مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2021.125010
جلد ۲۸ شماره ۳، صفحه ۴۸۱-۴۷۲، (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350875.1400.28.3.5.3

امکان تولید علوفه از سالیکورنیا (*Salicornia persica* Akhani) تحت تیمارهای مختلف کیفیت آب آبیاری و مقادیر مختلف سولفات پتاسیم در شرایط مزرعه‌ای استان بوشهر

سید موسی صادقی*[۱] و مهدی کریمی[۲]

۱ *- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،
پست‌الکترونیک: smbooraki@gmail.com

۲- استادیار پژوهشی، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۳۱

چکیده

گیاهان شورزی یکی از قسمت‌های ضروری شوروزی هستند که برای اشغال اراضی و منابع آب شیرین رقابت ندارند. گیاه شورزی *Salicornia persica* Akhani در مناطق ساحلی جنوب و بیابانی ایران به‌طور طبیعی رویش دارد. این تحقیق به‌منظور ارزیابی تأثیر دو تیمار کیفیت آب آبیاری (آب دریا و پساب مزارع میگو به‌ترتیب با هدایت الکتریکی ۶۴/۵ و ۶۶/۴ دسی‌زیمنس بر متر) و تیمار کود سولفات پتاسیم (با سه سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر میزان علوفه تولیدی (عملکرد) و ارتفاع این گیاه تحت آزمایش فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که عملکرد علوفه خشک سالیکورنیا تحت آبیاری با آب دریا و پساب مزارع میگو به‌ترتیب ۱۱۳۶/۹۲ و ۷۴۰/۸ کیلوگرم در هکتار با اختلاف معنی‌داری متفاوت بود. بررسی اثرهای متقابل تیمار آبیاری (دو سطح) و کود سولفات پتاسیم (سه سطح) نشان داد که بیشترین عملکرد تولید علوفه مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم تحت آبیاری با آب دریا با میزان ۱۵۳۸/۸ کیلوگرم در هکتار علوفه خشک بود. تفاوت معنی‌داری بین ارتفاع گیاه مربوط به تیمارهای آبیاری و مصرف کود پتاسیم مشاهده نشد. نتایج نشان داد که تولید سالیکورنیا تحت تیمارهای آبیاری با آب دریا و پساب مزارع میگو امکان‌پذیر و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم باعث افزایش عملکرد می‌شود. تحقیقات بیشتر در زمینه بهبود قابلیت تولید این گیاه شورپسند از طریق عملیات به‌زراعی و انتخاب ژرم‌پلاسم‌های برتر با استفاده از آب دریا و پساب مزارع میگو پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: شوروزی، آب دریا، پساب مزارع میگو، سالیکورنیا، سولفات پتاسیم.

مقدمه

مطالعه روی امکان کاشت گیاهان شورزی در برخی مناطق ساحلی جهان از حدود نیم قرن پیش آغاز شد. "کشاورزی با آب دریا" اولین بار در سال ۱۹۶۴ میلادی توسط بویکو مطرح شد. از اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی تحقیقات گسترده‌ای در یکی از مناطق خشک ساحلی کشور مکزیک روی تولید گیاهان شورزی آغاز شد. پرمحصول‌ترین گیاهان کاشته شده مانند سالیکورنیا (*Salicornia bigelovii* Torr.)، سوئدا (*Suaeda maritima* - (L.) Dum.) و (*Distichlis palmeri* (Vasey Fassett ex I.M.Johnst. عملکردی بین ۱۰ تا ۲۰ تن در هکتار داشتند (Glenn, *et al*., 1998).

گیاهان شورپسند به‌ویژه سالیکورنیا (*Salicornia persica* Akhani) از قابلیت‌های بالقوه مناطق بیابانی و سواحل جنوبی ایران هستند. این گیاهان در اراضی با منابع آب و خاک شور

