

## مقایسه‌ی روش‌های تلفیق آب شور و غیر شور در کشت سورگوم علوفه‌ای و توزیع شوری در نیمرخ خاک

سعید قائدی<sup>۱\*</sup>، پیمان افراسیاب<sup>۲</sup> و عبدالمجید لیاقت<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> -نویسنده مسئول، دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه زابل Saeed14411068@yahoo.com

<sup>۲</sup> - دانشیار و عضو هیئت علمی گروه آب دانشگاه زابل

<sup>۳</sup> - استاد و عضو هیئت علمی گروه آب دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱

### چکیده

یکی از راه‌حل‌های مورد تأیید پژوهش‌گران در حوزه‌ی استفاده از آب شور در کشاورزی، استفاده‌ی تلفیقی از آب شور و غیر شور به صورت توأمان برای کاهش اثرات اسمزی ناشی از استفاده از آب شور می‌باشد. در پژوهش حاضر هدف، مقایسه‌ی روش‌های موجود و ارائه‌ی یک راهکار جدید در چگونگی تلفیق آب شور و غیر شور، برای ذخیره‌سازی هرچه بیشتر آب شیرین می‌باشد. برای این منظور آزمایشی در شرایط مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با پنج تیمار (تیمار شاهد با اضافه‌ی چهار روش تلفیق آب شور و غیر شور) در سه تکرار طی کشت گیاه سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید در سال ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل به انجام رسید. تیمارها شامل، شاهد، یک سوم شور، یک در میان زمانی، یک در میان مکانی و تیمار مخلوط بودند. شاخص‌های زراعی مورد بررسی شامل وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته‌ها و شاخص سطح برگ بودند. نتایج نشان داد دو تیمار یک در میان مکانی و یک سوم شور در تمامی صفات اندازه‌گیری شده پس از تیمار شاهد دارای بیشترین عملکرد بودند، به طوری که در وزن خشک برگ، ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) نشان ندادند و در وزن خشک ساقه و وزن خشک کل اندام هوایی پس از تیمار شاهد دارای بیشترین عملکرد بودند. این دو تیمار در تعدیل املاح در انتهای فصل نیز نتایج قابل قبولی از خود برجا گذاشتند. به نظر می‌رسد تیمارهای یک سوم شور و یک در میان مکانی هر کدام با بهره‌گیری از روش منحصر به فرد خود در نحوه‌ی استفاده از آب شور توانسته‌اند با وجود کاربرد آب شور در آبیاری‌ها، اثر منفی ناشی از پتانسیل اسمزی وارده به گیاه را کاهش داده و نسبت به روش‌های قدیمی‌تر (یک در میان زمانی و مخلوط)، دارای برتری باشند.

**کلید واژه‌ها:** آبیاری تلفیقی، توزیع شوری، شوری، عملکرد سورگوم.

### Comparison of Conjunction Methods of Sorghum Grown in Saline and Non-Saline Water and Salt Adjustment – Physiological Properties in The Soil Profile

S. Ghaedi<sup>1\*</sup>, P. Afrasiab<sup>2</sup> and A.M. Liaghat<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>. M.Sc. Student, Department of Water Engineering of Zabol University, Zabol, Iran

<sup>2</sup>. Irrigation and Reclamation Engineering. Department., Zabol University, Zabol, Iran

<sup>3</sup>. Irrigation and Reclamation Engineering. Department., Tehran University, Karaj, Iran

Received: 22 December 2014

Accepted: 6 June 2015

### Abstract

Conjunctional use of saline and non-saline water for reduce the negative effects of osmotic potential in the plant, has gained much attention. The aim of this study is to compare existing

قائدی و همکاران: مقایسه‌ی روش‌های تلفیق آب شور و غیر شور در...

approaches and propose a new approach on how to conjunct saline and non-saline water. To do this, an experiment was performed as a randomized complete block design with six treatments and three replications for sorghum in experiment field of Zabol University within 2012-2013. Treatments include; control treatment (100 % freshwater), one-third of salty, the alternate time, the alternate place and the mixed. The investigated cropping indices were dry weight of stem, leaf and aerial organs of plant, plant height and leaf area index. The results indicated; both treatments the alternate place and one-third of salty, in all characteristics have been measured, after the control treatment had the highest yield, as the leaf dry weight, plant height and leaf area index did not show significant difference ( $p \leq 0.05$ ) and in leaf dry weight and branch dry weight of the control treatment had the highest yield. These two treatments in salts adjusted at the end of the season left acceptable results. It seems local alternative and one-third of salty treatments with their own unique techniques in using saltwater reduce the negative effects of osmotic potential in the plant and compared to the older method (temporal alternative and), they have an advantage.

**Keywords:** Conjunctural irrigation, Salt distribution, Salinity, Sorghum yield.

یکی از راهکارهای موجود، استفاده از آب‌های نامتعارف، نظیر آب‌های شور و لب شور در کشاورزی است (معمارباشی و شیدایی، ۱۳۹۱). در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی در این خصوص انجام شده است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد استفاده از این قبیل آب‌ها، حتی برای گیاهان مقاوم به شوری نیز، علاوه بر کاهش محصول، مشکلاتی چون شور و نامرغوب شدن اراضی را در پی خواهد داشت (عبدالجواد و قیبه<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱). نتایج تحقیق گووینگ و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) نشان داد که به‌طور کلی افزایش شوری میزان جذب آب توسط گیاه را کاهش می‌دهد و موجب افت محصول می‌گردد. در بررسی اثر شوری بر گیاه سورگوم توسط نتوندو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۴) در شرایط گلخانه‌ای ملاحظه گردید شوری شدید موجب کاهش و توقف رشد شده و در شوری دراز مدت سرعت رشد نسبی کاهش می‌یابد. تأثیر شوری بر فتوسنتز از طریق بسته شدن روزنه‌ها و تا حدودی تداخل با دستگاه فتوسنتزی برگ است. لذا بررسی تأثیر تنش شوری بر گیاهان زراعی و تعیین راهکارهای افزایش عملکرد تولید گیاهان زراعی در شرایط شور از اولویت خاصی برخوردار است (بهادرخواه و کاظمینی، ۱۳۹۳).

مشکل شوری در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل کافی نبودن بارندگی برای خارج کردن نمک از منطقه فعالیت ریشه و در نتیجه تجمع نمک در سطح خاک، شناخته شده است. در زمین‌های شور از یک طرف گیاه از نظر آب مورد نیاز با مشکل مواجه است و از طرف دیگر اثر منفی یون‌های سدیم، کلر و ... بر جذب آنیون‌ها و کاتیون‌های ضروری نظیر کلسیم و نیترات سبب کاهش رشد می‌شود (کریمی، ۲۰۰۳).

