



Effect of deficit irrigation and irrigation water salinity on soil chemical properties in grain maize cultivation under tape drip irrigation system

Mahboobeh Lor Mohammad Hasani¹ | Rezvan Talebnejad^{2✉} | Masoud Noshadi³

1. Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, Email:

Mahbobehhasani75@gmail.com

2. Corresponding Author, Water Engineering Department and Drought Research Center, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, Email: rtalebnejad@shirazu.ac.ir

3. Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, Email: noshadi@shirazu.ac.ir

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: Aug. 30, 2023

Revised: Nov. 18, 2023

Accepted: Dec. 9, 2023

Published online: May. 2024

Keywords:

Irrigation Management,
Localized Irrigation,
Saline Water,
Soil Salinity.

ABSTRACT

In order to investigate the effect of different levels of water salinity and deficit irrigation in one-row strip tape irrigation on the chemical properties of the soil in grain maize cultivation, experiment was carried out in the research farm of the College of Agriculture, Shiraz University, Iran in 2018. Factorial experiment was performed in a randomized complete block design in three replications. Four levels of irrigation water salinity were including control (0.6), 2, 3.5 and 5 dS m⁻¹ and three irrigation levels were full irrigation (FI), 75% and 50% of full irrigation. The results showed that the increase in salinity from 2 to 5 dS m⁻¹ increased 57, 58, and 61 % in E_c, 35.76, 36, and 40 % in soil chloride, 62, 60, and 66 % in soil sodium, and 49, 45 and 53% in sodium absorption ratio at FI, 75 and 50% of full irrigation, respectively. The results related to the relationship between irrigation water salinity and soil chemical properties, including: salinity of saturated soil extract, chloride, potassium, sodium concentrations and sodium absorption ratio, showed that applying deficit irrigation reduced the slope of the regression line compared to full irrigation. In terms of water shortage, it is recommended to practice 50% FI with a salinity level of 2 dS m⁻¹ from the perspective of water resources management and soil salinity management. This approach takes into consideration the need for salt leaching to prevent salt accumulation in the soil.

Cite this article: Lor Mohammad Hasani, M., Talebnejad, R., & Noshadi, M., (2024) Effect of deficit irrigation and irrigation water salinity on soil chemical properties in grain maize cultivation under tape drip irrigation system, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 55 (3), 415-429. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.363923.669562>

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.363923.669562>



تاثیر کم آبیاری و شوری آب آبیاری بر خصوصیات شیمیایی خاک در کشت ذرت دانه‌ای در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری

محبوبه لرمحمد حسنی^۱، رضوان طالب‌نژاد^۱، مسعود نوشادی^۱

۱. بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، رایانامه: Mahbobehhasani75@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، بخش مهندسی آب و مرکز مطالعات خشکسالی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، رایانامه: rtalebnejad@shirazu.ac.ir

۳. بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، رایانامه: noshadi@shirazu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری و کم آبیاری در آبیاری قطره‌ای نواری تک ردیفه بر خصوصیات شیمیایی خاک در کشت ذرت دانه‌ای، پژوهشی در مزرعه‌ای تحقیقاتی بخش مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال ۱۳۹۸ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. چهار سطح شوری آب آبیاری شامل شاهد ۰/۶، ۲، ۳/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر و سه سطح آبیاری شامل آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که افزایش شوری از ۲ به ۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب باعث افزایش ۵۷، ۵۸ و ۶۱ درصد شوری عصاره اشباع خاک، ۳۵/۷۶، ۳۶ و ۴۰ درصد غلظت یون کلراید در خاک، ۶۲، ۶۰ و ۶۶ درصد یون سدیم در خاک و ۴۹، ۴۵ و ۵۳ درصد نسبت جذبی سدیم به ترتیب در تیمار آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل شد. نتایج مربوط به رابطه بین شوری آب آبیاری با خصوصیات شیمیایی خاک شامل شوری عصاره اشباع خاک، غلظت کلراید، پتاسیم، سدیم در خاک و نسبت جذبی سدیم، نشان داد؛ اعمال کم آبیاری موجب کاهش شیب خط رگرسیون در مقایسه با آبیاری کامل شد؛ بنابراین در شرایط کمبود آب از دیدگاه مدیریت منابع آب و مدیریت شوری خاک، تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل با شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر با در نظر گرفتن آبشویی نمک برای جلوگیری از تجمع نمک در خاک توصیه می‌شود.
واژه‌های کلیدی: آبیاری موضعی، آب شور، شوری خاک، مدیریت آبیاری.	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۸	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۸/۲۷	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۸	
تاریخ انتشار: خرداد ۱۴۰۳	

استناد: لرمحمد حسنی؛ محبوبه، طالب‌نژاد؛ رضوان، نوشادی؛ مسعود، (۱۴۰۳) تاثیر کم آبیاری و شوری آب آبیاری بر خصوصیات شیمیایی خاک در کشت ذرت دانه‌ای در

سیستم آبیاری قطره‌ای نواری، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۵ (۳)، ۴۲۹-۴۱۵. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.363923.669562>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.363923.669562>

مقدمه

کمبود آب متعارف یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌های جهان است که امنیت غذایی را تهدید می‌کند (Karandish and Simunek, 2017)، به دلیل کاهش کمی و کیفی منابع آب متعارف در مناطق خشک و نیمه‌خشک، توسعه پایدار کشاورزی دچار خطر جدی شده است (Wan et al., 2012). در این راستا، می‌توان از مصرف آب‌های با کیفیت پایین (آب‌های نامتعارف) برای رفع این مشکل استفاده کرد. بدین منظور، مدیریت جامع آب و خاک و افزایش بهره‌وری آب ضروری است (Huang et al., 2019). استفاده از روش آبیاری قطره‌ای - نواری با توجه به راندمان بالا و هدر رفت کم، می‌تواند گزینه مناسبی جهت افزایش بهره‌وری آب باشد (Huang et al., 2019). آبیاری قطره‌ای برای استفاده و احیاء خاک‌های شور بسیار مفید است (Sun et al., 2013; Wan et al., 2012) و می‌تواند به‌عنوان یک سیستم آبیاری کارا برای استفاده از آب شور در نظر گرفته شود (Malash et al., 2012). آبیاری قطره‌ای به دلیل دور آبیاری کم و بالا نگه‌داشتن رطوبت خاک، یکی از گزینه‌های مناسب در مورد کاربرد آب‌های شور می‌باشد (Huang et al., 2019). در آبیاری قطره‌ای آب به‌طور دقیق و یکنواخت در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و پتانسیل ماتریک مناسب را در منطقه ریشه حفظ می‌کند؛ بنابراین پتانسیل اسمزی ناشی از آبیاری با آب شور را جبران کرده و پتانسیل آب در خاک برای رشد گیاه در حد مطلوبی وجود دارد. آبیاری قطره‌ای برای صرفه‌جویی در مصرف آب و کود و بهبود کیفیت محصول، به‌طور گسترده‌ای در گیاهان و سبزیجات استفاده می‌شود (Liu et al., 2015; Kang et al., 1998). به‌منظور تأمین کمبود منابع آب متعارف و اطمینان از توسعه پایدار تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک، از آبیاری با آب شور و کم‌آبیاری به‌طور گسترده‌ای در تولید محصولات کشاورزی استفاده شده است (Cucci et al., 2019). استفاده از منابع بزرگ آب شور یک راه کار برای جبران کمبود آب در جهان است (Hanson et al., 2008). از طرف دیگر کم‌آبیاری یک راه کار مدیریتی جهت افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی می‌باشد.

