پژوهش‌های خاک / الف / جلد ۳۷ / شماره ۲ تابستان/ ۱۴۰۲/ ص۱۳۳-۱۴۶
dx.doi.org/10.22092/ijsr.2023.361132.692

تأثیر میزان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات علوفه سالیکورنیا (*Salicornia persica* Akhani)

سید موسی صادقی*، مهدی کریمی و ناصر فرار

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ smbooraki@gmail.com

استادیار پژوهشی، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران؛ Karimisrc@gmail.com

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران؛ Farrar29@gmail.com

«مقاله پژوهشی»

دریافت:۱۴۰۱/۱۰/۲۷ و پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۱۴

چکیده

تولید علوفه برای تامین خوراک دام با استفاده از منابع آب و خاک بسیار شور یکی از اجزای پروژه‌های شورورزی می‌باشد. بنابراین، پژوهش اخیر با هدف بررسی تاثیر مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات علوفه سالیکورنیا (*Salicornia persica* Akhani) آبیاری شده با آب خلیج فارس با قابلیت هدایت الکتریکی ۶۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر اجرا شد. آزمایش با چهار سطح نیتروژن با استفاده از منبع کود اوره شامل صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از آب دریا در اراضی ساحلی خلیج فارس در حاشیه شهر دلوار استان بوشهر در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. نتایج نشان داد که میزان علوفه تولیدی با میزان مصرف کود یک رابطه خطی و افزایشی بود و مصرف ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هر هکتار میزان علوفه خشک را به ترتیب به میزان ۹۶/۷٪، ۱۴۴/۵٪ و ۱۸۸/۴٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف کود اوره موجب افزایش اجزا عملکرد شامل ارتفاع بوته، طول خوشه، قطر خوشه و وزن خوشه گردید. نیز، مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره موجب سه برابر افزایش کارایی مصرف آب نسبت به تیمار شاهد گردید. بنابراین، توصیه می‌شود برای بهینه‌سازی میزان تولید علوفه از گیاه سالیکورنیا و افزایش راندمان تولید و کارایی مصرف آب، کود اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شود. انجام پژوهش‌های بیشتر برای تعیین اثر آب شور بر خاک در سال‌های آینده پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب‌های نامتعارف، مصرف کود اوره، شورورزی، خوراک دام

* - آدرس ایمیل نویسنده مسئول:smbooraki@gmail.com

مقدمه

کشاورزی با آب‌شور به‌ویژه با آب دریا از مزیت‌های نسبی طبیعی در کشور ایران است که چنانچه به‌طور عملی و در سطح گسترده و در مقیاس تجاری اجرا شود، کمک قابل‌توجهی به امنیت غذایی در کشور و در سطح بین‌المللی می‌نماید. این فعالیت که "شورورزی" نام دارد، به‌عنوان یک فن‌آوری با رویکرد زیست‌محیطی و به‌منظور بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از منابع خاک و آب‌شور در جهت تولید محصولات کشاورزی (جانوری، گیاهی و آبزیان) معرفی‌شده است (خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹). ازجمله گیاهانی که برای فعالیت شورورزی پیشنهادشده است گیاه سالیکورنیا است (خوش خلق‌سیما و همکاران، ۱۳۹۹). این گیاه بومی ایران بوده و گزارش شد که تا شوری ۲۰۰ دسی زیمنس بر متر را تحمل می‌کند (آخانی، ۲۰۰۶). ارزش اقتصادی و زیست‌محیطی سالیکورنیا نظیر ترسیب کربن و تولید اکسیژن، حفاظت از سواحل و تثبیت کانون‌های گردوغبار اخیراً گزارش‌شده است (هاشمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶). ارزش فرهنگی آن نظیر ایجاد منظرگاه سبز در سواحل شور و کمک به امنیت غذائی است (خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹).

ونتورا و ساگی (۲۰۱۳) به این نکته تأکید دارند که تکنولوژی تولید و استفاده از گیاه سالیکورنیا در مراحل اولیه بوده و انجام تحقیقات بیشتر در این خصوص ضرورت دارد. پتانسیل تولید سالیکورنیا بیگلوی و سالیکورنیا پرسیکا در مزرعه تکثیری مرکز ملی تحقیقات شوری که با آب باقابلیت هدایت الکتریکی ۱۵ دسی زیمنس بر متر انجام شده بود در دوره رشد ۲۱۵ روز به ترتیب ۱/۹ و ۱/۵ تن در هکتار گزارش شد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۶). تولید گیاه سالیکورنیا در منابع خارجی و داخلی و با استفاده از منابع آب شور گزارش شد. به‌عنوان‌مثال نتایج تحقیقات گلخانه‌ای رنجبر و همکاران (۱۴۰۰) نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ۲ به ۸ دسی زیمنس بر متر میزان علوفه خشک سالیکورنیا از ۳ به ۴ گرم به ازای هر بوته افزایش یافت. صادقی و کریمی (۱۴۰۰) حداکثر علوفه خشک سالیکورنیا که با آب دریا و در شرایط مزرعه‌ای کشت و آبیاری شده است را ۱/۵ تن در هکتار گزارش نمودند. رنجبر و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که اکوتیپ *S. sinus persica* بیشترین میزان تولید ماده خشک (۶۵۱/۱ گرم بر مترمربع) را در مقایسه با سایر اکو تیپ‌های این‌گونه و گونه *S. bigelovii* داشت. همچنین میزان روغن دانه آن با میزان دانه روغن *S. bigelovii* برابر (۲۴ درصد) بود. میزان علوفه تولیدی از سالیکورنیا با استفاده از آب دریا در مکزیک توسط گلن و همکاران (۱۹۹۱)، ۲۴ تن در هکتار گزارش شد. تحقیقات انجام‌شده روی سالیکورنیا به‌ویژه *Salicornia bigelovii* Torr.نشان داد که این‌گونه به ایران هم واردشده و عملکرد بالای این‌گونه ازنظر تولید زیست‌توده و روغن بذر آن تحت آبیاری با آب دریا گزارش شد (لیرا و همکاران، ۲۰۱۶؛ رنجبر و همکاران، ۲۰۲۲). درعین‌حال عملکرد بالای *Salicornia persica* Akhani ازنظر تولید زیست‌توده و روغن دانه آن تحت آبیاری با آب دریا گزارش شد (رنجبر و همکاران، ۲۰۲۲). لیکن گزارشی که تولید علوفه این گیاه را با استفاده از منابع آب بسیار شور نظیر آب دریای خلیج‌فارس تحت تیمار کود اوره بیان کند، در دسترس نبود.

