نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۳، ص. ۹۲۹-۹۱۸

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 5, Nov.-Dec. 2014, p. 918-929

بررسی امکان کاربرد آب شور در آبیاری قطره‌ای در جهت پایداری اراضی

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

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۹/۳۰
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۵/۴

چکیده

از راهکارهای مدیریت آب در مزرعه استفاده از آب شور برای آبیاری محصولات است که در این مطالعه به بررسی استفاده‌ی تناوبی آب شور و غیرشور و تأثیر آن بر شوری خاک پرداخته شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تحت آبیاری قطره‌ای برای محصول ذرت با نه تیمار با مدیریت‌های آبیاری با آب شور و غیرشور به‌طور ثابت و تناوبی و در سه سطح شوری ۰/۴ (آب غیرشور)، ۳/۵ و ۵/۷ دسی‌زیمنز بر متر و با تناوب‌های یک در میان، سه در میان و پنج در میان انجام شد. نتایج نشان داد در مدیریت یک در میان، شوری خاک در انتهای فصل رشد در مقایسه با شوری در ابتدای فصل رشد تغییر زیادی نکرد (کاهش ۱/۰ و ۱۷/۹ درصدی برای دو تیمار یک در میان). در تیمارهای آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنز بر متر و تناوب سه و پنج در میان (3S2:1F و 5S2:1F) مقدار و تناوب آب غیرشور برای خارج ساختن املاح از خاک کافی نبوده و در انتهای فصل رشد تجمع نمک در نیمرخ خاک مشاهده شد (به‌ترتیب افزایش ۳۹/۰ و ۴۶/۲ درصدی در شوری خاک). در تیمارهای 3S1:1F و 5S1:1F به‌ترتیب افزایش ۱۷/۹ و ۳۱/۶ درصدی در شوری خاک مشاهده شد، در حالی که افزایش شوری خاک در تیمار S1 برابر ۴۰/۷ درصد بود. یعنی با انجام ۴ آبیاری غیرشور در تیمار 3S1:1F و ۲ آبیاری غیرشور در تیمار 5S1:1F به ترتیب کاهش ۲۲/۸ و ۹/۱ درصدی در شوری خاک نسبت به تیمار S1 مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: کاربرد تناوبی آب شور، شوری خاک، آبیاری قطره‌ای، ذرت علوفه‌ای

مقدمه

افزایش تقاضا برای آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و شرب همواره مسائل و مشکلاتی را در رابطه با تهیه و تأمین تقاضای رو به رشد آب فراهم ساخته است. از سوی دیگر کیفیت منابع آبی موجود، به‌دلیل کاهش بارندگی و افزایش فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی، نیز روند کاهشی به همراه داشته است. در چنین شرایطی تأمین آب بخش کشاورزی با مشکلات زیادی روبرو است. با بهره‌برداری بی‌خطر و مطمئن از آب‌های شور و زه آب‌های کشاورزی به‌منظور آبیاری، هم می‌توان صرفه‌جویی در مصرف آب به عمل آورد و هم می‌توان از عواقب و پیامدهای ناشی از بروز مسائل شوری ثانویه‌ی خاک، جلوگیری کرد (۱). از مدیریت‌های مهم در زمینه‌ی استفاده از آب شور و غیرشور، کاربرد تناوبی آن می‌باشد. استفاده‌ی تناوبی را می‌توان به‌صورت توسعه و مدیریت هماهنگ منابع آب با کیفیت‌های مختلف تعریف کرد؛ به‌گونه‌ای که عملکرد محصولات در کل سیستم طی یک دوره‌ی خاص از مجموع عملکرد تک‌تک محصولات هنگام کاربرد منابع آب به صورت مجزا بیشتر شود (۶).

لیاقت و اسمعیلی (۳) تأثیر تلفیق آب شور و غیرشور روی عملکرد و غلظت نمک در منطقه‌ی توسعه‌ی ریشه‌ی ذرت را بررسی کردند. نتایج حاصله از این تحقیق نشان داد که تیمار متناوب نیم در میان (در هر نوبت آبیاری، نیمی از آبیاری با آب شور (۷/۳ دسی زیمنز بر متر) و نیمی دیگر بلافاصله پس از نفوذ نیمه‌ی اول با آب غیرشور تکمیل می‌شد) در مقایسه با دو تیمار مخلوط (اختلاط آب شور و غیرشور) و یک در میان (یک نوبت با آب شور و نوبت دیگر با آب غیرشور) عملکرد بیشتری داشت. میزان شوری محلول خاک در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتی‌متری در تیمار نیم در میان کمتر از شوری دو تیمار مخلوط و متناوب یک در میان بود. زارعی و همکاران (۲) توزیع شوری در نیمرخ خاک را تحت سه رژیم آبیاری در آبیاری کرتی در اراضی شرق اصفهان بررسی کردند. در این تحقیق لایسیمتری سه تیمار آبیاری با مخلوط آب شور و معمولی (که شوری ۷/۵ دسی‌زیمنز بر متر به دست آمد)، نیم در میان (در هر آبیاری نیمی از آبیاری با آب شور ۱۴/۰ دسی‌زیمنز بر متر و نیم دیگر بلافاصله پس از نفوذ نیم اول با آب

۱، ۲ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(* - نویسنده مسئول: (Email: hassanli@ut.ac.ir

معمولی ۱/۰ دسی‌زیمنز بر متر آبیاری شد) و یک در میان (با آب شور و آب معمولی) در نظر گرفته شد. بر مبنای نتایج این تحقیق، تیمار سوم در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر شوری خیلی کمتری نسبت به تیمار اول و دوم ایجاد کرد. در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری تیمار اول وضعیت بهتری داشت. کانگ و همکاران (۹) اثرات آبیاری قطره‌ای با آب شور را بر ذرت مومی در یک آزمایش سه‌ساله بررسی کردند. پنج تیمار آب آبیاری با سطوح شوری ۱/۷، ۴/۰، ۶/۳، ۸/۶ و ۱۰/۹ دسی‌زیمنز بر متر در نظر گرفته شد. پتانسیل رطوبتی خاک در عمق ۰/۲ متر بلافاصله در زیر قطره‌چکان در تمام تیمارها بالاتر از ۲۰- کیلو پاسکال نگه داشته شد. نتایج آن‌ها نشان داد نرخ کاهش عملکرد به‌ازای هر یک دسی‌زیمنز بر متر افزایش در شوری آب آبیاری حدود ۳/۳ تا ۴/۰ درصد بود. شوری خاک در عمق صفر تا ۱۲۰ سانتی‌متری در آغاز آبیاری با آب شور افزایش یافت، اما در سال بعد با مدیریت اتخاذ شده به حالت پایدار رسید. هوآنگ و همکاران (۸) تأثیر استفاده از آب شور بر عملکرد محصول طالبی را در شمال غربی چین تحت آبیاری جویچه‌ای در یک تحقیق دوساله بررسی کردند. سه تیمار با سه سطح شوری ۱/۰۰، ۲/۶۶ و ۷/۰۳ دسی‌زیمنز بر متر در نظر گرفته شد. شوری خاک در هر دو سال در سطح شوری سوم افزایش یافت اما در سطح شوری دوم فقط در سال اول اندکی شوری خاک افزایش یافت. در سطح شوری اول افزایش معنی‌داری در شوری خاک رخ نداد. با افزایش شوری آب آبیاری، تبخیرتعرق و عملکرد محصول کاهش یافت.

