بررسی تأثیر پیش‌تیمار کلرید سدیم(NaCl Priming) بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیکی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط شوری

بشیر سالاری، محدثه شمس‌الدین سعید* و اعظم عسکریان سرداری[۱]

(تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲۳)

چکیده

به منظور بررسی اثرات پیش‌تیمار کلرید سدیم بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیکی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش شوری آزمایشی در سال ۱۳۸۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل پنج سطح شوری (آب معمولی به عنوان شاهد ۱، ۴، ۸، ۱۲و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) و چهار محلول نمکی جهت پیش‌تیمار به همراه آب معمولی (شاهد 1ds/m)(۴، ۸، ۱۲و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که شوری و پیش‌تیمار بذور اثر معنی‌داری را بر درصد سبز شدن، میانگین مدت سبز شدن، طول ساقه، طول ریشه، تعداد برگ، محتوای نسبی آب برگ، نشت یونی غشا و نسبت یونی +K+/Na داشتند (P<۰/۰۱). با افزایش شوری به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر کلیه صفات مذکور (به استثنای میانگین مدت سبز شدن و نشت یونی غشا) به ترتیب ۴۹/۰۵٪، ۳۳/۴۹٪، ۲۳/۹۷٪، ۱۸/۶۴٪، ۱۴/۰۵٪ و ۴۰/۲۰٪ کاهش و میانگین مدت سبز شدن و نشت یونی غشا با افزایش غلظت نمک به ترتیب ۱/۲ و ۱/۳ برابر نسبت به شاهد افزایش یافتند. هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پیش‌تیمار بذرها، اثرات منفی حاصل از تنش شوری را کاهش داد و کلیه صفات مذکور در شرایط پیش‌تیمار افزایش معنی‌داری نسبت به عدم اعمال پیش‌تیمار نشان دادند. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار کلرید سدیم ممکن است به عنوان یک روش مناسب برای افزایش مقاومت گیاه ذرت تحت شرایط شوری به کار رود.

واژه‌های کلیدی: شوری، پیش‌تیمار، صفات زراعی، صفات فیزیولوژیک، ذرت

مقدمه

یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها در ایران کمی نسبی بارندگی و آب، و در بخش وسیعی از اراضی، شوری خاک است. شوری یکی از مشکلات محیطی جدی است که باعث ایجاد تنش‌های اسمزی، کاهش رشد و در نهایت کاهش محصول می‌گردد (۵). روش‌های نامناسب آبیاری و زه‌کشی در مناطق شور خسارت شوری را بیشتر خواهد کرد. بذرها برخی از گیاهان که شوری نسبتاً بالایی را تحمل می‌کنند، زمانی جوانه می‌زنند که غلظت نمک زیستگاهشان در اثر یک بارندگی شدید به سطح پایینی برسد (۵). بیولی و بلک (۱) اعتقاد داشتند که به طور کلی با افزایش میزان شوری و خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. هم‌چنین مشخص شده است که شوری باعث چندین نوع خسارت از جمله، جلوگیری از رشد (۹)، اغتشاش در متابولیسم (۷) و کاهش عملکرد و کیفیت (۶) درگیاه

۱. به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Mohadeseh_Said@yahoo.com

می‌گردد. با توجه به این‌که پیری برگ ناشی از تنش شوری، سبب تغییر نفوذپذیری غشا می‌گردد، نشت یونی غشا به عنوان عامل پیش‌بینی کننده صدمه وارده بر غشا مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

مقاومت به شوری در گیاهان می‌تواند به وسیله تیمار کردن بذرها قبل از کاشت، توسط کلرید سدیم افزایش یابد (۱۸). چندین سال است که تلاش برای استفاده از تیمارهای قبل از کاشت برای بهبود وضعیت بذر در مزرعه ادامه دارد. دامنه گسترده‌ای از چنین تیمارهایی توسط هیدکر و کولبر (۱۲) بررسی شده است. یکی از این تیمارها قراردادن بذر در شرایط اسمزی می‌باشد (۱۹). محلول‌های نمکی به طور گسترده‌ای برای این‌کار استفاده می‌شوند (۱۹). در این روش بذرها پس از اعمال پیش‌تیمار با آب مقطر شسته و دوباره خشک می‌شوند. زمانی که این بذور برای جوانه زنی مورد استفاده قرار گرفتند بسیار سریع‌تر و یک‌نواخت‌تر جوانه می‌زنند. بیولی و بلک (۱) عقیده داشتند که مدت زمان خیساندن در این تکنیک مهم می‌باشد. هیدکر و کولبر (۱۲) نتایج این تکنیک را تسریع در جوانه زنی و مقاومت در مقابل بعضی از تنش‌ها بیان کردند. بیولی و بلک (۱) بر اساس گزارش هنکل چنین بیان نمودند، که آبگیری مجدد باعث مقاومت بذرها در برابر بعضی از تنش‌ها می‌شود. بیولی و بلک (۱) پیشنهاد کردند که القای مقاومت در اثر تیمارهای خیساندن ناشی از چندین تغییر فیزیکی و شیمیایی در سیتوپلاسم است. ممکن است ظهور سریع‌تر ریشه‌چه و استقرار دانه رست بر روی محیط کشت به دنبال تیمارهای خیساندن شروع بهتری را نسبت به گیاهان شاهد مقاوم نشده نشان بدهد. شکاری و همکاران (۱۷) نشان دادند که پیش‌تیماری در بذور کلزا منجر به افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی گردید. کایوئلا (۴) با مطالعه روی چغندرقند دریافتند که پیش‌تیمار کردن بذرها تأثیر به سزایی بر جوانه‌زنی و سرعت آن دارد. پیل (۱۵) با انجام آزمایشی روی آسپاراگوس و گوجه فرنگی و هم‌زمان با آنها پسام و کاکوریوتیس (۱۴) نیز روی خیار چنین نتیجه‌گیری کردند که پیش‌تیمار باعث بهبود جوانه زنی بذرها و ظهور گیاهچه‌ها و رشد تحت شرایط شوری می‌شود. با این وجود اثرات سودمند پیش‌تیمار کلرید سدیم برای مراحل بعدی رشد هنوز ناشناخته باقی مانده است (۱۸). پسام و کاکوریوتیس (۱۴) گزارش کردند که پیش‌تیمار کلرید سدیم در مراحل پس از ظهور تأثیر چندانی روی خیار نگذاشت. در حالی که کانو(۳) نشان داد که این عمل اثر مثبتی روی گیاه بالغ در ارقام مختلف گوجه فرنگی و سطوح مختلف شوری داشت. اگر چه پیش‌تیمار کلریدسدیم یک تکنیک مفید برای افزایش مقاومت به شوری است، این نکته باید مورد توجه قرار گیرد که اثرات فیزیولوژیکی این روش روی گیاهانی است که واکنش به شوری شان در حد متوسط می‌باشد (۱۸).