پیشینه پژوهش

اثرات کاربرد آب شور بر خصوصیات شیمیایی خاک در کشت گیاهان زراعی از دیرباز مورد توجه محققین بوده است. به عنوان مثال؛ تحقیقی توسط Dastranj and Sepaskhah (2022) بر روی گیاه زعفران در منطقه باجگاه استان فارس به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف شوری (۰/۴۵، ۱، ۲، ۳ دسی‌زیمنس بر متر) و رژیم‌های مختلف آبیاری (آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل) روی خصوصیات شیمیایی خاک انجام گرفت. نتایج ایشان نشان داد غلظت سدیم، کلسیم، پتاسیم و کلراید در خاک در تیمار شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شوری شاهد به ترتیب ۱۰۲، ۹۲، ۱۰۴ و ۱۲۸ درصد افزایش پیدا کرد و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک نیز ۱۰۴ درصد افزایش یافت. در این پژوهش، نتایج مربوط به رابطه بین شوری آب آبیاری با خصوصیات شیمیایی خاک نشان داد در پارامترهای شوری عصاره اشباع خاک، کلراید، پتاسیم، سدیم و نسبت جذبی سدیم، استفاده از آب شور با اعمال کم‌آبیاری موجب کاهش شیب خط و کم‌تر شدن مقادیر پارامترهای فوق در مقایسه با آبیاری کامل می‌باشد. در پژوهش دیگری که توسط Yarami and Sepaskhah (2016) جهت بررسی اثرات شوری آب آبیاری، سطوح کود گاوی و روش‌های مختلف کاشت بر تغییرات غلظت املاح در خاک انجام پذیرفت، نتایج نشان داد غلظت یون‌های سدیم، کلسیم، کلراید، پتاسیم و سولفات با افزایش شوری آب آبیاری در خاک افزایش یافت. Talebnejad and Sepaskhah (2016) با انجام آزمایشی به‌منظور تعیین اثرات شوری آب زیرزمینی بر روی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، غلظت یون در خاک و گیاه کینوا در لایسیمترهای استوانه‌ای در شرایط گلخانه‌ای نشان دادند افزایش شوری آب زیرزمینی از ۱۰ به ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب منجر به افزایش ۴/۶، ۲/۱ و ۲/۶ برابری غلظت کلسیم، سدیم و کلراید در گیاه کینوا گردید. همچنین در آزمایش دیگری گزارش کردند افزایش عمق آب‌های زیرزمینی از ۰/۳۰ به ۰/۸۰ متر منجر به افزایش قابل توجه شوری عصاره اشباع خاک شد؛ در حالی که افزایش عمق آب‌های زیرزمینی از ۰/۵۵ به ۰/۸۰ متر بر شوری عصاره اشباع خاک تأثیری نداشت. همچنین کاهش حجم آبیاری از ۸۰ درصد آبیاری کامل به ۳۰ درصد آبیاری کامل منجر به کاهش ۹ درصدی در شوری عصاره اشباع خاک به دلیل استفاده کم‌تر از آب شور شد. در نهایت نتایج آن‌ها نشان داد که تجمع نمک به‌طور متوسط در تیمارهای ۳۰ درصد آبیاری کامل در مقایسه با ۵۵ و ۸۰ درصد آبیاری کامل کم‌تر بوده است (Talebnejad and Sepaskhah, 2015). اثرات سطوح مختلف شوری و آب آبیاری را Cucci et al. (2019) طی تحقیقی ۴ ساله بر روی رشد و محصول ذرت و خصوصیات شیمیایی خاک در ایتالیا بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد در سال سوم میزان شوری خاک از ۳/۸ به ۷/۴ دسی‌زیمنس بر متر افزایش پیدا کرد. Amer (2010) اثرات سطوح مختلف شوری (۴/۷۳، ۲/۸۱، ۰/۸۹ دسی‌زیمنس بر متر) و آب آبیاری (۰/۶، ۰/۸، ۱، ۱/۲، ۱/۴ نیاز آبی) را بر روی رشد و بهره‌وری آب ذرت بررسی کردند، نتایج نشان داد

میزان تجمع نمک خاک با افزایش شوری آب آبیاری و کاهش مقدار آبیاری برای تیمارهای شوری ۰/۸۹، ۲/۸۱ و ۴/۷۳ به ترتیب ۲/۶۸۲، ۵/۳۸۳ و ۷/۲۵۳ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. نتایج مشابه توسط Yuan et al. (2019)، Cucci et al. (2019) و Amer (2010) در کشت گیاه ذرت مشاهده گردید و افزایش شوری و کاهش آب آبیاری موجب افزایش شوری عصاره اشباع آب خاک، به ترتیب در کشورهای چین، ایتالیا و ترکیه گردید.

اثر شوری آب آبیاری بر روی کمیت و کیفیت محصول دانه ذرت نیز اهمیت ویژه ای دارد. به عنوان مثال؛ آزمایشی توسط Setu et al. (2023) در ایتوپیا به منظور عملکرد و بهره‌وری آب ذرت تحت سه سطح آبیاری شامل آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی)، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل انجام گرفت. نتایج آن‌ها نشان داد حداکثر محصول دانه ۷/۹۹ تن در هکتار در آبیاری کامل بدست آمد و تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل برای دستیابی به عملکرد بهینه کارآمد بود و باعث افزایش بهره‌وری آب و صرفه‌جویی در مصرف آب شد. در تحقیق دیگری به منظور بررسی اثرات تنش آبی و شوری روی گیاه ذرت، Blanco et al. (2008) نشان دادند به ازای هر واحد افزایش شوری به بالای حد آستانه مقدار محصول دانه ۲۰ تا ۲۱ درصد کاهش می‌یابد و مقادیر آستانه تحمل به شوری در ذرت را ۱/۷ تا ۴/۳ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شد. در این راستا امداد و فرداد (۱۳۷۹) با بررسی اثر تنش شوری و رطوبتی بر عملکرد ذرت بیان کردند که افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر به ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب باعث کاهش محصول به میزان ۱۷، ۳۴ و ۴۹ درصد گردید. در پژوهش Yuan et al. (2019) اثرات سطوح مختلف شوری و کم‌آبیاری را بر روی رشد محصول ذرت در چین بررسی کردند. طبق نتایج آن‌ها با افزایش میزان شوری و کاهش مقدار آب آبیاری، محصول دانه کاهش و شوری خاک افزایش پیدا کرد. همچنین شوری ۳ گرم بر لیتر و آبیاری ۳۷۰ میلی‌متر تأثیر زیادی در کاهش محصول نداشت؛ به طوری که میزان محصول دانه در آبیاری کامل (۵۵۵ میلی‌متر) با شوری ۰/۷۱ گرم بر لیتر ۶/۷۶ تن در هکتار گزارش شد و در تیمار آبیاری ۳۷۰ میلی‌متر و شوری ۳ گرم بر لیتر میزان محصول ۶/۳۴ تن در هکتار گزارش کردند. آزمایشی در شهرستان سبزوار به منظور تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری انجام گرفت نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش معنی‌دار در عملکرد دانه ذرت شد (منجشیرینی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین تحقیقی توسط نصرالهی و همکاران (۱۳۹۴) در دانشگاه شهید چمران اهواز جهت بررسی واکنش ذرت به شوری تحت آبیاری قطره‌ای اجرا شد. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد مقدار عملکرد از ۸/۲ تن در هکتار در شوری شاهد (آب رودخانه کارون) به مقدار ۶/۶ تن در هکتار در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر کاهش پیدا کرد؛ بنابراین با افزایش شوری آب آبیاری عملکرد دانه کاهش یافت. آن‌ها بیان کردند با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد شده و در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش یافته و این عمل باعث کاهش عملکرد ذرت می‌شود.

بررسی خصوصیات شیمیایی خاک و مدیریت شوری خاک در آبیاری با آب شور اهمیت ویژه‌ای دارد و از دیرباز مورد توجه محققین بوده است، با این حال اطلاعات دقیقی از مدیریت آبیاری قطره‌ای نواری در خاک لوم رسی در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک وجود ندارد. بنابراین، با توجه به اهمیت اثر آبیاری با آب شور و کم‌آبیاری بر خصوصیات شیمیایی خاک و مدیریت شوری خاک در کشت ذرت در آبیاری قطره‌ای نواری این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری و کم‌آبیاری با روش آبیاری قطره‌ای نواری یک ردیفه بر خصوصیات شیمیایی خاک در کشت گیاه ذرت، آزمایشی در سال ۱۳۹۸ در مزرعه‌ای تحقیقاتی بخش مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۶ کیلومتری شمال شیراز با طول جغرافیایی ۳۲° ۵۲' و عرض جغرافیایی ۳۲° ۲۹' و در ارتفاع ۱۸۱۰ متری از سطح دریای آزاد انجام شد. مقادیر میانگین شدت تبخیر از تشت در منطقه انجام آزمایش ۷/۱۵ میلی‌متر در روز، میانگین رطوبت نسبی ۴۴/۱۲ درصد و میانگین دما ۱۴/۷۸ درجه سانتی‌گراد بود.

جهت انجام پژوهش، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. چهار سطح شوری آب آبیاری شامل (۰/۶، ۲، ۳/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر) و تیمارهای مقدار آب آبیاری در سه سطح آبیاری کامل (I)، ۷۵ درصد آبیاری کامل (II) و ۵۰ درصد آبیاری کامل (I3) در نظر گرفته شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه

عمق خاک (cm)			خصوصیات فیزیکی و شیمیایی
۶۰-۹۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	
۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۲	ظرفیت زراعی (cm cm ⁻³)
۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۹	نقطه پژمردگی دائم (cm cm ⁻³)
۱/۶۶	۱/۶	۱/۴۷	چگالی ظاهری (g cm ⁻³)
۲۰	۲۲/۳	۳۳/۵	شن %
۳۸/۱	۳۶/۹	۳۴/۲	سیلت %
۴۱/۹	۴۰/۸	۳۲/۳	رس %
لومرسی	لومرسی	لومرسی	بافت خاک
۱/۱	۰/۹۲	۰/۸	ECe (dS m ⁻¹)
۰/۴	۰/۲۹	۰/۲۵	Cl ⁻ (meq l ⁻¹)
۰/۹	۰/۶۴	۰/۳۹	Na ⁺ (meq l ⁻¹)
۲/۴	۱/۸	۱/۴	Ca ²⁺ (meq l ⁻¹)
۲/۲	۲	۱/۶	Mg ²⁺ (meq l ⁻¹)
۱۷/۷	۵/۸۵	۱۸/۷	N- No ₃ (mg kg soil ⁻¹)
--	--	۱۸/۲	P (mg kg ⁻¹)
۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۳۶	K (meq kg ⁻¹)
۰/۸۵	۱/۲۲	۱/۴۶	Organic C (%)

داده اندازه گیری شده وجود ندارد.

