دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۱۷، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲۶۹-۲۵۶ (۱۳۸۸)

اثر شوری بر جوانه‌زنی و انباشت یون‌ها در توده‌های اسپرس زراعی (*Onobrychis viciifolia* Scop)

محمد مهدی مجیدی*[1]، محمدرضا جزایری[2] و قاسم محمدی نژاد[3]

۱* - استادیار اصلاح نباتات گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان کد پستی: ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱
پست الکترونیک : majidi@cc.iut.ac.ir
۲- مربی پژوهش، موسسه تحقیقات ثبت، کنترل و گواهی بذر، کرج
۳- استادیار اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۹/۱

چکیده

اسپرس یکی از گونه‌های مهم علوفه‌ای زراعی و مرتعی می‌باشد که به دامنه وسیعی از مناطق اقلیمی ایران سازگار است. از آنجایی که مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه نقش اساسی در استقرار و عملکرد نهایی دارد، تحمل گیاه به تنش شوری در این مرحله از اهمیت خاصی برخوردار است. این آزمایش به منظور بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی، خصوصیات گیاهچه‌ای و تجمع عناصر سدیم و پتاسیم و نیز ارزیابی میزان تحمل توده‌های اسپرس اجرا گردید. سطوح شوری شامل غلظت‌های صفر(شاهد)، ۵۰، ۱۰۰،۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم بود که بر روی ۱۰ توده اسپرس اعمال گردید. نتایج نشان داد که غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار نمک مانع جوانه‌زنی بذرهای همه توده‌ها گردید در حالی‌که در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار حدود ۵۰ درصد بذرها جوانه زدند. بنابراین با افزایش غلظت شوری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد بقاء گیاهچه، طول ریشه، طول اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، درصد پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم در گیاهچه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت؛ ولی تعداد روز تا پایان جوانه‌زنی، درصد پتاسیم و نسبت طول اندام هوایی به ریشه (ضریب آلومتری) افزایش نشان داد. بدین‌ترتیب بین توده‌های مورد مطالعه تنوع زیادی از نظر میزان تحمل به شوری وجود داشت، به‌طوری که در مجموع توده انتخابی از خوانسار بیشترین تحمل را نشان داد. نتایج تجزیه خوشه‌ای براساس خصوصیات اندازه‌گیری شده تحت شرایط شوری، توده‌ها را به سه گروه مجزا تفکیک کرد، به‌طوری‌که نحوه گروه-بندی با میزان تحمل آنها به تنش در هرگروه مطابقت بالایی داشت. در مجموع، نتایج حاکیت از آن داشت که اسپرس تحمل بالایی به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه داشت و بین توده‌ها نیز تنوع ژنتیکی کافی از نظر این صفت وجود داشت که می‌تواند مبنای گزینش نمونه‌های متحمل قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، تنش شوری، جوانه‌زنی، گیاهچه و گزینش.

مقدمه

اسپرس(*Onobrychis viciifolia* Scop) از جمله بقولات علوفه‌ای کشور است که از نظر کمیت و کیفیت علوفه در میان گیاهان زراعی و مرتعی از دیرباز مورد توجه بوده و طی چند دهه اخیر نیز تولید جهانی آن به طور چشمگیری افزایش یافته است. ویژگی‌های مطلوبی

نظیر سازگاری بالا، عملکرد مطلوب، کیفیت علوفه بالا و توان تحمل به تنش‌های مختلف باعث شده است که سطح زیرکشت آن در سال‌های اخیر در کشور توسعه یابد (Majidi & Arzani, 2004).

شوری یکی از مهمترین تنش‌های غیر زیستی است که کمیت و کیفیت گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. حدود ۲۰ درصد زمین‌های کشاورزی تحت آبیاری دنیا به شدت تحت تأثیر تنش شوری قرار دارند (Flowers & Yeo, 1995). این در حالی است که مشکل شوری خاک‌ها به دلیل استفاده از آبهای کم کیفیت و عدم وجود سیستم‌های زهکش کارآمد، روز به روز در حال افزایش است. مطابق استاندارد آزمایشگاه شوری ایالات متحده آمریکا، خاک‌هایی که هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع آنها برابر ٤ دسی‌زیمنس بر متر یا بیشتر باشد، شور محسوب می‌شوند. با این‌حال در بین گیاهان از نظر تحمل به تنش شوری تنوع وجود دارد که ناشی از داشتن مکانیسم‌های متفاوت می‌باشد (Chinnusamy *et al.*, 2005). شوری از طریق ایجاد سمیت در گیاه و یا کاهش پتانسیل اسمزی سلول‌ها در اثر ممانعت از جذب آب، گیاه را دچار مشکل می‌کند (Nichols *et a.*, 2009). امروزه یکی از اهداف مهم به‌نژادی گیاهان، توسعه گیاهان متحمل به شوری جهت مقابله با مشکل شوری زمین‌های زراعی و آب آبیاریست تا بتوان تولید محصولات کشاورزی را با حداقل زیان تحت شرایط شور امکان‌پذیر ساخت. از عمده‌ترین محدودیت‌های به‌نژادی گیاهان برای تحمل به شوری، عدم وجود روش‌های دقیق و سریع برای ارزیابی، تشخیص و انتخاب منابع ژنتیکی متحمل می‌باشد (Mirodjagh & Arzani, 1999)، که علت آن وجود تفاوت در تحمل به شوری گیاهان در مراحل مختلف رشد و وجود مکانیسم‌های فیزیولوژیک متعدد درگیر تحمل به شوری می‌باشد(Chinnusamy *et al.*, 2005). همچنین پیچیدگی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و عدم امکان ارزیابی ارقام در مزرعه شور به لحاظ غیر یکنواختی از دیگر مسائل در اصلاح برای تحمل به شوری می‌باشد (Blum, 1998). ضمن این‌که همیشه نیز بین تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و شوری ارتباطی وجود ندارد (Karimi & Heidari-Sharifabad, 2005).

