میزان کم کلسیم در محور ساقه‌چه، ریشه‌چه و بذرها جوانه‌زده می‌باشد (Zeinali *et al*., 2002). به علاوه، میزان پتاسیم به طور عمومی در ساقه‌چه، ریشه‌چه و بذور تیمار شده با کلریدسدیم نسبت به بذرهای تیمار شده دیگر با سایر نمک‌ها یا آب مقطر کم هست که می‌توان آن را با توجه به نقش سدیم، پتاسیم و تاثیر آن بر کلسیم (باز جذب گیاه و غیر قابل تحرک بودن (Lin and Kao, 1995; Mansour *et al*., 2005; Marsehner, 1995) در ارتباط مستقیم دانست. به نحوی که کلسیم در بخش‌های مختلف بذور جوانه‌زده، باز جذب مزوکوتیل می‌گردد. زیرا انتقال به ساقه‌چه و به مقدار کمتری، ریشه‌چه محدود شده است (Rehman *et al*., 1998; Taiz and Zeiger, 1998). این گونه می‌توان موضوع را تفسیر کرد که طی خیساندن بذور، مقدار زیاد سدیم بر روی انتقال پتاسیم بر قسمت‌های در حال رشد بذور جوانه‌زده تاثیر متقابل داشته است و در نهایت مانع رشد بیشتر ساقه‌چه می‌گردد (Zeinali *et al*., 2002) که با یافته‌های این آزمایش مطابقت دارد. با توجه به تضاد عناصر غذایی (Arif *et al*., 2008)، می‌توان بیان نمود که خسارت تنش شوری می‌تواند ناشی از آسیب وارده به غشای سلولی، سیتوپلاسمی و افزایش تراوایی غشا از طریق جایگزین شدن کاتیون کلسیم با سدیم می‌باشد که به دنبال تلفات پتاسیم، کاهش آب سلولی و در نهایت مرگ سلولی را باعث می‌گردد (Wahid *et al*., 1997). بنابراین، وجود کلسیم منجر به کاهش آسیب دیدگی غشا و افزایش نفوذ پذیری انتخابی شده (Ashraf *et al*., 2004)، بنابراین تحمل گیاه به تنش به توانایی آن برای تجمع و ذخیره Na و Cl در واکوئل و کارایی کلسیم در نفوذ پذیری انتخابی وابسته است (Wahid *et al*., 1997).

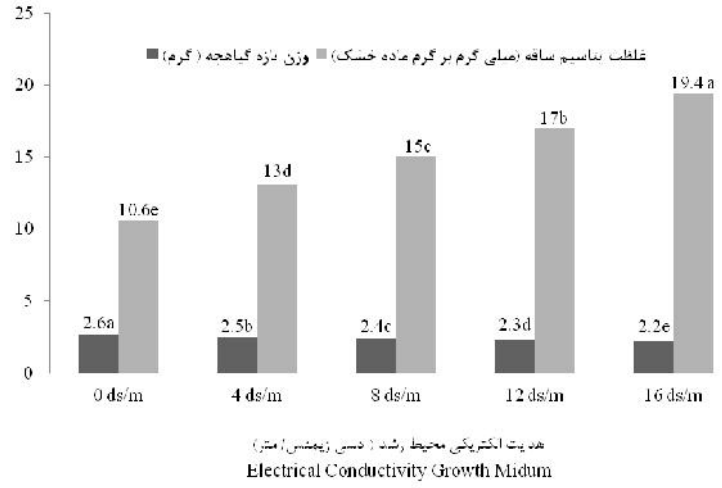
نتیجه‌گیری کلی

در میزان‌های بالای نمک، عدم تعادل بین سدیم و پتاسیم، می‌تواند عمل فتوسنتز را مختل می‌نماید که در نتیجه منجر به کاهش رشد در گیاهچه می‌گردد. از این رو پیش خیساندن بذرها سبب فعال شدن فرایندهای سوخت و ساز می‌شود و خشک شدن مجدد بذرها مواد تولید شده در این فرایندها را کاهش می‌دهد، اما باعث برگشتن به ابتدای فعالیت‌های متابولیک نمی‌گردد بلکه بذر را در وضعیت بهتری نسبت به ابتدا قرار می‌دهد که با رسیدن به شرایط مناسب مجدداً فرایند جوانه‌زنی را آغاز کند. نتایج حاصل از برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد تیمار کلرید کلسیم آبدار در تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده بر سطوح شوری نسبت به سایر پیش تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد که در واقع تایید نتایج به‌دست آمده از اثرات متقابل می‌باشد.

