

بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی و بنیه بذر در سه گونه سالسولا (*Salsola arbuscula*, *Salsola yazdiana*, *Salsola abarghuensis*)

اصغر مصلح آرانی^{*}، غلامرضا بخشی خانیکی^۲، نجمه نعمتی^۳ و مهدی سلطانی^۴

^{*} - نویسنده مسول مکاتبات، استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، پست الکترونیک: amosleh@yazduni.ac.ir

^۲ - استاد، دانشگاه پیام نور تهران

^۳ - کارشناس ارشد، علوم گیاهی دانشگاه پیام نور

^۴ - کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۹/۲۱

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۹

چکیده

در این تحقیق اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی و بنیه بذر در سه گونه شورپسند سالسولا به نام‌های *S. abarghuensis*, *Salsola arbuscula* و *S. yazdiana* مطالعه شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تکرار و با سطوح شوری ۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ میلی‌مولار بر لیتر نمک NaCl و مخلوط دو نمک شامل NaCl و Na₂SO₄ (به نسبت ۷۰ و ۳۰ درصد) انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت هر دو نمک (NaCl, NaCl+Na₂SO₄) درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها را در هر سه گونه کاهش داد. در هر سه گونه بیشترین جوانه‌زنی در محلول شاهد و ۲۰۰ mM و کمترین جوانه‌زنی در غلظت ۸۰۰ mM با محلول NaCl+Na₂SO₄ مشاهده شد. نتایج اثرات شوری بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه مشابه جوانه‌زنی بذرها بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی در محلول شاهد و ۲۰۰ میلی‌مولار در هر دو تیمار نمک در گونه *S. abarghuensis* (۹۴ و ۸۹ درصد) و کمترین آن در گونه *S. yazdiana* (۵۲/۴ و ۴۸/۵ درصد) مشاهده شد. در مقابل بیشترین جوانه‌زنی (بیشتر از ۳۰ درصد) در محلول ۸۰۰ میلی‌مولار محلول دو نمک در گونه *S. arbuscula* مشاهده شد. آنالیز بافت‌های هوایی گیاهان بالغ سه گونه مورد مطالعه نشان داد که میزان تجمع املاح سدیم و پتاسیم در *S. abarghuensis* خیلی زیاده‌تر از دو گونه دیگر بود. ارتباط تجمع املاح در بافت‌های گیاهی و خاک هر سه رویشگاه و نحوه مقاومت این گیاهان به شوری مورد بحث قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، جوانه‌زنی بذر، *Salsola arbuscula*, *S. abarghuensis* و *S. yazdiana*.

مقدمه

میلیون هکتار از اراضی کشور را پوشش می‌دهد. خاک‌های شور در کشور حاوی مقادیر زیادی از نمک-های محلول بوده و بسیاری از آنها از رنگ روشن و ماده آلی اندکی برخوردار هستند. در خاک‌های ایران آنیون غالب کلرید است، ولی سولفات‌ها نیز در بعضی

تنش شوری و مبارزه با آن از عمده مسائلی است که بشر از هزاران سال پیش تاکنون با آن دست به گریبان بوده است. خاک‌های شور و قلیا در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران توسعه یافته و سطحی معادل ۲۵

مناطق در مقادیر قابل توجهی وجود دارند. کاتیون غالب این خاک‌ها سدیم است. بنابراین نمک‌ها در این خاک‌ها به صورت عمده کلرید سدیم و یا سولفات سدیم می‌باشند (جعفری، ۱۳۷۹). به طور کلی برای بهره‌برداری از زمین‌های شور دو راه وجود دارد: یکی کاهش شوری خاک و دیگری استفاده از گیاهانی که قادر به تحمل و تولید اقتصادی در این شرایط هستند (قادری و همکاران، ۱۳۸۰). یکی از اهداف اصلی محققان این است که با مطالعه سازگاری گیاهان در مقابل تنش‌ها، مقاومترین آنها را شناسایی کنند و با توسعه آنان در جهت حفظ پوشش گیاهی و احیای مراتع قدم‌های اساسی بردارند (جعفری، ۱۳۷۹). از آنجایی که رشد و نمو گیاهان از جوانه‌زنی شروع می‌شود و برای ادامه حیات باید بذرها جوانه بزنند تا بتوانند خود را با شرایط محیط وفق داده و در خاک مستقر گردند، بنابراین موفقیت گذراندن این دوره نقش مهمی را در مراحل دیگر استقرار گیاه خواهد داشت (سعیدیان، ۱۳۷۵). دادخواه (۱۳۸۵) با بررسی تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار ژنوتیپ چغندر قند نشان داد که پتانسیل منفی آب، نوع نمک ایجاد کننده پتانسیل منفی و ژنوتیپ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور معنی‌داری اثر منفی دارد و با کاهش پتانسیل آب، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و اثر آن بر درصد جوانه‌زنی بیشتر از سرعت جوانه‌زنی است. با توجه به عدم شناخت دقیق از گونه‌های هالوفیت انحصاری ایران در رابطه با میزان مقاومت آنها به شوری، الزامیست که مطالعات گسترده‌تری در این زمینه صورت گیرد تا با شناخت بهتری بتوان از گونه‌های هالوفیت بومی ایران

