

ارزیابی اثر شوری خاک بر عملکرد نیشکر برای اصلاح جدول نیازهای رویشی در جنوب استان خوزستان

ابوالفضل آزادی^{۱*}، میرناصرنویدی^۲

۱. استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲. دانشیار، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* نویسنده مسئول: ابوالفضل آزادی، پست الکترونیک: a.azadi@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۲۶

چکیده

نیشکر یکی از مهم‌ترین محصولات اقتصادی جهان است که به دلیل تولید شکر، اتانول، بیوانرژی و باگاس، به طور گسترده در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کشت می‌شود. استان خوزستان نیز یکی از مهم‌ترین مناطق مستعد کشت و تولید نیشکر در ایران است. یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولید کشاورزی در این استان، شوری اراضی است. نیشکر در دامنه گیاهان حساس تا نیمه حساس به شوری قرار دارد و آستانه تحمل آن حدود ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است. از این رو، بررسی اثر شوری خاک بر عملکرد نیشکر و بازنگری در فاکتور شوری جداول نیازهای رویشی این محصول ضروری است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر شوری خاک بر عملکرد نیشکر و اصلاح فاکتور شوری در جدول نیازهای رویشی نیشکر انجام شد. بدین منظور، ۱۰۰ پروفیل و مته در مزارع مختلف کشت نیشکر در استان خوزستان، با تأکید بر تنوع شوری خاک، مورد مطالعه قرار گرفت. ویژگی‌های خاک در محدوده توسعه ریشه اندازه‌گیری و رابطه بین شوری خاک و عملکرد نیشکر با استفاده از رگرسیون ساده بررسی شد. نتایج نشان داد که رابطه بین شوری خاک و عملکرد نیشکر از نظر آماری معنی‌دار بوده و شوری خاک توانسته است حدود ۶۷ درصد از تغییرات عملکرد را تبیین کند. بنابراین، شوری خاک یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد نیشکر در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شد. نتایج این پژوهش بر ضرورت مدیریت شوری از طریق تسطیح اراضی، بهبود زهکشی، مدیریت آبیاری، استفاده از زیرشکن و اجرای عملیات آبشویی تأکید دارد. همچنین، بازنگری فاکتور شوری در جداول نیازهای رویشی نیشکر بر اساس داده‌های میدانی و رابطه کمی بین شوری و عملکرد، می‌تواند مبنای مناسب‌تری برای ارزیابی تناسب اراضی، شناسایی محدودیت‌های تولید و مدیریت پایدار مزارع نیشکر در استان خوزستان فراهم کند.

واژگان کلیدی: رگرسیون، خوزستان، نیشکر، شوری

بیان مسئله

نیشکر یکی از مهم‌ترین محصولات اقتصادی جهان است که به دلیل کاربرد گسترده در تولید شکر، اتانول، بیوانرژی، باگاس و فرآورده‌های جانبی مانند کاغذ، نئوپان و خوراک دام، نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی و صنایع وابسته دارد. این گیاه عمدتاً در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود و در صورت تأمین آب و فراهم بودن شرایط مناسب خاک و اقلیم، از ظرفیت بالایی برای تولید برخوردار است (۷). در ایران، اگرچه نیشکر در برخی مناطق شمالی کشور به صورت محدود و عمدتاً به شکل دیم کشت می‌شود، تولید تجاری و گسترده این محصول به صورت آبی، عمدتاً در استان خوزستان متمرکز است. به گونه‌ای که بیش از ۹۹ درصد از سطح زیر کشت نیشکر کشور، با مساحتی بیش از ۱۰۶ هزار هکتار، در این استان قرار دارد. همچنین، میانگین عملکرد نیشکر در کشور حدود ۵۵،۱۹۳ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. بنابراین، استان خوزستان را می‌توان مهم‌ترین قطب تولید تجاری نیشکر در ایران دانست.