کاربرد کلرید کلسیم آبدار به دلیل تحریک سلولی و در اختیار قرار دادن کلسیم بیشتر در محیط رشد حاوی نمک، منجر به بهبود پارامترها رشد گیاهچه می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده پرایمینگ بذر با کلرید کلسیم آبدار می‌تواند راه حل مناسبی جهت تعدیل اثرات تنش شوری از خود بر جای گذارد.

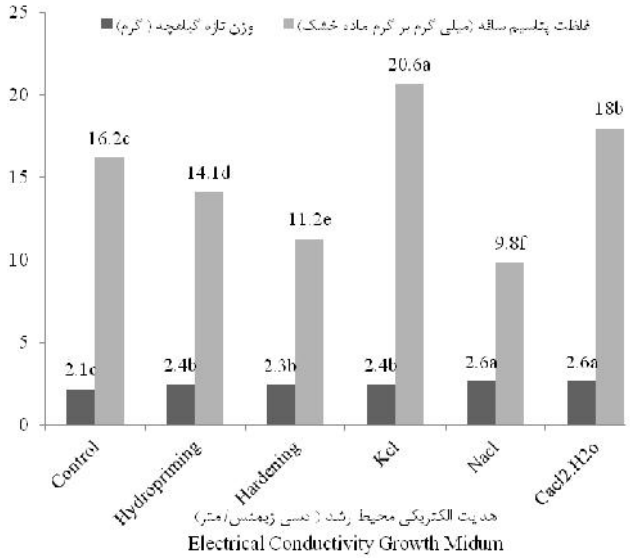
سپاس‌گزاری

بدین وسیله از همکاران ارجمندم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی نهایت تقدیر و تشکر را می‌نمایم.



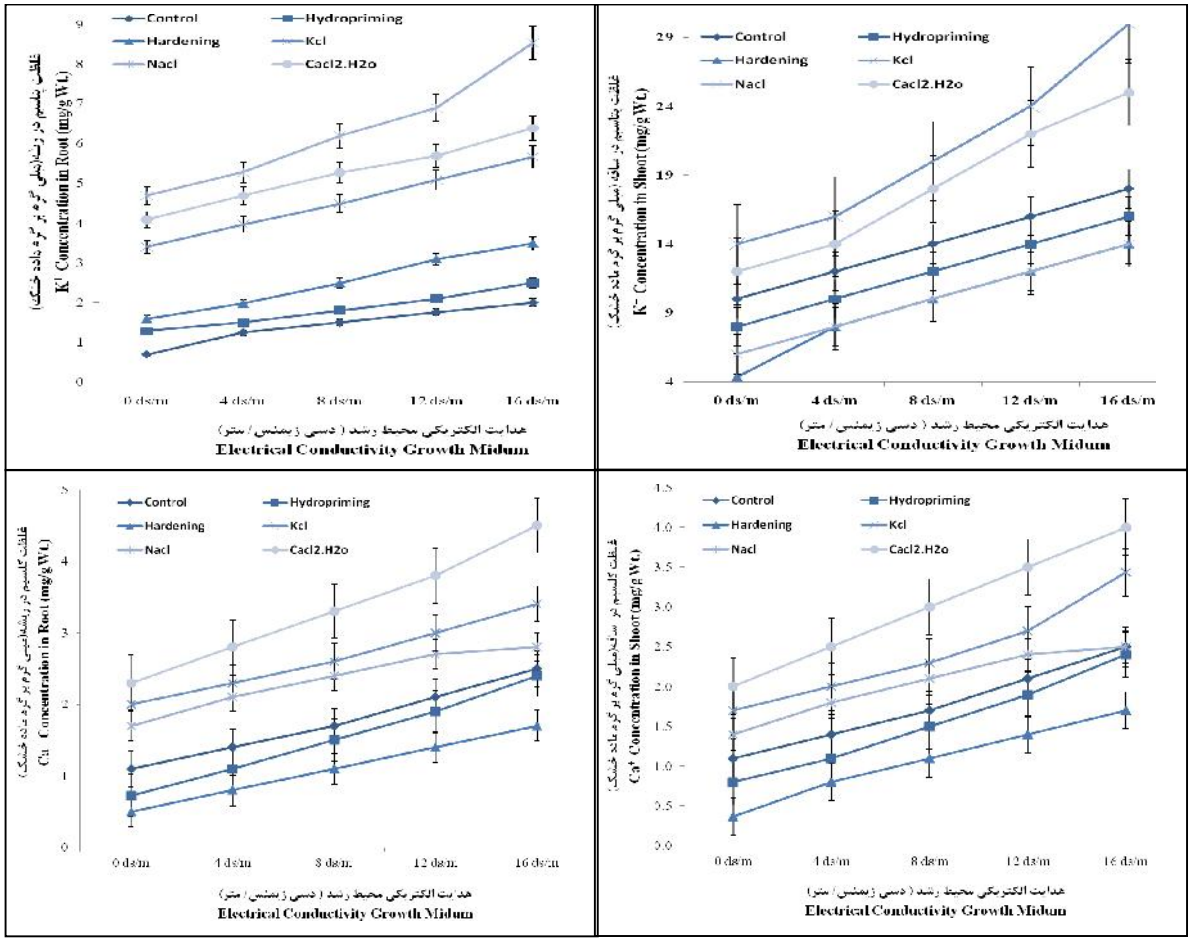
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر میزان پتاسیم در ساقه(میلی گرم بر گرم ماده خشک) و وزن تر گیاهچه(گرم) در ذرت شیرین هیبرید KSC 403