استفاده از منابع آب‌های شور نه‌تنها به‌عنوان یک انتخاب، بلکه به عنوان یک التزام و انتخابی ناگریز پیش روی کشاورزان قرار خواهد گرفت. در این حال ممکن است منابع آب شور و غیرشور به‌طور توأمان در دسترس کشاورز قرار گیرد که در این شرایط مدیریت صحیح این دو منبع آب آبیاری باعث بهبود بهره‌وری آب و نیز جلوگیری از شورشدن تدریجی خاک به‌منظور کشاورزی پایدار خواهد شد. در این مطالعه استفاده از آب شور و غیرشور به‌طور تناوبی با تناوب‌های یک در میان، سه در میان و پنج در میان در دو سطح شوری آب آبیاری به‌همراه آب غیرشور در طول فصل رشد گیاه ذرت تحت سیستم آبیاری قطره‌ای با هدف بررسی این موضوع که کدام مدیریت (تیمار) دارای بیشترین عملکرد محصول و در عین حال کم‌ترین مشکل تجمع املاح در خاک (در جهت کشاورزی پایدار) خواهد شد، به کار گرفته شد.

مواد و روش‌ها

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.

بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۱ ایستگاه هواشناسی کرج، بارش قابل ملاحظه‌ای (بیش از یک میلی‌متر) در طول دوره اعمال تیمارها رخ نداد.

آزمایش برای کشت ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و در ۳ تکرار و در ۲۷ کرت آزمایشی انجام شد. تیمارهای این تحقیق شامل موارد زیر بود:

جدول ۱- مشخصات فیزیکی خاک مزرعه‌ی آزمایشی

موقعیت	عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	رطوبت ظرفیت زراعی (درصد حجمی)	شوری اولیه (دسی‌زیمنز 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	لوم شنی رسی	۳۴/۶	۲/۵۲

۱- آبیاری با آب غیرشور (۰/۴ دسی‌زیمنز بر متر) به‌طور ثابت به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه (F).

۲- آبیاری با آب شور ۳/۵ دسی‌زیمنز بر متر به‌طور ثابت به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه (S1).

۳- آبیاری با آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنز بر متر به‌طور ثابت به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه (S2).

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

۵- آبیاری با آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنز بر متر و غیرشور به‌طور تناوبی به‌صورت یک بار آب شور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیرشور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه به‌اضافه نیاز آبشویی (1S2:1F).

۶- آبیاری با آب شور ۳/۵ دسی‌زیمنز بر متر و غیرشور به‌طور تناوبی به‌صورت سه بار آب شور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیرشور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه به‌اضافه نیاز آبشویی (3S1:1F).

۷- آبیاری با آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنز بر متر و غیرشور به‌طور تناوبی به‌صورت سه بار آب شور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیرشور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه به‌اضافه نیاز آبشویی (3S2:1F).

۸- آبیاری با آب شور ۳/۵ دسی‌زیمنز بر متر و غیرشور به‌طور تناوبی به‌صورت پنج بار آب شور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیرشور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه به‌اضافه نیاز آبشویی (5S1:1F).

۹- آبیاری با آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنز بر متر و غیرشور به‌طور تناوبی به‌صورت پنج بار آب شور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه و یک بار با آب غیرشور به‌میزان نیاز خالص آبی گیاه به‌اضافه نیاز آبشویی (5S2:1F).

شوری آب آبیاری ۳/۵ و ۵/۷ دسی‌زیمنز بر متر بر اساس درصد کاهش عملکرد محصول ۲۵ و ۵۰ درصد انتخاب شد (۴). مساحت هر کرت ۹ مترمربع شامل ۴ ردیف کشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول ۳ متر بود. سیستم آبیاری از نوع قطره‌ای نواری بود و میزان آب ورودی در هر کرت با استفاده از کنتور حجمی تنظیم می‌شد. آب آبیاری غیرشور از کانال 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 $TDS = 640 \times K \times EC$ (۱۰) در آب حل و سپس آب شور توسط سیستم پمپاژ ثانویه به کرت‌ها اعمال شد. در رابطه‌ی مذکور، TDS مقدار کل نمک‌های محلول در آب (میلی‌گرم در لیتر)، EC هدایت الکتریکی محلول آب شور (دسی‌زیمنز بر متر) و K درصد خلوص نمک (۰/۸۶) می‌باشد. برای کلیه تیمارها تا مرحله‌ی ۸ 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 ۴ روز در نظر گرفته شد. سپس با توجه با 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 (۴). مقدار مجاز تخلیه‌ی رطوبت خاک ۰/۷۵ در نظر گرفته شد. عمق ریشه‌ی ذرت به خاطر وجود لایه‌ی غیرقابل نفوذ در خاک، ۶۰ سانتی‌متر تعیین شد. تبخیر-تعرق پتانسیل با استفاده از نرم افزار CROPWAT 8.0 (بر اساس رابطه پنمن-مانتیث) و با استفاده از داده‌های هواشناسی روزانه به دست آمد. اولین آبیاری برای هر تیمار تناوبی با آب غیرشور آغاز شد.کاهش میزان تبخیر-تعرق گیاه در اثر تنش شوری، با استفاده از ضریب تنش (رابطه ۱) اعمال گردید (۴):

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

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 کاهش عملکرد برای هر دسی‌زیمنز بر متر افزایش شوری که مقدار آن برای گیاه ذرت ۰/۰۷۴ می‌باشد، $EC_{e\text{-}threshold}$ آستانه‌ی تحمل شوری که مقدار آن برای ذرت علوفه ای ۱/۸ دسی‌زیمنز بر متر است. مقادیر مذکور بر اساس نشریه‌ی فائو ۵۶ (۴) به‌دست 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 دسی‌زیمنز بر متر مقدار K_s به‌ترتیب برابر ۰/۶ و ۰/۸ به دست آمد و برای تعیین نیاز آبیاری، در تبخیر-تعرق مرجع ضرب شدند. 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 (۷):

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

اولین آبیاری در تاریخ ۲۳ تیرماه ۱۳۹۱ انجام شد و ۲۱ روز بعد تنش‌های شوری اعمال شد. در مجموع تعداد ۱۷ آبیاری در طول فصل رشد انجام شد. در این مطالعه برای تعیین توزیع شوری در نیمرخ خاک، پنج بار برای تیمارهای ثابت (۱ تا ۳) و شش بار برای تیمارهای تناوبی (۴ تا ۹) نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌برداری با استفاده از آگر ضربه‌ای و در عمق‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر و به فواصل صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر از خطوط آبیاری (خطوط کشت) انجام شد. پس از نمونه‌برداری دوباره حفره‌های زمین از خاک پر

می‌شد تا تغییر کمتری در نحوه‌ی توزیع آب و املاح در خاک ایجاد شود. جدول ۲ بیانگر موقعیت روزهای نمونه‌برداری خاک در طول فصل رشد برای هر تیمار می‌باشد. در مجموع بیش از ۴۰۰ نمونه خاک به منظور اندازه گیری شوری عصاره اشباع (EC_e) برداشت شد. روزهای نمونه‌برداری برای تحلیل شوری خاک بر اساس این موضوع انتخاب شده است که بتواند تأثیر آبیاری با آب غیرشور در بینابین آبیاری‌های شور را بیان کند. بنابراین روزهای نمونه‌برداری در طول فصل رشد در بعضی تیمارها با هم متفاوت بود.

