Archive of SID

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۲۴۰-۲۲۷

بررسی مدیریت‌های مختلف تلفیق آب شور و غیر شور بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای و توزیع شوری در نیم‌رخ خاک

سعید قائدی[۱]، پیمان افراسیاب[۲]*، معصومه دلبری[۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه آب، دانشگاه زابل

۲ و ۳. دانشیار و عضو هیئت علمی، گروه آب، دانشگاه زابل

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۲۷

چکیده

آب‌های شور و لب‌شور جزء آب‌های نامتعارف‌اند. در حال حاضر، به چندین روش برای استفاده از آب شور در آبیاری‌ها توجه می‌شود. در پژوهش حاضر با هدف مقایسهٔ روش‌های موجود و ارائهٔ راهکاری نو در چگونگی تلفیق آب شور و غیر شور گیاه سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید در شرایط مزرعه‌ای کشت شد. تیمارها شامل تیمار شاهد، تیمار یک‌دوم شور، یک‌درمیان زمانی، یک‌درمیان مکانی، مخلوط و تیمار شاهد شور بود. در هر یک از تیمارهای یادشده، نیمی از آب مورد نیاز آبیاری، با آب شور و نیمی دیگر، با آب شیرین تأمین شد. نتایج نشان داد پس از تیمار شاهد، بهترین عملکرد هم از نظر شاخص‌های زراعی و هم از نظر تعدیل نمک، مربوط به تیمار یک‌درمیان مکانی است، به‌طوری که در سه صفت وزن خشک برگ، شاخص سطح برگ و ارتفاع اندام هوایی، تیمار یک درمیان مکانی با تیمار شاهد تفاوت معناداری در سطح اطمینان ($p \leq \%5$) نشان نداد. همچنین، در نتایج تعدیل املاح پروفیل خاک در تیمار یک‌درمیان مکانی، تعدیل املاح جویچهٔ شیرین، بسیار مشابه تیمار شاهد و نتایج مربوط به جویچهٔ شور شباهت زیادی به تیمار کاملاً شور داشت که نشان‌دهندهٔ مختلط‌نشدن آب شور و شیرین در پروفیل خاک است. در یک ارزیابی کلی پس از تیمار شاهد، به‌ترتیب تیمارهای یک‌درمیان مکانی، یک‌دوم شور، یک‌درمیان زمانی و تیمار مخلوط، به‌عنوان برترین روش‌های تلفیقی در حوزهٔ استفاده از آب شور و غیر شور معرفی شد.

کلیدواژه‌ها: آبیاری تلفیقی، آب نامتعارف، بحران آب، پروفیل خاک، شوری

* نویسنده مسئول

Email: p_afrasiab@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مشکلات مربوط به کم‌آبی، نگرانی‌های منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای فراوانی به‌وجود آورده است. این نگرانی در کشورهای دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک بیشتر به چشم می‌خورد. تقریباً، ۷۵ درصد از آب شیرین جهان در بخش کشاورزی مصرف می‌شود (۲۵). در ایران اصلی‌ترین مصرف‌کنندهٔ آب، بخش کشاورزی است (۱ و ۱۰)، به نظر می‌رسد چنانچه مصرف آب در این بخش مهار شود، بحران آبی پیش رو را نیز می‌توان کنترل کرد (۵).

برای مدیریت این بحران، باید نگرش به مدیریت آب تغییر کند (۴). در دهه‌های اخیر، به استفاده از آب‌های نامتعارف در حوزهٔ کشاورزی، به‌عنوان یکی از الگوهای برتر مدیریتی، توجه شده است. یکی از آب‌های نامتعارف، آب‌های شور و لب‌شور است. به‌طبع، استفاده از این نوع آب‌ها، حتی برای گیاهان مقاوم به شوری نیز، علاوه بر کاهش محصول، مشکلات دیگری مانند شور و نامرغوب شدن اراضی را در پی خواهد داشت (۱۱). به همین منظور، پژوهش‌ها و ایده‌های فراوانی مطرح و اجرا شده است؛ تلفیق آب شور و غیر شور به‌معنای استفادهٔ هم‌زمان از آب شور و شیرین است، به گونه‌ای که آثار غلظت نمک در آب آبیاری کاهش یابد (۶). هر چند به‌کارگیری روش یادشده محدودیت‌هایی دارد، در صورت مدیریت و اجرای صحیح آن، می‌تواند یک راه حل کارآمد در استفاده از آب‌های شور و لب‌شور در کشاورزی باشد. برخی دانشمندان بهترین راه حل در استفادهٔ تلفیقی از آب شور و غیر شور را اختلاط آب‌های شور و شیرین قبل از آبیاری‌ها، به‌منظور داشتن آبی با هدایت الکتریکی کمتر معرفی کرده‌اند (۶). محققان نخستین‌بار منحنی‌هایی ارائه دادند که توسط آنها می توان نسبت اختلاط آب شور و شیرین را با توجه به نوع گیاه به دست آورد (۱۶). تحقیقات بعدی نشان داد مخلوط‌کردن آب شور و شیرین قبل از آبیاری‌ها، می‌تواند جایگزینی مناسب در آبیاری‌های تحت شرایط شور باشد (۱۲، ۱۷، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۶، ۳۰). اما عده‌ای از دانشمندان اختلاط آب شور و غیر شور را مؤثر نمی‌دانند، در عوض استفادهٔ تناوبی از آب شور و لب‌شور را بررسی کرده‌اند (۱۹، ۲۳، ۲۷، ۲۸). این روش به دو صورت زمانی و دوره‌ای قابل اجراست. در متناوب زمانی، آبیاری یک بار با آب شور و بار دیگر با آب شیرین صورت می‌پذیرد، اما در متناوب دوره‌ای، به‌جز در مراحل حساس رشد گیاه، از آب شور استفاده می‌شود. محققان برای نخستین‌بار، گزارشی مبنی بر استفادهٔ دوره‌ای از آب شور و غیر شور، بر کشت پنبه ارائه کردند (۲۸). در ادامه، به روش استفادهٔ تناوبی از آب شور به‌دلیل راحتی و بی‌نیازی به سازه‌های اختلاط آب، بیشتر توجه شد. به هرحال، این سه روش به‌عنوان مدیریت‌های اعمالی برای مقابله با مشکلات یادشده ارائه می‌شود. در ادامه، محققان اثر تلفیق آب‌های شور و شیرین در اراضی شور با مدیریت‌های عنوان‌شده (مخلوط، متناوب دوره‌ای و متناوب یک‌درمیان زمانی)، روی خاک و گیاه را بررسی کردند (۱۴). نتایج این مطالعات نشان داد تلفیق آب‌های شور و شیرین، علاوه بر اصلاح اراضی سبب افزایش تراکم بوته‌ها و عملکرد محصول شده است. همچنین، برخی راهکارهای استفاده از آب شور را انتخاب رقم‌های گیاهی مقاوم به شوری، استفاده از آب شور در مراحلی از رشد که گیاه حساسیت کمتری به شوری از خود نشان می‌دهد و اختلاط آب شور و شیرین برای داشتن آب با هدایت الکتریکی بهتر دانستند (۱۳).

