Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۳ / پاییز ۱۳۹۸

تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو گونه سالیکورنیا (*Salicornia persica* و *S. bigelovii*)

حسین بیرامی[1*]، محمدحسن رحیمیان[1]، فرهاد دهقانی[1]، غلامحسن رنجبر[1] ، یوسف هاشمی‌نژاد[1]

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/٤/۱۵

۱-استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
*مسئول مکاتبه: E-mail: beyrami.h@hotmail.com

چکیده

گیاه سالیکورنیا از این نظر حائز اهمیت است که به‌عنوان یک گیاه شورزیست، قابلیت کشت در نواحی شور و آبیاری با آب‌های نامتعارف و خیلی شور را دارا می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر عملکرد زراعی دو گونه سالیکورنیا (*S. bigelovii* و *S. persica*) در یک آزمایش لایسیمتری انجام شد. بدین منظور دو سطح مختلف شوری آب آبیاری (۸ و ۲۵ دسی زیمنس بر متر) در هر آزمایش اعمال گردید. آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در این بررسی استفاده گردید. در طول آزمایش شوری خاک، شوری آب زهکشی، رطوبت خاک و حجم آب اعمال شده پایش و اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد پارامترهایی مانند وزن دانه، وزن کل اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌فرعی، تعداد سنبله در بوته، ارتفاع سنبله، قطر سنبله و وزن خشک سنبله اندازه-گیری و با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ۸ به ۲۵ دسی زیمنس بر متر اجزای عملکرد هر دو گونه سالیکورنیا (وزن دانه ٦۲ و ۱۱/۵ درصد و وزن کل اندام هوایی ۲۲ و ۱٦ درصد به‌ترتیب در گونه‌های بیگلووی و پرسیکا) افزایش معنی‌دار داشت. همچنین اثر شوری بر همه صفات مورفولوژیک به غیر از قطر سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: اجزاء عملکرد، سالیکورنیا، شوری، عملکرد، لایسیمتر

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Irrigation Water Salinity on the Yield of two Salicornia Species (*Salicornia bigelovii* and *S. persica*)

Hossein Beyrami[1*], Mohammad Hassan Rahimian[1], Farhad Dehghani[1], Gholamhasan Ranjbar[1], Yousef Hasheminejhad[1]

Received: July 6, 2019 Accepted: December 10, 2018
1-Assist. Prof., National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.
*Corresponding Author Email: beyrami.h@hotmail.com

Abstract

Salicornia is an important halophyte that has the ability to cultivate in saline areas and irrigate with unconventional and hyper saline waters. This study aimed to investigate the effect of different irrigation water salinity levels on salicornia (*Salicornia persica* and *S. bigelovii*) yield under a weighting lysimetric experiment. For this purpose, two levels of irrigation water salinities (8 and 25 $dS.m^{-1}$) were applied on each experiment. A factorial experiment with completely randomized design was subjected in this study. During the experiment, soil salinity, drainage water salinity, soil moisture and volume of applied water were measured and monitored. At the end of growing season, parameters like seed weight, total dry matter weight, plant height, and branch number, number of spikes per plant, spike height, spike diameter and spike dry weight were measured and compared together, as well. Results showed that as salinity level of irrigation water increased from 8 to 25 $dS.m^{-1}$, yield components significantly increased (seed weight, 62 and 11.5 % and total dry matter weight, 22 and 16 % in S. *bigelovii and S. persica*, respectively). Also, the effect of salinity on all morphological traits was significant except for spike diameter at 1% confidence level.

Keywords: Lysimeter, Salicornia, Salinity, Yield, Yield Components

مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز به غذا از یک‌طرف و محدودیت استفاده از منابع آب متعارف و توسعه تدریجی شوری منابع آب و خاک از طرف دیگر سبب شده است که راهکارها و اقدامات پایدار تولید در منابع آب و خاک نامتعارف (شور) اهمیت دوچندان پیدا کنند. با توجه به این‌که بیشتر گیاهان زراعی، گلیکوفیت‌های حساس به نمک هستند، تلاش‌های اولیه برای کشت گلیکوفیت‌ها در رژیم‌های شور با استفاده از برنامه‌های سنتی زراعی، چندان امیدوارکننده نبوده است (فلاورز و همکاران ۲۰۱۰). با گسترش شوری منابع آب و خاک کشاورزی، افزایش جمعیت و نیاز به تولید غذا در شرایط شور، استراتژی‌های جدیدتری در خصوص معرفی گیاهان مناسب و پربازده در شرایط شور ارائه شده است.