یکی از فرآورده‌هایی که در چند سال گذشته در ایران با واردات روبه رو بوده است، ذرت دانه‌ای می‌باشد. هم‌چنین تجربیات علمی و آزمایش‌های متعددی که در نقاط مختلف دنیا روی ذرت انجام گرفته نشان داده است که ذرت علاوه بر آن‌که علوفه‌ای بسیار مطلوب برای دام می‌باشد، از نظر تأمین انرژی نیز بی‌نظیر است. با توجه به این‌که بسیاری از مناطق کشور ما با مشکل شوری مواجه می‌باشد در این تحقیق سعی بر آن شده تا علاوه بر نشان دادن اثرات منفی شوری بر برخی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ذرت، اثر پیش‌تیمار کلریدسدیم بر افزایش میزان مقاومت به شوری این گیاه مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اعمال پیش‌تیمار شوری بر فرایند رشد ذرت در شرایط تنش شوری، آزمایش گلدانی در سال ۱۳۸۴ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. بذرهای رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ به مدت ۱۲ ساعت در محلول NaCl با EC های ۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و در دمای ۱ ± ۲۵درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد به مدت سه دقیقه زیر شیر آب و سپس با آب مقطر

شسته شده و بین دو کاغذ صافی خشک شدند.

بذور پیش‌تیمار شده به علاوه یک گروه بذری پیش‌تیمار نشده (جمعاً شش گروه بذری) بلافاصله درون گلدان‌هایی با ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر و قطر دهانه ۳۰ سانتی متر کشت گردیدند. درون هر گلدان ۲۰ عدد بذر از هرگروه بذری کشت گردید. عمق کاشت ۴-۳ سانتی‌متر و هر کدام از گلدان‌ها حاوی ۰/۵ ± ۱۴ کیلوگرم خاک مزرعه بود. بافت خاک شنی، pH معادل ۷/۳ و هدایت الکتریکی ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر بود.

به منظور جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها دو سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در ته گلدان‌ها، جهت ایجاد زه‌کش تعبیه و ته هر گلدان یک کیلوگرم سنگریزه ریخته شد. گلدان‌ها به نحوی پر شده بودند که سطح خاک گلدان تا دهانه آن ۵ سانتی‌متر فاصله داشت. به منظور یک‌نواخت شدن محیط خاک از نظر شوری، آب اول (که قبل از کاشت داده شده بود) بیشتر از میزان FC بود و آب اضافه درون ظرف‌هایی که زیر هر گلدان قرار داده شده بود جمع آوری و مجدداً به گلدان برگردانده شد. برای آبیاری گلدان‌ها در این مرحله از محلول‌های حاوی ۰/۵، ۱/۸، ۴، ۶/۵۵ و ۸/۸ گرم کلرید سدیم در لیتر که EC های برابر ۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر را فراهم نمود، استفاده شد. گلدان‌ها درون گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان با ماکزیمم و مینیمم حرارت ۳۵ و ۲۲ درجه سانتی گراد دمای روزانه در تابستان نگهداری شدند. گلدان‌ها هر روز بازرسی و تعداد بذور سبز شده تا روز دوازدهم یادداشت گردید و سپس درصد سبز شدن و میانگین مدت سبز شدن محاسبه گردید. پس از طی ۱۲ روز گیاهان سبز شده درون هر گلدان تنک و فقط ۲ گیاه درون هر گلدان برجای ماند.

زمان آبیاری به نحوی بود که گیاه از نظر رطوبتی دچار تنش نشود و تنها تنش وارد شده بر گیاه تنش شوری باشد. نحوه آبیاری به این صورت بود که آب زه‌کش با آب مقطر به حجم معینی می‌رسید و به گیاه داده می‌شد تا از افزایش غلظت محیط ریشه جلوگیری شود. گیاهان سه هفته پس از کاشت یعنی زمانی که اکثرا به مرحله ۵ برگی رسیده بودند، به منظور جلوگیری از هر گونه آثار کمبود، با استفاده از کود مایع پربار میکرو به نسبت ۵ در هزار محلول‌پاشی شدند.

سرانجام پس از طی ۶ هفته در حالی که در ۱۰ درصد از گیاهان گل نر تشکیل شده بود برداشت صورت گرفت. صفات اندازه‌گیری شده عبارت بودند از: طول ساقه، طول ریشه، تعداد برگ، محتوای نسبی آب برگ (به روش کایا و همکاران)، نشت یونی غشا (روش کایا و همکاران) و نسبت یون سدیم به پتاسیم (با روش جذب اتمی). اطلاعات جمع‌آوری شده با نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پس از آن میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و با احتمال$P<0/05$ مقایسه شدند.

نتایج

درصد سبز شدن

اثر پیش‌تیمار، شوری و اثر متقابل این دو روی درصد سبز شدن معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین درصد سبز شدن مربوط به استفاده از آب معمولی (۸۷/۲۲) و کمترین مقدار آن متعلق به محلول ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر (۴۴/۴۴) بود (جدول ۲). پیش‌تیمار بذرها توسط محلول کلرور سدیم توانست تأثیر کاملاً مثبتی بر این صفت، تحت شرایط شوری بگذارد، به طوری که بذور پیش‌تیمار شده درصد سبز شدن کاملاً بالاتری در شرایط شوری نسبت به بذرهای پیش‌تیمار نشده داشتند. در این میان پیش‌تیمارهای ۱، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد مشابهی نشان داده و بیشترین درصد سبز شدن را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). به طوری که این پیش‌تیمارها توانستند درصد سبز شدن را به میزان ۲۱ درصد نسبت به شاهد (عدم اعمال پیش‌تیمار) افزایش دهند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری در پیش‌تیمار نشان داد که درصد سبز شدن با افزایش شوری در هر دو شرایط پیش‌تیمار و عدم پیش‌تیمار کاهش یافت (جدول ۴). هم‌چنین نتایج نشان داد پیش‌تیمار بذرها در شوری‌های ۱ و ۴