به منظور آماده سازی زمین پس از شخم عمیق به کمک تراکتور، ۴۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر (P₂O₅) به صورت سوپر فسفات تریپل با خلوص ۴۶ درصد در ابتدای کشت و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت اوره با خلوص ۴۶ درصد، طی دو مرحله در جوانه زنی در تاریخ ۲۷ خرداد و آغاز گلدهی در تاریخ ۳۱ مرداد به عنوان کود شیمیایی مورد نیاز مزرعه سال ۱۳۹۸ اعمال گردید. در مرحله اول کوددهی به شکل پاشش در سطح مزرعه و در مرحله دوم از طریق تزریق کود همراه با آب شور به صورت محلول انجام شد. آبیاری مزرعه به صورت قطره‌ای - نواری یک ردیفه با فواصل نوارها برابر ۷۵ سانتی متر انجام شد. خروجی‌های نوار آبیاری به فاصله ۲۰ سانتی متر و دبی ۳ لیتر بر ساعت بود. برای اعمال تیمارهای شوری آب آبیاری، از مخزن ۲۰ لیتری متصل به سه عدد نوار تیپ که تکرارهای آزمایش محسوب می‌شدند، استفاده شد. برای جلوگیری از حرکت و نشست نمک به تیمارهای کناری، بین هر تیمار با تیمار مجاور، یک ردیف ذرت به عنوان محافظ در نظر گرفته شد. آب با شوری‌های مختلف با اضافه نمودن نمک‌های NaCl و CaCl₂ به وزن اکی والانی یکسان به آب شاهد با شوری ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر تهیه شد. برای تعیین شوری خاک در ابتدا و انتهای فصل رشد (بعد از برداشت)، نمونه برداری از خاک در دو عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر برای هر تیمار صورت گرفت. کاشت محصول در تاریخ ۲۷ خرداد ۱۳۹۸ و برداشت محصول ۱۱۴ روز بعد از کاشت در تاریخ ۱۶ مهر ۱۳۹۸ انجام شد. زمان برداشت مقدار محصول دانه هر کرت به طور جداگانه بسته بندی شد و وزن کل تر با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری سدیم و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر مدل metrohm و برای اندازه گیری کلسیم و منیزیم و کلر از روش تیترو کردن استفاده شد. pH و شوری عصاره اشباع خاک (EC_e) به ترتیب با استفاده از pH متر مدل metrohm و EC متر Elmentron مدل CC-401 اندازه گیری شدند. با معلوم بودن غلظت یون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم در محلول خاک، نسبت جذبی سدیم نیز با استفاده از معادله زیر تعیین گردید:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن Na، Ca و Mg غلظت سدیم، کلسیم و منیزیم بر حسب meq L⁻¹ و نسبت جذبی سدیم بر حسب (meq L⁻¹)^{1/2} است.

است.

در این پژوهش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری و کم آبیاری در آبیاری قطره‌ای نواری تک ردیفه بر خصوصیات شیمیایی خاک در کشت ذرت دانه‌ای از تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین‌ها، در نرم‌افزار SAS (Statistical Analysis System) نسخه 9.4 استفاده گردید.

نتایج و بحث

محصول دانه

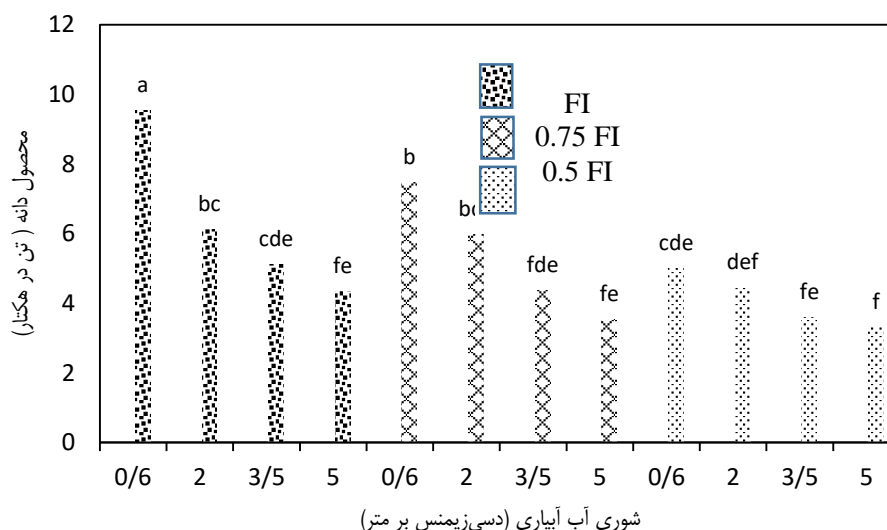
نتایج محصول دانه ذرت در تیمارهای مختلف در شکل ۱ ارائه شده است، هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین محصول دانه در جداول ۲ و ۳ قابل مشاهده است. نتایج نشان داد که اثر سطوح کم آبیاری و شوری و برهم کنش تیمارها اثر معنی‌دار بر محصول دانه ذرت داشته است. اعمال تنش از آبیاری کامل به ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب باعث کاهش ۲۱ و ۴۷ درصدی محصول دانه نسبت به آبیاری کامل در تیمار شوری آب شاهد گردید؛ در حالی که در سطوح شوری ۳/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر این مقدار کم آبیاری تفاوت معناداری در محصول دانه ایجاد نکرد. در تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل، افزایش شوری تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معناداری در محصول دانه نداشت. بنابراین در شرایط کمبود آب شیرین در دسترس ضمن در نظر گرفتن شوری خاک، کاربرد آب شور تا حد ۲ دسی‌زیمنس بر متر با توجه به تحمل دانه ذرت توصیه می‌گردد. نتایج نشان داد حد آستانه شوری عصاره اشباع برای کاهش محصول دانه ذرت برای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب ۱/۴۴، ۱/۵۶ و ۱/۶۲ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد، هم‌چنین درصد کاهش محصول دانه به ازای یک واحد افزایش شوری به ترتیب ۵/۳، ۴/۹ و ۳/۴ درصد حاصل گردید. تنش خشکی و تنش شوری موجب کاهش رشد سلول گیاهی می‌شود. با کاهش رشد سلول‌ها، اندازه و توسعه اندام هوایی و ریشه محدود شده و به تبع آن کاهش جذب نور نیز اتفاق می‌افتد. در پی کاهش جذب نور، از ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه نیز کاسته می‌شود و فرآورده‌های فتوسنتزی کمتری در این شرایط تولید شده و متعاقب آن در عملکرد گیاه نقصان ایجاد می‌کند (Okwany et al., 2012). در شرایط تنش آبی بر اساس نظر برخی محققین کلروفیل و هدایت روزنه‌ای گیاه کاهش یافته و پیری زودرس برگ‌ها را به همراه دارد که خود منجر به کاهش میزان دی‌اکسید کربن و فتوسنتز می‌شود و در پی خود کاهش عملکرد دانه را نیز به همراه دارد (Naz et al., 2020). البته در این پژوهش اطلاعات مربوط به اندازه گیری تبادل گازی در سطح برگ و شدت فتوسنتز موجود نیست، با این وجود می‌توان با توجه به رابطه مستقیم شدت فتوسنتز و ماده خشک تولیدی کاهش محصول در شرایط تنش آبی را تشریح نمود. (Sairam and Tyagi (2004) اعلام کردند تنش رطوبتی ناشی از تجمع نمک، سمیت یون سدیم و عدم توازن به وجود آمده در اثر برهمکنش نمک و عناصر غذایی موجود در خاک از دلایل اصلی کاهش عملکرد محصولات در اثر شوری است. از طرفی هم کیفیت نامناسب آب آبیاری و شوری آن می‌تواند نفوذ آب در خاک را کاهش داده و به‌طور غیرمستقیم بر میزان محصول نیز تأثیر بگذارد (Stephen et al., 2002). هم‌چنین با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد شده و در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش یافته و این عمل باعث کاهش عملکرد ذرت می‌شود. که با نتایج پژوهش محققانی مانند امداد و فرداد (۱۳۷۹)، نصرالهی و همکاران (۱۳۹۴)، منجشیرینی و همکاران (۱۳۹۵)، (2015) Shrivastava and Kumar, (2010) Bybordi et al., (2008) Blanco et al. و Yuan et al. (2019) که گزارش کردند با افزایش شوری آب آبیاری محصول دانه کاهش می‌یابد مطابقت دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کم آبیاری و شوری بر محصول دانه ذرت.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۲/۰۴۴**
شوری آب آبیاری	۳	۲۲/۶۶**
رژیم آبیاری	۲	۱۴/۴۹**
شوری آب آبیاری × رژیم آبیاری	۶	۲/۰۳۲**
خطا	۲۲	۰/۲۹
ضریب تغییرات (%)	۱۰/۴۱	

