"مقاله کوتاه پژوهشی"

تعیین آستانه تحمل به شوری گونه‌های سالیکورنیا با استفاده از آب خلیج‌فارس

۱- غلامحسن رنجبر، استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
۲- هادی پیراسته انوشه، استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
h.pirasteh.a@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۶
پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۳۱

چکیده

تشدید روند شورشدن منابع آب و خاک، لزوم توجه بیشتر به گونه‌های شورزی را دوچندان کرده است. در این پژوهش تأثیر تنش شوری به‌صورت درصدهای مختلف (شاهد، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ درصد) از آب خلیج‌فارس (۵۸ دسی‌زیمنس برمتر) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گونه‌های مختلف سالیکورنیا، به‌منظور تعیین آستانه تحمل به شوری و آستانه کاهش ۵۰ درصدی در مرکز ملی تحقیقات شوری در یزد در سال ۱۳۹۵ بررسی شد. گونه‌های مورد استفاده شامل دو گونه *Salicornia europaea* و *S. bigelovii* به همراه سه توده بومی خورِ مُزین (استان بوشهر)، ایلخچی (استان آذربایجان شرقی) و مرکزی (مناطق مرکزی ایران) بود. نتایج نشان داد که میانگین جوانه‌زنی گونه‌ها از شوری ۲۵ درصد آب خلیج‌فارس به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، ولی جوانه‌زنی هیچ‌کدام از گونه‌ها حتی در شوری ۱۰۰ درصد آب خلیج‌فارس متوقف نشد. بااین‌حال، با افزایش شوری طول گیاهچه توده خورِ مُزین و گونه‌های *S. europaea* و *S. bigelovii* کاهش، ولی توده‌های ایلخچی و مرکزی به‌ترتیب تا شوری ۴۵ و ۶۰ درصد آب خلیج‌فارس افزایش و پس‌ازآن کاهش یافت. به‌طورکلی، همه گونه‌های سالیکورنیا تحمل به شوری بالایی داشتند، ولی تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای بین گونه‌های مختلف مشاهده شد، به‌طوری‌که حدآستانه تحمل توده‌های خورِ مُزین، ایلخچی، مرکزی و گونه‌های *S. europaea* و *S. bigelovii* به‌ترتیب ۱۴/۳۶، ۵/۰۱، ۱۴/۴۶، ۱۱/۹۱ و ۷/۵۴ دسی‌زیمنس برمتر و حدآستانه کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی آن‌ها به‌ترتیب ۵۶/۲۵، ۵۱/۶۰، ۶۱/۱۵، ۳۲/۶۹ و ۲۷/۰۱ دسی‌زیمنس برمتر برآورد شد.

واژگان کلیدی: جوانه‌زنی؛ تحمل؛ شورزی؛ شورورزی؛ آب دریا.

مقدمه

سالیکورنیا گونه علفی یک‌ساله متعلق به تیره اسفنجیان (Chenopodiaceae) و بومی مناطق با ارتفاع کم در آمریکای شمالی، اروپا، آفریقای جنوبی و جنوب آسیا است. مکانیسم تحمل به شوری در آن تولید غدد و کیسه‌های نمک بر روی سطح گیاه و رقیق‌سازی نمک با جذب بیشتر آب در بافت گیاه است. اگرچه به دلیل تنوع وسیع ظاهری و در برخی موارد شباهت‌های مورفولوژیک، تعداد گونه‌های واقعی گیاه مشخص نمی‌باشد، ولی تخمین زده‌شده است که تعداد ۲۵ تا ۳۰ گونه از این جنس در طبیعت وجود دارد [۹]. سالیکورنیا گونه‌های متعددی دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌تواند به گونه‌های *S. bigelovii*، *S. europaea* و توده‌های داخلی با عنوان *persica* اشاره کرد. گونه *S. bigelovii* به‌عنوان گونه پیشاهنگ هم برای تولید روغن خوراکی و هم تولید علوفه کشت مطرح است [۲].

یکی از مشکلات اساسی در تولید این گیاه، سبزشدن آن با استفاده مستقیم از آب دریا است. اگرچه مرحله جوانه‌زنی در گیاهان زراعی یک مرحله متحمل ازنظر تحمل به شوری می‌باشد [۱۵]، بااین‌حال در ارتباط با گیاهان شورزی، نتایج متفاوتی گزارش‌شده است. این گیاهان به شرایط شور سازگاری پیداکرده‌اند، زیرا میزان تحمل به شوری آن‌ها در مراحل مختلف رشد متفاوت می‌باشد [۱]. درواقع شوری خاک در بسیاری از شورزی‌ها نقش محرکی رشد را دارد. با این تفاوت که تأثیر محرکی نمک برای رشد ممکن است در برخی شورزی‌ها در مرحله جوانه‌زنی و در برخی در مراحل بعدی رشد اتفاق بیفتد [۹]. بسیاری از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که گیاهان شورزی در مرحله جوانه‌زنی به تنش شوری حساس هستند [۳، ۱۰ و ۲۳]. گزارش شده است که درصد

جوانه‌زنی برخی از شورزی‌ها در تحت تنش شوری به‌شدت کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که تنها ۵٪ از بذر گیاهان *Atriplex isatidea*، *Phragmites australis*، *Sesbania cannabina* و *Limonium bicolor* در شوری ۳۰۰ میلی-مولار کلرید سدیم جوانه زدند [۲۳]. نتایج مشابهی در مورد گونه‌های *Aeluropus lagopoides* [۷] و *Salso lavermiculata* [۸] نیز گزارش‌شده است.