در این میان، محققان طی آزمایشی روی گیاه ذرت گزارش کردند که چنانچه ابتدا از آب شور برای خیس‌کردن زمین و سپس، از آب شیرین به‌منظور آبیاری استفاده شود، تلفات آب، بیشتر سهم آب شور خواهد بود و گیاه از آب شیرین بیشتری بهره خواهد برد (۸). این

www.SID.ir

Archive of SID

روش، که به روش نیم‌درمیان نام‌گذاری شد، در هر آبیاری نیمی از حجم آب مورد نیاز گیاه با آب شور تأمین می‌شود و بلافاصله پس از نفوذ آب شور، نیمی دیگر با آب شیرین آبیاری می‌شود. به‌نظر می‌رسد در این شرایط، در قسمت فوقانی ستون خاک، که تراکم ریشه در آن بیشتر است، به‌دلیل جایگزینی آب شیرین با آب شور، گیاه در معرض تنش شوری کمتری قرار خواهد گرفت و علاوه بر استفادهٔ مستمر گیاه از آب شیرین، اُفت محصول و شورشدن لایه‌های سطحی خاک نیز نسبت به استفادهٔ کامل از آب شور به میزان درخور توجهی کاهش می‌یابد. این فرضیه توسط آزمایشی دیگر نیز دوباره اثبات شد (۹).

هدف پژوهش حاضر، مقایسهٔ همهٔ روش‌های یادشده و ارائهٔ یک راهکار کاربردی دیگر در چگونگی تلفیق آب شور و غیر شور است. گیاه سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید در شرایط مزرعه‌ای کشت شد. گیاهان تحت تیمارهای مختلف تلفیق آب شور و غیر شور قرار گرفتند. تیمارها شامل تیمارهای شاهد (۱۰۰ در صد شیرین)، یک‌دوم شور (نیم‌درمیان)، یک‌درمیان زمانی، یک‌درمیان مکانی، مخلوط و تیمار ۱۰۰ درصد شور است.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در بهار ۱۳۹۲ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زابل واقع در سد سیستان، که زهکش‌های زیرسطحی با عمق ۱/۸ متری داشت، انجام شد. زهکش‌ها به‌صورت کنترل‌شده مدام سطح آب زیرزمینی را در عمق یک متری نگاه می‌داشتند (۶). اقلیم منطقه گرم و خشک و دارای تابستان‌های گرم همراه با باد شدید و زمستان‌های سرد و خشک است (۵). برخی خصوصیات خاک مزرعه در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. آب شیرین مورد نیاز از کانال‌های منشعب‌شده از رودخانه تأمین شد. هدایت الکتریکی آب رودخانه به‌صورت میانگین طی دورهٔ آزمایش برابر با ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. برخی خصوصیات آب رودخانه در جدول ۳ دیده می‌شود. همچنین، داخل مزرعه چاهی کم‌عمق وجود داشت که به‌دلیل کشت زمین‌های اطراف چاه و آبیاری این اراضی، EC چاه در ماه‌های مختلف سال متغیر بود. EC در فصل سرد سال کمترین مقدار، و در تابستان به بیشترین مقدار خود و برابر با ۱۹ dS/m می‌رسید. میانگین هدایت الکتریکی آن طی دورهٔ آزمایش حاضر برابر با ۱۵ dS/m بود. برخی خصوصیات شیمیایی آب چاه در جدول ۳ آمده است.

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه‌های خاک مزرعه

عمق (cm)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت	ρb(g/cm3)	EC (dS/m)	PH
۲۰-۰	۵٤/۸۰	۳۱/۰۰	۱٤/۲۰	لوم شنی	۱/۵۹	۱/۳۸	۸/۰۱
٤۰-۲۰	۵۸/۷٦	۲۷/۰۸	۱٤/۱٦	لوم شنی	۱/٦۰	۱/۳٤	۸/۲٦
٦۰-٤۰	٤۵/۷٦	۳۹/۰٤	۱۵/۲۰	لوم		۱/۲٦	۸/۲۵
۸۰-٦۰	۵۱/۷٦	۳۹/۰٤	۹/۲۰	لوم شنی		۱/۳٤	۸/۲۱
۱۰۰-۸۰	۵۷/۷۹	۳۲/۰٤	۱۰/۲۰	لوم شنی		۱/۳۵	۸/۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. برخی خصوصیات شیمیایی خاک منطقهٔ ریشه

	PH	EC (dS/m)	O.C (%)	K (ppm)	P (ppm)	T.N (ppm)
خاک منطقهٔ ریشه	۸/۲۰	۱/۳۶	۰/۱۱	۳۸/۵۲	۳/۲۰	۰/۰۱

جدول ۳. میانگین برخی ترکیبات آب رودخانه و چاه

			میلی‌اکی‌والان در لیتر (meq/l)						
	EC (ds/m)	PH	Ca2	Mg2+	Na2+	K+	HCO3-	CL-	SO42
آب رودخانه	۱/۲۴	۷/۸۵	۳/۰۰	۴/۰۰	۵/۷۸	۰/۰۷	۵/۰۰	۴/۰۰	۳/۸۷
آب چاه	۶/۰۰	۶/۹۸	۵/۵۰	۱۳/۰۰	۴۶/۸۰	۰/۴۵	۱۳/۰۰	۲۸/۵۰	۲۵/۰۰