جدول ۳- مقایسه میانگین محصول دانه ذرت (تن در هکتار) در تیمارهای مختلف رژیم آبیاری و شوری آب آبیاری

شوری آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر)					رژیم آبیاری
میانگین	۰	۳/۵	۲	۰/۶	
۶/۲۸ ^A	۴/۳۴ ^{fe}	۵/۱۲ ^{cde}	۶/۱۰ ^{bc}	۹/۵۳ ^a	آبیاری کامل
۵/۳۴ ^B	۳/۵۴ ^{fe}	۴/۳۷ ^{ide}	۵/۹۷ ^{bcd}	۷/۴۸ ^b	۷۵ درصد آبیاری کامل
۴/۰۸ ^C	۳/۳ ^f	۳/۵۸ ^{fe}	۴/۴۶ ^{def}	۵/۰ ^{cde}	۵۰ درصد آبیاری کامل
	۳/۷۳ ^D	۴/۳۶ ^C	۵/۵۱ ^B	۷/۳۴ ^A	میانگین



شکل ۱- محصول دانه در تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری و کم آبیاری

شوری عصاره اشباع آب خاک (EC_e)

نتایج تجزیه واریانس شوری عصاره اشباع آب خاک در تیمارهای مختلف در جدول ۴ ارائه شده است، نتایج نشان داد که کم آبیاری و شوری و برهم کنش سطوح مختلف شوری و کم آبیاری اثر معنی دار بر EC_e داشته است. افزایش شوری از ۲ به ۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب باعث افزایش ۵۷، ۵۸ و ۶۱ درصد EC_e در تیمار آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل شد (جدول ۵). تأثیر کیفیت آب آبیاری بر ویژگی‌های خاک توسط بسیاری از محققان مورد بحث قرار گرفته است (Sheferia et al., 2021)، محققان دریافتند که شوری عصاره اشباع آب خاک با افزایش شوری آب آبیاری افزایش می‌یابد و کاربرد آب شور برای تولید محصولات زراعی نیز بر خواص شیمیایی خاک تأثیر می‌گذارد (Sheferia et al., 2021; Pearson et al., 2006). همچنین در شرایط کم آبیاری شوری عصاره اشباع آب خاک با توجه به کاهش آب آشوبی و املاح از ناحیه ریشه، افزایش خواهد یافت. به طور کلی با افزایش شوری آب آبیاری تجمع نمک در خاک افزایش می‌یابد، شوری خاک عمدتاً تحت تأثیر شوری آب آبیاری و کیفیت آن قرار دارد. نتایج سایر محققین هم این مسئله را نشان می‌دهد؛ به عنوان مثال، Ding et al. (2023)، Rameshwaran et al. (2016)، Feize et al. (2013)، Yazar et al. (2003) و Franco et al. (2000) و Franco و کمالی مسکونی و افصلی (۱۳۹۸) اعلام کردند که با افزایش شوری آب آبیاری تجمع نمک در خاک افزایش می‌یابد همچنین نتایج مشابه توسط Yuan et al. (2019)، Cucci et al. (2019) و Amer (2010) در مورد گیاه ذرت که افزایش شوری و کاهش آب آبیاری موجب افزایش شوری عصاره اشباع آب خاک می‌شود، به ترتیب در کشورهای چین، ایتالیا و ترکیه گزارش شد. از دیگر دلایل افزایش شوری عصاره اشباع خاک ممکن است کمبود بارش یا عدم وقوع بارش در فصل رشد باشد که نتایج پژوهش‌های Feizi et al. (2013) و Sharma and Rao (1998) تایید کننده این مسأله می‌باشند. در این پژوهش نیز بارش در دوره رشد ذرت رخ نداده است. اعمال کم آبیاری از آبیاری کامل به ۷۵ درصد آبیاری کامل در سطوح شوری ۵ دسی زیمنس بر متر اثر معنادار بر EC_e نداشت. به طور کلی در این پژوهش با اعمال روش آبیاری قطره‌ای مشاهده گردید که کاهش آب آبیاری به دلیل ورود کم تر نمک به خاک موجب کاهش معنادار EC_e گردیده است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که مقدار شوری عصاره اشباع آب خاک بیش تر از شوری آب آبیاری گردید. این افزایش شوری ناشی

از تجمع یون‌ها در خاک هست که نتایج تحقیقات (2016) Talebnejad et al. و (2022) Sepaskhah et al. همین مسئله را نشان داده است.

رابطه بین شوری آب آبیاری و شوری عصاره اشباع خاک جهت بررسی اثر افزایش شوری آب آبیاری بر شوری عصاره اشباع آب خاک در تیمارهای مختلف آبیاری رسم شد. (شکل ۲). در آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل شیب افزایش شوری عصاره اشباع آب خاک با افزایش شوری آب آبیاری به ترتیب ۲/۶۴، ۲/۵۹ و ۲/۴۵ برابر است و با افزایش کم آبیاری شیب خط کاهش یافته است بنابراین کاربرد آب شور با مدیریت کم آبیاری اثر کمتری بر افزایش شوری خاک در مقایسه با آبیاری کامل، دارد. این مسئله باعث کاهش اثر تنش شوری بر محصول گردید (شکل ۱).

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر کم آبیاری و شوری بر خصوصیات شیمیایی خاک در ذرت.

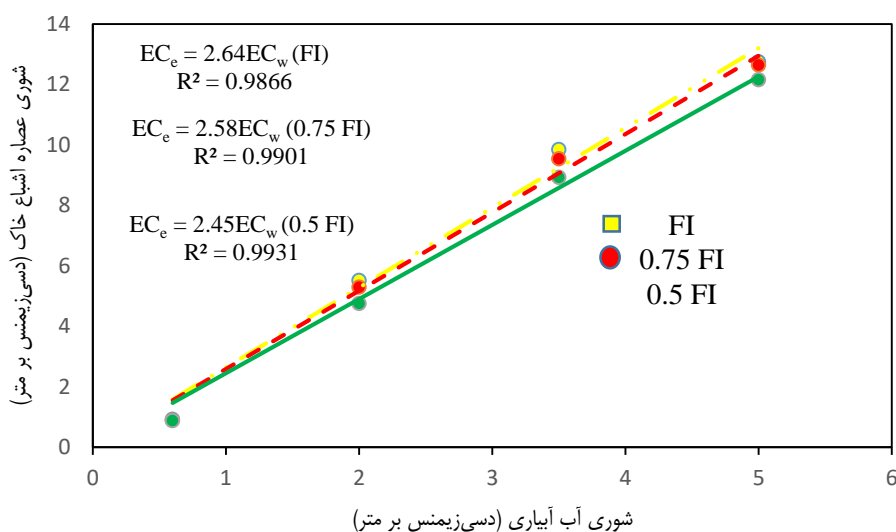
منابع تغییرات	درجه آزادی شوری عصاره اشباع آب خاک	اسیدیته	کلراید	سدیم	کلسیم	پتاسیم	منیزیم	نسبت جذبی سدیم	میانگین مربعات	
									نسبت جذبی سدیم	منیزیم
تکرار	۲	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲/۸۶ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}	۰/۰۴۱۳۲ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۲۰۵۴ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}		
شوری آب آبیاری	۳	۰/۲۱ ^{**}	۹۷۸۹/۴۰ ^{**}	۷۷۹۶/۴۴ ^{**}	۲۲۳/۸۴۳ ^{**}	۱۸/۶۶ ^{**}	۳۰۵/۰۷۲ ^{**}	۶۰۶/۸۴ ^{**}		
رژیم آبیاری	۲	۰/۰۲ ^{**}	۴۶/۱۹ ^{**}	۶۶/۶۶ ^{**}	۰/۱۱۳۷ ^{ns}	۰/۰۵ ^{**}	۰/۲۹۱۲ ^{**}	۶/۲۸ ^{**}		
شوری آب آبیاری × رژیم آبیاری	۶	۰/۰۰۳ ^{ns}	۹/۸۳ [*]	۱۲/۳۲ ^{**}	۰/۲۲۵۵ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۹۷۷ ^{ns}	۱/۰۶ ^{**}		
خطا	۲۲	۰/۰۰۴	۲/۸۰	۱/۰۹	۰/۱۵۰۵۷	۰/۰۰۴	۰/۰۸۳۸۸	۰/۰۹		
ضریب تغییرات (%)		۰/۹۰	۳/۵۸	۲/۸۸	۴/۸۷	۲/۸۹	۳/۲۱	۲/۸۴		

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد را نشان می‌دهد

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آب آبیاری و سطوح مختلف شوری بر خصوصیات شیمیایی خاک در ذرت.