اگرچه اثر مثبت نیتروژن بر رشد و نمو گیاه سالیکورنیا توسط منابع داخلی و خارجی گزارش شد، لیکن تحقیقات انجام‌شده محدود بوده و دستورالعمل جامعی برای کوددهی این گیاه ارائه نشده است. به‌عنوان مثال نتایج تحقیقات گلدانی سیسای و همکاران (۲۰۲۲) بر روی گونه‌ای از سالیکورنیا (*Salicornia brachiata*) نشان داد که آبیاری این گیاه با آب آبیاری حاوی ۱۵ میلی‌مولار نیتروژن و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم نسبت به آب حاوی ۹ میلی‌مولار نیتروژن و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، موجب افزایش علوفه خشک تولیدی از ۰/۱۳ به ۰/۲۴ گرم به ازای هر مترمربع گردید؛ به‌عبارت‌دیگر با افزایش میزان نیتروژن مصرفی از ۹ به ۱۵ میلی‌مولار در آب آبیاری، عملکرد علوفه خشک به میزان ۸۴ درصد

نسبت به تیمار نه میلی‌مولار افزایش یافت. همچنین نتایج این محققین نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری از ۵۰ به ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم موجب کاهش معنی‌دار عملکرد علوفه خشک گردید و میزان علوفه خشک تولیدی در تیمار حاوی ۱۵ و ۹ میلی‌مولار نیتروژن به ترتیب معادل ۰/۱۵ و ۰/۰۶ کیلوگرم به ازای هر متر مربع بود (سیسای و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین اثر شوری‌های مختلف آب آبیاری (صد درصد آب دریا، ۵۰ درصد آب دریا، ۲۵ درصد آب دریا و آب چاه، به ترتیب باقابلیت هدایت الکتریکی ۵۱، ۳۰، ۱۶/۶ و ۲/۴ دسی زیمنس بر متر) و کودهای آلی و شیمیایی شامل مصرف خاکی و محلول‌پاشی جلبک دریایی، عناصر ماکرو همراه با عناصر میکرو و همچنین عناصر ماکرو همراه با عناصر میکرو و عصاره جلبک دریایی بدون اشاره به مقدار عناصر غذایی اضافه شده به گیاه توسط النوحی و همکاران (۲۰۲۰) در مصر بررسی گردید. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک در تیمارهای صد درصد آب دریا، ۵۰ درصد آب دریا و ۲۵ درصد آب دریا به ترتیب معادل ۱۳۹۸، ۱۵۷۶، ۱۵۰۹ و ۱۳۷۳ گرم بر مترمربع بود که همگی از تیمار مصرف خاکی عصاره جلبک همراه با کودهای ماکرو و میکرو حاصل گردید. ضمناً بیشترین عملکرد علوفه خشک سالیکورنیا که با آب چاه آبیاری شده بود معادل ۱۳۷۳ گرم به ازای هر مترمربع بود که از تیمار کودی مصرف خاکی عصاره جلبک حاصل گردید (النوحی و همکاران، ۲۰۲۰). مصرف ۵۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بسته به نتایج آزمون خاک در یک مزرعه تولیدی سالیکورنیا به‌منظور تأمین خوراک دام گزارش‌شده است (عبدل، ۲۰۰۹). نتایج تحقیقات مزرعه‌ای پانـدایا و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که میزان عملکرد علوفه خشک سالیکورنیا براچیاتا در تیمارهای مصرف ۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به شکل کود اوره به ترتیب معادل ۴۵۵۲، ۵۸۸۰ و ۶۹۱۲ کیلوگرم در هکتار بود؛ به‌عبارت‌دیگر مصرف ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن موجب افزایش عملکرد علوفه خشک به ترتیب به میزان ۲۹/۱۷ و ۵۱/۸۴ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید؛ بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که مصرف کودهای نیتروژنی برای افزایش عملکرد در واحد سطح علوفه سالیکورنیا ضرورت دارد. لیکن بهینه‌سازی مصرف این کود نیاز به انجام تحقیقات بیشتری دارد.

نظر به اینکه حاصلخیزی خاک‌های ایران عموماً پایین است (مشیری و همکاران، ۲۰۱۴) لذا انتظار می‌رود مصرف کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنی جهت افزایش تولید ضرورت داشته باشد؛ اما با افزایش شوری منابع آب‌وخاک عموماً نیاز غذایی گیاهان به دلیل کاهش پتانسیل تولید کاهش می‌یابد (کریمی‌زارچی، ۱۳۹۴). لذا در راستای تولید گیاه سالیکورنیا با استفاده از آب‌های بسیار شور این سؤال اساسی مطرح می‌شود که آیا می‌توان با مصرف کودهای نیتروژنی پتانسیل تولید گیاه سالیکورنیا با استفاده از آب‌های بسیار شور را افزایش داد یا خیر. لذا، این پژوهش مزرعه‌ای باهدف بررسی نقش کود اوره در افزایش عملکرد تولید علوفه گیاه سالیکورنیا با استفاده از آب دریای خلیج‌فارس و در خاک شور در استان بوشهر انجام شد.

روش تحقیق

این تحقیق مزرعه‌ای در ساحل خلیج‌فارس نزدیکی شهر دلوار از توابع استان بوشهر (با مختصات جغرافیایی عرض شمالی ″۱۷ ′۴۴ °۲۸ و طول ″۶۶ ′۵۹ °۵۰) در سال ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و چهار سطح کود اوره (۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) با سه تکرار اجرا شد. قبل از شروع آزمایش نسبت به تجزیه فیزیک و شیمیایی خاک محل پژوهش و تعیین ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری (آب دریا) اقدام شد. خصوصیات خاک همچون قابلیت هدایت الکتریکی، (آزمایشگاه شوری ایالات‌متحده امریکا، ۱۹۵۴) بافت خاک به روش هیدرومتری (بیوکوز، ۱۹۶۲) اسیدیته در گل اشباع، کربن آلی به روش واکی بلاک (جکسون، ۱۹۵۸) فسفر

قابل‌جذب به روش آبی آسکوربیک (واتانابی و اولسن، ۱۹۶۵) و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر تعیین شد. ترکیب آنیونی و کاتیونی آب‌های مورداستفاده در مزرعه نیز به روش آزمایشگاه شوری ایالات‌متحده امریکا (۱۹۵۴) اندازه‌گیری شد.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی منابع آب‌وخاک

قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری که همان آب دریای خلیج‌فارس است معادل ۶۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر و بسیار شور بود (جدول ۱). همچنین نسبت جذب سدیم در این آب بسیار زیاد و معادل ۶۳/۳۷ بود. لذا بر مبنای شاخص ویلکوکس، شوری و سدیم این آب بسیار زیاد بود (ویلکوکس، ۱۹۵۵) و تولید محصولات زراعی رایج نظیر گندم و جو از این منبع آبی امکان‌پذیر نیست (فائو، ۲۰۰۵). میزان اسیدیته آب آبیاری بیش از هشت بود و این موضوع خطر سدیمی شدن خاک را گوشزد می‌کند. همچنین وجود کربنات در آب آبیاری به میزان ۱/۴ میلی‌اکی‌والان در لیتر این مهم را تأیید می‌نماید. نتایج آب دریا نشان داد که میزان نیتروژن و فسفر آن ناچیز بود. میزان پتاسیم آن بالا و معادل ۱۲/۵ میلی اکی والان در لیتر بود. غلظت زیاد پتاسیم در آب آبیاری می‌تواند مقادیر قابل‌توجهی از پتاسیم را به خاک اضافه و از نیاز گیاهان به کود پتاسیمی بکاهد. این مشاهده با توجه به نتایج تجزیه خاک و محتوای زیاد پتاسیم قابل‌استفاده در خاک (۸۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) تأیید می‌گردد.