#### مقدمه

در آینده حجم آب تخصیص شده به بخش کشاورزی کمتر از دو بخش شهرنشینی و صنعت، خواهد بود (مرتضی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵). این در حالی است که ایران از نظر آب دچار بحران است (بریم‌نژاد و پیکانی، ۱۳۸۳) براساس برآورد موسسه بین‌المللی آب در سال ۲۰۲۵ تعداد ۴۵ کشور جهان با کمبود آب مواجه خواهند شد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). در این لیست نام کشور ایران نیز دیده می‌شود. براساس شاخص‌های معتبر بین‌المللی برای سنجش آب در کشورهای مختلف، ایران جزء کشورهای دچار بحران لحاظ می‌شود (قائدی و افراسیاب، ۱۳۹۳). راه حل را چنین متصور شده‌اند که ایران تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲) که این مقدار با توجه به منابع و امکانات موجود غیر ممکن به‌نظر می‌رسد. در ایران اصلی‌ترین مصرف‌کننده‌ی آب بخش کشاورزی است (بریم‌نژاد و پیکانی، ۱۳۸۳؛ نصر اصفهانی و گلچین، ۱۳۸۷) به‌طوری که حدود ۹۰ درصد از کل تولیدات کشاورزی از کشت آبی حاصل می‌شود (معمارباشی و شیدایی، ۱۳۹۱). به‌نظر می‌رسد اگر بتوان مصرف آب را در این بخش کنترل نمود، بحران آبی پیش رو را نیز می‌توان کنترل کرد. چنانچه بحران آب و کمبود منابع آب در آینده نادیده گرفته شود قطعاً با روند کنونی مدیریت منابع آب، بخش کشاورزی و بخش‌های مرتبط با آن بخصوص دو بخش اقتصادی و سیاسی کشور با آسیب‌های جدی مواجه خواهند شد. لذا مدیران و برنامه‌ریزان باید به فکر چاره‌اندیشی درخصوص مدیریت منابع تجدید ناپذیر آبی کشور و مقابله با بحران آبی پیش رو باشند و راه‌های مقابله با بحران آب را تقویت نمایند.

2 - Abdelgawad and Ghaibeh

3 - Gowing et al.

4 - Netondo et al.

1- Murtaza et al.

## جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی خاک منطقه ریشه

درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	بافت	چگالی ظاهری	ظرفیت	پژمردگی دائم
(%)	(%)	(g/cm <sup>3</sup> )		رطوبت حجمی (%)	زراعی	
۵۳/۷۷	۳۳/۶۴	۱۲/۵۹	لوم شنی	۱/۵۹	۲۱/۰۰	۹/۰۰

## مواد و روش‌ها

## توصیف محل آزمایش

پژوهش حاضر از اواخر زمستان ۱۳۹۱ تا اوایل تابستان ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل واقع در سد سیستان به اجرا رسید. این مکان در محدوده‌ی جغرافیایی ۱° ۳۱' شمالی و ۲۶° ۶۱' شرقی با میانگین بارش سالیانه‌ی ۶۱/۳ میلی‌متر و میانگین دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد در سال قرار دارد. اقلیم منطقه گرم و خشک و دارای تابستان‌های گرم همراه با باد شدید و زمستان‌های سرد و خشک می‌باشد. بارش و سرما در اقلیم منطقه محدود و دوره‌ی فعالیت کوتاهی دارند در عوض بخش بزرگی از سال در کنترل هوای گرم و خشک می‌باشد. مزرعه‌ی آزمایشی دارای زهکش‌های زیرسطحی به فواصل ۵۰ متر و عمقی معادل ۱/۸ متر می‌باشد. زهکش‌ها زه آب جمع شده را به طور مستقیم درون کانال جمع‌کننده روبازی تخلیه می‌کنند. آب کانال دائماً بالاتر از تراز منبای خروجی زهکش‌ها حفظ می‌شود لذا زهکش‌ها به‌صورت کنترل شده دائماً سطح آب زیرزمینی را در عمق یک متری نگه می‌دارند. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش به ترتیب در جداول (۱) و (۲) ارائه شده است. آب مورد نیاز اراضی از کانال‌های منشعب شده از رودخانه هیرمند تأمین می‌گردد. هدایت الکتریکی آب رودخانه در طی این آزمایش برابر با ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. برخی خصوصیات آب رودخانه مطابق جدول (۳) می‌باشد. همچنین، در داخل مزرعه، چاهی کم عمق وجود دارد که به دلیل کشت زمین‌های اطراف چاه هدایت الکتریکی آن در ماه‌های مختلف سال متغیر می‌باشد. در فصل سرد سال هدایت الکتریکی به حداقل مقدار (۵/۵ - ۵) دسی‌زیمنس بر متر) و در تابستان به حداکثر مقدار خود (حدود ۱۹ دسی‌زیمنس بر متر) می‌رسد. میانگین هدایت الکتریکی آب چاه در طول دوره‌ی آزمایش برابر با ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. برخی خصوصیات شیمیایی آب چاه در جدول ۳ آمده است. اعداد این جدول مربوط به حداقل مقدار هدایت الکتریکی در فصل سرد سال می‌باشد. این آزمایش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با پنج تیمار و در هر تیمار سه تکرار، به انجام رسید. کرت‌ها با ابعاد ۳×۲/۷ متر با فواصل دو متری در تیمارها و یک متری در تکرارها اختیار شد (شکل ۱). آبیاری به‌صورت جوی پشته‌ای و تعداد ردیف‌های کشت در هر کرت چهار ردیف (با فواصل ۶۰ سانتی‌متری) در نظر گرفته شد. گیاه

از جمله راهکارها برای کاهش تاثیر شوری در مزرعه می‌توان استفاده از آب مطلوب در مراحل ابتدایی رشد گیاه، مخلوط کردن آب زهکشی کشاورزی با آب با کیفیت خوب، توسعه ارقام متحمل به نمک و تناوب استفاده از آب با کیفیت خوب و آب شور نام برد که مد نظر تعداد زیادی از محققین می‌باشد (فیضی و همکاران، ۲۰۱۰). استفاده از ارقام نسبتاً متحمل به شوری همراه با استفاده از سایر روش‌ها مانند زهکشی، آبیاری با آب‌های شیرین، اصلاح بیولوژیکی اراضی، استفاده از ماشین‌آلات مناسب کشت، روش‌های سنتی زراعت در اراضی شور و روش‌های به‌زراعی از دیگر راهکارهاست.

سوال در این است که در مناطقی نظیر سیستان و مناطق مشابه که از دو منبع آب شور و شیرین برخوردار هستند با چه روش مدیریتی می‌توان در طول یک فصل زراعی بیشترین استفاده از آب شور به‌عمل آورد ولی کمترین کاهش محصول نسبت به آبیاری کامل با آب شیرین داشت که بالطبع کشاورزان، بدون اینکه نگرانی در خصوص زیان ناشی از کاهش محصول یا شور شدن اراضی خود داشته باشند، به سمت آب‌های با کیفیت پایین‌تر سوق یابند.

یکی از راه‌حل‌های مورد تایید پژوهش‌گران در حوزه‌ی استفاده از آب شور در کشاورزی، استفاده‌ی تلفیقی از آب شور و غیر شور به‌صورت توأمان جهت کاهش اثر اسمزی ناشی از استفاده از آب شور می‌باشد. آنان استفاده‌ی تلفیقی از آب شور و غیر شور را در قالب سه روش اختلاط آب‌ها قبل از آبیاری‌ها، استفاده‌ی متناوب به‌صورت یک در میان (یک بار آبیاری با آب شور بار دیگر با آب شیرین) و تناوب دوره‌ای (استفاده از آب شیرین، در مراحل حساس رشد) مورد بررسی قرار داده‌اند (چرم و همکاران، ۱۳۸۷؛ مولوی و همکاران، ۱۳۹۱؛ بردفورد و لتی، ۱۹۹۳؛ پاسترناک و همکاران، ۱۹۸۶؛ راجیندر، ۲۰۰۳). در پژوهش حاضر هدف، مقایسه‌ی روش‌های موجود در چگونگی تلفیق آب شور و غیر شور، و ارائه‌ی یک راهکار جدید در این حیطة می‌باشد. گیاه سورگوم عوفه‌ای رقم اسپیدفید در شرایط مزرعه‌ای کشت شد. گیاهان تحت تیمارهای مختلف تلفیق آب شور و غیر شور قرار گرفتند. تیمارها شامل، تیمار شاهد، تیمار یک سوم شور، یک در میان زمانی، یک در میان مکانی و تیمار مخلوط بود.