آزمایش حاضر در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با شش تیمار و در هر تیمار سه تکرار، به انجام رسید. کرت‌ها با ابعاد ۳×۲/۷ متر با فواصل دومتری در تیمارها و یک متری در تکرارها اختیار شد. هر کرت با فواصل ۶۰ سانتی‌متری شیاربندی و هر یک چهار ردیف کشت داشت. به‌دلیل شرایط مزرعهٔ آزمایشی، که از سیستم زهکشی کنترل‌شده بهره می‌برد و سطح ایستابی را در عمق یک‌متری نگه می‌داشت، برای تعیین حجم آب مورد نیاز هر کرت، عمق توسعهٔ ریشه در همهٔ طول فصل معادل ۰/۸ متر در نظر گرفته شد. این عدد به‌دست‌آمده از حفر بیش از ۲۰ چاهک مشاهده‌ای در مزرعهٔ آزمایشی است. در همهٔ چاهک‌های حفرشده مشاهده شد رطوبت خاک در لایهٔ ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری بالای سطح ایستابی در حد اشباع نگه داشته می‌شود که متأثر از سطح ایستابی کنترل‌شده بود. ثابت نگه‌داشتن عمق توسعهٔ ریشه طی فصل، به‌دلیل تلاش برای یافتن پاسخ به چگونگی تعدیل املاح در هر یک از تیمارهای یادشده بود. از این‌رو، حجم آب داده‌شده برای همهٔ تیمارها طی فصل، یکسان در نظر گرفته شد. حجم آب مورد نیاز هر کرت با توجه به ابعاد آنها و تخلیهٔ مجاز رطوبتی ۵۵ درصدی برای سورگوم علوفه‌ای، ۴۲۹ لیتر تعیین شد (بدون درنظرگرفتن نیاز آبشویی). درنظرنگرفتن نیاز آبشویی به آن دلیل بااهمیت است که در همهٔ تیمارهای موجود، تمامی آب داده‌شده به هر کرت در عمق خاک باقی می‌ماند و با وجود جابه‌جایی آب غیر شور با آب شور در تیمارهای مختلف، چگونگی برجاگذاشتن نمک در هر تیمار به‌خوبی مشخص خواهد شد (قائدی و همکارانش، ۱۳۹۴). آبیاری‌ها با دور ثابت و هر ده روز یک‌بار به‌وسیلهٔ تانکر صورت پذیرفت. حجم آب ورودی توسط کنتور اندازه‌گیری شد. بذرهای گیاه سورگوم علوفه‌ای با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع کشت شد. نیاز غذایی خاک مطابق عرف منطقه و توصیهٔ جهاد کشاورزی منطقه به‌صورت ۲۷۰ کیلوگرم کود اوره،۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار بود که براساس سطح کرت‌ها به خاک اضافه شد. کودهای فسفات و پتاس و یک‌سوم کود اوره در زمان کاشت و باقی کود اوره در زمان پنج تا هفت برگی شدن بوته‌ها استفاده شد.

تیمارها از مرحلهٔ پنج‌برگی‌شدن بوته‌ها و پس از سه آبیاری با آب شیرین، اعمال شد. تیمارهای بررسی‌شده شامل موارد زیر بود:

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

۲. تیمار یک‌دوم شور (نیم‌درمیان): در این تیمار در هر

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری، نیمی از آب آبیاری با آب شور و نیمی دیگر، بلافاصله پس از نفوذ نیم اول با آب شیرین تکمیل شد.

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

۴. تیمار یک‌درمیان مکانی: در این تیمار، در هر آبیاری، به‌صورت یک‌درمیان، در یک جویچهٔ آب شیرین و در جویچهٔ دیگر با آب شور آبیاری شد.

۵. تیمار مخلوط: در این تیمار، آب شور و شیرین ابتدا درون تانکر با هم مخلوط و سپس استفاده شد.

۶. تیمار شور: در این تیمار، طی تمام فصل رشد، آبیاری با آب شور چاه صورت پذیرفت.

قبل از اعمال تیمارها از همهٔ کرت‌ها تا عمق یک‌متری، پنج نمونه خاک با فواصل ۲۰ سانتی‌متری با آگر برداشت و برای تعیین شوری به آزمایشگاه منتقل شد. در انتهای فصل کشت (پس از برداشت محصول) همین عمل تکرار شد. در تیمار یک‌درمیان مکانی از هر کرت سه نمونه برداشته شد (یکی مربوط به جویچهٔ آب شور، یکی مربوط به جویچهٔ آب شیرین و دیگری مربوط به پشتهٔ میان این دو). پس از عصاره‌گیری از نمونه خاک‌های برداشت‌شده، تغییرات شوری پروفیل خاک مربوط به قبل و بعد از اعمال تیمارها، تجزیه و تحلیل شد. همچنین، میانگین شوری هر نیم‌رخ به طریق زیر محاسبه شد (۳).

$$dS/m = \frac{\sum di.Si}{D} \qquad (1)$$

در رابطهٔ ۱ di: ضخامت لایهٔ i ام به سانتی‌متر، Si: شوری لایهٔ i ام برحسب dS/m و D: ضخامت کل نیم‌رخ خاک.

در زمان برداشت محصول، از وسط هر کرت به مساحت ۲/۴ مترمربع بوته‌ها درو و برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد به آزمایشگاه منتقل شد. صفات زراعی اندازه‌گیری شامل، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، شاخص سطح برگ و ارتفاع اندام هوایی است. در انتها، نتایج با نرم‌افزار SPSS تحلیل آماری و توسط آزمون دانکن در سطح معناداری پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

برای مقایسهٔ روش‌های تلفیقی ارائه‌شده، صفات زراعی اندازه‌گیری‌شدهٔ گیاه سورگوم علوفه‌ای و تغییرات شوری خاک در اعماق مختلف، تجزیه و تحلیل شد. نتایج تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده به‌طور خلاصه در جدول ۴ و نتایج مقایسهٔ میانگین در شکل ۱ آورده شده است. همچنین، شکل ۲ نیز چگونگی پراکنش و تعدیل املاح در قبل و بعد از اعمال تیمارها را بررسی می‌کند.

جدول ۴. تجزیهٔ واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سورگوم علوفه‌ای

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		وزن خشک اندام هوایی (kg/ha)	وزن خشک ساقه (kg/ha)	وزن خشک برگ (kg/ha)	شاخص سطح برگ	ارتفاع (cm)	قطر (cm)
تکرار	۲	۰/۰۵۷^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۰۵۷^{ns}	۴۸/۲۲۲^{ns}	۰/۰۵۱^{ns}
تیمار	۵	۳/۵۵۸**	۱/۴۵۹**	۰/۶۱۱**	۰/۶۲۲**	۶۱۷/۷۸۹**	۰/۰۱۷^{ns}
خطا	۱۰	۰/۰۳۶	۰/۰۳	۰/۰۲۹	۰/۰۶۴	۵۱/۹۵۶	۰/۰۰۷

