نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۵ / شماره ۲ / ۱۴۰۰

ارزیابی عملکرد برخی گونه‌ها و اکوتیپ‌های سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریا و آب شور زیرزمینی

غلامحسن رنجبر[۱]، فرهاد دهقانی، آرش علاءالدین، ولی سلطانی گردفرامرزی و سردار کشتکار

استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
ranjbar71@gmail.com
استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
dehghany47@gmail.com
مرکز غدیر، دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران.
arash3568@gmail.com
محقق، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
valisoltani1355@gmail.com
محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
sardar.keshtkar@gmail.com

دریافت: تیر ۱۴۰۰ و پذیرش: شهریور ۱۴۰۰

چکیده

کمبود منابع آب باعث شده است که تولید گونه‌های گیاهی متحمل به شوری مورد توجه قرار گیرد. این پژوهش به منظور بررسی تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد علوفه، ارتفاع گیاه و میزان خاکستر شاخساره سالیکورنیا،گونه بیگلووی (*Salicornia bigelovii*)، اکوتیپ بوشهر (*S. sinus persica*) و اکوتیپ‌های مرکزی، ارومیه و گرگان (گونه *S. persica*) گیاه سالیکورنیا تحت آبیاری با آب خلیج فارس (۶۰ دسی‌زیمنس بر متر) و آب شور زیرزمینی (۲۰ دسی‌زیمنس بر متر)، بترتیب در شرایط استان‌های بوشهر و یزد در سال ۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. نتایج نشان داد که بین گونه‌ها و اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر وزن تر و خشک علوفه در هر دو شرایط اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در هر دو شرایط، بیشترین میزان وزن تر و خشک علوفه مربوط به اکوتیپ بوشهر و کمترین آن در شرایط استان یزد مربوط به گونه بیگلووی و در شرایط استان بوشهر مربوط به اکوتیپ‌های گرگان و ارومیه بود. میزان علوفه تر تولیدی اکوتیپ بوشهر در شرایط استان‌های بوشهر و یزد به ترتیب در حدود ۹۳۳۳ و ۲۲۹۴۰ گرم در متر مربع بود. بطورکلی، ارتفاع گیاه تحت آبیاری با آب دریا از ۲۳/۰ تا ۳۵/۵ سانتی‌متر در استان بوشهر و از ۵۶/۵ تا ۷۸/۰ سانتی‌متر تحت شرایط آب شور زیر زمینی استان یزد متفاوت بود. متوسط میزان خاکستر شاخساره در شرایط استان بوشهر و یزد بدون توجه به گونه و اکوتیپ به ترتیب ۵۳/۸۳٪ و ۴۷/۷۶٪ بود. بر اساس نتایج این مطالعه، اکوتیپ بوشهر می‌تواند به عنوان واریته برتر برای کاشت و تولید علوفه در نوار ساحلی جنوب در نظر گرفته شود. در شرایط استان یزد با توجه به کیفیت بهتر آب، همه گونه‌ها و اکوتیپ‌ها عملکرد علوفه بالایی تولید کردند. اگرچه با توجه به نیاز آبی بالای سالیکورنیا، کاشت این گیاه در مناطق خشک به ویژه مناطق مرکزی کشور، توصیه نمی‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سالیکورنیا، گونه بیگلووی، اکوتیپ بوشهر، آب بسیار شور، شورزیست، تولید علوفه

---

[۱]- آدرس نویسنده مسئول: مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

مقدمه

کمبود کمی و کیفی منابع آب شیرین، تولید برخی گیاهان علوفه‌ای شورزیست مانند سالیکورنیا را به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای تولید بخشی از علوفه با استفاده از منابع آب‌های با کیفیت پایین شامل آب‌های شور زیرزمینی، زه‌آب‌ها و آب دریا اجتناب ناپذیر نموده است (نورمن و همکاران، ۲۰۱۳). سالیکورنیا با تنوع گونه‌ای زیاد (در حدود ۳۰ گونه) در مناطق مختلفی از قاره‌های اروپا، آسیا، آمریکای شمالی و آفریقای جنوبی گسترش یافته است (کادریت و همکاران، ۲۰۰۷). در ایران نیز اکوتیپ‌های مختلفی از گیاه به ویژه در نواحی ساحلی، حاشیه مانداب‌های شور و آبراه‌های منتهی به دریا در مناطقی مانند دریاچه ارومیه، قم، باتلاق گاوخونی، سواحل خلیج فارس تا دریای عمان، خراسان جنوبی، آذربایجان شرقی، خوزستان و بخشی از گرگان رشد می‌کنند (خوش‌خلق‌سیما و همکاران، ۱۳۹۹ و رنجبر و همکاران، ۱۳۹۶).

گیاه سالیکورنیا به دلیل تحمل بالای آن به دامنه وسیعی از آب با کیفیت‌های مختلف تا آب دریا، اهمیت اقتصادی بالایی به ویژه در سیستم‌های کشت تلفیقی در شرایط شور دارد (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۶). از مهمترین موارد مصرف گیاه می‌توان به مصرف تازه‌خوری آن به‌صورت سبزی و یا به صورت کنسرو و انواع ترشیجات در برخی کشورهای اروپایی و استفاده از علوفه آن در تولید دام اشاره نمود (بارریرا و همکاران، ۲۰۱۷؛ عبدال، ۲۰۰۹؛ گلن و همکاران، ۱۹۹۸). علاوه بر این، سالیکورنیا به عنوان یک گیاه دانه روغنی، پتانسیل تولید دو تن دانه با میزان روغن ۲۸ درصد را دارد. روغن سالیکورنیا خوراکی و از نظر ترکیبات اسیدهای چرب تقریبا همانند گلرنگ می‌باشد. همچنین میزان اسیدهای چرب غیر اشباع آن در مقایسه با سویا قابل توجه می‌باشد. کنجاله دانه تا ۴۳ درصد پروتئین دارد که می‌تواند در تغذیه دام مورداستفاده قرار گیرد (گلن و همکاران، ۱۹۹۸؛ گلن و همکاران، ۱۹۹۱).

بررسی منابع نشان می‌دهد که میزان بیوماس تولیدی گیاه معمولا بسته به نوع گونه، میزان شوری آب، تاریخ کاشت و حتی بافت و ساختمان خاک بین ۱۰ تا ۲۵ تن ماده خشک در هکتار متفاوت می‌باشد (رنجبر و پیراسته انوشه، ۱۳۹۹؛ عبدال، ۲۰۰۹؛ بینس و همکاران، ۲۰۰۵ و گلن و همکاران، ۱۹۹۱). میزان چربی خام و فیبر قابل هضم در شوینده خنثی در علوفه آن به ترتیب ۱/۸۷ و ۲۲/۵ درصد (بارریرا و همکاران، ۲۰۱۷) و میزان پروتئین خام شاخساره گیاه از ۵/۲ درصد در گونه *Salicornia ramosissima* (بارریرا و همکاران، ۲۰۱۷) تا ۱۰/۲ درصد در گونه *S. bigelovii* Torr (دیاز و همکاران، ۲۰۱۳) و حتی ۲۲/۱ درصد در گونه *S. herbacea* (ای‌سایدی و همکاران، ۲۰۱۳) متفاوت می‌باشد. لازم به ذکر است میزان پروتئین خام علوفه خشک یونجه بین ۱۳/۵ تا ۲۵/۶ درصد، ذرت سیلو شده نه درصد (آقازیارتی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ بینگتسون و لارسون، ۱۹۸۴) و کاه گندم بین ۲/۴ تا ۵/۹ درصد (اریکسون، ۱۹۸۱) می‌باشد.