1 - Bradford and Letey

2 - Pasternak et al.

3 - Rajinder

هر کرت در هر آبیاری با توجه به ابعاد آن‌ها و تخلیه مجاز رطوبتی ۵۵ درصدی و مشخصات رطوبتی خاک (جدول ۱)، ۴۲۹ لیتر برای سورگوم تعیین گشت (بدون در نظر گرفتن نیاز آبیاری). این موضوع از آن جهت با اهمیت بود که در تمامی تیمارهای موجود، تمامی آب داده شده به هر کرت در عمق خاک باقی‌مانده و با وجود جابجایی آب غیر شور با آب شور در تیمارهای مختلف، نحوه‌ی برجا گذاشتن نمک در هر تیمار بخوبی مشخص می‌شد. آبیاری‌ها به وسیله تانکر و حجم آب ورودی توسط کنتور اندازه‌گیری شد. دور آبیاری بر اساس عرف منطقه، به‌صورت ثابت و هر ۱۰ روز یک بار تعیین شد. کودهای مورد نیاز نیز طبق عرف منطقه و توصیه‌ی جهاد کشاورزی به زمین اضافه گشت. این کودها شامل ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاس و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات تریپل بود. دوسوم از کود اوره قبل از کشت، به‌عنوان کود پایه و یک سوم باقیمانده پس از جوانه‌زنی، در زمان پنج تا هفت برگی شدن بوته‌ها (استقرار کامل بوته‌ها) به‌صورت سطحی به زمین اضافه گشت. قبل و بعد از اعمال تیمارها، از تمامی کرت‌ها تا عمق یک متری، پنج نمونه خاک با فواصل ۲۰ سانتی‌متری با آگر برداشت و پس از هوا خشک شدن، برای تعیین شوری خاک به آزمایشگاه منتقل گردید. در انتهای فصل (پس از برداشت محصول) نیز این کار تکرار شد. در تیمار یک در میان مکانی از سه نقطه‌ی جویچه‌ی آب شور، جویچه‌ی آب شیرین و پشته‌ی مابین این دو، نمونه برداری صورت پذیرفت. شوری عصاره اشباع خاک با هدایت الکتریکی سنج (مدل EC Testr11) اندازه‌گیری شد. همچنین برای برداشت محصول، در هر کرت از هر طرف نیم‌متر به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و به مساحت ۲/۴ مترمربع از وسط هر کرت، محصول برداشت شد و برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد به آزمایشگاه منتقل گردید. صفات فیزیولوژیکی و زراعی برداشت شده برای هر گیاه شامل وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع، شاخص سطح برگ و قطر ساقه بود. در انتها نتایج با نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید که از ارقام مورد استفاده در منطقه‌ی سیستان می‌باشد با تراکم ۱۶ بوته در متر مربع کشت گردید.

### تیمارهای آبیاری

تیمارها از مرحله‌ی پنج برگی شدن بوته‌ها اعمال شدند. پس از سه آبیاری با آب شیرین از تاریخ ۱۳۹۲/۲/۲۲ شروع به اعمال تیمارها گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل موارد زیر بود:

تیمار شاهد: در این تیمار، آبیاری با آب شیرین کانال در تمام طول فصل رشد صورت پذیرفت.

تیمار یک سوم شور: در این تیمار در هر آبیاری، ابتدا یک سوم از آب آبیاری با آب شور و دو سوم باقیمانده، بلافاصله پس از نفوذ آب شور، با آب شیرین تکمیل شد.

تیمار یک در میان زمانی: در این تیمار، آبیاری به‌صورت یک در میان، یک بار با آب شور و بار دیگر با آب شیرین صورت پذیرفت.

تیمار یک در میان مکانی: در این تیمار، در هر آبیاری، به‌صورت یک در میان، در یک جویچه آب شیرین و در جویچه‌ی دیگر با آب شور آبیاری شد. جویچه‌ی آب شور تا انتهای فصل با آب شور و جویچه‌ی آب شیرین تا انتهای فصل با آب شیرین آبیاری شد و تغییر در ترتیب آنها اعمال نشد.

تیمار مخلوط: در این تیمار، ابتدا آب شور و شیرین با نسبت‌های مساوی درون تانکر با هم مخلوط و سپس مورد استفاده قرار گرفت.

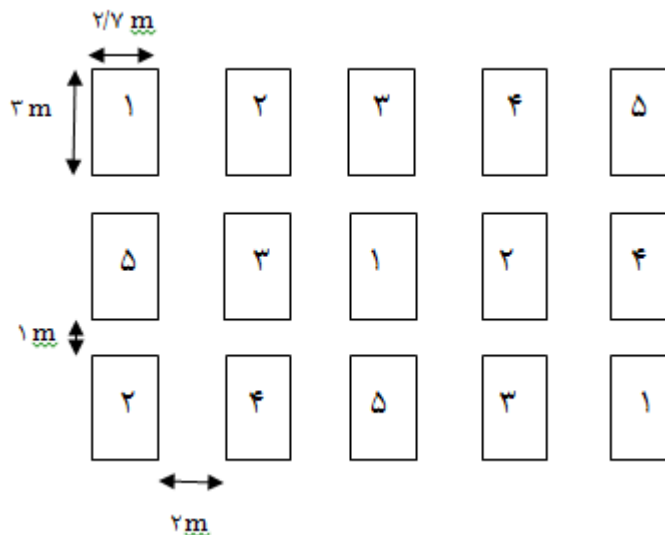
به‌دلیل شرایط مزرعه‌ی آزمایشی که از سیستم زهکشی کنترل شده بهره می‌برد و سطح ایستابی را در عمق یک متری نگه می‌داشت، برای تعیین حجم آب مورد نیاز هر کرت، عمق توسعه ریشه در تمام طول فصل معادل ۰/۸ متر در نظر گرفته شد. این عدد حاصل از نتایج به‌دست آمده از حفر بیش از ۲۰ چاهک مشاهده‌ای در مزرعه‌ی آزمایشی است. در تمامی چاهک‌های حفر شده مشاهده شد رطوبت خاک در لایه‌ی ۱۰ الی ۲۰ سانتی‌متری بالای سطح ایستابی در حد اشباع نگه‌داشته می‌شود که متأثر از سطح ایستابی کنترل شده بود. ثابت نگه‌داشتن عمق توسعه‌ی ریشه در طول فصل، به‌دلیل تلاش برای یافتن پاسخ به چگونگی تعدیل املاح در هر یک از تیمارهای مذکور بود، از این رو حجم آب داده شده برای تمامی تیمارها در طول فصل، یکسان در نظر گرفته شد. حجم آب مورد نیاز

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی خاک منطقه ریشه

N (%)	P (ppm)	K (ppm)	O.C (%)	SAR	pH	EC <sub>e</sub> (dS/m)
۰/۰۱	۳/۲۰	۳۸/۵۲	۰/۱۱	۳/۳۵	۸/۲۰	۱/۳۶

جدول ۳- برخی از خصوصیات شیمیایی منابع آب موجود در فصل سرد سال

منبع آب	EC (dS/m)	pH	SAR	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
رودخانه هیرمند	۱/۲۴	۷/۸۵	۲/۵۸	۳/۰۰	۴/۰۰	۵/۷۸	۰/۰۷	۵/۰۰	۴/۰۰	۳/۸۷
چاه	۶/۰۰	۶/۹۸	۱۳/۵۱	۵/۵۰	۱۳/۰۰	۴۶/۸۰	۰/۴۵	۱۳/۰۰	۲۸/۵۰	۲۵/۰۰



شکل ۱- پلان طرح آزمایشی

معنی‌دار در بین تکرارها نشان دهنده‌ی وجود شرایط یکسان آزمایش در تمامی تیمارهاست.