**. معناداری در سطح یک درصد؛ *. معناداری در سطح پنج درصد و ns. نبود تفاوت معنادار.

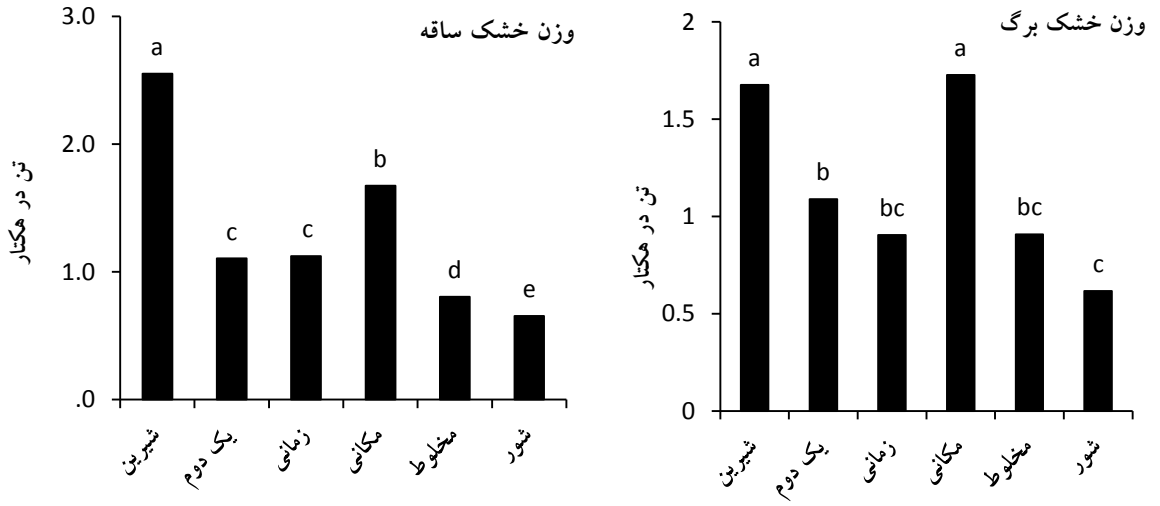
www.SID.ir

Archive of SID

نتایج اجزای عملکرد

همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، تیمارهای تلفیقی روی وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی و شاخص سطح برگ در سطح یک درصد تفاوت معناداری داشته است. همچنین، نبود تفاوت معناداری در بین تکرارها نشان‌دهندهٔ وجود شرایط یکسان آزمایش در همهٔ تیمارهاست.

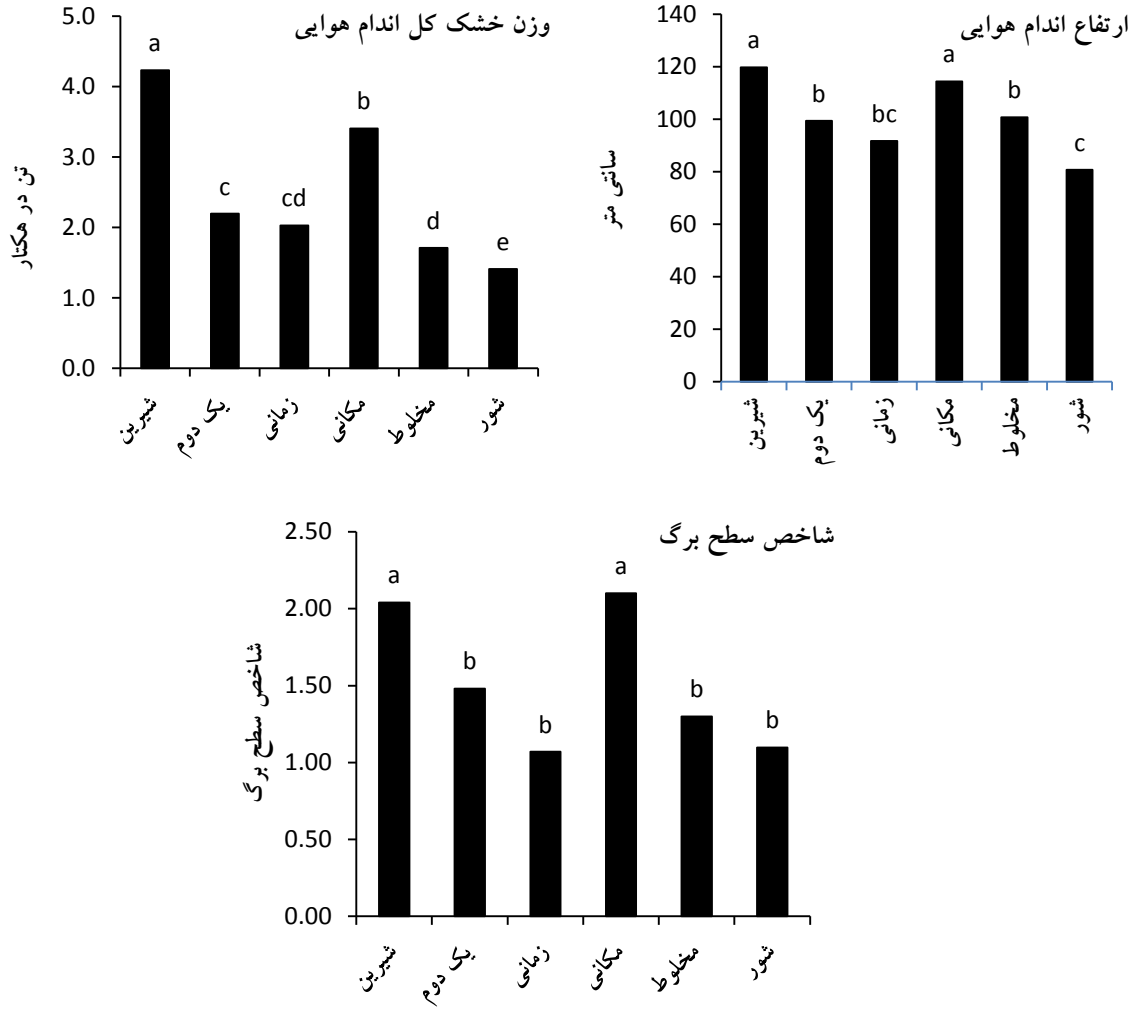
نتایج مقایسهٔ میانگین صفات یادشده با آزمون دانکن در سطح معناداری ($p \leq \%5$) در شکل ۱ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در بیشتر صفات اندازه‌گیری‌شده بیشترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد و کمترین عملکرد مربوط به تیمار شور بود. افت محصول در تیمار شور نسبت به تیمار شاهد در سه صفت وزن خشک برگ، ساقه و اندام هوایی به‌ترتیب برابر با ۶۳/۱، ۷۴/۵ و ۶۶/۷ درصد بود. طی مدت آزمایش حاضر این تیمار با آب چاهی، که هدایت الکتریکی ۱۵ dS/m داشت، آبیاری شد. دیانت مهارلویی و همکارانش طی آزمایشی با اعمال چهار سطح شوری روی سورگوم علوفه‌ای گزارش دادند که تنش شوری سبب کاهش معنادار ارتفاع ساقه و سطح برگ سورگوم شد و این کاهش در سطح ۱۵ dS/m شدیدتر بود (۲). به نظر می‌رسد تنش شوری واردشده از طریق آب آبیاری در این تیمار، سبب کاهش سطح برگ‌ها و ریزش آنها و در نتیجه سبب کاهش منبع فتوسنتزی شده و در نهایت، اُفت شدید محصول در این تیمار حادث شده است. یافته‌های دیگر محققان نیز کاهش رشد به‌دلیل افزایش شوری را تأیید می‌کند (۲۰ و ۲۹).