Figure 1- Salt strees maen camparsion on potasiom concentration on shoot (Mg/g Wt.) and seedling fresh weight (Mm) in sweet corn (hybrid KSC403)



شکل ۲- مقایسه میانگین جداگانه اثر پرایمینگ بر میزان پتاسیم در ساقه(میلی گرم بر گرم ماده خشک) و وزن تر گیاهچه (گرم) در ذرت شیرین هیبرید KSC 403

Figure 2- Salt strees maen camparsion on potasiom concentration on shoot (Mg/g Wt.) and seedling fresh weight (Mm) in sweet corn (hybrid KSC403)



شکل ۳- اثرات متقابل سدیم، پتاسیم و کلسیم در ریشه‌چه و ساقه‌چه در ذرت شیرین هیبرید KSC 403

Figure 3- Intraction effect of Na^{+}, K^{+} and Ca^{2+} concentration in sweet corn (hybrid KSC403) root and shoot

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده پرایمینگ بذر ذرت شیرین هیبرید KSC 403 تحت تنش شوری

Tabel 1- Analysis of variance for priming triats of sweet corn hybrid KSC 403

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Ms)									
		درصد جوانه زنی Germination %	سرعت جوانه زنی Germination Rate	طول ریشه چه Radical length	طول ساقه چه Caulicle length	وزن تر گیاهچه Seedling Fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه Root/Shoot	میزان کلر در ریشه چه [Na] in root	میزان کلر در ساقه [Na] in shoot	میزان کلر در بذر [Na] in Seed
پرایمینگ(Priming)	5	1197.8**	15.1**	1018.5**	1783.5**	0.4**	0.08**	0.28**	3548.7**	8396.8**	709.06**
شوری(Salinity)	4	5202.7**	120.6**	6904.7**	2543.6**	0.45**	0.09**	0.33**	1193.2**	3312.9**	597.7**
پرایمینگ× شوری(P*S)	20	45.6**	0.8*	50.5**	23.8**	0.008^{ns}	0.001*	0.002*	35.5**	125.2**	11.1*
خطاError	60	19.1	0.4	6.3	3.6	0.006	0.001	0.001	4.4	13.1	5.08
ضریب تغییرات(CV٪)	90	7.8	8	5.05	4.59	3.11	3.91	6.39	6.76	6.41	10.16

ns, *, **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال۰/۰۵ و ۰/۰۱ ns,* and **: Non – significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده پرایمینگ بذر ذرت شیرین KSC 403 تحت تنش شوری