این گیاه با توجه به ماهیت شورزیست بودن اجباری آن، معمولا درصد قابل توجهی از عناصر مختلف شامل سدیم، کلر، منیزیوم، پتاسیم و کلسیم با هدف تنظیم اسمزی و تحمل شرایط شور در شاخساره خود ذخیره می‌نماید (رنجبر و پیراسته انوشه، ۱۳۹۸؛ بارریرا و همکاران، ۲۰۱۷ و گلن و همکاران، ۱۹۹۸) اگرچه وجود این عناصر می‌تواند در افزایش کیفیت علوفه نقش داشته باشد، ولی تجمع بیش از حد آن، می‌تواند باعث افزایش میزان خاکستر گیاه گردد (رنجبر و دهقانی، ۱۳۹۷). ویژگی که می‌تواند استفاده از علوفه سالیکورنیا را به عنوان جیره کامل گیاه با محدویت همراه نماید. در حالی‌که در شرایط غیر شور میزان خاکستر گراس‌ها و لگوم‌ها کمتر از ۱۰٪ ماده خشک است (SCA, 2007)، میزان خاکستر شاخساره گونه‌های مختلف سالیکورنیا از ۸ تا ۵۶ درصد تحت شرایط آبیاری با آب شور تا آب دریا متفاوت می‌باشد (دائود و همکاران، ۲۰۰۱). این محدودیت باعث شده است که تنها به میزان ۲۵–۳۰ درصد استفاده از علوفه این گیاه در جیره دام پیشنهاد گردد (عبدال، ۲۰۰۹).

با توجه به اینکه بسته به نوع گونه و میزان شوری آب آبیاری، عملکرد گیاه (براون و همکاران، ۲۰۱۴؛ بینس و همکاران، ۲۰۰۵) و میزان خاکستر بافت (لوپز و همکاران، ۲۰۱۷) می‌تواند متفاوت باشد، هدف از این مطالعه ارزیابی میزان بیوماس تولیدی و خاکستر شاخساره گونه و اکوتیپ‌های بومی سالیکورنیا با استفاده از دو منبع آب دریا و آب شور زیرزمینی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور ارزیابی تاثیر شوری آب آبیاری بر بیوماس (شامل وزن تر و خشک)، ارتفاع گیاه و میزان خاکستر شاخساره گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا تحت آبیاری با آب دریا و آب شور زیرزمینی آزمایشی به مورد اجراء قرار گرفت. این تحقیق در سال ۹۹-۱۳۹۸ همزمان در دو شرایط ایستگاه تحقیقات شوری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر در ساحل بندر دلوار واقع در استان بوشهر و ایستگاه تحقیقات شوری صدوق واقع در استان یزد انجام شد. در استان بوشهر از آب خلیج فارس با شوری ۶۰ دسی‌زیمنس بر متر و در استان یزد از آب شور ایستگاه با شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر استفاده شد. مشخصات اقلیمی در منطقه مطالعاتی در استان بوشهر شامل اقلیم خشک و گرم، با متوسط بارش سالانه ۲۱۷ میلیمتر، متوسط دمای سالانه ۲۴ درجه سانتی‌گرداد و متوسط سالیانه رطوبت نسبی در حدود ۷۱ درصد و در منطقه مطالعاتی در استان یزد گرم و خشک و بیابانی، با متوسط دمای سالانه ۱۹ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارش سالانه ۷۷ میلی‌متر و متوسط سالانه رطوبت نسبی در حدود ۳۰ درصد می‌باشد. در جدول ۱ برخی ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده آورده شده است. آزمایش در هر دو مکان در خاکی با بافت سیلتی لوم با ویژگی‌های شیمیایی ارائه شده در جدول ۲ انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی آب خلیج فارس در ساحل شهر دلوار و آب شور زیرزمینی در استان یزد

منبع آب	EC (dSm^{-1})	pH	HCO_3^-	CL^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	SAR
			(میلی اکی والان در لیتر)					
خلیج فارس	۶۰/۲	۸/۲	۱/۸	۶۱۷/۵	۲۴/۴	۱۲۷/۲	۵۲۶/۳	۶۰/۵
آب شور زیرزمینی	۲۰/۰	۷/۴	۳/۶	۱۸۰/۱	۱۷/۰	۳۸/۸	۱۵۰/۴۷	۲۸/۵

جدول ۲- نتایج شیمیایی خاک مزرعه در ایستگاه تحقیقات شوری در استان بوشهر و استان یزد قبل از کاشت در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر خاک

مکان	شوری (dS/m)	pH	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	$HCO3^-$	$SO4^{2-}$	SAR
			(میلی اکی والان در لیتر در عصاره اشباع خاک)						
بوشهر	۳۴/۰۰	۷/۳۵	۲۵۷/۸۴	۴۱/۰۸	۹۲/۸۱	۳۱۹/۱۸	۱/۶	۷۰/۹۶	۳۱/۵۱
یزد	۱۴/۱۷	۷/۹۵	۹۸/۴	۱۹/۹۶	۲۵/۲۵	۱۰۵/۸۸	۲/۷۷	۳۴/۹۶	۲۰/۷

عملیات تهیه زمین در هر دو مکان شامل شخم با گاوآهن برگرداندار، دیسک و لولر بود. سپس مزرعه دوباره دیسک زده شد و با دستگاه فاروئر جوی و پشته‌هایی با فاصله ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. گونه‌های سالیکورنیا مورد مطالعه شامل گونه خارجی بیگلووی (*Salicornia bigelovii*)، اکوتیپ بوشهر (*S. sinus persica*) از جنوب و اکوتیپ‌های مرکزی از مناطق فلات مرکزی، اکوتیپ گرگان از شمال و اکوتیپ ارومیه از شمال‌غرب کشور (هر سه مربوط به گونه داخلی *S. persica*) بود. البته لازم به ذکر است در استان یزد اکوتیپ ارومیه کشت نگردید. قالب طرح مورد استفاده در هر دو مکان بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار بود. کاشت با توجه به اقلیم هر منطقه، در استان بوشهر در تاریخ ۱۳ دی و در استان یزد در تاریخ ۱۵ اسفند ۱۳۹۸ و بر اساس ۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار انجام شد. کاشت به صورت دستی و در کف فاروهای ایجاد شده انجام شد. مساحت

اختصاص داده شده برای هر واحد آزمایشی ۸۰ متر مربع (۴×۲۰ متر) بود. در استان بوشهر، آبیاری گیاه پس از کاشت و در طول فصل رشد با آب دریا و در استان یزد با آب شور چاه انجام شد. اکوتیپ بوشهر و اکوتیپ مرکزی پنج روز پس از کاشت سبز شدند. این میزان برای گونه بیگلووی و اکوتیپ‌های گرگان و ارومیه در حدود هشت روز پس از کاشت بود.

نظر به اینکه گیاه سالیکورنیا در صورت آبیاری با آب دریا، بین ۱/۵ تا ۲/۵ برابر تبخیر تشتک به آب نیاز دارد و میزان تبخیر و تعرق آن در آزمایشات لایسیمتری بین چهار تا شش برابر تبخیر صورت گرفته از خاک لخت عنوان شده است (گراتان و همکاران، ۲۰۰۸)، به منظور ممانعت از ایجاد تنش خشکی در مزرعه، آبیاری مزرعه در هر دو شرایط با توجه به ارزیابی‌های موجود در در مورد گیاه در کشور (رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۷)، در زمستان هر هفته یک بار و در طول بهار و تابستان دو نوبت در هفته انجام شد. در طول فصل رشد کود اوره در سه نوبت و هر نوبت به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک و قبل از آبیاری برای هر دو مزرعه مصرف گردید.