شکل ۱. مقایسهٔ میانگین اجزای عملکرد سورگوم علوفه‌ای در سطح معناداری پنج درصد

www.SID.ir

Archive of SID



ادامهٔ شکل ۱. مقایسهٔ میانگین اجزای عملکرد سورگوم علوفه‌ای در سطح معناداری پنج درصد

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تیمار شاهد در همهٔ صفات اندازه‌گیری‌شده بیشترین عملکرد محصول را داشت، اما در شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ شرایط به گونهٔ دیگری است. در مقایسهٔ میانگین مربوط به دو صفت وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ، بیشترین عملکرد مربوط به تیمار یک‌درمیان مکانی بوده و با تیمار شاهد تفاوت معناداری در سطح اطمینان ($p \leq \%5$) نشان نداد. این موضوع در روش‌های تلفیقی استفاده از آب شور، کمتر مشاهده شده است، به گونه‌ای که تا کنون در تحقیقات صورت‌گرفته در این حوزه افزایش سطح برگ و درنتیجه افزایش وزن خشک برگ به این مقدار بی‌سابقه است. به‌نظر می‌رسد تیمار یادشده با اعمال تنش شوری منحصربه‌فرد خود بر ریشهٔ گیاه، بیشترین تأثیر در تولید برگ و افزایش سطح آن دارد که در نتیجه موجب افزایش فتوسنتز و رشد گیاه شده است که تأثیر آن در آنالیز ارتفاعی گیاه نیز ملموس است. در این تیمار در هر نوبت آبیاری به‌صورت یک‌درمیان، در یک جویچهٔ آب شیرین و در جویچهٔ دیگر با آب شور آبیاری می‌شد. جویچهٔ آب

www.SID.ir

Archive of SID

شور تا انتهای فصل با آب شور آبیاری شد. به‌نظر می‌رسد تأثیرگذاری این نوع آبیاری بر گیاه دارای سازوکاری همانند روش کم‌آبیاری ناقص ریشه (PRD) باشد.

در روش آبیاری ناقص ریشه نیمی از سیستم ریشه کاملاً آبیاری شده و به میزان کافی آب دریافت می‌کند و نیمی دیگر تنش دارد و خشک باقی می‌ماند (۷). در چنین شرایطی قسمتی از ریشه که در منطقهٔ خشک قرار دارد، با افزایش تولید هورمون اسید آبسسیک و انتقال آن به اندام هوایی سبب کاهش هدایت روزنه‌ای می‌شود و در نتیجه کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهد و موجب افزایش محصول تولیدی می‌شود (۱۵). تیمار یک‌درمیان مکانی نیز به‌دلیل آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها با آب شور، قسمتی از ریشه را در معرض تنش (شوری) قرار داده و قسمتی دیگر را تحت شرایط بدون تنش قرار می‌دهد. هر چند نیاز به آزمایش‌های بیشتری با گیاهان مختلف دیگر احساس می‌شود، به‌نظر می‌رسد چگونگی پاسخ‌گویی گیاه به این تیمار، بسیار مشابه با روش آبیاری ناقص ریشه است و نتیجهٔ آن سبب افزایش عملکرد محصول در بسیاری از صفات می‌شود. این نتایج در منحنی‌های مربوط به وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، شاخص سطح برگ و وزن خشک کل گیاه به‌وضوح قابل رویت است (شکل ۱).

دو تیمار شاهد و یک‌درمیان مکانی در نتایج مربوط به ارتفاع اندام هوایی، تفاوت معناداری در سطح اطمینان پنج درصد از خود نشان ندادند. این در حالی است که در میزان کل کاه تولیدی بین این دو تیمار، تفاوت معناداری دیده شد. به‌طور کلی، در بین تیمارهای بررسی‌شده پس از تیمار شاهد، بهترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به تیمار یک‌درمیان مکانی بود.

در وزن خشک برگ بین تیمارهای یک‌درمیان زمانی و مخلوط با تیمار تمام‌شور تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین، در دو صفت وزن خشک ساقه، و کل کاه تولیدی بین تیمارهای یک‌دوم شور و مخلوط تفاوت معناداری در سطح معناداری پنج درصد مشاهده شد. نبود تفاوت معناداری بین دو تیمار یک‌درمیان زمانی و مخلوط در صفات وزن خشک برگ و وزن خشک اندام هوایی برتری نسبی تیمار یک‌دوم نسبت به دو تیمار یادشده را نشان می‌دهد. این نتایج با نتایج دیگر پژوهش‌ها همخوانی دارد (۸ و ۹). آنان ضمن برتر معرفی‌کردن تیمار یک‌دوم شور نسبت به دو تیمار مخلوط و یک‌درمیان زمانی عنوان کردند در تیمار یک‌دوم شور آب شیرین علاوه بر آبشویی، جایگزین آب شور می‌شود و با توجه به این نکته که ریشهٔ گیاه بیشتر در لایهٔ سطحی گسترده می‌شود دو عامل کم‌شدن شوری خاک و امکان دست‌یابی بیشتر گیاه به آب شیرین در لایهٔ سطحی، موجب جذب بیشتر آب و در نتیجه مصرف بیشتر آب توسط گیاه می‌شود. در تیمار متناوب یک‌درمیان و مخلوط، شوری لایهٔ سطحی مانع جذب آب و در نتیجه موجب کاهش تبخیر و تعرق شده است.

از طرفی، طبق نتایج مربوط به آزمایش حاضر بین تیمار یک‌درمیان زمانی و مخلوط در بیشتر صفات تفاوت معناداری مشاهده شد. بنابراین، به‌دلیل نبود تفاوت معناداری در بیشتر صفات، بین این دو تیمار و از سوی دیگر، به‌دلیل دردسرسازتر بودن و هزینه‌برتر بودن اجرای تیمار مخلوط در سطح وسیع مزرعه نسبت به تیمار یک‌درمیان زمانی، پژوهش حاضر نظر محققانی که در خصوص برتری تیمار یک‌درمیان زمانی نسبت به تیمار مخلوط اظهار نظر کرده‌اند را تأیید می‌کند (۱۸، ۱۹، ۲۴، ۲۷). در مجموع، می‌توان پس از تیمار شاهد و یک‌درمیان مکانی بهترین تیمارها را به‌ترتیب تیمار یک‌دوم شور، یک‌درمیان زمانی و مخلوط دانست. اما پژوهش حاضر همانند گزارش لیاقت و اسماعیلی (۱۳۸۲) ارجحیت تیمار یک‌دوم شور نسبت به دو تیمار دیگر را به‌طور مطلق گزارش نمی‌کند و به تحقیقات بیشتری نیاز دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