نتایج مقایسه میانگین صفات مذکور با آزمون دانکن در سطح پنج درصد در شکل‌های (۲) تا (۶) آورده شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود در اکثر صفات اندازه‌گیری شده بیشترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد بود. قابل توجه‌ترین نکته در منحنی‌های پیشرو مقایسه میانگین مربوط به وزن خشک برگ می‌باشد. در این صفت بر خلاف سایر صفات اندازه‌گیری شده، بیشترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد نبوده و تیمار یک در میان مکانی دارای بیشترین عملکرد در بین تیمارهای مورد بررسی در این صفت بود. در این صفت بین سه تأثیر آن در تحلیل ارتفاعی گیاه نیز ملموس است (شکل ۵). در این تیمار در هر نوبت آبیاری به‌صورت یک درمیان، یک جویچه با آب شیرین و جویچه‌ی دیگر با آب شور آبیاری می‌شد (جویچه‌ی آب شور تا انتهای فصل با آب شور آبیاری گشت). به‌نظر می‌رسد تأثیرگذاری این نحوه‌ی آبیاری بر گیاه دارای سازوکاری همانند روش کم آبیاری ناقص ریشه باشد.

## نتایج و بحث

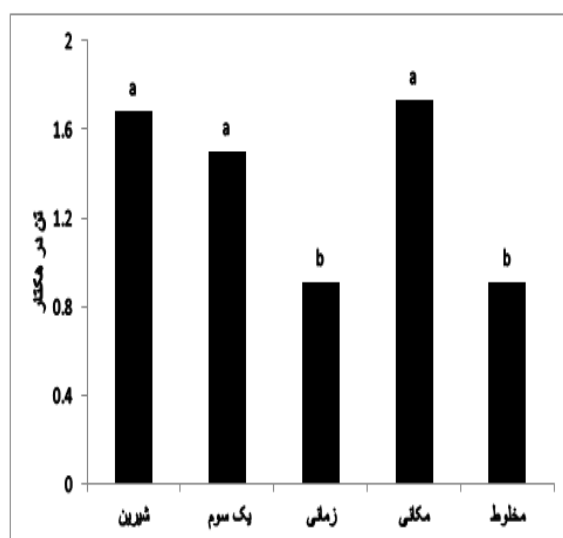
### اجزای عملکرد محصول

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به‌طور خلاصه در جدول (۴) و نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل‌های (۲) تا (۶) آورده شده است. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۴) نشان داد مدیریت آب شور در اکثر صفات اندازه‌گیری شده دارای تفاوت معنی‌دار بود. تیمارهای مورد بررسی در وزن خشک برگ، ساقه، کل کاه تولیدی، شاخص سطح برگ و ارتفاع اندام هوایی سورگوم علوفه- ای دارای تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان یک درصد بود و در صفت قطر ساقه تفاوت معنی‌دار نشان نداد. همچنین عدم تفاوت تیمار شاهد، یک سوم شور و یک در میان مکانی تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان مشاهده نشد. در بین تحقیقات انجام شده در بحث تلفیق آب شور و شیرین، عملکرد بیشتر یک تیمار تلفیقی نسبت به تیمار شاهد کمتر دیده شده است. به‌نظر می‌رسد تیمار یک در میان مکانی با اعمال تنش شوری منحصر به فرد خود بر ریشه‌ی گیاه، بیشترین تأثیر در تولید برگ و افزایش سطح آن دارد (شکل‌های ۲ و ۶) که در نتیجه موجب افزایش فتوسنتز و رشد گیاه گردیده است که

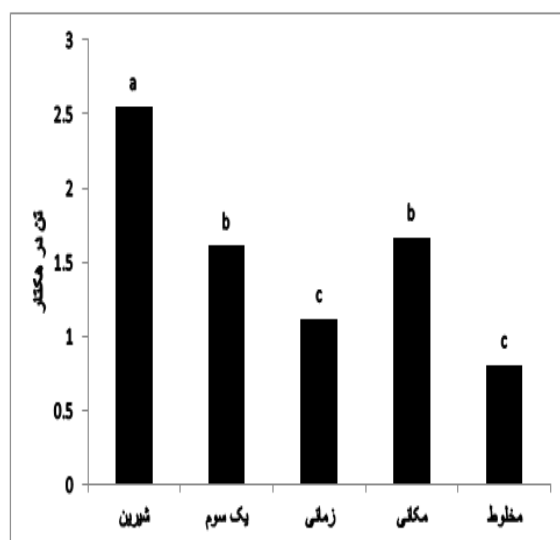
قائدی و همکاران: مقایسه‌ی روش‌های تلفیق آب شور و غیر شور در...

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سورگوم علوفه‌ی

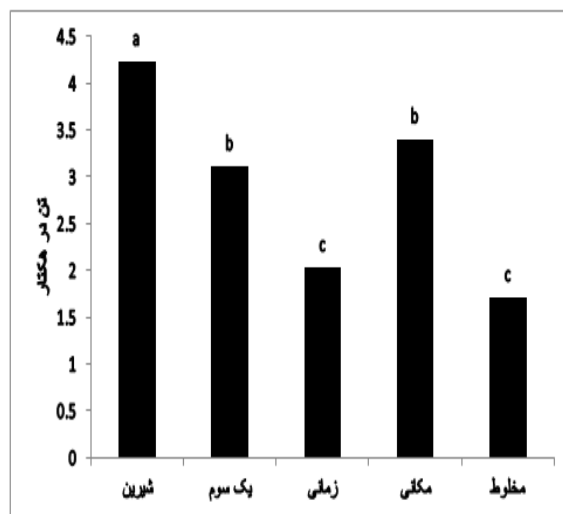
میانگین مربعات						منابع تغییرات	درجه آزادی
قطر	ارتفاع	شاخص سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک اندام هوایی		
۰/۰۲۳ <sup>NS</sup>	۱۱/۶۶۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۸۵ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۹ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۵۸ <sup>NS</sup>	۲	تکرار
۰/۰۰۸ <sup>NS</sup>	۳۶۶/۶۶۷*	۰/۷۱۹**	۰/۴۹۸**	۱/۳۱۵**	۳/۱۷۸**	۴	تیمار
۰/۰۰۶	۶۶/۹۱۷	۰/۰۶۳	۰/۰۳۵	۰/۰۳۹	۰/۰۴۲	۸	خطا