جهت مدیریت اراضی در این مناطق استفاده نمود. گیاهان جنس سالسولا نقش مهمی در تأمین علوفه دام و در اصلاح و احیاء مراتع خشک و اراضی شور ایفا می‌کنند. جنس *Salsola* با داشتن ۱۰۰ گونه بزرگترین جنس در زیر خانواده *Salsoloideae* می‌باشد. شناسایی گونه‌های مختلف این جنس بخاطر نداشتن ویژگی‌های قابل تشخیص ساده، زیستگاه‌های خیلی متغیر، اختلافات مورفولوژیکی گیاهان جوان و گیاهان بالغ برای گیاه‌شناسان مشکل می‌باشد. این جنس بدلیل ویژگی‌هایی مانند مقاومت به خشکی، شوری، آفات و بیماری‌ها، سیستم ریشه‌ای عمیق، فشار اسمزی بالا، کارایی بالا در استفاده آب و شکل‌های زیستی مختلف به عنوان یک گیاه مهم علوفه‌ای در زمین‌های خشک محسوب شده و برای کاشت در زمین‌های شور جایی که محصولات دیگر تولید خوبی ندارند و یا در نواحی که آبیاری فقط با آب شور امکان دارد حائز اهمیت است.

در این تحقیق سه گونه از جنس سالسولا از خانواده کنوپودیاسه (*Chenopodiaceae*) انتخاب گردید. این گونه‌ها از عناصر مهم گیاهی ایران و تورانی و انحصاری ایران می‌باشند. مخصوصاً این که دو گونه *Salsola abarghuensis* و *S. yazdiana* بومی یزد بوده (اسدی، ۱۳۸۰) و تا به حال روی این دو گونه تحقیقی انجام نشده است.

مواد و روشها

به منظور بررسی و تعیین واکنش جوانه‌زنی بذر سه گونه *S. abarghuensis*، *Salsola arbuscula* و *S. yazdiana* نسبت به تنش شوری، این تحقیق در

متوالی ثابت ماند. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور روزانه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از خط‌کش میلی‌متری استفاده شد. بدین منظور طول ساقه‌چه از محل اتصال به برگ‌های لپه‌ای تا محل تغییر رنگ ساقه‌چه (ساقه‌چه به رنگ سبز مشاهده شد) و طول ریشه‌چه از انتهای آن تا محل تغییر رنگ ریشه‌چه محاسبه گردید.

درصد و سرعت جوانه‌زنی از فرمول‌های زیر به دست می‌آیند:

= درصد جوانه‌زنی

$100 \times \text{تعداد بذرها} / \text{تعداد بذره‌های جوانه زده تا روز } n$

$n = \text{شمار روزهای مورد نظر پس از شروع آزمایش}$

$Rs = \sum_{i=1}^N Si / Di$ (سرعت جوانه‌زنی (۱۱ و ۵))

$Si = \text{تعداد بذره‌های جوانه زده در هر شمارش}$

$Di = \text{تعداد روز تا شمارش } n$

$N = \text{تعداد دفعات شمارش}$

آزمایشی هم برای بررسی میزان بازیابی جوانه‌زنی بذرها و بررسی اثر سمیت یونها انجام شد. به این صورت که بذرهایی را که در تیمارهای مختلف قادر به جوانه‌زنی نشدند، از هر تیمار شوری به طور جداگانه از پتری‌دیش‌ها خارج و به یک پتری‌دیش که حاوی آب مقطر بود بر روی کاغذهای صافی انتقال داده شدند؛ تا اینکه میزان جوانه‌زنی بذرها پس از تنش شوری مورد بررسی قرار گیرد. بذره‌های جوانه زده پس از یک روز شمارش شدند. برای این منظور با استفاده از رابطه زیر می‌توان توانایی بازیابی جوانه‌زنی بذرها را برحسب درصد محاسبه کرد (Pujol et al., 2000; Vicente, 2003).

قالب چند آزمایش به شرح زیر انجام شد. ابتدا بذر گونه‌های مذکور از مراتع استان یزد در اواخر فصل پاییز سال ۱۳۸۷ جمع‌آوری شدند، بعد قوه نامیه بذرها مورد آزمایش قرار گرفت تا از درجه تندش آنها هنگام تحقیق اطمینان حاصل گردد. در این پژوهش از ظروف پتری‌دیش استفاده شد که داخل هر کدام کاغذ صافی قرار گرفت. پتری‌دیش‌ها با وایتکس (هیپو کلرید سدیم) با غلظت ۵۰ درصد به مدت ۱۰ دقیقه و بعد با آب مقطر شسته شدند. جهت سترون کردن کلیه ظروف به همراه کاغذ صافی و پیپت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تکرار انجام شد. داخل هر پتری‌دیش ۳۰ عدد بذر سالم و هم اندازه قرار گرفت و با پیپت داخل هر پتری‌دیش ۸ میلی‌لیتر از نمک NaCl و مخلوط دو نمک شامل NaCl و Na₂SO₄ (به نسبت ۷۰ و ۳۰ درصد) و با سطوح شوری ۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ میلی‌مولار بر لیتر ریخته شد. به منظور جلوگیری از تبخیر محلول‌ها درب پتری‌دیش‌ها توسط چسب بسته شدند. سپس پتری‌دیش‌ها طی یک دوره ۱۰ روزه در ژرمیناتور با دمای ثابت 27 ± 0.5 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. از شاخص‌های جوانه‌زنی، سرعت و درصد جوانه‌زنی اندازه‌گیری شدند. برای این منظور بذرها بعد از جوانه‌زنی به طور روزانه شمارش شدند. منظور از بذره‌های جوانه زده، بذرهایی است که جنین پس از آغاز رشد خود پوشش خود را شکافته و نمایان باشند و ریشه‌چه به اندازه ۱ میلی‌متر از بذر خارج شده باشد. شمارش تا زمانی ادامه یافت که افزایشی در تعداد بذور جوانه زده مشاهده نشد و این حالت به مدت سه روز