یکی از این استراتژی‌ها برای دستیابی مستقیم-تر به گزینه‌های مناسب و متحمل در برابر شوری، کار بر روی گیاهان هالوفیت و گونه‌های گیاهی دارای تحمل

www.SID.ir

Archive of SID

ذاتی به نمک، بوده است (کویرو و همکاران ۲۰۱۱). این گیاهان از لحاظ دامنه تحمل به شوری، روند رشد و تولید در شرایط شور، دارای تنوع زیادی هستند که همین موضوع، آن‌ها را نیازمند بررسی و تحقیق فراوان نموده است. به گفته محققین، هالوفیت‌ها حتی زمانی‌که با آب شور دریا آبیاری می‌شوند، می‌توانند عملکردی به اندازه گیاهان زراعی متعارف داشته باشند (گلن و همکاران ۱۹۹۹، ونتورا و همکاران ۲۰۱۱a,b). حد بهینه میزان شوری برای رشد غالب هالوفیت‌ها در شوری حدود ۵۰ تا ۲۵۰ میلی مولار NaCl بیان شده است (فلاورز و همکاران ۱۹۸٦، فلاورز و همکاران ۱۹۹۵)، اما برای برخی گیاهان، این مقدار بین ۲۰۰ تا ٤۰۰ میلی مولار NaCl نیز گزارش شده است (فلاورز و کولمر ۲۰۰۸).

تا به امروز، یکی از موفق‌ترین نمونه‌های کشت هالوفیت در سواحل دریاها، شاید سالیکورنیا باشد (دیوی و همکاران ۲۰۰۱، ونتورا و ساگی ۲۰۱۳، اورلوسکی و همکاران ۲۰۱٦). سالیکورنیا از گیاهان یک‌ساله خانواده کنوپودیاسه (*Chenopodiaceae*) است که به‌صورت علفی با ساقه‌های آبدار و گوشتی ظاهر می‌شود و به‌طور طبیعی در سواحل دریا و حاشیه ماندآب‌های شور رشد و تکامل یافته است. به‌دلیل وجود خاک‌های شور و آب و هوای متنوع در ایران و وجود زیستگاه‌های گسترده شور در بیابان‌های گرم و معتدل، شرایط برای رشد این‌گونه مطلوب عنوان شده است (آخانی و همکاران ۲۰۰۳، آخانی ۲۰۰۷). به‌طوری‌که گونه‌های مختلفی از سالیکورنیا در بخش‌های مرکزی، جنوب، شمال و شمال غربی ایران شامل استان‌های اصفهان، کرج، خوزستان، هرمزگان، بوشهر و ارومیه یافت شده‌اند.

به‌طورکلی، سالیکورنیا یکی از گیاهانی است که در بین هالوفیت‌ها دارای خصوصیات برجسته اقتصادی و زراعی بوده و علاوه بر تولید دانه‌های روغنی و پروتئین، از نظر تولید علوفه نیز حائز اهمیت است. این گیاه با استفاده از منابع آب خیلی شور نظیر سواحل جنوبی کشور (خلیج‌فارس و دریای عمان) قادر به رشد بوده و طبق شواهد اولیه، می‌تواند نتایج رضایت‌بخشی را نیز به همراه داشته باشد. بنابراین، گسترش کشت این گیاه با آب دریا می‌تواند در رفع نیاز کشور به دانه‌های روغنی مؤثر واقع گردد. به همین دلیل است که در یک دهه اخیر، سالیکورنیا در تحقیقات کاربردی هالوفیت‌های کشورمان، مورد توجه ویژه‌ای قرارگرفته است.