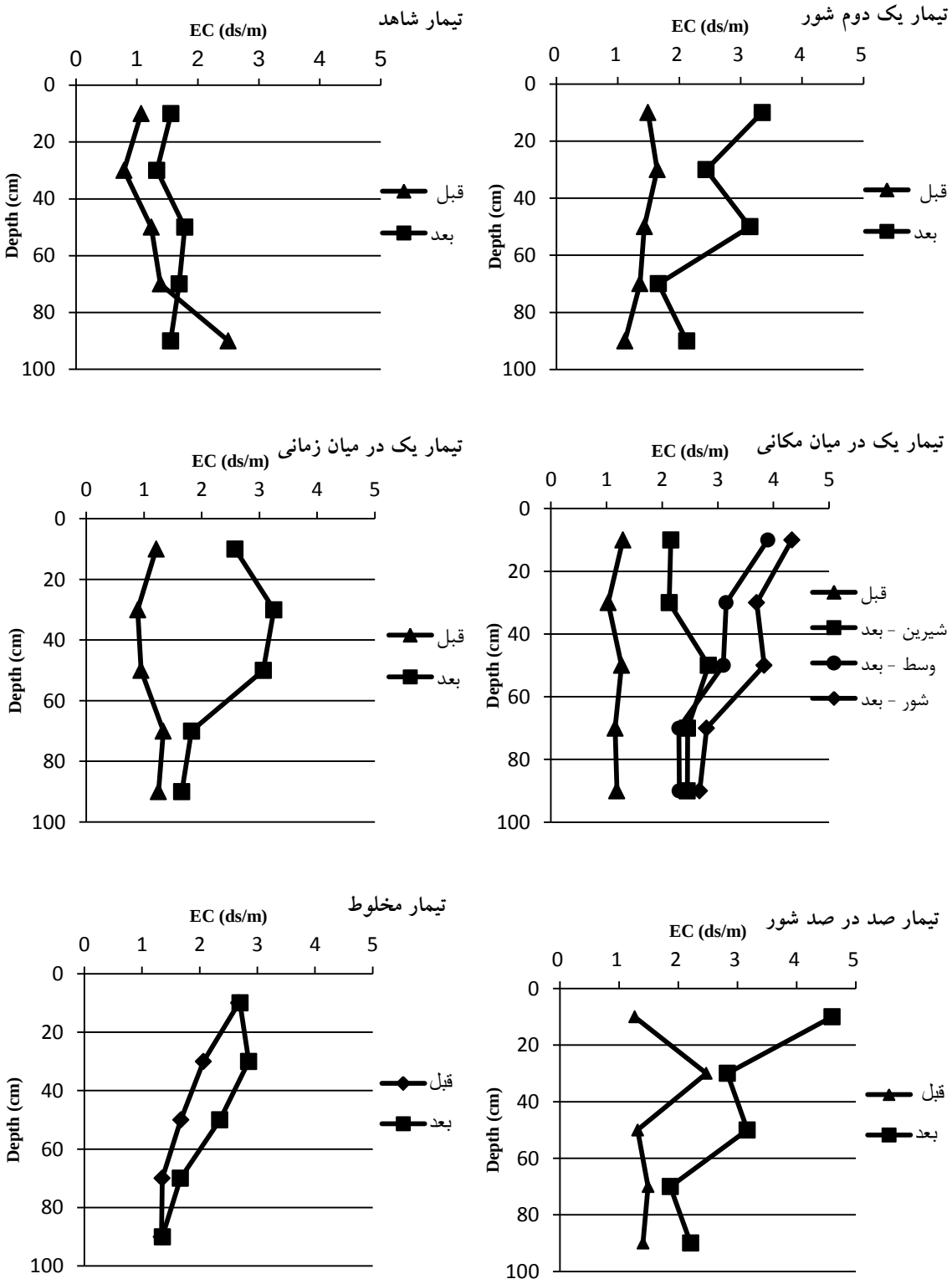
نتایج شوری خاک

از هر کرت، قبل و بعد از اعمال تیمارها تا عمق یک‌متری به فواصل ۲۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و عصاره‌گیری انجام شد. نتایج در شکل ۲ دیده است. همان‌گونه که گفته شد، زهکش‌های زیرسطحی مزرعه همواره سطح آب زیرزمینی را در عمق یک‌متری نگه می‌دارند. به‌دلیل کشت وسیعی که در سطح مزرعه انجام می‌شود و عمر ۲۶ سالهٔ این زهکش‌ها و شست‌وشویی که از پروفیل خاک مزرعه صورت گرفته است، زه‌آب خروجی از این زهکش‌ها طی سال همواره هدایت الکتریکی‌ای کمتر از ۳ ds/m را دارد، بنابراین با توجه به جریانات مویینگی متأثر از سطح ایستابی کنترل‌شده، هدایت الکتریکی لایه‌های زیرین خاک، همواره کمتر از ۳ ds/m است. همان‌گونه که در همهٔ تیمارها مشاهده می‌شود، EC اعماق ۶۰ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری از سطح 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 به تیمار شاهد مربوط است. این تیمار در طول پروفیل خاک میزان شوری خاک را زیر ۲ ds/m نگه داشته است. ضعیف‌ترین تیمار از این منظر، مربوط به تیمار کاملاً شور است. لایهٔ ۰ــ ۲۰ سانتی‌متری این تیمار در انتهای فصل رشد، هدایت الکتریکی dS/m ۴/۶ را نشان می‌دهد که سبب شورشدن این لایه شده است. این در حالی است که هدایت الکتریکی لایه‌های زیرین خاک در این تیمار، متأثر از سطح ایستابی یادشده، تقریباً در نزدیکی dS/m ۲ حفظ شده است. در تیمار یک‌درمیان مکانی، سه سری نمونه خاک تا عمق یک‌متری برداشت شد. در منحنی‌های مربوط به انتهای آزمایش، سه منحنی جویچهٔ شور، جویچهٔ شیرین و پشتهٔ میان این دو، مشاهده می‌شود. در هر سه منحنی، شوری اعماق ۶۰ــ ۸۰ و ۸۰ـ ۱۰۰ سانتی‌متر به زیر ۳ ds/m رسیده است. در این تیمار نتایج تعدیل املاح جویچهٔ شیرین، بسیار مشابه تیمار شاهد و نتایج مربوط به جویچهٔ شور شباهت زیادی به تیمار کاملاً شور دارد که نشان‌دهندهٔ نبود اختلاط آب شور و شیرین در پروفیل خاک است. نکتهٔ درخور تأمل دیگر، نتایج مربوط به پشتهٔ میان این دو است که اعدادی بینابین دو تیمار دیگر از خود نشان می‌دهد. در اعماق ۰ــ ۲۰ و ۲۰ـ ۴۰ سانتی‌متری شوری پشته تمایل به سمت نتایج جویچهٔ شور دارد. این موضوع متأثر از آن است که در آزمایش حاضر به‌دلیل شرایط جوّی و تبخیر زیاد در همهٔ تیمارها، لایه‌های سطحی، شوری بیشتری را از خود نشان می‌دهند. ولی همان‌گونه که در عمق ۴۰ــ ۶۰ سانتی‌متری مشاهده می‌شود نتایج عکس شده و شوری خاک به تیمار جویچهٔ شیرین نزدیک‌تر شده است. در دو لایهٔ انتهایی نیز نتایج تحت تأثیر سطح ایستابی کنترل‌شده قرار گرفته‌اند. به‌نظر می‌رسد بررسی تأثیرگذاری هر یک از جبهه‌های شوری واردشده به پشته، به آزمایش‌های بیشتری احتیاج دارد اما آنچه در آزمایش حاضر گزارش می‌شود، بیان‌کنندهٔ نبود اختلاط آب شور و شیرین درون پروفیل خاک است.