جدول ۱- ویژگی‌های آب مورداستفاده (دریای خلیج‌فارس)

ویژگی	واحد	مقدار
اسیدیته	–	۸/۴۵
قابلیت هدایت الکتریکی	dSm^{-1}	۶۴/۵
نسبت جذب سدیم		۶۳/۳۷
کلسیم	$meqL^{-1}$	۳۵/۳۶
منیزیم	$meqL^{-1}$	۱۳۴/۶۸
سدیم	$meqL^{-1}$	۵۸۴/۳۵
پتاسیم	$meqL^{-1}$	۱۲/۵۶
کربنات	$meqL^{-1}$	۱/۴
بی‌کربنات	$meqL^{-1}$	۰/۵۱
کلر	$meqL^{-1}$	۶۸۴/۰۳
سولفات	$meqL^{-1}$	۸۱

نتایج تجزیه خاک (جدول ۲) نشان داد که خاک موردمطالعه پیش از کشت گیاه سالیکورنیا بسیار شور است، زیرا قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک سطحی بیش از ۱۲۰ دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین پس از برداشت محصول نیز خاک موردمطالعه بسیار شور بود زیرا قابلیت هدایت الکتریکی آن معادل ۹۰/۲۱ دسی زیمنس بر متر بود. البته شوری خاک پس از برداشت محصول کمتر از شوری خاک پیش از شروع آزمایش بود. علت این مشاهده آبیاری مکرر خاک توسط آب دریا و آبشویی آن است. بافت خاک سطحی سیلتی لوم بود. میزان نیتروژن و فسفر خاک به ترتیب برابر ۵/۷ پی. پی. ام؛ و ۰/۰۳۴ درصد بود (جدول ۲)؛ بنابراین خاک محل آزمایش ازنظر عناصر غذایی نیتروژن و فسفر فقیر بود و مصرف کودهای شیمیایی حاوی این عناصر ضرورت دارد (مشیری و همکاران ۲۰۱۴). خاک محل اجرای پژوهش از نوع Typic aquisalids بود (جدول ۲).

عملیات کاشت، داشت و برداشت سالیکورنیا

عملیات کاشت گیاه سالیکورنیا در تاریخ دهم اسفندماه سال ۱۳۹۵ هجری شمسی و به‌صورت نشایی و

در محل داغاب جوی پشته‌ها انجام شد. فاصله کاشت در بین ردیف‌ها ۳۰ و در داخل ردیف‌ها ۲۵ سانتیمتر بود.

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

ویژگی	واحد	مقدار	
		قبل از آزمایش	پس از برداشت محصول
اسیدیته	–	۶/۶۶	۷/۴۱
قابلیت هدایت الکتریکی	dSm^{-1}	۱۲۰/۲	۹۰/۲۱
شن	(٪)	۲۸/۳۶	۳۲
سیلت	(٪)	۱۸	۱۸
رس	(٪)	۵۳/۶۴	۵۰
کربن آلی	(٪)	۰/۳۹	۰/۲۴
مواد خنثی شونده	(٪)	۳۹/۷۵	۳۶/۸۴
فسفر	$mg\ kg^{-1}$	۵/۷۰	۴/۴۹
پتاسیم	$mg\ kg^{-1}$	۸۳۴	۵۹۱

نشاها در شرایط گلخانه‌ای در مرکز ملی تحقیقات شوری و با استفاده از آب باقابلیت هدایت الکتریکی سه دسی‌زیمنس بر متر تولید و زمانی که دارای ارتفاع حدود ۵ سانتیمتر و در مرحله رشد رویشی بودند به منطقه ارسال شدند. تیمارهای این تحقیق شامل چهار سطح کود اوره شامل ۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که به‌صورت تقسیط و در چهار مرحله در سطح مزرعه پخش گردید. تقسیط کود اوره به دلیل طولانی بودن دوره رشد گیاه (حدود شش ماه) و آبیاری مکرر آن و به‌منظور کاهش آبشویی کودهای نیتروژنی انجام گرفت (ونتورا و ساگی، ۲۰۱۳ و مشیری و همکاران، ۲۰۱۴). عملیات آبیاری با استفاده از آب دریا و هر سه روز یکبار انجام شد (رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۶). کل حجم آب مصرفی در کل دوره رشد معادل ۲۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار بود (رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۶). هر واحد آزمایشی شامل یک کرت به طول شش متر با عرض سه متر بود. در پایان دوره رشد گیاه (۱۳۹۶/۵/۲۳)، نسبت به برداشت ۴۰ بوته از هر کرت آزمایشی توسط قیچی باغبانی اقدام شد. سپس بوته‌ها در فضای آزاد خشک شد و با استفاده از ترازو توزین گردید. اجزا عملکرد شامل ارتفاع بوته، طول خوشه، قطر خوشه، وزن خوشه و کارایی مصرف آب نیز اندازه‌گیری شد. با توجه به تراکم کاشت، میزان علوفه خشک در واحد سطح برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. ارتفاع بوته و طول خوشه توسط خطکش و قطر خوشه توسط کولیس اندازه‌گیری شد. وزن خوشه توسط ترازو توزین گردید. منظور از کارایی مصرف آب، میزان علوفه خشک تولیدشده به ازای حجم آب مصرفی است که از طریق فرمول ذیل محاسبه گردید (زلفی‌باوریانی و همکاران، ۱۳۹۸):

$$IWUE= Y/TUW \qquad (1)$$

در این معادله IWUE کارایی مصرف آب آبیاری برحسب کیلوگرم بر مترمکعب، Y وزن علوفه خشک برحسب کیلوگرم و TUW حجم آب مصرفی برحسب مترمکعب است.

آنالیز داده‌ها

به‌منظور بررسی اثر کود اوره بر عملکرد علوفه خشک و اجزا عملکرد، نسبت به برازش داده‌ها با مدل‌های مختلف آماری و انتخاب مناسب‌ترین مدل (تجزیه رگرسیون) اقدام گردید. این مهم با استفاده از نرم‌افزار سیگما پلات اقدام و مناسب‌ترین معادلات (با بیشترین همبستگی) انتخاب شدند.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثر کود اوره بر عملکرد علوفه خشک گیاه سالیکورنیا و همچنین کارایی مصرف آب در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود لیکن مصرف کود اوره نتوانست تأثیر معنی‌داری بر سایر شاخص‌های گیاهی نظیر ارتفاع، طول خوشه، قطر خوشه، تعداد شاخه و وزن خوشه داشته باشد.