Tabel 2- Analysis of variance for priming triats of sweet corn hybrid KSC 403

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Ms)								
		میزان سدیم در ریشه [Na] in root	میزان سدیم در ساقه [Na] in shoot	میزان سدیم در بذر [Na] in Seed	میزان پتاسیم در ریشه [Na] in root	میزان پتاسیم در ساقه [Na] in shoot	میزان پتاسیم در بذر [Na] in Seed	میزان کلسیم در ریشه [Na] in root	میزان کلسیم در ساقه [Na] in shoot	میزان کلسیم در بذر [Na] in Seed
پرایمینگ(Priming)	5	59.3**	55.9**	13.9**	307.7**	250.7**	371.2**	10**	6.9**	45.7**
شوری(Salinity)	4	12.5**	13.5**	13.1**	309.8**	209.6**	308.8**	6.2**	6.4**	8.5**
پرایمینگ× شوری (P*S)	20	0.4**	0.26**	0.4**	6.6**	1.7^{ns}	4.9*	0.07**	0.06**	0.1**
خطا Error	60	0.06	0.09	0.05	0.6	1.6	2.2	0.005	0.013	0.04
ضریب تغییرات(CV٪)	90	6.86	5.45	7.6	5.8	8.56	9.35	3.18	5.77	5.79

ns, *, **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال۰/۰۵ و ۰/۰۱ ns,* and **: Non – significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات و میزان عناصر در گیاهچه ذرت شیرین KSC 403 تحت شرایط کنترل شده

Table 3- Intraction of seedling caracterastic and ioun concenteration in sweet corn hybrid KSC 403 seedling