در بین دیگر تیمارها، در لایهٔ ۰ــ ۲۰ سانتی‌متری بهترین آبشویی مربوط به تیمار یک درمیان زمانی است. در لایهٔ ۲۰ــ ۴۰ سانتی‌متری بهترین عملکرد از آن تیمار یک‌دوم شور است. این نتایج با نتایج پژوهش لیاقت و اسماعیلی (۱۳۸۲) مطابقت دارد. آنها گفتند که EC محلول خاک در تیمار متناوب نیم‌درمیان (یک‌دوم شور) در عمق ۲۵ سانتی‌متری معمولاً پایین‌تر از دو تیمار دیگر (متناوب یک‌درمیان و مخلوط) است، که علت آن شست‌شوی نمک از لایه‌های فوقانی خاک و انتقال آن به اعماق پایین‌تر است. مقدار میانگین شوری در نیم‌رخ خاک در این تیمار dS/m ۲/۵۴ است. این در حالی است که مقدار این عدد برای تیمار شاهد dS/m ۱/۵۸ و برای تیمارهای یک‌درمیان زمانی و مخلوط و ۱۰۰ درصد شور به‌ترتیب ۲/۴۷ و ۲/۱۸ و ۲/۹۴ دسی‌زیمنس بر متر است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. شوری عصارهٔ اشباع خاک، قبل و بعد از اعمال تیمارها

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

در آزمایش حاضر چهار روش مدیریتی مختلف در حوزهٔ استفاده از آب‌های نامتعارف بررسی و تجزیه و تحلیل شد. در هر یک از این روش‌ها ۵۰ درصد از آب مورد نیاز آبیاری طی فصل کشت، با آب شور تأمین می‌شد که نتیجهٔ آن ذخیره‌سازی ۵۰ درصدی آب شیرین است. در بین تیمارهای بررسی‌شده، تیمار یک‌درمیان مکانی عملکرد بسیار مناسبی از خود نشان داد به‌گونه‌ای که این تیمار در وزن خشک ساقه و وزن خشک کل اندام هوایی پس از تیمار شاهد بهترین عملکرد را داشت و در سه صفت وزن خشک برگ، شاخص سطح برگ و ارتفاع اندام هوایی، تیمار یک‌درمیان مکانی با تیمار شاهد تفاوت معناداری در سطح اطمینان ($p \leq \%5$) نشان نداد. همچنین، در نتایج تعدیل املاح پروفیل خاک در تیمار یک‌درمیان مکانی، تعدیل املاح جویچهٔ شیرین، بسیار مشابه تیمار شاهد و نتایج مربوط به جویچهٔ شور شباهت زیادی به تیمار کاملاً شور داشت که نشان‌دهندهٔ نبود اختلاط آب شور و شیرین در پروفیل خاک است. هر چند ضرورت تحقیق بیشتری در شرایط جوّی و گیاهان مختلف دیگر، احساس می‌شود، به‌نظر می‌رسد این تیمار از مؤثرترین روش‌های تلفیقی آب شور و شیرین باشد. در یک ارزیابی کلی پس از تیمار یک‌درمیان مکانی، به‌ترتیب تیمارهای یک‌دوم شور، یک‌درمیان زمانی و مخلوط، به‌عنوان بهترین روش‌های تلفیقی در حوزهٔ استفاده از آب شور و غیر شور معرفی می‌شود. در پایان، پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه آزمایش حاضر یک‌ساله بوده و پس از برداشت محصول به‌دلیل عملیات خاک‌ورزی خاک‌های شورشده با خاک‌های با کیفیت مناسب مخلوط شده و در نتیجه نتایج تعدیل املاح در سال دوم تغییر خواهد کرد، بنابراین پیشنهاد می‌شود آزمایش‌های بیشتری تحت شرایط اقلیمی و خاک و گیاهان مختلف در دوره‌های زمانی دو یا چند ساله تکرار شود. همچنین، به‌دلیل تأثیرگذاری سطح ایستابی کنترل‌شده توسط زهکش‌های زیرسطحی مزرعه روی نتایج شوری در اعماق پایینی خاک پیشنهاد می‌شود آزمایش‌هایی در شرایط متفاوت با این پژوهش تکرار شود و چگونگی آبشویی املاح تا زیر منطقهٔ ریشهٔ گیاه بررسی شود.

منابع

۱. بریم‌نژاد و. و پیکانی غ.، (۱۳۸۳)، «تأثیر بهبود راندمان آبیاری در بخش کشاورزی بر افزایش سطح آب‌های زیرزمینی». *اقتصاد و توسعه*، ش ۴۷، صص ۶۹-۹۰.

۲. دیانت مهارلویی ز.، مقصودی ک.، دیانت مهارلویی ز. و امام ی.، (۱۳۹۳)، تأثیر شوری و سالیسیلیک‌اسید بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک سورگوم در مراحل اولیهٔ رشد (Sorghum bicolor (L.) Moench). فرایند و کارکرد گیاهی». ۳(۷): ۵۷-۶۵.

۳. فرامرزنیا ن.، کشمیری ف.، (۱۳۶۷)، «راهنمای مطالعات شناسایی و تشریح نیم‌رخ خاک». ۴(۷۵۸): شماره صفحه نامشخص.

۴. قائدی س.، افراسیاب پ.، لیاقت ع.، (۱۳۹۴)، «بررسی اثر تلفیق آب شور و شیرین در منطقهٔ سیستان». *تحقیقات آب و خاک*. ۴۶(۳): ۴۵۵-۴۶۳.

۵. قائدی س.، افراسیاب پ.، لیاقت ع.، (۱۳۹۴)، «مقایسهٔ روش‌های تلفیق آب شور و غیر شور در کشت سورگوم علوفه‌ای و توزیع شوری در نیم‌رخ خاک». *علوم و مهندسی آبیاری*. ۳۹(۱): ۱۶۷-۱۷۹.