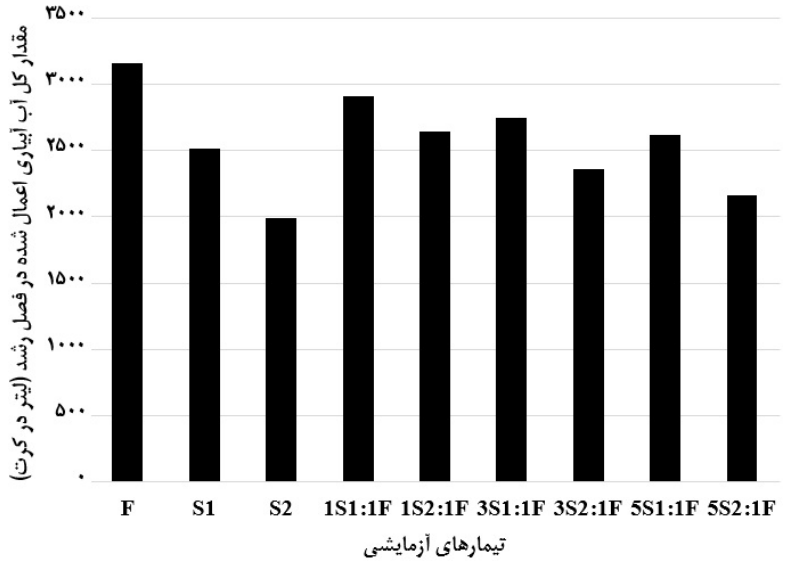
نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقدار کل آب آبیاری برای هر تیمار در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به اعمال ضریب K_s در معادله‌ی تبخیر-تعرق، مقدار آب اعمال‌شده در آبیاری‌های شور کم‌تر شد. توجیه این مسئله چنین است که وقتی گیاه با تنش شوری مواجه می‌شود، تبخیر-تعرق در آن کمتر شده و متعاقباً نیاز آبیاری کمتر خواهد شد. در نتیجه از لحاظ مقدار کل آب آبیاری، تیمار S2 کمترین و تیمار F بیشترین مقدار را داشت.

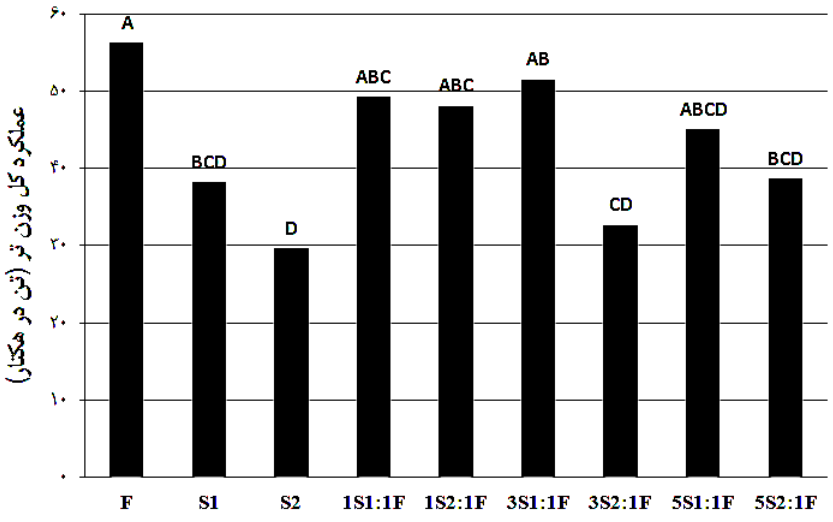
جدول ۲- موقعیت نمونه‌برداری خاک در طول فصل رشد

تاریخ / تیمار	۹۱/٤/۲۲ شرایط اولیه مزرعه	۹۱/٥/۳۰ قبل از آبیاری هفتم	۹۱/٦/۳ بعد از آبیاری هفتم	۹۱/٦/۷ قبل از آبیاری نهم	۹۱/٦/۱۱ بعد از آبیاری نهم	۹۱/٦/۱٥ قبل از آبیاری یازدهم	۹۱/٦/۲۳ قبل از آبیاری سیزدهم	۹۱/٦/۲۷ بعد از آبیاری سیزدهم	۹۱/۷/۱۲ بعد از آبیاری هفدهم
F	●	●	●			●			●
S1	●	●	●			●			●
S2	●	●	●			●	●		●
1S1:1F	●			●	●		●	●	●
1S2:1F	●			●	●		●	●	●
3S1:1F	●			●	●		●	●	●
3S2:1F	●			●	●		●	●	●
5S1:1F	●	●	●				●	●	●
5S2:1F	●	●	●				●	●	●

دایره‌های سیاه رنگ نشان‌دهنده‌ی نمونه‌برداری برای آن تیمار است.



شکل ۱- مقدار کل آب آبیاری اعمال‌شده در فصل رشد برای هر تیمار



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

شکل ۲- مقایسه‌ی عملکرد وزن تر در تیمارهای مختلف

نتایج حاصل از عملکرد کل وزن تر ذرت با مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش آزمون دانکن نشان داد که هر چند تیمار F بیشترین عملکرد کل علوفه‌ی تر را داشت، اما تفاوت معنی‌داری با تیمارهای 1S1:1F، 1S2:1F، 3S1:1F و 5S1:1F نداشت (شکل ۲). این بدان معنی است که استفاده از مدیریت تناوبی آب شور و شیرین یک در میان در هر دو سطح شوری و مدیریت‌های سه در میان و پنج در میان در سطح شوری ۳/۵ دسی زیمنز بر متر به‌منظور دستیابی به عملکرد وزن تر مطلوب قابل توصیه می‌باشد.