جدول۱. خلاصه آنالیز واریانس اثرات پیش تیمار و شوری روی صفات مختلف اندازه‌گیری شده

		مجموع مربعات (SS)							
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد سبز شدن	میانگین مدت سبز شدن (ساعت)	طول ساقه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد برگ	محتوای نسبی آب	نشت یونی (درصد)	K^+/Na^+
پیش تیمار	۵	۴۱۱/۰۸**	۵/۹۸**	۱۵۷۱/۸۸**	۳۱۴/۱۸**	۱۱/۶۵**	۵۱/۰۹**	۱۹۰/۹۲**	۱۱/۳۷**
شوری	۴	۵۸۹۵/۱۲**	۳/۱۲**	۴۴۷۲/۴۴**	۱۰۳۱/۰۹**	۱۴/۷۵**	۳۲۷/۰۴**	۳۵۱/۵۱**	۶۰/۵۶**
پیش‌تیمار× شوری	۲۰	۱۷۳/۶۹**	۰/۱۹**	۵۸۰/۶۴**	۱۰۹/۱۷**	۲/۹۳**	۲۰/۴۳**	۳۳/۱۸**	۱۰/۵۴**
خطا	۶۰	۵۱/۷۹	۰/۰۵۱	۵۲/۲۳	۴۹/۷۵	۰/۳۶	۸/۳۹	۱۲/۳۱	۲/۰۷

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار درسطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۲. آزمون مقایسه میانگین‌های سطوح شوری با استفاده از روش دانکن (α = ۰/۰۵)

سطوح شوری(ds/m)	درصد سبز شدن	میانگین مدت سبز شدن (ساعت)	طول ساقه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد برگ	محتوای نسبی آب	نشت یونی (درصد)	K^+/Na^+
۱ (آب معمولی)	۸۷/۲۲^{a}	۵/۱۲^{d}	۱۱۴/۱۱^{a}	۷۷/۱۷^{a}	۱۱/۶۴^{b}	۷۴/۷۲^{a}	۳۵/۷۲^{c}	۸/۹۳^{a}
۴	۸۰/۰۰^{b}	۵/۵۰^{c}	۱۰۲/۵۶^{b}	۷۱/۹۴^{b}	۱۱/۱۷^{b}	۷۳/۳۳^{a}	۳۶/۷۲^{bc}	۸/۸۱^{a}
۸	۷۰/۸۳^{c}	۵/۷۵^{b}	۹۰/۶۷^{c}	۶۶/۳۳^{c}	۱۰/۵۰^{c}	۷۰/۴۴^{b}	۳۸/۵۰^{c}	۵/۹۹^{b}
۱۲	۵۲/۵۶^{d}	۶/ ۰۳^{a}	۸۰/۳۹^{d}	۶۱/۳۹^{d}	۹/۸۰^{d}	۶۷/۶۱^{c}	۴۲/۷۲^{b}	۵/۳۵^{b}
۱۶	۴۴/۴۴^{e}	۶/۱۵^{a}	۷۵/۸۹^{d}	۵۸/۶۷^{d}	۹/۴۷^{d}	۶۴/۲۲^{d}	۴۶/۲۸^{a}	۵/۳۴^{b}

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول۳. آزمون مقایسه میانگین‌های پیش‌تیمار با استفاده از روش دانکن (α = ۰/۰۵)

پیش‌تیمار	درصد سبز شدن	میانگین مدت سبز شدن (ساعت)	طول ساقه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد برگ	محتوای نسبی آب	نشت یونی (درصد)	K^+/Na^+
NP (عدم اعمال پیش‌تیمار)	۵۷/۳۳^{c}	۶/۹۷۵^{a}	۷۲/۰۷^{b}	۵۹/۲۰۰^{c}	۸/۷۳^{b}	۶۷/۲۷^{c}	۴۶/۰۰^{a}	۵/۹۴۲۷^{c}
۱ (آب معمولی)	۶۹/۶۷^{ab}	۵/۲۴^{c}	۹۶/۸۰^{a}	۶۷/۶۷^{ab}	۱۰/۸۷^{a}	۷۰/۷۳^{ab}	۴۰/۴۷^{b}	۶/۵۲^{c}
۴	۶۹/۶۷^{ab}	۵/۵۴^{c}	۹۸/۲۷^{a}	۶۹/۸۷^{ab}	۱۰/۷۰^{a}	۶۹/۹۳^{b}	۳۸/۹۳^{b}	۷/۷۱^{ab}
۸	۶۹/۳۳^{ab}	۵/۳۱^{c}	۹۸/۸۰^{a}	۷۲/۰۰^{a}	۱۰/۸۷^{a}	۶۸/۸۷^{bc}	۴۰/۸۰^{b}	۶/۸۳^{bc}
۱۲	۷۱/۳۳^{a}	۵/۴۳^{c}	۹۵/۸۰^{a}	۶۴/۶۷^{b}	۱۰/۸۷^{a}	۷۲/۶۰^{a}	۳۸/۶۰^{b}	۶/۱۶^{c}
۱۶	۶۴/۷۳^{b}	۵/۶۸^{b}	۹۴/۶۰^{a}	۶۹/۲۰^{ab}	۱۱/۰۷^{a}	۷۱/۶۰^{ab}	۳۵/۱۳^{c}	۸/۱۳^{a}

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار درسطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری در پیش‌تیمار با استفاده از روش دانکن (α = ۰/۰۵)