با توجه به وسعت زیاد منابع آب و خاک شور در ایران، لازم است راهکارهایی برای تولید پایدار و اقتصادی برای استفاده از این منابع ارائه شود [۱۴]. به نظر می‌رسد یکی از این راهکارها استفاده از این منابع در تولید گیاهان شورزی است که قابلیت تولید اقتصادی با آب دریا را دارند. آنچه مسلم است بسیاری از گونه‌های شورزی قادر به تحمل شوری آب دریا نیستند و تنها گونه‌های خاصی مانند سالیکورنیا (*Salicornia spp.*) قابلیت رشد در این شرایط را دارند [۴]. بنابراین، تعیین آستانه تحمل به شوری سالیکورنیا در مرحله جوانه‌زنی و اینکه این گیاه تا چه درصدی از آب دریا را تحمل نموده و تعداد بذر جوانه-زده قابل‌توجهی را خواهد داشت نیازمند بررسی است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر درصدهای مختلف آب خلیج‌فارس بر جوانه‌زنی و رشد اولیه تعداد سه توده بومی سالیکورنیا و گونه‌های *S. bigelovii* و *S. europaea* است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مرکز ملی تحقیقات شوری در یزد در سال ۱۳۹۵ انجام شد. این آزمایش به‌طور کامل سه بار تکرار گردید. تیمارهای شوری شامل شاهد (۲ دسی‌زیمنس برمتر) و درصدهای مختلف شوری آب دریا (۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ درصد) بود. شوری آب خلیج‌فارس مورداستفاده ۵۸ دسی‌زیمنس برمتر بود. دو گونه *S. europaea* و *S. bigelovii* به همراه سه توده بومی از گونه *persica* شامل توده خورِ مُزین در استان بوشهر، توده ایلخچی در استان آذربایجان شرقی و توده مرکزی در استان یزد بود. از رقیق‌سازی آب خلیج‌فارس برای تهیه محلول‌های آب‌شور استفاده شد و شوری هر محلول با ای‌سی متر قابل‌حمل کنترل شد. پتری دیش‌های حاوی ۵۰ عدد بذر سالم هرگونه در اتاقک رشد با رژیم دمایی ۲۵/۳۰ روز/شب با ۱۲ ساعت روشنایی و رطوبت نسبی ۵۰ درصد قرار داده شدند (شکل ۱). بذرهای جوانه‌زده در روز چهاردهم پس از کشت شمارش گردید و براساس معادله زیر درصد جوانه‌زنی محاسبه شد. در رابطه زیر، GP، gi و G به ترتیب درصد جوانه‌زنی، تعداد بذر جوانه‌زده و تعداد کل بذرهای کشت‌شده بود [۶].

$$GP = \frac{g_i}{G} \times 100$$

شکل ۱- تعدادی از تصاویر آزمایش جوانه‌زنی

حدآستانه تحمل به شوری [۱۲] و حدآستانه کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی [۲۱] نیز براساس روابط زیر به دست آمد. حدآستانه تحمل به شوری اولین کاهش معنی‌دار صفات در اثر شوری و حدآستانه کاهش ۵۰ درصد معادل اولین سطحی است که صفت مورد نظر دچار کاهش ۵۰ درصدی نسبت به شاهد می‌گردد. این دو شاخص برای ارزیابی تغییرات تحمل به شوری گیاهان به‌کار می‌رود. در روابط زیر Gr درصد جوانه‌زنی نسبی، L شیب‌خط کاهش جوانه‌زنی، EC_{iw} هدایت الکتریکی آب، a_0 حدآستانه تحمل، C_{50} حدآستانه کاهش ۵۰ درصد و P ضریب کاهش ۵۰ درصدی جوانه‌زنی است. برای به‌دست آوردن درصد جوانه‌زنی نسبی، درصد جوانه‌زنی شاهد را ۱۰۰٪ در نظر گرفته و برای بقیه تیمارها نسبت گرفته می‌شود. در این دو فرمول a_0 وC_{50} با استفاده از نرم افزار SAS محاسبه می‌شود.

$$G_r = 100 - L \times (EC_{iw} - a_0)$$

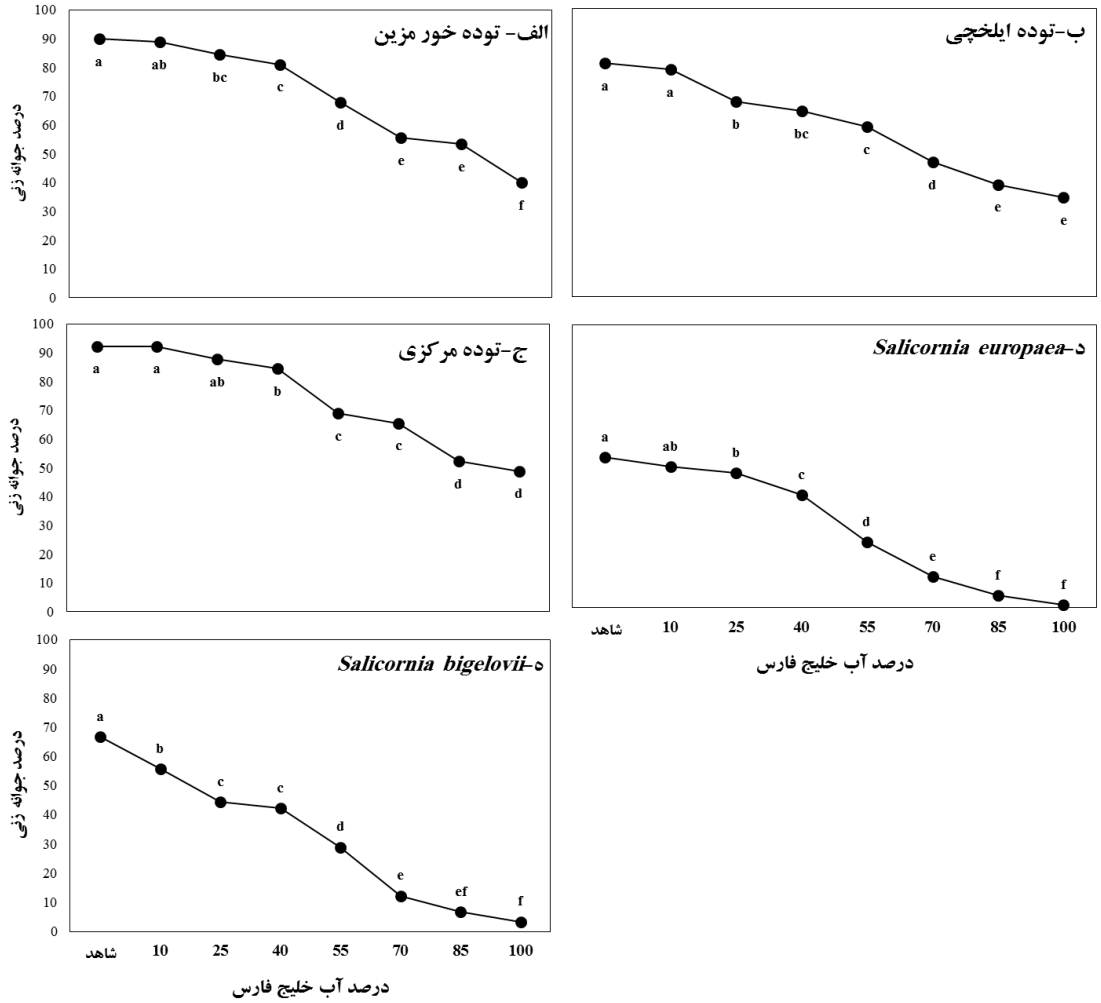
$$G_r = \frac{1}{1 + \left(\frac{EC_{iw}}{C_{50}} \right)^p}$$