به منظور بررسی روند تجمع ماده تر گونه و اکوتیپ‌های مختلف در طول فصل رشد، در استان بوشهر و در زمان‌های ۱۱۶، ۱۵۶، ۲۱۹ و ۲۶۲ روز پس از کاشت، نمونه گیاه تهیه گردید. لازم به ذکر است در شرایط استان بوشهر حدود هفت ماه پس از کاشت برخلاف اکوتیپ بوشهر، گونه بیگلووی و اکوتیپ‌های گرگان و مرکزی در مرحله رشد زایشی قرار داشتند. به همین خاطر هم در استان بوشهر و هم در استان یزد، ۲۱۹ روز پس از کاشت با رعایت حاشیه مساحت دو متر مربع در هر تکرار از گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا برداشت گردید و پس از اندازه‌گیری ارتفاع بوته، توزین و به عنوان وزن تر (FW) علوفه در نظر گرفته شد. با توجه به محتوای آب بالای بافت، نمونه‌ها تا ۹۶ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و پس از اطمینان از ثبات وزن خشک، توزین و به عنوان وزن ماده خشک (DW) علوفه مد نظر قرار گرفت. محتوای رطوبت بافت (TWC) نیز بر مبنای وزن‌تر و وزن خشک نمونه‌ها با استفاده از رابطه ۱ بدست آمد:

$$TWC = \frac{FW - DW}{FW} \times 100 \qquad (۱)$$

برای اندازه‌گیری محتوای خاکستر شاخساره، وزن مشخصی از نمونه‌های خشک شده هر گونه و اکوتیپ را در بوته چینی قرار داده و به مدت ۸ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره الکتریکی قرار داده شد (آ.او.آ.سی.، ۱۹۹۰). وزن خاکستر باقی‌مانده در هر بوته چینی به عنوان درصد خاکستر در نظر گرفته شد.

همچنین با توجه به طولانی بودن طول دوره رشد اکوتیپ بوشهر در مقایسه با سایر گونه و اکوتیپ‌ها و به منظور مطالعه دقیق‌تر میزان تجمع ماده تر و خشک و تغییرات خاکستر شاخساره، در استان بوشهر علاوه بر زمان‌های ۱۱۶، ۱۵۶ و ۲۱۹ روز پس از کاشت، یک مرحله نمونه دیگر در زمان ۲۶۲ روز پس از کاشت نمونه گیاه تهیه شد. به منظور اطلاع از تغییرات شوری خاک در طول فصل رشد نیز در پنج مرحله نمونه خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. داده‌های جمع‌آورش شده با استفاده از نرم‌افزار SAS برای هر شرایط (کیفیت آب آبیاری) به صورت مجزا تجزیه و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون دانکن و در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین گونه و اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر میزان وزن تر و خشک علوفه در هر دو شرایط اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). در استان بوشهر بیشترین میزان وزن تر و خشک علوفه مربوط به اکوتیپ‌های بوشهر و کمترین آن مربوط به اکوتیپ‌های گرگان و ارومیه بود (جدول ۴). البته بین میزان وزن تر و خشک این دو اکوتیپ با گونه بیگلووی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در استان یزد بیشترین وزن تر مربوط به اکوتیپ‌های بوشهر و مرکزی و کمترین آن مربوط به گونه بیگلووی بود. بین وزن خشک علوفه اکوتیپ‌های

بوشهر، مرکزی و گرگان در استان یزد تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، ضمن اینکه میزان وزن خشک علوفه این سه اکوتیپ به میزان معنی‌داری بیشتر از گونه بیگلووی بود (جدول ۴). بطورکلی در حدود ۲۲۰ روز پس از کاشت، میزان علوفه تر تولیدی اکوتیپ بوشهر در استان بوشهر در حدود ۹۳۳۳ گرم در متر مربع بود که به میزان ۳۳، ۶۴، ۸۲ و ۷۹ درصد بیشتر از اکوتیپ مرکزی، گونه بیگلووی، اکوتیپ گرگان و اکوتیپ ارومیه بود (جدول ۴). این میزان‌ها در مورد علوفه خشک به ترتیب ۲۰، ۶۳، ۷۵ و ۷۷ درصد بود. در استان یزد نیز میزان علوفه تر تولیدی اکوتیپ بوشهر به میزان ۱۱، ۴۴ و ۵۶ درصد بیشتر از اکوتیپ مرکزی، اکوتیپ گرگان و گونه بیگلووی بود. این میزان‌ها در مورد علوفه خشک به ترتیب ۷، ۳۳ و ۵۶ درصد بود (جدول ۴).

جدول ۳- میانگین مربعات علوفه تر، علوفه خشک، محتوی رطوبت بافت، ارتفاع بوته و خاکستر گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا تحت شرایط آبیاری با آب دریا و آب شور

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر علوفه	وزن خشک علوفه	محتوی رطوبت بافت	ارتفاع بوته	خاکستر
			استان بوشهر			
بلوک	۲	۳۶۰۵۱۶۶/۷۰^{ns}	۶۵۶۴۵/۷۲^{ns}	۳۹/۹۰^{ns}	۱۲/۴۵^{ns}	۱۴/۸۷^{ns}
گونه/اکوتیپ	۴	۳۱۳۸۰۴۱۶/۶۵**	۱۲۲۳۵۷۷/۷۸**	۳۴/۴۹^{ns}	۶۰/۵۴**	۱۵۲/۲۲**
خطا	۸	۲۵۰۳۹۱۶/۷۰	۶۲۳۶۶/۱۱	۲۲/۹۸	۷/۰۶	۵/۶۰
			استان یزد			
بلوک	۲	۵۸۲۹۴۲۳۳/۳۰^{ns}	۹۳۰۵۴/۹۷^{ns}	۶۹/۴۳^{ns}	۴/۶۶^{ns}	۷/۲۵^{ns}
گونه/اکوتیپ	۳	۱۱۱۴۱۵۱۵۵/۶۰*	۲۰۰۷۰۸۷/۶۱*	۲/۸۴^{ns}	۳۴۶/۸۱**	۱۸/۴۰^{ns}
خطا	۶	۲۱۱۴۸۹۸۸/۹۰	۲۴۳۹۵۱/۴۹	۱۲/۸۴	۱۸/۰۸	۴/۳۴

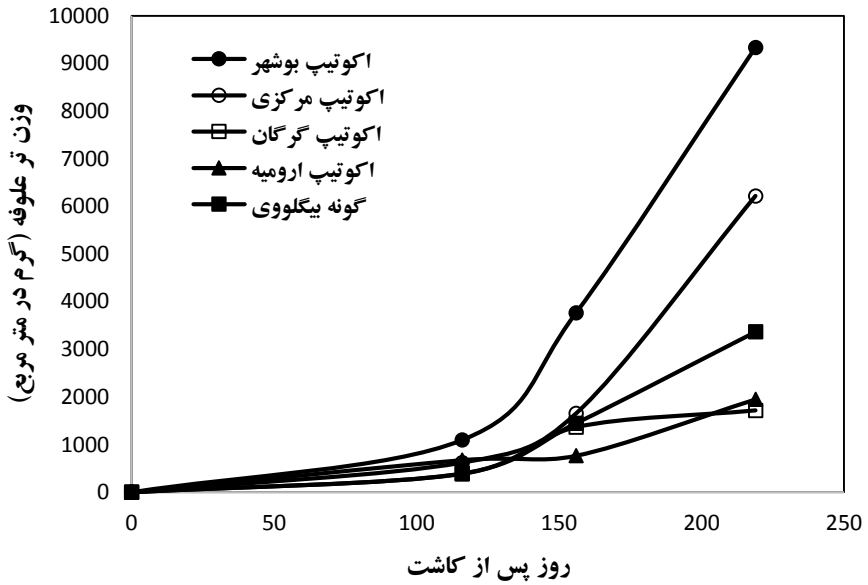
*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ احتمال آماری، ns معنی‌دار نیست

جدول ۴- مقایسه میزان علوفه تر، علوفه خشک، ارتفاع بوته و خاکستر گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا تحت شرایط آبیاری با آب دریا و آب شور