$$RG = \text{Recovery of Germination} = [(a-b)/(c-b)] \times 100$$

RG: درصد بازیابی قدرت جوانه‌زنی بذر

a = تعداد کل بذرهایی که پس از انتقال به آب مقطر جوانه می‌زنند

b = تعداد کل بذرهایی که در تیمار نمکی جوانه می‌زنند

c = تعداد کل بذر

به منظور بررسی رابطه بین املاح خاک و تجمع آنها در اندام‌های هوایی گیاهان مذکور، خاک رویشگاه و اندام‌های هوایی گیاهان مورد مطالعه از مراتع اطراف یزد جمع‌آوری شدند. تجزیه نمونه‌ها توسط آزمایشگاه آب، خاک و گیاه انجام شد. نمونه‌های خاک از عمق‌های ۰-۳۰ سانتی‌متری پای بوته و همچنین ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ سانتی‌متری اطراف تاج پوشش هر گونه برداشت و مورد تجزیه یون‌های مختلف قرار گرفت. برای تعیین مقدار نمک‌های موجود در بافت‌های گیاهی سرشاخه‌های گونه‌های مذکور قبل از انجام آزمایش در دمای اتاق خشک شدند و سپس تجزیه و آنالیز یون‌های موجود در آنها در آزمایشگاه انجام شد. جهت آنالیز داده‌های حاصل از صفات مختلف جوانه‌زنی از نرم افزار SPSS ۱۳ استفاده شد. در این روش از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی استفاده شد. در رسم نمودارها و جدول‌ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج

در گونه *S. arbuscula* با افزایش غلظت هر دو نمک (NaCl, NaCl+Na₂SO₄) درصد جوانه‌زنی بذرهای کاهش یافت. بیشترین جوانه‌زنی در محلول ۲۰۰ mM (NaCl, NaCl+Na₂SO₄) و شاهد (بدون تفاوت معنی‌داری بین این دو) مشاهده شد. نوع نمک در

غلظت‌های پایین باعث تفاوت در جوانه‌زنی بذرهای نگردید اما با افزایش غلظت از ۵۰۰ میلی‌مولار به بالا نوع نمک در درصد جوانه‌زنی مؤثر بود، به طوری که کمترین جوانه‌زنی در غلظت ۸۰۰mM با محلول NaCl+Na₂SO₄ مشاهده شد (نمودار ۱). با افزایش غلظت شوری سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش یافت، به طوری که کمترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۸۰۰mM با محلول NaCl+Na₂SO₄ بدست آمد (نمودار ۴ و ۵). در این گیاه غلظت‌های بالاتر از ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl و NaCl+Na₂SO₄ در رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه مؤثر بودند. بیشترین کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه در غلظت ۸۰۰ میلی‌مولار هر دو نمک بدست آمد (شکل ۲ و ۱). در گونه *S. abarghuensis* نیز پایین‌ترین درصد جوانه‌زنی در غلظت ۸۰۰ میلی‌مولار محلول NaCl+Na₂O₄ بدست آمد. بیشترین جوانه‌زنی در نمونه شاهد (۹۴/۰۶٪) و ۲۰۰ میلی‌مولار نمک NaCl (۸۹٪) بدست آمد (نمودار ۲). نوع نمک تفاوت معنی‌داری را در درصد جوانه‌زنی در هیچ‌کدام از غلظت‌های شوری در این گیاه ایجاد نکرد. نتایج مقایسه میانگین‌ها در آزمون توکی نشان داد که همه غلظت‌های مخلوط دو نمک نسبت به NaCl اثر منفی‌تری روی رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه دارند و هیچ اختلافی بین غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl با محلول شاهد در رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه مشاهده نشد. از غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار مخلوط دو نمک به بالا رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. بیشترین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در ۸۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل‌های ۲ و ۱). همچنین در گونه *S. yazdiana* کمترین درصد جوانه‌زنی در غلظت ۸۰۰ میلی‌مولار (۱/۴۲٪) و

علاوه بر این، تأثیر افزایش شوری بر کاهش سرعت جوانه‌زنی در گونه *S. arbuscula* کمتر بود. فقط اثر متقابل غلظت نمک و گونه گیاهی بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود. این نشان می‌دهد که اثر غلظت نمک بر درصد جوانه‌زنی از نوع نمک بیشتر می‌باشد.

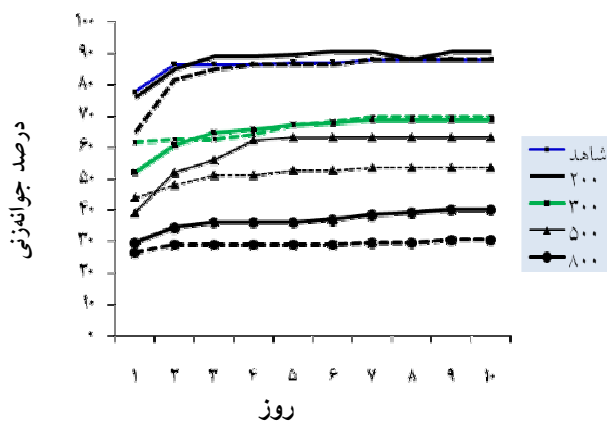
گونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری را در طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نشان دادند. این اختلاف در رشد ریشه‌چه بین دو گونه *S. abarghuensis* و *S. yazdiana* معنی‌دار نبود. در مقایسه بین سه گیاه رشد ساقه‌چه در *S. arbuscula* به طور معنی‌داری بیشترین کاهش را با افزایش شوری نشان داد. (شکل‌های ۱ و ۲).