از هر تکرار تعداد پنج گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و طول آن‌ها با خط‌کش اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از آزمون یکنواختی واریانس، مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد یا خطای استاندارد مقایسه شدند. برای گروه‌بندی توده‌ها از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. تجزیه‌های آماری با نرم‌افزار SAS انجام شد [۱۸].

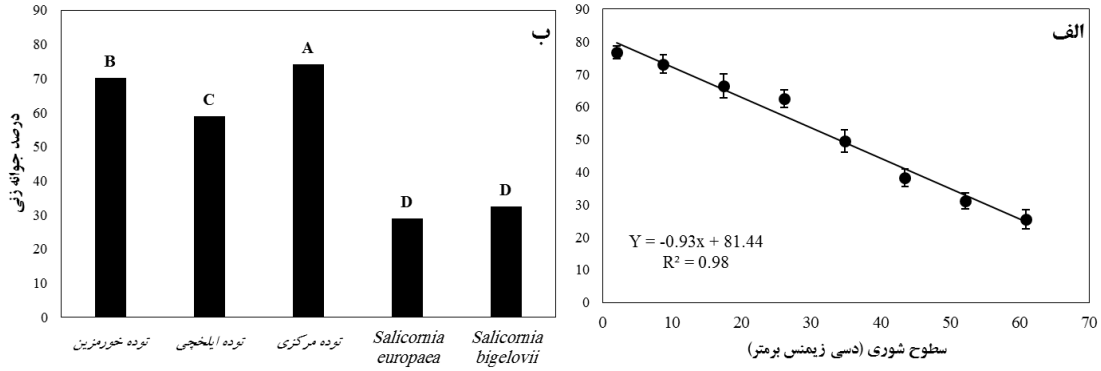
نتایج

درصد جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر معنی‌دار اثرات شوری و گونه سالیکورنیا قرار گرفت. تنش شوری به‌طورکلی جوانه‌زنی هر پنج گونه را کاهش داد (شکل ۱)، ولی تفاوت‌های قابل‌توجهی در بین آن‌ها مشاهده شد. شوری ۱۵ درصد آب خلیج‌فارس تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی گونه‌های سالیکورنیا (شکل ۱الف تا ۱د)، به‌جز *S. bigelovii* (شکل ۱ه) نداشت، ولی شوری‌های بالاتر جوانه‌زنی همه گونه‌ها را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. میانگین روند کاهش جوانه‌زنی گونه‌های سالیکورنیا در برابر تنش شوری با افزایش شدت شوری به‌صورت خطی تشدید شد (شکل ۲الف)، ولی در هیچ‌کدام از گونه‌ها حتی در شوری بسیار شدید ۱۰۰ درصد آب خلیج‌فارس، جوانه‌زنی متوقف نشد (شکل ۱). در این شوری، بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به توده مرکزی با ۴۸/۹ درصد و گونه *S. europaea* با ۱/۱ درصد بود.