گونه/اکوتیپ	وزن تر علوفه (گرم در متر مربع)	وزن خشک علوفه (گرم در متر مربع)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	خاکستر (٪)
		استان بوشهر		
اکوتیپ بوشهر	۹۳۳۳/۰۰a†	۱۸۲۹/۲۰a	۳۵/۵۴a	۵۹/۷۷a
اکوتیپ مرکزی	۶۲۱۷/۰۰b	۱۴۶۴/۱۸a	۲۹/۳۳b	۵۸/۷۵a
اکوتیپ گرگان	۱۷۱۷/۰۰c	۴۶۰/۲۱b	۲۳/۰۱c	۵۱/۹۹b
اکوتیپ ارومیه	۱۹۵۰/۰۰c	۴۲۲/۳۰b	۲۹/۹۶b	۵۶/۳۸ab
گونه بیگلووی	۳۳۶۷/۰۰bc	۶۷۱/۳۰b	۲۷/۹۴bc	۴۲/۲۷c
		استان یزد		
اکوتیپ بوشهر	۲۲۹۴۰/۰۰a	۳۵۲۷/۹۰a	۷۸/۶۷a	۵۰/۹۴a
اکوتیپ مرکزی	۲۰۴۰۷/۰۰ab	۳۲۶۶/۵۰ab	۷۶/۸۳a	۴۷/۸۱ab
اکوتیپ گرگان	۱۲۹۴۷/۰۰bc	۲۳۶۱/۹۰bc	۷۸/۳۳a	۴۷/۵۰ab
گونه بیگلووی	۱۰۰۱۳/۰۰c	۱۷۵۶/۸۰c	۵۶/۵۰b	۴۴/۹۰b

† در هر مکان میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌دار باه ندارند (دانکن، ۵٪)

روند تجمع وزن تر علوفه در طول فصل رشد نیز نشان داد که گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در ابتدای فصل رشد وتا حدود سه ماه پس از کاشت از رشد کندی برخوردار بودند و پس از آن رشد به میزان قابل‌توجهی افزایش یافت (شکل ۱). بطورکلی در تمام زمان‌های نمونه‌برداری میزان وزن تر علوفه اکوتیپ بوشهر بیشتری بود.



شکل ۱- روند تجمع ماده تر در گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا تحت شرایط آبیاری با آب دریا

آنچه مسلم است با اینکه تنوع قابل توجهی بین گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا از نظر میزان بیوماس تولیدی گزارش شده است (آرائوس و همکاران، ۲۰۲۱ و ریاحی سمانی و همکاران، ۲۰۱۸)، ولی میزان عملکرد به شدت تحت تاثیر میزان شوری آب آبیاری است. نتایج یک آزمایش بلند مدت در مکزیک نشان داد که تحت شرایط استفاده از آب دریا با غلظت ۳۸۰۰۰-۴۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، گیاه قادر است بین ۱۳۹۰ تا ۲۴۶۰ گرم در متر مربع بیوماس خشک تولید نماید (گلن و همکاران، ۱۹۹۱). عبدال (۲۰۰۹) در یک مطالعه بر روی سالیکورنیا در کویت نشان داده شد که این گیاه در شرایط استفاده از آب شور چاه با غلظت ۳۴۰۰۰-۳۶۰۰۰ میلی گرم در لیتر، می‌تواند عملکرد ماده خشکی در حدود ۲۷ تن در هکتار تولید نماید. در مطالعه مشابهی در عربستان تحت شرایط آبیاری با آب خلیج فارس، براون و همکاران (۲۰۱۴) متوسط بیوماس تولیدی این گیاه را ۱۰ تن ماده خشک در هکتار گزارش نمودند. پتال و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که گونه *S. brachiate* تحت شرایط آبیاری با آب دریای مکران (بحرالعرب) قادر به تولید ۵۸۵ تا ۷۰۸ گرم در متر مربع بیوماس خشک می‌باشد.

در مطالعه‌ای زیرای و همکاران (۲۰۱۰) نیز مشخص شد که میزان بیوماس تولیدی سالیکورنیا زمانی‌که با آب دریا با غلظت ppt ۳۵ آبیاری می‌گردد در مقایسه با آب با غلظت نمک کلرید سدیم ppt ۱۰ به میزان ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. در ترکیه نیز عملکرد علوفه تر و خشک سالیکورنیا (*S. europaea*) در شرایط شوری آب ۴۲ دسی زیمنس برمتر به ترتیب برابر با ۱۳ و ۵ تن در هکتار گزارش شده است. این در حالی‌ست که این میزان‌ها تحت شرایط آبیاری با آب شور ۷۰ دسی زیمنس برمتر به ترتیب به میزان شش و سه تن در هکتار کاهش می‌یابد (یوسیل و همکاران، ۲۰۱۷). در ایرلند نیز عملکرد سالیکورنیا (*S. europaea*) در تیمارهای $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ آب دریا حدود ۱۸۰ گرم و در تیمار آب دریا حدود ۶۰ گرم وزن خشک در گیاه گزارش شد (Gunning, 2016).

اگرچه نتایج این مطالعه نشان داد که در شرایط استان یزد، همه گونه و اکوتیپ‌های مورد بررسی با توجه به کیفیت آب از پتانسیل تولید بالاتری نسبت به شرایط استان بوشهر برخوردار بودند، اما با توجه به مصرف بیش از ۲۸۰۰۰ متر مکعبی آب مورد نیاز سالیکورنیا در هکتار (رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۷)، کاشت این گونه در مناطق

مرکزی کشور به دلیل کمبود منابع آب و همچنین مسائل زیست‌محیطی توصیه نمی‌گردد.

هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین گونه و اکوتیپ‌های مختلف در هر دو شرایط از نظر محتوی آب بافت وجود نداشت (جدول ۳). محتوی آب بافت در استان بوشهر در دامنه‌ای از ۷۲ درصد در اکوتیپ گرگان تا ۸۰ درصد در مورد اکوتیپ بیگلووی قرار داشت. در استان یزد دامنه تغییرات محتوی آب بافت گونه و اکوتیپ‌ها کمتر و از حدود ۷۲ درصد در گونه بیگلووی تا ۸۴ درصد در اکوتیپ بوشهر متفاوت بود.

در هر دو شرایط مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری بین ارتفاع گونه و اکوتیپ‌های سالیکورنیا مشاهده شد (جدول ۳). در استان بوشهر بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به اکوتیپ بوشهر بود که به میزان معنی‌داری بیشتر از سایر گونه و اکوتیپ‌ها بود (جدول ۴). بطورکلی ارتفاع گیاه در استان بوشهر و تحت شرایط آبیاری با آب دریا بین ۲۳/۰۰ سانتی‌متر برای اکوتیپ گرگان تا ۳۵/۵۴ سانتی‌متر برای اکوتیپ بوشهر متفاوت بود. این درحالی بود که در استان یزد ارتفاع اکوتیپ اخیر به طور متوسط ۷۸/۶۷ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۴). کمترین میزان ارتفاع در استان یزد نیز مربوط به گونه بیگلووی و به میزان ۵۶/۵۰ سانتی‌متر بود که در مقایسه با سه اکوتیپ دیگر اختلاف آن معنی‌دار بود (دانکن، ۵٪).

گارزا تورس و همکاران (۲۰۲۰) در یک مطالعه در ساحل خلیج کالیفرنیا در نزدیک شهر لاپاز مکزیک در مرکز تحقیقات بیولوژی شمال غرب مکزیک با مقایسه سالیکورنیا آبیاری شده با آب خروجی استخرهای پرورش آبزیان با شوری ۳۷/۶ پی‌پی‌تی در مقایسه با رویشگاه‌های ماناب محل رشد سالیکورنیا ارتفاع گیاه را به ترتیب در حدود ۳۰ و ۲۰/۷ سانتی متر گزارش نمود. در یک آزمایش مزرعه‌ای با گونه *S. brachiata* Roxb. تحت آبیاری با آب دریای مکران (بحرالعرب)، پتال و همکاران (۲۰۱۷) ارتفاع این گونه را در حدود ۳۰ سانتی‌متر گزارش کردند. معمولا در شرایط نیمه‌حاره‌ای که معمولا بیشترین میزان رشد برای سالیکورنیا گزارش شده است، ارتفاع این گیاه می‌تواند تا بیش از ۵۰ سانتی‌متر برسد (زیرای و همکاران، ۲۰۱۰؛ گلن و همکاران، ۱۹۹۱)، به نحوی که در ارزیابی ژرم‌پلاسم‌های سالیکورنیا در آزمایش جردات و شهید (۲۰۱۲) که اکثرا اکوتیپ‌های مختلف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف بودند ارتفاع گیاه بین ۳۸/۵ تا ۷۵/۴ سانتی‌متر گزارش شده است.