استان خوزستان همچنین به دلیل برخورداری از منابع آب سطحی، اراضی گسترده و شرایط اقلیمی مناسب، مهم‌ترین قطب تولید نیشکر کشور محسوب می‌شود. دشت خوزستان در مسیر جریان رودخانه‌های مهم کرخه، کارون، دز، جراحی و هندیجان قرار دارد و بخش قابل‌توجهی از منابع آب سطحی کشور در این استان جریان دارد. وجود منابع آب و خاک مناسب و شرایط اقلیمی مطلوب، زمینه توسعه کشت نیشکر را در اراضی مختلف استان فراهم کرده است. بخش مهمی از اراضی تحت کشت نیشکر در پایین‌دست دشت‌های پای پل و همچنین دشت‌های حمیدیه، قدس، دشت آزادگان، دشت عباس و فکه-عین‌خوش قرار دارد. بر همین اساس، کشت و صنعت‌های امیرکبیر، میرزا کوچک‌خان، سلمان

فارسی، دعبل خزاعی و فارابی به عنوان بخش مهمی از مناطق تولید نیشکر استان، در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند.

با وجود ظرفیت بالای خوزستان، شوری خاک یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید کشاورزی در این استان و به ویژه در مناطق جنوبی آن است. شوری یکی از نامطلوب‌ترین تنش‌های محیطی محسوب می‌شود که از طریق ایجاد تنش اسمزی، سمیت یون‌های خاص و برهم‌زدن تعادل عناصر غذایی، رشد و نمو گیاهان را محدود می‌کند (۶). افزایش شوری می‌تواند در اثر فرایندهای طبیعی و همچنین عواملی مانند آبیاری نامناسب، استفاده از آب شور، ضعف زهکشی و مصرف نامتعادل برخی نهاده‌های کشاورزی تشدید شود. در شرایط شور، افزایش نسبت جذب سدیم نیز می‌تواند موجب تخریب ساختمان خاک، افزایش مقاومت خاک، کاهش رشد ریشه و کاهش حرکت آب در خاک و گیاه شود.

نیشکر اگرچه در مقایسه با برخی گیاهان زراعی تحمل نسبتاً مناسبی به شوری دارد، اما افزایش شوری در ناحیه توسعه ریشه می‌تواند به طور معنی‌داری عملکرد و کیفیت محصول را کاهش دهد. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که آستانه شوری نیشکر برای کاهش عملکرد حدود ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر است و با افزایش شوری، عملکرد ماده خشک و میزان ساکارز نیز کاهش می‌یابد (۴). همچنین گزارش شده است که افزایش شوری در ناحیه ریشه می‌تواند کاهش قابل‌توجهی در عملکرد نیشکر ایجاد کند. از این رو، مدیریت شوری در اراضی تحت کشت نیشکر، به ویژه در مناطق دارای زهکشی نامناسب و خطر تجمع نمک، اهمیت زیادی دارد. استفاده از زهکش‌های زیرزمینی و اعمال آبتیوی مناسب از جمله اقدامات ضروری برای کنترل تجمع نمک در ناحیه ریشه نیشکر است (۱۱).

از سوی دیگر، ارزیابی صحیح تناسب اراضی برای کشت نیشکر نیازمند استفاده از جداول دقیق و به روز

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر شوری خاک بر عملکرد نیشکر و اصلاح فاکتور شوری در جدول نیازهای رویشی این محصول در کشت و صنعت‌های منتخب جنوب استان خوزستان انجام شد. در این پژوهش تلاش شد با مطالعه پروفیل‌ها و مته‌های خاک، اندازه‌گیری شوری در محدوده توسعه ریشه و بررسی رابطه آن با عملکرد واقعی مزارع، حدود مناسب شوری برای طبقه‌بندی تناسب اراضی نیشکر تعیین و مبنایی علمی برای اصلاح جدول نیازهای رویشی این محصول فراهم شود.