می‌توانند رشد کنند و رقابتی برای گسترش در اراضی دارای منابع آب و خاک با کیفیت مناسب برای کشاورزی متعارف ندارند (Lyra *et al*., 2016). سالیکورنیا قابلیت تولید علوفه، مواد خوراکی، دارویی و صنعتی و اصلاح خاک، قابلیت جذب سدیم از خاک (Hamzenejad Taghlidabad *et al*., 2012)، جذب و ذخیره سرب در خاک‌های آلوده به سرب (Kaviani *et al*., 2017) و استفاده در جیره غذایی گوسفندان (تا ۲۵٪ به جای یونجه) را دارد (Abdal, 2009). آزمایش آب دریا بر روی عملکرد ۵ رقم سالیکورنیا (*S. bigelovii* Torr.) نشان داد که این ارقام ارتفاعی بین ۴۹/۲ تا ۶۳ سانتی‌متر و از نظر وزن گیاه بین ۶۵/۸ گرم تا ۹۱/۸ گرم تولید کردند (Shahid *et al*., 2013). آزمایشی دیگر بر روی عملکرد ۱۱ ژنوتیپ سالیکورنیا (*S. bigelovii* Torr.) نشان داد که ارتفاع گیاه ۴۴ سانتیمتر و میزان تولید بذر و دوره زندگی به‌ترتیب برای ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بین ۲۷ تا ۳۸ گرم و ۲۸۱ تا ۳۱۶ روز بود (Lyra *et al*., 2016). در کشور هند نیز عملکرد *Salicornia brachiata* Roxb. تا ۷/۱ تن بیوماس خشک و ۸۴۶ کیلوگرم بذر در هکتار گزارش شد (Pandya *et al*., 2006). سالیکورنیا در فصل تابستان رشدی تا دو برابر فصل زمستان دارد (Boyer *et al*., 2001). همچنین رشد سریع سالیکورنیا از ماه جولای گزارش شد (Jefferies, *et al*., 1981). تحقیقات پیشین نقش پتاسیم را به‌عنوان یک عنصر ضروری برای رشد گیاهان نشان داده‌اند. به عنوان مثال افزودن کود سولفات پتاسیم به مزرعه گندم تا ۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار باعث افزایش عملکرد بیوماس گندم تحت آبیاری با آب شور شد (Kausar & Gull, 2014). نتایج پژوهشی نشان داد اگرچه افزودن سولفات پتاسیم به خاک تحت شرایط شوری باعث افزایش عملکرد گندم شد، ولی در بعضی موارد افزایش کود پتاسیم باعث کاهش عملکرد گردید (Karimi, 2019). البته پژوهش مزرعه‌ای که امکان تولید علوفه از سالیکورنیا را در شرایط ساحلی جنوب کشور با استفاده از آب دریا بررسی کرده باشد، وجود ندارد. از سوی دیگر به دلیل شور بودن منابع آب و خاک خیلی از مناطق، یافتن راهکارهای امکان توسعه کشاورزی بر پایه دانش شورورزی ضرورت دارد. این پژوهش با هدف بررسی تولید علوفه گیاه سالیکورنیا تحت تیمارهای کود پتاسیمی و کیفیت آب آبیاری (آب دریا و پساب مزارع میگو) طراحی و انجام شد.

روش تحقیق

محل آزمایش: این تحقیق در نزدیکی ساحل شهر دلوار، استان بوشهر با مختصات UTM ۳۱۷۹۰۲۰ =Y و ۵۰۵۹۰۱ =X انجام شد. محل انتخابی بین استخرهای پرورش میگو و کانال زهکش واقع شده بود. برای جلوگیری از ورود آب دریا به محل اجرای طرح، ورودی خورهای منتهی به محل اجرای طرح به کمک گونی‌های حاوی خاک رس بسته شد.

تولید نشا: برای تهیه نشاء در گلخانه از سینی کاشت مخصوص و از محیط کشت کوکوپیت مخلوط با پیت موس و پرلایت (بیست درصد) استفاده شد. نشاها در مرکز ملی تحقیقات شوری با استفاده از آب با هدایت الکتریکی ۳ دسی‌زیمنس بر متر تولید و به محل اجرای پروژه ارسال شد.

نمونه‌گیری و آزمایش آب و خاک: پیش از اجرای پروژه نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری و نمونه از آب آبیاری تهیه و در آزمایشگاه آنالیز شدند. خصوصیات خاک مانند قابلیت هدایت الکتریکی (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954)، بافت به روش هیدرومتر (Bouyoucos, 1962)، اسیدیته در گل اشباع، کربن آلی به روش واکی بلاک (Jackson, 1958)، فسفر قابل‌جذب به روش آبی آسکوربیک (Watanabe & Olsen, 1965) و پتاسیم با روش استات آمونیوم عصاره‌گیری (Behbahanizadah & Ehyaee, 1993) و با دستگاه فلیم‌فتومتر تعیین شد. ترکیب آنیونی و کاتیونی آب‌های مورد استفاده در مزرعه نیز به روش آزمایشگاه شوری ایالات‌متحده‌امریکا (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) اندازه‌گیری شد.

روش آزمایش: آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام و با سه سطح کود سولفات پتاسیم (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و دو سطح کیفیت آب آبیاری (آب دریا و پساب مزارع میگو) انجام شد. با توجه به کمبود ازت و فسفر در منابع آبی و خاک محل انجام آزمایش، در طول مراحل رشد گیاه، نسبت به مصرف

تقسیطی کود اوره به میزان ۱۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار در چهار مرحله به‌طور ماهیانه اقدام شد. کود فسفری (سوپر فسفات تریپل) در یک مرحله و در ابتدای اردیبهشت‌ماه مصرف شد. کشت گیاهان به‌صورت نشایی بود که در تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۰ انجام شد. نشاها در فواصل ۲۵ (داخل ردیف) و ۳۰ (بین ردیف) سانتیمتری و در محل داغاب کشت گردید. طول هر کرت آزمایشی ۱۰ و عرض آن ۳ متر بود. نشاها هر سه روز یکبار توسط آب دریا با هدایت الکتریکی ۶۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری گردید. با توجه به فراهم شدن پساب مزارع میگو، آبیاری با پساب مزارع میگو در ۲۸ تیرماه ۱۳۹۶ شروع و هر سه روز یکبار انجام شد. برای جلوگیری از حمله موریانه‌ها به سالیکورنیا سمپاشی با حشره‌کش فسفره دیازینون دو در هزار انجام گردید.