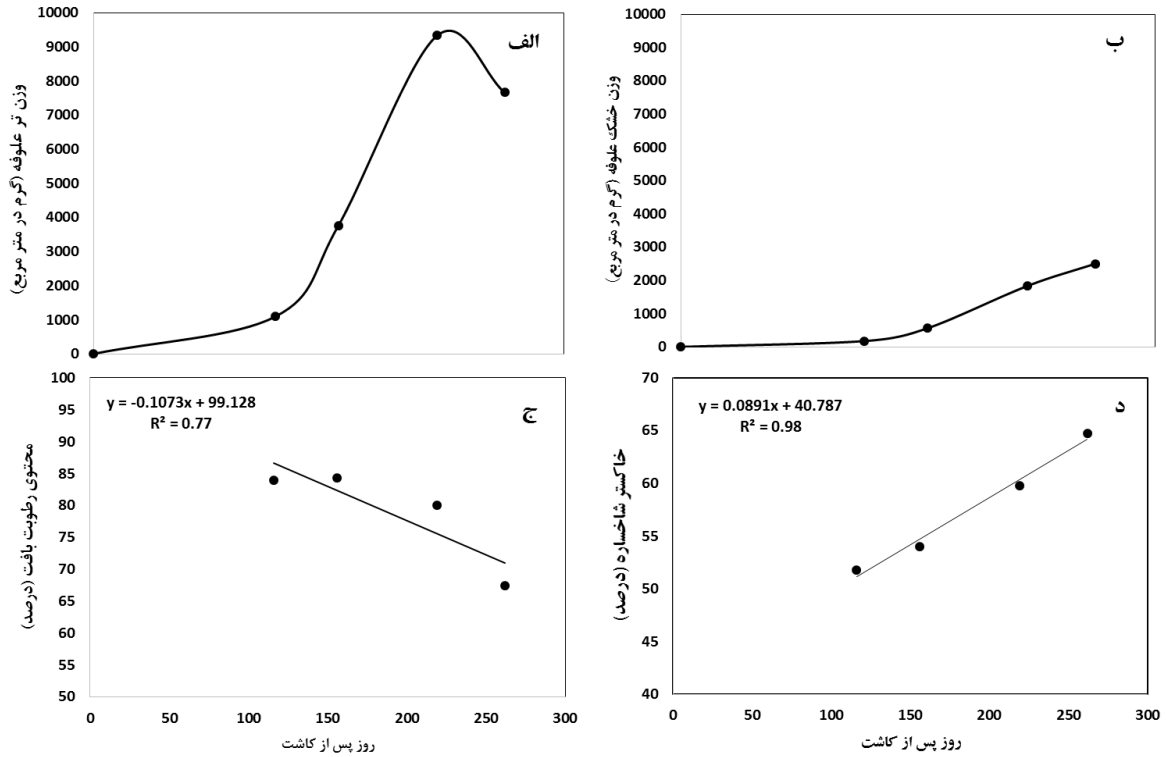
درحالی‌که بین گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در استان بوشهر از نظر میزان خاکستر شاخساره تفاوت معنی‌دار وجود داشت، این اختلاف در استان یزد معنی‌دار نبود (جدول ۳). با این‌حال هم در استان بوشهر و هم در استان یزد، بیشترین میزان خاکستر مربوط به اکوتیپ‌های بوشهر و مرکزی و کمترین آن مربوط به گونه بیگلووی بود (جدول ۴). درصد روند تجمع خاکستر در اکوتیپ بوشهر نیز نشان داد که با افزایش فصل رشد، میزان خاکستر شاخساره روند افزایشی و از یک معادله خطی تبعیت می‌کند (شکل ۴). نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که علاوه بر اینکه درصد بالایی از وزن ماده خشک سالیکورنیا از خاکستر تشکیل‌شده است، تنوع قابل توجهی نیز از این منظر بین گونه‌های مختلف وجود دارد. در آزمایش انجام شده توسط دائود و همکاران (۲۰۰۱) میزان خاکستر شاخساره از ۸ تا ۵۶ درصد بسته به نوع گونه تحت شرایط آبیاری با آب دریا متفاوت بود. گراتان و همکاران (۲۰۰۸) میزان خاکستر زیست توده گونه *S. bigelovii* آبیاری شده با کیفیت‌های مختلف آب بین ۳۷ تا ۴۵ درصد گزارش کردند. در تحقیق دیگری رنجبر و دهقانی (۱۳۹۷) گزارش کردند که تحت شرایط آبیاری با آب دریا (خلیج‌فارس)، میزان خاکستر گونه‌های *S. bigelovii* و *S. sinus persics* به‌ترتیب در حدود ۴۵/۰ و ۴۹/۶ درصد بود. میزان خاکستر گونه *S. europaea* آبیاری شده با آب دریا نیز ۴۱/۳ درصد گزارش‌شده است (اولری و همکاران، ۱۹۸۵). در آزمایش آکین‌شاینا و همکاران (۲۰۱۴) بر روی هفت گونه شورزیست، بیشترین میزان خاکستر بافت به میزان ۴۹٪ مربوط به گونه *Salicornia europaea* بود.

خاکستر اصطلاحی است که برای توصیف اجزای بافتی که هنگام قرار گرفتن در معرض دمای بالا سوخته نشده است، استفاده می‌شود و باقی‌مانده بیوماس خشک از میزان خاکستر همان مواد آلی می‌باشد (فاچینری و فایت، ۱۹۸۳). آنچه مسلم است علت بالا بودن میزان خاکستر در گیاهان شورزیست، سازوکار تحمل به شوری در آنها با تجمع مقادیر بالایی از یون‌های مختلف به ویژه در مورد سالیکورنیا تجمع یون‌های Na^+ و Cl^- در بافت گیاه با هدف تنظیم اسمزی برای تحمل و بقا در شرایط بسیار شور می‌باشد (گراتان و همکاران، ۲۰۰۸).

از طرف دیگر محتوای خاکستر ویژگی مهمی برای بررسی قابلیت کاربرد یک گیاه به عنوان علوفه است. اگرچه در شرایط غیرشور که بخش عمده‌ای خاکستر مربوط به مواد معدنی است، خاکستر بالا می‌تواند معادل کیفیت بهتر علوفه شود، اما در شرایط شور و گیاهان شورزی این موضوع می‌تواند در مورد مصرف علوفه این گیاهان محدودیت ایجاد نماید. معمولا غلظت‌های بالای خاکستر ارزش غذایی شورزیست‌ها را به عنوان علوفه بنابه دلایلی مانند این واقعیت که انرژی مورد نیاز دام صرفا از هضم مواد آلی علوفه تامین می‌گردد و خاکستر هیچ‌گونه انرژی ندارد و اینکه دام ممکن است نیاز به صرف انرژی بیشتر در دفع اجزای محلول خاکستر مانند NaCl و KCl داشته باشد (آریلی و همکاران، ۱۹۸۹) کاهش می‌دهد. علاوه بر این، غلظت مواد معدنی جداگانه در خاکستر ممکن است برای نیازهای حیوانات کم و یا زیاد و در نتیجه ایجاد سمیت کند (نورمن و همکاران، ۲۰۰۸ و ۲۰۰۴؛ ماسترس و همکاران، ۲۰۰۷).