اثر کشت گیاه سالیکورنیا بر خصوصیات خاک

همان‌طور که از جدول دو مشخص است، کشت گیاه سالیکورنیا و آبیاری آن با آب دریا باقابلیت هدایت الکتریکی ۶۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر (جدول یک) موجب کاهش شوری اولیه خاک از ۱۲۰/۲ (پیش از کشت) به ۹۰/۲۱ دسی‌زیمنس بر متر (پس از برداشت محصول) گردید. کاهش شوری خاک به دلیل آبیاری مزرعه با حجم بسیار زیاد (معادل ۲۴۰۰۰ مترمکعب) بود. این در حالی است که میزان pH خاک پس از برداشت محصول معادل ۷/۴۱ و بیشتر از pH پیش از کاشت سالیکورنیا (۶/۶۶) بود. افزایش pH خاک به دلیل کاهش شوری خاک که منجر به کاهش قدرت یونی محلول خاک شده و درنتیجه کاهش قدرت جایگزینی یون‌های قلیایی فاز محلول با پروتون‌های فاز تبادلی خاک گزارش‌شده است (رنگاسامی، ۲۰۱۶).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف مصرف کود اوره بر عملکرد و اجزا عملکرد گیاه سالیکورنیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		علوفه خشک	ارتفاع گیاه	طول خوشه	قطر خوشه	تعداد شاخه	وزن خوشه	کارایی مصرف آب
بلوک	۲	۶۴۱۳/۲۸^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۵۹^{ns}	۳/۵۸^{ns}	۰/۰۰۵۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۴^{ns}
کود اوره	۲	۷۳۵۸۸۹/۰۲*	۳/۷^{ns}	۱/۲۰^{ns}	۲/۱۴^{ns}	۲/۶۱^{ns}	۰/۰۰۹۷^{ns}	۰/۰۰۱۰*
خطا	۶	۱۰۵۶۶۲/۸۸	۱/۴	۰/۷۲	۰/۰۴	۳/۸۵	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۰۱۸۸
ضریب تغییرات		۲۹/۰۷	۸/۵۷	۱۹/۳۶	۱۵/۶۰	۲۲/۶۴	۲۲/۱۰	۲۸/۸۶

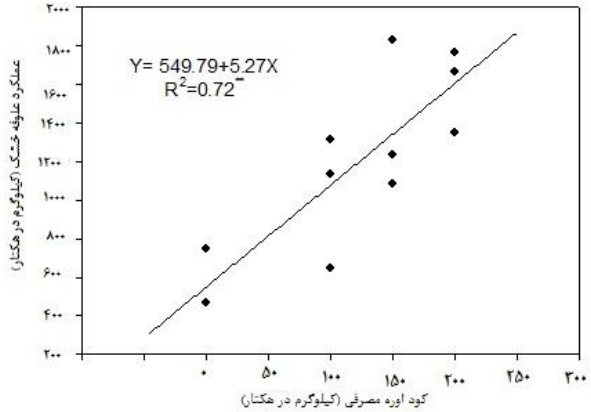
میانگین مربعاتی که با ^{ns} ,*و ** مشخص‌شده‌اند به ترتیب نشانگر عدم‌معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

همچنین با توجه به غلظت سدیم در آب آبیاری و حجم آب مصرفی (۲۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار)، ۳۲۲/۵۶ تن سدیم به خاک اضافه شد. لیکن غلظت سدیم در خاک افزایش نیافت. علت این مشاهده، آبشویی املاح اضافه‌شده به زهکش‌های احداثی در اطراف محل پژوهش و انتقال آن‌ها به دریا است. شایان ذکر است که فاصله محل اجرای پژوهش تا دریا، کمتر از ۱۰۰ متر بود. همان‌طور که از جدول دو مشخص است سایر خصوصیات خاک نظیر درصد شن، سیلت، رس و میزان ترکیبات خنثی شونده پیش و پس از کشت گیاه سالیکورنیا تقریباً ثابت بود و تغییر فاحشی نداشت.

اثر نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک

اثر سطوح مختلف کود اوره بر میزان علوفه خشک در شکل ۱ نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش سطوح نیتروژن، مقدار علوفه خشک تولیدی به‌صورت خطی افزایش یافت. میزان علوفه تولیدی در تیمار شاهد (بدون مصرف کود اوره) معادل ۵۴۸/۶۸ کیلوگرم در هکتار بود. این نتایج نشان داد که پتانسیل تولید سالیکورنیا در خاک طبیعی منطقه بسیار محدود است. میزان عملکرد علوفه خشک در تیمارهای مصرف ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به ترتیب معادل ۱۰۷۹/۴۳، ۱۳۴۱/۷۱، ۱۵۸۲/۹۱ کیلوگرم در هکتار بود؛ به‌عبارت‌دیگر مصرف ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰

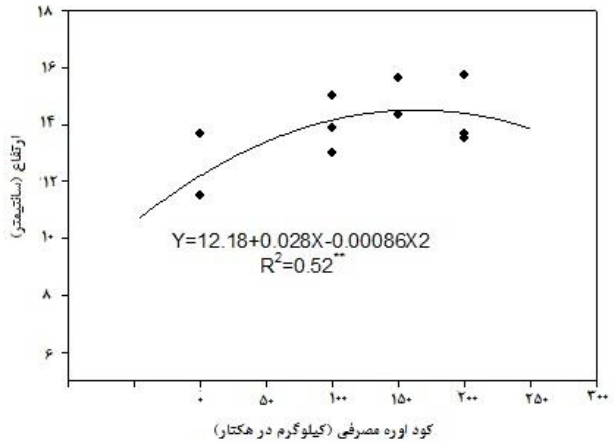
کیلوگرم کود اوره میزان علوفه خشک را به میزان ۹۶/۷۳، ۱۴۴/۵۳ و ۱۸۸/۴۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. افزایش میزان ماده خشک سالیکورنیا با افزایش میزان مصرف کود اوره (شکل ۱)، ضمن تأکید بر ضرورت مصرف کودهای نیتروژنی، بیانگر افزایش پتانسیل تولید گیاه سالیکورنیا با مصرف کود نیتروژنی و پایین بودن سطح حاصلخیزی خاک موردمطالعه است. این مشاهده همچنین با نتایج تجزیه خاک محل آزمایش مطابقت دارد (جدول ۲). همان‌طور که از این جدول مشخص است میزان ماده آلی و نیتروژن کل خاک مورد مطالعه بسیار کم و به ترتیب معادل ۰/۳۹ و ۰/۰۳۴ درصد بود. لذا مصرف کودهای نیتروژنی جهت افزایش عملکرد در واحد سطح توصیه می‌شود (مشیری و همکاران ۲۰۱۴).