اگرچه تحمل به شوری در کلیه مراحل چرخه زیستی گیاه مهم تلقی می‌شود، ولی فرایند جوانه‌زنی بذرها و رشد گیاهچه در آغاز این چرخه از اولویت خاصی برخوردار است (Shariat & Heidari-Sharifabad, 2003). تنش شوری توام با کاهش پتانسیل آب منجر به کاهش جذب آب توسط بذر و تاخیر در جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌گردد که البته این کاهش به نوع گونه گیاهی نیز بستگی دارد (Assadian & Mymoto, 1987). فرایند جوانه‌زنی بذر در محیط شور، مانند سایر مراحل رشد گیاه، تحت تأثیر کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت نمک قرار می‌گیرد. گونه‌های گیاهی از نظر میزان حساسیت و واکنش در مقابل تنش شوری، در مراحل مختلف دوره رشد و نمو تفاوت زیادی از خود نشان می‌دهند (Mano *et al.*, 1996). برخی از گیاهان نظیر گندم و ذرت در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بیشتر از مراحل دیگر به شوری حساسیت دارند. در بررسی تأثیر دما و تنش شوری Beheshti و همکاران (2000) محلول ۰/۲ مولار نمک در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (پتانسیل اسمزی ۲۰-) را به‌عنوان حد آستانه برای انتخاب ارقام متحمل به شوری در یونجه در مرحله جوانه‌زنی تشخیص دادند. در اسپرس

تنش شوری باعث کاهش شدید درصد جوانه‌زنی، طول ریشه، طول اندام هوایی و وزن گیاهچه گردیده است (Bagheri Kazemabad *et al*., 1989). در برخی گیاهان مثل یونجه بین تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و مرحله بلوغ، همبستگی گزارش شده است (Assadian & Mymoto, 1987). وجود یا عدم وجود رابطه بین تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و سایر مراحل در اسپرس مشخص نیست اما آنچه مسلم است آن است که واکنش گیاهان در مراحل مختلف رشد، از جمله مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه نسبت به غلظت‌های مختلف نمک متفاوت بوده، بنابراین انتخاب گیاهان متحمل به تنش شوری در هر مرحله از رشد امکان‌پذیر می‌باشد. اطلاع از نحوه واکنش نمونه‌ها و ارقام به تنش شوری طی مرحله جوانه‌زنی از لحاظ اکولوژیکی و فیزیولوژیکی بسیار حائز اهمیت است. زیراکه جوانه‌زنی یک مرحله بحرانی برای استقرار گیاه است (Aiazzi, *et al*., 2004). به‌طوری‌که در برخی مناطق کشور که مشکل شوری خاک وجود دارد (به‌ویژه استان‌های واقع در مرکز و جنوب) عدم وجود مقاومت به تنش در این مرحله منجر به کاهش تراکم و در نتیجه افت عملکرد می‌گردد.

از آنجایی‌که تعیین نوع واکنش گیاهان در محیط‌های مختلف شور و شناسایی ارقام متحمل در مراحل اولیه رشد اهمیت به‌سزایی در برنامه‌های به‌نژادی آینده دارد، این پژوهش با هدف بررسی واکنش توده‌های (ارقام امیدبخش) مختلف اسپرس، ارزیابی میزان تحمل آنها به تنش شوری و تعیین حد آستانه جوانه‌زنی بذر این گیاه بر اساس بررسی صفات گیاهچه‌ای و اندازه‌گیری میزان انباشت برخی عناصر در گیاهچه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این بررسی از ۱۰ توده اسپرس که به‌عنوان ارقام امیدبخش طی چند نسل گزینش در داخل توده‌های بومی کشور انتخاب گردیدند، استفاده شد (جدول ۱). آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل با شش تکرار در آزمایشگاه اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل مقادیر آب‌مقطر(شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم (به‌ترتیب صفر، ۰/۲۹۲، ۰/۵۸٤، ۱/۱٦ و ۱/۷۵ درصد نمک) بودند. هدایت‌الکتریکی اندازه‌گیری شده (EC) برای تیمارهای مذکور به‌ترتیب ۰/۲، ۷، ۱۳، ۲۳ و ۳۱ دسی زیمنس بر متر بود.

با توجه به این‌که غلاف بذر اثر بازدارندگی بر روی جوانه‌زنی دارد، غلاف بذرها با دقت کافی بدون آسیب به گیاهچه مطابق گزارش Majidi و Arzani (2004) جدا گردید. ضدعفونی بذرها با قراردادن آنها در محلول وایتکس تجاری ۲۰ درصد (معادل محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم) به مدت ۳ دقیقه و بعد شستشو با آب‌مقطر انجام گردید. تعداد ٦۰ عدد بذر ضدعفونی شده به هر پتری‌دیش سترون که توسط دو لایه کاغذ صافی کف‌پوش شده بودند، انتقال داده شد. پس از افزودن ۵ میلی‌لیتر محلول مورد نظر به هر پتری‌دیش، پتری‌دیش‌ها درون ژرمیناتور در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. معیار جوانه‌زنی بر اساس استاندارد انجمن بین‌المللی آزمون بذر[1] خروج حداقل یک برگ لپه‌ای از پوسته بود. از روز دوم آزمایش تا روز هشتم (روز ثابت ماندن درصد جوانه‌زنی) هر روز تعداد بذر جوانه‌زده ثبت

1- International Seed Testing Association

و در نهایت درصد و سرعت جوانه‌زنی از روابط زیر محاسبه گردید (Timson, 1965):

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{N}{K} * 100$$

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \sum \frac{Ni}{Di}$$

در روابط فوق، N تعداد بذرجوانه‌زده در آخرین شمارش، K تعداد کل بذرهای کشت شده در هر پتری، N_i تعداد بذر جوانه‌زده در روز iام و D_i روز شمارش(تعداد روز از شروع آزمایش تا روز شمارش) می‌باشد. در تیمار شوری ۳۰۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی به‌طور کامل متوقف و هیچ‌کدام از بذرها جوانه نزدند، بنابراین این تیمار از بین تیمارها حذف و تجزیه و تحلیل‌ها روی سایر تیمارها صورت گرفت. در انتهای آزمایش (روز ۲۱) مجموعه‌ای از خصوصیات شامل درصد بقاء (درصد زنده ماندن تا روز آخر آزمایش)، طول ریشه (سانتی‌متر)، طول اندام هوایی(سانتی‌متر)، ضریب آلومتری (نسبت طول اندام هوایی به ریشه)، وزن خشک ریشه (گرم)، وزن خشک اندام هوایی(گرم)، نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه، درصد سدیم، درصد پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم در اندام هوایی نیز اندازه‌گیری گردید. وزن خشک اندام‌ها پس از خشک کردن آنها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر سدیم و پتاسیم، مقدار ۰/۲گرم از بافت پودر شده توسط آسیاب در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت خاکستر گردید و بعد توسط اسید کلریدریک ۲ نرمال عصاره‌گیری شد. مقدار عناصر سدیم و پتاسیم از روی این عصاره توسط دستگاه فلیم فتومتر[1] قرائت گردید. منحنی استاندارد برای هر یک از عناصر جداگانه ترسیم و با استفاده از آنها غلظت سدیم و پتاسیم در محلول بافت گیاهی محاسبه گردید. در نهایت درصد عناصر مزبور در بافت گیاهی تعیین شد.