بجز در گونه *S. abarghuensis* بازیابی جوانه‌زنی در همه تیمارهای شوری نسبت به شاهد کمتر بود. درصد بازیابی جوانه‌زنی بذره‌های *S. abarghuensis* بین ۳۸ تا ۹۶ درصد و در *S. yazdiana* بین ۵ تا ۱۹ درصد اندازه‌گیری شد. بهبود جوانه‌زنی در بذره‌های *S. arbuscula* مشاهده نشد. بیشترین میزان بازیابی جوانه‌زنی در تیمارهایی با شوری بالاتر مشاهده گردید.

بیشترین در نمونه شاهد (۵۲/۴٪) و ۲۰۰ mM کلرید سدیم (۴۸/۵٪) مشاهده شد. نوع نمک در بعضی از غلظت‌ها بر روی جوانه‌زنی مؤثر و در بعضی دیگر مؤثر نبود. نوع نمک اختلاف معنی‌داری در رشد ساقه‌چه ایجاد نکرد ولی این اختلاف در ریشه‌چه معنی‌دار بود. بیشترین کاهش رشد در ساقه‌چه و ریشه‌چه در بالاترین غلظت نمک بدست آمد. نتایج اثر شوری بر سرعت جوانه‌زنی در دو گونه اخیر مشابه گونه *S. arbuscula* بود.

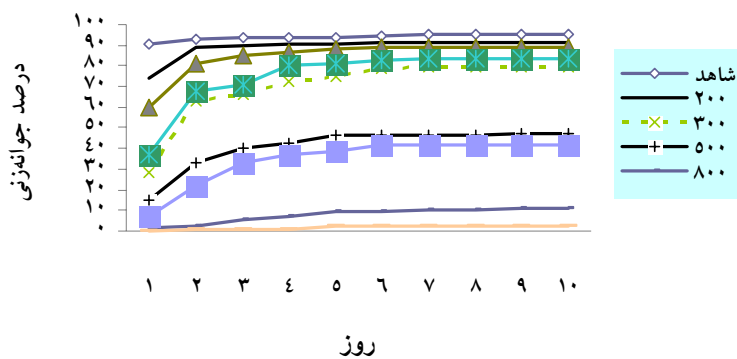
بین گونه‌های مورد آزمایش از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری ملاحظه شد. با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی در هر سه گونه کاهش یافت ولی شیب کاهش در سه گونه مورد مطالعه نشان می‌دهد که گونه *S. yazdiana* با شیب کمتری به افزایش شوری پاسخ می‌دهد. این بدین معنی است که افزایش شوری اثر کمتری بر جوانه‌زنی این گونه دارد (نمودارهای ۶ و ۷)

S. arbuscula تنها گونه‌ایست که حتی در غلظت ۸۰۰ میلی‌مولار دو نمک حدود ۳۰ درصد جوانه‌زنی داشت.



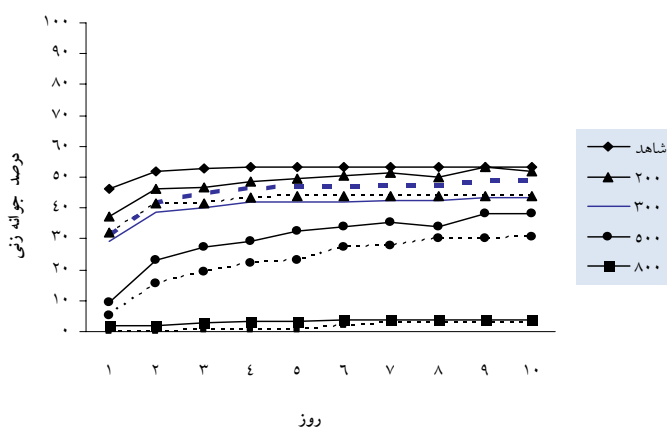
نمودار ۱- اثر غلظت و نوع شوری بر درصد جوانه‌زنی گونه *S. arbuscula*

خطوط ممتد NaCl و خطوط نقطه چین مربوط به $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ می‌باشد. (علائم مشابه نشان‌دهنده غلظت‌های مشابه است).



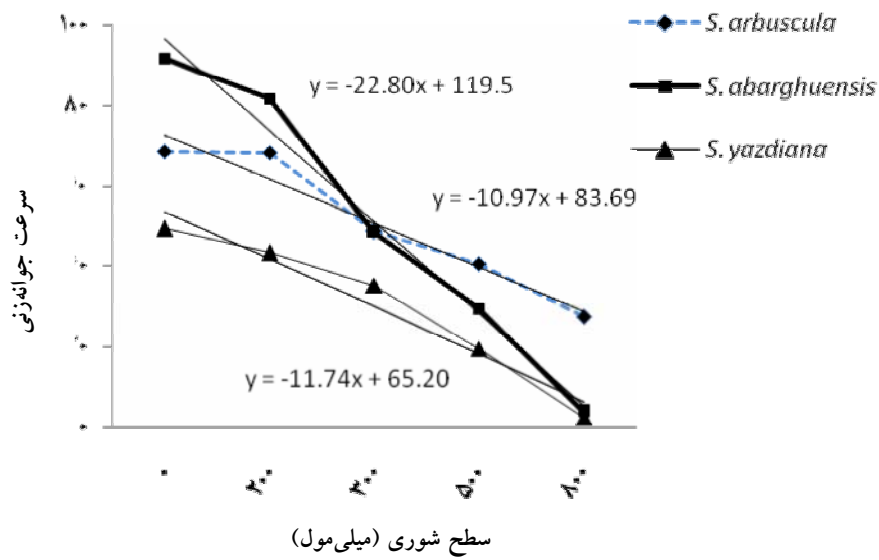
نمودار ۲- اثر غلظت و نوع شوری بر درصد جوانه‌زنی گونه *S. abarghuensis*

خطوط ممتد NaCl و خطوط نقطه چین مربوط به $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ می‌باشد. (علائم مشابه نشان‌دهنده غلظت‌های مشابه است).