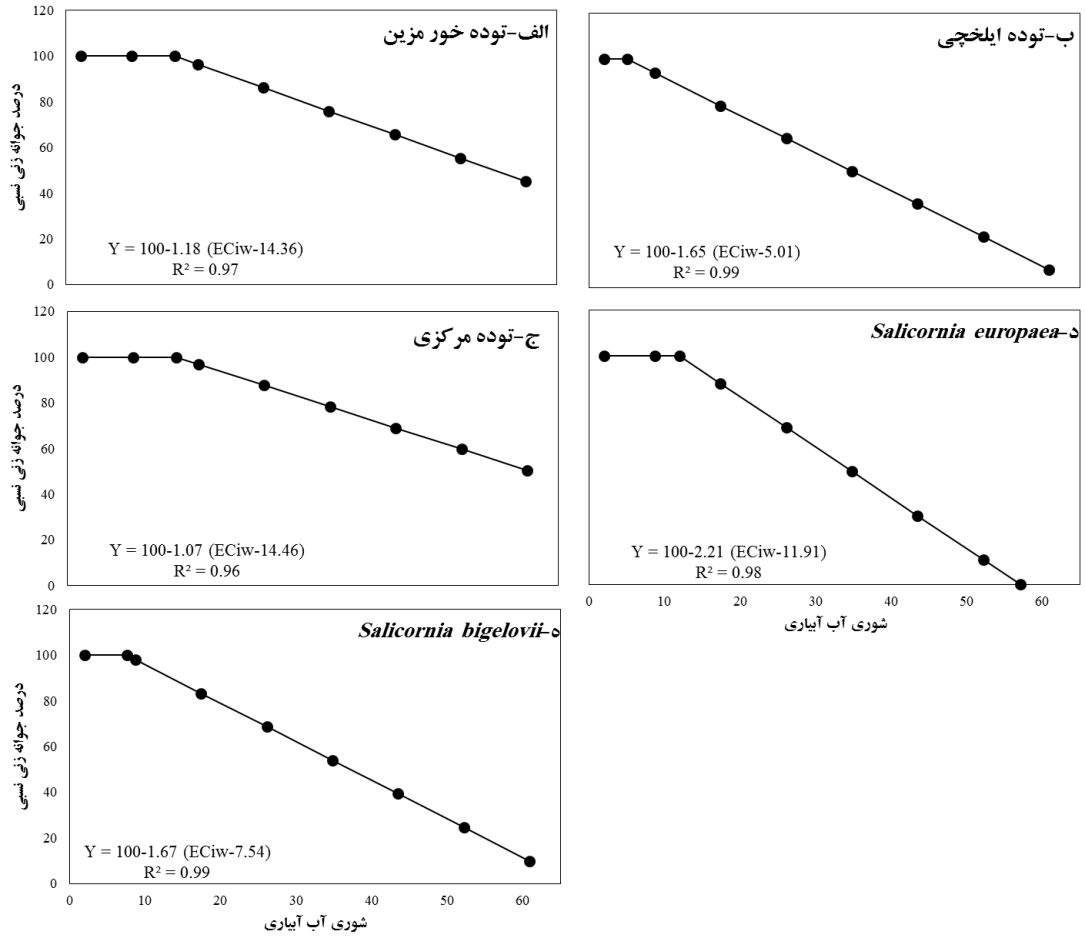
به‌طور میانگین نیز درصد جوانه‌زنی گونه‌های داخلی بیشتر از گونه‌های خارجی بود (شکل ۲ب)، به‌طوری که توده‌های مرکزی، خورِ مُزین و ایلخچی به ترتیب با ۷۴/۱، ۷۰/۱، ۵۸/۹ درصد به‌طور معنی‌داری جوانه‌زنی بیشتری نسبت به گونه‌های *S. bigelovii* و *S. europaea* به ترتیب با ۳۲/۵ و ۲۸/۹ درصد داشتند. بیشترین حدآستانه تحمل شوری نیز در توده‌های بومی مربوط به توده‌های مرکزی و خورِ مُزین بود (شکل ۳). بر این اساس، حدآستانه تحمل شوری توده‌های مرکزی، خورِ مُزین و ایلخچی برابر با ۱۴/۵، ۱۴/۴، ۵/۰ دسی‌زیمنس بر متر و گونه‌های *S. europaea* و *S. bigelovii* ۱۱/۹ و ۷/۵ دسی‌زیمنس برمتر برآورد شد. افزون بر حدآستانه بالاتر توده‌های داخلی، شیب کاهش جوانه‌زنی در پاسخ به شوری این گونه‌ها نیز کمتر بود. به‌طورکلی، درصد کاهش جوانه‌زنی به ازای افزایش هر واحد شوری بیشتر از آستانه توده‌های مرکزی، خورِ مُزین و ایلخچی و گونه‌های *S. europaea* و *S. bigelovii* به ترتیب برابر با ۱/۰۷، ۱/۱۸، ۱/۶۵، ۲/۲ و ۱/۷ بود. همین موضوع باعث شد تا از دیگرسو، حدآستانه کاهش ۵۰ درصدی جوانه‌زنی نیز در توده‌های داخلی بالاتر رود (شکل ۴)، بدین ترتیب که سطوح ۵۶/۳، ۶۱/۲ و ۵۱/۶ دسی‌زیمنس برمتر به‌عنوان آستانه کاهش ۵۰ درصد به ترتیب برای توده‌های خورِ مُزین، مرکزی و ایلخچی و سطوح ۳۲/۷ و ۲۷/۰ دسی‌زیمنس برمتر به‌عنوان حدآستانه کاهش ۵۰ درصد به ترتیب برای گونه‌های *S. europaea* و *S. bigelovii* به دست آمد.



شکل ۱- درصد جوانه‌زنی گونه‌های مختلف سالیکورنیا در سطوح متفاوت شوری. در هر شکل میانگین‌های با حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۲- میانگین درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری (الف، میانگین پنج توده) و گونه‌های متفاوت سالیکورنیا (ب، میانگین هشت سطح شوری). میانگین‌های با همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد در شکل الف و با یک حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد در شکل ب تفاوت معنی‌دار ندارند.

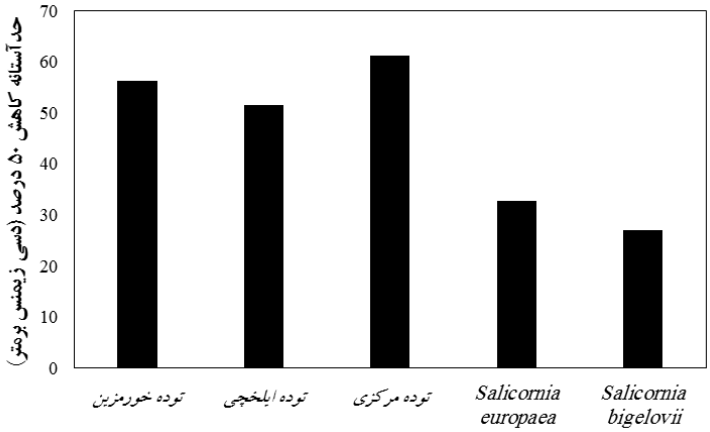


شکل ۳- حدآستانه تحمل شوری توده‌های بومی سالیکورنیا و گونه‌های *S. bigelovii* و *S. europaea* (ECiw: شوری آب آبیاری)