برای کلیه صفات مورد بررسی پس از انجام آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها (با استفاده ازQ-Q Plot در نرم افزار SPSS) تجزیه واریانس انجام گردید. برای صفت درصد جوانه‌زنی تبدیل زاویه‌ای (آرک سینوس) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام شد. تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی توده‌ها بر اساس تمام صفات مورد بررسی تحت شرایط تنش انجام و دندروگرام مربوطه با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی و مطابق روش وارد (Ward) ترسیم گردید. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS و SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

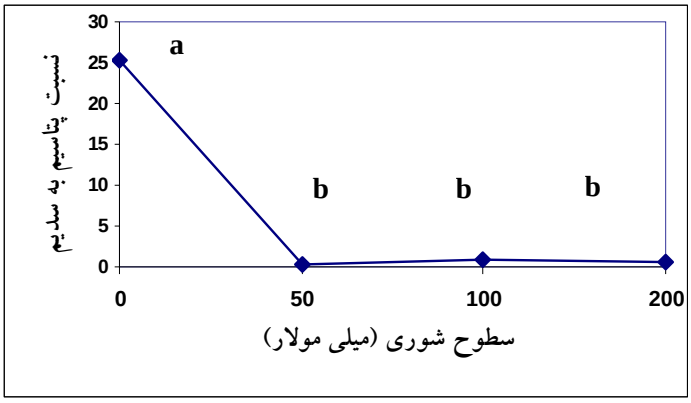
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شوری تأثیر بسیار معنی‌داری(سطح احتمال ۱ درصد) روی تمام صفات مورد مطالعه داشت. توده‌های (ارقام) مورد بررسی از نظر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه، طول اندام هوایی، ضریب آلومتری (نسبت طول اندام هوایی به ریشه) و درصد تجمع عناصر پتاسیم و سدیم و نسبت آنها تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند، اما از نظر سایر صفات اختلافی بین توده‌ها وجود نداشت. نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثر متقابل شوری و ژنوتیپ تنها برای سه صفت درصد سدیم، درصد پتاسیم و نسبت

1 - Flame Photometer Corning 410

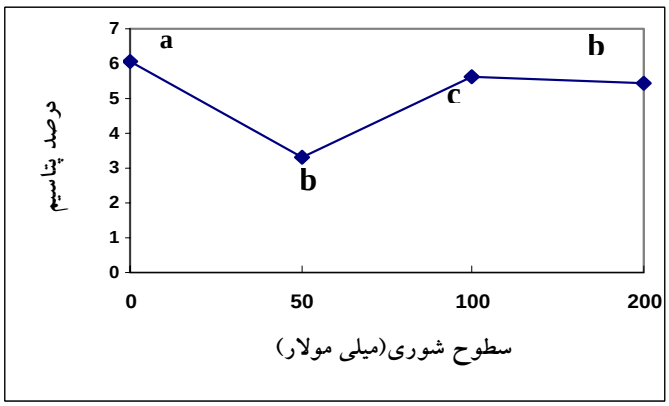
پتاسیم به سدیم معنی‌دار بود که حکایت از آن داشت که واکنش توده‌ها نسبت به سطوح مختلف تنش شوری از نظر انباشت عناصر، با یکدیگر متفاوت می‌باشد (نتایج تجزیه واریانس نشان داده نشده است).

جدول ۲ مقایسه میانگین صفات مختلف را در سطوح مختلف شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه نشان می‌دهد. مقایسه میانگین برای درصد جوانه‌زنی و درصد بقاء گیاهچه نشان داد که با افزایش غلظت کلرید سدیم تا ۱۰۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی و بقاء گیاهچه تحت تأثیر قرار نگرفت، اما در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. از آنجایی‌که در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی حدود ۵۰ درصد شاهد کاهش یافت، می‌توان حد آستانه تحمل توده‌های اسپرس مورد بررسی به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی را غلظت حدود ۲۰۰ میلی‌مولار (معادل هدایت‌الکتریکی۲۳ دسی‌زیمنس بر متر بر اساس اندازه‌گیری با دستگاه سنجش EC) دانست. عدم تأثیرپذیری درصد جوانه‌زنی از غلظت ۱۰۰ مولار نمک نشان می‌هد که اسپرس در مرحله جوانه‌زنی به شوری متحمل می‌باشد. در یک مطالعه بررسی اثر تنش شوری بر سه رقم اسپرس (اسکی، ایمپورتد و لارامی) در مرحله جوانه‌زنی نشان داد که در شوری ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر هیچ‌کدام از توده‌ها جوانه نزدند و سطوح شوری ۳ و ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر از نظر تأثیر جوانه‌زنی با یکدیگر تفاوتی نداشتندکه با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. (به نقل از Bagheri Kazemabad *et al.*, 1989). همچنین در مطالعه آنها در شوری ۲۳ دسی‌زیمنس بر متر جوانه‌زنی به کمتر از ۳۰ درصد کاهش یافت که با نتایج Bagheri Kazemabad *et al.* (۱۹۸۹) مبنی بر روند نزولی برای درصد جوانه‌زنی با افزایش سطوح تنش شوری در اسپرس همسویی نشان می‌دهد. نتایج حکایت از آن دارد که درصد بقاء گیاهچه نیز مانند درصد جوانه‌زنی در تیمار شوری۲۰۰ میلی‌مولار با نقصان شدید و معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها مواجه گردید که نشان می‌دهد گیاهانی که توانسته‌اند در شرایط شور جوانه بزنند، الزاماً نمی‌توانند رشد خود را در مراحل اولیه تداوم بخشند. نتایج درصد بقاء نیز نشان می‌دهد که غلظت۲۰۰ میلی‌مولار را می‌توان به عنوان آستانه تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی در اسپرس دانست. کاهش میزان جوانه‌زنی در اثر تیمارهای شوری در سایر گیاهان از جمله یونجه (Beheshti *et al.*, 2000) و جو (Mano, *et al.* 1996) نیز گزارش شده است.

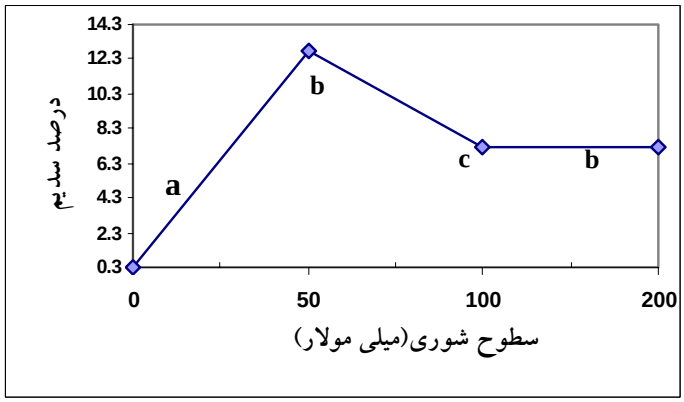
مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری (جدول ۲) نشان داد که با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم، سرعت جوانه‌زنی در هر سطح شوری کاهش معنی‌داری نسبت به سطح قبلی داشت، به‌طوری‌که کمترین آن مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمک بود. این تیمار همچنین از نظر تأخیر در جوانه‌زنی حداکثر مقدار را به خود اختصاص داد، به‌طوری‌که جوانه‌زنی آن پس از ۷ روز به پایان رسید. روند تغییرات روز تا پایان جوانه‌زنی بر خلاف سرعت جوانه‌زنی بود، به‌طوری‌که با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم تعداد روز تا پایان جوانه‌زنی افزایش یافت. همچنین از نظر این صفت تیمارهای شاهد و۵۰