سطوح تیمار	جوانه زنی (Germination)		طول گیاهچه(Mm) Seedling length		وزن گیاهچه Seedling Wight	نسبت ریشه / ساقه R/S	میزان کلر(Mg/g dry Wt.) Cl concenteration			میزان سدیم(Mg/g dry Wt.) Na concenteration			میزان پتاسیم (Mg/g dry Wt.) K concenteration			میزان کلسیم(Mg/g dry Wt.) Ca concenteration		
	درصد ٪	سرعت rate	ریشه چه Root	ساقه چه Shoot	تازه Frash		ریشه Root	ساقه Shoot	بذر Seed	ریشه Root	ساقه Shoot	بذر Seed	ریشه Root	ساقه Shoot	بذر Seed	ریشه Root	ساقه Shoot	بذر Seed
0 ds/m × Control	90b	11.6bc	63de	43gh	.46h-j	.66j	8.7n	17.7t	12no	.7p	2o	2.5i	10i	12 a	11.3hi	1.1n	1.1k	4.4gh
4 ds/m × Control	78.3c	9.8d	53.3gh	33.4k	.4jk	.54hi	12.5lm	24.6s	12.4l-o	1.2o	3.2n	3gh	12h	14.3a	15g	1.4m	1.4j	4.3fg
8 ds/m × Control	68def	7.6f	43.5j	۲۷mn	.35lm	.47jk	16.4k	27.6qrs	17.8j-m	1.5no	3.5mn	3.5f	14g	16/2a	18ef	1.7l	1.6hi	5ef
12 ds/m × Control	53.7jkl	7.2f	31.9k	20o	.32mn	.38l	20ij	31.4p-r	19.9ij	1.7l-n	3.7lmn	4e	16f	18.5a	22cd	2.13j	2f	5.2de
16 ds/m × Control	38o-q	5.1g-i	21.1l	14.3p	.28n	.29m	22.7hi	35.1op	23.8f-i	2lm	5ij	4.5d	18e	20a	24bc	2/55gh	2.5e	6.7b
0 ds/m ×Hydropriming	75cd	31.1a	70c	64bc	.5e-h	.66de	20ij	45lm	13.4m-o	1.3o	3.3n	2jk	8j	10a	10ij	.7o	.9l	3.4lm
4 ds/m × Hydropriming	61.7f-i	11.3bc	59ef	57.7e	.56ij	.64e-f	25h	54jk	16.5j-m	1.5no	3.5mn	2.5i	10i	12a	12hi	1n	1.1k	3.7jkl
8 ds/m × Hydropriming	55ijk	9.7d	54h	51f	.4j-l	.5i	31.5g	66/1gh	18.9kj	1.8l-n	3.8lmn	3gh	12h	14.3a	14gh	1.4m	1.5ij	4ijk
12 ds/m × Hydropriming	43m-o	7.5f	33.8k	42.3gh	.35lm	.54jk	35.6f	71.8fg	21g-j	2.1kl	4.1okl	3.5f	14g	16.4a	18ef	2.4hi	1.9k	4.9hi
16 ds/m × Hydropriming	35p-r	5.5gh	20l	33.2k	.8n	.37l	40.3e	81١d	20.6efg	2.5k	4.5jk	4e	16f	18.1a	18ef	2.4e	2.4e	4.5fg
0 ds/m ×Hardening	63f-h	11c	59ef	45.9g	.79b-e	.66d	4.6o	25.2s	4.9p	1.9m-o	3.9lmn	1.9jk	4/3l	5.5a	5.6k	.54p	.36m	2.5o
4 ds/m × Hardening	53jkl	9.3d	52.4h	40hi	.5d-g	.65g-i	9/6mn	27.8qrs	11o	1.8lm	3.8lm	2.25ij	8j	9.8a	10ij	.8o	.8l	2.5n
8 ds/m × Hardening	48klm	7.6f	42j	37.7ij	.5f-i	.4jk	11.3l-n	33.2pq	15.5k-p	2.5k	4.5jk	3.45f	10.	11.6a	12hi	1.1n	1k	3.1mn
12 ds/m× Hardening	41m-p	7.1f	32.4k	25.6n	.54ij	.35l	14.6kl	37.8n-p	16.9j-m	3.1j	5.3i	3.4fg	12h	13.9a	14gh	1.4m	1.34j	3.9kl
16 ds/m× Hardening	30rs	4.6hi	23.3l	20o	.42jk	.24mn	17.9jk	41.8m-o	20.3hij	3.4j	5.49hi	3.91e	14g	15.5a	16fg	1.7l	1.79hi	4.1ij
0 ds/m ×KCl_2	76c	12.3ab	85.2a	66.6b	.61ab	.75c	30.2g	54jk	15.3k-n	3.4j	5.4i	1.4k	16f	16a	16fg	2jk	1.7hi	1.5qr
4 ds/m ×KCl_2	60g-j	8.9de	70.9c	61d	.57b-e	.6f-h	36.1f	60ij	19.6j	3.3i	5.9gh	2jk	10i	18a	20de	2.3i	2fg	1.89p
8 ds/m × KCl_2	53.3j-l	7.3f	57.1fg	54.4e	.53d-g	.6f-h	40e	78de	24.6e-g	4.46gh	6.4fg	2.8ij	20d	20a	23c	2.6fg	2.3e	2.4o
12 ds/m × KCl_2	38o-q	5.8g	45.6ij	44.6g	.49ghi	.54i	45.3d	80de	27.3d-f	5.9ef	6.4ef	2.9h	24b	22a	26b	3d	2.6d	3.6m
16 ds/m ×KCl_2	33.3qr	4.1i	30.4k	33.9k	.45ij	.47kl	49.9c	93.8bc	30.1cd	5.6d	7.4de	3.4fg	30a	27a	32a	3.4c	3.43b	3.69kl
0 ds/m ×$NaCl_2$	66e-g	9de	77b	44.8g	.58bcd	.5i	24h	32.8pq	17.8j-l	4.7fg	6.7f	3.9fgh	6k	6.1a	6k	1.7l	1.3j	.36t
4 ds/m ×$NaCl_2$	60g-j	7.8f	67.8cd	٤٠hi	.53d-g	.46j	29.8g	42.3mn	24.1f-h	5.8de	7.28de	3.4f	8j	8.1a	8jk	2.1j	1.8gh	1s
8 ds/m × $NaCl_2$	46.6l-n	5.9g	42j	34/2jk	.52f-i	.35l	35.1f	50kl	24.2de	6.2c	8.2c	4.9c	10i	9.9a	10ij	2.4hi	2.1f	1.26rs
12 ds/m × $NaCl_2$	40n-q	5.11ghi	29k	29.7lm	.1jk	.27mn	40e	64hi	30cd	6.9b	8.9b	5.6b	12h	11a	12hi	2.7ef	2.43e	1.74pq
16 ds/m× $NaCl_2$	25s	4i	22l	22.1o	.37kl	.21n	44.7d	74ef	33.5bc	8.5a	9.8a	6.6a	14g	13a	14gh	2.8e	2.5e	1.9p
0 ds/m × $CaCl_2.H_2o$	93.3a	11.3bc	87.2a	70.4a	.65a	.9a	36.2f	62.2hi	24.6e-g	4hi	6g	1.3l	12h	14a	14gh	2.3i	2fg	5ef
4 ds/m × $CaCl_2.H_2o$	73c-e	9.5de	b	61.9d	.59bc	.86b	43de	71.6fg	27.9d-f	4.7fg	6.7f	1.7k	14g	16a	16g	2.8e	2.53e	5.5d
8 ds/m × $CaCl_2.H_2o$	68d-f	7.1ef	62.9e	56e	.56c-f	.77c	51.9c	89.9c	30cd	5.7de	7.2e	1.9jk	18e	18a	18ef	3.3c	3c	5.9c
12 ds/m × $CaCl_2.H_2o$	56.6hij	6g	49hi	38i	.49g-i	.66d	59.8b	99b	34.5b	5.9d	7.9d	2.3ij	22c	20a	23de	3.8b	3.5b	6.49b
16 ds/m × $CaCl_2.H_2o$	43m-o	4.8hi	33k	32kl	.46hij	.6e-g	73.2a	119a	46.3a	6.49c	8.9c	2.6hi	25b	22a	23c	4.5a	4.9a	7a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level using Duncan, s multiple range test.

