افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری در شرایط استفاده از آب شور در آبیاری قطره‌ای

محمد حسن‌لی[۱]، مسعود پارسی‌نژاد[۲] و حامد ابراهیمیان[۳*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران.

۲- دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران.

۳*- نویسنده مسئول، استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۹

چکیده

از راهکارهای مدیریت آب در مزرعه استفاده از آب شور برای آبیاری محصولات است. در این مطالعه به بررسی استفاده تناوبی آب شور و غیر شور پرداخته شد. آزمایش‌های مزرعه‌ای به مدت یک فصل زراعی در سال ۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تحت آبیاری قطره‌ای برای محصول ذرت با نه تیمار در کرج انجام شد. تیمارها بر اساس مدیریت تناوبی آبیاری با آب شور و غیر شور، در سه سطح شوری ۰/٤، ۳/۵ و ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر و با تناوب‌های یک در میان، سه در میان و پنج در میان بودند. مدیریت یک در میان از لحاظ عملکرد محصول وضعیت بهتری نسبت به سایر مدیریت‌ها داشت. نتایج نشان داد در حالی که بیشترین عملکرد وزن تر (۵٦/۲ تن در هکتار) برای تیمار F (آبیاری ثابت با آب غیر شور) به دست آمد، اما بیشترین کارآیی مصرف آب آبیاری بر اساس وزن تر (۱٤/۹ کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار 3S1:1F (آبیاری تناوبی سه در میان آب شور ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر و آب غیر شور) حاصل شد. در نتیجه در تیمارهای استفاده تناوبی آب شور و غیرشور علیرغم کاهش نسبی عملکرد محصول، به دلیل اعمال کمتر آب در آبیاری‌های شور، کارآیی مصرف آب آبیاری افزایش یافت. نتایج نشان داد به ازای هر یک دسی‌زیمنس افزایش در شوری آب آبیاری در مدیریت‌های ثابت، عملکرد محصول به میزان ۱۰/۳ درصد کاهش یافت. در این مطالعه، عملکرد محصول در مدیریت تناوبی بیشتر از مدیریت اختلاط بود.

کلید واژه‌ها: کاربرد تناوبی آب شور، شوری، مدیریت آب در مزرعه، ذرت علوفه‌ای.

Increasing Irrigation Water Use Efficiency Under Drip Irrigation Using Saline Water

M. Hassanli[1], M. Parsinejad[2] and H. Ebrahimian[3*]

1- M. Sc. Graduate in Irrigation and Drainage, Dept. of Irrigation and Reclamation Eng., University of Tehran
2- Associated Professor, Dept. of Irrigation and Reclamation Eng. University of Tehran
3*- Assistant Professor, Dept. of Irrigation and Reclamation Eng. University of Tehran

Received:24 May 2014 Accepted: 31 October 2015

Abstract

Using saline water for irrigation of crops is a strategy for irrigation water management. In this study, the cyclic application of saline and non-saline water was investigated. Field experiments were carried out during a growing season in 2012 under drip irrigation for maize crop with nine treatments in randomized complete block design in Karaj. The treatments were based on alternative irrigation management of saline and non-saline water on three salinity levels of 0.4, 3.5 and 5.7 dS/m and freshwater application in every one, three and five saline water application (1:1, 3:1 and 5:1, respectively). The 1:1 management was better than the other managements in terms of crop yield. The results showed that while the highest wet weight yield (56.2 t ha^{-1}) was obtained in the F treatment (irrigation with non-saline water constantly), but the highest irrigation water use efficiency based on wet weight (14.9 kg m^{-3}) was acquired in the 3S1:1F treatment (thrice saline water (3.5 dS m^{-1}) and

Archive of SID

www.SID.ir

once non-saline water, alternatively). Thus irrigation water use efficiency was increased in cyclic using of saline and non-saline water because of less water use in saline irrigations, despite the relative reduction of crop yield. The results indicated that the percentage of crop yield decreased by 10.3 for every 1 dS m^{-1} increase in salinity level of irrigation water in fixed management. In this study, the crop yield in alternative management was higher than mixing management.

KeyWords: Cyclic use of saline water, Salinity, On-farm water management, Silage maize.

مقدمه

با توجه به تقاضای روزافزون برای آب در بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت، لزوم استفاده از آب‌های نامتعارف به عنوان بخشی از منابع آب آبیاری بیش از پیش احساس می‌شود، در این خصوص استفاده از منابع آب‌های شور نه تنها به عنوان یک انتخاب، بلکه به عنوان یک الزام پیش روی کشاورزان قرار خواهد گرفت. در بعضی مواقع دسترسی به منابع آب شور و غیر شور به طور توأمان وجود دارد که در این شرایط مدیریت صحیح این دو منبع آب آبیاری می‌تواند باعث بهبود کارآیی مصرف آب آبیاری شود.