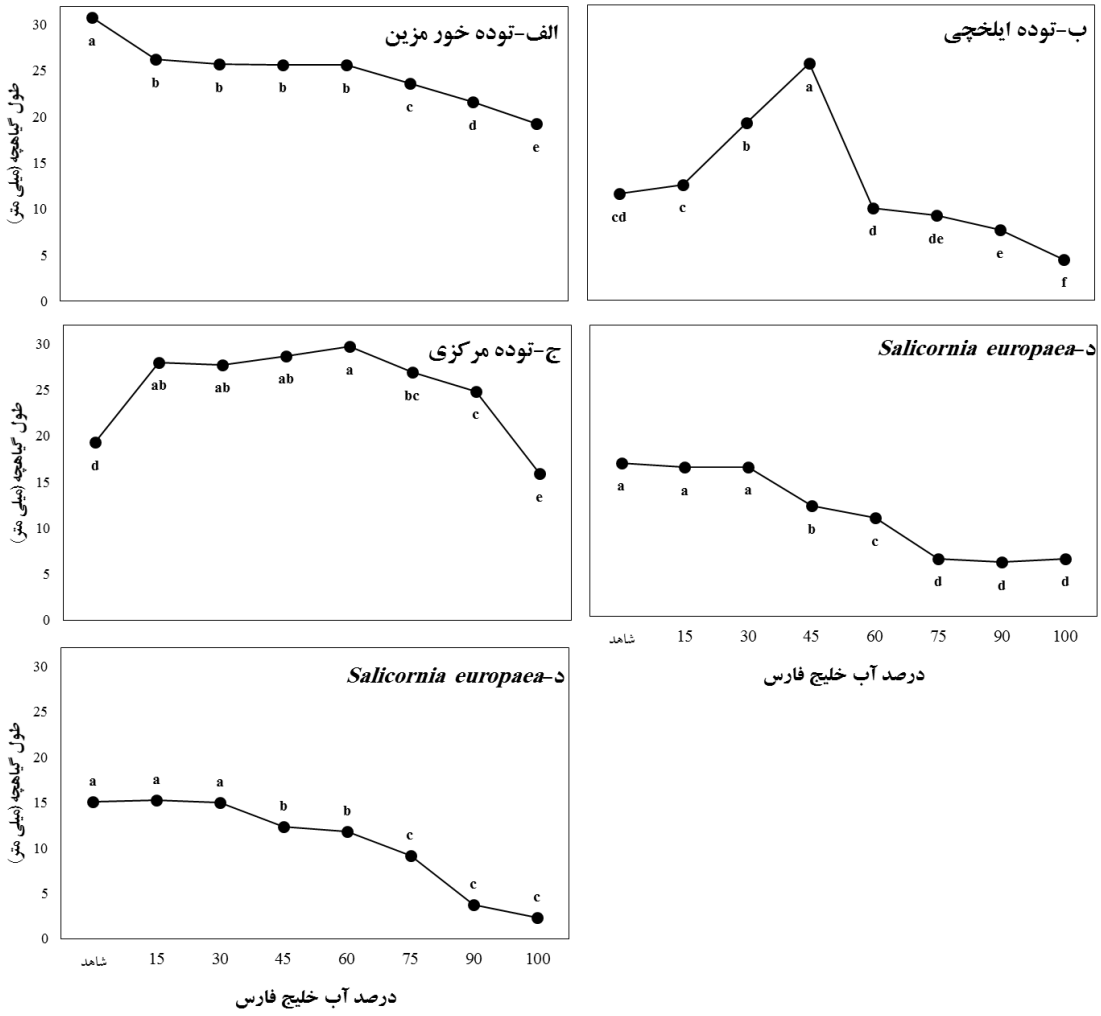
اثرات شوری و گونه سالیکورنیا بر طول گیاهچه معنی‌دار بود. اگرچه طول گیاهچه سالیکورنیا به‌طورکلی تحت تأثیر تنش شوری کاهش یافت، اما پاسخ گونه‌های مختلف به سطوح شوری متفاوت بود (شکل ۵). در توده خورِ مُزین تنش شوری ۱۵ درصد آب خلیج‌فارس موجب کاهش معنی‌دار طول گیاهچه شد، ولی افزایش شوری تا ۶۰ درصد آب خلیج‌فارس منجر به کاهش معنی‌دار و بیشتر طول گیاهچه نشد (شکل ۵الف). سطوح بالاتر موجب افزایش معنی‌دار تأثیر منفی شوری شد. در حالیکه شوری ۱۵ درصد آب خلیج‌فارس موجب افزایش طول گیاهچه در توده مرکزی (شکل ۵ب) و توده ایلخچی (شکل ۵ج) گردید و این روند برای این دو گونه به ترتیب تا سطوح ۴۵ و ۶۰ درصد آب خلیج‌فارس ادامه داشت، ولی سطوح بالاتر منجر به کاهش معنی‌دار طول گیاهچه این دو توده شد. از سوی دیگر، طول گیاهچه گونه‌های *S. europaea* (شکل ۵د) و *S. bigelovii* (شکل ۵ه) تا سطح ۳۰ درصد آب خلیج‌فارس بدون تغییر ماند ولی سطوح شدیدتر تنش شوری با کاهش طول گیاهچه این دو گونه همراه بود.

با توجه به پاسخ طول گیاهچه گونه‌های مختلف سالیکورنیا، می‌توان گفت که میانگین طول گیاهچه در شوری متوسط افزایش یافت و با افزایش شدت شوری روند کاهشی را به‌خود گرفت (شکل ۶الف). در شوری بسیار شدید (۶۰/۹ دسی‌زیمنس برمتر) رشد گیاهچه هیچ گونه‌ای متوقف نشد (شکل ۵). در این شرایط، توده خورِ مُزین و گونه *S. bigelovii* به ترتیب دارای بیشترین و کمترین طول گیاهچه بودند. از سویی دیگر، میانگین طول گیاهچه گونه‌های داخلی (معادل ۲۰/۸ میلیمتر) بیشتر از طول گیاهچه گونه‌های خارجی (معادل ۱۰/۹ میلیمتر) بود. میانگین طول گیاهچه توده‌های خورِ مُزین، مرکزی و ایلخچی به ترتیب برابر با ۲۴/۸، ۲۵/۲ و ۱۲/۵ میلی متر و میانگین طول گیاهچه گونه‌های *S. europaea* و *S. bigelovii* به ترتیب برابر با ۱۱/۴ و ۱۰/۶ میلی متر بود (شکل ۶ب). به‌نظر می‌رسد که گونه مرکزی با توجه به