معرفی دستاورد یا راهکار

این پژوهش با مطالعه ۱۰۰ نقطه شامل پروفیل و مته در مزارع کشت و صنعت‌های نیشکر واقع در جنوب استان خوزستان انجام شد (شکل ۱). نقاط مطالعاتی به‌گونه‌ای انتخاب شدند که تا حد امکان شرایط مدیریتی، اقلیمی و سایر عوامل مؤثر بر عملکرد در مزارع مورد مطالعه مشابه باشد. هدف از این نحوه انتخاب نقاط، کاهش اثر سایر عوامل مؤثر بر عملکرد و فراهم کردن امکان بررسی دقیق‌تر اثر ویژگی‌های سرزمین، به‌ویژه شوری خاک، بر عملکرد نیشکر بود. خاک‌رخ‌های منتخب بر اساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک سرویس حفاظت منابع طبیعی وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا (USDA-NRCS, 2012) تشریح شدند. از هر افق خاک، نمونه‌برداری انجام شد و نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، بر اساس روش‌های استاندارد مورد تجزیه قرار گرفتند. هدایت الکتریکی عصاره خمیر اشباع (ECe) با استفاده از دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد.

برای هر مزرعه، پرسشنامه اختصاصی تهیه شد و اطلاعاتی شامل موقعیت جغرافیایی، عملکرد محصول، دورآبیاری و هزینه‌های ثابت و متغیر در یک سال زراعی ثبت گردید (۱). هزینه‌های متغیر و ثابت شامل عملیات شخم و دیسک، کوددهی، سم‌پاشی، آبیاری، هرس، برداشت محصول و هزینه نیروی کار بود. جمع‌آوری

نیازهای رویشی، خاکی و اقلیمی است. مقادیر و حدود شوری موجود در برخی جداول مورد استفاده در ارزیابی تناسب اراضی عمدتاً بر اساس مطالعات قدیمی و شرایط متفاوت اقلیمی، خاکی، مدیریتی و ارقام مورد کشت تعیین شده‌اند. بنابراین، ممکن است این حدود با شرایط واقعی مزارع نیشکر امروزی استان خوزستان مطابقت کامل نداشته باشند. به‌ویژه، نبود رابطه کمی و مبتنی بر داده‌های میدانی بین شوری خاک و عملکرد نیشکر، تعیین دقیق حدود شوری متناظر با کلاس‌های مختلف تناسب اراضی را با محدودیت مواجه می‌کند.

از طرف دیگر، مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که حتی در مزارعی با شوری نسبتاً مشابه، عملکرد نیشکر می‌تواند تفاوت قابل‌توجهی داشته باشد. این تفاوت احتمالاً ناشی از اثر هم‌زمان ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، وضعیت زهکشی، کیفیت و نحوه مصرف آب، مدیریت مزرعه، شرایط اقلیمی و ویژگی‌های ارقام مورد کشت است. بنابراین، تعیین سهم واقعی شوری در تغییرات عملکرد و مشخص کردن حدود بحرانی آن، مستلزم مطالعه میدانی گسترده و استفاده از روش‌های آماری مناسب است.

در چنین شرایطی، تعیین رابطه کمی بین شوری خاک و عملکرد نیشکر و استفاده از این رابطه برای اصلاح فاکتور شوری در جداول نیازهای رویشی می‌تواند دقت ارزیابی تناسب اراضی را افزایش دهد. جدول اصلاح‌شده می‌تواند در تهیه نقشه‌های تناسب اراضی، شناسایی مناطق دارای محدودیت شوری، تعیین اولویت عملیات اصلاحی و مدیریت بهتر مزارع مورد استفاده قرار گیرد (۳). همچنین، شناخت دقیق محدودیت‌های شوری می‌تواند به انتخاب اراضی مناسب‌تر برای توسعه کشت نیشکر و معرفی ارقام مناسب شرایط شور کمک کند.

بنابراین، با توجه به اهمیت اقتصادی نیشکر، تمرکز تولید تجاری آن در استان خوزستان و نقش تعیین‌کننده شوری در کاهش عملکرد، انجام پژوهشی مبتنی بر داده‌های واقعی مزارع ضروری است. بر همین اساس،

اطلاعات در طی سه سال متوالی، از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ انجام شد. اطلاعات مربوط به عملکرد هر یک از مزارع مطالعاتی بر اساس میانگین عملکرد گزارش شده طی سال‌های مختلف کشت نیشکر، که توسط کارشناسان و محققان مربوطه در مراکز تحقیقات نیشکر جمع‌آوری و کنترل شده بود، تعیین گردید.