در استفاده از آب شور و غیر شور مدیریت‌های گوناگونی از قبیل کاربرد تلفیقی[1] آب شور و غیر شور وجود دارد. استفاده‌ی تلفیقی را می‌توان به صورت توسعه و مدیریت هماهنگ منابع آب با کیفیت‌های مختلف تعریف کرد، به گونه‌ای که عملکرد محصولات در کل سیستم طی یک دوره‌ی خاص از مجموع عملکرد تک‌تک محصولات هنگام کاربرد منابع آب به صورت مجزا بیشتر شود. در این مورد دو راه‌کار متداول مورد استفاده قرار می‌گیرد: اختلاط آب‌های شور و غیر شور و کاربرد تناوبی آب‌های شور و غیر شور. در کاربرد تناوبی در بسیاری از مواقع از آب شیرین در مراحل اولیه‌ی رشد و از آب‌های شور در مراحل بعدی استفاده می‌شود. هم‌چنین با توجه به نوع گیاه و مرحله‌ی رشد آن، آب‌های غیر شور و شور ممکن است به‌صورت دوره‌ای هم مصرف شوند (اسلم و پراتاپار[2]، ۲۰۰۶).

نارش و همکاران[3] (۱۹۹۳) استفاده‌ی تلفیقی از آب شور و غیرشور (۱۲ و ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر) در کاربردهای تناوبی و اختلاط برای محصول گندم را بررسی نمودند. نتایج نشان داد در زمانی که قبل از مرحله‌ی جوانه‌زنی از آب غیر شور استفاده شود نسبت به زمانی که تنها از آب شور استفاده شود عملکرد محصول ۱۶ درصد افزایش می‌یابد. هنگامی که آب شور و غیر شور به طور تناوبی یک در میان استفاده شود نسبت به حالتی که همین نسبت آب شور و غیر شور با هم مخلوط شوند عملکرد محصول ۱۲ درصد افزایش می‌یابد. در تحقیق دیگری تأثیر سطوح شوری و آبیاری بر رشد و عملکرد ذرت در منطقه‌ی خشک مصر ارزیابی شد. سه سطح شوری ۰/۸۹، ۲/۸۱ و ۴/۷۳ دسی‌زیمنس بر متر و پنج سطح آبیاری (با نسبت‌های آبیاری برابر ۰/۶، ۰/۸، ۱/۰، ۱/۲ و ۱/۴ تبخیر–تعرق گیاه) در نظر گرفته شده بود. بیشترین مقدار شاخص سطح برگ، شاخص برداشت و عملکرد وقتی که آب شیرین و آب آبیاری ۱/۴ برابر تبخیر–تعرق گیاه اعمال شد، به‌دست آمد (عامر[4]، ۲۰۱۰). در تحقیق دیگری تأثیر تلفیق آب شور و غیر شور روی عملکرد ذرت بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار متناوب نیم در میان (در هر نوبت آبیاری، نیمی از آبیاری با آب شور (۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر) و نیمی دیگر بلافاصله پس از نفوذ نیمه‌ی اول با آب غیر شور تکمیل می‌شد) در مقایسه با دو تیمار مخلوط (اختلاط آب شور و غیر شور) و یک در میان (یک نوبت با آب شور و نوبت دیگر با آب غیر شور) عملکرد بیشتری (از لحاظ وزن دانه و وزن ماده خشک و نیز راندمان مصرف آب) داشت (لیاقت و اسمعیلی، ۱۳۸۲). در تحقیق دیگری اثر استفاده از آب شور و غیر شور با شیارهای ثابت و متغیر در آبیاری جویچه‌ای بر عملکرد سورگوم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد علیرغم کاهش معنی‌دار در میزان زیست‌توده کل در تیمارهای آبیاری با شیار یک در میان ثابت با آب شور و غیر شور (FFS؛ ۶/۳۴ تن بر هکتار) و آبیاری با شیار ثابت با آب شور (SS؛ ۵/۱۷ تن بر هکتار) در مقایسه با تیمار آبیاری با شیار ثابت و آب غیر شور (FF؛ ۷/۸۹ تن بر هکتار)، حفظ بیوماس کل در حد مطلوب در تیمار آبیاری با شیار یک در میان متغیر با آب شور و غیر شور (AFS؛ ۷/۷۰ تن بر هکتار) باعث افزایش ۱۳/۲ و ۳۳/۸ درصدی کارآیی مصرف آب در این تیمار در مقایسه با تیمارهای FFS و SS شد (کاراندیش و توراج‌زاده، ۱۳۹۴). در تحقیق دیگری برخی راهکارهای مدیریتی افزایش کارآیی مصرف آب مزارع گندم در شرایط شور در ایران بررسی شد. این روش‌ها شامل تغییر روش آبیاری، تسطیح مناسب، زمان و مقدار آبیاری، تراکم کشت و کوددهی بود. نتایج نشان داد در صورت اجرای دقیق راهکارهای مذکور می‌توان بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد محصول، مدت زمان آبیاری را ۱۵ درصد کاهش داد که در نتیجه کارآیی مصرف آب ۲۰ درصد افزایش خواهد داشت (نیکخواه و همکاران، ۱۳۹۴).