(ج)

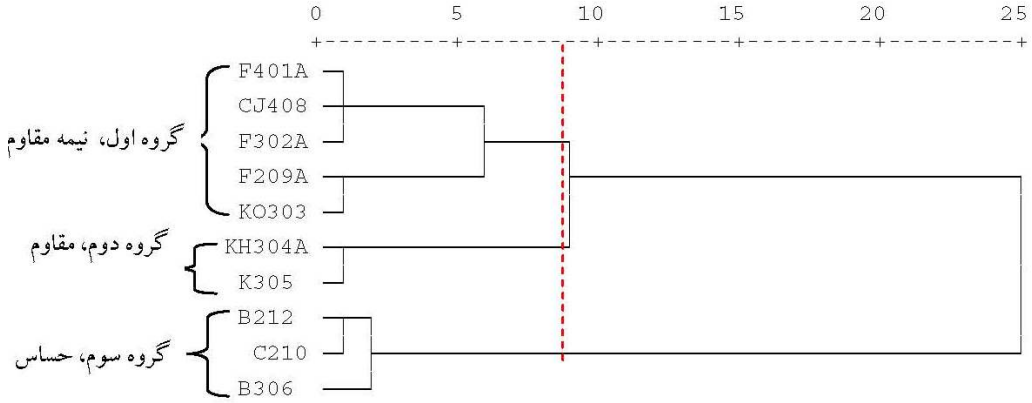


(ب)



(الف)

شکل۱- نمودار تغییرات درصد سدیم (الف), درصد پتاسیم (ب) و نسبت پتاسیم به سدیم (ج) در اندام هوایی اسپرس در غلظت‌های متفاوت کلرید سدیم



شکل۲- نمودار گروه‌بندی توده‌های اسپرس بر اساس ۱۲ ویژگی مربوط به جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و تجمع عناصر سدیم و پتاسیم در شرایط تنش شوری

میلی‌مولار نمک و نیز تیمارهای۱۰۰ و۲۰۰ میلی‌مولار نمک با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری برای صفات طول ریشه، طول اندام هوایی و ضریب آلومتری (نسبت طول ریشه به اندام هوایی) (جدول ۲) نشان داد که طول ریشه و طول اندام هوایی با افزایش تنش شوری، کاهش یافت و هر سطح شوری در دسته مجزایی قرار گرفت، به‌طوری‌که در بالاترین سطح شوری (۲۰۰ میلی‌مولار) طول اندام هوایی و ریشه در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۷٤/۲ و ۸۸/۸ درصد کاهش نشان دادند. نسبت طول اندام هوایی به ریشه (ضریب آلومتری) با افزایش سطوح شوری افزایش یافت، این افزایش نشان می‌دهد که اثر منفی تنش شوری بر رشد اندام هوایی کمتر از ریشه است. کاهش ماده خشک گیاه از مهمترین اثرهای تنش شوری می‌باشد. نتایج این پژوهش (جدول ۲) نشان داد که وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار نمک با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت، اما در سطح شوری۲۰۰ میلی‌مولار کاهش معنی‌داری در آن حادث گردید. تیمار۵۰ میلی‌مولار بر روی وزن خشک ریشه نیز تأثیر معنی‌داری نگذاشت اما سطوح بعدی تنش، وزن خشک ریشه را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند. افزایش غلظت کلرید سدیم در محیط جوانه‌زنی بر روی فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه بر روی فعالیت‌های متابولیک گیاه اثر می‌گذارد. یکی از اثرهای تنش شوری، افزایش شدت تنفس و در نتیجه مصرف انرژی در گیاه می‌باشد، زیرا جذب و انتقال املاح به درون اندامک‌های سلول، به‌منظور حفظ پتانسیل اسمزی، نیازمند مصرف انرژی است، بنابراین یکی از اثرات بارز تجمع املاح کاهش رشد می‌باشد (Kafi & Mahdavi Damghani, 2001). روند تغییرات نسبت وزن اندام هوایی به ریشه و نیز وزن کل گیاهچه نیز حکایت از آن دارد که آستانه تحمل اسپرس از نظر این صفات غلظت۲۰۰ میلی‌مولار نمک می‌باشد.

شکل۱ نمودار تغییرات درصد سدیم، پتاسیم و نسبت آنها را در اندام هوایی به‌دنبال افزایش غلظت‌های کلرید سدیم در محیط جوانه‌زنی اسپرس نشان می‌دهد. تیمار۵۰ میلی‌مولار نمک در محیط جوانه‌زنی، درصد سدیم اندام هوایی را به ۱۲/٦ درصد افزایش داد، درحالی‌که این مقدار در تیمار شاهد ۰/۳ بود. با افزایش غلظت نمک به ۱۰۰ میلی‌مولار، درصد سدیم اندام هوایی به طور معنی‌داری

کاهش یافت و به ۷/۳ درصد رسید. این درصد در سطح بعدی شوری نیز ثابت ماند. عکس این روند برای درصد پتاسیم مشاهده گردید، به‌طوری‌که با افزایش غلظت نمک، درصد پتاسیم از ٦ درصد در شاهد به ۳/۳ درصد در تیمار ۵۰ میلی‌مولار کاهش یافت (شکل ۱). سپس با افزایش غلظت نمک به ۱۰۰ میلی‌مولار، درصد پتاسیم افزایش و به ۵/٦ درصد رسید و در سطح بعدی تنش (۲۰۰ میلی‌مولار) نیز ثابت ماند. نسبت پتاسیم به سدیم در تیمارهای شوری در مقایسه با شاهد کاهش بسیار معنی‌داری نشان داد و از ۲۵/۲ در شاهد به ۰/۲۵ در تیمار اول (۵۰ میلی‌مولار) رسید، اما سطوح مختلف شوری از نظر این ویژگی تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. به عبارت دیگر، این نسبت در تمام سطوح شوری ثابت نگه داشته شده است (شکل ۱). به‌نظر می‌رسدکه اسپرس در غلظت‌های کم شوری از مکانیسم تنظیم اسمزی و در غلظت‌های بالا از مکانیسم عدم جذب برای تحمل به شوری استفاده می‌کند. مطابق این سیستم زمانی‌که با افزایش غلظت نمک در محیط ریشه، پتانسیل آب محیط کاهش می‌یابد، جذب آب توسط سلول‌های گیاهی به سختی صورت می‌گیرد، در نتیجه گیاه برای مقابله با این مشکل، املاح از جمله سدیم را از محیط جذب کرده تا با کمتر شدن پتانسیل آب سلول نسبت به محیط، جذب آب امکان‌پذیر گردد (Zhu, 2003). سدیم در جذب با پتاسیم رقابت کرده و احتمالاً ناقلین پتاسیم را نیز بلوکه می‌کند، بنابراین افزایش جذب سدیم با اختلال در جذب پتاسیم همراه خواهد بود و در نتیجه نسبت پتاسیم به سدیم کاهش می‌یابد (Zhu, 2003). از آنجایی‌که وجود نسبت معینی از پتاسیم به سدیم در سلول برای انجام فعالیت‌های طبیعی سلول ضروری می‌باشد، گیاه در مرحله بعد، جذب سدیم را متوقف کرده، بر جذب پتاسیم افزوده و حتی سدیم اضافی را دفع نموده و یا به بخش‌های دیگر گیاه منتقل می‌نماید. با این عمل نسبت پتاسیم به سدیم ثابت نگه داشته می‌شود (Chinnusamy *et al*., 2005).