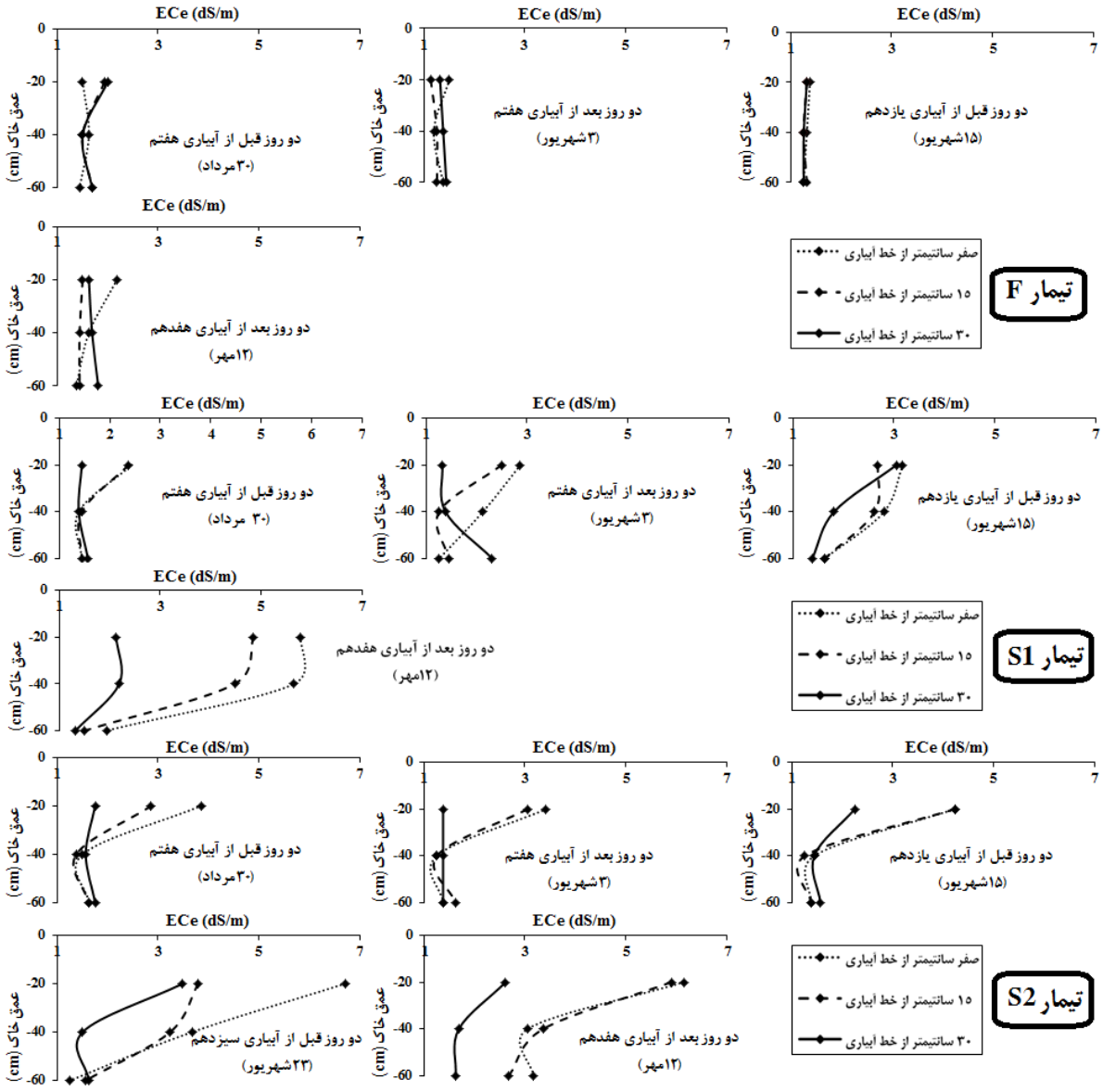
نیمرخ شوری خاک در اعماق ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر و در فواصل صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری خط آبیاری در نمونه برداری‌های مختلف در طول فصل رشد برای همه‌ی تیمارها در شکل‌های ۲ تا ۵ نشان داده شده است. به‌دلیل مقدار آبیاری کمتر در آبیاری‌های با آب شور (به‌دلیل به کار بردن ضریب تنش در تبخیر-تعرق برای محاسبه‌ی نیاز آبی)، جبهه‌ی رطوبتی کمتر به سمت خارج از خط آبیاری حرکت کرده و تجمع نمک در فاصله ۳۰ سانتی‌متری نسبت به فواصل ۱۵ و صفر از خط آبیاری کمتر بود. در ضمن به‌دلیل جذب آب توسط گیاه و تبخیر از سطح خاک، عموماً در سطح خاک و در فواصل نزدیک‌تر به گیاه، شوری بیشتری مشاهده شد و املاح به همراه جبهه‌ی رطوبتی حرکت و تجمع نداشت (شکل ۳).

هم‌چنین در شکل ۳ ملاحظه می‌شود در تیمار F به‌دلیل استفاده از آب غیر شور، تغییرات شوری در عمق خاک ناچیز است. اما وقتی از آب شور استفاده شد به‌دلیل تجمع املاح در سطح خاک، نمودارهای توزیع شوری خاک نسبت به عمق در فواصل مختلف دارای یک شیب تند شدند و هرچه شوری آب و متعاقباً خاک بیشتر شد (استفاده از آب شورتر و نزدیک شدن به انتهای فصل) این شیب بیشتر شد. در مجموع می‌توان گفت نمودارهای نقطه‌چین (روی خط آبیاری) نسبت به نمودارهای خط‌چین و خط توپر (فواصل ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر از خط آبیاری) عموماً شیب بیشتری دارند.

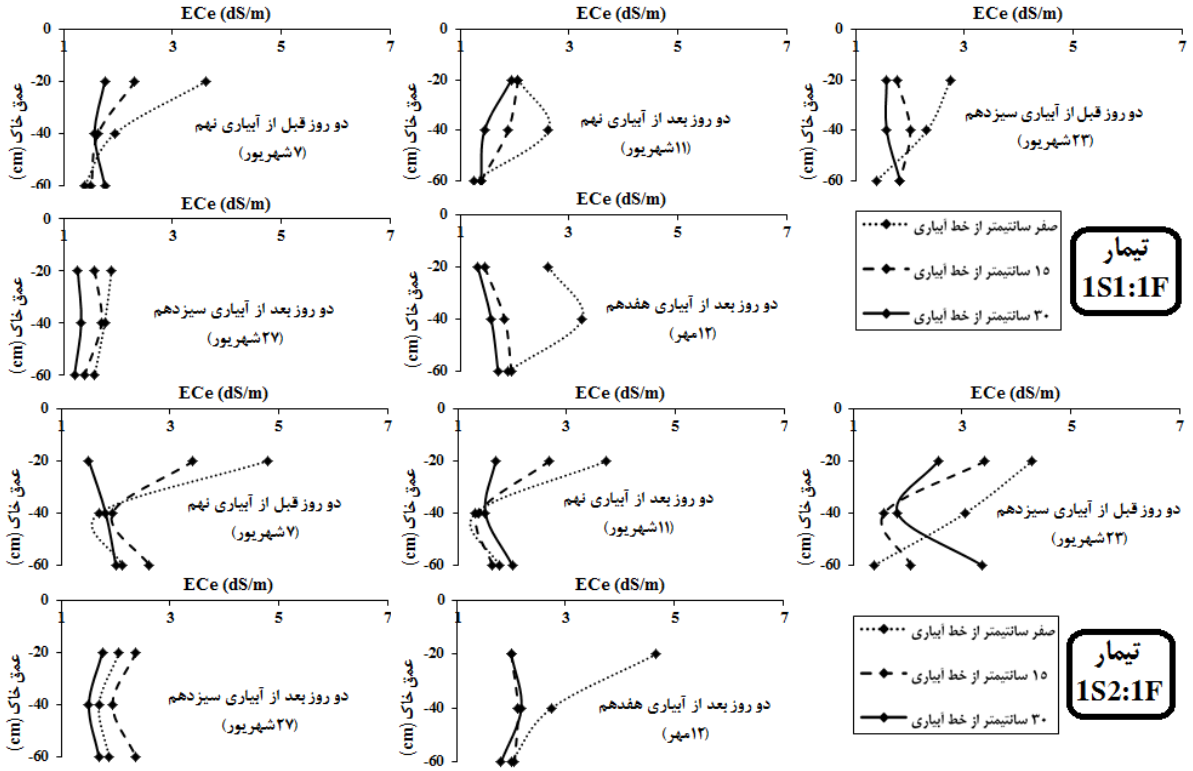
در تیمارهای 1S1:1F، 1S2:1F، 3S1:1F، 3S2:1F، 5S1:1F، 5S2:1F (مدیریت‌های تناوبی یک در میان، سه در میان و پنج در میان) بعد از آبیاری با آب غیرشور، شوری در نیمرخ خاک کاهش یافت (شکل های ۴ تا ۶). این موضوع روی خط آبیاری که بیشتر متأثر از منبع تزریق آب آبیاری بوده است، به‌وضوح دیده می‌شود. تغییرات شوری خاک بعد از آبیاری غیرشور در تیمار 1S1:1F نسبت به 1S2:1F کمتر بود. این موضوع به صورت تغییرات ناگهانی و شیب‌های تند در شکل ۴ مشخص است. دلیل این امر اختلاف بیشتر شوری آب شور و غیرشور در تیمار 1S2:1F نسبت به 1S1:1F می‌باشد. برای مدیریت‌های سه در میان و پنج در میان هم این تحلیل صادق است. می‌توان اظهار داشت آبیاری‌های با آب غیرشور در تیمارهایی که در آن از آب شور ۵/۷ دسی‌زیمنز بر متر استفاده شد بیشتر باعث جابجایی املاح در نیمرخ خاک شدند. چرا که نسبت حجم آب غیرشور به کار رفته برای آبشویی، به آب آبیاری نسبت به سطح شوری ۳/۵ دسی‌زیمنز بر متر بیشتر است و تاثیر آبشویی بیشتر بروز می‌کند.