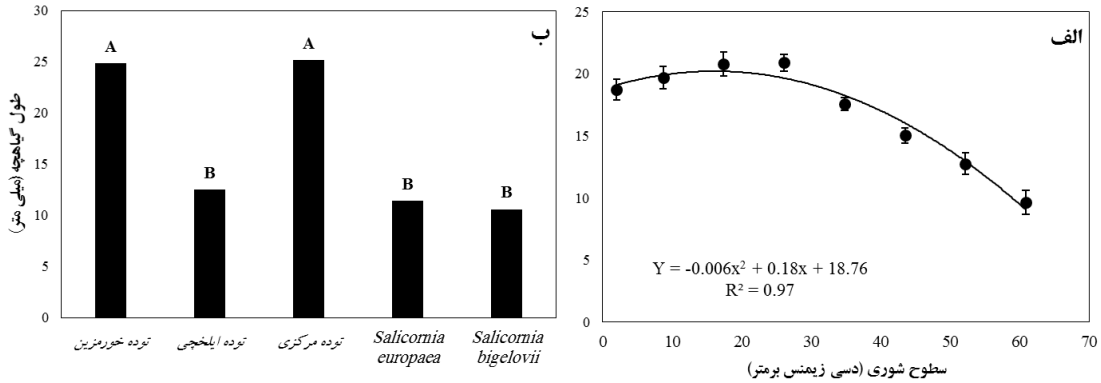
نزدیکی که با نتایج توده خورِ مُـزین دارد، احتمـالا منشـاء جنوب کشور دارد (شکل ۷).



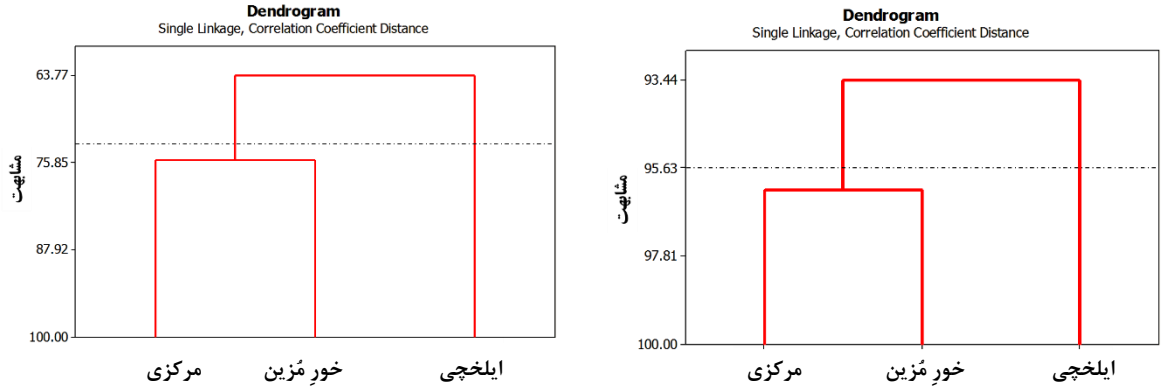
شکل ۴- آستانه کاهش ۵۰ درصدی جوانه‌زنی توده‌های بومی و گونه‌های *S. bigelovii* و *S. europaea*



شکل ۵- طول گیاهچه گونه‌های مختلف سالیکورنیا در سطوح متفاوت شوری. هر شکل میانگین‌های با حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۶- میانگین طول گیاهچه در سطوح مختلف شوری (الف، میانگین پنج توده) و گونه‌های متفاوت سالیکورنیا (ب، میانگین هشت سطح شوری). میانگین‌های با همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد در شکل الف و با حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد در شکل ب تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۷- نمودار خوشه‌ای گروه‌بندی توده‌های داخلی براساس جوانه‌زنی (راست) و رشد گیاهچه (چپ)

بحث و نتیجه‌گیری

اگرچه جوانه‌زنی هر پنج گونه سالیکورنیا تحت تاثیر تنش شوری بیشتر از ۱۵ درصد آب خلیج فارس کاهش یافت، ولی پاسخ گونه‌های مختلف متفاوت بود. اعتقاد بر این است که در شدت‌های شوری پایین کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدودکننده جوانه‌زنی و سبزشدن است. ولی در شوری‌های بالا سمیت یونی و در پی آن افزایش جذب یون‌های مضر بخصوص کلرید سدیم و عدم تعادل بین عناصر غذایی سبب کاهش درصد سبزشدن محسوب می‌شوند [۱۱]. با وجودی که با تشدید شدت تنش شوری، کاهش جوانه‌زنی گونه‌های سالیکورنیا نیز افزایش یافت، ولی حتی در شوری ۱۰۰ درصد آب خلیج‌فارس نیز جوانه‌زنی هیچ کدام از گونه‌ها متوقف نشد (شکل ۱). با توجه به اینکه استقرار گیاهان حساس‌ترین مرحله نسبت به شوری است؛ بنابراین درصد و سرعت بالای جوانه‌زنی و متعاقب آن رشد بهتر ریشه و ساقه در اوایل فصل رشد باعث استفاده بهینه از تابش در زمین پوشی و یکنواختی سایه انداز گیاهی و درنهایت رسیدن به پتانسیل عملکرد خواهد شد [۱۳]. اینکه گیاهچه‌های جوان در مرحله سبز شدن و استقرار بوته بتوانند در نمک‌های تجمع یافته در اطراف ریشه خود دوام بیاورند، بستگی زیادی به تحمل به شوری در این مرحله دارد [۱۳ و ۲۰].