در تاریخ ۱۳۹۶/۵/۲۳ برداشت ۴۰ بوته از سطح خاک به کمک قیچی باغبانی برای هر تیمار آزمایشی انجام شد. نمونه‌های برداشت شده پس از برچسب‌زدن و شماره‌گذاری به مرکز ملی تحقیقات شوری منتقل و وزن خشک و ارتفاع بوته آنها اندازه‌گیری شد. داده‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و در قالب آزمایش‌های فاکتوریل با پایه طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی آنالیز شد.

نتایج

نتایج تجزیه منابع آب مورد استفاده (آب دریا و پساب مزارع میگو) در جدول یک نشان داده شده است. آب دریا و پساب مزارع میگو با هدایت الکتریکی به‌ترتیب ۶۴/۵ و ۶۶/۴ دسی‌زیمنس بر متر، میزان pH به‌ترتیب برابر ۸/۴۵ و ۸ است که موجب کاهش کیفیت آن می‌گردد. حضور کربنات در آب دریا (با غلظت ۱/۴ میلی‌اکی‌والان در لیتر) نیز مؤید pH بالاتر آن نسبت به پساب مزارع میگو می‌باشد. بر اساس جدول یک میزان نیتروژن و فسفر در آب دریا و پساب مزارع میگو ناچیز بود. میزان پتاسیم این دو منبع آب قابل توجه و به‌ترتیب برابر ۱۳/۳ و ۱۲/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر به‌ترتیب برای پساب مزارع میگو و آب دریا می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه آب دریا و پساب مزارع میگو

خصوصیت آب	واحد	تیمار آب آبیاری	
		پساب مزارع میگو	آب دریا
شوری	dS/m	۶۶/۴	۶۴/۵
pH	–	۸	۸/۴۵
کربنات	Meq/lit.	۰	۱/۴
بیکربنات	Meq/lit.	۲/۷۲	۰/۵۱
کلرید	Meq/lit.	۶۸۴/۴۱	۶۸۴/۰۳
سولفات	Meq/lit.	۸۷/۴۹	۸۱
کلسیم	Meq/lit.	۲۷/۱۱	۳۵/۳۶
منیزیم	Meq/lit.	۱۳۶/۲۱	۱۳۴/۶۸
سدیم	Meq/lit.	۵۹۸	۵۸۴/۳۵
SAR		۶۶/۱۸	۶۳/۳۸
پتاسیم	Meq/lit.	۱۳/۳	۱۲/۵۶
نیتروژن، فسفر، آهن	ppm	۰	۰
روی، مس، منگنز	ppm	۰	۰

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

نتایج تجزیه خاک (جدول ۲) نشان داد که خاک مورد مطالعه بسیار شور است، زیرا شوری عصاره اشباع خاک روی زمین بیش از ۱۲۰ دسی‌زیمنس بر متر بود. بافت خاک روی زمین محل آزمایش سیلتی–لوم بود. میزان نیتروژن و فسفر خاک به‌ترتیب برابر ۵/۷ پی. پی. ام. و ۰/۰۳۴ درصد است (جدول ۲). بنابراین خاک محل آزمایش از نظر عناصر غذایی نیتروژن و فسفر فقیر می‌باشد و مصرف کودهای شیمیایی حاوی این عناصر ضرورت دارد.

جدول ۲–خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک روی زمین (۳۰–۰ سانتیمتر) محل انجام آزمایش

ویژگی خاک	واحد	مقدار	ویژگی خاک	واحد	مقدار
هدایت الکتریکی	ds/m	۱۲۰/۲	سدیم	meq/liter	۱۰۸۷
اسیدیته	–	۶/۶۶	کربنات	meq/liter	۰
مواد خنثی شونده	٪	۳۹/۷۵	بی‌کربنات	meq/liter	۱/۰۷
کربن آلی	٪	۰/۳۹	کلر	meq/liter	۱۴۵۵/۹۸
ازت کل	٪	۰/۰۳۴	سولفات	meq/liter	۱۰۷
فسفر قابل جذب	ppm	۵/۷	کلسیم	meq/liter	۱۰۱/۰۶
پتاسیم قابل جذب	ppm	۸۳۴	منیزیم	meq/liter	۲۷۰/۰۱
روی قابل دسترس	ppm	۰/۲۶	بافت	–	سیلتی لوم
منگنز قابل دسترس	ppm	۲/۴۴	شن		۲۸/۳۶
آهن قابل دسترس	ppm	۱/۵۶	سیلت		۵۳/۶۴
مس قابل دسترس	ppm	۰/۳۶	رس		۱۸