پیش‌تیمار	درصد سبز شدن در سطوح مختلف شوری				
	۱dS/m	۴dS/m	۸dS/m	۱۲dS/m	۱۶dS/m
عدم پیش‌تیمار	۹۳/۳۳^{a}	۸۱/۶۶^{abc}	۵۱/۶۶$^{e-h}$	۳۵^{ij}	۲۵^{j}
۱dS/m	۹۳/۳۳^{a}	۸۳/۳۳^{abc}	۸۶/۶۶^{abc}	۵۶/۶۶^{efg}	۴۶/۶۶^{gh}
۴dS/m	۸۶/۶۶^{abc}	۸۱/۶۶^{abc}	۷۳/۳۳^{cd}	۵۸/۳۳^{ef}	۴۸/۳۳^{fgh}
۸dS/m	۸۸/۳۳^{ab}	۸۱/۶۶^{abc}	۷۵^{bcd}	۵۸/۳۳^{ef}	۳۳/۳۳^{hi}
۱۲dS/m	۸۱/۶۶^{abc}	۷۶/۶۶^{bc}	۸۱/۶۶^{abc}	۶۳/۳۳^{de}	۵۳/۳۳$^{e-h}$
۱۶dS/m	۸۰^{abc}	۷۵^{bcd}	۷۵^{bcd}	۳۳^{hi}	۵۰$^{e-h}$
	میانگین مدت سبز شدن در سطوح مختلف شوری				
	۱dS/m	۴dS/m	۸dS/m	۱۲dS/m	۱۶dS/m
عدم پیش‌تیمار	۶/۲۲^{a}	۶/۶۲^{c}	۷/۵۸^{a}	۷/۱۷^{a}	۷/۲۶^{a}
۱dS/m	۴/۵۱^{ij}	۵/۲۹^{gh}	۵/۲۱^{hi}	۵/۹۱$^{d-g}$	۵/۹۶^{def}
۴dS/m	۴/۹۶^{ij}	۴/۹۹^{ij}	۵/۶۵^{fg}	۵/۷۴^{efg}	۵/۸۹$^{d-g}$
۸dS/m	۵/۰۷^{hi}	۵/۰۴^{ij}	۵/۱^{hi}	۵/۲۸^{gh}	۵/۸۴$^{d-g}$
۱۲dS/m	۵/۰۱^{ij}	۵/۱۸^{hi}	۵/۱۴^{hi}	۵/۹۹^{def}	۵/۸۲$^{d-g}$
۱۶dS/m	۴/۹۳^{ij}	۵/۶۴$^{f-g}$	۵/۷۹$^{d-g}$	۵/۸۹^{dg}	۶/۱۲^{de}
	طول ساقه در سطوح مختلف شوری				
	۱dS/m	۴dS/m	۸dS/m	۱۲dS/m	۱۶dS/m
عدم پیش‌تیمار	۱۲۸/۳۳^{a}	۹۲/۶۶$^{g-k}$	۶۳^{m}	۴۶^{n}	۳۰/۳۳^{o}
۱dS/m	۱۲۴/۶۶^{ab}	۱۱۹^{abc}	۹۴/۶۶$^{e-k}$	۷۷^{jl}	۵۰/۶۶^{n}
۴dS/m	۱۱۴/۳۳^{bcd}	۱۰۲/۶۶$^{d-h}$	۹۵/۳۳$^{e-k}$	۹۱/۶۶$^{g-k}$	۸۷/۳۳$^{j-l}$
۸dS/m	۱۰۷$^{e-f}$	۱۰۱/۶۶$^{d-i}$	۱۰۲/۳۳$^{d-h}$	۹۳/۳۳$^{f-k}$	۸۲/۶۶^{kl}
۱۲dS/m	۱۰۸/۶۶^{cde}	۱۰۴/۳۳$^{d-g}$	۹۸/۶۶$^{e-j}$	۸۴^{kl}	۸۳/۳۳^{kl}
۱۶dS/m	۱۰۱/۶۶$^{d-i}$	۹۵$^{e-k}$	۹۰$^{h-l}$	۹۰/۳۳^{gl}	۸۸^{ikl}
	طول ریشه در سطوح مختلف شوری				
	۱dS/m	۴dS/m	۸dS/m	۱۲dS/m	۱۶dS/m
عدم پیش‌تیمار	۸۴^{a}	۶۷/۶۶$^{b-f}$	۵۳/۶۶^{ghi}	۴۸^{hi}	۴۲/۶۶^{ij}
۱dS/m	۷۱/۶۶$^{a-f}$	۷۸^{abc}	۶۶$^{b-g}$	۶۱/۳۳^{fg}	۶۰/۶۷^{fg}
۴dS/m	۷۳ $^{a-f}$	۷۲/۶۶$^{a-f}$	۷۰/۳۳$^{a-f}$	۷۱/۶۶$^{a-f}$	۶۱/۶۶^{efg}
۸dS/m	۷۲$^{a-f}$	۷۶$^{a-d}$	۷۵/۶۶$^{a-e}$	۶۴$^{d-g}$	۶۱/۳۳^{fg}
۱۲dS/m	۷۰/۶۶$^{a-f}$	۶۶/۳۳$^{b-g}$	۶۵/۳۳$^{c-g}$	۶۰$^{f-g}$	۶۱^{fg}
۱۶dS/m	۷۹/۶۶^{ab}	۷۰/۳۳$^{a-f}$	۶۷$^{b-g}$	۶۴/۳۳$^{c-g}$	۶۴/۶۶$^{c-g}$
	محتوای نسبی آب در سطوح مختلف شوری				
	۱dS/m	۴dS/m	۸dS/m	۱۲dS/m	۱۶dS/m
عدم پیش‌تیمار	۷۵/۳۳^{ab}	۷۵^{ab}	۶۷$^{c-f}$	۶۲/۶۶^{efg}	۵۶/۳۳^{jk}
۱dS/m	۷۷^{a}	۷۲/۶۶$^{a-d}$	۷۱/۶۶$^{a-e}$	۶۸^{ijk}	۶۴^{ghi}
۴dS/m	۷۶^{ab}	۷۴/۳۳^{abc}	۷۰/۶۶$^{b-f}$	۶۶$^{f-i}$	۶۲^{ij}
۸dS/m	۷۱$^{b-f}$	۷۱$^{a-e}$	۶۹$^{e-g}$	۶۷/۶۶$^{d-h}$	۶۴/۶۶^{ghi}
۱۲dS/m	۷۴/۳۳^{abc}	۷۲$^{a-d}$	۷۳/۶۶^{abc}	۷۰/۶۶$^{b-f}$	۷۱/۳۳$^{a-f}$
۱۶dS/m	۷۴/۳۳^{abc}	۷۲$^{a-d}$	۷۰/۶۶$^{b-f}$	۷۰/۳۳$^{b-f}$	۶۶/۶۶$^{e-i}$
	نشت یونی غشا در سطوح مختلف شوری				
	۱dS/m	۴dS/m	۸dS/m	۱۲dS/m	۱۶dS/m
عدم پیش‌تیمار	۳۷/۳۳$^{d-i}$	۳۸$^{c-i}$	۴۳/۶۶$^{b-e}$	۵۲/۶۶^{a}	۵۸/۳۳^{a}