به‌منظور بررسی اثر ویژگی‌های خاک و اراضی، به‌ویژه شوری خاک، بر عملکرد نیشکر، از تحلیل‌های آماری شامل آمار توصیفی، ضریب همبستگی، رگرسیون ساده و رگرسیون چندمتغیره استفاده شد. در تحلیل رگرسیون ساده، ویژگی مورد نظر خاک یا سرزمین به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد نیشکر به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. این روش امکان تعیین نوع و میزان ارتباط بین متغیر مستقل و عملکرد و همچنین تعیین سهم متغیر مستقل در تبیین تغییرات عملکرد را فراهم می‌کند (۲).

از آنجا که ویژگی‌های خاک در عمق‌ها و افق‌های مختلف اندازه‌گیری شدند، لازم بود برای هر خاکرخ یک مقدار نماینده از هر ویژگی خاک تعیین شود. بدین منظور، میانگین وزنی با شاخص تصحیح عمق، بر اساس روش سایس و همکاران (۸)، مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب، مقادیر اندازه‌گیری شده در افق‌های مختلف به یک مقدار واحد برای هر خاکرخ تبدیل شدند.

پس از تشکیل پایگاه داده، ویژگی‌های خاک و اراضی، از جمله شوری، به‌عنوان متغیرهای مستقل و عملکرد نیشکر به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. شاخص‌های آماری شامل میانگین، مد، میانه، حداقل، حداکثر، واریانس، انحراف معیار، ضریب چولگی و ضریب کشیدگی محاسبه شدند. همچنین، نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. به‌منظور تعیین شدت و جهت ارتباط عملکرد با ویژگی‌های خاک، از ضریب همبستگی و تحلیل رگرسیون استفاده شد. در نهایت به‌منظور اصلاح فاکتور شوری در جدول نیازهای رویشی نیشکر، روابط رگرسیونی ساده بین هر یک از

ویژگی‌های مهم خاک از جمله شوری و عملکرد نیشکر بررسی شد. مناسب‌ترین رابطه برای هر شوری خاک بر اساس بالاترین ضریب همبستگی و میزان تبیین تغییرات عملکرد انتخاب گردید.

مبنای تعیین کلاس‌های تناسب اراضی، راهنمای ارزیابی سرزمین برای نباتات خاص فائو (۵) و روش پیشنهادی سایس و همکاران (۸) بود. پس از شناسایی ویژگی‌های مؤثر بر عملکرد نیشکر، از جمله شوری خاک، بهترین معادله رگرسیونی بین عملکرد و هر ویژگی خاک به‌صورت جداگانه تعیین شد.

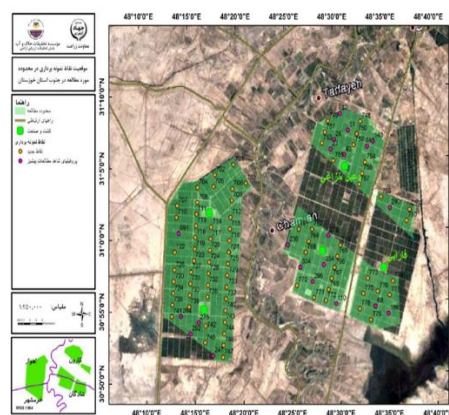
برای تعیین حدود کلاس‌های تناسب، مقادیر متناظر با ۸۰، ۴۰ و ۲۰ درصد حداکثر عملکرد روی محور عملکرد مشخص و به منحنی رگرسیون منتقل شد (۵). سپس با رسم خطوط عمودی از نقاط مذکور تا محور مربوط به ویژگی خاک، مقادیر آستانه برای مرز کلاس‌های مختلف تناسب تعیین گردید. بر این اساس، مقدار ویژگی متناظر با ۸۰ درصد حداکثر عملکرد به‌عنوان مرز بین کلاس‌های S1 و S2، مقدار متناظر با ۴۰ درصد حداکثر عملکرد به‌عنوان مرز بین S2 و S3 و مقدار متناظر با ۲۰ درصد حداکثر عملکرد به‌عنوان مرز بین S3 و N در نظر گرفته شد. عملکرد معادل ۲۰ درصد حداکثر عملکرد به‌عنوان عملکرد سربه‌سر در نظر گرفته شد؛ زیرا فائو این سطح عملکرد را در ارزیابی کیفی تناسب اراضی به‌عنوان حد اقتصادی و عملکرد سربه‌سر معرفی کرده است (۵). همچنین، مقادیر مذکور با درجات تناسب متناظر در روش پارامتریک، شامل درجات ۸۵، ۶۰ و ۴۰، تطبیق داده شدند.