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر کیفیت آب آبیاری، اثر کود سولفات پتاسیم و اثرهای متقابل کود پتاسیم و کیفیت آب آبیاری بر عملکرد بخش هوایی و ارتفاع در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳– نتایج تجزیه واریانس اثرهای دو نوع آب آبیاری (پلات اصلی)، سه سطح کود سولفات پتاسیم (پلات فرعی) و برهم‌کنش آنها بر عملکرد سالیکورنیا

سولفات پتاسیم مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد سالیکورنیا	
	عملکرد هوایی (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
۰	۹۲۷/۷^{ab}	۱۱/۳۳^{a}
۱۰۰	۱۱۶۱^{a}	۱۱/۸۶^{a}
۲۰۰	۷۲۷/۸^{b}	۱۲/۴۷^{a}

تأثیر کود سولفات پتاسیم به تنهایی بر عملکرد سالیکورنیا: اثر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم بر عملکرد بخش هوایی گیاه سالیکورنیا (دانه+کاه) نشان داد که مصرف کود سولفات پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بخش هوایی داشت (جدول ۴). مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم میزان عملکرد هوایی را از ۹۲۷/۷ (در تیمار عدم مصرف کود سولفات پتاسیم) به ۱۱۶۱ کیلوگرم در هکتار (۲۵٪) افزایش داد. مصرف کود پتاسه موجب افزایش ارتفاع بوته گردید، به‌طوری‌که ارتفاع بوته‌ها در تیمارهای مصرف ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به‌ترتیب برابر ۱۱/۳۳، ۱۱/۸۶ و ۱۲/۴۷ سانتیمتر شد اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴).

جدول ۴- اثر کود سولفات پتاسیم به تنهایی بر عملکرد قسمت هوایی سالیکورنیا

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده	
		عملکرد هوایی	ارتفاع بوته
نوع آبیاری	۱	۷۰۶۱۷۸/۹۷	۵/۰۰ ns
تکرار*نوع آبیاری	۲	۶۱۹۱/۱۶ ns	۹/۴۱ ns
کود پتاسیم	۲	۲۸۲۰۱۲/۸۳*	۱/۹۴ ns
کودپتاسیم*نوع آبیاری	۲	۵۴۵۹۱۹/۵۷*	۱/۷۳ ns
خطا	۸	۶۸۹۵۳/۹۱	۳/۲۷
CV		۲۷/۹۶	۵/۲۲

اثر کیفیت آب آبیاری به تنهایی بر عملکرد سالیکورنیا

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر کیفیت آب آبیاری بر عملکرد بخش هوایی معنی‌دار شد. اما اثر کیفیت آب آبیاری بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که عملکرد بخش هوایی در تیمار مصرف پساب مزارع میگو کمتر از تیمار مصرف آب دریا بود. میزان عملکرد بخش هوایی در تیمار مصرف آب دریا و پساب مزارع میگو به‌ترتیب برابر ۱۱۳۶/۹۲ و ۷۴۰/۸ کیلوگرم در هکتار بود.

جدول ۵. اثر کیفیت آب آبیاری به تنهایی بر عملکرد سالیکورنیا

نوع آب آبیاری	عملکرد سالیکورنیا	
	عملکرد هوایی (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
آب دریا	۱۱۳۶/۹۲a	۱۲/۴۱a
پساب مزارع میگو	۷۴۰/۸b	۱۱/۶۳a

اثر متقابل کود سولفات پتاسیم و کیفیت آب آبیاری بر عملکرد سالیکورنیا

اثرهای متقابل کود پتاسیم و کیفیت آب آبیاری بر عملکرد بخش هوایی معنی‌دار شد (جدول ۳). اما اثر کود پتاسیم و کیفیت آب آبیاری و اثرهای متقابل آنها بر ارتفاع سالیکونیا معنی‌دار نشد.

نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نیز نشان داد که با افزایش سطح کود پتاسیمی در تیمارهایی که با پساب مزارع میگو آبیاری شده بودند، عملکرد هوایی افزایش یافت و این افزایش از نظر آماری معنی‌دار بود و تا سطح مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم ادامه یافت. به‌عنوان مثال میزان عملکرد بخش هوایی سالیکورنیا در تیمارهای مصرف ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به‌ترتیب برابر ۵۶۱/۰۵، ۷۸۳/۲۵ و ۸۷۸/۰۱ کیلوگرم در هکتار بود. به‌عبارت دیگر در صورتی که آب آبیاری پساب مزارع میگو باشد برای تولید سالیکورنیا مصرف کود سولفات پتاسیم ضروت دارد.