شکل ۱- اثر مقادیر مختلف کود اوره بر عملکرد علوفه خشک گیاه سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریای خلیج‌فارس

اثر کود اوره بر ارتفاع بوته

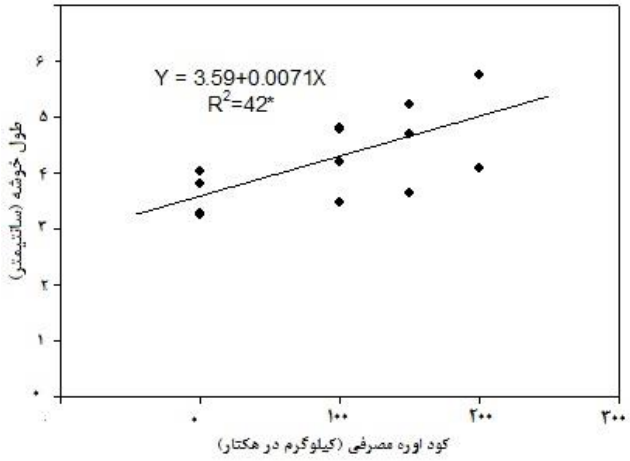
پاسخ ارتفاع بوته به کود اوره مصرفی از نوع غیرخطی بود و از معادله درجه دوم پیروی کرد (شکل ۲). با افزایش میزان کود اوره مصرفی از صفرتا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع گیاه سالیکورنیا افزایش یافت و از ۱۲/۱۵ به ۱۴/۱۲ سانتی‌متر افزایش یافت. مصرف بیشتر کود اوره تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت. به‌نحوی‌که ارتفاع بوته در تیمارهای مصرف ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به ترتیب معادل ۱۴/۴۸ و ۱۴/۳۶ سانتی‌متر بود.



شکل ۲- اثر مقادیر مختلف کود اوره بر ارتفاع گیاه سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریای خلیج‌فارس

اثر کود اوره بر طول خوشه

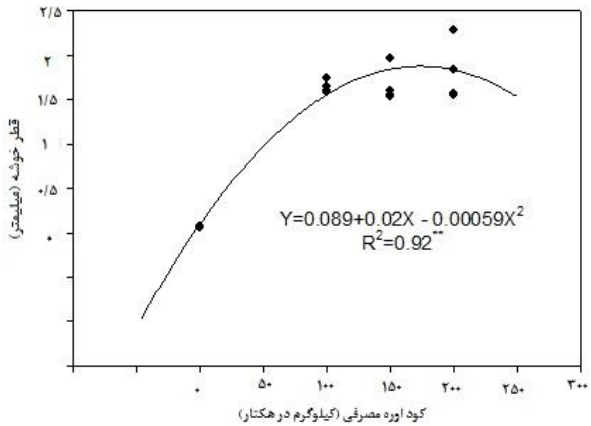
اثر مثبت کود اوره بر طول خوشه گیاه سالیکورنیا به‌صورت خطی بود (شکل ۳). همان‌طور که از این شکل مشخص است با افزایش مقدار اوره مصرفی، طول خوشه نیز روند افزایشی داشت. ارتفاع خوشه در تیمارهای مصرف صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به ترتیب معادل ۳/۵۶، ۴/۳۰، ۴/۶۴ و ۵/۰۶ سانتیمتر بود؛ به‌عبارت‌دیگر مصرف ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره موجب افزایش طول خوشه به میزان ۲۰/۷۸، ۳۰/۳۳ و ۴۲/۱۳ درصدی طول خوشه گردید.



شکل ۳- اثر مقادیر مختلف کود اوره بر ارتفاع خوشه گیاه سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریای خلیج‌فارس

اثر کود اوره بر قطر خوشه

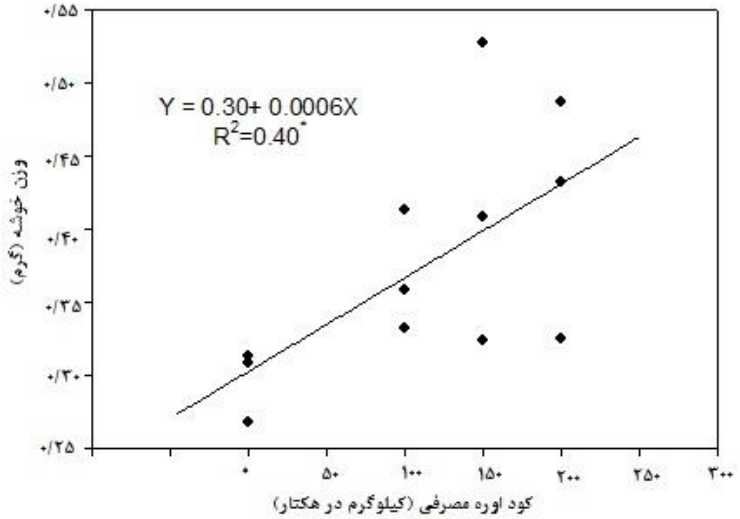
الگوی پاسخ قطر خوشه گیاه سالیکورنیا به سطوح مختلف کود نیتروژنی اوره از معادله درجه دوم تبعیت نمود (شکل ۴). همان‌طور که از شکل چهار مشخص است با افزایش میزان کود اوره مصرفی از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، قطر خوشه نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود) به میزان ۱۷/۸ برابر (از ۰/۰۸۴ به ۱/۵۸ میلی‌متر) افزایش یافت. لیکن مصرف بیشتر کود اوره تأثیر معنی‌داری بر قطر خوشه نداشت و روند نمودار آن ثابت (افقی) شد (شکل ۴).



شکل ۴- اثر مقادیر مختلف کود اوره بر قطر خوشه گیاه سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریای خلیج‌فارس

اثر کود اوره بر وزن خوشه

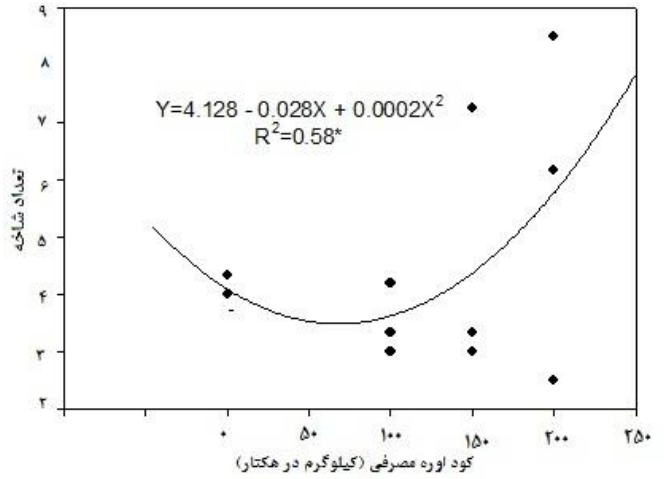
کود اوره تأثیر مثبتی بر وزن خوشه گیاه سالیکورنیا تحت آبیاری با آب دریای خلیج‌فارس داشت (شکل ۵). همان‌طور که از شکل پنج مشخص است با افزایش مقدار کود اوره مصرفی وزن خوشه به‌طور خطی افزایش یافت. وزن خوشه در تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی معادل ۰/۳ گرم بود. مصرف ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره موجب افزایش وزن خوشه به ترتیب به ۰/۳۶، ۰/۳۹ و ۰/۴۳ گرم گردید؛ به‌عبارت‌دیگر با مصرف ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره وزن خوشه نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود) به میزان ۲۰، ۳۰ و ۴۳/۳۳ درصدی وزن خوشه گردید.