اثرات تنش‌های متفاوت بر پایداری کشت در گونه‌های متفاوتی از سالیکورنیا توسط پژوهشگران متعددی انجام یافته است (اکین و همکاران ۲۰۱۷، سینگ و همکاران ۲۰۱۸، سوزا و همکاران ۲۰۱۸). درایران نیز تحقیقاتی در این زمینه صورت گرفته است. صالحی و همکاران (۲۰۱۷) بیان نمودند که میزان تولید گیاه در شرایط اقلیم یزد با مدیریت مناسب گونه سالیکورنیا بیگلوی ۹/ ۱ تن در هکتار و گونه پرسیکا ۵/ ۱ تن در هکتار بود. به منظور رسیدن به حداکثر عملکرد با توجه به حساسیت گیاه به طول روز باید تاریخ کاشت گیاه در زمان مناسب با توجه به فتوپریود منطقه انجام شده و همچنین نیاز آبی و کودی گیاه در مراحل حساس رشدی گیاه تأمین شود. محمدی و همکاران (۲۰۱۰) در مقایسه میانگین تیمارهای شوری بیشترین رشد و ماده خشک تولید شده را در شوری ۲۰۰ میلی مولار به‌دست آوردند و کمترین مقدار وزن خشک در بیشترین تیمارشوری یعنی ٦۰۰ میلی مولار به‌دست آمد. نام‌بردگان بیان نمودند که با توجه به اهمیت سالیکورنیا به عنوان یک گیاه هالوفیت که قابلیت زراعت با آب دریا را دارد می‌توان امیدوار بود با پیشبرد تحقیقات در این زمینه بسیاری از اراضی شور سواحل جنوبی کشور که به‌صورت لم‌یزرع رها شده‌اند به کشت این گیاه اختصاص یابند و با توجه به اهمیت

www.SID.ir

Archive of SID

روغن به‌عنوان یک کالای استراتژیک، روغن حاصل از دانه‌های این گیاه می‌تواند به خودکفایی در این زمینه کمک نماید.

با این وجود، با تمام تلاش‌ها و تحقیقات صورت گرفته بر روی این گیاه تاکنون، هنوز سؤالات و ابهاماتی در خصوص تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر روی عملکرد زراعی این گیاه وجود دارد. بدین منظور این تحقیق برای بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد دو گونه سالیکورنیا (*S. bigelovii* و *S. persica*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهر یزد با مختصات جغرافیایی ۰۶/۰۳" ۵۵ ' ۳۱ ° شمالی و ۵۷/۴۳" ۱۶ ' ۵۴ ° شرقی و درون لایسیمترهای وزنی به‌صورت آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با دو تیمار شوری آب آبیاری (۸ و ۲۵ دسی زیمنس بر متر) و دو گونه سالیکورنیا (*S. bigelovii* و *S. persica*) و در سه تکرار انجام گردید.انجام گردید. خاک مورد استفاده برای پر کردن لایسیمترها دارای کلاس بافت لوم شنی با شوری اولیه ۱۱/۸۳ دسی زیمنس بر متر و pH ۷/۴۶ بود. همچنین خاک مورد مطالعه ماده آلی و نیتروژن کل کمی داشت (جدول ۱).

برای آماده‌سازی لایسیمترها ابتدا تعداد ۱۲ عدد لایسیمتر وزنی با طول ۸۵، عرض ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر تهیه شدند. ابتدا در کف این لایسیمترها فیلتری شنی قرار داده شد تا زهکشی به سهولت از مجرای کف آن‌ها صورت گیرد. سپس هر یک از لایسیمترها با خاکی با بافت لوم شنی پر شدند. هر لایسیمتر روی باسکول مخصوص قرار گرفته و لایسیمترها در مزرعه در عمق خاک به‌طوری که سطح لایسیمترها همسطح زمین باشد، تعبیه شدند. نشاءهای مورد نیاز برای این پروژه در گلخانه تهیه و سپس به درون لایسیمترها در محل سایت اصلی انتقال داده شده‌اند. تعداد نهایی نشاء در هر لایسیمتر ٤ عدد بود. بدین گونه که ابتدا از بذور هر دو گونه مورد آزمایش سالیکورنیا در نیمه اول اسفند ۱۳۹۵ در سینی‌های نشا کشت و پس از رسیدن به مرحله استقرار، این نشاءها در اوایل فروردین ۱۳۹٦ به لایسیمترها انتقال یافتند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	مقدار
شن (٪)	٦٨/٥٨
سیلت (٪)	١٥/٤٢
رس (٪)	١٦
ECe ($dS.m^{-1}$)	١١/٨٣
رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای حجمی (٪)	٢٢/٤
pH	٧/٤٦
کربن آلی (٪)	٠/٢١
نیتروژن کل (٪)	٠/٠١٨
پتاسیم (av) ($mg.kg^{-1}$)	١٤٤
فسفر (av) ($mg.kg^{-1}$)	٢٠/١٢