جدول ۶- اثر متقابل کود سولفات پتاسیم و آب آبیاری بر عملکرد سالیکورنیا

سولفات پتاسیم مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد اندام هوایی خشک		ارتفاع بوته	
	پساب مزارع میگو	آب دریا	پساب مزارع میگو	آب دریا
۰	^{b}۵۶۱/۰۵	^{b}۱۲۹۴/۲۱	^{b}۱۰/۳۳	^{a}۱۲/۳۳
۱۰۰	^{a}۷۸۳/۲۵	^{a}۱۵۳۸/۷۶	^{a}۱۱/۹۱	^{a}۱۱/۸۰
۲۰۰	^{a}۸۷۸/۰۱	^{c}۵۷۷/۶۷	^{a}۱۱/۸۳	^{a}۱۱/۱۳

در مورد تیمار آبیاری با آب دریا، مصرف کود سولفات پتاسیم تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌دار عمکرد بخش هوایی شد. به‌عبارت دیگر عملکرد بخش هوایی گیاه سالیکورنیا می‌تواند با مصرف یکصد کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و در شرایط استفاده از آب دریا به میزان ۱۸/۸۹ درصد افزایش یابد. میزان عملکرد در تیمارهای مصرف ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و در تیمارهایی که با آب دریا آبیاری شده بودند به‌ترتیب برابر ۱۲۹۴/۳۱، ۱۵۳۸/۷۶ و ۵۷۷ /۶۷ کیلوگرم در هکتار بود.

ارتفاع بوته: تأثیر مثبت و معنی‌دار مصرف کود سولفات پتاسیم بر ارتفاع بوته گیاه سالیکورنیا که با پساب مزارع میگو آبیاری شده بودند نیز در جدول ۶ آورده شده‌است. در تیمار مصرف پساب مزارع میگو تأثیر منفی عدم مصرف کود پتاسیمی بر ارتفاع بوته نیز مشاهده شد، به‌نحوی‌که ارتفاع بوته در تیمارهای مصرف صفر و یکصدکیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به‌ترتیب برابر ۱۰/۳۳ و ۱۱/۹۱ سانتیمتر بود. اما نوع آب آبیاری تأثیری بر ارتفاع بوته در تیمارهایی که ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم دریافت کرده بودند، نداشت. به‌عنوان مثال ارتفاع بوته در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم که با آب دریا و پساب مزارع میگو آبیاری شده بود به‌ترتیب برابر ۱۱/۸ و ۱۱/۹۱ سانتیمتر بود. به‌عبارت دیگر مصرف کود سولفات پتاسیم موجب کاهش تأثیر منفی تیمار پساب مزارع میگو گردید. البته بی‌اثر بودن نوع آب آبیاری بر ارتفاع بوته در تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم نیز مشاهده گردید.

بحث

نتایج آزمایش‌های آب و خاک عرصه اجرای طرح نشان داد که از نظر کیفیت آب و خاک دارای محدودیت شوری بالا می‌باشد (جدولهای ۱ و ۲). ازاین‌رو امکان کشت گیاهان زراعی معمول وجود ندارد (Ayers & Westcot, 1985). هرچند امکان کشت گیاهان شورپسند وجود دارد اما میزان رشد و تولید این گیاه و جنبه‌های اقتصادی تولید آن قابل بررسی بیشتر می‌باشد. یادآوری می‌شود که غلظت سدیم

(۱۰۸۷ میلی‌اکی‌والان در لیتر) و کلر (۱۴۵۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر) در منابع خاک مورد مطالعه بسیار زیاد است و احتمال سمیت این عناصر برای گیاهانی که در این خاک‌ها رشد می‌نمایند، وجود دارد (Wakeel, 2013).