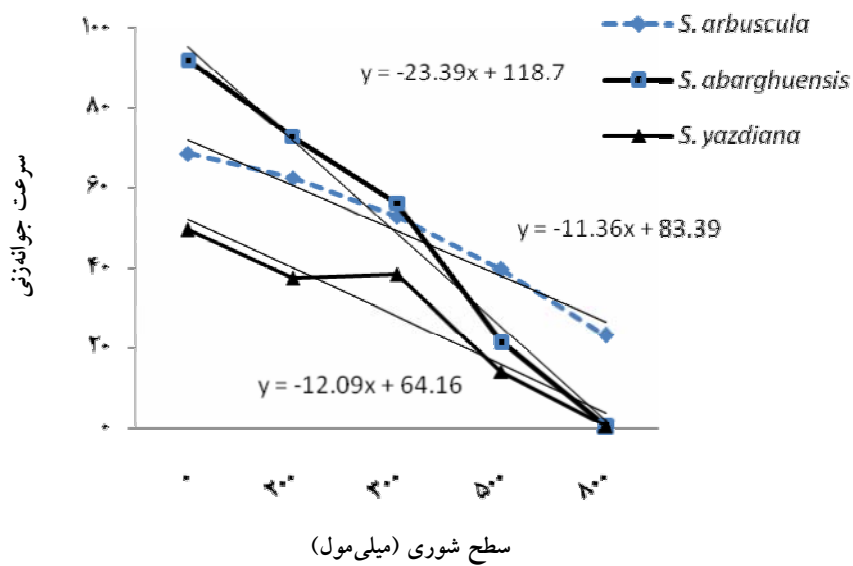


نمودار ۳- اثر غلظت و نوع شوری بر درصد جوانه‌زنی گونه *S. yazdiana*

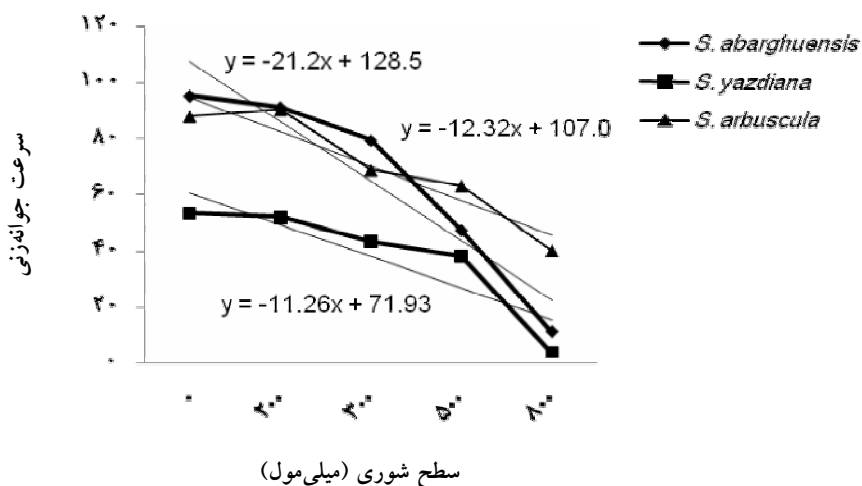
خطوط ممتد NaCl و خطوط نقطه چین مربوط به $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ می‌باشد. (علائم مشابه نشان‌دهنده غلظت‌های مشابه است).



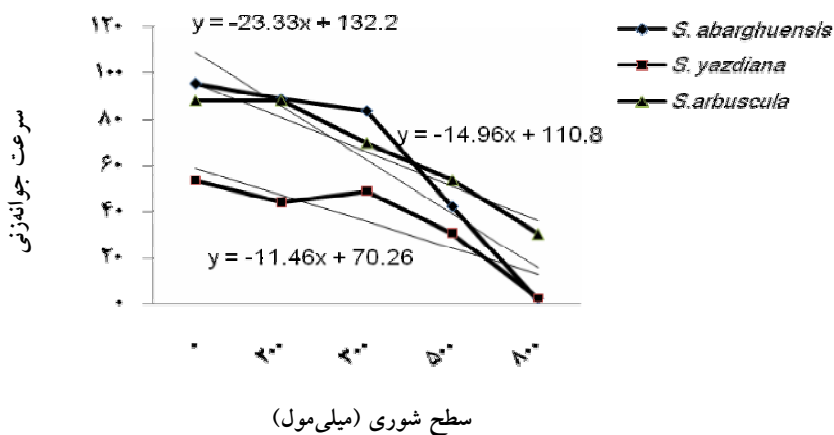
نمودار ۴- تأثیر افزایش شوری (NaCl) بر کاهش سرعت جوانه‌زنی در سه گونه سالسولا



نمودار ۵- تأثیر افزایش شوری (NaCl + Na₂SO₄) بر کاهش سرعت جوانه‌زنی در سه گونه سالسولا



نمودار ۶- مقایسه تأثیر افزایش شوری (NaCl) بر کاهش جوانه‌زنی در سه گونه سالسولا.