آب آبیاری برای تیمارها (جدول ۲) با اختلاط آب چاه محل آزمایش (با شوری ٤ دسی زیمنس بر متر) و آب انتقال‌یافته از خارج محل آزمایش با شوری بسیار بالا تهیه شد. آبیاری بر اساس دور متداول آبیاری این گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

(۲ تا ۳ روز) و بر اساس میزان تخلیه رطوبت خاک (با استفاده از داده‌های لایسیمتری) در هر نوبت و نیاز آبشویی حدود ۲۰ درصد انجام شد.

برای کنترل شوری خاک، زه‌آب خروجی از ناحیه ریشه در هر نوبت از آبیاری جمع‌آوری شده و هدایت الکتریکی آن‌ها در هر نوبت اندازه‌گیری شد. میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک و علائم کمبود به‌خصوص از نظر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عناصر میکرو به‌صورت کودی در مراحل مختلف به خاک اضافه شد. در انتهای کار پس از رسیدگی بذر گیاه (دوره ۷ ماهه)، برداشت سالیکورنیا به‌صورت دستی انجام یافت و پس از خشک شدن، وزن دانه، وزن کل اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه-فرعی، تعداد سنبله در بوته، ارتفاع سنبله، قطر سنبله و وزن خشک سنبله اندازه‌گیری و اثر سطوح مختلف شوری و گونه بر روی این پارامترها بررسی گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel2013 و برای تجزیه آماری از نرم‌افزار SPSS16 استفاده گردید.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری تیمارهای آزمایش

ویژگی	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Na^+	K^+	Cl^-	SO_4^{2-}	SAR
			($meq.l^{-1}$)								
تیمار ۱	۸/۰۰	۸/۰۵	۳/۱۵	۸/۹۰	۰/۰۰	۲/۷۷	۶۳/۳۲	۰/۱۷	٦٦/٥١	٦/٢٦	۲۵/۸۰
تیمار ۲	۲۵/۰۰	۷/۹٤	٤/۰۵	۲۹/۵۲	۰/۰۰	۲/۷۷	۲۱۱/۳۰	۰/۵۱	۲۲۳/۱۱	۱۹/۵۰	۵۱/۵۷

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برخی صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده تحت تأثیر معنی‌دار اثر گونه گیاهی، اثر سطح شوری آب آبیاری و اثر متقابل بین آن‌ها قرار گرفته است (جدول ۳). همان‌گونه که دیده می‌شود بین دو گونه اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد در تمامی صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده به‌جز ارتفاع بوته دیده می‌شود. همچنین شوری موجب اختلاف معنی‌دار در تعداد شاخه‌فرعی، تعداد سنبله در بوته و وزن خشک سنبله (در سطح احتمال ۱ درصد) و ارتفاع بوته و ارتفاع سنبله (در سطح احتمال ۵ درصد) شده است. همچنان که در جدول ۳ دیده می-شود اثر شوری بر قطر سنبله موجب اختلاف معنی-داری نشد. علاوه بر این اثر متقابل گونه و شوری تنها موجب اختلاف معنی‌دار در تعداد شاخه فرعی (در سطح احتمال پنج درصد) و وزن خشک سنبله (در سطح احتمال یک درصد) شد.

همچنین جدول ۳ نشان‌دهنده اثر شوری و گونه بر خصوصیات عملکردی دو گونه سالیکورنیا می‌باشد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که نوع گونه موجب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد در وزن دانه و وزن کل اندام هوایی شد. لیث (۲۰۰۰) نیز اثر گونه هالوفیت بر مقدار عملکرد هالوفیت‌ها در شرایط شور را معنی‌دار گزارش نمودند. همچنین اثر شوری نیز بر روی این دو خصوصیت موجب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد شد. علاوه بر این اثر متقابل گونه و شوری تنها موجب اختلاف معنی‌دار در وزن دانه (در سطح احتمال یک درصد) شد. طبق نظر گلن و همکاران (۱۹۹۷) برای رسیدن به بیشترین عملکرد در گیاه سالیکورنیا، شوری در ناحیه ریشه (صفر تا ۱۵ سانتی‌متری برای این گیاه) بایستی در حدود ۷۰ تا ۷۵ گرم بر لیتر نگه‌داشته شود. همچنین مغایب و همکاران (۲۰۰٤) بیان نمودند که با افزایش شوری (غلظت سدیم