بر این اساس، جدول پیشنهادی نیازهای رویشی، خاکی و زمین‌نمای نیشکر برای مناطق مورد مطالعه استخراج و اصلاح شد. جدول اصلاح شده می‌تواند در ارزیابی تناسب اراضی و تعیین مناطق مناسب برای کشت نیشکر در ایران مورد استفاده قرار گیرد.

لازم به ذکر است که برای ارزیابی اعتبار جدول پیشنهادی، از داده‌های ۳۰ خاکرخ استفاده شد که در

جدول و ۳۰ درصد برای صحت‌سنجی جدول پیشنهادی اختصاص یافت.

Lead characteristics	Class, degree of initiation and rating code									
	S1		S2		S3		S1		S2	
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Topography (a)	100	85	85	82	60	43	40	25	0	
Slope(s) (b)	0	1	2	2	4	4				
Shore(s) (c)	0.2	2.4	2.4	4.3	3.3					
Shore(s) (d)	0.4	0.4	0.4	1.6	1.6	30-50				
Shore(s) (e)										
Distance (a)	Ex	Ex					F1		F2	
Distance (b)	Ex	Ex	no more	no more	imperfect	Good	Ex	poor	Ex	poor
Distance (c)	Ex	Ex					poor	poor	Ex	poor
Distance (d)	Ex	Ex					poor	poor	Ex	poor
Distance (e)	Ex	Ex					poor	poor	Ex	poor
Texture characteristics (a)	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S
Texture characteristics (b)	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S
Texture characteristics (c)	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S
Texture characteristics (d)	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S
Texture characteristics (e)	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S	CoBr, SiC, Co, Ni, CL, Li, S
Surface roughness (a)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (b)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (c)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (d)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (e)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (f)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (g)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (h)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (i)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (j)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (k)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (m)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (n)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (o)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (p)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (q)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (r)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (s)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (t)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Surface roughness (u)	0.2	0.2	0.2							



(ج) اصلاح و تدوین جدول نیازهای رویشی

نتایج بررسی‌ها شوری خاک نشان داد که داده‌ها نرمال بوده و دامنه آنها از ۱/۳۸ تا ۹/۶۵ دسی زیمنس بر متر متغیر است. مقدار میانگین و ضریب تغییرات این مشخصه در سرزمین مورد بررسی به ترتیب ۴/۱۴ دسی زیمنس بر متر و ۵۲/۶ درصد می‌باشد. در تحلیل رگرسیون ساده، یک متغیر از مشخصه‌های سرزمین به عنوان متغیر مستقل و عملکرد به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. در واقع ساده ترین حالت تحلیل رگرسیون زمانی است که رابطه متغیر مستقل و وابسته خطی باشد. کاربرد اصلی رگرسیون ساده در این بررسی ها، اثر شوری خاک با عملکرد نیشکر می باشد. رابطه رگرسیون تک متغیره برای شوری خاک با عملکرد در نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و همه معادلات ممکن از جمله خطی، لگاریتمی، نمایی، درجه دوم، توانی و سایر معادلات، استخراج شدند. در نهایت معادله تک متغیره‌ای که دارای بیشترین مقدار ضریب همبستگی بود، انتخاب گردید. بهترین معادله به دست آمده برای پارامتر شوری و عملکرد از نوع نمایی در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که رابطه بین شوری خاک و عملکرد نیشکر از نظر آماری معنی دار بوده و شوری خاک توانسته است حدود ۶۷ درصد از تغییرات