رژیم آبیاری	شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)	خصوصیات شیمیایی خاک		
		شوری عصاره اشباع خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	کلراید (میلی‌اکی والان بر لیتر)	سدیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)
		نسبت جذبی سدیم $(\text{meq L}^{-1})^{1/2}$		
آبیاری کامل	۰/۶	۰/۵۳ ^f	۰/۴۳ ^f	۰/۷۳ ^g
	۲	۹/۰۹ ^d	۵۱/۹ ^d	۲۵/۸۸ ^e
	۳/۵	۱۸/۹ ^a	۶۳ ^c	۵۷/۷۷ ^c
	۵	۱۷/۸ ^b	۸۰/۷۷ ^a	۶۸/۵۵ ^a
۷۵٪ آبیاری	۰/۶	۰/۴۸ ^f	۰/۳۹ ^f	۰/۶۶ ^g
	۲	۸/۸ ^d	۴۸/۵۵ ^d	۲۴/۸۳ ^e
	۳/۵	۱۸/۹ ^a	۶۰/۳۳ ^c	۵۸/۲۲ ^c
	۵	۱۶/۰۹ ^c	۷۵/۷۷ ^b	۶۲/۸۸ ^b
۵۰٪ آبیاری	۰/۶	۰/۴۶ ^e	۰/۳۹ ^f	۰/۶۳ ^g
	۲	۷/۲ ^f	۴۴/۶۶ ^e	۲۰/۱۱ ^f
	۳/۵	۱۷/۵ ^a	۶۰/۱۱ ^c	۵۳/۴۴ ^d
	۵	۱۵/۴ ^c	۷۴/۴۴ ^b	۶۰/۲۲ ^c

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۲- رابطه بین شوری آب آبیاری (EC_w) با مقادیر شوری عصاره اشباع خاک (EC_e)

اسیدیته

سطوح آب آبیاری و شوری آب آبیاری اثر معنی‌دار بر اسیدیته خاک داشته است و برهم‌کنش سطوح مختلف شوری و کم‌آبیاری بر اسیدیته خاک معنی‌دار نبوده است (جدول ۴). طبق جدول ۶، اثر اصلی تیمار آب آبیاری نشان داد اعمال ۲۵ درصد تنش آبی کاهش معنادار در اسیدیته خاک ایجاد نکرد؛ درحالی‌که کم‌آبیاری به میزان ۵۰ درصد آبیاری کامل موجب کاهش ۰/۹ درصدی اسیدیته گردید. اثر اصلی شوری آب آبیاری نشان داد افزایش شوری از ۳/۵ به ۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنادار در اسیدیته خاک ایجاد نکرد. این مسئله می‌تواند ناشی از افزایش قدرت یونی محلول خاک باشد (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۸). طی انجام آزمایشی به منظور بررسی اثر آبیاری سطحی با آب شور بر شوری و اسیدیته خاک، نتایج نشان داد که پس از یک فصل آبیاری با آب شور، شوری و اسیدیته خاک افزایش یافت (Qadir et al., 2001). ماتیجویک و همکاران (۲۰۱۲) در یک آزمایش گلخانه‌ای به بررسی تأثیر شوری بر غلظت عناصر در گیاه باقلا و در خاک پرداختند. سطوح شوری شامل صفر، ۳۵، ۵۰ و ۶۵ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. نتایج نشان داد که افزایش شوری تأثیری در اسیدیته خاک نداشت که نتایج این پژوهش نیز آن را تأیید می‌کند. نتایج رابطه بین شوری آب آبیاری با اسیدیته (جدول ۷) نشان می‌دهد به ازای یک واحد افزایش شوری آب آبیاری مقادیر اسیدیته در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب برابر با ۷/۴ و ۷/۴ است. شیب افزایش اسیدیته به ازاء یک واحد شوری عصاره اشباع آب خاک در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب برابر ۱۷/۴، ۱۶/۵ و ۱۶/۱ می‌باشد.

غلظت یون کلراید

نتایج تجزیه واریانس یون کلراید نشان داد که سطوح آبیاری و شوری در سطح یک درصد و برهم‌کنش تیمارها در سطح پنج درصد اثر معنی‌دار بر یون کلراید خاک داشته است (جدول ۴). طبق جدول ۵، اعمال کم‌آبیاری به‌طور متوسط باعث کاهش ۶/۵ درصد کلراید شد که به دلیل کاهش ورود آب شور از طریق آبیاری در خاک است. مطابق با نتایج Dastranj and Sepaskhah (2022) که گزارش کردند مقدار کلراید در تیمار کم‌آبیاری ۵۰ درصد، ۲۹ درصد کمتر از تیمار آبیاری کامل بود. از طرفی هم در پژوهش حاضر مقادیر کلراید در خاک به‌جز تیمار شاهد در تمامی تیمارها از سدیم بالاتر بود و این ممکن است به دلیل این باشد که بارهای منفی کانی‌های رسی خاک کلراید را دفع کنند؛ در حالی‌که سدیم توسط بارهای منفی سطحی خاک جذب می‌شود (Zörb et al., 2018).

افزایش شوری از ۲ به ۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب باعث ۳۶، ۳۵/۷ و ۴۰ درصد افزایش کلراید خاک در آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل شد. طبق جدول ۷ رابطه بین شوری آب آبیاری با غلظت یون کلراید نشان داد که به ازای یک واحد افزایش شوری آب آبیاری مقادیر کلراید خاک در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب ۱۷/۴، ۱۶/۵ و ۱۶/۱ برابر افزایش یافت. شیب افزایش غلظت کلراید به ازاء یک واحد شوری عصاره اشباع آب خاک در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب برابر ۱۷/۴، ۱۶/۵ و ۱۶/۱ می‌باشد.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر سطوح آب آبیاری و شوری بر خصوصیات شیمیایی خاک

شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	پتاسیم (میلی‌اکی‌والانت بر لیتر)	کلسیم (میلی‌اکی‌والانت بر لیتر)	منیزیم (میلی‌اکی‌والانت بر لیتر)
۰/۶	۷/۸۵ ^A	۰/۲۸ ^C	۱/۸۷ ^D	۷/۸ ^D
۲	۷/۳۳ ^A	۳/۳ ^A	۷/۳ ^C	۸/۵ ^C
۳/۵	۷/۲۳ ^C	۳/۳ ^A	۸/۷ ^B	۹/۸ ^D
۵	۷/۲۷ ^{BC}	۲/۴۶ ^B	۱۴ ^A	۱۵/۹ ^A
سطوح آبیاری کامل	۷/۳۹ ^A	۲/۴ ^A	۷/۸۷ ^A	۹ ^A
۷۵ درصد آبیاری کامل	۷/۳۶ ^A	۲/۳۱ ^B	۷/۹۶ ^A	۹ ^A
۵۰ درصد آبیاری کامل	۷/۳ ^B	۲/۲۹ ^B	۸ ^A	۸/۸ ^A

غلظت یون سدیم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح آبیاری و شوری و برهم‌کنش سطوح مختلف شوری و کم‌آبیاری بر سدیم خاک معنادار شده است (جدول ۴). حداکثر مقدار یون سدیم ۶۸/۵ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر در تیمار آبیاری کامل با شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر رخ داد. طبق جدول ۵، با افزایش شوری از ۲ به ۵ دسی‌زیمنس بر متر مقدار سدیم در آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب ۶۲ و ۶۰ و ۶۶ درصد افزایش یافت. اعمال کم‌آبیاری به میزان ۲۵ درصد در شوری ۲ و ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر اثر معناداری بر غلظت یون سدیم در خاک نداشت. (Moran et al., 2001) با انجام آزمایشی نشان دادند که آبیاری با کیفیت نامناسب آب، بسته به کیفیت و میزان آب مصرفی و سیستم آبیاری اثرات متفاوتی بر خصوصیات شیمیایی خاک دارد، آن‌ها گزارش کردند با افزایش شوری آب آبیاری غلظت سدیم و کلسیم در عصاره اشباع خاک افزایش می‌یابد. در این راستا رضایی و همکاران (۱۳۹۷) نیز به نتایج مشابهی رسیدند. با توجه به روابط ارائه شده در جدول ۷ نتایج نشان داد به ازای یک واحد افزایش شوری مقدار سدیم در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب ۱۴/۳، ۱۳/۶ و ۱۲/۷ برابر شده است.