جدول ۴- میانگین ترکیب تیماری پرایمینگ بذر و تنش شوری با استفاده از برش‌دهی اثرات متقابل بر روی عامل شوری در گیاهچه ذرت شیرین تحت شرایط کنترل شده

Table 4- Invisyigation of interaction between periming and salinity stress with slicing intraction on salt factor on sweet corn seedling

سطوح تیمار	جوانه زنی (Germination)		طول گیاهچه(Mm) Seedling length		وزن گیاهچه(g) Seedling Wight		نسبت ریشه به ساقه R/S	میزان کلر(Mg/g dry Wt.) Cl concenteration			میزان سدیم (Mg/g dry Wt.) Na concenteration			میزان پتاسیم(Mg/g dry Wt.) K concenteration			میزان کلسیم(Mg/g dry Wt.) Ca concenteration		
	درصد ٪	سرعت rate	ریشه چه Root	ساقه چه Shoot	تازه Frash	خشک Dry		ریشه Root	ساقه Shoot	بذر Seed	ریشه Root	ساقه Shoot	بذر Seed	ریشه Root	ساقه Shoot	بذر Seed	ریشه Root	ساقه Shoot	بذر Seed
میانگین مربعات اثرات متقابل روی سطوح شوری	Mean Sqoure On Interaction Salinity Level																		
Control	1244**	18.72**	818**	375**	0.01 ns	0.01**	0.05**	76.6**	93.6**	61.1**	0.47**	1.8**	1.8**	30**	72.6**	30.3**	0.92**	0.9**	0.875**
Hydropriming	731**	27.6**	1211**	457**	0.07**	0.02**	0.04**	196**	590**	58.6**	0.69**	0.69ns	1.78**	30**	30**	30.3**	1.2**	1.12**	0.64**
Hardening	469**	17.3**	654**	330**	0.04**	0.09**	0.08**	53.8**	126**	65.5**	1.82**	1.8 ns	2.1**	30**	30**	27.9**	0.67**	0.57**	1.2**
Kcl	906**	29.1**	1229**	509**	0.09**	0.12**	0.04**	187**	653**	106**	2.6**	1.8ns	1.3**	98**	68.4**	30.9**	0.94**	0.9**	2.51**
Nacl	815**	15.8**	1714**	223**	0.09**	0.02**	0.05**	187**	883**	107**	4.6ns	4.6**	5.9**	30**	30**	25**	.6**	0.6**	1.7**
$Cacl_2.H_2o$	1246**	29.2**	1375**	756**	0.14**	0.14**	0.05**	464**	1114**	100**	2.63ns	2.6ns	0.74**	87.6**	36.6**	30**	1.87**	1.5**	0.9**
مقایسه میانگین اثرات متقابل روی سطوح شوری	Mean comparsion On Interaction Salinity Level																		
Control	65a	8.3b	41.5d	27.6d	-	0.36e	0.46d	16.1e	27.3f	17.6e	1.5f	-	3.5b	14c	16c	18.2b	1.76d	1.7d	5b
Hydropriming	54b	9.4a	47.5c	49b	-	0.4d	0.53c	30.3d	64.2c	19d	1.8e	-	3c	12d	14.1d	14c	1.5e	1.5e	4c
Hardening	47c	9.7bc	41.8d	37.1c	-	0.49c	0.45d	12f	33e	14.6f	2.5d	-	3c	10e	11.7e	12d	1.1f	1.1f	3.2d
Kcl	52b	7.7c	57.1b	55.1b	-	0.53b	0.57b	40b	72.7b	23.4d	4.5c	-	3.49d	20.4a	20a	22.6a	2.6b	2.3b	2.5e
Nacl	47c	7.8bc	47.9c	34.2c	-	0.48c	0.36e	35c	52d	26.6b	6.17a	-	4.68a	10e	9.8f	10e	2.34c	2.04c	1.2f
$Cacl_2.H_2o$	68a	6d	62.1a	52a	-	0.55a	0.76a	50.8a	82.5a	31.3a	6.22b	-	2.04f	18.2b	18b	18.2b	3.3a	3a	5.9a

ns,* and **: non – significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

۱: Ns، *، **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

۲: میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level using Duncan, s multiple range test.