مقدار ویژگی متناظر با ۸۰ درصد حداکثر عملکرد به عنوان
مرز بین کلاس‌های S1 و S2، مقدار متناظر با ۴۰ درصد
حداکثر عملکرد به عنوان مرز بین S2 و S3 و مقدار متناظر

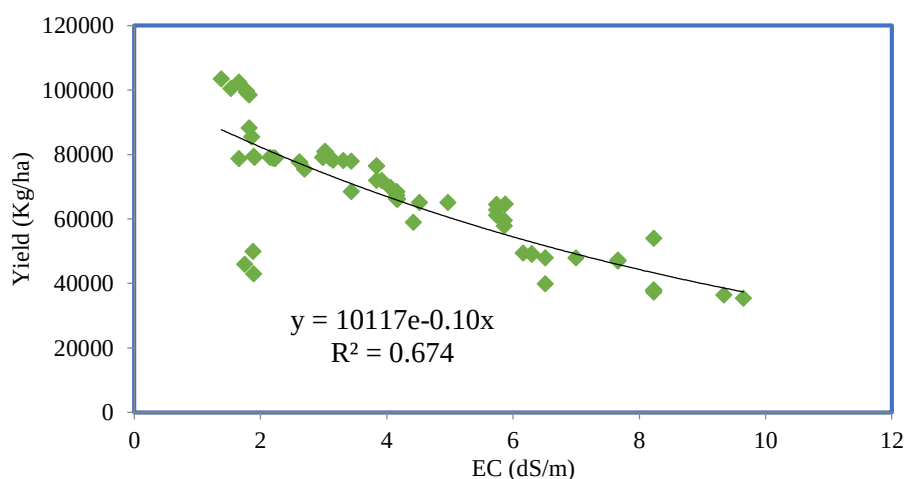
با ۲۰ درصد حداکثر عملکرد به عنوان مرز بین S3 و N در
نظر گرفته شد (جدول ۱).

Class, degree of limitation and rating scale									
Land characteristics	S1	S2	S3	N1	N2				
	0	1	2	3	4	100	95	85	60
Salinity and Alkalinity (n)									
EC (dS/m)	0-2	2-5	5-8	8-10	>10				
ESP (%)	0-10	10-15	15-30	30-35	>35				

جدول ۱. مقادیر اصلاح شده شوری خاک برای نیشکر جهت استفاده در تناسب اراضی

در حالی که در این تحقیق در شوری ۳/۴ نسبت به
شوری آستانه ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد محصول
۱۵/۵ تن در هکتار کاهش یافت. عملکرد واقعی ۱۳/۲ تن

در هکتار تن نسبت به عملکرد پیش بینی شده کاهش
نشان داد. که نتایج بدست آمده با نتایج ویرگند و
همکاران (۱۰) تطابق داشت (شکل ۲).



شکل ۲. بهترین رابطه استخراج شده بین مقدار عملکرد نیشکر و مقدار شوری خاک

از نظر ویژگی‌های خاک و محدودیت‌های سرزمین،
بخش عمده اراضی مورد مطالعه در رده Typic
Haplosalids طبقه‌بندی شده و غالباً دارای بافت بسیار
سنگین رسی-سیلتی هستند. همچنین، شوری و سدیمی
بودن خاک و بالا بودن سطح آب زیرزمینی از مهم‌ترین
محدودیت‌های این اراضی محسوب می‌شوند. ترکیب این
عوامل می‌تواند موجب کاهش نفوذپذیری، محدود شدن
آبشویی نمک‌ها و تشدید تجمع نمک در ناحیه ریشه
نیشکر شود.

توصیه ترویجی

نتایج بررسی شوری خاک در اراضی مورد مطالعه
نشان داد که مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک
(ECe) از ۱/۳۸ تا ۹/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بوده و
میانگین آن ۴/۴۱ دسی‌زیمنس بر متر است. ضریب
تغییرات ۵۲/۶ درصد نیز بیانگر تغییرپذیری قابل توجه
شوری خاک در اراضی مورد بررسی است. بنابراین،
شدت شوری در سطح اراضی یکنواخت نبوده و مدیریت
آن باید متناسب با وضعیت هر واحد اراضی انجام شود.