نتایج نشان می‌دهد شوری خاک در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک در اکثر موارد بیشتر از اعماق ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متری بود. این موضوع می‌تواند به‌دلیل تبخیر از سطح خاک و نیز جذب بیشتر آب توسط گیاه در عمق ۲۰ سانتی‌متری باشد.

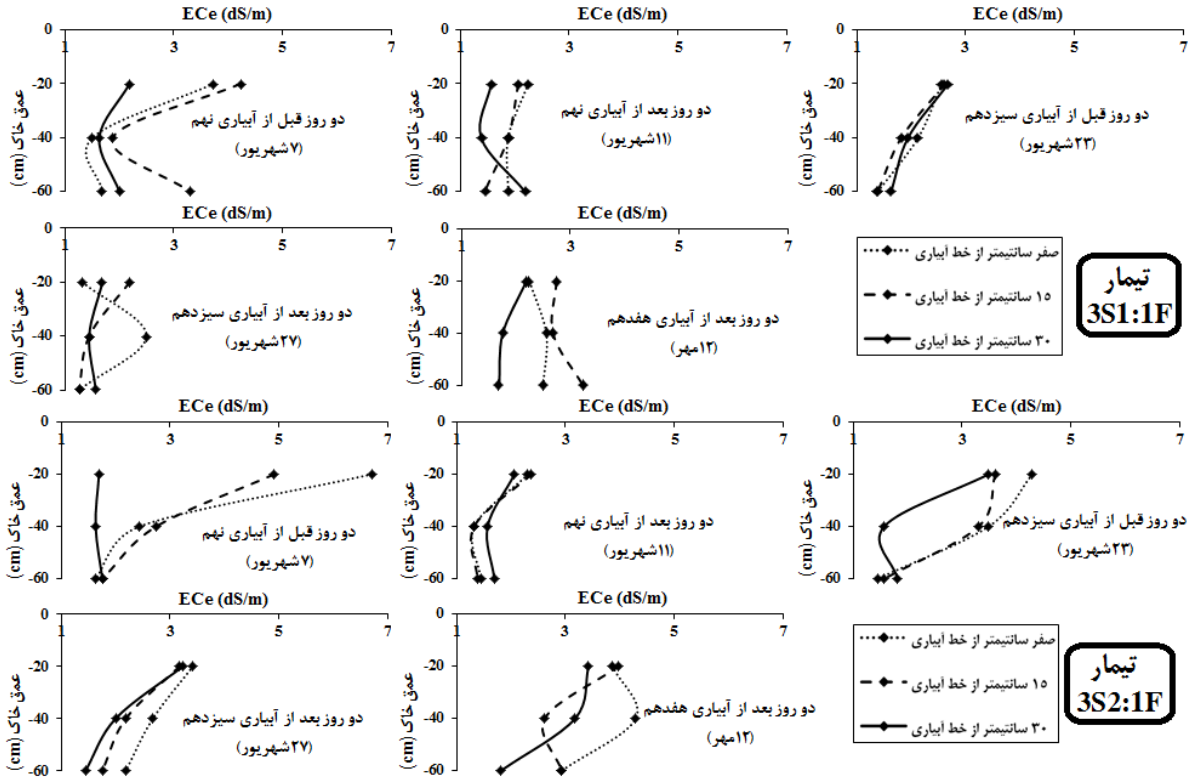
در شکل ۷ میانگین شوری هر نه نمونه از نیمرخ خاک در هر نمونه‌برداری محاسبه و تغییرات آن در طول فصل رشد رسم شده است. نتایج نشان می‌دهد در تیمارهای 1S1:1F و 1S2:1F با مدیریت اتخاذ شده (یک در میان) شوری خاک در انتهای فصل رشد در مقایسه با شوری در ابتدای فصل رشد تغییر زیادی نکرده است (کاهش ۱/۰ درصدی در تیمار 1S1:1F و افزایش ۱۷/۹ درصدی در تیمار 1S2:1F). در تیمارهای 3S2:1F و 5S2:1F مقدار و تناوب آب غیرشور برای خارج ساختن املاح از خاک کافی نبوده و در انتهای فصل رشد تجمع نمک در نیمرخ خاک مشاهده شد (به‌ترتیب افزایش ۳۹/۰ و ۴۶/۲ درصدی در شوری خاک تیمارهای مذکور). بنابراین در مدیریت های یادشده برای رسیدن به کشاورزی پایدار، با آبشویی همراه هر آبیاری یا خارج از فصل به‌صورت مصنوعی یا طبیعی (بارندگی‌های پاییز و زمستان) تا قبل از کشت بعدی شوری خاک می‌تواند به حدی برسد تا گیاه در کشت بعدی با مشکلی مواجه نشود. در غیر این صورت در طول سالیان متوالی خاک مزرعه مشکل شوری پیدا خواهد کرد.