غلظت یون کلسیم

نتایج تجزیه واریانس کلسیم در تیمارهای مختلف در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر سطوح آبیاری و شوری آب آبیاری اثر معنی‌دار بر کلسیم خاک داشته است و برهم‌کنش تیمارها بر کلسیم خاک معنی‌دار نبوده است. با اعمال تنش از آبیاری کامل به ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل، تفاوت معنادار در کلسیم خاک ایجاد نکرده است و بین تیمارهای آبیاری اختلاف معنادار وجود نداشت (جدول ۶)، در صورتی که افزایش شوری از ۰/۶ به ۲، ۳/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب باعث افزایش ۷۴/۳۸، ۷۸/۵ و ۸۶/۶۴ درصد غلظت یون کلسیم در خاک شد. همانگونه که نتایج نشان می‌دهد افزایش شوری سبب افزایش معنی‌دار کلسیم در عصاره اشباع خاک شد که این افزایش می‌تواند ناشی از استفاده نمک کلسیم کلراید در آزمایش مذکور باشد. از طرفی هم ممکن است سدیم از ورود یون کلسیم از محلول خاک به داخل آوند چوبی در ریشه از طریق اشغال نمودن مکان‌های تبادل کاتیونی در آپوپلاست جلوگیری کند. این امر باعث افزایش کلسیم در عصاره اشباع خاک می‌شود (Janzen and Chang, 1987). همچنین آزمایشات انجام شده روی خاک‌های که با درصد سدیم بالا آبیاری شده‌اند نشان داد که با افزایش شوری، غلظت سدیم و کلسیم در عصاره اشباع خاک افزایش می‌یابد (Moran et al., 2001). El-Boraie (1997) در این راستا بیان نمود که با افزایش سطح شوری آب آبیاری کاتیون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم در محلول خاک افزایش می‌یابند در حالی که مقادیر پتاسیم در محلول خاک با افزایش شوری آب آبیاری کاهش می‌یابد. مطابق با تحقیقات (Ghane, 2009) et al. و رضایی و همکاران (۱۳۹۷) است که نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری غلظت کلسیم در عصاره اشباع خاک افزایش می‌یابد. به طور کلی افزایش شوری آب آبیاری باعث افزایش غلظت عناصر شیمیایی خاک در انتهای سال زراعی شده است. (et al., 2005) Tedeschi, Choudhary et al. (2006), Hati et al. (2007) و Feizi et al. (2013) در تحقیقات خود در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافتند. نتایج حاصل از رابطه بین شوری آب آبیاری با کلسیم در جدول ۷ نشان داد به ازای یک واحد افزایش شوری آب آبیاری مقادیر کلسیم در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب ۲/۷، ۲/۷ و ۲/۸ برابر شده است؛ بنابراین اعمال کم‌آبیاری با آب شور باعث افزایش شیب خط نسبت به تیمار آبیاری کامل گردیده است.

غلظت یون پتاسیم

اثر سطوح آب آبیاری و شوری آبیاری اثر معنی دار بر پتاسیم خاک داشته است، ولی برهم کنش تیمارها بر پتاسیم خاک معنی دار نبوده است (جدول ۴). اعمال تنش از ۷۵ درصد آبیاری کامل به ۵۰ درصد آبیاری کامل و همچنین افزایش شوری از ۲ به ۳/۵ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنادار در مقدار پتاسیم ایجاد نکرد (جدول ۶)؛ در حالی که افزایش شوری از ۲ به ۵ دسی زیمنس بر متر موجب ۳۷ درصد کاهش یون پتاسیم شد که ناشی از جذب یون پتاسیم توسط گیاه در مواجهه با شوری بیش تر بوده است.

غلظت یون منیزیم

اثر سطوح آب آبیاری و شوری بر منیزیم خاک معنی دار بوده، ولی برهم کنش تیمارها اثر معنی دار بر منیزیم خاک نداشته است (جدول ۴). اعمال تنش از آبیاری کامل به ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری تفاوت معنادار در منیزیم خاک ایجاد نکرده است، در صورتی که افزایش شوری از ۰/۶ به ۲، ۳/۵ و ۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب باعث افزایش ۸۰، ۸۲/۶۵ و ۸۹/۳ درصدی غلظت یون منیزیم در خاک شد (جدول ۶). مقدار منیزیم که وارد خاک شده است احتمالاً ناشی از ناخالصی‌هایی است که در نمک و یا کود وجود داشته است. تحقیقات رضایی و همکاران (۱۳۹۷) و (Hamam and Negim (2014) نیز همین مسئله را نشان دادند. نتایج رابطه بین شوری آب آبیاری با منیزیم در جدول ۷ ارائه شده است بر این اساس به ازای یک واحد افزایش شوری آب آبیاری مقدار منیزیم در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب ۳/۱۷، ۳/۲۳ و ۳/۱۲ برابر افزایش یافته است.

نسبت جذبی سدیم

طبق تجزیه واریانس نسبت جذبی سدیم اثر کم آبیاری و شوری و برهم کنش تیمارها اثر معنی دار بر نسبت جذبی سدیم خاک داشته است (جدول ۴). با افزایش شوری از ۲ به ۵ دسی زیمنس بر متر مقدار نسبت جذبی سدیم در آبیاری کامل و ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب ۴۹، ۴۵ و ۵۳ درصد افزایش پیدا کرد (جدول ۵). کاهش آب آبیاری از ۷۵ به ۵۰ درصد آب آبیاری در تیمار شوری ۵ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش معنادار در نسبت جذبی سدیم نشد. تحقیقی توسط (Amer, 2010) در شمال کشور مصر به منظور بررسی برهم کنش اثرات شوری و کم آبیاری بر روی ذرت دانه‌ای انجام گرفت، نتایج نشان داد میزان نسبت جذبی سدیم با افزایش شوری خاک و کاهش مقدار آب آبیاری در خاک افزایش پیدا کرد؛ به طوری که مقدار آن در سطوح شوری ۰/۸۹، ۲/۸۱ و ۴/۷۳ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۵/۷۴۱، ۸/۷۵۲ و ۱۱/۸۶۷ افزایش پیدا کرد. تحقیقات رضایی و همکاران (۱۳۹۷) و (Mostafazadeh-Fard et al. (2007)، (Ghane et al., (2009) و (Murtaza et al., (2006) نشان داد افزایش شوری آب آبیاری باعث افزایش نسبت جذبی سدیم در خاک می‌شود که نتایج آن‌ها با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

روابط بین شوری آب آبیاری با نسبت جذبی سدیم در تیمارهای مختلف آبیاری در جدول ۷ قابل مشاهده است. با توجه به نتایج به دست آمده مقدار نسبت جذبی سدیم به ازای یک واحد افزایش شوری آب آبیاری در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب ۴/۱۷، ۳/۹۵ و ۳/۶۸ برابر افزایش یافته است، نتایج بیانگر آن است که استفاده از آب شور با اعمال کم آبیاری به میزان ۵۰ درصد آبیاری کامل، مقدار نسبت جذبی سدیم به ازای یک واحد افزایش شوری آب آبیاری ۱۲ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش می‌یابد.

جدول ۷- رابطه بین خصوصیات شیمیایی خاک با شوری آب آبیاری (EC_w)

معادلات			عناصر موجود در خاک
۵۰ درصد آبیاری کامل	۷۵ درصد آبیاری کامل	آبیاری کامل	تیمارها
$pH = -0.06 EC_w + 7.4737$ $R^2 = 0.76$	$pH = -0.06 EC_w + 7.5347$ $R^2 = 0.62$	$pH = -0.08 EC_w + 7.6259$ $R^2 = 0.68$	اسیدیته
$CL = 16.154 EC_w$ $R^2 = 0.90$	$CL = 16.52 EC_w$ $R^2 = 0.87$	$CL = 17.422 EC_w$ $R^2 = 0.87$	کلراید
$Na = 12.708 EC_w$ $R^2 = 0.9289$	$Na = 13.658 EC_w$ $R^2 = 0.9225$	$Na = 14.353 EC_w$ $R^2 = 0.952$	سدیم
$Ca = 2.8504 EC_w$ $R^2 = 0.9489$	$Ca = 2.7859 EC_w$ $R^2 = 0.9398$	$Ca = 2.739 EC_w$ $R^2 = 0.9418$	کلسیم
$Mg = 3.1229 EC_w$ $R^2 = 0.9438$	$Mg = 3.2308 EC_w$ $R^2 = 0.946$	$Mg = 3.1776 EC_w$ $R^2 = 0.9209$	منیزیم
$SAR = 3.6782 EC_w$ $R^2 = 0.8172$	$SAR = 3.9525 EC_w$ $R^2 = 0.7866$	$SAR = 4.1725 EC_w$ $R^2 = 0.8529$	نسبت جذبی سدیم