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس اثر گونه و شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد سالیکورنیا

	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد سنبله در بوته	ارتفاع سنبله	قطر سنبله	وزن خشک سنبله	وزن دانه	وزن کل اندام هوایی
بلوک	۲	۱/۲۷	۲/۳۳	۲۰۳/۵۲	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۱	۱٤/٦٥	۱۳٦/۸۱
گونه	۱	۲۸/۵۲	۲۲۵/۳۳**	۳٥٦۹۰۲/٥۲**	۲۷/۷٥**	۱/۱۰**	۰/۹٤**	۹۷۷/۲۳**	۸۰٥۹/۰٥**
شوری	۱	۷۲/٥۲*	۷٥/۰۰**	٥۲۲۰٦/۰۲**	۱/٥۷*	۰/۰٤	۰/۱۲**	٤٤۱/۲۹**	۲۸۲٥/٦۳**
برهمکنش	۱	۰/٥۲	٤۸/۰۰*	۱۰۳٦/۰۲	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۹**	۱۰۸/۳۰**	۰/۰۰۱
خطا	٦	۱۰/٦۰	٥/٤٤	٥۱۹/۳٥	۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۰۰	٦/٥۸	٦۲/۱٤
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۰۲	۱٤/۷٤	٥/۸٤	۸/٥۳	٤/٦۲	۹/۷۸	٥/٤۱	٤/٤۰

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و * معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد می باشد.

تا حدود ۸۵ میلی‌مولار) در ابتدا مقدار وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر غلظت سدیم مقدار وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت به‌طوری‌که در غلظت ۳٤۰ میلی مولار سدیم مقدار وزن خشک اندام هوایی به کمتر از مقدار شاهد (در غلظت صفر سدیم) رسید. آیالا و اُلاری (۱۹۹٥) نیز در تحقیقات خود افزایش عملکرد با افزایش غلظت کلرید سدیم تا حدود غلظت ٥۰ میلی‌مولار و سپس کاهش عملکرد در غلظتی حدود ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم را گزارش نمودند. کوربان و همکاران (۱۹۹۹) نیز در تحقیقات خود بر روی سالیکورنیا گونه بیگلووی گزارش نمودند که اثر شوری در غلظت‌های پایین‌تر می‌تواند موجب بهبود رشد گیاه گردد.

جدول ٤ مقایسه میانگین دو نوع گونه سالیکورنیا از نظر خصوصیات مورفولوژیک را نشان می‌دهد. این مقایسه در سطح اطمینان ۹٥٪ و به کمک آزمون LSD انجام شد. همان‌طوری که ملاحظه می‌گردد، دو گونه از لحاظ همه خصوصیات مورفولوژیک به غیر از ارتفاع بوته در سطح اطمینان مذکور دارای تفاوت معنی‌دار هستند. تعداد شاخه فرعی، تعداد سنبله در بوته در گونه بیگلووی به‌ترتیب ٥۷ و ٤۰ درصد گونه پرسیکا بود. سه صفت ارتفاع سنبله، قطر سنبله و وزن خشک سنبله در گونه بیگلووی به‌ترتیب ۱/۸٦، ۱/۳۲ و ۳/٦۱ برابر گونه پرسیکا بود.

مقایسه میانگین اثر شوری بر صفات مورفولوژیک سالیکورنیا را نشان می‌دهد که دو گونه از لحاظ همه صفات مورفولوژیک به غیر از قطر سنبله در سطح اطمینان مذکور دارای تفاوت معنی‌دار بودند (جدول ٤). افزایش شوری آب آبیاری از ۸ به ۲٥ دسی-زیمنس بر متر موجب افزایش به ترتیب ۱۸، ۳۷، ٤۰، ٤/٦۷، ٥۲ درصدی ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد سنبله، قطر سنبله و وزن خشک سنبله گردید. اما افزایش شوری (از ۸ به ۲٥ دسی زیمنس بر متر) موجب کاهش ۱٥ درصدی ارتفاع سنبله شد. سوزا و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقات خود اثر معنی‌دار گونه و شوری بر عملکرد و صفات مورفولوژیک سالیکورنیا را گزارش نموده‌اند. آنان افزایش عملکرد و بهبود رشد (ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و وزن خشک گیاه) در شرایط کشت با شوری‌های متوسط (غلظت حدود ۸٦ مولار NaCl) را گزارش نمودند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- جدول مقایسه میانگین اثر گونه و شوری بر خصوصیات مورفولوژیک