اثرهای مصرف کود سولفات پتاسیم نشان داد که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم موجب افزایش عملکرد بخش هوایی سالیکورنیا شد. بر اساس نتایج اثرهای متقابل کود سولفات پتاسیم و نوع آبیاری مشخص گردید که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم برای تولید سالیکورنیا با استفاده از آب دریا مؤثر بود، اما مصرف بیشتر این کود با کاهش عملکرد همراه بود. بر اساس جدول ۴ مشخص شده است که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم موجب افزایش معنی دار عملکرد هوایی شده است. به‌عبارت دیگر بدون توجه به تیمار آب آبیاری مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم ضرورت دارد. اما مصرف بیشتر کود (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم) موجب کاهش عملکرد شده است. به عبارت دیگر حد بهینه مصرف کود پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است و مصرف بیشتر آن موجب سمیت این عنصر در گیاه سالیکورنیا شده است. میزان عملکرد در تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات‌پتاسیم موجب کاهش اندک و غیرمعنی‌دار عملکرد شد. این نتیجه نیاز کم گیاه سالیکورنیا به کود سولفات پتاسیم تحت آبیاری آب دریا و پساب مزارع میگو را نشان می‌دهد. برای گیاه گندم تا ۲۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم به افزایش عملکرد آن کمک کرد که دلیل آن میزان کمتر یون پتاسیم در آب آبیاری (۳-۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و میزان شوری کمتر آب آبیاری (EC=0.68) آن آزمایش بود (Kausar & Gull, 2014). دلیل عدم پاسخ مثبت گیاه سالیکورنیا به مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم محتوای قابل توجه آب دریا و هچنین خاک مزرعه از نظر یون پتاسیم می‌باشد. همانطور که جدول ۱ نشان می‌دهد میزان پتاسیم در آب دریا و پساب مزارع میگو به‌ترتیب برابر ۱۲/۵۶ و ۱۳/۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر است. از دیگر عواملی که می‌تواند بر عدم پاسخ گیاه سالیکورنیا به افزایش میزان کود سولفات پتاسیم تلقی گردد، غلظت بالای پتاسیم در خاک می‌باشد. جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان پتاسیم خاک بیش از ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است که مقدار بسیار زیادی است. به‌عبارت دیگر کمبود پتاسیم در شرایط این تحقیق شدید نبوده‌است. به‌طوری‌که بالا بودن غلظت پتاسیم در آب دریا و پساب مزارع میگو نیز ازجمله دلایل تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه می‌باشد (جدول ۱). اگرچه پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان محسوب می‌گردد، اما مصرف بیش از حد آن برای گیاهان توصیه نمی‌شود. کمتر بودن عملکرد بخش هوایی گیاه (۳۴٪) در تیمار مصرف پساب مزارع میگو نسبت به تیمار آب دریا به دلیل ترکیب شیمیایی پساب مزارع میگو می‌باشد. همانطور که در جدول ۱ مشخص است هدایت الکتریکی، pH، غلظت منیزیم، سدیم، نسبت جذب سدیم، بی‌کربنات و سولفات در پساب مزارع میگو بیشتر از آب دریا می‌باشد. این در حالی است که با افزایش شوری و pH آب آبیاری، کیفیت آن کاهش یافته و عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد (Grieve *et al*., 2011, Karimi, 2019). غلظت کلسیم که به‌عنوان یکی از شاخص‌های افزایش تحمل به شوری شناخته می‌شود (Grieve, *et al*., 2011; Maas & Hoffman, 1977) در پساب مزارع میگو بیشتر از آب دریاست. این موضوع نیز تأثیر منفی بر رشد گیاه سالیکورنیا داشته‌است. درصورتی‌که گیاه سالیکورنیا با پساب مزارع میگو آبیاری گردد، مصرف بیشتر کود سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) تأثیر مثبتی بر عملکرد هوایی این گیاه دارد. پتاسیم یکی از عناصر غذایی ضروری و پرمصرف برای کلیه گیاهان محسوب و کمبود آن موجب کاهش رشد گیاهان می‌شود (Karimi, 2019). با افزایش شوری آب آبیاری غلظت برخی از عناصر مانند پتاسیم در گیاهان کاهش می‌یابد (Ventura & Sagi, 2013). این در حالی است که تنش شوری ممکن است موجب افزایش حلالیت برخی از عناصر غذایی در خاک و کاهش نیاز گیاه به مصرف آن عنصر گردد (Karimi *et al*., 2020). تضادهای موجود در اثرهای