References منابع مورد استفاده

- Afzal, I., M.A. Basra, E.L. Toheed, and H.J. Butt. 2007. Improving germination and seedling vigor in wheat by halo priming under saline conditions. *Pakestanian Journal Agricultural Science*. 44(1): 40-49.
- Al-Niemi, T.S., W.F. Campbell, and M.D. Rumbaugh. 1992. Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post-germination growth. *Crop Science*. 32: 976–980.
- Al-thabet, S.S., A.A. Leilah, and I. Al-hawass. 2004. Effect of NaCl and incubation temperature on seed germination of canola (*Brassica napus l.*) cultivars .*King Faisal University Journal Science*. 5 (1): 1425-1435.
- Arif, M., M. Tariq Jan Khan, B. Marwat, and M. Azim Khan. 2008. Seed Priming Improves Emergence and Yield of Soybean. *Pakestanian Journal Botany*. 40(3): 1169-1177.
- Ashraf, M. and P.J.C. Harris. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science.* 166: 3–16.
- Ashraf, M., and R. Humera. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays L.*) through seed priming with chloride salts: Growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiologiae Plantarum.* 23(4): 407-414.
- Atia, A., A. Debez, M. Rabhi, H-U. Athar, and C. Abdelly. 2006. Alleviation of salt-induced seed dormancy in the perennial halophyte. (*Crithmum Maritimum L*. *Apiaceae*). *Pakestanian Journal Botany*. 38(5): 1367-1372.
- Basra, S.M.A., M. Farooq, and R. Tabassum. 2005. Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa L.*). *Seed Science Technology*. 33:623-628.
- Bewley, J.D. 1997. Seed germination and dormancy. American Ssociety of Plant Physiologists. *The Plant Cell*. (9):1055-1066.
- Faithfull, N.T. 2002. Acid-digestion, ashing and extraction procedures. Pp.30-54. methods in agricultural chemical analysis, a practical handbook. CABI Publishing. Wallingford .
- Chaudhri, I.I., and H.H. Wiebe. 1968. Influence of calcium pre-treatment on wheat germination on saline media. *Plant and Soil.* 28 (2): 208-216.
- Farooq, M., S.M.A. Basra, H. Rehman, and B.A. Saleem. 2008. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum L.*) by improving chilling tolerance. *Journal Agronomy and Crop Science.* 194: 55-60.
- Farooq, M., T. Aziz, S.M.A. Basra, M.A. Cheema, and H. Rehman. 2008. Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. *Blackwell Journal of Agronomy and Crop Science*. 194: 161-168.