صفت	بیگلووی	پرسیکا	شوری ۸ ($dS.m^{-1}$)	شوری ۲۵ ($dS.m^{-1}$)
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	a۲۸/۰۰	a۳۱/۰۸	a۳۲/۰۰	b۲۷/۰۸
تعداد شاخه فرعی	b۱۱/۵۰	a۲۰/۱۷	a۱۸/۳۳	b۱۳/۳۳
تعداد سنبله در بوته	b۲۱۸/۰۸	a۵۶۳/۰۰	b۳۲٤/۵۸	a٤۵٦/۵۰
ارتفاع سنبله (سانتی‌متر)	a٦/۵٦	b۳/۵۱	a۵/٤۰	b٤/٦۷
قطر سنبله (میلی‌متر)	a۲/٤۸	b۱/۸۸	a۲/۲۳	a۲/۱۳
وزن خشک سنبله (گرم)	a۰/۷٦	b۰/۲۱	a۰/۵۸	b۰/۳۸

اعداد دارای حروف متفاوت در یک سطر دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشند.

جدول ۵ مقایسه میانگین اثر گونه و شوری بر خصوصیات عملکردی سالیکورنیا را نشان می‌دهد. این مقایسه در سطح اطمینان ۹۵٪ و به کمک آزمون LSD انجام گردید. همان‌طوری که ملاحظه می‌گردد، بین دو گونه از لحاظ خصوصیات عملکردی تفاوت آماری مشاهده شد و وزن دانه و وزن کل اندام هوایی در گونه پرسیکا به‌ترتیب ٤۷ و ۳٤ درصد بیشتر از گونه بیگلووی بود. همچنین همان‌گونه که در جدول ۳ دیده می‌شود افزایش شوری موجب افزایش معنی‌دار در خصوصیات عملکردی سالیکورنیا شد و با افزایش شوری از ۸ به ۲۵ دسی زیمنس بر متر وزن دانه و وزن کل اندام هوایی به‌ترتیب ۲۹ و ۱۸ درصد افزایش داشت. به نظر می‌رسد این افزایش عملکرد به علت افزایش تعداد سنبله در بوته می‌باشد که به‌رغم کاهش دیگر اجزاء عملکرد موجب افزایش عملکرد دانه و وزن خشک گیاه شده است. افزایش عملکرد در اثر افزایش مقدار شوری توسط محققانی مانند آیالا و اُلاری (۱۹۹۵) و کوربان و همکاران (۱۹۹۹) نیز گزارش شده است. با این وجود، در کاهش عملکرد سالیکورنیا در شوری‌های بالاتر (٦۰۰ میلی‌مولار) توسط محمدی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است. سوزا و همکاران (۲۰۱۸) و روزما و اسکات (۲۰۱۳) در تحقیقات خود بیان نمودند که عملکرد گونه‌های متفاوت سالیکورنیا در شوری‌های متوسط رشد حداکثری نسبت به شرایط کنترل یا بدون شوری داشتند.

جدول ۵- جدول مقایسه میانگین اثر گونه و شوری بر خصوصیات عملکردی سالیکورنیا

خصوصیت	گونه		شوری	
	بیگلووی	پرسیکا	۸ ($dS.m^{-1}$)	۲۵ ($dS.m^{-1}$)
وزن دانه ($g.Lysimeter^{-1}$)	b۳۸/۳۸	a۵٦/٤۲	b٤۱/۳٤	a۵۳/٤٦
وزن کل اندام هوایی ($g.Lysimeter^{-1}$)	b۱۵۳/۱۰	a۲۰٤/۹۳	b۱٦۳/٦۷	a۱۹٤/۳٦

اعداد دارای حروف متفاوت در یک سطر دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

مقایسه میانگین اثر متقابل گونه و شوری بر وزن دانه (جدول ٦) نشان می‌دهد که با افزایش شوری وزن دانه در لایسیمتر افزایش داشته است و بیشترین مقدار وزن دانه در هر لایسیمتر در گونه پرسیکا و در شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر و کمترین مقدار وزن

www.SID.ir

Archive of SID

دانه در لایسیمتر در گونه بیگلووی و در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد.