مقایسه میانگین‌ها برای توده‌ها (جدول ۳) نشان داد که توده‌های مورد مطالعه از نظر درصد جوانه‌زنی و درصد بقاء گیاهچه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. توده‌های K305، F401A و KH304A کمترین میزان کاهش درصد جوانه‌زنی و بقاء گیاهچه را داشتند (کمتر از ۳۰ درصد افت جوانه‌زنی و کمتر از ۵۰ درصد افت درصد بقاء) و از این لحاظ به‌عنوان نمونه‌های متحمل شناخته شدند. توده K305 بیشترین سرعت جوانه‌زنی تحت شرایط تنش را نیز داشت. بر اساس معیار جوانه‌زنی توده B306 را می‌توان به‌عنوان حساس‌ترین توده معرفی نمود، به‌طوری‌که میزان جوانه‌زنی آن تحت تنش به میزان ۷۲/۵ درصد کاهش نشان داد. نتایج درصد جوانه‌زنی و بقاء گیاهچه حکایت از آن دارد که تحت شرایط غیر تنش (شاهد) تفاوت بین توده‌ها معنی‌دار نمی‌باشد، در حالی که تحت شرایط تنش (۲۰۰ میلی‌مولار نمک) تنوع بیشتر بوده و تفاوت بین آنها معنی‌دار می‌باشد که حاکیت از پتانسیل بالقوه توده‌ها از نظر تحمل به تنش می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی می‌تواند به‌عنوان یکی از معیارهای مهم در گزینش ارقام متحمل به شوری مورد توجه قرار گیرد، زیرا زمانی‌که یک رقم بتواند به‌طورنسبی سریعتر جوانه‌زده و در خاک استقرار یابد، مدت زمان کمتری در معرض اثرهای سوء نمک‌ها در مرحله جوانه‌زنی بوده و احتمال فرار از این مرحله و در نتیجه تولید عملکرد افزایش می‌یابد (Nichols *et al*., 2009). وجود همبستگی مثبت بین سرعت جوانه‌زنی بذر و رشد و نمو گیاه بالغ در گندم و جو گزارش شده است، به‌طوری‌که در سرعت‌های بالای جوانه‌زنی، گیاهان از شرایط حاکم بر محیط‌های شور کمتر

متأثر گردیده و رشد بیشتری داشتند (Ayers *et al*., 1952). مقایسه میانگین توده‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که توده K305 بیشترین و توده B306 کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند. نتایج تحقیق در گندم حکایت از آن دارد که اصولاً ارقامی که در مدت زمان کمتری جوانه می‌زنند، در مقایسه با ارقامی که در بیشترین زمان این فرایند را طی می‌کنند، نسبت به تنش شوری متحمل‌تر هستند (Bandehagh *et al.*, 2004).

از این‌رو تنش شوری طول ریشه و طول اندام هوایی را در تمام توده‌ها به شدت کاهش داد، به‌طوری‌که دامنه ضریب آلومتری از ۱/۱۱ در توده C210 تا ۲/۳۰ در توده B306 متغیر بود. این دو توده به‌ترتیب کمترین و بیشترین طول اندام هوایی را داشتند. برخی از محققان (Bandehagh *et al.*, 2004؛ Mano *et al.*, 1996) گزارش کرده‌اند که ارقام متحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی مقدار پایین‌تری از ضریب آلومتری دارند. چرا که در ارقام متحمل، ریشه آسیب‌پذیری کمتری در مقایسه با اندام هوایی دارد. نتایج وزن ریشه و اندام هوایی نیز حکایت از آن دارد که تنش شوری باعث کاهش این صفات گردید. با این‌حال، بین توده‌ها از نظر میزان این کاهش تنوع وجود داشت. به‌طوری‌که توده KH304A (با منشأ خوانسار)، کمترین میزان کاهش از نظر وزن ریشه، وزن اندام هوایی، نسبت آنها و وزن کل گیاهچه را داشت. با در نظر گرفتن این نتایج در کنار نتایج درصد جوانه‌زنی و بقاء، این توده را می‌توان به‌عنوان یک توده متحمل معرفی کرد. کاهش رشد در اندام‌های مختلف در مرحله تنش شوری می‌تواند ناشی از اختلال در فرایندهای فیزیولوژیک و متابولیک گیاه باشد که در نتیجه تغییر در پتانسیل اسمزی و افزایش سمیت عناصر در گیاه حادث می‌شود (Mirmohammadi Maybodi & Ghareyazi, 2002). تأثیرپذیری کمتر تحت شرایط تنش می‌تواند برای گزینش توده‌ها و ارقام متحمل مورد استفاده گیرد. به‌طوری‌که در برخی گزارش‌ها طول ریشه به عنوان یک معیار مناسب جهت انتخاب ارقام متحمل به شوری مطرح بوده و همبستگی بالایی با درصد جوانه‌زنی داشته است (Myamoto *et al.*, 1984; Bagheri Kazemabad, *et al.*, 1989). در دیگر گیاهان نیز اثرهای مخرب و بازدارنده تنش شوری بر رشد و نمو منعکس شده است (Boubaker, 1996; Mano *et al.*, 1996; Aiazzi *et al.*, 2004). نتایج حاصل از اندازه‌گیری انباشت عناصر در توده‌ها حکایت از آن داشت که تنش شوری باعث افزایش شدید درصد سدیم و کاهش درصد پتاسیم گردید (جدول ۳). تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای نیز بین توده‌ها از نظر این خصوصیات دیده شد. به‌طوری‌که توده CJ408 با ۵/۵ درصد کمترین و توده KO303 با ۹/۹ درصد بیشترین مقدار سدیم را جذب نمودند. توده KH304A کمترین میزان کاهش پتاسیم را در اثر تنش به خود اختصاص داد و بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم را نیز تحت شرایط تنش داشت که تأییدی بر دیگر خصوصیات مرحله جوانه‌زنی این توده مبنی بر متحمل بودن آن در این مرحله می‌باشد.