۱dS/m	۳۸/۲۲$^{b-i}$	۳۸/۳۳$^{b-i}$	۳۹/۶۶$^{b-i}$	۴۱$^{b-g}$	۴۵^{b}
۴dS/m	۳۴^{hi}	۳۶/۳۳$^{e-i}$	۳۷$^{d-i}$	۴۲/۶۶$^{b-e}$	۴۴/۶۶^{bc}
۸dS/m	۳۸$^{c-i}$	۳۷$^{d-i}$	۳۹/۶۶$^{b-h}$	۴۴/۳۳^{bc}	۴۵^{b}
۱۲dS/m	۳۴/۳۳^{ghi}	۳۵^{fi}	۳۸/۳۳$^{b-i}$	۴۱/۶۶$^{b-f}$	۴۳/۶۶^{bcd}
۱۶dS/m	۳۲/۳۳^{i}	۳۵/۶۶^{fi}	۳۲/۶۶^{i}	۳۴^{hi}	۴۱$^{b-g}$
	تـــبت یون پتاسیم به سدیم در سطوح مختلف شوری				
	۱dS/m	۴dS/m	۸dS/m	۱۲dS/m	۱۶dS/m
عدم پیش‌تیمار	۷/۲$^{e-k}$	۱۱/۹۹^{a}	۴/۷۹^{kl}	۱۱/۷۸^{ab}	۵/۷۷$^{h-l}$
۱dS/m	۷/۹۲$^{d-j}$	۹/۷۷$^{b-d}$	۵/۹$^{h-l}$	۶/۴۵^{kl}	۴/۵۶^{kl}
۴dS/m	۸/۳۸$^{c-h}$	۸/۹۸$^{c-g}$	۶/۸۱$^{g-k}$	۵/۲۲^{jkl}	۹/۱۵$^{h-q}$
۸dS/m	۱۰/۷۶^{abc}	۹/۶۷$^{b-f}$	۵/۲۶^{kl}	۶/۷۵^{kl}	۳/۶۷^{l}
۱۲dS/m	۹/۰۲$^{e-g}$	۴/۷۲^{kl}	۶/۲۱$^{g-l}$	۵/۵۳$^{i-l}$	۵/۱۲^{jkl}
۱۶dS/m	۱۰/۲۹$^{a-d}$	۷/۶$^{h-j}$	۶/۸۹$^{f-k}$	۸/۱۵$^{e-i}$	۷/۸۱$^{d-j}$

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر

دسی‌زیمنس بر متر سبب اختلاف معنی‌داری با شرایط عدم پیش‌تیمار نشد. ولی در شرایط شوری ۴، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر حتی پیش‌تیمار با محلول ۱ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر سبب افزایش چشمگیر و معنی‌دار در درصد سبز شدن گردید. بنابراین با خیساندن بذر در آب معمولی می‌توان درصد سبز شدن بذرهای ذرت را در خاک‌های شور افزایش داد.

میانگین مدت سبز شدن

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که اثر پیش‌تیمار، شوری و اثر متقابل این دو کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شوری این صفت را افزایش داد (جدول۲). البته این افزایش هم در بذور پیش‌تیمار شده و هم در بذور پیش‌تیمار نشده مشاهده شد، اما در مجموع مقدار افزایش این صفت در بذور پیش‌تیمار شده بسیار کمتر از بذرهای پیش‌تیمار نشده بود. پیش‌تیمار کردن بذرهای توانست تا حد زیادی میانگین مدت سبز شدن را در شرایط شوری حفظ کرده و مانع از افزایش آن در تنش‌های شوری شود. بذرهای پیش‌تیمار نشده دارای بیشترین میانگین مدت سبز شدن (۶/۹۷) بودند و در میان پیش‌تیمارهای مختلف، پیش‌تیمارهای ۱، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر دارای عملکرد مشابهی بوده و بهترین حالت را نشان دادند (جدول ۳). به طوری که این پیش‌تیمارها به طور متوسط میانگین مدت سبز شدن را به میزان ۲۳ درصد نسبت به شاهد کاهش دادند.

کاهش درصد سبز شدن و افزایش میانگین مدت سبز شدن و اثر افزایش شوری توسط پراساد در سال ۱۹۹۷ (۱۶)، سیرویتپ و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۱۸) و کانو (۳) نیز گزارش شده است. احتمالاً این امر می‌تواند به علت ایجاد پتانسیل اسمزی و جلوگیری از ورود آب به بذر و هم‌چنین ایجاد سمیت یونی برای جنین (به دلیل افزایش ورود نمک به محیط جنینی) باشد.

پیش‌تیمار کردن بذرها توانست تأثیر مثبتی بر این صفات بگذارد و در بهبود این دو صفت بسیار مؤثر واقع شود. به طوری که بذرهای پیش‌تیمار شده در تمامی سطوح شوری، دارای درصد سبز شدن بالاتر و میانگین مدت سبز شدن کمتری نسبت به پیش‌تیمار نشده‌ها بودند. پیل و همکاران (۱۵) و کانو (۳) با مطالعه روی گوجه فرنگی، سیرویتپ و همکاران (۱۸) با مطالعه روی طالبی، پسام و کاکوریوتیس (۱۴) طی تحقیقی روی خیار به نتایج مشابهی دست یافتند. بیولی و بلک (۱) اعتقاد داشتند که آبگیری مجدد باعث مقاومت بذرها در برابر تنش شوری و افزایش سرعت سبز شدن آنها می‌شود.

بیولی و بلک (۱) اعتقاد داشتند که القای مقاومت در اثر تیمارهای خیساندن ناشی از چندین تغییر فیزیکی و شیمیایی در

سیتوپلاسم است. مقاومت بالا به شوری در بذرهای پیش‌تیمار شده می‌تواند مربوط به القای تنظیم اسمزی توسط جذب یون‌ها و نگهداری فشار تورگور باشد که باعث کاهش خسارت ناشی از تنش شوری و کم آبی در برخی گیاهان می‌شود (۴).

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و پیش‌تیمار نشان داد که در هر دو شرایط پیش‌تیمار و عدم پیش‌تیمار با افزایش شوری میانگین مدت سبز شدن افزایش یافت (جدول ۴). اما پیش‌تیمار نمودن بذرهای ذرت در کلیه سطوح شوری مورد مطالعه باعث کاهش معنی‌دار در میانگین مدت سبز شدن نسبت به شرایط عدم پیش‌تیمار گردید. به ترتیب در شوری‌های ۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر میانگین مدت سبز شدن با پیش‌تیمار در محلول‌های ۱، ۴، ۸، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. بنابراین به نظر می‌رسد، بهتر است در زمین‌های شورتر از محلول‌هایی با غلظت نمک بالاتر برای پیش‌تیمار بذور استفاده نمود تا اثرات سوء شوری بر میانگین مدت سبز شدن کاهش یابد.