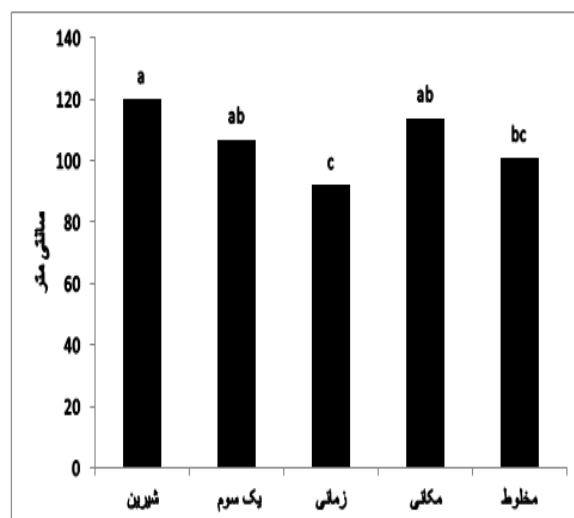
شکل ۲- میانگین وزن خشک برگ سورگوم علوفه‌ای، (آزمون میانگین در سطح پنج درصد)



شکل ۳- میانگین وزن خشک ساقه سورگوم علوفه‌ای، (آزمون میانگین در سطح پنج درصد)



شکل ۴- میانگین وزن خشک اندام هوایی سورگوم علوفه‌ای (آزمون میانگین در سطح پنج درصد)

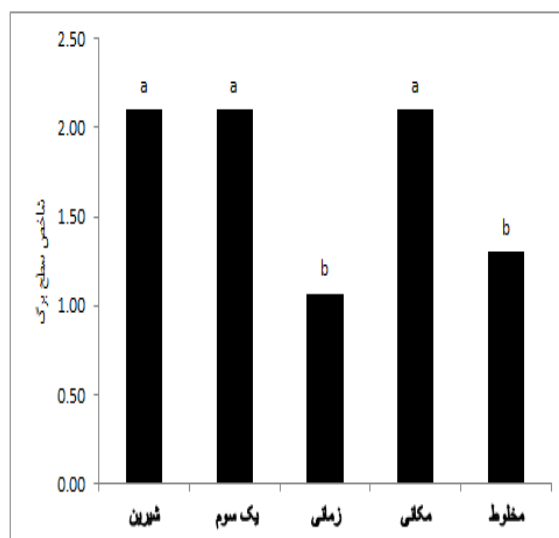


شکل ۵- میانگین ارتفاع سورگوم علوفه‌ای (آزمون میانگین در سطح پنج درصد)

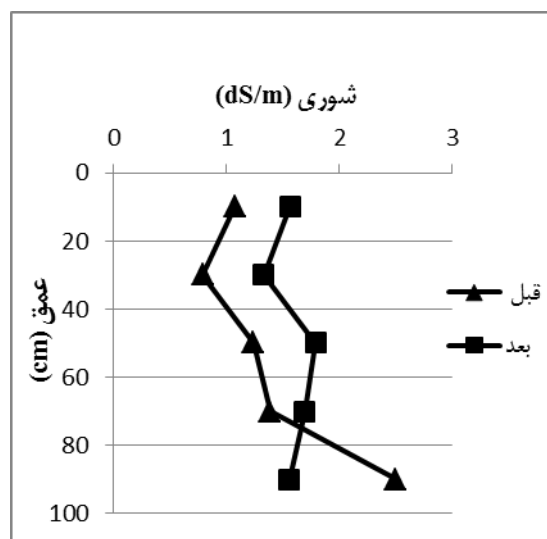
را تحت شرایط بدون تنش قرار می‌دهد. هر چند نیاز به آزمایش‌ها بیشتری با گیاهان مختلف دیگر احساس می‌شود اما به نظر می‌رسد نحوه‌ی پاسخگویی گیاه به این تیمار، بسیار مشابه با روش آبیاری ناقص ریشه بوده و نتیجه‌ی آن باعث افزایش عملکرد محصول در بسیاری از صفات می‌گردد. این نتایج در منحنی‌های مربوط به وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، شاخص سطح برگ و وزن خشک کل گیاه به‌وضوح قابل رویت است (شکل‌های ۲ تا ۶). به‌طوری‌که در وزن خشک ساقه و وزن خشک کل اندام هوایی پس از تیمار شاهد بهترین عملکرد را دارا بود.

در روش آبیاری ناقص ریشه نیمی از سیستم ریشه، به‌صورت کامل آبیاری شده و نیمی دیگر دارای تنش بوده و خشک باقی می‌ماند (شاه نظری و همکاران، ۲۰۰۹). در چنین شرایطی قسمتی از ریشه که در منطقه خشک قرار دارد با افزایش تولید هورمون اسید آبسسیک و انتقال آن به اندام هوایی باعث کاهش هدایت روزنه ای شده و در نتیجه کارایی مصرف آب را افزایش داده و موجب افزایش محصول تولیدی می‌گردد (دیویس و ژانگ، ۱۹۹۱). تیمار یک در میان مکانی نیز به‌دلیل آبیاری یک در میان جویچه‌ها با آب شور، قسمتی از ریشه را در معرض تنش (شوری) قرار داده و قسمتی دیگر

قائدی و همکاران: مقایسه‌ی روش‌های تلفیق آب شور و غیر شور در...



شکل ۶- شاخص سطح برگ مربوط به سورگوم علوفه‌ای (آزمون میانگین در سطح پنج درصد)



شکل ۷- شوری عصاره اشباع خاک قبل و بعد از اعمال تیمارها مربوط به تیمار شاهد

صفت برای تیمارهای یک در میان زمانی و مخلوط به ترتیب برابر با ۵۲ و ۵۹/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد بود. در این صفت کمترین افت محصول مربوط به تیمار یک در میان مکانی بود و بیشترین افت مربوط به تیمار مخلوط بود. این کاهش رشد ممکن است به دلیل تأثیر منفی پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک در اثر آبیاری تیمار مخلوط باشد که جذب آب و عناصر غذایی را کاهش داده و در نهایت باعث کاهش رشد بخش هوایی گیاه شده است (هدایت الکتریکی حاصل از اختلاط آب شور و غیر شور معادل ۹ دسی‌زیمنس بر متر بود). چوهان و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) با بررسی تحمل شوری

مقایسه میانگین مربوط به تیمار یک سوم شور نشان داد این تیمار نیز در سه صفت شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ و ارتفاع اندام هوایی گیاه، تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد ندارد. از سویی دیگر تیمار مذکور در تمامی صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌دار با تیمار یک در میان مکانی نشان نداد. با توجه به شکل‌های (۲) تا (۶) در اکثر صفات زراعی اندازه‌گیری شده، تیمار یک سوم شور پس از تیمارهای شاهد و یک در میان مکانی دارای بهترین عملکرد بود. به‌عنوان مثال، افت محصول در صفت وزن خشک کل گیاه در تیمارهای یک سوم شور و یک در میان مکانی نسبت به تیمار شاهد به ترتیب برابر ۲۶/۵ و ۱۹/۷ درصد بود. این در حالی است که میزان افت در همین

1 - Chauhan et al.