1- Conjunctive Use
2- Aslam and Prathapar
3- Naresh *et al.*
4- Amer

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی

موقعیت	عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	ظرفیت زراعی (درصد حجمی)	شوری اولیه (دسی‌زیمنس بر متر)
ابتدای مزرعه	۲۰	لوم رسی	۳۴/۶	۲/۳۱
	۴۰	لوم رسی	۳۴/۹	۱/۶۸
	۶۰	لوم رسی	۳۷/۳	۱/۹۲
وسط مزرعه	۲۰	لوم رسی	۳۴/۶	۲/۲۲
	۴۰	لوم رسی	۳۷/۰	۲/۳۰
	۶۰	لوم رسی	۳۷/۳	۱/۸۹
انتهای مزرعه	۲۰	لوم رسی	۳۷/۰	۲/۳۴
	۴۰	لوم رسی	۳۴/۶	۱/۳۱
	۶۰	لوم‌شنی‌رسی	۳۴/۶	۲/۵۲

در این مطالعه مدیریت استفاده از آب شور و غیر شور به طور تناوبی با تناوب‌های یک در میان، سه در میان و پنج در میان در دو سطح شوری به همراه آب غیر شور در طول فصل رشد برای گیاه ذرت در سیستم آبیاری قطره‌ای و با هدف استفاده‌ی جایگزین آب شور برای آب غیر شور و صرفه‌جویی و حفظ منابع آب غیر شور انجام شد. مقایسه عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب آبیاری در بین تیمارها در کرج انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق آزمایش‌های مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۱ در یک فصل زراعی در مزرعه‌ی پژوهشی مرکز تحقیقات آب و خاک گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، واقع در کرج انجام شد. موقعیت جغرافیایی محل آزمایش عبارتند از ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه‌ی طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه‌ی عرض شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۳۷ متر است. کرج دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با متوسط بارندگی سالیانه برابر ۲۶۵ میلی‌متر است. بالاترین میانگین دمای ماهیانه در تیرماه (۲۴/۵ درجه‌ی سلسیوس) و پایین‌ترین میانگین در دی‌ماه (۱/۲ درجه‌ی سلسیوس) رخ می‌دهد. مشخصات فیزیکی خاک مزرعه در جدول (۱) آمده است. در عمق پایین‌تر از ۶۰ سانتی‌متری خاک یک لایه‌ی سنگ‌ریزه وجود داشت. آب آبیاری از کانال کنار مزرعه که از سد کرج سرازیر می‌گردید، تأمین شد. آزمایش برای کشت ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و در سه تکرار و در ۲۷ کرت آزمایشی انجام شد.

تیمارهای این تحقیق شامل موارد زیر بود:

۱- آبیاری با آب غیر شور (۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر) به‌طور ثابت به میزان نیاز خالص آبی گیاه (F).

۲- آبیاری با آب‌شور ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر (معادل ۲۵ درصد کاهش عملکرد محصول) به‌طور ثابت به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه (S1).

۳- آبیاری با آب‌شور ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر (معادل۵۰ درصد کاهش عملکرد محصول) به‌طور ثابت به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه (S2).

۴- آبیاری با آب‌شور ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر و غیر شور به‌طور تناوبی به‌صورت یک بار آب‌شور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیر شور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه به‌اضافه نیاز آبشویی (1S1:1F).

۵- آبیاری با آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر و غیر شور به طور تناوبی به صورت یک بار آب شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیر شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه به اضافه‌ی نیاز آبشویی (1S2:1F).