شکل ۵- اثر مقادیر مختلف کود اوره بر وزن خوشه گیاه سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریای خلیج‌فارس

اثر کود اوره بر تعداد شاخه

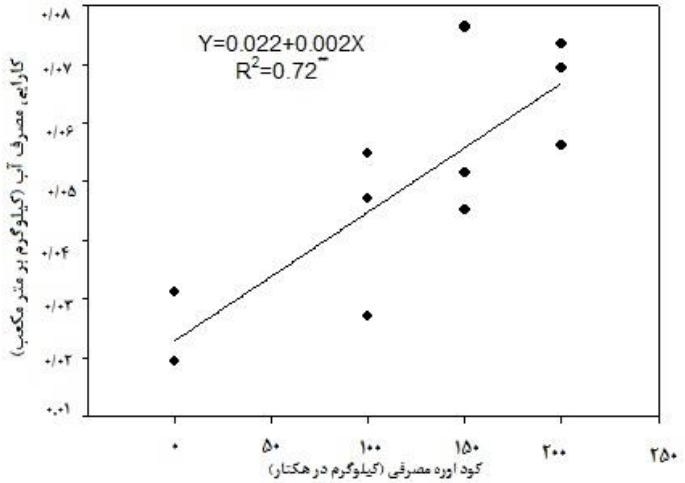
الگوی تعداد شاخه‌های گیاه سالیکورنیا به‌عنوان تابعی از مقدار کود اوره مصرفی از معادله درجه دوم تبعیت کرد (شکل ۶). همان‌طور که از این شکل مشخص است تعداد شاخه‌های فرعی سالیکورنیا در تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) معادل ۴/۰۱ بود؛ اما مصرف یکصد کیلوگرم کود اوره موجب کاهش تعداد شاخه‌ها به ۳/۶ عدد شد. کاهش تعداد شاخه‌ها با مصرف کود اوره به دلیل افزایش قطر خوشه‌ها، ارتفاع گیاه و طول خوشه است؛ اما مصرف بیشتر کود اوره به میزان ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش تعداد شاخه‌ها به ترتیب به میزان ۴/۳۵ و ۵/۸۳ عدد شد.



شکل ۶- اثر مقادیر مختلف کود اوره بر تعداد شاخه گیاه سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریای خلیج‌فارس

اثر کود اوره بر کارایی مصرف آب

همان‌طور که در شکل هفت مشاهده می‌شود کارایی مصرف آب به‌عنوان تابعی از کود اوره مصرفی از معادله درجه اول تبعیت نمود. به‌نحوی‌که با افزایش میزان کود اوره مصرفی تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی مصرف آب درکشت گیاه سالیکورنیا نسبت به تیمار شاهد به میزان سه برابر افزایش یافت. افزایش کارایی مصرف آب با مصرف کودهای آلی و شیمیایی در خاک‌هایی که از کمبود عناصر رنج می‌برند کاملاً منطقی است و توسط سایر پژوهشگران و برای محصولات مختلف کشاورزی گزارش شده است (زلفی‌باوریانی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۷- اثر مقادیر مختلف کود اوره بر کارایی مصرف آب جهت تولید گیاه سالیکورنیا با استفاده از آب دریای خلیج‌فارس

بحث

استفاده از آب دریا جهت تولید محصولات کشاورزی موردتوجه بسیاری از محققین بوده است. لیکن با توجه به اینکه آب دریا بسیار شور است، استفاده ازآن‌جهت تولید گیاهان زراعی رایج امکان‌پذیر نبود و محدود به کشت گیاهان شورپسند است. تحقیقات محدودی در دنیا جهت استفاده از آب دریا برای تولید گیاه سالیکورنیا به‌عنوان یک گیاه شورزیست و باهدف تولید علوفه بخشی از جیره دام به‌ویژه در مناطق ساحلی انجام شده است. بررسی منابع نشان می‌دهد، عملکرد سالیکورنیا بسته به عوامل مختلفی ازجمله شوری آب آبیاری، حجم آب مصرفی، گونه، تاریخ کاشت، شرایط فیزیکی و بافت خاک بسیار متفاوت است (رنجبر و همکاران، ۱۴۰۰). در این راستا نتایج تحقیق حاضر نشان داد که متوسط علوفه خشک تولیدی از گونه بیگلوی که در ساحل دریای خلیج‌فارس و با آب باقابلیت هدایت الکتریکی ۶۴/۵ دسی زیمنس بر متر آبیاری شده است و کود شیمیایی اوره دریافت نکرده است حدود نیم تن در هکتار بود.

پرسش دیگری که محققین را به انجام تحقیقات در آن زمینه ترغیب کرده است، بررسی نقش کودهای شیمیایی در بهبود عملکرد گیاه سالیکورنیا است. آنچه در این زمینه نقش کلیدی دارد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است. نظر به اینکه اکثر خاک‌هایی که به تولید گیاهان شور پسند اختصاص می‌یابد خاک‌های فقیر می‌باشند، لذا انتظار می‌رود مصرف کودهای شیمیایی تأثیر مثبتی بر عملکرد گیاه داشته باشد (سیسای و همکاران، ۲۰۲۲). نتایج تحقیق اخیر هماهنگ با این پیش‌بینی بوده و افزایش تولید علوفه از گیاه سالیکورنیا با مصرف کود اوره را تأیید نمود.

ازآنجاکه علوفه سالیکورنیا برای برخی از دامداران ناشناخته است و تولید این گیاه توسط آب دریا با مقادیر بالای عناصر سمی نظیر سدیم و کلر انجام می‌شود، ممکن است مصرف آن برای دام مشکلاتی ایجاد

نمایـد. لـذا ایـن موضـوع توسـط برخـی از محققـین بررسی‌شده است. نتایج تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهـد کـه امکـان اسـتفاده از ایـن گیـاه جهـت تغذیـه دام نظیـر گوسفند امکان‌پذیر و بلامانع اسـت (صـادقی و همکـاران، ۱۳۹۹). پاپی و همکاران (۱۳۹۹) نیز ضمن بررسـی تـأثیر بقایای سالیکورنیا بر دام، نتیجه گرفتد کـه افـزودن بقایـای سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریـا بـه جیـره گوسـفند تـا سطح ۲۱ درصد مـاده خشـک، بـدون ایجـاد محـدودیت امکان‌پذیر است.