نتایج همچنین نشان داد که به‌طورکلی جوانه‌زنی و حدتحمل گونه‌های داخلی بیشتر بود. حدآستانه تحمل شوری گونه‌های مرکزی، خورِ مُزین، ایلخچی، *S. europaea* و *S. bigelovii* به‌ترتیب ۱۴/۵، ۱۴/۴، ۵/۰، ۱۱/۹ و ۷/۵ دسی‌زیمنس برمتر بود. در یک مطالعه گزارش شد که سالیکورنیا قادر است تا شوری‌های حدود ۲۰ تا ۳۰ دسی‌زیمنس برمتر را در مرحله جوانه زنی تحمل کند و در این سطوح شوری حدود ۶۰ درصد از بذرها قادر به جوانه‌زنی هستند [۳]. همچنین در مطالعه

دیگری، حدآستانه تحمل به شوری سالیکورنیا حدود ۳۰ دسی‌زیمنس برمتر معرفی شد [۲۲].

تنش شوری در سطوح مختلف و بسته به گونه طول گیاهچه سالیکورنیا را کاهش داد. شوری کم تا متوسط تاثیری بر طول گیاهچه گونه‌های خارجی نداشت، ولی با افزایش طول گیاهچه در توده‌های مرکزی و ایلخچی همراه بود. سطوح شدیدتر تنش شوری با کاهش طول گیاهچه در همه گونه‌های مورد بررسی شد. پاسخ مثبت سالیکورنیا به تنش های شور کم تا متوسط توسط پژوهشگران دیگر در گونه‌های مختلف مانند *herbacea* [۳]، *virginica* [۱۶] و *europeae* [۱۹] نیز نشان داده شده است. اعتقاد بر این است که سالیکورنیا از طریق تجمع محلول‌های آلی در سلول‌ها و جوانه‌زنی سریع تنش شوری را تحمل می-کند [۴]. برخی پژوهش نشان داده‌اند که تنش شوری ملایم نه تنها تأثیر منفی بر سالیکورنیا ندارد، بلکه برای تحریک رشد اولیه می‌تواند مفید باشد [۱۶ و ۱۹]. حتی برخی پژوهشگران شوری تا ۱۵ دسی‌زیمنس برمتر را بهترین شرایط برای رشد و فتوسنتز سالیکورنیا در مراحل اولیه رشد می دانند [۱۶]. نوع نمک در تحمل به شوری سالیکورنیا تأثیر گذار است، به‌طوری که بیان شده است که تنش ناشی از نمک سولفات سدیم تا ۱۰ دسی‌زیمنس برمتر می‌تواند تا حدودی باعث افزایش رشد سالیکورنیا گردد، ولی در غلظت های بالا سمیت سولفات سدیم بیشتر از کلریدسدیم بود [۳]. دلیل این موضوع به افزایش غلظت آنیون‌های سولفات در خاک مرتبط دانسته‌اند، که بدلیل انحلال پذیری کمتر سولفات‌سدیم امکان تجمع آن به‌صورت محلول کاهش یافته و سمیت ناشی از این نمک زودتر از نمک کلریدسدیم در گیاه ظاهر می‌شود [۳]. ولی در آزمایش حاضر حتی در شوری حدود ۶۱ دسی‌زیمنس برمتر رشد گیاهچه‌های سالیکورنیا متوقف متوقف نشد.

میانگین طول گیاهچه توده‌های داخلی از گونه‌های خارجی بیشتر بود. پژوهشگران مختلف سمیت یون‌ها و جذب بیش‌ازحد سدیم را علت کاهش رشد در شرایط تنش شوری بیان دانسته‌اند؛ و بیان کرده‌اند که افزایش غلظت سدیم و کلر بر جذب بسیاری از عناصر ضروری و انتخاب پذیری یونی در غشا اثر دارد، که منجر به کاهش رشد گیاه می‌گردد [۱۷ و ۲۴]. تنش شوری سبب ایجاد عدم تعادل یونی گیاه می‌شود؛ به‌طور مثال نسبت پتاسیم به سدیم کاهش می یابد و در نتیجه با تجمع زیاد سدیم، آنزیم ها غیرفعال شده و درنهایت بر فرایندهای متابولیک گیاه اثر می گذارد [۵].

نتایج کلی نشان می‌دهد که تفاوت‌های قابل‌ملاحظه‌ای بین پاسخ گونه‌های سالیکورنیا به شوری وجود دارد. میانگین جوانه‌زنی با افزایش شوری به‌طور خطی کاهش یافت، ولی میانگین رشد گیاهچه تا شوری متوسط افزایش و پس‌ازآن کاهش یافت. بااین‌وجود، جوانه‌زنی و رشد گیاهچه هیچ‌کدام از گونه‌ها حتی در شوری ۶۰/۹ دسی-زیمنس برمتر متوقف نشد. جوانه‌زنی و رشد گیاهچه توده-های بومی بیشتر از گونه‌های *S. bigelovii* و *S. europaea* بود. در این آزمایش بیشترین حدآستانه تحمل به شوری در توده مرکزی و خورِ مُزین (به‌ترتیب ۱۴/۵ و ۱۴/۴ دسی‌زیمنس برمتر) و پس‌ازآن *S. europaea* (۱۱/۹ دسی‌زیمنس برمتر) برآورد شد. گونه مرکزی نزدیکی بالایی با توده خورِ مُزین داشت، و بنابراین احتمالا منشا گیاه‌شناسی مشابهی دارند.

References

[1]. Adam, P. (1990). Saltmarsh Ecology. New York: Cambridge University Press.

[2]. Akhani, H. (2006). Biodiversity of Halophytic and Sabkha Ecosystems in Iran. Netherlands: Springer.

[3]. Amiri, B., Asareh, M.H., Jafari, M., Rassoli, B., & Jafari, A.A. (2012). Effect of NaCl & Na_2SO_4 on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* & *Alhagi persarum*. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19, 233-243, (in Farsi).

[4]. Ayala, F., & and O'Leary, J.W. (1995). Growth and physiology of *Salicornia bigelovii* Torr. at suboptimal salinity. *International Journal Plant Science*, 156, 197–205.

[5]. Booth W.A., & Beardall, J. (1991). Effect of salinity on inorganic carbon utilization and carbonic anhydrase activity in the halotolerant algae *Dunaliella salina* (Chlorophyta). *Phycologia*, 30, 220-225.