نتایج بالا حاکی از آن است که مقدار تنش وارده به گیاه در دو تیمار یک در میان مکانی و یک سوم شور بسیار کمتر از تیمارهای یک در میان زمانی و مخلوط بوده و هر دو توانسته‌اند به کمک کاربرد آب شیرین در آبیاری‌ها، افت محصول را به نسبت قابل توجهی کاهش دهند. در بین تیمارهای مورد بررسی ضعیف‌ترین عملکردها مربوط به دو تیمار یک در میان زمانی و مخلوط بود به طوری که در تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده، با تیمار یک در میان مکانی و یک سوم شور تفاوت معنی‌دار نشان دادند.

### نتایج شوری

برای بررسی تعدیل املاح از هر کرت، قبل و بعد از اعمال تیمارها تا عمق یک متری به فواصل ۲۰ سانتی‌متری نمونه برداری و عصاره‌گیری انجام شد. نتایج در شکل‌های (۷) تا (۱۱) قابل ملاحظه است.

همانگونه که در تمامی منحنی‌ها مشاهده می‌شود هدایت الکتریکی پروفیل خاک در اعماق ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری، همواره کمتر از سه دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد که متأثر از وجود زهکش‌های زیر سطحی مزرعه است و به نوع تیمار بستگی ندارد. به دلیل کشت وسیعی که در سطح مزرعه انجام می‌شد و عمر ۲۶ ساله‌ی این زهکش‌ها و شستشویی که از پروفیل خاک مزرعه صورت گرفته، زه آب خروجی از این زهکش‌ها در طول سال همواره هدایت الکتریکی‌ای کمتر از ۳ ds/m داشت. لذا با توجه به جریانات موئینگی موجود در اعماق ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری، در حدفواصل بین دو آبیاری، هدایت الکتریکی این لایه از خاک همواره کمتر از سه دسی‌زیمنس بر متر بود. لذا همان گونه که در تمامی تیمارها مشاهده می‌شود، هدایت الکتریکی این عمق از پروفیل خاک در این وقت از سال بین دو تا سه دسی‌زیمنس بر متر و برابر با زه‌آب خروجی از زهکش‌ها است و به نوع تیمار بستگی ندارد.

بهترین تیمار از نظر تعدیل املاح در خاک مربوط به تیمار شاهد بود. این تیمار در طول پروفیل خاک میزان شوری خاک را زیر دو دسی‌زیمنس بر متر نگه‌داشت. در تیمار یک در میان مکانی، سه سری نمونه خاک تا عمق یک متری برداشت شد (در شکل (۱۰) در منحنی‌های مربوط به انتهای آزمایش، سه منحنی جویچه‌ی شور، جویچه‌ی شیرین و پشته‌ی مابین این دو، مشاهده می‌شود). در هر سه منحنی، شوری اعماق ۸۰-۶۰ و ۱۰۰-۸۰ به زیر سه دسی‌زیمنس بر متر رسیده است. در این تیمار نتایج تعدیل املاح جویچه‌ی شیرین بسیار مشابه نتایج تیمار شاهد (شکل (۷) و نتایج تعدیل شوری در جویچه‌ی آبیاری شده با آب شور، دارای نمک برجامانده‌ی فراوانی است که نشان از عدم اختلاط آب شور و شیرین در پروفیل خاک دارد. نکته قابل تأمل دیگر در این تیمار، نتایج مربوط پشته‌ی مابین جویچه می‌باشد. همان گونه که در شکل (۱۰)

سبزه رقم سورگوم گزارش کردند تنش شوری به طور معنی دار طول ریشه چه، ساقه چه و وزن خشک گیاهچه ارقام سورگوم را کاهش داد. نتونند و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) در یک آزمایش گلدانی بر روی دو رقم سورگوم دانه‌ای که تحت اثر شوری‌های مختلف ناشی از کلرید سدیم در مقادیر ۳/۴۲، ۶/۷۴، ۹/۶۶، ۱۲/۴ و ۱۵/۰۱ دسی‌زیمنس بر متر قرار گرفته بودند، گزارش دادند که رشد اندام هوایی و وزن خشک ساقه‌چه در سطح شوری ۱۵/۰۱ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۷۵ درصد کاهش یافته است. کاهش عملکرد در شرایط شوری احتمالاً به علت تغییر در انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به ریشه‌ها، کاهش رشد بخش هوایی (به ویژه برگ‌ها) و یا به دلیل بسته شدن جزئی یا کلی روزه‌ها یا به علت اثر مستقیم نمک بر سیستم فتوسنتزی و یا تأثیر بر توازن یونی در گیاهان است (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰). این در حالی است که کاهش عملکرد در تیمارهای یک سوم شور و یک در میان مکانی به نسبت، کمتر از دو تیمار دیگر بود. به نظر می‌رسد تیمارهای یک سوم شور و یک در میان مکانی هر کدام با بهره‌گیری از تکنیک منحصر به فرد خود در نحوه‌ی استفاده از آب شور توانسته‌اند با وجود کاربرد آب شور در آبیاری‌ها، اثر منفی ناشی از پتانسیل اسمزی وارده به گیاه را کاهش داده و نسبت به روش‌های قدیمی‌تر (یک در میان زمانی و مخلوط)، دارای برتری باشند.

در تیمار یک سوم شور، اولاً تلفات نفوذ عمقی بیشتر از سهم آب شور بوده است ثانیاً، در قسمت فوقانی ستون خاک که تراکم ریشه در آن بیشتر است به دلیل جایگزینی آب شیرین با آب شور، گیاه در معرض تنش شوری کمتری قرار گرفته است. در نتیجه، افت محصول نسبت به استفاده‌ی کامل از آب شور به نسبت قابل توجهی کاهش یافته است. تیمار یک در میان مکانی نیز با اعمال تنش شوری منحصر به فرد خود بر ریشه‌ی گیاه دارای سازوکاری همانند روش کم آبیاری ناقص ریشه است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها در صفت ارتفاع گیاه نیز برتری دو تیمار یک سوم شور و یک در میان مکانی را نسبت به دو تیمار دیگر نشان داد. مقدار افت ارتفاع گیاه در این دو تیمار به ترتیب برابر ۱۰/۸ و ۵ درصد بود این در حالی است که افت در دو تیمار یک در میان زمانی و مخلوط به ترتیب برابر با ۲۳/۳ و ۱۵/۸ درصد بود. سینگ و سینگ<sup>۲</sup> (۱۹۹۴) در بررسی تأثیر شوری بر گیاهان مختلف، کاهش ارتفاع در شرایط شور را گزارش کردند. میرمحمدی میبیدی و قره یاضی (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که در شرایط تنش شوری کاهش تقسیم و طولیل شدن سلولی اتفاق می‌افتد که باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد که در نهایت موجب کاهش وزن ساقه و کاهش ماده خشک می‌شود.

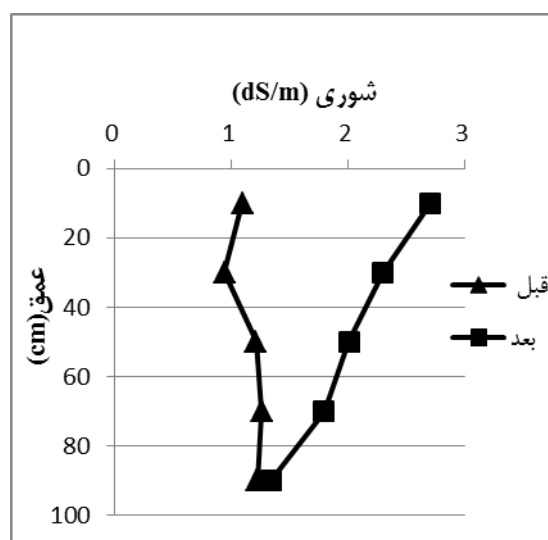
1 - Netondo et al.