۶- آبیاری با آب شور ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر و غیر شور به طور تناوبی به صورت سه بار آب شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیر شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه به اضافه‌ی نیاز آبشویی (3S1:1F).

۷- آبیاری با آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر و غیر شور به طور تناوبی به صورت سه بار آب شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیر شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه به اضافه‌ی نیاز آبشویی (3S2:1F).

۸- آبیاری با آب شور ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر و غیر شور به طور تناوبی به صورت پنج بار آب شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیر شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه به اضافه‌ی

Archive of SID

www.SID.ir

نیاز آبشویی (5S1:1F).

۹- آبیاری با آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر و غیر شور به طور تناوبی به صورت پنج بار آب شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیر شور به میزان نیاز خالص آبی گیاه به اضافه‌ی نیاز آبشویی (5S2:1F).

شوری آب آبیاری ۳/۵ و ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر بر اساس درصد کاهش عملکرد محصول ۲۵ و ۵۰ درصد انتخاب شد (آلن و همکاران[1]، ۱۹۹۸). مساحت هر کرت نه متر مربع (۳×۳) شامل چهار ردیف کشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول سه متر بود. سیستم آبیاری از نوع قطره‌ای (تیپ) بود و میزان آب ورودی در هر کرت با استفاده از کنتور حجمی تنظیم می‌شد. آب آبیاری غیر شور از کانال آبیاری عبوری از کنار مزرعه به مخازن ذخیره پمپاژ شد و برای تهیه‌ی آب شور، نمک خام صنعتی (موسوم به نمک شکری) به مقدار لازم با توجه به رابطه‌ی $TDS = 640 \times K \times EC$ (اسمیدما و رایکرافت[2]، ۱۹۸۳) در آب حل شده و سپس آب شور توسط سیستم پمپاژ ثانویه به کرت‌ها اعمال شد. در رابطه‌ی مذکور، TDS: مقدار نمک‌های محلول در آب (میلی‌گرم در لیتر)، EC: هدایت الکتریکی محلول آب شور (دسی‌زیمنس بر متر) و K: درصد خلوص نمک (۰/۸۶) می‌باشد. برای کلیه تیمارها تا مرحله‌ی هشت برگی آبیاری برحسب ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در هر کرت صورت گرفت. با توجه به خصوصیات خاک مزرعه و نیاز آبی گیاه ذرت، دور آبیاری برابر چهار روز در نظر گرفته شد. سپس با توجه به نشریه‌ی فائو ۵۶ ضریب گیاهی ذرت (K_c) در دوره‌های ابتدایی، میانی و انتهایی به‌ترتیب برابر ۰/۳، ۱/۲ و ۰/۶ استخراج شد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). مقدار مجاز تخلیه‌ی رطوبت خاک ۰/۷۵ در نظر گرفته شد (دورنباس و کسام[3]، ۱۹۷۹). عمق ریشه‌ی ذرت به خاطر وجود لایه‌ی غیر قابل نفوذ در خاک، ۶۰ سانتی‌متر تعیین شد. تبخیر-تعرق پتانسیل با استفاده از نرم‌افزار کراپ وات نسخه ۸ (براساس رابطه پنمن-مانتیث) و با استفاده از داده‌های هواشناسی روزانه به‌دست آمد. اولین آبیاری برای هر تیمار با آب غیر شور آغاز شد. کاهش میزان تبخیر-تعرق گیاه در اثر تنش شوری، با استفاده از ضریب تنش (رابطه ۱) اعمال گردید (آلن و همکاران، ۱۹۹۸):

$$K_s = 1 - \frac{b}{K_y}\left(EC_e - EC_{e-threshold}\right) \qquad (۱)$$

که در آن K_s: ضریب تنش ناشی از شوری، K_y: ضریب حساسیت عملکرد محصول که مقدار آن برای گیاه ذرت ۱/۲۵ می‌باشد، b: درصد کاهش عملکرد برای هر دسی‌زیمنس افزایش شوری که مقدارآن برای گیاه ذرت ۰/۰۷۴ می‌باشد، $EC_{e-threshold}$: آستانه‌ی تحمل شوری که مقدار آن برای ذرت علوفه‌ای ۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر است. مقادیر مذکور بر اساس نشریه‌ی فائو ۵۶ (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) به دست آمد. EC_e: هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک است (۱/۵ برابر EC_{iw}، هدایت الکتریکی آب آبیاری). بنابراین برای شوری آب آبیاری ۳/۵ و ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر مقدار K_s به‌ترتیب برابر ۰/۶ و ۰/۸ به‌دست آمد و برای تعیین نیاز آبیاری، در تبخیر-تعرق مرجع ضرب شد. بدیهی است که در شرایط بدون تنش این ضریب برابر یک می‌باشد. برای محاسبه‌ی نیاز آبشویی (LR) در این تحقیق، با توجه به دور آبیاری ثابت و طولانی‌تر از آبیاری قطره‌ای مرسوم، از رابطه‌ی (۲) استفاده شد (آیرز و وستکات[4]، ۱۹۸۹):