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای توده‌های تحت بررسی در شکل ۲ نشان داده شده است. برش دندروگرام در فاصله ۹ واحد، توده‌های مورد بررسی را به سه گروه مجزا تقسیم‌بندی نمود. گروه اول شامل پنج توده F401A، CJ408، F302A، F209A و KO303 بود. این توده‌ها از درصد و سرعت جوانه‌زنی نسبتاً بالایی برخوردار بوده و در تعداد روز کمتری جوانه‌زنی خود را تحت شرایط تنش کامل کرده‌اند که نشان می‌دهد از نظر ویژگی‌های جوانه‌زنی نسبت به سایرین برتری داشتند. این توده‌ها عمدتاً ضریب آلومتری و نیز نسبت پتاسیم به سدیم متوسطی داشتند.

بنابراین توده‌های این گروه از نظر میزان تحمل نیمه مقاوم می‌باشند. گروه دوم شامل دو توده KH304A و K305 بود. این گروه در فواصل بالاتر با نمونه‌های گروه اول ادغام می‌گردند. بررسی خصوصیات این گروه نشان داد که توده K305 کمترین افت (درصد تفاوت) میزان جوانه‌زنی و بیشترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند. توده KH304A کمترین افت درصد بقاء گیاهچه، وزن اندام هوایی و وزن کل گیاهچه و نسبت وزن ریشه به اندام هوایی را داشت، ضمن این‌که بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم را نیز به خود اختصاص داد. شاخص درصد تفاوت برای این دو توده نیز نشان داد که از نظر صفات وزن ریشه، وزن کل گیاهچه نسبت به دیگر نمونه‌ها برتری داشتند، بنابراین این گروه را می‌توان گروه توده‌های متحمل نامگذاری کرد. سایر توده‌ها شامل سه توده B212، C210 و B3206 در گروه سوم قرار گرفتند که ویژگی‌های آنها حکایت از آن دارد که می‌توان آنها را به‌عنوان نمونه‌های حساس در مرحله جوانه‌زنی نسبت به سایرین معرفی کرد. بهره‌گیری از معیارهای مرحله جوانه‌زنی برای شناسایی ارقام متحمل به شوری در دیگر گزارشها نیز عنوان شده است (Bandehagh *et al*., 2004).

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که تنش شوری تأثیر شدیدی بر جوانه‌زنی و خصوصیات گیاهچه در اسپرس دارد که از این ویژگی‌ها می‌توان به‌عنوان معیارهای مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی استفاده کرد. آستانه کلی تحمل اسپرس به شوری غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار تشخیص داده شد که حکایت از تحمل بالای این گیاه می‌باشد. توده‌های اسپرس مورد بررسی تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر خصوصیات جوانه‌زنی تحت تنش شوری به‌ویژه از نظر تجمع عناصر سدیم و پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم نشان دادند که از این تنوع می‌توان در جهت انتخاب توده‌های متحمل برای برنامه‌های به‌نژادی آینده سود جست.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاران گرامی استادان گرانقدر(آقایان دکتر عبدالمجید رضایی و دکتر احمد ارزانی) که با ارائه نظرات ارزنده ما را در بهبود کیفی مقاله یاری کردند، قدردانی می‌گردد.

جدول ۱- اسامی و منشأ توده‌های اسپرس مورد مطالعه در بررسی تنش شوری

ردیف	نام توده	منشأ
۱	F209A	توده محلی فریدون شهر
۲	C210	واریته کمپوزیت کبوتر آباد
۳	B212	توده محلی بویین میاندشت
٤	F302A	توده محلی فریدن
٥	KO303	توده محلی خرم آباد
٦	KH304A	توده محلی خوانسار
۷	K305	توده محلی خوانسار
۸	B306	توده محلی بویین میاندشت
۹	F401A	توده محلی فریدون شهر
۱۰	CJ408	واریته کمپوزیت جنت آباد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای شوری (NaCl) برای صفات مختلف به هنگام جوانه‌زنی در توده‌های اسپرس*

تیمار شوری	درصد جوانه‌زنی	درصد بقاء گیاهچه	سرعت جوانه‌زنی	روز تا پایان جوانه‌زنی	طول ریشه (سانتیمتر)	طول اندام هوایی (سانتیمتر)	ضریب آلومتری	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	نسبت وزن اندام هوایی به ریشه	وزن کل گیاهچه (گرم)
شاهد	۹٤[a]	۸۹[a]	۲٤/۷[a]	٤/۹[b]	۷/٥٤[a]	٤/۸٥[a]	۰/٦٥[c]	۰/۱٥۷[a]	۰/۰۹۰[a]	۱/۷٤[a]	۰/۲٤۷[a]
٥۰ میلی‌مولار	۹٤/۲٥[a]	۸۲/۷٥[a]	۲۱/٥[b]	٥/٦[b]	٤/٥۹[b]	۳/٤۹[b]	۰/۷۹[c]	۰/۱٦۲[a]	۰/۰۸۳[a]	۱/۹٥[a]	۰/۲٤٥[a]
۱۰۰ میلی‌مولار	۹۳/۹٥[a]	۷۸/۲[a]	۱۸/۹[c]	٦/۷[a]	۲/٥۳[c]	۲/٤۳[c]	۱/۰۲[b]	۰/۱٦۰[a]	۰/۰۷٥[b]	۲/۱۳[a]	۰/۲۳٥[a]
۲۰۰ میلی‌مولار	٤۸/٥[b]	۲۹/۷٥[b]	٦/٥[d]	۷[a]	۰/۸٤[d]	۱/۲٥[d]	۱/٥۳[a]	۰/۰٥۸[b]	۰/۰٦۰[c]	۰/۹٦[b]	۰/۱۱۸[b]

*برای هر صفت، تفاوت دو عدد که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ٥ درصد مطابق آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد

جدول ۳- مقایسه میانگین توده‌های اسپرس برای جوانه‌زنی و صفات گیاهچه‌ای تحت شرایط غیرتنش (شاهد) و تنش شوری (غلظت ۰/۲ مولار نمک)