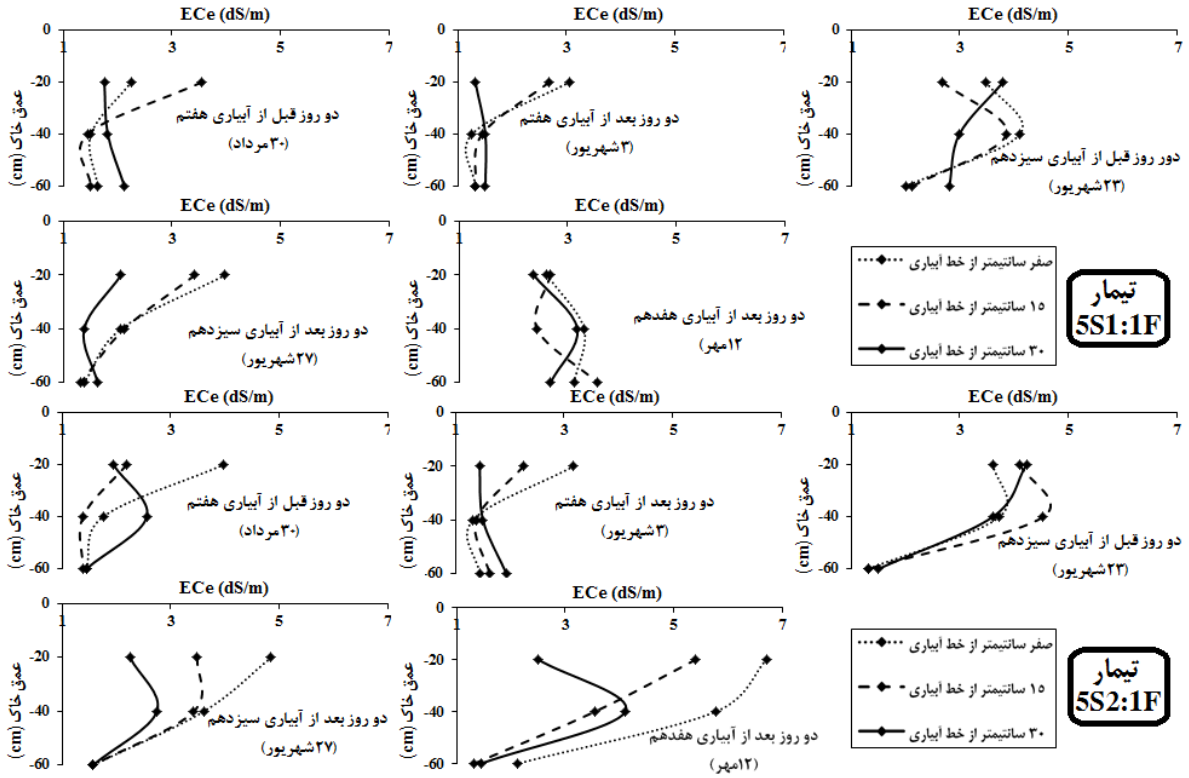
شکل ۳- نیمرخ شوری خاک در اعماق ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر و فواصل صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر از خط آبیاری در روزهای مختلف فصل رشد برای تیمارهای F، S1 و S2



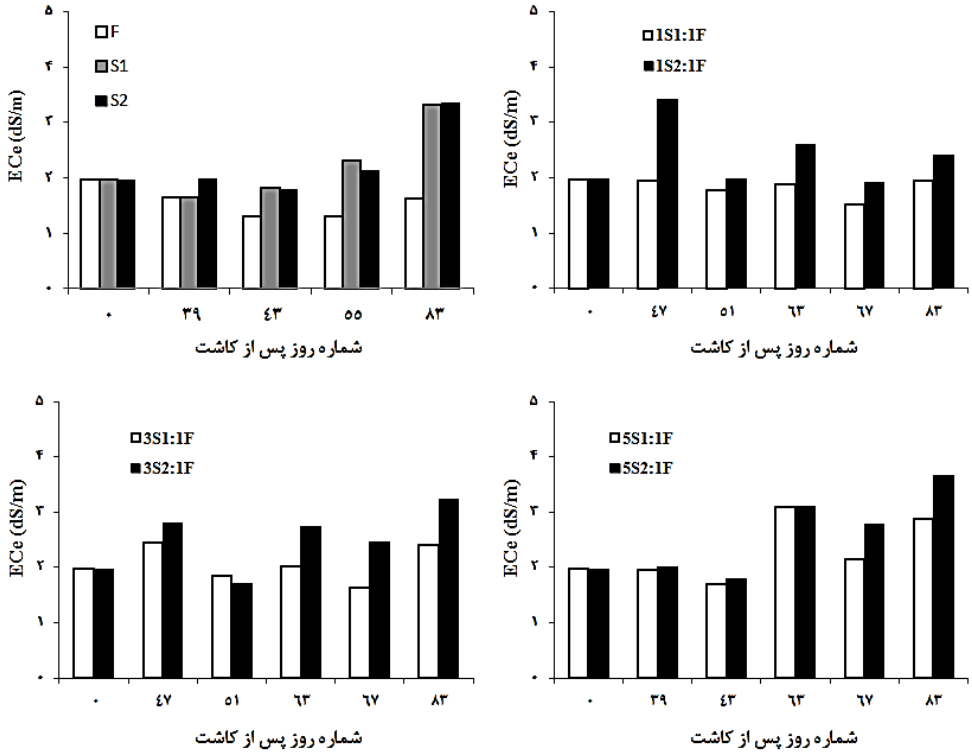
شکل ٤- نیمرخ شوری خاک در اعماق ۲۰، ٤۰ و ٦۰ سانتی‌متر و فواصل صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر از خط آبیاری در روزهای مختلف فصل رشد برای تیمارهای 1S1:1F و 1S2:1F



شکل ٥- نیمرخ شوری خاک در اعماق ۲۰، ٤۰ و ٦۰ سانتی‌متر و فواصل صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر از خط آبیاری در روزهای مختلف فصل رشد برای تیمارهای 3S1:1F و 3S2:1F



شکل ٦- نیمرخ شوری خاک در اعماق ۲۰، ٤٠ و ٦٠ سانتی‌متر و فواصل صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر از خط آبیاری در روزهای مختلف فصل رشد برای تیمارهای 5S1:1F و 5S2:1F



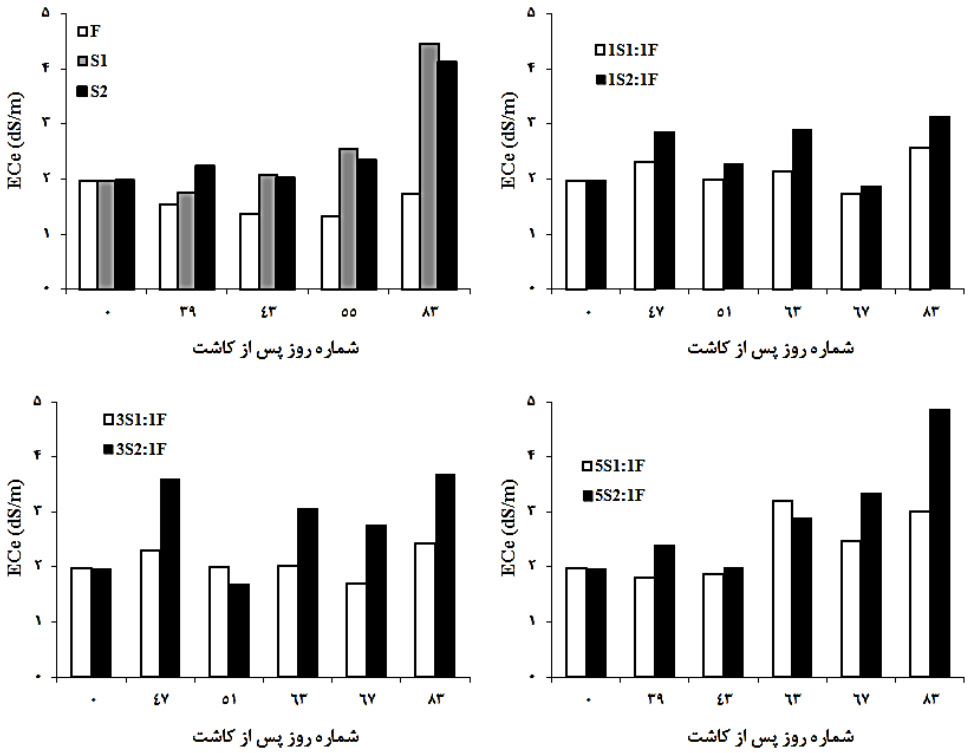
شکل ۷- تغییرات شوری خاک برای میانگین ۹ نمونه در طول فصل رشد برای تیمارهای مختلف