طول ساقه

نتایج نشان داد که اثر پیش‌تیمار، شوری و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری روی طول ساقه داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش میزان شوری طول کاهش یافت (جدول ۲). البته این کاهش در گیاهان پیش‌تیمار نشده (NP) به مراتب بیشتر از پیش‌تیمار شده (P) بود. بیشترین طول ساقه مربوط به حالتی بود که گیاهان با آب معمولی آبیاری می‌شدند (۱۴۱/۱۱ سانتی‌متر) و کمترین آن متعلق به محلول‌های ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر (به ترتیب ۸۰/۳۸ و۷۵/۸۸ سانتی‌متر) بود. پیش‌تیمار توانست طول ساقه را در شرایط شور به طور معنی‌داری حفظ نماید و مانع از کاهش آن شود (جدول ۳). به طوری که متوسط طول ساقه در گیاهان پیش‌تیمار نشده (۷۲/۰۶) به طور کاملاً معنی‌داری کوتاهتر از گیاهان پیش‌تیمار شده بود. ضمناً تمامی سطوح پیش‌تیمار اثر یکسانی بر روی طول ساقه به جا گذاشتند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری × پیش‌تیمار نشان داد افزایش شوری در هر دو شرایط پیش‌تیمار و عدم پیش‌تیمار بذرها باعث کاهش معنی‌دار طول ساقه گردید (جدول ۴) ولی پیش‌تیمار نمودن بذرها این اثر منفی را کاهش داد. به گونه‌ای که در حالت عدم پیش‌تیمار افزایش شوری از ۱ به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش ۷۶/۳۶ درصدی طول ساقه گردید ولی با پیش‌تیمار بذرها با محلول‌های ۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب سبب ۵۹/۶۶، ۲۳/۶۱، ۲۲/۷۴، ۲۳/۳۱ و ۱۳/۴۲ درصد کاهش نسبت به شاهد گردید. اما قابل ذکر است که در شرایط ۱ دسی‌زیمنس بر متر با افزایش شوری محلول مورد استفاده برای پیش‌تیمار، طول ساقه کاهش معنی‌داری را نشان داد ولی در شوری‌های ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر افزایش طول ساقه نسبت به حالت عدم پیش‌تیمار مشاهده گردید و بیشترین طول ساقه در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر با پیش‌تیمار ۱ دسی‌زیمنس برمتر در شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر با پیش‌تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر و در شوری ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر با پیش‌تیمار ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید. هم‌چنین با افزایش شوری از ۱ به ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر با پیش‌تیمار نمودن بذرها در محلول‌های ۱ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر تا شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و در پیش‌تیمار با محلول‌های ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تا شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر و در پیش‌تیمار با محلول ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر حتی در شوری ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر اختلاف معنی‌داری از نظر طول ساقه نشان نداد. با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد در شوری‌های شدید استفاده از محلول‌های با غلظت نمک بالاتر جهت کاهش اثرات منفی شوری بر رشد مفیدتر واقع می شوند.

طول ریشه

نتایج حاصله از آنالیز واریانس داده‌های مربوط به این صفت نشان داد که اثر پیش‌تیمار، شوری و اثر متقابل این دو روی طول ریشه کاملاً معنی‌دار است (جدول ۱). با بررسی دقیق‌تر

مشخص شد که با افزایش شوری طول ریشه به شدت کاهش یافت (جدول ۲). به عنوان مثال سطوح شوری ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب باعث ۲۱ و ۲۴ درصد کاهش در بلندترین طول ریشه شدند. البته این کاهش در هر دو دسته بذرها (پیش‌تیمار شده وپیش‌تیمار نشده) رخ داد اما میزان کاهش در بذرهای پیش‌تیمار شده به طور معنی‌داری کمتر بود. پیش‌تیمارکردن بذرهای در محلول کلرور سدیم توانست در شرایط شور اثر کاملاً مثبتی روی این صفت بگذارد. در این میان، بلندترین طول مربوط به پیش‌تیمارهای ۱۶ و ۸ ۴، ۱ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۳). به طوری‌که این پیش‌تیمارها به ترتیب توانستند بلندترین طول ریشه را ۲۱،۱۸،۱۴ و۱۶ درصد نسبت به شاهد (عدم اعمال پیش‌تیمار) افزایش دهند.

طول ساقه و طول ریشه از جمله صفاتی هستند که شوری شدیداً بر آنها اثر گذاشته و مقدار آنها را پایین می‌آورد و کاهش جذب آب توسط ریشه در شرایط تنش شوری عامل اصلی این امر معرفی شده است (۹). هم‌چنین بیان شده است که تجمع نمک‌ها در آپوپلاست باعث ایجاد سطوح اسمزی بالاتری نسبت به سیمپلاست می‌شود که نتیجه آن از دست رفتن آب سلول و در نهایت کاهش عمومی در رشد گیاه است. در هر حال شاید پاسخ اولیه و فوری گیاه در برابر تنش شوری، کاهش درتجمع ماده خشک در ریشه و اندام هوایی باشد (۹).

سیرویتپ و همکاران (۱۸) با انجام آزمایش‌هایی روی طالبی و چیرکی و همکاران (۵) با مطالعه روی چغندر قند، نشان دادند که پیش‌تیمار کردن بذرها قبل از کاشت توسط محلول‌های نمکی (NaCl Priming) اثر مثبتی روی گیاه بالغ خواهد گذاشت. ممکن است ظهور سریع‌تر ریشه‌چه و استقرار دانه رست روی محیط کشت به دنبال تیمارهای خیساندن، شروع بهتری را نسبت به گیاهان شاهد پیش‌تیمار نشده نشان بدهد (۱۸).

مقایسه میانگین اثر متقابل شوری × پیش‌تیمار بر طول ریشه نشان داد در شرایط عدم پیش‌تیمار با افزایش شوری از ۱ به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر طول ریشه کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۴) اما با پیش‌تیمار بذرها با محلول‌های ۱، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر با فزایش شوری حتی به ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر اختلاف معنی‌داری از نظر طول ریشه مشاهده نگردید.