	درصد جوانه‌زنی			درصد بقاء			روز پایان جوانه‌زنی			سرعت جوانه‌زنی			طول ریشه (cm)			طول اندام هوایی(cm)			ضریب آلومتری		
توده	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت
F209A	۱۰۰	٦۲/٥	۳۷/٥	۱۰۰	۳۰	۷۰	۳/٥	۷	۱۰۰	۲۸/۱	۹/۳	٦٦/۹	۷/٥۰	۰/۷۹	۸۹/۲	٤/٥	۱/۱	۷٦/۷	۰/٦	۱/۳۹	۱۳۱
C210	۱۰۰	۳۷/٥	٦۲/٥	۱۰۰	۲۲/٥	۷۷/٥	٥/٥	۷	۲۷/۳	۲٤	٤/٤	۸۱/٦	٦/۸۷	۰/۸۱	۸۸/۳	٤/٤	۰/۹	۷۹/٦	۰/٦٤	۱/۱۱	۷۳/٤
B212	۹۷/٥	۳۰	٦۹/۲	۹٥	۲۰	۷٥	٥/٥	۷	۲۷/۳	۲٦	۳/۹	۸٥	٦/۹٥	۰/۷۹	۸۸/٦	٤/٦	۱/۱	۷٤/۹	۰/٦٦	۱/۳۹	۱۱۰/٦
F302A	۹۰	٥۰	٤۰	۸۲/٥	۲۰	٦۲/٥	٤	٦/٥	٦۲/٥	۲٤/۱	۸/۹	٦۳	۷/۱٦	۰/۷٦	۸۹/۳	٤/۸	۱/۲	۷٤/٦	۰/٦۷	۱/٥۷	۱۳٤/۳
KO303	۹٥	٤۷	٥۰/۲	۸۷/٥	۱٥	۷۲/٥	٥	٦	۲۰	۲٥/٦	٤/۲	۸۳/٦	۷/۱٦	۰/۸۰	۸۸/۸	٥/۳	۱/۱	۷۸/۳	۰/۷٤	۱/۳٦	۸۳/۸
KH304A	۹۰	٦۰	۳۰	۷۷/٥	٦۰	۱۷/٥	٤/٥	۸	۷۷/۷	۲٤/۱	٥/٦	۷٦/۷	٥/٦۰	۰/۸۲	۸٥/۳	٤/۲	۱/۳	۷۰	۰/۷٥	۱/٥۸	۱۱۰/٦
K305	۸۷	۷۲/٥	۱٤/٥	۸٥	۳٥	٥۰	٥/٥	۷	۲۷/۳	۲۳/۹	۱۰	٥۸/۲	۷/۷۷	۰/۷۹	۸۹/۸	٤/۲	۱/۳	٦۸/٤	۰/٥٤	۱/٦۳	۲۰۱/۸
B306	۹۲/٥	۲۰	۷۲/٥	۹۰	۲۰	۷۰	۷	۷/۱	۱/٤	۱۸/٦	۲/۸	۸٥	۷/۷٦	۰/۸۲	۸۹/٤	٥/۹	۱/۹	٦۸/۲	۰/۷٦	۲/۳	۲۰٦/٥
F401A	۹۲	٦٥	۲۷	۷۷/٥	٤۲/٥	۳٥	٥	۷/٥	٥۰	۲٥/۳	۸/۲	٦۷/٦	۹/۱٥	۰/۷٦	۹۱/٦	٥/٤	۱/۳	۷٦/٥	۰/٥۹	۱/۷	۱۸۳
CJ408	۹٥	٦۰	۳٥	۹٥	۳۲/٥	٦۲/٥	۳/٥	۷	۱۰۰	۲٦/۹	۸/۱	٦۹/۸	۸/۰۳	۱	۸۷/٦	٤/۸	۱/۳	۷۳/۳	۰/٥٦	۱/۳	۱۳٥/۷
LSD	۱۳/۲	۲۳/۹		۲۰/٤	۱۹/٤		۲/۷	۰/٦٦		٥	۳/۳		۱/۳	۰/۸۰		۰/۹	۰/۱		۰/۲۱	۰/٥	

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین توده‌های اسپرس برای جوانه‌زنی و صفات گیاهچه‌ای تحت شرایط غیرتنش (شاهد) و تنش شوری (غلظت۲۰۰ میلی‌مولار)

توده	وزن ریشه (g)			وزن اندام هوایی (g)			نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی			وزن کل گیاهچه(g)			درصد سدیم			درصد پتاسیم			نسبت پتاسیم به سدیم		
	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت	شاهد	تنش	تفاوت	شاهد	تنش	تفاوت	شاهد	تنش	درصد تفاوت
F209A	۰/۱۰	۰/۰٦	٤۰	۰/۱٦	۰/۰۷	٥٦/۲	۱/٦	۱/۱	۲۸	۰/۲٦	۰/۱۳	٤۹/٦	۰/۲۹	٦/۸	٦/٥۱	٦/٦	٥/٥	۱/۱	۲۱/٥	۰/۷٦	۹٦/٥
C210	۰/۰۸	۰/۰٦	۲۹/٤	۰/۱٦	۰/۰٤	۷٥/۷	۱/۷	۰/۷۱	٦۲/٥	۰/۲٥	۰/۱۰	٦۰	۰/۱٤	۷/۹	۷/۷٦	٦/۱	٥/۷	۰/٤	۳۹/۹	۰/٦۹	۹۸/۳
B212	۰/۹۰	۰/۰٦	۳۳/۳	۰/۱۷	۰/۰٤	۷٤/۲	۱/۹	۰/۷۲	٦۱/۳	۰/۲٦	۰/۱۰	٦۰	۰/۳٥	۸/۹	۸/٥٥	٦/۷	٥/٥	۱/۲	۱۸/۲	۰/٥۹	۹٦/۷
F302A	۰/۰۸	۰/۰٦	۲٥	۰/۱٦	۰/۰٥	٦۹/۷	۲	۰/۸۲	٦۰/۲	۰/۲٤	۰/۱۱	٥٤/۲	۰/۱۷	۹/۲	۹/۰۳	٦/۱	٥/٦	۰/٥	۳۲/۷	۰/٥۸	۹۸/۲
KO303	۰/۱	۰/۰٦	۳۸	۰/۱٦	۰/۰۳	۷۸/۸	۱/٦	۰/٥۰	٦٦	۰/۲٦	۰/۰۹	٦٥/٤	۰/۳٦	۹/۹	۹/٥٤	٦	٥/٥	۰/٥	۱٥/٤	۰/٥۸	۹٦/۲
KH304A	۰/۰۸	۰/۰۷	۲۳/۷	۰/۱۳	۰/۱۳	۳/۷۰	۲/۲	۱/۷	۲۲/٦	۰/۲۱	۰/۱۹	۹/٥	۰/۳٦	٦/۳	٥/۹٤	٥/۹	٥/٦	۰/۳	۱٤/۹	۰/۸۹	۹٤
K305	۰/۰۸	۰/۰۷	۲۳/۹	۰/۱٤	۰/۰٦	٥۸/٦	۱/۸	۱	٤٥/۹	۰/۲۲	۰/۱۲	٤٥/٤	۰/۱۲	٦/٦	٦/۸٤	٦/٤	٥/۳	۱/۱	٤۸/۲	۰/۷۷	۹۸/٤
B306	۰/۰۹	۰/۰٦	۳٦/۸	۰/۱٦	۰/۰٤	۷٥	۱/۷	۰/۷	٦۰/۷	۰/۲٥	۰/۱۰	٦۰	۰/۳۸	٦/۱	٥/۷۲	٥/٥	٥	۰/٥	۱۳/۹	۰/۷۸	۹٤/٤
F401A	۰/۰۸	۰/۰٦	۲۹/٤	۰/۱٤	۰/۰٦	٥۸/٦	۱/۷	۱	٤۱/۱	۰/۲۳	۰/۱۲	٤۷/۸	۰/۲٤	٥/۳	٥/۰٦	٥/۸	٤/۹	۰/۹	۲۲/۸	۰/۸٦	۹٦/۲
CJ408	۰/۱۰	۰/۰٦	٤۲/۸	۰/۱٦	۰/۰٥	٦٥/٦	۱/٥	۰/۹۱	۳۹/٥	۰/۲٦	۰/۱۱	٥۷/۷	۰/۲۲	٥/٥	٥/۲۸	٥/۸	٤/۹	۰/۹	۲٤/۸	۰/۸٤	۹٦/٦
LSD	۰/۰٤	۰/۰۱		۰/۰۳	۰/۰۲		۰/٦	۰/٤۸		۰/۰۷	۰/۰۲		۰/۰۲	۰/۳۲		۰/٤۹	۰/۲۳		٤/٥	۰/۰٦	