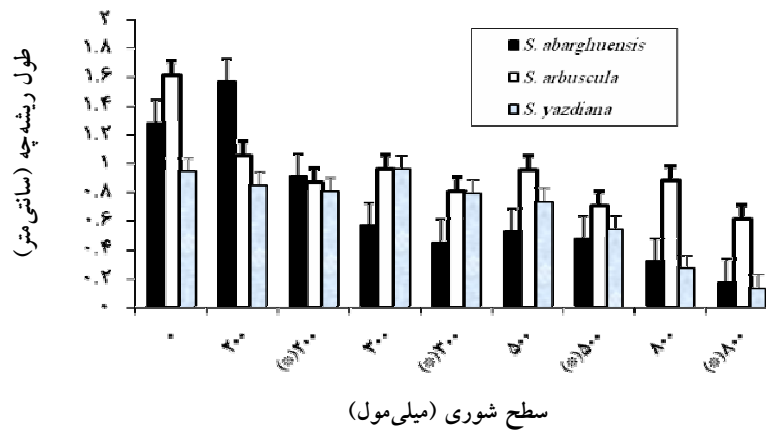


نمودار ۷- مقایسه تأثیر افزایش شوری (NaCl + Na2SO4) بر کاهش جوانه‌زنی در سه گونه سالسولا.

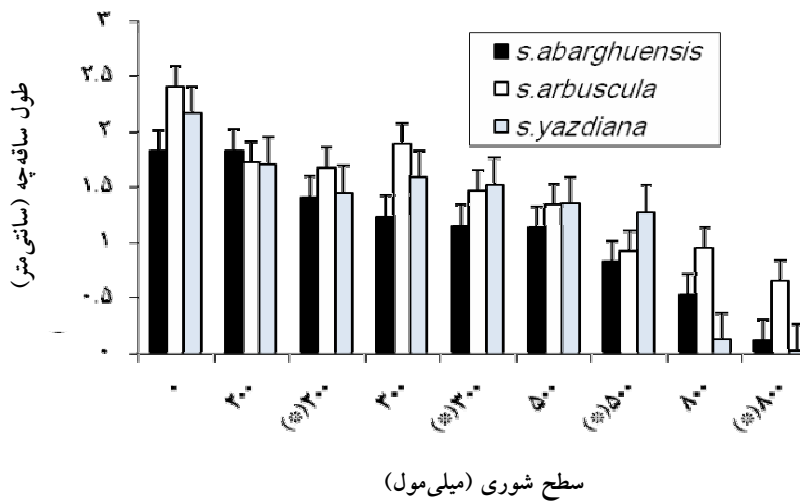
نتایج تجزیه خاک نشان می‌دهد که خاک رویشگاه *S. abarghuensis* جزء خاک‌های بسیار شور طبقه‌بندی می‌شوند. همچنین بیشترین نوع نمک در این رویشگاه شامل NaCl و Na₂SO₄ می‌باشد. براساس آنالیز خاک رویشگاه *S. arbuscula* در مرز خاک‌های شور و غیر شور قرار می‌گیرد (جدول ۱).

جدول ۱- مقدار املاح موجود در خاک سه نمونه گیاهی

Cl ⁻ me/l	CO ₃ ²⁻ me/l	HCO ₃ ⁻ me/l	So ₄ ²⁻ me/l	K ⁺ me/l	Ca ²⁺ me/l	Mg ²⁺ me/l	Na ⁺ me/l	EC ds/cm	گونه گیاهی
۹۵/۴۲	۰/۰	۱۱/۸۵	۸۱	۱۷/۵	۲۴	۱۰	۲۳۴	۲۴/۵	<i>S. yazdiana</i>
۶۳۰/۵	۲/۰۸	۷	۶۶۲/۴	۲۵	۴۶/۳	۱۴۰/۵	۹۴۷/۸	۱۱۲/۹۳	<i>S. abarghuensis</i>
۱۸/۳۳	۰/۰	۶,۶۶	۲۷/۲	۱/۷۰	۹/۸۳	۲۰/۵	۱۸	۳/۳۹	<i>S. arbuscula</i>



شکل ۱- اثر غلظت و نوع شوری بر طول ریشه چه در سه گونه سالسولا ستاره (*) نشان دهنده مخلوط دو نمک و غلظت مشابه بدون ستاره نمک طعام می باشد.



شکل ۲- اثر غلظت و نوع شوری بر طول ساقه چه در سه گونه سالسولا ستاره (*) نشان دهنده مخلوط دو نمک و غلظت مشابه بدون ستاره نمک طعام می باشد.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که پاسخ جوانه زنی بذر گونه های مورد مطالعه به تنش شوری متفاوت و وابسته به گونه، نوع و غلظت نمک می باشد. نتایج تجزیه واریانس در این تحقیق نشان داد که اثر غلظت و نوع

نتایج آنالیز اندام های هوایی سه گونه گیاهی نشان داد که میزان Na و Cl در گونه گیاهی *S. abarghuensis* به ترتیب ۷/۷۶ و ۴/۳۷ در گونه گیاهی *S. arbuscula* ۱/۰۴ و ۱/۴۲ و در گونه گیاهی *S. yazdiana* ۰/۹۹ و ۱/۹۸ میلی اکی والان بود.