$$LR = \frac{EC_{iw}}{5EC_e - EC_{iw}} \qquad (۲)$$

اولین آبیاری در تاریخ ۲۳ تیرماه ۱۳۹۱ انجام شد و ۲۱ روز بعد تنش‌های شوری اعمال شد و سرانجام ۸۴ روز بعد از اولین آبیاری در تاریخ ۱۲ مهرماه ۱۳۹۲ محصول برداشت شد. در این مطالعه از شاخص کارآیی مصرف آب آبیاری (رابطه‌ی ۳) برای مقایسه تیمارها استفاده شد (باس[5]، ۱۹۷۹):

$$IWUE = \frac{Y_{gi} - Y_{gd}}{IRR_i} \qquad (۳)$$

که در آن IWUE: کارآیی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)، Y_{gi} و Y_{gd}: به ترتیب عملکرد محصول در شرایط آبیاری و دیم (گرم بر متر مربع) و IRR_i: مقدار کل آب آبیاری اعمال شده در فصل رشد (میلی‌متر) می‌باشد. با توجه به بارش کم در تابستان در اقلیم کرج، Y_{gd} در منطقه‌ی مورد مطالعه برای گیاه ذرت برابر صفر است. با توجه به اینکه وزن کل تر در محصول ذرت علوفه‌ای اهمیت دارد، در این تحقیق کارآیی مصرف آب آبیاری هم بر اساس وزن ماده خشک و هم بر اساس وزن تر (زیست توده‌ی کل) محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد محصول در پایان فصل کاشت، پنج بوته از هر کرت آزمایشی به طور تصادفی برداشت شد و سپس وزن کل تر با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد. بعد از آن برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاه، نمونه‌ها را در بسته‌های کاغذی گذاشته و به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

1- Allen *et al.*
2- Smedema and Rycroft
3- Doorenbos and Kassam
4- Ayers andWestcot
5- Bos