تعداد برگ

از نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشخص شد که تعداد برگ به طور کاملاً معنی‌داری تحت تأثیر پیش‌تیمار، شوری و اثر متقابل این دو قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که پیش‌تیمار کلریدسدیم می‌تواند روشی مناسب برای افزایش تعداد برگ در شرایط شور باشد (جدول ۳). از این‌رو کمترین تعداد برگ را گیاهان پیش‌تیمار نشده و بیشترین آن را گیاهان پیش‌تیمار شده داشتند. سطوح مختلف پیش‌تیمار تأثیر معنی‌داری را نشان نداد. هم‌چنین افزایش شوری در هر دو گروه بذری پیش‌تیمار شده و پیش‌تیمار نشده منجر به کاهش تعداد برگ‌های گیاه شد که این کاهش در گروه پیش‌تیمار نشده به مراتب شدیدتر بود. در این میان کمترین تعداد برگ متعلق به استفاده از محلول‌های ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر (به ترتیب ۹/۴۷ و۹/۸۰) و بیشترین آن مربوط به آب معمولی (۱۱/۶۳) بود (جدول ۲).

محتوای آب نسبی

پس از بررسی نتایج مشخص شد که اثر پیش‌تیمار، شوری و اثر متقابل این دو روی محتوای آب نسبی کاملاً معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش شوری محتوای آب نسبی را در هر دو گروه بذری (پیش‌تیمار شده، پیش‌تیمار نشده) کاهش داد به طوری که بیشترین مقدار متعلق به مصرف آب معمولی و تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر (به ترتیب ۷۴/۷۲ و۷۳/۳۳) و کمترین مقدار متعلق به استفاده از محلول ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر (۶۴/۲۲) بود (جدول ۲). کاهش محتوای آب نسبی بیان کننده میزان کمبود آب در گیاه است (۱۸). چیرکی و همکاران (۵) با انجام آزمایش‌هایی روی چغندر قند و کایا و همکاران (۱۳) با مطالعه روی اسفناج به نتایج

مشابهی دست یافتند. این امر ممکن است به دلیل ایجاد پتانسیل اسمزی، جلوگیری از جذب آب توسط ریشه و در نتیجه کمبود آب در گیاه باشد.

پیش‌تیمار کردن بذرها توانست محتوای آب نسبی را تا حد زیادی در شرایط شوری بالا نگه دارد. در این میان بیشترین محتوای آب نسبی مربوط به اعمال پیش‌تیمارهای ۱۲،۱ و۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین آن متعلق به حالتی است که هیچ گونه پیش‌تیماری روی بذر صورت نگیرد و یا با محلول ۸ دسی‌زیمنس بر متر صورت پذیرد (جدول ۳). علت این امر شاید مربوط به تنظیم اسمزی بالاتر گیاهان پیش‌تیمار شده نسبت به گیاهان پیش‌تیمار نشده در شرایط شوری و در نتیجه حفظ و نگهداری فشار تورگور آنها باشد (۴).

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری × پیش‌تیمار نشان داد در هر دو شرایط پیش‌تیمار و عدم پیش‌تیمار محتوای نسبی آب با افزایش شوری کاهش یافت (جدول ۴). اما در شوری ۱ و ۴ دسی‌زیمنس برمتر بین تیمارهای پیش‌تیمار و عدم پیش‌تیمار اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید و در شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تنها پیش‌تیمار با محلول‌های ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر و در شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر پیش‌تیمار با کلیه محلول‌ها اختلاف معنی‌داری با شرایط عدم پیش‌تیمار نشان داد و محتوای نسبی آب افزایش یافت.

نشت یونی

نتایج حاصل از جدول آنالیز واریانس، داده‌های مربوط به این صفت بیانگر آن است که اثر پیش‌تیمار، شوری و اثر متقابل این دو بسیار معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نشت متعلق به حالت عدم اعمال پیش‌تیمار (۴۶/۰۰) و کمترین آن متعلق به زمانی است که از پیش‌تیمار ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر (۳۵/۱۳) استفاده شده باشد (جدول ۳). بدیهی است با افزایش میزان شوری نشت یونی افزایش یابد که نتایج به دست آمده درستی این امر را به وضوح مشخص کرد به طوری که استفاده از ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان آب آبیاری نشت یون‌ها را به میزان ۲۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). شایان ذکر است حتی در بذرهای پیش‌تیمار شده با افزایش میزان شوری نشت یونی بالا رفت.

تنش شوری سبب از بین رفتن پایداری غشا شده و از این طریق سبب افزایش نشت یون‌ها می‌گردد (۵). کایا و همکاران (۱۳) با مطالعه روی اسفناج به این امر پی بردند. خیساندن بذرها قبل از کاشت در محلول‌های نمکی توانست به طور بسیار مؤثری پایداری غشای سلولی را حفظ نماید. اما به طور کلی تغییرات فیزیولوژیکی که به وسیله پیش‌تیمار کلریدسدیم در گیاهان ایجاد می‌شود به زحمت قابل مطالعه است (۱۸).

نتایج حاصل از آزمایش نشان دادند، پیش‌تیمار کلریدسدیم می‌تواند به عنوان یک روش مناسب برای افزایش مقاومت گیاه ذرت تحت شرایط شوری به کار رود.

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری × پیش‌تیمار بر نشت یونی غشا نشان داد که بیشترین نشت یونی غشا در شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در تیمار عدم پیش‌تیمار با میانگین ۵۸/۳۲ درصد مشاهده گردید که از این نظر اختلاف معنی‌داری با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط عدم پیش‌تیمار نداشت (جدول ۴). هم‌چنین نتایج نشان داد در شوری ۱ و ۴ دسی‌زیمنس برمتر اختلاف معنی‌داری بین نشت یونی غشا در شرایط پیش‌تیمار و عدم پیش‌تیمار بذور وجود نداشت. اما در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر با پیش‌تیمار بذور در محلول ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و در شوری ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر با پیش‌تیمار بذرها در کلیه محلول‌های پیش‌تیماری حتی آب معمولی اثر منفی شوری بر نشت یونی غشا به طور معنی‌داری کاهش یافت.

نسبت یون پتاسیم به یون سدیم (K+/Na+)

نتایج حاصله از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که هر کدام از تیمارها و هم‌چنین اثر متقابل آنها تأثیر کاملاً معنی‌داری روی این نسبت گذاشتند (جدول ۱). با تجزیه دقیق‌تر و انجام مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که شوری باعث کاهش این

نسبت گردید (جدول ۲) به طوری که کمترین مقدار مربوط به سطوح بالای شوری یعنی ۱۲ و ۱۶دسی‌زیمنس بر متر (۵/۳۴) و بیشترین مقدار مربوط به آبیاری با آب معمولی بود (۸/۹۳). این امر می‌تواند ناشی از افزایش یون سدیم و کاهش میزان یون پتاسیم در سطوح بالاتر شوری باشد. هامپسون (۱۱) با مطالعه روی گندم، فرانکوئیس (۱۰) با تحقیق روی کلزا و بروگنولی و جاکمن (۲) با انجام تحقیقاتی روی پنبه، به نتایج مشابهی دست یافتند.