[6]. Emam, Y., Pirasteh-Anosheh, H. (2014). Laboratory and Field Methods in Crop

Sciences. Mashhad: Jahad Daneshgahi Press. (in Farsi).

[7]. Gulzar, S., & Khan, M.A. (2001). Seed germination of a halophytic grass *Aeluropus lagopoides*. *Annals of Botany*, 87, 319–324.

[8]. Guma, I.R., Padron-Mederos, M.A., Santos-Guerra, A., & Reyes-Betancort, J.A. (2010). Effect of temperature and salinity on germination of *Salsola vermiculata* L. (Chenopodiaceae) from Canary Islands. *Journal of Arid Environments*, 74, 708–711.

[9]. Kadereit, G., Ball, P., Beer, S., Mucina, L., Sokoloff, D., Teege, P., Yaprak, A.E., & Freitag, H. (2007). A taxonomic nightmare comes true: phylogeny and biogeography of glassworts (*Salicornia* sp. L., Chenopodiaceae). *Taxonomy*, 56, 1143–1170.

[10]. Khan M.A., Gul, B., & Weber, D.J. (2001). Effect of salinity on the growth and ion content of *Salicornia rubra*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32, 2965–2977

[11]. Kingsbury, R.W., Epstein E., & Pearcy, R.W. (1984). Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. *Plant Physiology*, 74, 417-423.

[12]. Maas, E.V., & Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance–current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 103(2), 115-134.

[13]. Pirasteh-Anosheh, H., Sadeghi H., & Emam, Y. (2011). The effects of KNO_3 and urea on germination, early growth, total protein and proline content of four maize hybrids (*Zea mays* L.) under drought and salt stress conditions. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 14, 289 - 295.

[14]. Ranjbar, G.H., & Pirasteh-Anosheh, H. (2015). A glance to the salinity research in Iran with emphasis on improvement of field crops production. *Iranian Journal of Crop Science*, 17, 165-178, (in Farsi).

[15]. Ranjbar, G.H., Cheraghi, S.A.M., & Banakar, M.H. (2008). Salt sensitivity of wheat at germination stage. In: Kafi, M., & Khan, A. (Eds.). Crop and Forage Production using Saline Waters in Dry Areas. New Delhi: Daya Publishing.

[16]. Robert W.P., & Ustin, S.L. 2004. Effects of salinity on growth and photosynthesis of three Californiatidal marsh species. *Cell Biology International*, 17, 839-845.

[17]. Shiyab, S. (2011). Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on macro and micro elements and protein content of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9, 350-356.

[18]. Soltani, A. (2015). Application of SAS in Statistical Analysis. Mashhad: Jahad Daneshgahi Press. (in Farsi).

[19]. Todd P.E., & Ungar, I.A. (2004). Competition between *Salicornia europaea* and *Atriplex prostrate* (Chenopodiaceae) along an experimental salinity gradient. Wetlands Ecology and Management, 9, 457-461.

[20]. Ungar, I.A. (1991). Ecophysiology of Vascular Halophytes. Florida: CRC Press.

[21]. Van-Genuchten, M.T., & Hoffman, G.J. (1984). Analysis of crop salt tolerance data, soil salinity under irrigation process and management. *Ecological Studies*, 51, 258-271.

[22]. Wang, L., & Zhao, K. (2004). Effect of NaCl stress on ion compartmentation, photosynthesis and growth of *Salicornia bigelovii* Torr. *Journal of Plant Physiology and Molecular Biology*, 30, 94 98.

[23]. Xianzhao, L., Chunzhi, W., & Qing, S. (2013). Screening for Salt Tolerance in Eight Halophyte Species from Yellow River Delta at the Two Initial Growth Stages. Hindawi Publishing Corporation.

[24]. Xue, Z.Y., Zhi, D.Y. Xue, G.P. Zhang, H. Zhao, Y.X., & Xia, G.M. (2004). Enhanced salt tolerance of transgenic heat (*Triticum aestivum* L.) expressing a vacuolar Na^+/H^+ antiporter gene with improved yields in saline soils in the field and a reduced level of leaf Na^+. *Plant Science*, 167, 849–859.

"Short Research Paper"

Determination the threshold of salinity tolerance in *Salicornia* species using Persian Gulf water

1- Gh. Ranjbar, Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
2- H. Pirasteh-Anosheh, Assistant Professors, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
h.pirasteh.a@gmail.com

Received: 27 May 2017
Accepted: 22 July 2018

Abstract

Intensification salinization of water and soil resources requires more attentions to halophytes species cultivation. In this research, the effect of salt stress as varied percentage (control, 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, 90% and 100%.) of Persian Gulf water (58 dS m^{-1}) was examined on germination and seedling growth of different *Salicornia* species, in order to determine salinity tolerance threshold and threshold of 50% reduction in germination at National Salinity Research Center, Yazd in 2017. Species consisted of *Salicornia europaea*, *S. bigelovii* along with three local populations: Khor-e-Mozain (Bushehr province), Ilkhchi (East Azerbaijan province) and Markazi (Iran central regions). The results showed that the mean germination of the species were significantly reduced from 25% Persian Gulf water, however germination of all species did not stopped even at 100% Persian Gulf water. However, seedling length in Khor-e-Mozain, *S. europaea* and *S. bigelovii* was decreased as salinity was intensified, while in Ilkhchi and Markazi were increased up to 45% and 60% Persian Gulf water, respectively and then was reduced. In general, all *Salicornia* species had high salinity tolerance, however there were considerable variations between different species, so that salinity tolerance threshold of Khor-e-Mozain, Ilkhchi, Markazi, *S. europaea* and *S. bigelovii* were 14.36, 5.01, 14.46, 11.91 and 7.54 dS m^{-1} and their threshold of 50% reduction were 56.25, 51.60, 61.15, 32.69 and 27.01 dS m^{-1}, respectively.

Keyword: Germination; Halophyte; Haloculture; Sea water; Tolerance.