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که هرچه قدر شوری آب آبیاری بیش تر شود؛ به طور قابل توجهی میزان غلظت یون های سدیم، کلراید، کلسیم و منیزیم، هم چنین شوری عصاره اشباع خاک و نسبت جذبی سدیم در مقایسه با تیمار شاهد (شوری ۰/۶ دسی زیمنس بر متر) در خاک افزایش پیدا می کند. هم چنین نتایج مربوط به رابطه بین شوری آب آبیاری با خصوصیات شیمیایی خاک نشان داد در پارامترهای شوری عصاره اشباع خاک، کلراید، پتاسیم، سدیم و نسبت جذبی سدیم استفاده از آب شور با اعمال کم آبیاری موجب کاهش شیب خط و کم تر شدن مقادیر این پارامترها در مقایسه با آبیاری کامل شد؛ در حالی که در کلسیم استفاده از آب شور با اعمال کم آبیاری در مقایسه با آبیاری کامل باعث بیش تر شدن مقدار کلسیم و افزایش شیب خط گردید. از طرفی هم رابطه بین شوری آب آبیاری با منیزیم نشان داد که بیش ترین مقدار شیب خط در تیمار ۷۵ درصد آبیاری کامل با استفاده از آب شور حاصل شد. از نظر شوری خاک، در کاربرد آب شور تا ۲ دسی زیمنس بر متر، ۷۵ درصد آبیاری کامل مناسب است، اما در شرایط کمبود آب از دیدگاه مدیریت منابع آب و مدیریت شوری خاک تیمار ۵۰ درصد آبیاری کامل با شوری ۲ دسی زیمنس بر متر با در نظر گرفتن آبشویی نمک برای جلوگیری از تجمع نمک در خاک توصیه می شود.

"هیچ گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

منابع

- امداد، محمدرضا و فرداد، حسین (۱۳۷۹). اثر تنش شوری (NaCl) و رطوبتی بر عملکرد ذرت. *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۳۱(۳)، ۶۴۱-۶۵۴.
- خلیلی، سامانه، بستانی، امیر و باقری، محمود (۱۳۹۸). اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری و فسفر بر برخی خصوصیات خاک و گیاه کینوا. *پژوهش های خاک*، ۳۲(۲)، ۱۵۵-۱۶۶.
- رضایی، ناهید، رزاقی، فاطمه، سپاسخواه، علیرضا و موسوی، سید علی اکبر (۱۳۹۷). تأثیر بیوپچار و شوری آب آبیاری بر خصوصیات شیمیایی خاک تحت کشت باقلا. *پژوهش های خاک*، ۳۲(۱)، ۱۳-۲۴.
- رضایی، ناهید، رزاقی، فاطمه، سپاسخواه، علیرضا و موسوی، سید علی اکبر (۱۳۹۷). اثر بیوپچار و شوری آب آبیاری بر ویژگی های شیمیایی خاک پس از برداشت گندم. *مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک*، ۲۵(۴)، ۲۹۱-۳۰۵.
- کمالی مسکونی، احسان و افضل، سید فخرالدین (۱۳۹۸). تأثیر آبیاری با شوری های مختلف بر برخی خصوصیات خاک عامل تجمع نمک (مطالعه موردی: بیگرد شهرستان خنج). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۱(۴)، ۱۴۱-۱۵۲.
- منجشیرینی، مصطفی، مصطفی زاده فرد، بهروز، سالاری، امیر و لندی، اسماعیل (۱۳۹۵). تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با استفاده از سامانه آبیاری قطره ای نواری. *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*، ۱۰(۱)، ۸۳-۹۳.
- نصرالهی، علی حیدر، هوشمند، عبدالرحیم و برومندنسب، سعید (۱۳۹۴). بررسی واکنش ذرت به شوری تحت شرایط آبیاری قطره ای و مدیریت آبیاری. *علوم و مهندسی آبیاری*، ۳۸(۴)، ۲۵-۳۲.

REFERENCES

- Amer, K. H. (2010). Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. *Agricultural Water Management*, 97(10), 1553-1563.
- Azizan, A. R. Sepaskhah. 2014. Maize response to different water, salinity and nitrogen levels: Agronomic behavior, *International Journal of Plant Production*, 8(1):107-130.
- Blanco, F. F., Folegatti, M. V., Gheyi, H. R., & Fernandes, P. D. (2008). Growth and yield of corn irrigated with saline water. *Scientia Agrícola*, 65, 574-580.
- Bybordi, A. (2010). Effects of salinity on yield and component characters in canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(1), 81-83.
- Cucci, G., Lacolla, G., Boari, F., Mastro, M. A., & Cantore, V. (2019). Effect of water salinity and irrigation regime on maize (*Zea mays* L.) cultivated on clay loam soil and irrigated by furrow in Southern Italy. *Agricultural Water Management*, 222, 118-124.
- Cucci, G., Lacolla, G., & Rubino, P. (2013). Irrigation with saline-sodic water: Effects on soil chemical-physical properties. *African Journal of Agricultural Research*, 8(4), 358-365.
- Choudhary, O. P., Ghuman, B. S., Josan, A. S., & Bajwa, M. S. (2006). Effect of alternating irrigation with sodic and non-sodic waters on soil properties and sunflower yield. *Agricultural water management*, 85(1-2), 151-156.
- Dastranj, M., & Sepaskhah, A. R. (2022). Effect of Irrigation Water Salinity and Deficit Irrigation on Soil Ions Variation and Uptake by Saffron (*Crocus sativus* L.) Under Two Planting Methods. *Journal of Plant*

- Growth Regulation*, 41(1), 282-299.
- Ding, B., Bai, Y., Guo, S., He, Z., Wang, B., Liu, H., ... & Cao, H. (2023). Effect of Irrigation Water Salinity on Soil Characteristics and Microbial Communities in Cotton Fields in Southern Xinjiang, China. *Agronomy*, 13(7), 1679.
- Emdad, M. R., & Fardad, H. (2000). Effect of salt and water stress on corn yield production. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 31(3), 641-654. (In Persian)
- El-Boraie, F. M. E. (1997). A study on the water management under arid conditions.
- Franco, J. A., Abrisqueta, J. M., Hernansáez, A., & Moreno, F. (2000). Water balance in a young almond orchard under drip irrigation with water of low quality. *Agricultural Water Management*, 43(1), 75-98.
- Feizi, M. (2013). Effect of Water Quality and Managements on Soil Chemical Characteristics. *Iranian Journal of Soil Research*, 27(2), 239-252.
- Ghane, E., Feizi, M., Mostafazadeh-Fard, B., & Landi, E. (2009). Water productivity of winter wheat in different irrigation/planting methods using saline irrigation water. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(2), 131-137.
- Huang, M., Zhang, Z., Zhu, C., Zhai, Y., & Lu, P. (2019). Effect of biochar on sweet corn and soil salinity under conjunctive irrigation with brackish water in coastal saline soil. *Scientia Horticulturae*, 250, 405-413.
- Hamam, K. A., & Negim, O. (2014). Evaluation of wheat genotypes and some soil properties under saline water irrigation. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(2), 165-176.
- Hanson, B., Hopmans, J. W., & Šimůnek, J. (2008). Leaching with subsurface drip irrigation under saline, shallow groundwater conditions. *Vadose Zone Journal*, 7(2), 810-818.
- Hati, K. M., Biswas, A. K., Bandyopadhyay, K. K., & Misra, A. K. (2007). Soil properties and crop yields on a vertisol in India with application of distillery effluent. *Soil and Tillage Research*, 92(1-2), 60-68.
- Janzen, H. H., & Chang, C. (1987). Cation nutrition of barley as influenced by soil solution composition in a saline soil. *Canadian Journal of Soil Science*, 67(3), 619-629.
- Karandish, F., & Šimůnek, J. (2019). A comparison of the HYDRUS (2D/3D) and SALTMED models to investigate the influence of various water-saving irrigation strategies on the maize water footprint. *Agricultural Water Management* 213, 809-820.
- Kang, Y. H. (1998). Microirrigation for the development of sustainable agriculture. *Trans. Case*, 14(Suppl.), 251-255.
- Khalili, S., Bastani, A., & Bagheri, M. (2019). Effect of different levels of irrigation water salinity and phosphorus on some properties of soil and Quinoa plant. *Iranian Journal of Soil Research*, 33(2), 155-166. (In Persian)
- Kamali Maskooni, E., & Afzali, S. F. (2019). Effect of irrigation with different salinities on some soil characteristics and salt concentration factor (Case study: Bighard, Khonj). *Journal of Environmental Science and Technology*, 21(4), 141-152. (In Persian)
- Liu, Z., Li, P., Hu, Y., & Wang, J. (2015). Wetting patterns and water distributions in cultivation media under drip irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 112, 200-208.
- Mostafazadeh-Fard, B. E. H. R. O. U. Z., Heidarpour, M. A. N. O. U. C. H. E. H. R., Aghakhani, A. B. B. A. S., & Feizi, M. O. H. A. M. M. A. D. (2007). Effects of irrigation water salinity and leaching on soil chemical properties in an arid region. *International Journal of Agriculture and Biology*, 3, 166-462.
- Malash, N. M., Ali, F. A., Fatahalla, M. A., A Khatab, E., Hatem, M. K., & Tawfic, S. (2012). Response of tomato to irrigation with saline water applied by different irrigation methods and water management strategies. *International Journal of Plant Production*, 2(2), 101-116.
- Matijević, L., Romić, D., Maurović, N., & Romić, M. (2012). Saline irrigation water affects element uptake by bean plant (*Vicia faba* L.). *Eur Chem Bull*, 1(12), 498-502.
- Moran, S. R., Groemewold, G., & Cherry, J. A. (2001). Hydrogeologic and geochemical concepts and methods in overburden investigation for reclamations of mined land. *Notrh Dakota Geological Survey Report Investigation*. pp. 63.
- Monjshirini, M., Mostafazadeh-Fard, B., Salari, A., & Landi, E. (2016). Effect of Irrigation Water Salinity on yield and yield components corn under T-Tape Irrigation System. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 10(1), 83-93. (In Persian)
- Murtaza, G., Ghafoor, A., & Qadir, M. (2006). Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. *Agricultural Water Management*, 81(1-2), 98-114.
- Naz, H. I. R. A., Akram, N. A., & Kong, H. (2020). Assessment of secondary metabolism involvement in water stress tolerance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Subjected to varying water regimes. *Pak.*