خود با $EC = 10.3$ دسی زیمنس بر متر در حالت عادی رویش نمی‌کند و به این ترتیب جوانه‌زنی به فصل بارانی یعنی زمانی که محلول خاک رقیق شده است (تا حدود ۳۶ دسی زیمنس بر متر)، محدود می‌شود. درصد و سرعت بالا در جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در این گیاه باعث می‌شود تا این گیاه سریع در رویشگاه خود مستقر شود. از طرف دیگر، نتایج این آزمایش نشان داد که این گیاه در حالت بلوغ دارای بیشترین مقدار املاح Na و Cl در بافت‌های هوایی خود می‌باشد. تجمع این املاح در واکوئل سلول‌های گیاهی باعث افزایش فشار اسمزی شده و بنابراین نه تنها باعث تعادل اسمزی شده بلکه باعث جذب بیشتر آب از محیط و موجب گوستی شدن ساقه‌ها می‌گردد. تجمع این املاح در این گیاه ممکن است یکی از ساز و کارهای مقاومت به شوری باشد. نتایج مشابه در مطالعات Wang و همکاران (۲۰۰۴) در سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron*) بدست آمد. این گیاه نیز مقدار زیادی سدیم را جذب و در بافت‌های هوایی جمع می‌کند و از این طریق فشار اسمزی خود را تنظیم اسمزی می‌کند. پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۴) در مطالعه اثر شوری بر روی جوانه‌زنی، وزن خشک و تر، محتوای یونی، پرولین، قند محلول و نشاسته *Suaeda fruticosa* نتایج مشابه را بدست آوردند. آنها نشان دادند که با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی بذرهای این گیاه کاهش یافته و باعث افزایش یونهای سدیم و کلر در بافت‌های هوایی گیاه گردید. در گونه *S. abarghuensis* رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه در محلول ۲۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم بیشتر از محلول شاهد بود. این به وضوح نشان داد که این گونه یک هالوفیت اجباری است که نمک با غلظت معینی باعث افزایش رشدش می‌گردد. نتایج مشابه توسط کریمی

نمک بر درصد جوانه‌زنی بذرهای اثر منفی دارد. شوری باعث افزایش فشار اسمزی محلول و کاهش جذب آب از طریق بذر می‌شود، از طرفی شوری زیاد باعث سمیت و بهم خوردن تعادل یونی می‌شود که روی فعل و انفعالات حیاتی بذر اثر می‌گذارد و باعث جلوگیری از جوانه‌زنی بذر می‌شود (سرمدنی، ۱۳۷۵). نتایج آزمایش بازیابی جوانه‌زنی نشان داد که کاهش جوانه‌زنی بذرهای دو گونه *S. abarghuensis* و *S. yazdiana* مربوط به تأثیر فشار اسمزی است. چون درصد قابل توجهی از آنها در آب مقطر جوانه زدند. نتایج مشابه در مطالعات تیموری (۱۳۸۲) بر روی سه گونه مرتعی *S. rigida*، *S. richteri* و *S. dendroides* شهبازی و همکاران (۱۳۸۴) بر روی تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و همچنین بازیابی جوانه‌زنی در گونه *Haloxylon aphyllum* در شرایط مختلف دما و شوری بدست آمد.

افزایش غلظت شوری باعث کاهش جوانه‌زنی در هر سه گونه مورد مطالعه گردید. این نتایج در بسیاری از مطالعات در گونه‌های مرتعی و زراعی نشان داده شده است (انواری و همکاران، ۱۳۸۸؛ دری و صالحی، ۱۳۸۸؛ خالقی و معلمی، ۱۳۸۸ و غیره)

گونه *S. abarghuensis* بیشترین سرعت و درصد جوانه‌زنی و بیشترین سرعت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را بین گونه‌های مورد مطالعه در محلول شاهد و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار در هر دو تیمار نمک نشان داد. خاک رویشگاه *S. abarghuensis* شورترین خاک و دارای $EC = 10.3$ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. نتایج این آزمایش بر روی بذر این گیاه نشان داد که جوانه‌زنی در غلظت ۸۰۰ میلی‌مولار به بالا (یعنی تقریباً معادل $EC = 36$ dS/m) متوقف می‌شود. بنابراین بذر این گیاه در خاک رویشگاه

می‌گردد. نتایج مشابه توسط کریمی و همکاران (۱۳۸۳) بر روی گونه هالوفیت *Atriplex verrucifera* به دست آمد.

منابع مورد استفاده

- اسدی، م.، ۱۳۸۰. فلور ایران، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. شماره ۳۸.
- انواری، س.م.، مهدیخانی، ه.، شهریاری، ع. و نوری، غ.، ۱۳۸۸. اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی هفت گونه مرتعی. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶: ۳۶۲-۳۷۳.
- پوراسماعیل، م.، قربانلی، م.، و خاوری نژاد، ر.، ۱۳۸۴. اثر شوری بر روی جوانه‌زنی، وزن خشک و تر، محتوای یونی، پرولین، قند محلول و نشاسته گیاه *Suaeda fruticosa*. بیابان، ۱۰.
- تیموری، ع.، ۱۳۸۲. بررسی اثرات تنش شوری بر روی سه گیاه مرتعی *Salsola rigida*, *Salsola dendroides*, *Salsola richteri*. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.
- دادخواه، ع.، ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار ژنوتیپ چغندر قند (*Beta vulgaris* L.). پژوهش و سازندگی، ۷۰: ۸۸-۹۳.
- دری، م.ع. و صالحی، م.، ۱۳۸۸. جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه چهار توده اسفرزه در واکنش به تنش شوری. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی، شماره ۳۴: ۳۰۳-۲۹۵.
- جعفری، م.، ۱۳۷۹. خاک‌های شور در منابع طبیعی (شناخت و اصلاح آن)، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران. ۲۱۰ صفحه.
- خالقی، ا. و معلمی، ن.، ۱۳۸۸. تأثیر سطوح مختلف شوری و دما بر جوانه‌زنی بذر گیاه تاج خروس *Celosia argentea*. تولید گیاهی، ۱: ص ۱۴۹.
- سرمندیا، غ.، ۱۳۷۵. تکنولوژی بذر (ترجمه)، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.
- سعیدیان، ف.، ۱۳۷۵. بررسی مقاومت به خشکی و کارایی مصرف آب در دو گونه مرتعی، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

و همکاران (۱۳۸۳) بر روی گونه هالوفیت *Atriplex verrucifera* به دست آمد. این محققان نشان دادند که با افزایش غلظت شوری جوانه‌زنی کاهش یافت و غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار نمک کلرور سدیم موجب افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گردید.