نکته دیگری که باید به آن توجه نمود، نیاز آبی زیاد و پایین بودن کارایی مصرف آب برای گیاه سالیکورنیا است. این موضوع توسط رحیمیان و همکاران (۱۳۹۶) گزارش شده‌است. براساس نتایج این پژوهش نیاز آبی سالیکورنیا وابسته به محل کشت، راندمان کاربرد سیستم آبیاری و میزان آبشویی متفاوت بوده و از حداقل ۱۹ تا ۴۰ هزار مترمکعب متغیر است. نتایج تحقیق اخیر نیز این موضوع را تأیید می‌کند. لذا تولید این گیاه برای شرایطی که قابلیت دسترسی آب زیاد است نظیر سواحل دریا مناسب است. شایان ذکر است که مصرف کودهای شیمیایی نظیر کود اوره می‌تواند بر کارایی مصرف آب مؤثر باشد به‌نحوی‌که نتایج تحقیق اخیر نشان داد با مصرف کود اوره می‌توان کارایی مصرف آب را به میزان سه برابر افزایش داد. از آنجائی که این اولین آزمایش میدانی در زمینه استفاده از کود اوره برای کشت سالیکورنیا با آب شور است، تکرار این آزمایش برای تعیین اثر آب شور بر خاک در سال‌های آینده پیشنهاد شد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که خاک و آب موردمطالعه که در سواحل خلیج‌فارس و دریای عمان قرارگرفته است ازنظر حاصلخیزی پایین است و مصرف کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن نظیر کود اوره جهت بهینه‌سازی تولید و افزایش عملکرد در واحد سطح محصولات زراعی نظیر گیاه سالیکورنیا ضرورت دارد. به‌نحوی‌که مصرف دویست کیلوگرم در هکتار کود اوره میزان پتانسیل تولید علوفه از گیاه سالیکورنیا با استفاده از آب دریا باقابلیت هدایت الکتریکی ۶۵ دسی زیمنس بر متر حدود ۱۸۸ درصد افزایش می‌دهد. نتایج این پژوهش توانایی بالای *S. persica* را به‌عنوان گونه‌ای مقاوم به شوری و سازگار با شرایط آب‌وخاک شور تائید نمود و زمینه جدیدی از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و تحقیقات وابسته به آن در قالب پروژه‌های شورورزی با کشت و توسعه گیاه شورزیست سالیکورنیا که به نظر می‌رسد پتانسیل صنعتی مناسبی درزمینه خوراک دام و تولید روغن دارد را برای کشاورزان و سایر علاقه‌مندان معرفی کرد.

تشکر و قدردانی

با توجه به اینکه هزینه‌های اجرای این پژوهش توسط شرکت توسعه منابع آب و نیروی وزارت نیرو تأمین شده است، بدین‌وسیله از این سازمان محترم تشکر و قدردانی می‌گردد.

فهرست منابع

۱. خورسندی، ف، ژ. وزیری و ع.ا. عزیزی‌زهان. ۱۳۸۹. شورورزی: استفاده پایدار از منابع آب‌وخاک شور در کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. ایران.

۲. خوش‌خلق‌سیما، ن. ع. عبادی، ن. ریاحی‌سامانی و ب. درویش‌روحانی. ۱۳۹۹. سالیکورنیا: کاربردها، توان اقتصادی، کشت و بهره‌برداری. نشر آموزش کشاورزی، کرج. ایران.

۳. رحیمیان، م ح. ی. هاشمی‌نژاد، م. پورمقدم و ح. بیرامی. ۱۳۹۶. برآورد تبخیر و تعرق و نیاز آبی سالیکورنیا در نوار ساحلی جنوب کشور. اولین همایش ملی شورورزی، یزد، ۱-۲ آذر ۱۳۹۶، ایران، ۱ (۱): ۵۸-۵۹، یزد، ایران.

۴. رنجبر، غ. ف. دهقانی، ا. علاءالدین و. سلطانی‌گردفرامرزی و س. کشتکار. ۱۴۰۰. ارزیابی عملکرد برخی گونه‌ها و اکوتیپ‌های سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریا و آب شور زیرزمینی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۵ (۲): ۱۸۷-۲۰۰.

۵. زلفی‌باوریانی، م. ن. رشیدی، م. نوروزی و پ. بیات. ۱۳۹۸. اثرات متقابل نیتروژن و آب آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب و نیتروژن در گوجه‌فرنگی در استان بوشهر. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران. ۳۵: ۱۶۸-۱۸۱.

۶. صادقی، س م.، و م. کریمی. ۱۴۰۰. امکان تولید علوفه از سالیکورنیا (*Salicornia persica* Akhani) تحت تیمارهای مختلف کیفیت آب آبیاری و مقادیر مختلف سولفات پتاسیم در شرایط مزرعه‌ای استان بوشهر. نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۸ (۳): ۴۷۲-۴۸۱.

۷. صادقی، م ه.، م. ساری، ط. محمدآبادی و م. رضایی. ۱۳۹۹. تعیین ارزش غذایی، تولید گاز و تجزیه‌پذیری گیاهان شورزیست سالیکورنیا (*Salicornia europaea*)، کاکل (*Suaeda aegyptica*) و گتک (*Halocnemum strobilaceum*) در گوسفند. فصلنامه علمی پژوهشی محیط‌زیست جانوری. ۱۲ (۳): ۲۱-۳۲.

۸. صالحی، م.، ف. دهقانی، و ن. ابراهیمی. ۱۳۹۶. تجربه موفق تکثیر بذر سالیکورنیا با منابع آب شور. آب و توسعه پایدار. ۴ (۱): ۳۷-۴۶.

۹. کریمی، م. و م. زارع مهرجردی. ۱۳۹۹. اثر نوع کود نیتروژنی و شوری بر غلظت و الگوی جذب نیتروژن در گندم. مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی). ۴۳ (۱): ۱۵-۳۱.

۱۰. کریمی، م.، م.ح. بناکار و ح. حاتمی. ۱۴۰۱. امکان‌سنجی افزایش تولید علوفه از گیاه آتریپلکس لنتیفرمیس با استفاده از منابع آب نامتعارف و کودهای شیمیایی. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. ۱ (۵): ۳۲-۳۸.

۱۱. کریمی‌زارچی، م. ۱۳۹۴. راهنمای مصرف کودهای نیتروژنی برای تولید گندم. انتشارات صحرا شرق. مشهد. ایران.

۱۲. خادمی، ز.، مهاجر میلانی، پ.، بلالی، م.، درودی، م. س.، شهبازی، ک. و ملکوتی، ۱۳۸۰. مدل جامع کامپیوتری توصیه کودهای شیمیایی وآلی در راستای تولیدات کشاورزی پایدار چغندر قند. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.

۱۳. بنائی، م. ح.، مؤمنی، ع.، بایبوردی، م. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۳ خاکهای ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۱۴. کریمی، م. ۱۳۹۴. راهنمای مصرف کودهای نیتروژنی برای تولید گندم. صحراشرق، مشهد، ایران.