۶. قائدی س.، افراسیاب پ.، لیاقت ع. و خمری ع.، (۱۳۹۴)، «استفادهٔ تلفیقی از آب شور و غیر شور در کشت سورگوم و آفتابگردان در دشت سیستان». *تحقیقات آب و خاک*. ۴۶(۲): ۱۷۳-۱۸۲.

www.SID.ir

Archive of SID

۷. کاراندیش ف.، شاه‌نظری ع.، میرلطیفی م.، آقاجانی ق. و عباسی ف.، (۱۳۸۹)، «مقایسهٔ توزیع رطوبت در آبیاری ناقص ریشه و آبیاری کامل در محدودهٔ ریشهٔ ذرت». سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشکدهٔ شهید چمران اهواز، دانشکدهٔ مهندسی علوم آب، ۱۰ـ ۱۲ اسفندماه.

۸. لیاقت ع. و اسماعیلی ش.، (۱۳۸۲)، «تأثیر تلفیق آب شور و شیرین روی عملکرد و غلظت نمک در منطقهٔ توسعهٔ ریشهٔ ذرت». *علوم کشاورزی و منابع طبیعی*. سال دهم، ش ۲.صص ۱۵۹– ۱۷۰.

۹. مستشفی حبیب‌آبادی ف.، شایان‌نژاد م.، دهقانی م. و طباطبایی ح.، (۱۳۹۰)، «بررسی تأثیر چهار نوع رژیم تلفیقی آبیاری با آبشور بر روی شاخص‌های کمی وکیفی آفتابگردان». نشریهٔ *آب و خاک* (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۴): ۶۹۸ – ۷۰۷.

۱۰. نصر اصفهانی ا. و گلچین ن.، (۱۳۸۷)، *برآورد کارایی مصرف آب محصولات زراعی در دشت برخوار اصفهان و دشت گرگان و گنبد*. تهران: مؤسسهٔ پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی – مدیریت امور پردازش و تنظیم یافته‌های تحقیقاتی. ۴۷ ص.

11. Abdelgawad G and Ghaibeh A (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.

12. Abdelgawad G, Arslan A, Gaihbe A and Kadouri F (2005) The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria (1999–2002). *Agricultural Water Management* 78: 39–53.

13. Bharat R S and Minhas P S (2005) Strategies for managing saline/alkali waters for sustainable agricultural production in South Asia. *Agricultural Water Management*, 78: 136–151

14. Chaudhry M R (1999) Impact of conjunctive use of water on soil and crop under farmers' management, *17th Congress on Irrigation and Drainage, Granada, Spain, ICID-CIID*, vol. IB: 95-105.

15. Davies W J and Zhang J H (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.

16. Dinar A, Letey J and Vaux H J (1986) Optimal ratios of saline and nonsaline irrigation waters for crop production. *Soil. Sci. Soc*. 50:440-443.

17. Khamisia S A, Prathaparb S A and Ahmedc M (2012) Conjunctive use of reclaimed water and groundwater in crop rotations. *Agricultural Water Management*. 116: 228– 234.

18. Minhas P S, Dubey S K and Sharma D R (2006) Comparative effects of blending, intera/inter-seasonal cyclic uses of alkali and good quality waters on soil properties and yields of paddy and wheat. *Agricultural Water Management*, 87: 83 – 90

19. Moreno F, Cabrera F, Fernandez-Boy E, Giron I F, Fernandez J E and Bellido B (2001) Irrigation with saline water in the reclaimed marsh soils of south-west Spain: impact on soil properties and cotton and sugar beet crops. *Agricultural Water Management*. 48:133 –150.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Niu G and Rodriguez D S (2007) Salinity Tolerance of Lupinus havardii and Lupinus texensis. *Horticultural Science*, 42: 429-748.

21. Osman A A, Al-Nabulsi Y A and Helalia A M (1997) Effects of water quality and frequency of irrigation on growth and yield of barley *(Hordeurn vulgare L.). Agricultural Water Management*, 34: 17-24

22. Oster J D. 1994. Irrigation with poor quality water—review article. Agric. Water Manage. 25, 271–297.

23. Pasternak D and De Malach Y (1993) Crop irrigation with saline water. In: *Pessarakli, Mohammad (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker Inc., pp. 599–622.

24. Pasternak D, De Malach Y and Borovic J (1986) Irrigation with brackish water on production of processing tomatoes (lycopersion esculantum Mill). *Agricultural Water Management*. 12, 149–158.

25. Pedrero F, Kalavrouziotis I, Alarcón J J, Koukoulakis P and Asano T (2010) Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture review of some practices in Spain and Greece. *Agricultural Water Management*. 97: 1233-1241.

26. Qureshi A S, Turral H and Masih I (2004) Strategies for the management of conjunctive use of surface water and groundwater resources in semi-arid areas: A case study from Pakistan. Research Report 86. *International Water Management Institute*.

27. Rhoades J D (1987) Use of saline water for irrigation. *Water Qual Bull*.12:14 –20.

28. Rhoades J D (1997) Strategies for the use of multiple water supplies for irrigation and crop production. In*: Proceedings of the Regional Workshop on Management of Salt Affected Soils in the Arab Gulf States, Abu Dhabi*, UAE October 29 to November 2, 1995, FAO regional office for the North East, Cairo, pp. 79–87.

29. Scholberg J M S (1999) Growth Response of Snap Bean and Tomato as Affected by salinity and irrigation method, *Horticultural Science*, 34: 175-369.

30. Suarez D L and Lebron I (1993) Water quality criteria for irrigation with highly saline water. In: *Lieth, H., Al Masoom, A. (Eds.), Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants*, vol. 2. Kluwer Acadimic Publishers, pp. 389–397.

www.SID.ir

Archive of SID

Water and Irrigation Management

(Scientific Journal of Agriculture)
(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 7 ■ No. 2 ■ Autumn & Winter 2017-18

Different conjunctional managements in saline and non-saline water on sorghum's yield and distribution of salinity in soil profile

***Saeed Ghaedi*[1], *Payman Afrasiab*[2*], *Masomeh Delbari*[2]**

1. Ph.D. Student, Department of Water Engineering, Zabol University, Iran
2. Associate Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, Zabol University, Iran

Received: May 15, 2017 **Accepted: October 19, 2017**

Abstract

One of the unconventional water, is saline and brackish water. Currently, several methods are considered for the use of saline water in irrigation. The aim of this study is compare existing approaches and propose a new approach on how to conjunct saline and non-saline water. Forage sorghum plants were grown in field conditions. Treatments consisted of control treatment (100% sweet), the half treated, the alternate time, the alternate place, the mixed and 100% saline treatment. In each of these treatments, half of the needed water for irrigation will be provided with saline water. Finally, the biological parameters of the plant and salinity changes in the soil profile were analyzed. The results show that the best performance refers to alternate treatment, although after control treatment. Then, the alternate place are the half treated, the alternate time and the mixed treatment

Keywords: conjunctional irrigation, salty, soil profile, unconventional water, water crisis.

Email: p_afrasiab@yahoo.com

www.SID.ir