2 - Singh and Singh

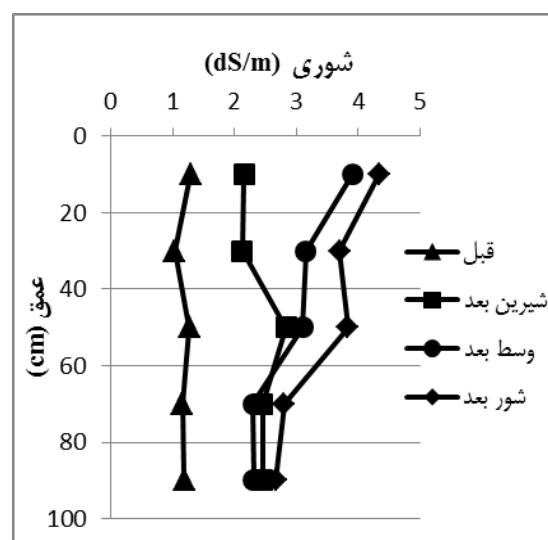
قائدی و همکاران: مقایسه‌ی روش‌های تلفیق آب شور و غیر شور در...

عملکرد مطلوبی داشت (شکل ۸)، به طوری که هدایت الکتریکی لایه های سطحی (۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی متری) را نزدیک به دو و نیم دسی‌زیمنس بر متر و هدایت الکتریکی لایه‌ی ۴۰-۶۰ سانتی متری را زیر دو دسی‌زیمنس بر متر نگهداشته است که بسیار قابل توجه است. در مقایسه‌ی بین دو تیمار دیگر نیز، در لایه‌ی ۰-۲۰ سانتی متری تیمار یک در میان زمانی دارای عملکرد بهتری نسبت به تیمار مخلوط بود اما در لایه‌های ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی متری تیمار مخلوط بهتر از تیمار یک در میان زمانی عمل کرد.

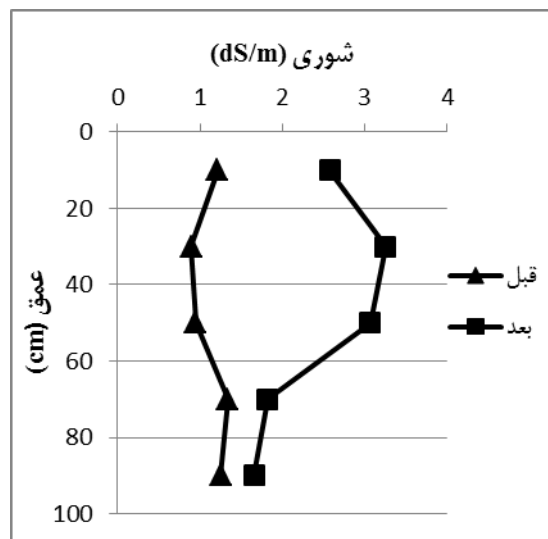
مشاهده می‌شود در اعماق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی متری، شوری برجامانده در پشته با میانگین ۳/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر، تمایل به سمت نتایج جویچه‌ی شور دارد، ولی در عمق ۴۰-۶۰ سانتی متری نتیجه برعکس و نتایج شوری خاک به نتایج تیمار جویچه‌ی شیرین نزدیک‌تر شد. هرچند به دلیل شرایط جوی و تبخیر زیاد در منطقه، لایه‌های سطحی در تمامی تیمارها، دارای شوری بیشتری بودند اما به نظر می‌رسد بررسی تأثیرگذاری هر یک از جبهه‌های شوری وارد شده به پشته در این تیمار به آزمایش‌های بیشتری احتیاج دارد. تیمار یک سوم شور نیز در برجا نگذاشتن املاح در پروفیل خاک نیز،



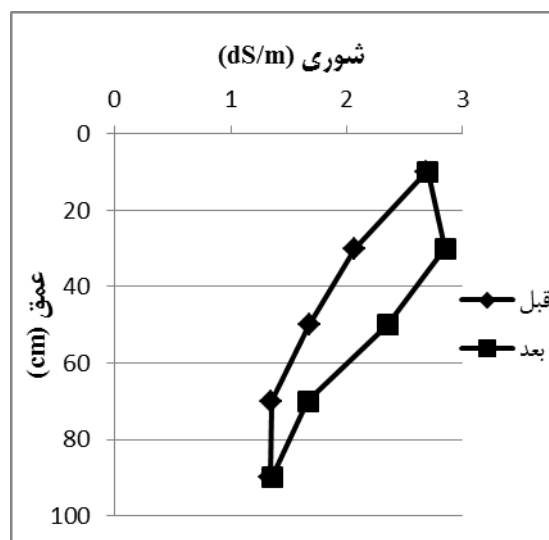
شکل ۸- شوری عصاره اشباع خاک قبل و بعد از اعمال تیمارها مربوط به تیمار یک سوم شور



شکل ۹- شوری عصاره اشباع خاک قبل و بعد از اعمال تیمارها مربوط به تیمار یک در میان زمانی



شکل ۱۰- شوری عصاره اشباع خاک قبل و بعد از اعمال تیمارها مربوط به تیمار یک در میان مکانی



شکل ۱۱- شوری عصاره اشباع خاک قبل و بعد از اعمال تیمارها مربوط به تیمار مخلوط

مختلف دیگر احساس می‌شود اما به نظر می‌رسد تیمارهای یک سوم شور و یک در میان مکانی هر کدام با بهره‌گیری از روش منحصر به فرد خود در نحوه‌ی استفاده از آب شور توانسته‌اند با وجود کاربرد آب شور در آبیاری‌ها، اثر منفی ناشی از پتانسیل اسمزی وارده به گیاه را کاهش داده و نسبت به روش‌های قدیمی‌تر (یک در میان زمانی و مخلوط)، دارای برتری باشند.

به نظر می‌رسد تیمار یک در میان مکانی، دارای سازوکاری شبیه به روش کم آبیاری ناقص ریشه باشد. در روش کم آبیاری ناقص ریشه قسمتی از ریشه که در منطقه تنش‌دار خاک قرار دارد با افزایش تولید هورمون ابسیک اسید و انتقال آن به اندام هوایی

### نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این مقاله، عملکرد دو تیمار یک در میان مکانی و یک سوم شور در تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده بسیار ایده‌آل گزارش می‌شود، به طوری که در سه صفت وزن خشک برگ، ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار نشان ندادند و در دو صفت وزن خشک ساقه و وزن خشک کل اندام هوایی پس از تیمار شاهد بهترین عملکرد را دارا بودند. این دو تیمار در تعدیل املاح در انتهای فصل نیز نتایج قابل تاملی از خود برجا گذاشتند. هر چند ضرورت تحقیق بیشتری در شرایط جوی و گیاهان

قائدی و همکاران: مقایسه‌ی روش‌های تلفیق آب شور و غیر شور در...