۱۵. کریمی، م.، ۱۳۹۸. پاسخ گندم رقم بم به اثرات متقابل شوری آب آبیاری و سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. (۱۲) ۱: ۲۳۹-۲۴۹.

۱۶. کشاورز، پ.، مشیری، ف.، طهرانی، م. و بلالی، م. ر. ۱۳۹۴. راهبردهای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک در تولید گندم در ایران. مدیریت اراضی. ۳ (۱): ۶۱-۷۲.

۱۷. مشیری، ف.، شهابی، ع. ا.، کشاورز، پ.، خوگر، ز.، فیضی اصل، و.، طهرانی،محمد م.، اسدی رحمانی،ه.، سماوات، س.، غیبی،م. ن.، سدری، م. ح.، رشیدی، ن. و سعادت،س. ۱۳۹۳. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گندم. انتشارات سنا. تهران. ایران.

۱۸. متشرع زاده ب.، وطن‌آرا، ف. و ثواقبی فیروزآبادی، غ. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر پتاسیم و روی بر برخی واکنش‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) به تنش شوری. پژوهشهای خاک. ۲۹ (۳): ۲۴۳-۲۵۸.

19. Abdal, M.S. 2009. *Salicornia* production in Kuwait. World Applied Sciences Journal. 8: 1033-1038.
20. Akhni, H. 2006. Biodiversity of halophytic and Sabkha ecosystemes in Iran. P. 71-88. In Khan M. A., Boer, B., Kust, G. S., Barth, H. J. (eds) Sabkha Ecosystems. Tasks for Vegetation Science, Vol 2. Springer, Dordrecht.
21. Bouyoucos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. Agronomy Journal, 54: 406-465.
22. El-Nwehy, S.S., A.I Rezk, A.B. El-Nasharty, and O.A. Nofal. 2020. Influences of Irrigation with Diluted Seawater and Fertilization on Growth, Seed Yield and Nutrients Status of *Salicornia* Plants. Pakistan Journal of Biological Sciences. 23 (10): 1267-1275.
23. F.A.O. 2005. Fertilizer use by crop in the Islamic Republic of Iran. https://www.fao.org/3/a0037e/a0037e09.htm.
24. Glenn, E.P, J.J Brown, and J.W. O'Leary. 1999. Irrigation crops with seawater. Scientific American, 279 (2): 76-81.
25. Genn, E.P., J.W. O'leary, C. Watson, T.L. Thompson, R. O. Kueh. 1991. *Salicornia bigelovii* Torr. An Oilseed Halophyte for Seawater Irrigation. Science, 251: 1065-1067.
26. Hamzenejad, T.T., H. Khodaverdiloo, S. Manafi and S. Rezapour. 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.
27. Jackson, M. L. 1958. Soil chemical analysis. Advanced course. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Madison, Wisconsin.
28. Jones, J.B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Washington, D.C.: CRC Press.
29. Lyra, D. A., S. Ismail, K.U.R.B. Butt, and J. J. Brown. 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.
30. Ramasubramanian, A. and K. Uyyavanthan. 2017. Growth, productivity and nutritional status of *Salicornia brachiata* Roxb. Cultivated in saline soils supplemented with organic manures under sea water irrigation. Journal of Plant Stress Physiology, 7: 1-9.
31. Rengasamy, P. 2016. Soil Chemistry Factors Confounding Crop Salinity Tolerance—A Review. Agronomy. 53: 1-11.
32. Sisay, T.A., Z. Nurbekova, O. Dinara, K.D. Arvind, K. Khatri, V. Mudgal, A. Mudgal, A. Neori, M. Shpigel, R.K. Srivastava. M.B.C. Luísa, D. Standing, and M. Sagi. 2022. Effect of Salinity and Nitrogen Fertilization Levels on Growth Parameters of *Sarcocornia fruticosa*, *Salicornia brachiata*, and *Arthrocnemum macrostachyum*. Agronomy, 12: 1-16.
33. Page, A.L. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA.

34. Pandya, J. B., R.H. Gohil, J.S. Patolia, M.T. Shah, and D.R. Parmar. 2006. A study on *Salicornia* (*S. brachiata* Roxb.) in salinity ingressed soils of India. International Journal of Agricultural Research, 1 (1): 91-99.
35. Ranjbar, G., H. Pirasteh-Anosheh, F. Dehghanie, S. Keshtkar, and M. Race. 2022. Feasibility of growing *Salicornia* species in a coastal environment through planting date and density management in a direct seawater irrigation system. Environmental Science and Pollution Research, 29: 1-10.
36. U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington. DC. USDA Handbook No. 60.
37. Ventura, Y., and M. Sagi. 2013. Halophyte crop cultivation: the case for *Salicornia* and *Sarcocornia*. Environmental and Experimental Botany, 92: 144-153.
38. Wilcox, L.V. 1955. Classification and use of irrigation waters. United States Department of Agriculture Circular, 969: 1-19.

Effect of Nitrogen Fertilizer Amount on Some Fodder Characteristics and Performance of *Salicornia persica* Akhani

S.M.Sadeghi*, M.Karimi and N. Farrar

Assistant Prof., Forest research Divission, Research Institute of Forests and Reangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO),Tehran, Iran; Email: **smbooraki@gmail.com**
Assistant Prof., National Salinity Research Center (NSRC), AREEO,Yazd, Iran. **Karimisrc@gmail.com**
Assistant Prof., Forests and Rangelands Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bushehr, Iran. **Farrar29@gmail.com**

Received: January 17, 2023and Accepted July 5, 2023

Abstract

Fodder production for livestock using highly saline soil and waters is a part of halo-culture projects. So, the present study aimed to elucidate the effect of nitrogen fertilizer amount on some fodder characteristics and performance of salicornia (Salicornia persica Akhani) irrigated with the Persian Gulf seawater with the electrical conductivity of 64.5 dSm-1. A field experiment with four levels of urea fertilizer including zero, 100, 150, and 200 kg ha-1 in the form of randomized complete block design with three replications was carried out at seashore of Delwar City, Bushehr Province, in 2017. The results showed that fodder production and fertilizer application had a linear and increasing relationship. As the rate of urea fertilizer increased (100, 150, and 200 kg ha-1), the dry fodder production rose by 96.7%, 144.5%, and 188.4%, respectively, compared with the control treatment. In addition, results showed that urea application increased plant height, spike length, spike diameter and spike weight. Moreover, application of urea fertilizer at a rate of 200 kg ha-1 increased water use efficiency by three times compared to the control. Hence, to optimize the quantity of fodder production from Salicornia and water use efficiency, urea application at a rate of 200 kg ha-1 is recommended. It is suggested to determine the effect of saline water on soil in future research.

Keywords: Unconventional waters, Use of ureau, Halo-culture, Animal feed

* -Corresponding author's email: smbooraki@gmail.com