همانطور که قبلا نیز گفته شد اگرچه در مورد گونه بیگلووی و اکوتیپ‌های گرگان و مرکزی روند تجمع ماده تر علوفه در حدود ۲۲۰ روز پس از کاشت با رسیدن گیاه به انتهای رشد متوقف گردید ولی اکوتیپ بوشهر با توجه به دیررس بودن، رشد آن همچنان ادامه داشت (شکل ۲-الف). اگرچه در حدود ۲۶۰ روز پس از کاشت در این اکوتیپ میزان تجمع ماده تر علوفه روند کاهشی نشان داد (شکل ۲-الف)، ولی میزان تجمع وزن خشک علوفه روند صعودی داشت (شکل ۲-ب). دلیل اصلی این امر کاهش محتوی رطوبت بافت با افزایش سن گیاه و افزایش درصد ماده خشک بوته در طول فصل رشد بود (شکل ۲-ج). مشاهدات مزرعه‌ای نیز نشان داد که با افزایش سن گیاه درصد بافت‌های خشبی به ویژه در قسمت‌های پایین سایه‌اندازه گیاه افزایش یافت. درحالی‌که محتوی رطوبت بافت گیاه تا ۱۵۶ روز پس از کاشت در حدود ۸۴ درصد بود، این میزان در ۲۲۰ روز پس از کاشت به ۸۰ درصد و در ۲۶۲ روز پس از کاشت در حدود ۶۷ درصد کاهش یافت.

میزان همبستگی بین ویژگی‌های اندازه گیری شده در گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در دو استان بوشهر و یزد در جدول ۵ و ۶ آورده شده است. آنچه در این جداول بیشتر اهمیت دارد همبستگی مثبت بین وزن خشک علوفه با میزان خاکستر در هر دو شرایط بود؛ به عبارت دیگر با افزایش میزان ماده خشک گیاه، میزان خاکستر شاخساره گیاه نیز افزایش می‌یابد. همانطور که در شکل ۲-د نیز نشان داده شده است میزان خاکستر شاخساره اکوتیپ بوشهر با افزایش سن گیاه به صورت خطی افزایش یافت. در حالی‌که میزان خاکستر شاخساره در این اکوتیپ و در حدود ۱۱۶ روز پس از کاشت در حدود ۵۱/۸ درصد بود، میزان این شاخص در ۱۵۶، ۲۱۹ و ۲۶۰ روز پس از کاشت به ترتیب به میزان ۵۳/۹، ۵۹/۷ و ۶۴/۷ درصد افزایش یافت. افزایش میزان خاکستر بافت با افزایش سن گیاه توسط دیگران نیز گزارش شده است (ناصری بازیاری و همکاران، ۱۳۹۷؛ تورکوئس و همکاران، ۲۰۲۱ و آکین‌شاینا و همکاران، ۲۰۱۶).



شکل ۲- روند تجمع وزن تر و خشک علوفه، درصد ماده خشک و میزان خاکستر شاخساره اکوتیپ بوشهر سالیکورنیا تحت شرایط آبیاری با آب دریا

جدول ۵- همبستگی بین ویژگی‌های اندازه گیری شده در گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در استان بوشهر

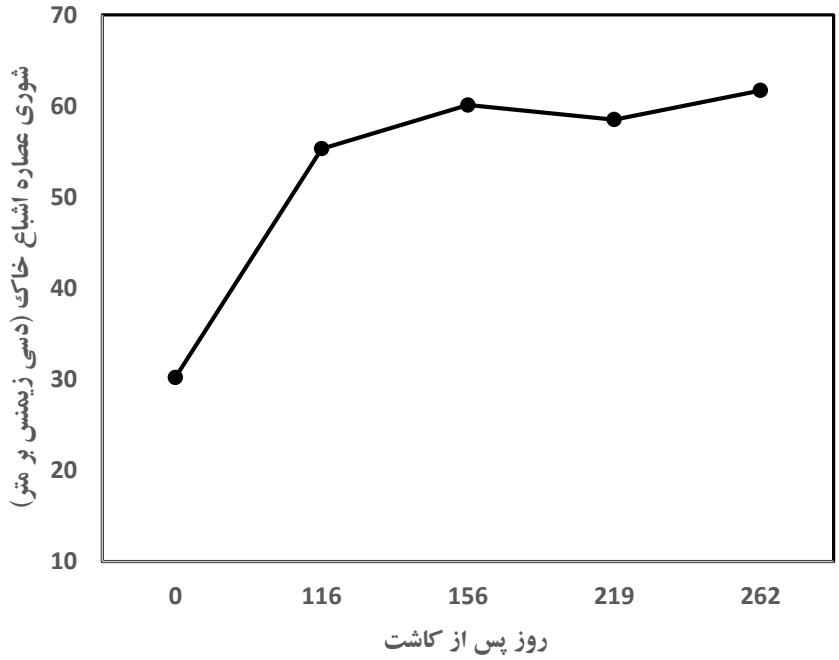
	وزن تر علوفه	وزن خشک علوفه	محتوی رطوبت بافت	ارتفاع بوته	درصد خاکستر شاخساره
وزن تر علوفه	۱				
وزن خشک علوفه	۰/۹۷۰**	۱			
محتوی رطوبت بافت	۰/۳۵۸ns	۰/۱۹۱ns	۱		
ارتفاع بوته	۰/۵۴۴*	۰/۵۳۹*	۰/۴۳۰ns	۱	
درصد خاکستر شاخساره	۰/۴۰۹ns	۰/۴۹۳*	-۰/۱۸۸ns	۰/۴۵۵ns	۱

جدول ۶- همبستگی بین ویژگی‌های اندازه گیری شده در گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در استان یزد

	وزن تر علوفه	وزن خشک علوفه	محتوی رطوبت بافت	ارتفاع بوته	درصد خاکستر شاخساره
وزن تر علوفه	۱				
وزن خشک علوفه	۰/۶۷۵*	۱			
محتوی رطوبت بافت	۰/۶۶۲*	-۰/۰۶۶ns	۱		
ارتفاع بوته	۰/۵۴۸ns	۰/۶۳۲*	۰/۱۹۴ns	۱	
درصد خاکستر شاخساره	۰/۶۰۶*	۰/۶۲۱*	۰/۱۲۵ns	۰/۵۰۳ns	۱

روند تغییرات شوری خاک (عصاره اشباع) در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، اگرچه میزان شوری خاک در زمان کاشت در حدود ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر بوده است، ولی در طول فصل رشد و با آبیاری مرتب مزرعه با آب دریا با شوری ۶۰ دسی‌زیمنس بر متر، میزان شوری خاک روند افزایشی داشته است. با اینحال در انتهای فصل رشد میزان شوری خاک تقریباً ثابت (بین ۶۰/۱ تا ۶۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و در محدوده شوری آب آبیاری باقی مانده است. این نشان می‌دهد که در صورت آبیاری منظم مزرعه بر

اساس نیاز آبی گیاه، میزان شوری خاک در انتهای فصل رشد، الزاماً بیشتر از شوری آب آبیاری نخواهد شد. از طرف دیگر به نظر می‌رسد با توجه به شیب طبیعی اراضی ساحلی به سمت دریا، وقوع بارندگی‌های قابل توجه در زمستان باعث می‌شود که بخشی از شوری تجمع یافته در لایه‌های بالایی خاک آبشویی گردد. این فرآیند ضمن ممانعت از تجمع مضاعف شوری در طول سال‌های مختلف، باعث می‌شود شوری لایه سطحی خاک بسته به میزان بارندگی تا حد قابل‌توجهی کاهش یافته و شرایط برای کاشت گیاه در فصل بعد مناسب‌تر گردد.



شکل ۳- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک در شرایط استان بوشهر

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان علوفه تر، علوفه خشک و ارتفاع بوته گونه و اکوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط یزد با توجه به کیفیت بهتر آب آبیاری در مقایسه با شرایط کاشت با آب دریا بیشتر بود. همچنین متوسط میزان خاکستر شاخساره هم بدون توجه به گونه و اکوتیپ در شرایط استان یزد کمتر از استان بوشهر بود. از نظر عددی متوسط عملکرد علوفه تر، علوفه خشک، خاکستر شاخساره و ارتفاع بوته گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در یزد به ترتیب ۱۶۵۷۶/۷۵ گرم در متر مربع، ۲۵۰۳/۲۸ گرم در متر مربع، ۴۷/۷۶ درصد و ۷۲/۵۸ سانتی‌متر بود. این میزان‌ها برای استان بوشهر به ترتیب ۴۵۱۶/۸ گرم در متر مربع، ۹۶۹/۴۴ گرم در متر مربع، ۵۳/۸۳ درصد و ۲۹/۱۶ سانتی‌متر بود.