J. Bot, 52(5), 1553-1559.

- Nasrolahi, A. H., Houshmand, A., & Broumand Nassab, S. (2016). Evaluation of Maize Response to Salinity under Drip Irrigation and Irrigation Management. *Irrigation Sciences and Engineering*, 38(4), 25-32 (In Persian)
- Okwany, R. O., Peters, R. T., Ringer, K. L., & Walsh, D. B. (2012). Sustained deficit irrigation effects on peppermint yield and oil quality in the semi-arid pacific northwest, USA. *Applied Engineering in Agriculture*, 28(4), 551-558.
- Pearson, K. E., & Bauder, J. W. (2006). The basics of salinity and sodicity effects on soil physical properties. *MSU Extension Water Quality Program*.
- Qadir, M., Ghafoor, A., & Murtaza, G. (2001). Use of saline-sodic waters through phytoremediation of calcareous saline-sodic soils. *Agricultural Water Management*, 50(3), 197-210.
- Rameshwaran, P., Tepe, A., Yazar, A., & Ragab, R. (2016). Effects of drip-irrigation regimes with saline water on pepper productivity and soil salinity under greenhouse conditions. *Scientia horticulturae*, 199, 114-123.
- Rezaie, N., Razzaghi, F., Sepaskhah, A. R., & Moosavi, S. A. A. (2018). Effect of Biochar and Saline Irrigation Water on Chemical Properties of Soil under Fababean Cultivation. *Iranian Journal of Soil Research*, 32(1), 13-24. (In Persian)
- Rezaie, N., Razzaghi, F., Sepaskhah, A. R., & Moosavi, S. A. A. (2018). Effect of biochar and irrigation water salinity on soil chemical properties after wheat harvest. *Journal of Water and Soil Conservation*, 25(4), 291-305. (In Persian)
- Sun, J., Kang, Y., & Wan, S. (2013). Effects of an imbedded gravel-sand layer on reclamation of coastal saline soils under drip irrigation and on plant growth. *Agricultural Water Management*, 123, 12-19.
- Setu, T., Legese, T., Teklie, G., & Gebeyhu, B. (2023). Effect of furrow irrigation systems and irrigation levels on maize agronomy and water use efficiency in Arba Minch, Southern, Ethiopia. *Heliyon*, 9(7).
- Shrivastava, P., & Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi journal of biological sciences*, 22(2), 123-131.
- Sairam, R. K., & Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current science*, 407-421.
- Stephen, R. G. (2002). Irrigation water salinity and crop production. Agricultural and Natural Resources Department, University of California, Davis.
- Sharma, D. P., & Rao, K. V. G. K. (1998). Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. *Soil and Tillage Research*, 48(4), 287-295.
- Sairam, R. K., & Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current science*, 407-421.
- Sheferia¹, B. A., & Seid, M. B. A. A. Effects of Saline Water and Irrigation Interval on Soil Physicochemical Properties.
- Talebnejad, R., & Sepaskhah, A. R. (2016). Physiological characteristics, gas exchange, and plant ion relations of quinoa to different saline groundwater depths and water salinity. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(10), 1347-1367.
- Wan, S., Jiao, Y., Kang, Y., Hu, W., Jiang, S., Tan, J., & Liu, W. (2012). Drip irrigation of waxy corn (*Zea mays* L. var. *ceratina* Kulesh) for production in highly saline conditions. *Agricultural water management*, 104, 210-220.
- Tedeschi, A., & Dell'Aquila, R. (2005). Effects of irrigation with saline waters, at different concentrations, on soil physical and chemical characteristics. *Agricultural water management*, 77(1-3), 308-322.
- Talebnejad, R., & Sepaskhah, A. R. (2015). Effect of deficit irrigation and different saline groundwater depths on yield and water productivity of quinoa. *Agricultural Water Management*, 159, 225-238.
- Yuan, C., Feng, S., Huo, Z., & Ji, Q. (2019). Effects of deficit irrigation with saline water on soil water-salt distribution and water use efficiency of maize for seed production in arid Northwest China. *Agricultural Water Management*, 212, 424-432.
- Yazar, A., Gençel, B., Sezen, M. S., & Koç, M. (2003). Sustainable Use of Highly Saline Water for Irrigation of Crops Under Arid and Semi-Arid Conditions: New Strategies. *Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches*, (44), 123-135.
- Yarami, N., & Sepaskhah, A. R. (2016). Effect of irrigation water salinity, manure application and planting method on soil ions variation and ions uptake by saffron (*Crocus sativus* L.). *International Journal of Plant Production*, 10(2).
- Zörb, C., Geilfus, C. M., & Dietz, K. J. (2019). Salinity and crop yield. *Plant biology*, 21, 31-38.

Effect of Deficit Irrigation and Irrigation Water Salinity on soil Chemical Properties in Grain Maize Cultivation under Tape Drip Irrigation System

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The utilization of saline water sources can serve as a solution to address the global water shortage. Drip irrigation is considered a suitable option for utilizing saline water due to its low irrigation water requirement and ability to maintain high soil moisture storage. In the agricultural sector, the investigation of soil chemical properties and effective soil salinity management have long been topics of significant interest to researchers. Hence, the objective of this research is to examine the impacts of deficit irrigation and irrigation water salinity on chemical properties of the soil during cultivation of the seed maize using the single row tape drip irrigation system

Methods

This research was conducted at the experimental station of Agricultural College, Shiraz University, located in the semi-arid Badjgah region (29 °32' N, 52 °32' E and at 1810 m above the mean sea level) of south-western Iran. For this study, a factorial experiment was designed using a randomized complete block design with three replications. The experiment consisted of four levels of irrigation water salinity (0.6, 2, 3.5, and 5 dS m⁻¹) and three levels of deficit irrigation treatments. The irrigation water amount treatments included full irrigation (FI), 75% and 50% of full irrigation. Tape drip irrigation was employed in single rows with a distance of 75 cm between the tapes. To prepare water with different salinities, NaCl and CaCl₂ salts were added in equivalent weights to the control water, which had a salinity of 0.6 dS m⁻¹. Soil sampling was conducted at the beginning and end of the growing season, specifically after harvesting. Samples were taken at two depths: 0 to 30 cm and 30 to 60 cm from the soil surface for each treatment, in order to determine soil salinity levels.

Results and Discussion

The findings of this research indicate that as the salinity of irrigation water increases, the concentration of sodium, chloride, calcium, and magnesium ions in the soil, as well as the salinity of the saturated soil extract and the sodium absorption ratio, also increase compared to the control treatment (0.6 dS m⁻¹). The study showed that an increase in water salinity from 2 to 5 dS m⁻¹ resulted in a 57%, 58%, and 61% increase in EC_e, a 35.76%, 36%, and 40% increase in soil chloride concentration, a 62%, 60%, and 66% increase in soil sodium concentration, and a 49%, 45%, and 53% increase in the sodium absorption ratio for FI, 75% and 50% of FI, respectively. The main effect of irrigation water salinity revealed that an increase in salinity from 3.5 to 5 dS m⁻¹ did not significantly affect soil acidity. Furthermore, the results regarding the relationship between irrigation water salinity and soil chemical properties demonstrate that the use of saline water with deficit irrigation leads to a decrease in the slope of the regression line. The values of soil chloride, potassium, sodium concentration, and the sodium absorption ratio are lower under deficit irrigation when compared to FI. In terms of soil salinity, the application of saline water up to 2 dS m⁻¹ with 75% of full irrigation is - suitable. However, under water scarcity conditions, for effective water resource and soil salinity management, it is recommended to use 50% of full irrigation with a salinity of 2 dS m⁻¹ to prevent salt accumulation in the soil.

Keywords: Irrigation Management, Localized Irrigation, Saline Water, Soil Salinity.