گونه *S. yazdiana* کمترین درصد جوانه‌زنی را در بین سه گونه در محلول شاهد (۵۲/۴٪) و ۲۰۰ mM کلرید سدیم (۴۸/۵٪) نشان داد. در مقابل این گونه با شیب کمتری به افزایش شوری نسبت به دو گونه دیگر پاسخ داد. این بدین معنی است که افزایش شوری (به ویژه در غلظت‌های ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار که تقریباً معادل شوری خاک رویشگاه این گیاه است) اثر کمی بر جوانه‌زنی این گونه دارد. تعادل بین جوانه‌زنی بذرهای این گونه و شوری خاک در حقیقت سازگاری این گیاه را به محیط پراکنش آن نشان می‌دهد.

خاک رویشگاه *S. arbuscula* در مقایسه با دو گونه دیگر با شوری کمتر و در مرز خاک‌های شور و غیر شور طبقه‌بندی می‌شود. در مقایسه با دو گونه دیگر تأثیر افزایش شوری بر کاهش سرعت جوانه‌زنی در گونه *S. arbuscula* کمتر بود. این وضعیت همراه با جوانه‌زنی ۳۰ درصدی بذرهای این گونه در غلظت ۸۰۰ میلی‌مولار دو نمک نشان می‌دهد که این گونه مقاومت بیشتری به شوری داشته و این می‌تواند یکی از دلایل گسترش زیادتر این گونه نسبت به دو گونه انحصاری دیگر باشد. جوانه‌زنی در گونه *S. arbuscula* در محلول ۲۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم بیشتر از محلول شاهد بود. این به وضوح نشان داد که این گونه نیز یک هالوفیت اجباری است که نمک با غلظت معینی باعث افزایش جوانه‌زنی آن

- Pujol, J., Calvo, J.F. and Diaz, L.R., 2000. Recovery of germination from different osmotic condition by four halophytes from southeastern Spain. *Annals of Botany*, 85: 279-286.
- Vicente, O., 2003. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia*. *Journal of Arid Environments*, 58: 463-481.
- Wang, S., Wan, Ch., Wang, Ya., Chen, H., Zhou, Z., Fu, H. and Sosebee, R.E., 2004. The characteristics of Na⁺, K⁺ & free proline distribution in several drought-resistant plants of the Alexa Desert, China. *Journal of Arid Environments*, 56: 525-539.
- شهبازی، ا.، نصرتی، ک. و زهتابیان، غ.، ۱۳۸۴. بررسی ویژگی‌های جوانه‌زنی و بازیابی جوانه‌زنی *Haloxylon aphyllum* در شرایط مختلف دما و شوری. بیابان، ۱۰: ۱۶۷-۱۵۷.
- قادری، ا.، گالشی سرا، ف. و زینلی، آ.، ۱۳۸۰. اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ۴ رقم شبدر زیرزمینی (*Trifolium subterraneum* L.) پژوهش و سازندگی، ۵۶: ۴۳-۴۹.
- کریمی، ق.، حیدری شریف آباد، ح. و عصاره، م.ح.، ۱۳۸۳. اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و محتوای پرولین در گونه *Atriplex verrucifera* تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی، ۱۲: ۴۳۲-۴۱۹.

Investigation on the effect of salinity stress on seed germination of *Salsola abarghuensis*, *Salsola arbuscula* and *Salsola yazdiana*

A. Mosleh-Arany^{1*}, G. Bakhshi-Khaniki², N. Nemati³ and M. Soltani⁴

1*- Corresponding author, Assis. Prof., Yazd University, Yazd, I.R.Iran, Email: amosleh@yazduni.ac.ir.

2- Prof., Payame Noor University, Tehran, I.R.Iran

3- Ms.c., Payame Noor University, Tehran, I.R.Iran

4- Ms.c., Agriculture and Natural Resources Research Center, Yazd, I.R.Iran

Received: 19.01.2010

Accepted: 12.12.2010

Abstract

The effects of salinity stress were investigated on germination components of *Salsola abarghuensis*, *S. arbuscula* and *S. yazdiana*. The experiment was carried out based on completely randomized design with 5 replicates and 6 salinity levels of 0, 200, 300, 500, 800 mM/L NaCl and NaCl + Na₂SO₄ (in 70% and 30% ratios). Results showed that germination rate and germination percentage decreased in all the species with increasing salinity concentration (in both salt treatments). For all the species the highest germination percentage was observed on control and 200 mM and the lowest was observed on 800 mM NaCl +Na₂SO₄. The effects of salinity on root and shoot length were the same as their effects on seed germination. Compared to the other species, *S. abarghuensis* showed the highest germination on control and 200 mM (94 and 89 percent) and the lowest rate was observed on *S. yazdiana* (52.4 and 48.5 percent). In turn, *S. arbuscula* showed the highest germination on 800 mM of the two salt treatments. Chemical analysis of shoots in three mature species showed that *S. abarghuensis* accumulated the highest amounts of potassium and sodium. The relationship between ion accumulation in plants and soil with salinity resistance is discussed.

Key words: Salinity stress, seed germination, *Salsola arbuscula*, *S. abarghuensis*, *S. yazdiana*.