همچنین در جدول ٦ دیده می‌شود که با افزایش شوری تعداد شاخه فرعی کاهش داشته است و بیشترین مقدار آن در گونه پرسیکا و در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و کمترین مقدار آن در گونه بیگلووی و در شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. از نظر وزن خشک سنبله نیز افزایش شوری اثر کاهشی بر وزن خشک سنبله داشته و بیشترین مقدار آن در گونه بیگلووی و در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و کمترین مقدار آن در گونه پرسیکا و در شوری ۲۵ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید.

جدول ۶- جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل گونه و شوری بر تعداد شاخه فرعی، وزن خشک سنبله و وزن دانه

گونه	شوری ($dS.m^{-1}$)	تعداد شاخه	وزن خشک سنبله (g)	وزن دانه ($g.Lysimeter^{-1}$)
بیگلووی	۸	^{bc}۱۲/۰۰	^{a}۰/۹۵	^{d}۲۹/۳۱
	۲۵	^{c}۱۱/۰۰	^{b}۰/۵۸	^{c}٤۷/٤٤
پرسیکا	۸	^{a}۲٤/٦٦	^{c}۰/۲۲	^{b}۵۳/۳٦
	۲۵	^{b}۱۵/٦۷	^{c}۰/۱۹	^{a}۵۹/٤۸

اعداد دارای حروف متفاوت در یک ستون دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با توجه اینکه سالیکورنیا هالوفیت اجباری است با افزایش شوری از ۸ به ۲۵ دسی زیمنس بر متر خصوصیات عملکردی (وزن دانه و کل اندام هوایی) در هر دو گونه افزایش معنی‌دار یافته است. بین دو گونه از لحاظ خصوصیات عملکردی تفاوت آماری مشاهده شد و وزن دانه و وزن کل اندام هوایی در گونه پرسیکا به‌ترتیب ٤۷ و ۳٤ درصد بیشتر از گونه بیگلووی بود. نتایج همچنین نشان داد دو گونه دارای صفات مورفولوژیک (تعداد شاخه‌فرعی، تعداد سنبله در بوته و وزن خشک سنبله و ارتفاع بوته، قطر سنبله و ارتفاع سنبله) متفاوت بوده و افزایش شوری موجب تغییر معنی‌دار در این صفات مورفولوژیک شده است. با افزایش شوری از ۸ به ۲۵ دسی زیمنس بر متر تمامی صفات مورفولوژیک مورد مطالعه کاهش یافت و تنها تعداد سنبله در بوته افزایش یافته است. به نظر می‌رسد افزایش عملکرد با افزایش شوری آب آبیاری به علت افزایش تعداد سنبله در بوته می‌باشد که به رغم کاهش دیگر اجزاء عملکرد موجب افزایش عملکرد دانه و وزن خشک گیاه شده است.

منابع مورد استفاده

Akhani H, Ghobadnejhad M, Hashemi S. 2003. Ecology, biogeography and pollen morphology of Bienertia cycloptera Bunge ex Boiss. (*Chenopodiaceae*), an enigmatic C4 plant without Kranz anatomy. Plant Biology, 5(2):167-78.

Akhani H. 2007. Diversity, biogeography, and photosynthetic pathways of *Argusia* and *Heliotropium* (Boraginaceae) in South West Asia with an analysis of phytogeographical units. Botanical Journal of the Linnean Society. 155(3): 401-25.

Ayala F and O'Leary JW. 1995. Growth and physiology of *Salicornia bigelovii* Torr. at suboptimal salinity, International Journal of Plant Sciences,156: 197–202.

www.SID.ir

Archive of SID

Davy AJ, Bishop GF, Costa CSB. 2001. Salicornia L. (*Salicornia pusilla* J. Woods, S. ramosissima J. Woods, S. europaea l., S. Obscura P. W. Ball & Tutin, S. nitens P. W. Ball & Tutin, S. fragilis P. W. Ball & Tutin, P. W. Ball & Tutin and S. dolichostachya Moss). Journal of Ecology, 89: 681–707.