در تیمارهای 3S1:1F و 5S1:1F آبیاری‌های با آب غیرشور در بین آبیاری‌های با آب شور تا حدی باعث خارج شدن املاح از خاک شدند و در انتهای فصل رشد تجمع املاح کمتری در خاک نسبت به تیمار S1 مشاهده شد. به عبارت دقیق‌تر در تیمارهای مذکور به‌ترتیب افزایش ۱۷/۹ و ۳۱/۶ درصدی در شوری خاک مشاهده شد و این در حالی است که افزایش شوری خاک در تیمار S1 برابر ۴۰/۷ درصد می‌باشد. یعنی با انجام ۴ آبیاری غیرشور در تیمار 3S1:1F و ۲ آبیاری غیرشور در تیمار 5S1:1F به ترتیب کاهش ۲۲/۸ و ۹/۱ درصدی در شوری خاک نسبت به تیمار S1 مشاهده شد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد فقط در تیمارهای F و 1S1:1F شوری خاک در تمام فصل کمتر از مقدار شوری قابل‌تحمل گیاه بود (شکل ۷). در نتیجه در صورت عدم آبشویی مصنوعی یا طبیعی در انتهای فصل و جلوگیری از تجمع املاح در خاک، در اکثر تیمارها محصول ذرت در طول فصل رشد با تنش شوری مواجه خواهد شد.

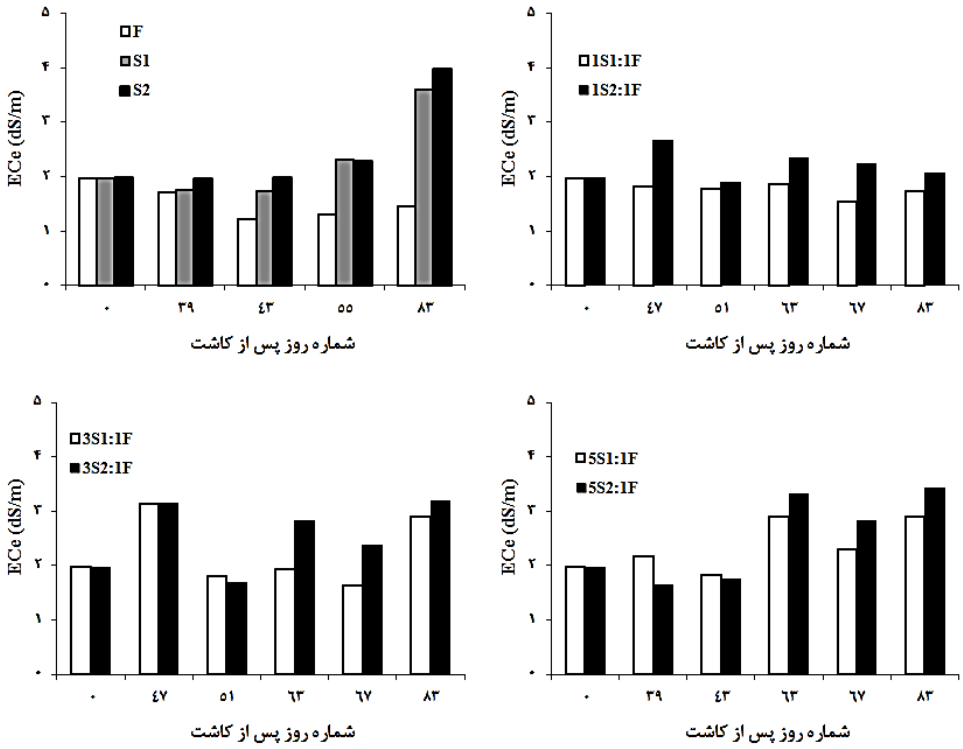
اگرچه به‌جز تیمار F و تیمار 1S1:1F در همه‌ی تیمارها افزایش شوری خاک مشاهده شد، اما این نکته نباید فراموش شود که از آب شور برای دستیابی به کشاورزی پایدار در حالتی استفاده می شود که کمبود آب وجود داشته باشد. در غیر این صورت در شرایط مهیا و فراوان بودن آب غیرشور، استفاده از آب شور در کشاورزی توجیه نخواهد داشت. نکته‌ی دوم وجود بارش‌های پاییزی و زمستانی در خارج از فصل کشت می‌باشد که در آبشویی املاح به‌طور طبیعی نقش بسیار مهمی دارد و استفاده از آب شور در آبیاری را برای برخی مدیریت‌های اتخاذشده توجیه‌پذیر می‌کند.

در شکل های ۸ تا ۱۰ برای همه‌ی تیمارها نیمرخ عرضی شوری در فواصل مختلف صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری از خط آبیاری رسم شده است. نتایج نشان می‌دهد که در فواصل ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری (نسبت به فاصله‌ی صفر) از خط آبیاری، شوری آب آبیاری تأثیر چندانی بر شوری خاک نداشته و نسبت به ابتدای فصل رشد تغییر قابل توجهی نداشته است (به خصوص در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری). این موضوع می‌تواند به‌دلیل پیشروی کمتر آب در آبیاری قطره‌ای و متمرکز بودن جبهه‌ی رطوبتی در اطراف گیاه باشد.

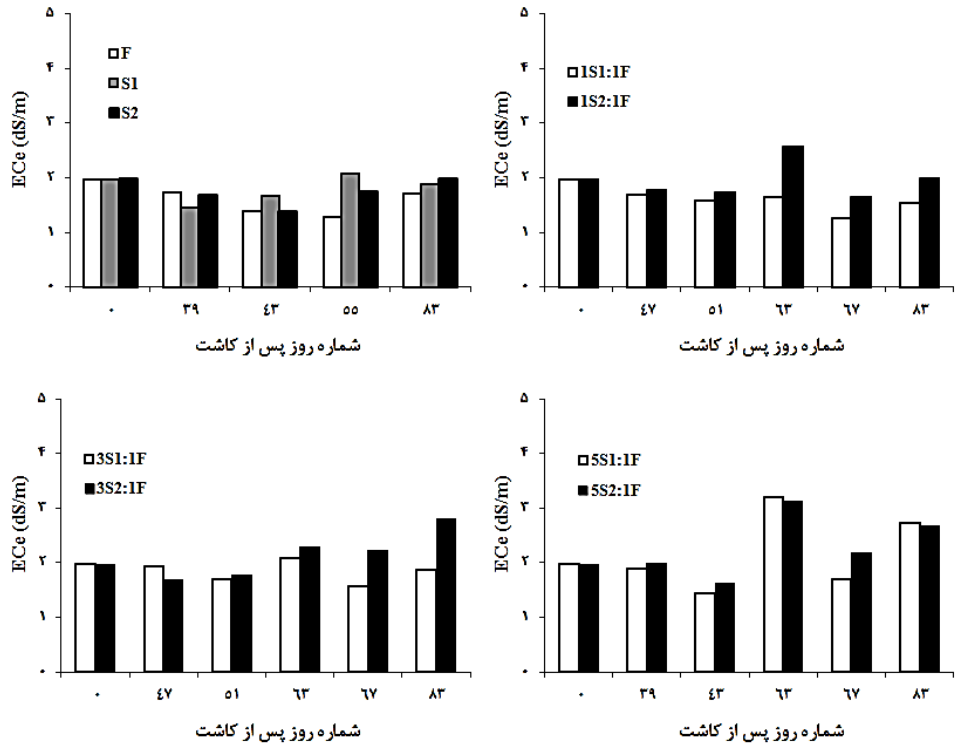
هم‌چنین شسکه و همکاران (۱۱) بیان کردند که املاح در حاشیه‌ی بخش فعال منطقه‌ی ریشه تجمع پیدا کرده و پتانسیل آب خاک در این قسمت کاهش پیدا کرد. به‌نظر می‌رسد دور آبیاری چهار روزه در تحقیق حاضر و دور آبیاری روزانه در تحقیق شسکه و همکاران و نیز تفاوت در نوع محصول (ذرت در مقایسه با گوجه-فرنگی) و جذب آب توسط گیاه، دلیل متفاوت بودن نتایج دو تحقیق است.