اساس شدت شوری، وضعیت زهکشی و عمق سطح آب زیرزمینی در هر واحد اراضی تنظیم شوند. با توجه به رابطه بین شوری خاک و عملکرد نیشکر، نتایج این پژوهش می‌تواند برای بازنگری و اصلاح مرزهای شوری در جدول نیازهای رویشی نیشکر مورد استفاده قرار گیرد. تعیین این مرزها بر اساس داده‌های واقعی عملکرد و ECE در شرایط جنوب استان خوزستان، می‌تواند موجب افزایش دقت ارزیابی تناسب اراضی و ارائه توصیه‌های مدیریتی متناسب با شرایط واقعی منطقه شود.

با توجه به این شرایط، مدیریت و بهبود وضعیت زهکشی و کنترل سطح آب زیرزمینی باید در اولویت اقدامات اصلاحی قرار گیرد؛ زیرا در خاک‌های بسیار سنگین و شور، پایین نگه‌داشتن سطح آب زیرزمینی و فراهم کردن امکان خروج املاح از ناحیه ریشه، پیش‌شرط مؤثر برای کاهش شوری است. پس از آن، مدیریت کیفیت و مقدار آب آبیاری و اجرای برنامه مناسب آبشویی نمک‌ها می‌تواند در کنترل شوری و سدیمی بودن خاک مؤثر باشد. بنابراین، توصیه‌های مدیریتی باید بر

منابع مورد استفاده

- آزادی، ا.، سید جلالی، س.ع.، دهقان، ر. و نویدی، م. ن. (۱۴۰۰). بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک طی مراحل مختلف رشد نیشکر و برآورد ظرفیت ترسیب کربن آلی. پژوهش‌های خاک، ۳۵(۳): ۲۸۶-۲۹۶.
- سلطانی، ا. (۱۳۸۰). احتمالات و آمار برای علوم مهندسی (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه شیراز.
- سید جلالی، س.ع.، دهقان، ر.، آزادی، ا.، زین الدینی میمند، ع.، نویدی، م. ن. و محمداسماعیل، ز. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر عوامل خاکی بر رشد نیشکر در اراضی تحت کشت نیشکر در استان‌های خوزستان و مازندران. پژوهش‌های خاک، ۳۴(۳): ۳۵۷-۳۶۳.
- شکوه‌فر، ع. ر. و حاجی شرفی، غ. م. (۱۳۸۸). تأثیر تنش شوری بر پارامترهای رشد و عملکرد نیشکر. زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۵(۱): ۱۹-۲۹.
- FAO. (1983). *FAOSTAT*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Iman Talab, A. R., Hazrati, S., & Pasban Eslam, B. (2024). Evaluation of morphological, physiological, and agronomical traits related to the productivity of some promising rapeseed genotypes in saline areas. *Journal of Crop Breeding*, 16(2), 118-135.
- Salman, M., Inamullah, Jamal, A., Mihoub, A., Saeed, M.F., Radicetti, E., & Pampana, S. (2023). Composting sugarcane filter mud with different sources differently benefits sweet maize. *Agronomy*, 13(3), 748.
- Sys, C, E, Van Ranst, J. Debaveye. 1991. Land evaluation, Part I and II. General Administration for development cooperation, Brussels.
- Van Genuchten, M.Th., and Hoffman, G.J. 1984. Analysis of crop salt tolerance data. P: 258-271. In: Shainberg, I., and J. Shalhevet (eds.), *Soil Salinity under Irrigation. Process and Management*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Wiegand, C., Anderson, G., Lingle, S., & Escobar, D. (1996). Soil salinity effects on crop growth and yield—Illustration of an analysis and mapping methodology for sugarcane. *Journal of Plant Physiology*, 148, 418-424.
- Zhao, D., Zhu, K., Momotaz, A., & Gao, X. (2020). Sugarcane plant growth and physiological responses to soil salinity during tillering and stalk elongation. *Agriculture*, 10(12), 608.