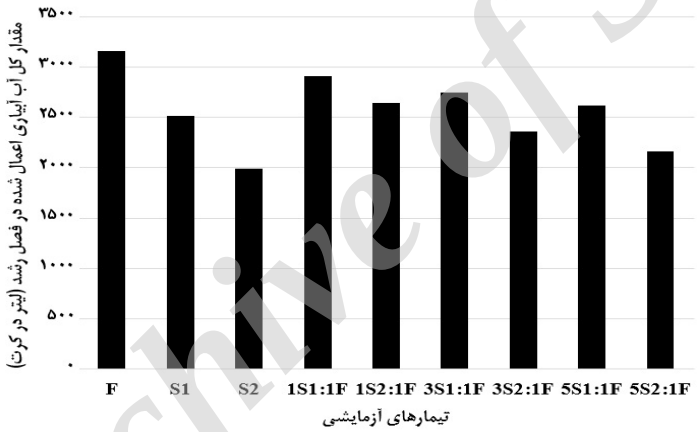
Archive of SID

www.SID.ir

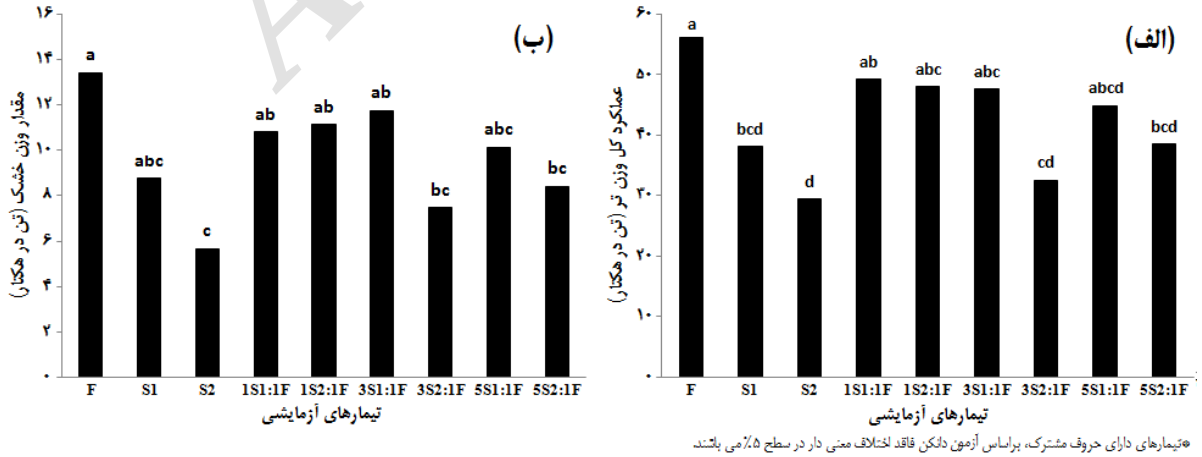
محاسبات آماری و رسم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار اکسل انجام شد. هم‌چنین ابتدا تجزیه واریانس ساده برای صفات اندازه‌گیری شده انجام گرفت و سپس میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون مقایسه‌ای میانگین دانکن در سطح پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آب آبیاری اعمال‌شده برای هر تیمار در شکل (۱) نشان داده شده‌است. نتایج نشان داد که از لحاظ مقدار آب آبیاری اعمال‌شده، تیمار S2 کمترین و تیمار F بیشترین مقدار را داشت. مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش آزمون دانکن نشان داد که هر چند تیمار شاهد (F) بیشترین عملکرد کل علوفه‌ی تر را داشت، اما تفاوت معنی‌دار با تیمارهای 1S1:1F، 1S2:1F، 3S1:1F و 5S1:1F نداشت (شکل ۲ الف). بنابراین استفاده از مدیریت تناوبی آب شور و غیر شور یک در میان در هر دو سطح شوری و مدیریت‌های سه در میان و پنج در میان در سطح شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌منظور دستیابی به عملکرد وزن تر مطلوب قابل توصیه می‌باشد. مقادیر حداکثر و حداقل عملکرد کل وزن تر برابر ۵۶/۲ و ۲۹/۵ تن در هکتار به‌ترتیب برای تیمارهای F و S2 بود. هم‌چنین نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس ماده خشک تولیدی نشان داد که اثر تیمارهای مختلف برای ماده خشک تولیدی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار می‌باشد. بر اساس مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش دانکن، بیشترین مقدار ماده خشک تولیدی مربوط به تیمار F بود و تفاوت معنی‌دار میان تیمارهای F، S1، 1S1:1F، 1S2:1F، 3S1:1F و 5S1:1F وجود نداشت (شکل ۲ ب). بنابراین استفاده از آب شور در سطح ۳/۵ دسی‌زیمنز بر متر چه در مدیریت ثابت و چه در مدیریت‌های تناوبی تأثیر قابل توجهی در کاهش مقدار ماده خشک نداشت.



شکل۱- مقدار کل آب مصرفی در طول فصل رشد برای هر تیمار

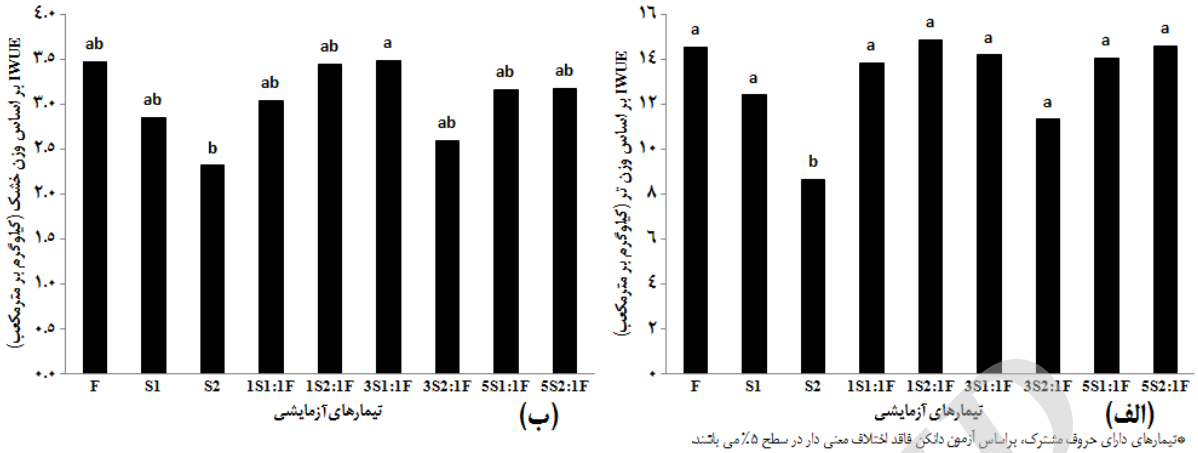


*تیمارهای دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشند

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۲- الف) مقایسه‌ی عملکرد وزن تر و ب) مقایسه‌ی عملکرد وزن خشک در تیمارهای مختلف



*تیمارهای دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشند.