Akcin TA, Akcin, A and Yalcın, E. 2017. Anatomical changes induced by salinity stress in *Salicornia freitagii* (Amaranthaceae). Brazilian Journal of Botany 40(4): 1013-1018.

Flowers TJ, Hajibagheri MA, Clipson NJW. 1986. Halophytes. The Quarterly Review of Biology, 61: 313–337.

Flowers TJ and Yeo AR. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? Australian Journal of Plant Physiology, 22: 875–884.

Flowers TJ and Colmer TD. 2008. Salinity tolerance of halophytes. New Phytologists, 179: 945–963.

Flowers TJ, Galal HK and Bromham L. 2010. Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. Functional Plant Biology, 37: 604–612.

Glenn EP, Brown JJ and Blumwald E. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. Critical Reviews in Plant Sciences, 18: 227–255.

Kurban H, Saneoka H, Nehira K, Adilla R, Premachandra GS and Fujita K. 1999. Effect of salinity on growth, photosynthesis and miniral compostion in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb), Soil Science and Plant Nutrition, 45: 851–862.

Koyro HW, Khan MA and Lieth H. 2011. Halophytic crops: a resource for the future to reduce the water crisis? Emirates Journal of Food and Agriculture, 23: 1–16.

Lieth H, 2000. Cashcrop halophytes for future halophyte growers. EU concerted action project IC 18CT96-0055, final meeting at the beginning of the EXPO 2000. Institute of Environmental Systems Research, University of Osnabrück, Germany. ISSN 09336-3114, No. 20.

Moghaieb REA, Saneoka H, Fujita K, 2004. Effect of salinity on osmotic adjustment, glycinebetaine accumulation and the betaine aldehyde dehydrogenase gene expression in two halophytic plants, *Salicornia europaea* and *Suaeda maritime*. Plant Science, 166, 1345–1349.

Mohammadi HR, Akbari GhA, Khoshkholghsima NA and Moradi F. 2010. Study growth, development and oil properties of salicornia in saline condition, National Conference on New Approaches to the Production of Oil-Based Plants, Islamic Azad University, Bojnourd Branch. (In Persian).

Orlovsky N, Japakova U, Zhang H, Volis S. 2016. Effect of salinity on seed germination, growth and ion content in dimorphic seeds of *Salicornia europaea* L. (*Chenopodiaceae*). Plant Diversity, 38: 183-189.

Rozema J and Schat H. 2013. Salt tolerance of halophytes, research questions reviewed in the perspective of saline agriculture. Environmental and Experimental Botany, 92: 83–95.

Salehi1 M, Dehghany F and Ebrahimi NGh. 2017. Successful Salicornia Seed Production using Saline Water. Journal of Water and Sustainable Development, 4(1): 37-46. (In Persian).

Singh A, Sharma S and Shah MT. 2018. Successful Cultivation of *Salicornia brachiata* – A Sea Asparagus Utilizing RO Reject Water: A Sustainable Solution. International Journal of Waste Resources, 8(1): 1-5.

Souza MM, Mendes CR, Doncato KB, Badiale-Furlong E and Costa CSB. 2018. Growth, Phenolics, Photosynthetic Pigments, and Antioxidant Response of Two New Genotypes of Sea Asparagus (*Salicornia neei Lag.*) to Salinity under Greenhouse and Field Conditions. Agriculture, 8(7): 115-133.

Ventura Y, Wuddineh WA, Myrzabayeva M, Alikulov Z, Khozin-Goldberg I, Shpigel M, Samocha TM and Sagi M. 2011a. Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leafy vegetable crops. Scientia Horticulturae, 128: 189–196.

www.SID.ir

Archive of SID

Ventura Y, Wuddineh WA, Shpigel M, Samocha TM, Klim BC, Cohen S, Shemer Z, Santos R and Sagi M. 2011b. Effects of day length on flowering and yield production of *Salicornia* and *Sarcocornia* species. Scientia Horticulturae, 130, 510–516.

Ventura Y and Sagi M. 2013. Halophyte crop cultivation: The case for *Salicornia* and *Sarcocornia*. Environmental and Experimental Botany, 92: 144-153.

www.SID.ir