متقابل کیفیت آب آبیاری و نیاز گیاهان به کودهای شیمیایی موجب پیچیده‌تر شدن مباحث تغذیه گیاهی شده‌است و ضرورت بررسی اختصاصی این موضوع را بیان می‌نماید (Fageria *et al*., 2011; Grattan & Grieve, 1999). نقش مثبت پتاسیم در افزایش عملکرد این گیاه به دو صورت امکان‌پذیر است. نقش اول پتاسیم به‌عنوان یک عنصر غذایی ضروری و پرمصرف برای گیاهان می‌باشد. یادآوری می‌شود که پتاسیم یکی از عناصر غذایی پرنیاز گیاهان بوده و مصرف آن برای تولید محصولات کشاورزی ضرورت دارد. متأسفانه تحقیقی که نقش کود پتاسیم بر گیاه سالیکورنیا که با استفاده از آبهای بسیار شور مانند آب دریا مطالعه کرده باشد در دسترس نبود. ولی رمضانپور و همکاران (Ramazanpour *et al*., 2008) نشان دادند که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم در منطقه داراب استان فارس شد، ولی مصرف بیشتر این کود تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت. جعفرزاده و همکاران (Jafarzade *et al*., 2013) نیز مصرف خاکی سولفات پتاسیم یا نانو کود پتاسیم همراه با یک مرحله محلول‌پاشی نانو کود پتاسیم را در مرحله پنجه‌زنی گندم برای تولید حداکثر عملکرد اقتصادی در سبزوار توصیه نمودند. حد بحرانی پتاسیم خاک در شرایط غیر شور به عوامل متفاوتی مانند نوع گیاه، میزان عملکرد و شرایط اقلیمی بستگی دارد و حدود ۲۴۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در مزارع گندم ایران است (Ramazanpour *et al*., 2008). نقش مثبت پتاسیم در شرایط شور از طریق تعدیل اثرهای سمیت یون سدیم، نقش دوم آن است (Wang *et al*., 2013; Wakeel, 2013). این محققان به اثرهای آنتاگونیستی یون سدیم در جذب یون پتاسیم اشاره کرده‌اند. ازاین‌رو برای کاهش اثرهای منفی یون سدیم مصرف بیشتر کود پتاسیمی در برخی از موارد ضرورت دارد (Marschner, 2012). در راستای تأیید این موضوع، اثر مثبت اما غیر معنی‌دار سطوح بالای سولفات پتاسیم (۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بر رشد گندم در شرایط شوری خاک شد. این محققان نشان دادند که مصرف پتاسیم و روی موجب کاهش نسبت سدیم به پتاسیم در گندم گردید (Motesharezadeh *et al*., 2015). البته افزایش تحمل به شوری و خشکی با مصرف کودهای پتاسه در برخی منابع گزارش شده است (Heakal, *et al*., 1990; Grattan & Grieve, 1999). پژوهشی نشان داد که مصرف کود پتاسیمی در شرایط مزرعه‌ای موجب افزایش غلظت پتاسیم در برگ پرچم گندم شد (Doroodi & Siadat, 2000). نکته شایان ذکر این است که اگرچه ایده استفاده از آب دریا برای تولید محصولات کشاورزی و گیاهان شورزیست ایده جدیدی نیست اما تحقیقات انجام شده در این مورد در ایران اندک بوده و نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. این موضوع در سطح بین‌المللی نیز صادق است. به‌عنوان مثال Ventura و Sagi (۲۰۱۳) به این نکته تاکید دارند که تکنولوژی تولید و استفاده از گیاه سالیکورنیا در مراحل اولیه می‌باشد و انجام تحقیقات بیشتر در این مورد ضرورت دارد. آنان محلول پاشی مولیبدن و مصرف کود نیتروژنی به شکل نیتراتی را به منظور افزایش عملکرد سالیکورنیا گزارش کرده‌اند. مصرف مولیبدن به دلیل مقدار زیاد سولفات در آب دریا و ایجاد اختلالات تغذیه‌ای توصیه شده است. این پژوهش گام اولیه در زمینه تولید علوفه از سالیکورنیا است، بنابراین انجام تحقیقات بیشتر و طولانی مدت‌تر در مورد بهبود عملکرد سالیکورنیا از طریق عملیات به‌زراعی و انتخاب ژرم‌پلاسم‌های برتر پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