با این‌حال در شرایط استان بوشهر بیشترین میزان علوفه تر و خشک تولید مربوط به اکوتیپ بوشهر بود. از طرف دیگر بر خلاف اکوتیپ‌های داخلی، در هر دو شرایط درصد خاکستر بافت در گونه بیگلووی به مراتب کمتر از اکوتیپ‌های داخلی بود. اگرچه میزان کمتر خاکستر در سالیکورنیا با کیفیت بهتر علوفه رابطه مستقیم دارد، ولی تولید ناچیز گونه بیگلووی در استان بوشهر نمی‌تواند صرفا با هدف خاکستر کمتر اقتصادی باشد؛ بنابراین ضمن معرفی اکوتیپ بوشهر به عنوان واریته برتر جهت کاشت در شرایط آبیاری با آب دریا در استان بوشهر، لازم است مزرعه به نحوی مدیریت گردد که گیاه قبل از ورود به مرحله خشبی شدن ساقه‌ها و حداکثر در حدود ۵-۶ ماه پس ازکاشت برداشت گردد. برداشت در این زمان هم از نظر میزان علوفه تر تولیدی اقتصادی خواهد بود و هم درصد خاکستر بافت

قابل قبول‌تر می‌باشد. با این‌حال با توجه به میزان شوری بالای آب دریا پیشنهاد می‌گردد قبل از عملیاتی نمودن توسعه سالیکورنیا در نوار ساحلی، ارزیابی‌های زیست‌محیطی با هدف مشخص نمودن تاثیر استفاده از آب‌های بسیار شور در درازمدت بر پایداری تولید و بیلان نمک در خاک انجام پذیرد.

سپاسگزاری

اعتبار این مطالعه توسط دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع) طی قرارداد شماره ۱۸۰/۴۴/۳۰۱۰/س تامین شده است که بدینوسیله از مدیریت محترم آن مجموعه قدردانی و سپاسگزاری می‌گردد.

فهرست منابع

۱. آقازیارتی فراهانی، ن.، ح. امانلو، ه. منصوری، ح.ر. میرزایی و ع. مصطفی تهرانی. ۱۳۹۲. اثر جایگزینی یونجه خشک با سیلاژ یونجه در جیره‌های گاوهای پرتولید هلشتاین. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. ۵ (۴): ۳۳۵-۳۴۳.

۲. خوش‌خلق سیما، ن.ا.، عبادی، ع.، ن. ریاحی سامانی، ب.د. روحانی. ۱۳۹۹. سالیکورنیا کاربردها، توان اقتصادی، کشت و بهره برداری. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی.

۳. رحیمیان، م.ح.، ی. هاشمی‌نژاد، ح. بیرامی، غ.م. رنجبر، م.ح. بناکار، م. صالحی، مهدی شیران تفتی. ۱۳۹۷. ارزیابی نیاز آبی و آبشویی سالیکورنیا در سواحل جنوبی کشور؛ تعیین ضریب گیاهی سالیکورنیا در محیط کنترل شده (لایسیمتری). گزارش پایان‌کار پروژه تحقیقاتی مشترک بین مرکز ملی تحقیقات شوری و شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران. شماره قرارداد ۹۵۲۰۰۳ -۱۳۹۵/۰۲/۱۹. ۲۰۸ صفحه.

۴. رنجبر، غ.ح.، ف. دهقانی، ه. پیرسته انوشه و م. پورمقدم. ۱۳۹۶. سالیکورنیا، گیاهی متحمل به آب دریا. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج و نشر آموزش کشاورزی. نشریه شماره ۱۵۰.

۵. رنجبر، غ.ح. و ف. دهقانی. ۱۳۹۷. مقایسه میزان خاکستر و درصد روغن دو گونه *S. sinus persica* و *Salicornia bigelovii* آبیاری شده با آب دریا. کنگره ۱۵ علوم زراعت و اصلاح نباتات. ایران، کرج. ۱۳-۱۵ شهریور

۶. رنجبر، غ.ح. و ه. پیراسته انوشه. ۱۳۹۹. بررسی میزان تولید علوفه سالیکورنیا در مناطق مختلف دنیا و عوامل موثر بر آن. دومین همایش بین‌المللی شورورزی، تهران، ایران

۷. رنجبر، غ.ح. و ه. پیرسته انوشه. ۱۳۹۸. مقایسه مقدار تجمع عناصر، محتوی خاکستر و زیست توده چند گونه شورزی تحت آبیاری با آب دریا. مجله مدیریت بیابان، ۱۴: ۶۳-۷۴.

۸. ناصری بازیاری، م.ا.، م. پیچند و ک. نجفی تیره شبانکاره. ۱۳۹۷. بررسی کیفیت علوفه ی گونه *Gymnocarpus decander* در مراحل مختلف فنولوژیک در استان هرمزگان (مطالعه موردی :مراتع شهرستان رودان). مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۳۴: ۲۴۶-۲۵۹.

9. Abdal, M. S. 2009. Salicornia production in Kuwait. World Applied Science Journal, 6(8): 1033-1038.
10. Akinshina, N., Azizov, A., Karasyova, T., and Klose, E. 2016. On the issue of halophytes as energy plants in saline environment. Biomass and Bioenergy, 91: 306-311.
11. Akinshina, N., Oderich, K.T., Zizov, A.A., Aito, L.S., and Smail, S.I. 2014. Halophyte Biomass-a Promising Source of Renewable Energy. Journal of Arid Land Studies, 24: 231–235.