منابع مورد استفاده

– Aiazzi, M.T.، Carpane, P.D., Arguello J.A. and Piotto, B., 2004. Salt tolerance at the germination stage of *Atriplex cordobensis* from different provenances. Seed Science and Technology. 32: 43-52.

– Assadian، N.W. and Mymoto, S., 1987. Salt effects on alfalfa seedling emergence. Agronomy Journal, 79: 710-714.

– Ayers, A.D.، Brown, J.W. and Wadleigh, C.H., 1952. Salt tolerance of barley and wheat in soil plots receiving several salinization regimes. Agronomy Journal, 44: 307-310.

– Bagheri Kazemabad, A. Sarmadnia, GH. H., and Hajrasooliha, S.H., 1989. Study of salt effect tolerance on Sainfoin. Iranian Jourmnal of Agricultural Sciences. 20: 11-20. (In Farsi).

– Bandehagh, A., Kazemi, H., Valizadeh, M., Javanshir, A., and Jalil, S.H., 2004. Response of some wheat varieties and lines to salt tolerance in germination stage. Journal of Agricultural Science.14 (4): 133-147. (In Farsi)

– Beheshti, A.R., Tavakoli, H.R. and Koocheki, A., 2000. The effect of salt and temperature on germination of different alfalfa cultivars. Journal of Agricultural Science and Technology. 14(1): 71-79. (In Farsi).

– Blum, A., 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press. Bacon/FL.

– Boubaker, M. 1996. Salt tolerance of durum wheat cultivars during germination and early seedling growth. Agricalture Mediterrane,126(1): 32-39.

– Chinnusamy, V., Jagendorf, A. and Zhu, J. K., 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. Crop Science, 45: 437-448.

– Flowers، T.J.، and Yeo, A. R., 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants. Where next? Australian Journal of Plant Physiology, 22: 875-884.

– Kafi, M., and Mahdavi-Damghani, A., 2001. Mechanisems of Environmental Stresses In Plants. Ferdowsi University Press. 468. (In Farsi).

– Karimi, GH. And Heidari-Sharifabad, H., 2005. Salt effects on germination, seedling establishment and prolin concentration in *Atriplex verrcucifera*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 12: 419-422. (In Farsi).

– Majidi, M.M. and Arzani, A., 2004. Induced Mutation by Ethyle Methane Sulfonate (EMS) in Sainfoin. Journal of Agricultural Sciences and Technology. 18: 167-180.(In Farsi).

– Mano, Y., Nakazumi, H. and Takeda, K., 1996. Varietal variation and effects of some major genes on salt tolerance at the germination stage in barley. Breeding Sciences. 46: 227-233.

– Mirmohammady-Maibody, S.A.M. and Ghareyazi, B., 2002. Physiological Aspects and Breeding for salinity stresses in plants. Isfahan University of Technology Press. 274p. (In Farsi).

– Mirodjagh, S. S. and Arzani, A., 1999. Assessment of durum wheat cultivars for *in vitro* salt tolerance. Journal of Science and Technology in Agriculture and Natural Resources. 3(1): 21-34. (In Farsi)

– Myamoto، S.، Piela, K., Davis, J. and Fenn, L.B., 1984. Salt effects on emergence and seedling mortality of guayule. Agronomy Journal, 76: 295-300.

– Nichols, P. G. H., Malik, A.I, Stockdale, M. and Colmer, T.D., 2009. Salt tolerance and avoidance mechanisms at germination of annual pasture legumes: importance for adaptation to saline environments. Plant and Soil, 315: 241–255.

– Shariat, A. and Heidari Sharifabad, H., 2003. Salinity resistance of Salad burnet (*Poterium sanguisorba*) in germination stage and seedling growth. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 11(1): 18-26.

– Timson، J., 1965. New methods of recording germination data. Nature, 207: 216-217.

– Zhu، J.K. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. Current Opinion in Plant Biology, 6: 441-445.

Salt effects on germination and seedling growth of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) genotypes

M. M.Majidi*[1], M.R.Jazayeri[2] and Gh. Mohammadinejad[3]

1* – Corresponding author, Assist. Prof., College of Agriculture- Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. Iran.
E-mail: majidi@cc.iut.ac.ir
2 – M.Sc., Seed Certification and Registration Research Institute, Karaj. I.R.Iran.
3 - Assist. Prof., Agronomy and Plant Breeding college, Shahid Bahonar University, Kerman, I.R.Iran.

Received: 10.05.2009 Accepted: 22.11.2009

Abstract

Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) is widely grown as forage and pasture legume in Iran and is tolerant to environmental stresses. Developing cultivars with higher salt tolerance at germination stage will increase seedling establishment and yield. This experiment was conducted to determine the effects of different concentrations of sodium chloride (0، 0.1، 0.2، 0.3 M) on the germination، seedling growth، Na and K uptake of ten Iranian sainfoin genotypes. Results indicated that salt has significant effects on all parameters and the threshold for germination was determined as 0.2 Molar. Increasing the salt concentration decreased germination percentage، rate of germination، seedling viability percentage، root length، shoot length، root and shoot dry weight، percentage of Na uptake and K/Na ratio. In contrast shoot length/root length ratio and percentage of K uptake was significantly increased. The sainfoin genotypes showed considerable variation for salt tolerance based on the measured characters at germination stage and a variety selected from Khonsar population (KH304A) was found the most tolerant one. Cluster analysis based on all of the recorded characters, classified the genotypes in three clusters that mainly supported germination parameters of entries. Results indicated that there is sufficient genetic variation for salt tolerance among the studied genotypes and they can be used to improve salt tolerance of sainfoin in breeding programs.

Key words: Germination, Sainfoin, Salt tolerance, Seedling and Selection