نسبت یون پتاسیم به یون سدیم (K+/Na+)، از پارامترهای مهم و نشان دهنده سلامت غشای سلول در انتخاب بیشتر پتاسیم نسبت به سدیم می‌باشد. غشاهای سلولی درجه بالایی از خاصیت انتخابی K/Na را نشان می‌دهند (۸). علاوه بر این که یون سدیم در محیط شور از جذب پتاسیم توسط ریشه ممانعت می‌کند، بر نفوذپذیری غشای سلول تأثیر گذاشته و خاصیت انتخابی آن را مختل می‌نماید (۲۰). حفظ و نگهداری این خاصیت انتخابی تحت تنش شوری یکی از عوامل مهم تحمل به شوری می‌باشد (۸).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد پیش‌تیمار کردن بذرها به طور کاملاً معنی‌داری این نسبت را بالا نگه داشت (جدول ۳) به طوری که بالاترین مقدار مربوط به اعمال پیش‌تیمارهای ۴ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر (به ترتیب ۷/۷۱ و۸/۱۳) و کمترین مقدار (۵/۹۴) مربوط به حالت عدم اعمال پیش‌تیمار روی بذر بود. بنابراین پیش‌تیمار کردن بذرها، از آنجایی که توانسته است این نسبت را در حد بالایی حفظ کند می تواند روشی مناسب برای جلوگیری از اثرات سوء نمک باشد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری × پیش‌تیمار نشان داد بیشترین نسبت Na/K در شوری های ۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر به ترتیب در پیش‌تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر، عدم پیش‌تیمار، ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، عدم پیش‌تیمار و ۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید و در واقع روند خاصی مشاهده نگردید (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که پیش‌تیمار نمودن بذرهای ذرت روشی مناسب برای کاهش اثرات سوء شوری خاک بر این گیاه می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده اگر هدف تنها افزایش درصد سبز مزرعه باشد، خیساندن بذرها حتی در آب معمولی نیز مؤثر واقع می‌شود، اما برای کاهش اثرات شوری بر رشد رویشی ذرت نیاز است که در زمین‌هایی با شوری پایین از محلول‌های نمکی رقیق‌تر و در شوری‌های شدید از محلول‌های نمکی با غلظت بالاتر استفاده نمود تا اثرات تنش شوری بر رشد رویشی و خصوصیات فیزیولوژیکی را کاهش داد.

منابع مورد استفاده

1. Bewley, J. D. and M. Black. 1982. Physiology and Biochemistry of Seeds, Environmental Control of Germination. Plenum Press, New York.
2. Brougnoli, E. and O. B. Jokman. 1992. Growth of cotton under continues salinity stress: influence on allocation pattern, stomatal components of photosynthesis and dissipation of excess light energy. Irrig. Sci. 334-343.
3. Cano, E. A., M. C. Bolarin, F. Perez-Alfocea and M. Caro. 1991. Effect of NaCl priming on increased salt tolerance in tomato. J. Hort. Sci. 66: 621-628.
4. Cayuela, E., F. Perez-Alfocea, M. Caro and M.C. Bolarin. 1996. Priming of seeds with NaCl induces physiological changes in tomato plants grown under salt stress. Physiol. Plant 96: 231-236.
5. Cherki, G., A. Foursy and K. fares. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivers. Environ. and Experim. Bot. 47:39-50.
6. Del Amor, F. M., V. Martinea and A. Cerda. 1999. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon plants grown in perlite. Hort. Sci. 34: 1234-1237.
7. Del Amor, F. M., M. C. Ruiz-Scanchez, V. Martinez and A. Cerda. 2000. Gas exchange, water relations, and ion concentrations of salt stressed tomato and melon palnts. J. Plant Nutr. 23: 1315-1325.

8. Epsteiņ E. 1980. Genetic engineering of osmoregulation: Impact on plant productivity for food, chemicals and energy. PP.7-21. *In*: Rains, D.W., R.C. Valentine and A. Hollaender (Eds.), Plenum Press, New York.
9. Franco, J. A., J. A. Fernandez, S. Banon and A. Gonzalez. 1997. Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area and fruit yield of six muskmelon cultivars. Hort. Sci. 34: 642-644.
10. Francois, L. E. 1994. Growth, seed yield, and oil content of canola grown under saline conditions. Agron. J. 86: 233-237.
11. Hampson, C. R. and G. M. Simpson. 1990. Effect of temperature, salt and osmotic potential on early growth of wheat (*Triticum aestivume*), II. Early seedling growth. Can. J. Bot. 68: 529-531.
12. Heydecker, W. and A. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. Seed Sci. Technol. 5: 353-423.
13. Kaya, C., D. Higgs and H. Kirnak. 2001. The effects of high salinity (Nacl) and supplementary phosphorus and pot assume on physiology and nutrition development of spinach. BulG. J. Plant Physiol. 27(3-4): 47-59.
14. Passam, H. C. and D. Kakouriotis. 1994. The effects of osmoconditioning on the germination, emergence and early plant growth of cucumber under saline conditions. Sci. Hort. 57: 233-240.
15. Pill, W.G., J. J. Frett and D. C. Morneau. 1991. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. Hort. Sci. 26: 1160-1162.
16. Prasad, M.N.V. 1997. Plant Ecophysiology. John Wiley and Sons Pub., USA.
17. Shekari, F., A. Javanshir, M.R. shakiba, M. Moghaddm and H. Alyari. 2000. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence in low water potentials by priming. Turk. J. Field Crops 5: 54-60.
18. Sivritepe, N., H. O. Sivritepe and A. Eris 2003. The effects of NaCl Priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. Scientia Hort. Urea. 97: 229-237.
19. Smith, P. T. and B.G. Cobb. 1991. Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water. Hort. Sci. 26: 417-419.
20. Sung, J. M. and K. Y. Chiu. 2001. Solid matrix priming can partially reverse the deterioration of sweet corn seeds induced by 2; 2′ azobis (2-aminopropane) hydrochloride generated free radicals. Seed. Sci. and Technol. 29: 287-298.