این مقاله منتج از پروژه پژوهشی به شماره مصوب ۹۵۱۰۳-۲۳-۲۳-۴ مرکز ملی تحقیقات شوری است که بودجه آن توسط شرکت توسعه منابع آب و نیرو وابسته به وزارت نیروی ایران طی قرارداد شماره ۹۴۲۰۱۸ انجام شد. بدین‌وسیله از کلیه همکاران مرکز ملی تحقیقات شوری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر آقایان مجتبی پورمقدم، مختار زلفی باوریانی و سردار کشتکار که در اجرا و بهبود این پروژه کمک کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Abdal, M. S., 2009. *Salicornia* production in Kuwait. World Applied Sciences Journal, 6 (8): 1033-1038.
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1985. Water quality for agriculture. Food and Agricultural Organization. Rome.
- Bouyoucos, C. J., 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. Agronomy Journal, 54: 406-465.
- Boyer, K. E., Fong, P., Vance, R. R. and Ambrose, R. F., 2001. *Salicornia virginica* in a southern California salt marsh: seasonal patterns and a nutrient-enrichment experiment. Journal of Wetlands, 21(3): 315-326.
- Fageria, N.K., Gheyib, H.R. and Moreirac, A., 2011. Nutrient bioavailability in salt affected soils. Journal of Plant Nutrition, 34: 945-962.
- Glenn, E.P, Brown, J. J. and O'Leary J. W., 1998. Irrigation crops with seawater. Scientific American, 279 (2): 76-81.
- Grattan, S.R. and Grieve, C.M., 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments, pp. 203-229 . In: Pessarakli, M. (ed.), Hand Book of Plant and Crop Stress. CRC Press, NY, USA, 974p.
- Grieve, C. M., Grattan, S. R. and Maas, V. E., 2011. Plant Salt Tolerence. 405-459, (In) Wallender, W. W., Tanji, Sc. D. (Eds.), Agricultural Salinity Assessment and Management. Manuals and Reports on Engineering Practice. Volume 71, Amrican Society of Civil Engineers, New York, 1094p.
- Hamzenejad Taghlid, R., Khodaverdiloo, H., Manafi, S. and Rezapour, A., 2012. Simultaneous uptake and accumulation of sodium and cadmium or lead by three halophyte plants in two calcareous soils. Journal of Water and Soil, 25 (6): 1299-1309.
- Jackson, M. L., 1958. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 930p.
- Jefferies, S. R. L., Davyt, A. J. and Rudmik, T., 1981. Population biology of salt marsh annual *salicornia Europaea* agg. Journal of Ecology, 69 (1): 17-31.
- Karimi, M. Khayyambashi, B., Cheraghi,SAM., Nikkhah, M., Rahimian, M.H., Pirasteh-Anosheh, H., Shirantafti, M., and Soltanigerdefaramarzi, V., 2020. Elucidation of wheat response to phosphorous application rates and salinity stress under field conditions. Environmental Stresses on Crop Sciences. 13(1): 317-322.
- Karimi, M., 2019. Wheat responses to the interactive effects between salinity and potassium sulphate fertilization. Environmental Stresses on Crop Sciences, 12 (1): 239-249.
- Lyra, D. A., Ismail, S., Butt,` K. U. R. B. and Brown, J., 2016. Evaluating the growth performance of eleven *Salicornia bigelovii* populations under full strength seawater irrigation using multivariate analyses. Australian Journal of Crop Science, 10 (10): 1429-1441.
- Maas, E.V. and Hoffman, G.J., 1977. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, American Society of Civil Engineers, 103 (2): 115-134.
- Motesharezadeh, B., Vatanara, F. and Savaghebi, G., R., 2015. Effect of potassium and zinc on some responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) under Salinity Stress. Soil Research Journal, 29 (3): 243-258.
- Pandya, J.B., Gohil, R.H., Patolia, J.S., Shah, M.T. and Parmar, D. R., 2006. A Study on *Salicornia* (*S. brachiata Roxb.*) in Salinity Ingressed Soils of India. International Journal of Agricultural Research, 1: 91-99.
- Shahid, M., Jaradat, A. A. and Rao, N. K., 2013. Use of marginal water for *Salicornia bigelovii* Torr. Planting in the United Arab Emirates. pp. 451-462, (In) Shahid, S. A., Abdelfattah, M. A., and Taha, F. K. (Eds.). Developments in soil salinity assessment and reclamation: Innovative thinking and use of marginal soil and water resources in irrigated agriculture. Springer Dordrecht, 808p.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington. DC. USDA Handbook No. 60.
- Ventura, Y. and Sagi, M., 2013. Halophyte crop cultivation: the case for *Salicornia* and *Sarcocornia*. Environmental and Experimental Botany, 92:144-153.
- Wakeel, A., 2013. Potassium–sodium interactions in soil and plant under saline-sodic conditions. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 176 (3): 344-354.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. and Shiwei, G., 2013. The Critical Role of Potassium in Plant Stress Response. International journal of molecular sciences, 14(4): 7370–7390.
- Watanabe, F. S. and Olsen, S. R., 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorous in water and NaHCO3 extract from soil. Soil Science of American Procedure, 29: 677-678.

Possibility of forage production of *Salicornia persica* Akhani under irrigation and potassium sulfate treatments in farm conditions, Bushehr province

S.M.Sadeghi[1*] and M Karimi[2]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email: smbooraki@gmail.com
2- Assistant Professor, National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

Received:06/04/2020 Accepted: 20/06/2020

Abstract

Halophytes are one of the essential parts of haloculture that do not compete for the occupation of lands and freshwater resources. *Salicornia persica* Akhani grows naturally in the southern coastal and desert areas of Iran. This study was conducted to evaluate the effect of two irrigation water quality treatments (seawater and shrimp farm waste-water with electrical conductivity of 64.5 and 66.4 dS m-1 m, respectively) and potassium sulfate fertilizer treatment (with three levels of 0, 100, and 200 kg ha-1) on the amount of forage produced (yield) and height of this plant was investigated in a factorial experiment based on randomized complete blocks. The results showed that the yield of *Salicornia* dry forage under irrigation with seawater and shrimp field waste-water irrigation was 1136.92 and 740.8 kg ha-1, respectively, with significant differences. Investigation of the interaction effects of irrigation treatment (two levels) and potassium sulfate fertilizer (three levels) showed that the highest forage production yield was related to the treatment of 100 kg ha-1 of potassium sulfate fertilizer irrigated with seawater at the rate of 1538.8 kg ha-1 of dry forage. There was no significant difference between plant height related to irrigation treatments and potassium fertilizer application. The results showed that the production of *Salicornia* under irrigation treatments with seawater and shrimp farm wastewater is possible and consumption of 100 kg ha-1 of potassium sulfate increases yield. Further research was proposed to improve the production potential of this saline plant through agricultural operations and the selection of superior germplasms using seawater and shrimp farm wastewater.

Keywords: Haloculture, sea water, shrimp farm waste-water, *Salicornia persica*, potassium sulfate.