شکل ۳- مقایسه‌ی کارآیی مصرف آب آبیاری در تیمارهای مختلف الف) بر اساس وزن تر ب) بر اساس وزن خشک

مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش آزمون دانکن برای کارآیی مصرف آب آبیاری بر اساس وزن تر نشان داد که تنها تیمار S2 با بقیه‌ی تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار است (شکل ۳ الف). درصورتی‌که گیاه تحت تأثیر تنش شوری قرار گیرد تبخیر-تعرق آن کم شده و نیاز آبی آن کاهش می‌یابد و در نتیجه مقدار آب آبیاری اعمال‌شده برای به‌ثمر رساندن گیاه کاهش می‌یابد. در این صورت با این‌که وزن تر کل کم شده ولی عملاً کارآیی مصرف آب آبیاری در حالت استفاده از آب شور نسبت به استفاده از آب غیر شور تغییر زیادی نکرد. اما وقتی شوری آب آبیاری خیلی زیاد شود (تیمار S2) در این صورت کاهش محصول در اثر تنش شوری بیش از کاهش مقدار آب آبیاری اعمال‌شده بوده و در این صورت کارآیی مصرف آب آبیاری کاهش خواهد یافت. نتایج حاصل از کارآیی مصرف آب آبیاری بر اساس وزن خشک مشابه وزن تر بوده و تنها تیمار 3S1:1F و S2 با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند (شکل ۳ ب). مقادیر حداکثر و حداقل کارآیی مصرف آب آبیاری بر اساس وزن تر برابر ۱۴/۹ و ۸/۷ کیلوگرم بر متر مکعب به‌ترتیب برای تیمارهای 3S1:1F و S2 بود.

در تحقیقات مختلفی نشان داده شد که کارآیی مصرف آب آبیاری با افزایش شوری آب آبیاری برای محصولات مختلف افزایش می‌یابد (کانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۰؛ چن و همکاران[2]، ۲۰۰۹؛ وان و همکاران[3]، ۲۰۰۷).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به ازای هر یک دسی‌زیمنس افزایش در شوری آب آبیاری در مدیریت‌های ثابت، عملکرد محصول به میزان ۱۰/۳ درصد کاهش می‌یابد. در تحقیقات قبلی این کاهش عملکرد ۷/۴ درصد بیان شد (ماس و هافمن[4]، ۱۹۷۷). در تحقیق دیگری نیز بیان شد به ازای هر یک دسی‌زیمنس بر متر افزایش در شوری آب آبیاری، عملکرد محصول ذرت مومی حدود ۳/۳ تا ۴/۰ درصد کاهش یافت (کانگ و همکاران، ۲۰۱۰).

در تحقیق حاضر اگر فرض شود که تیمار S1 حالت اختلاط آب شور و غیر شور (با سطوح شوری ۰/۴ و ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و تیمار 1S2:1F حالت تناوبی دو سطح شوری مذکور باشد، نتایج نشان می‌دهد که تیمار 1S2:1F ۲۰ درصد عملکرد محصول بالاتری در وزن تر کل نسبت به تیمار S1 دارد. در آزمایشی در هند بیان شد که استفاده از آب شیرین در مراحل ابتدایی رشد گندم و استفاده تناوبی آب شور و شیرین در طول فصل رشد عملکرد بهتری نسبت به اختلاط آب شور و شیرین دارد (نارش و همکاران، ۱۹۹۳). در تحقیق دیگری نیز گزارش شد مدیریت اختلاط، رشد و عملکرد محصول گوجه‌فرنگی را بهتر از مدیریت تناوبی افزایش می‌دهد (ملش و همکاران[5]، ۲۰۰۵).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تحقیق حاضر به بررسی مزرعه‌ای مدیریت‌های مختلف استفاده‌ی تناوبی از آب شور و غیر شور در عملکرد محصول ذرت و کارآیی مصرف آب آبیاری پرداخت. نتایج به‌دست آمده از لحاظ میزان آب آبیاری اعمال‌شده، تیمار F دارای بیشترین و تیمار S2 دارای کمترین آب آبیاری اعمال‌شده و نیز عملکرد محصول بودند. از میان مدیریت‌های اتخاذشده در این تحقیق، مدیریت یک در میان کارآیی مصرف آب آبیاری بالاتری داشت. اما از میان نه تیمار موجود در این