صفات ضعیف‌ترین عملکرد مربوط به تیمار مخلوط و پس از آن مربوط به تیمار یک در میان زمانی بود. حتی در تیمار یک سوم شور نیز افت محصول نسبت به تیمار شاهد بیشتر از افت محصول تیمار یک در میان مکانی نسبت به شاهد بود. به نظر می‌رسد دلیل موفقیت تیمار یک در میان مکانی عدم اختلاط آب شور و شیرین در آن باشد. در پایان توصیه می‌شود آزمایش‌های بیشتری تحت شرایط اقلیمی و خاک و گیاهان مختلف دیگری تکرار شود. همچنین به دلیل وجود سطح ایستابی کنترل شده توسط زهکش‌های زیرسطحی مزرعه، از تحلیل شوری در نواحی نزدیک به سطح ایستابی ممانعت به عمل آمد، لذا پیشنهاد می‌گردد آزمایش‌هایی در شرایط متفاوت با این پژوهش تکرار شود و نحوه‌ی آبشویی املاح تا زیر منطقه ریشه‌ی گیاه مورد بررسی قرار گیرد.

باعث کاهش هدایت روزنه‌ای شده و در نتیجه کارایی مصرف آب را افزایش داده و نهایتاً موجب افزایش محصول می‌شود، با این تفاوت که در تیمار یک در میان مکانی تنش وارد شده به گیاه از نوع تنش شوری است. از طرفی، نتایج شوری برجامانده در انتهای فصل در هر جویچه نشان داد، در تیمار یک در میان مکانی آب‌های شور و شیرین در عمق خاک با هم مخلوط نشده‌اند و این موضوع باعث می‌شود، دو حالت تنش و عدم تنش در دو طرف ریشه برقرار باشد.

به جز در تیمار یک در میان مکانی، در دیگر تیمارها به نوعی (یا قبل از آبیاری و یا پس از آن) اختلاطی بین آب شور و غیر شور صورت می‌گرفت. چنانچه این اختلاط حتی درون خاک نیز رخ دهد موجب افت محصول خواهد شد و هر چه مقدار این اختلاط شدیدتر باشد افت محصول بیشتر خواهد بود. به عنوان مثال در بسیاری از

### منابع

- ۱- احسانی، م. و ه. خالدی. ۱۳۸۲. شناخت و ارتقاء بهره‌وری آب در کشاورزی به منظور تامین امنیت آبی و غذایی کشور. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. دی ماه، تهران.
- ۲- بریم نژاد، و. و غ. پیکانی. ۱۳۸۳. تأثیر بهبود راندمان آبیاری در بخش کشاورزی بر افزایش سطح آبهای زیرزمینی. مجله اقتصاد و توسعه، ۴۷: ۶۹-۹۰.
- ۳- بهادرخواه، ف. و س. ع. کاظمینی. ۱۳۹۳. اثر شوری و روش کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن دانه دو رقم گلرنگ. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۲): ۲۶۴-۲۷۲.
- ۴- چرم، م. دیناروند، ج. و س. جعفری. ۱۳۸۷. بررسی اختلاط آب آبیاری و زه آب مزارع نیشکر در تغییر خصوصیات شیمیایی خاک. دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. بهمن ماه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۵- حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، ۱۹۰ صفحه.
- ۶- قائدی، س. و پ. افراسیاب. ۱۳۹۳. ارائه‌ی راهکاری موثر در چگونگی کاربرد آب شور جهت مقابله با بحران آب. دومین همایش بحران آب (تغییر اقلیم، آب و محیط زیست). شهریور ماه، دانشگاه شهرکرد.
- ۷- معمار باشی، پ. و ف. شیدایی. ۱۳۹۱. آبهای غیرمعارف فرصتی جهت تقویت منابع آبی و دستیابی به امنیت غذایی. اولین همایش ملی بیابان. خرداد ماه، دانشگاه تهران.
- ۸- مولوی، ح. محمدی، م. و ع. م. لیاقت. ۱۳۹۱. اثر مدیریت آب شور طی دوره رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و پروفیل شوری خاک. مجله‌ی علوم و مهندسی آبیاری. ۳۵ (۳): ۱۸-۱۱.
- ۹- نصراصفهان‌ی، ا. و ن. ا. گلچین. ۱۳۸۷. برآورد کارایی مصرف آب محصولات زراعی در دشت برخوردار اصفهان و دشت گرگان و گنبد. تهران: مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی - مدیریت امور پردازش و تنظیم یافته‌های تحقیقاتی. ۴۷ صفحه.

10- Abdelgawad, G. and A. Ghaibeh. 2001. Use of low quality water for irrigation in the Middle East. In: Proceeding of the Symposium on the Sustainable Management of Irrigated Land for Salinity and Toxic Elements Control, US Salinity Laboratory Riverside California, 25-27/6/2002, pp. 20-25.

11- Bradford, S. and J. Letey. 1993. Cycling and blending strategies for using saline and non-saline waters for irrigation. Irrigation Science, 13: 123-128.

- 12- Chauhan, R. R., Chaudhary, R., Singh, A. and P. K. Singh. 2012. Salt tolerance of Sorghum bicolor cultivars during germination and seedling growth. *Research Journal of Recent Sciences*, 1(3): 1-10.
- 13- Davies, W. J. and J. H. Zhang. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 42: 55-76.
- 14- Feizi, M. M., Hajabbasi, A. and B. Mostafazadeh-fard. 2010. Saline irrigation water management strategies for better yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in an arid region. *Australian journal of Crop Science*, 4: 408- 414.
- 15- Gowing, J. W., Rose, D. A. and H. Ghamarnia. 2009. The effect of salinity on water productivity of wheat under deficit irrigation above shallow groundwater. *Agricultural Water Management*, 96: 517– 524.
- 16- Karimi, H. 2003. Wheat. University press center, 599 p.
- 17- Mirmohammadi maebodi, S. and B. Ghareyazi. 2002. Breeding and physiological aspects of salinity in plant. Isfahan University of Technology press, 274 p.
- 18- Murtaza, G., Ghafoor, A. and M. Qadir. 2005. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton–wheat rotation. *Agricultural Water Management*, 81: 98–114.
- 19- Netondo, G. W., Onyango, J. C. and E. Beck. 2004. Sorghum and salinity: I. Response of growth, water relations, and ion accumulation to NaCl salinity. *Journal of Crop Science*, 44:797–805.
- 20- Pasternak, D., De Malach, Y. and J. Borovic. 1986. Irrigation with brackish water on production of processing tomatoes (*Lycopersicon esculantum* Mill). *Agricultural Water Management*, 12: 149–158.
- 21- Rajinder, S. 2003. Simulations on direct and cyclic use of saline waters for sustaining cotton–wheat in a semi-arid area of north-west India. *Agricultural Water Management*, 66: 153–162.
- 22- Shahnazari, A., Ahmadi, S. H., Laerke, P. E., Liu, F., Plauborg, F., Jacobsen, S., Jensen, C. R. and M. N. Andersen. 2009. Nitrogen dynamics in the soil-plant system under deficit and partial root-zone drying irrigation strategies in potatoes. *Journal of Agronomy*, 28: 65–73.
- 23- Singh, B. R. and D. P. Singh. 1994. Effect of moisture stress on morphological parameters and productivity of poaceous crops. *Agro Botanical Publishers India, Bikaner*, 18: 241-246.