- Fipps, G. 2004. Irrigation water quality standards and salinity management. Available online at: www.extension.org/mediawiki/files/1/1e/Salinitydocument.pdf. Accessed 12 July 2012.
- Ghassemi-Golezani, K., A.A. Aliloo, M. Valizadeh, and M. Moghaddam. 2008. Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris Medik*.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 36(1): 29-33.
- Grant, R.C., A. Lauchli, and V.S. Polito. 1985. Displacement of Ca^{2+} by Na^{+} from the plasma lemma of root cells: a primary response to salt stress. *Plant Physiology*. 79:207-211.
- Hoffman, G.J. E.V. Mass, T.L. Prichard, J.L. Meyer, and R. Roberts. 1983. Salt toleance of corn in the Delta. *California Agriculture*. 37(7/8): 10-11.
- Harris, D., A. Joshi, P.A. Khan, P. Gothkar, and P.S Sodhi. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice, and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*. 35: 15-29.
- Iqbal, M., and M. Ashraf. 2005. Changes in growth, photosynthetic capacity and ionic relations in spring wheat (*Triticum aestivum L*.) due to pre-sowing seed treatment with polyamines. *Plant Growth Regulation.* 46: 19–30.
- Khan, A.A. 1993. Pre-Plant physiological seed conditioning. P.131-182, Horticultural Reviews, Volume 13. John Wiley & Sons Inc. Geneva. USA.
- Lin, C.C., and C.H. Kao. 1995. NaC1 stress in rice seedlings: starch mobilization and the influence of calcium on root growth. *Botanical Bolton Academic Science.* 36: 41-45.
- Mansour, M.M.F., K.H.A. Salama, F.Z.M. Ali, and A.F. Abou Hadid .2005. Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* cultivars differing in salt tolerance. *Genetic Apply Plant Physiology*. 31(1-2): 29-41.
- Marsehner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2-nd edition. Academic Press, London. EBook.
- Mojab, M., G.H. Zamani, S.V. Eslami, M. Hosseini, and S.A. Naseri. 2010. Effects of salt (NaCl) and drought (PEG6000) stresses on germination characteristic and seedling growth of barnyard grass (*echinochloa crus-galli* var*: oryzicola). Journal of Plant Protection*. 24(1): 108-114.
- Omar-Mohamed, A.H.M. 1985. Physiological investigations of the response of wheat (*Triticum Aestivum L*.) to soil salinity. PhD Thesis. Newcastle University. Newcastle, England.
- Rehman, S., P.J.C. Harris, and W.F. Bourne. 1998. Effect of pre-sowing treatment with calcium salts, potassium salts or water on germination and salt tolerance of Acacia seeds. *Journal Plant Nutrition*. 21: 277-285
- Taiz, L., and E. Zeiger. 1998. Plant physiology. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts. Second edition. ISBN 10: 0-87893-856-7 .EBook

- Wahid, A., E. Rasul, and A.R. Rao. 1997. Germination responses of sensitive and tolerant sugarcane lines to sodium chloride. *Seed Science Technology*. 25: 465-70.
- Wahid, A., M. Perveena, S. Gelania, M. Shahzad, and A. Basrab. 2007. Pretreatment of seed with H_2O_2 improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation of oxidative damage and expression of stress proteins. *Journal of Plant Physiology*. 164: 283-294.
- Zeinali, E., A. Soltani, and S. Galeshi. 2002. Response of germination components to salinity stress in oil seed rape *(Brassica napus* L.) .*Iranian Journal Agricultural Science*. 33(1):137-145. (In Persian).

Short Article

Investigating Seed Germination Indices and Absorption Rate of Sodium, Chloride, Calcium, and Potassium in Different Parts of of Sweet Corn KSC 403 (*Zea Mays* L var. Saccharata) Seedlings Under Salinity Stress and Seed Priming

Nasrolah alhossini, M.[1*], A. Rahmani[1], and S. Khavari Khorasani[2]

Received: May 2013, Accepted: 25 December 2013

Abstract

To investigate the effects of different levels of seed priming on germination indices and nutrient absorption at early growth stages of sweet corn (Golden Kernel Hybrid) a factorial experiment based on completely randomized design was conducted with three replications in 2011. The experiment consists of 6 levels of primings (seeds without priming, priming with tap water, priming with distilled water, priming with sodium chloride, potassium chloride, and hydrous calcium chloride) and five levels of salinity (zero, 4, 8, 12 and 16 ds/m sodium chloride). The characteristics studied were germination percentage, germination rate, root and shoot length, fresh weight and dry weight of seedling, root to shoot ratio and determination of sodium, chloride, calcium, and potassium concentration in different parts of seedlings (stems, roots and seed). The results indicated that increasing salinity stress levels decreased all parameters measured. Priming seeds with hydrated calcium chloride responded to significantly to salinity stress better than other treatments. Results also showed that increasing concentration of sodium chloride salt, increased absorption rate of sodium but concentration of calcium and potassium were reduced. Because application of hydrous calcium chloride stimulates cell in using calcium under salinity conditions it leads to improved seedling growth parameters. To achieve a more accurate results slicing interaction effect of seed priming×salinity levels was performed. Hydrous calcium chloride treatments improved all traits under study except sodium and potassium concentration. This represents a better performance of seeds germination under salinity stress when seeds primed with hydrous calcium chloride.

Keywords: Germination Characteristics, NaCl Concentration, Osmo Priming, Slicing Interaction.

1- Department of Agronomy and Plant Breeding**,** Young Researchers and Elite Club**,** Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
2- Assistant Prof., Khorasan Razavi, Agricultural and Natural Resources Research Center, Mashhad, Iran.
**** Corresponding Author:*** *mnasrolahalhossini@mshdiau.ac.ir*