1- Kang *et al.*
2- Chen *et al.*
3- Wan *et al.*
4- Maas and Hoffman
5- Malash *et al.*

Archive of SID
www.SID.ir

تحقیق، تیمار 3S1:1F دارای بیشترین کارآیی مصرف آب آبیاری بود. در نتیجه در صورت مهیا بودن آب آبیاری با شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر، تیمار 3S1:1F و در صورت مهیا بودن آب آبیاری با شوری ۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر، تیمار 1S2:1F برای مدیریت صحیح آب شور و غیر شور توصیه می‌گردد. نتایج این تحقیق نشان داد می‌توان با مدیریت تناوبی آب شور و غیر شور، عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب را افزایش داد. برای محاسبه‌ی کارآیی مصرف آب آبیاری طبق روابط موجود، ارزش آب شور و غیر شور یکسان در نظر گرفته می‌شود. از آن‌جایی که ارزش معادل آب سالم با آب شور و نیمه‌شور یکسان نیست، ارزش‌گذاری آب شور و غیر شور در محاسبه‌ی کارآیی مصرف آب آبیاری به منظور مقایسه‌ی بهتر تیمارها در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱- کاراندیش، ف. و ا. توراج‌زاده. ۱۳۹۴. بررسی نقش شیوه آبیاری با آب شور بر عملکرد سورگوم و ارتقای کارآیی مصرف آب و عناصر غذایی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۲۹(۱): ۶۱-۴۹.

۲- لیاقت، ع. م. و ش. اسمعیلی. ۱۳۸۲. تأثیر تلفیق آب شور و شیرین روی عملکرد و غلظت نمک در منطقه‌ی توسعه‌ی ریشه‌ی ذرت. مجله‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰(۲): ۱۷۰-۱۵۹.

۳- نیکخواه، م.، رحیمیان، م.ح.، روستا، م.ج. و ح. رزاقیان. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی راهکارهای مدیریتی افزایش کارآیی مصرف آب مزارع گندم در شرایط شور (مطالعه موردی: منطقه‌ی ابرکوه در استان یزد). نشریه آب و توسعه پایدار، ۳: ۵۸-۵۳.

4- Allen, G. R., Pereira, L. S., Raes, D., and M. Smith. 1998. FAO Irrigation and Drainage paper No.56 Crop evapotranspiration, Rome, Italy, 300 p.

5- Amer, K. H. 2010. Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. Agricultural Water Management, 97:1553-1563.

6- Aslam, M. and S. A. Prathapar. 2006. Strategies to mitigate secondary salinization in the Indus Basin of Pakistan (A selective review, Research Report 97). IWMI: Colombo Sri Lanka, 24 p.

7- Ayers, R. S. and D. W. Westcot. 1989. Water quality for agriculture: FAO Irrigation and Drainage paper No.29 Rome, Italy, 174 p.

8- Bos, M. G. 1979. Standards for irrigation efficiencies of ICID II. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, 105: 37–43.

9- Chen, M., Kang, Y., Wan, S. and S. Liu. 2009. Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (Helianthus annuus L.). Agricultural Water Management, 96:1766–1772.

10- Doorenbos, J. and A. H. Kassam. 1979. Yield response to water: Paper FAO Irrigation and Drainage paper No.33, Rome, Italy.

11- Kang, Y., Chen, M. and S. Wan. 2010. Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (Zea mays L. var. ceratina Kulesh) in North China Plain. Agricultural Water Management, 97:1303–1309.

12- Maas, E. V. and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of Irrigation and Drainage, ASCE, 103:115-134.

13- Malash, N., Flowers, T. J. and R. Ragab. 2005. Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. Agricultural Water Management, 78:25-38.

14- Naresh, R. K., Minhas, P. S., Goyal, A. K., Chauhan, C. P. S. and R. K. Guptal. 1993. Conjunctive use of saline and non-saline waters. II. Field comparisons of cyclic uses and mixing for wheat. Agricultural Water

Archive of SID

www.SID.ir

Management, 23(2):139-148.

15- Smedema, L. K. and D. W. Rycroft. 1983. Land drainage: Planning and design of agricultural drainage systems. Cornell University Press, Ithaca N.Y., 376 p.

16- Wan, S., Kang, Y., Wang, D., Liu, S. and L. Feng. 2007. Effect of drip irrigation with saline water on tomato (Lycopersicon esculentum Mill) yield and water use in semi-humid area. Agricultural Water Management, 90:63–74.

Archive of SID

www.SID.ir