12. AOAC. 1990. Official methods of analysis, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
13. Araus, J.L., Rezzouk, F.Z., Thushar, S., Shahid, M., Elouafi, I.A., Bort, J., and Serret, M. D. 2021. Effect of irrigation salinity and ecotype on the growth, physiological indicators and seed yield and quality of *Salicornia europaea*. Plant Science, 304: 110819.
14. Arieli, A., Naim, E., Benjamin, R.W., and Pasternak, D., 1989. The effect of feeding saltbush and sodium chloride on energy metabolism in sheep. Animal Science, 49: 451-457.
15. Barreira, L., Resek, E., Rodrigues, M.J., Rocha, M.I., Pereira, H., Bandarra, N., Silva, M.M., Varela, J., and Custodio, L. 2017. Halophytes: gourmet food with nutritional health benefits? Journal of Food Composition and Analysis, 59:35–42.
16. Benes, S.E., Grattan, S.R., and Robinson, P.H. 2005. Cultivation of halophytes to reduce drainage volumes on the Westside San Joaquin Valley of California. Final report to the California State University Agricultural Research Initiative (ARI). Project #00-1-003. 18 Oct. 2005. Available at http://ari.calstate.edu/research/pdf/00-1-003/ FinalReport-00-1-003.pdf.
17. Bengtsson, S., and Larsson, K. 1984. Prediction of the nutritive value of forages by Near Infrared Reflectance Photometery. Journal of the Science of Food and Agriculture, 351: 951-958.
18. Brown, J.J., Cybulska, I., Chaturvedi, T., and Thomsen, M.H. 2014. Halophytes for the production of liquid biofuels. In: Khan MA, Boer B, Ozturk M, Thabit Z, Al Abdessalaam TZ, Clusener-Godt M, Gul B, (Eds.). Sabkha Ecosystems. Vol. IV: Cash crop halophyte and biodiversity conservation. Springer, Dordrecht, pp 67–72.
19. Daoud, S., Harrouni, M.C., and Bengueddour, R. 2001. Biomass production and ion composition of some halophytes irrigated with different seawater dilutions. First International Conference on Saltwater Intrusion and Coastal Aquifers- Monitoring, Modeling, and Management. Essaouira, Morocco, April 23–25. (15 pp.).
20. Díaz, F.J., Benes, S.E., and Grattan, S.R. 2013. Field performance of halophytic species under irrigation with saline drainage water in the San Joaquin Valley of California. Agricultural Water Management, 118: 59-69.
21. Erickson, S. 1981. Nutritive value of cereal straw. Agriculture and Environment, 6: 257–260.
22. Essaidi, I., Brahmi, Z., Snoussi, A., Koubaier, H.B.H., Casabianca, H., Abe, N., Omri, A.E., Chaabouni, M.M., and Bouzouita, N. 2013. Phytochemical investigation of Tunisian *Salicornia herbacea* L., antioxidant, antimicrobial and cytochrome P450 (CYPs) inhibitory activities of its methanol extract. Food Control, 32:125–33.
23. Faichney, G.J., and White, G.A. 1983. Methods for the analysis of feeds eaten by ruminants. CSIRO, Melbourne.
24. Garza-Torres, R., Troyo-Diéguez, E., Nieto-Garibay, A., Lucero-Vega, G., Magallón-Barajas, F. J., García-Galindo, E., Fimbres-Acedo, Y., and Murillo-Amador, B. 2020. Environmental and Management Considerations for Adopting the Halophyte *Salicornia bigelovii* Torr. as a Sustainable Seawater-Irrigated Crop. Sustainability, 12(2): 707.
25. Glenn, E.P., Brown, J., and O'Leary, J.W. 1998. Irrigating crops with seawater. Scientific American, 279: 76-81
26. Glenn, E.P., Oleary, J.W., Watson, M.C., Thompson, T.L., and Kuehl, R.O., 1991. S*alicornia bigelovii* Torr. an oilseed halophyte for seawater irrigation. Science, 251: 1065–1067.
27. Grattan, S.R., Benes, S.E., Peters, D.W., and Diaz, F., 2008. Feasibility of irrigating pickleweed (*Salicornia bigelovii* Torr) with hyper-saline drainage water. Journal of Environmental Quality. 37: 149-156.
1. Gunning, D. 2016. Cultivating *Salicornia europaea* (marsh samphire). Dublin, Ireland: Irish Sea Fisheries Board.
28. Jaradat, A.A., and Shahid, M. 2012. The dwarf saltwort (Salicornia bigelovii Torr.): Evaluation of breeding populations. International Scholarly Research Notices, 2012.

29. Kadereit, G., Ball, P., Beer, S., Mucina, L., Sokoloff, D., Teege, P., Yaprak, A.E., and Freitag, H. 2007. A taxonomic nightmare comes true: phylogeny and biogeography of glassworts (*Salicornia* L.,Chenopodiaceae). Taxon, 56(4): 1143-1170.
30. Lopes, M., Cavaleiro, C., and Ramos, F. 2017. Sodium reduction in bread: A role for glasswort (*Salicornia ramosissima* J. Woods). Comprehensive reviews in food science and food safety, 16(5): 1056-1071.
31. Masters, D.G., Benes, S.E., and Norman, H.C. 2007. Biosaline agriculture for forage and livestock production. Agriculture, ecosystems & environment, 119(3-4): 234-248.
32. Norman, H.C., Freind, C., Masters, D.G., Rintoul, A.J., Dynes, R.A., and Williams, I.H., 2004. Variation within and between two saltbush species in plant composition and subsequent selection by sheep. Australian Journal of Agricultural Research, 55(9): 999-1007.
33. Norman, H.C., Masters, D.G., and Barrett-Lennard, E.G. (2013). Halophytes as forages in saline landscapes: interactions between plant genotype and environment change their feeding value to ruminants. Environmental and Experimental Botany, 92: 96-109.
34. Norman, H.C., Masters, D.G., Wilmot, M.G., and Rintoul, A.J. 2008. Effect of supplementation with grain, hay or straw on the performance of weaner Merino sheep grazing old man (*Atriplex nummularia*) or river (*Atriplex amnicola*) saltbush. Grass and forage science, 63(2): 179-192.
35. O'Leary, J.W., Glenn, E.P., and Watson, M.C. 1985. Agricultural production of halophytes irrigated with seawater. Plant and soil. 89: 311-321.
36. Patel, M. M., Patel, B. K., Naik, V. R., Joshi, H. K., and Usadadia, V. P. 2017. Effect of Irrigation and Sowing Dates on Production Potential of Salicornia (*Salicornia brachiata* Roxb.) in Coastal Saline Soil. Journal of Soil Salinity and Water Quality, 9(1): 111-114.
37. Reiahisamani, N., Esmaeili, M., Sima, N. A. K., Zaefarian, F., and Zeinalabedini, M. 2018. Assessment of the oil content of the seed produced by Salicornia L., along with its ability to produce forage in saline soils. Genetic Resources and Crop Evolution, 65(7): 1879-1891.
38. SCA. 2007. Standing Committee on Agriculture's Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publications, Melbourne, Australia.
39. Turcios, A. E., Cayenne, A., Uellendahl, H., and Papenbrock, J. 2021. Halophyte Plants and Their Residues as Feedstock for Biogas Production—Chances and Challenges. Applied Sciences, 11(6): 2746.
40. Yucel, C., Farhan, M.J., Khairo, A. M., Ozer, G., Cetin, M., Ortas, I., and Islam, K.R. 2017. Evaluating Salicornia as a potential forage crop to remediate high groundwater-table saline soil under continental climates. International Journal of Plant and Soil Science, 1-10.
41. Zerai, D. B., Glenn, E. P., Chatervedi, R., Zhongjin, L., Mamood, A. N., Nelson, S. G., and Ray, D. T. 2010. Potential for the improvement of *Salicornia bigelovii* through selective breeding. Ecological Engineering, 36: 730-739.

Yield Evaluation of Some *Salicornia* Species and Ecotypes Irrigated with Seawater and Groundwater

G.H. Ranjbar [1], F. Dehghani, A. AlaEddin, V. Soltani Gerdfaramarzi, and S. Keshtkar

Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.
ranjbar71@gmail.com
Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.
dehghany47@gmail.com
Ghadir Center, College and Research Institute of Passive Defense, Emam Hossein University, Tehran, Iran.
arash3568@gmail.com
Researcher, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.
valisoltani1355@gmail.com
Researcher, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.
sardar.keshtkar@gmail.com

Received: July 2021, and Accepted: September 2021

Abstract

Lack of fresh water resources has led to production of salt tolerant species. This study was conducted in 2019-2020 to investigate the effect of irrigation water salinity on forage yield, plant height, and shoot ash content of *Salicornia bigelovii* and native *Salicornia* ecotypes including Bushehr (*S. sinus persica*), Central Plateau, Gorgan and Urmia of *S. persica* under irrigation with Persian Gulf (60 dS m^{-1}) and groundwater (20 dS m^{-1}), in Bushehr and Yazd conditions, respectively. Results showed that there were significant differences between the species and ecotypes in terms of fresh and dry weight of forage in both conditions. The highest fresh and dry weight of forage were related to Bushehr ecotype in both conditions, but the lowest of these traits were in *S. bigelovii* in Yazd and in Gorgan and Urmia ecotypes in Bushehr conditions. The amount of fresh forage for Bushehr ecotype were about 9333 and 22940 g m^{-2} in Bushehr and Yazd, respectively. In general, plant height under seawater irrigation conditions varied from 23.0 cm to 35.5 cm in Bushehr condition, and 56.5-78.0 cm in Yazd condition under saline groundwater. Regardless of species and ecotypes, the average shoot ash content in Bushehr and Yazd conditions were, respectively, 53.83% and 47.76%. Based on the results of the study, Bushehr ecotype could be considered as superior for planting and forage production in the southern coastal strip. In Yazd condition, due to better water quality, all species and ecotypes produced high fodder yield. However, due to high water requirement of *Salicornia*, its production in arid areas, especially in the central regions of the country, is not recommended.

Keywords: *Salicornia bigelovii,* Bushehr ecotype, highly saline water, Forage production, Halophytes

[1] - Corresponding author: National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.