شکل ۸- تغییرات شوری خاک برای میانگین ۳ نمونه روی خط آبیاری در طول فصل رشد برای تیمارهای مختلف



شکل ۹- تغییرات شوری خاک برای میانگین ۳ نمونه در فاصله‌ی ۱۵ سانتی‌متر از خط آبیاری در طول فصل رشد برای تیمارهای مختلف



شکل ۱۰- تغییرات شوری خاک برای میانگین ۳ نمونه در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متر از خط آبیاری در طول فصل رشد برای تیمارهای مختلف

یازار و همکاران (۱۲) بیان کردند با افزایش شوری آب آبیاری تجمع نمک در نیمرخ خاک افزایش یافته و توزیع نمک در نیمرخ خاک در آبیاری قطره‌ای از پیاز رطوبتی پیروی می‌کند و حداکثر شوری در سطح خاک رخ می دهد. عامر (۵) با اعمال سه سطح شوری

آب آبیاری ۰/۸۹، ۲/۸۱ و ۴/۷۳ دسی‌زیمنز بر متر بـر محصـول ذرت بیان کرد تجمع نمک در خاک با افزایش شوری آب آبیـاری افـزایش می‌یابد. نتایج مشابهی در این تحقیق نیز به دست آمد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از مدیریت‌های مهم در زمینه‌ی اسـتفاده از آب شـور و غیرشـور، کاربرد تناوبی آن می‌باشد. نتـایج ایـن تحقیـق نشـان داد بـا افـزایش شوری آب آبیاری، مقدار آب اعمال شده به‌دلیل کاهش سطح پوشـش گیاهی و نیاز آبی گیاه کاهش یافت، اما تجمع املاح در خـاک و نیـاز آبشویی افزایش یافت. در مدیریت‌های تناوبی بعد از هر آبیاری بـا آب غیرشور، شوری در نیمرخ خاک کاهش یافت و ایـن موضـوع در روی خط آبیاری که بیشتر متأثر از منبع تزریق آب آبیـاری بـود بـه‌وضـوح مشاهده شد. هم‌چنین در اکثر موارد، شوری خاک در عمق ۲۰ سانتی-متری خاک بیشتر از اعماق ۴۰ و ۶۰ سـانتی‌متـری بـود و بـا فاصـله گرفتن از قطره‌چکان‌ها تجمع املاح در خاک کمتـر شـد. در مـدیریت یک در میان با وجود استفاده از آب آبیاری شور، در انتهای فصل رشـد تجمع نمک قابل ملاحظه‌ای نسبت به ابتدای آن مشـاهده نشـد. هـر چند امکان خارج شدن املاح به‌وسیله بارش‌هـای پـاییزی و آبشـویی مصنوعی برای سایر تیمارها وجود دارد. لذا پیشـنهاد مـی‌شـود جهـت بررسی این موضوع، تحقیقاتی صورت پذیرد. در مدیریت‌هـای تنـاوبی بعد از آبیاری با آب غیرشور، شوری در نیمرخ خاک کـاهش یافـت. در استفاده از آب شور تحت آبیاری قطره ای تجمع املاح در سطح خاک بیشتر بود و با فاصله گرفتن از قطره‌چکان‌ها تجمـع امـلاح در خـاک کمتر شد.

منابع

۱- احسانی م. و خالدی ه. ۱۳۸۲. بهره‌وری آب در کشاورزی. انتشارات کمیتهٔ ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۲- زارعی م.ا.، طباطبائی س.ح.، شایان‌نژاد م. و بیگی هرچگانی ح. ۱۳۸۶. توزیع شوری در پروفیل خاک تحت سه رژیم آبیاری در آبیـاری کرتـی در اراضی شرق اصفهان. مجلهٔ پژوهش در علوم کشاورزی، ۳(۲): ۲۰۶-۱۹۶.

۳- لیاقت ع.م. و اسمعیلی ش. ۱۳۸۲. تأثیر تلفیق آب شور و شیرین روی عملکرد و غلظت نمک در منطقه توسعهٔ ریشهٔ ذرت. مجلهٔ علوم کشـاورزی و منابع طبیعی۱۰(۲):۱۷۰-۱۵۹.

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

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 Prathapar S.A. 2006. Strategies to mitigate secondary salinization in the Indus Basin of Pakistan. IWMI, Colombo Sri Lanka.

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

8- Huang C.H., Zong L., Buonanno M., Xue X., Wang T., and Tedeschi A. 2012. Impact of saline water irrigation on yield and quality of melon (Cucumis melo cv. Huanghemi) in northwest China. European Journal of Agronomy, 43:68-76.

9- Kang Y., Chen M., and Wan S. 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.

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

11- Tscheschke P., Alfaro J.F., Keller J., and Hanks R.J. 1974. Trickle Irrigation soil water potential as influenced by management of highly saline water. Soil Science, 117(4):226-231.

12- Yazar A., Hamdy A., Gencel B., and Metin S.S. 2003. Sustainable use of highly saline water for irrigation of crops under arid and semi-arid conditions. p. 113-121. In A. Hamdy (ed.) Regional Action Programme (RAP). Bari, CIHEAM.

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 5, Nov.-Dec. 2014, p. 918-929

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۳، ص. ۹۲۹-۹۱۸

Investigation the Possibility of Using Saline Water in Drip Irrigation for Lands Sustainability

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

Received:21-12-2013
Accepted:26-07-2014

Abstract

Using of saline water for irrigation of crops is known as a strategy of on-farm irrigation water management. In this study, the cyclic using of saline and fresh water and its effect on soil salinity were investigated. Field experiments were carried out in randomized complete block design under drip irrigation for maize crop with 9 treatments. The treatments were based on alternative irrigation management of saline and fresh water use on three salinity levels 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 results showed that in 1:1 management, soil salinity at the end of growing season compared with the beginning of growing season did not change considerably (reducing of 1.0% and 17.9% for 1S1:1F and 1S2:1F). In 3S2:1F and 5S2:1F treatments, the amount and frequency of fresh water was not enough to remove salts from the soil and at the end of growing season, salt accumulation was seen in soil profile (increasing of 39.0% and 46.2% in soil salinity). In 3S1:1F and 5S1:1F treatments, soil salinity increased 17.9% and 31.6%, respectively, while increasing of soil salinity in S1 treatment was 40.7%. Thus, by 4 irrigations with fresh water in 3S1:1F treatment and 2 irrigations with fresh water in 5S1:1F treatment, reducing of 22.8% and 9.1% in soil salinity was seen in compared with S1 treatment.

Keywords: Cyclic using of saline water, Soil salinity, Drip irrigation, Silage maize

1,2,3- M.Sc. Gratuated, Assisstant Professor and Associate Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resourses, University of Tehran, Respectively
(* - Corresponding Author Email: hassanli@ut.ac.ir)