

# اثر مدیریت آب شور طی دوره رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و پروفیل شوری خاک

حسین مولوی<sup>۱</sup>، مسعود محمدی<sup>۲</sup> و عبدالمجید لیاقت<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>- نویسنده مسئول، دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، گروه آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج

molavihossein@gmail.com

<sup>۲</sup>- دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری، گروه مهندسی آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۳</sup>- استاد گروه آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۳

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۶

## چکیده

افزایش تقاضا برای منابع آب در جهان به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، سبب شده است کشاورزان از آب‌های با کیفیت پایین مانند آب زهکشی و آب زیرزمینی شور استفاده کنند. به منظور ارزیابی اثر مدیریت آب شور بر عملکرد ذرت دانه‌ای (رقم DC370) و توزیع شوری در نیمرخ خاک پنج روش مدیریتی در منطقه کرج و در شرایط لایسیمیتری اجرا شد. بدین منظور، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌صورت آبیاری جوی و پشته‌ای اجرا گردید. تیمارها عبارت بودند از: آبیاری با آب غیر شور ( $M_1=0/7$  dS/m)، آبیاری با آب شور ( $M_2=5$  dS/m)، استفاده از مخلوط آب غیر شور و شور ( $M_3=2/85$  dS/m)، آبیاری تناوبی با آب غیر شور و آب شور ( $M_4$ ) و آبیاری یک در میان جویچه‌ها به‌طور هم‌زمان با آب شور و غیر شور (یک جویچه با آب شور و جویچه کناری با آب غیر شور بطور ثابت تا انتهای فصل،  $M_5$ ). نتایج نشان داد، بیشترین مقدار عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده، مربوط به روش آبیاری با آب غیر شور ( $6988/12$  کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن مربوط به روش آبیاری با آب شور ( $4090/76$  کیلوگرم در هکتار) بود. در تیمارهای  $M_3$ ،  $M_4$  و  $M_5$  عملکرد به ترتیب  $20/59$ ،  $16/34$  و  $8/77$  درصد نسبت به تیمار شاهد ( $M_1$ ) کاهش یافت. مقدار متوسط شوری در اعماق کمتر از  $30$  سانتی‌متری در تیمارهای  $M_2$ ،  $M_3$ ،  $M_4$  و  $M_5$  به ترتیب  $2/66$ ،  $2/36$  و  $2/15$  دسی‌زیمنس بر متر بود. بنابراین بهترین روش مدیریتی در میان تیمارهای اعمال شده، روش آبیاری یک در میان جویچه‌ها با آب شور و غیر شور به‌طور هم‌زمان می‌باشد.

کلید واژه‌ها: توزیع شوری، ذرت دانه‌ای، عملکرد، مدیریت آب شور.

## مقدمه

روند نزولی کمی و کیفی آب در مناطق خشک و نیمه خشک از یک طرف و مستعد بودن اراضی کشاورزی از طرف دیگر می‌طلبد تا کاربرد روش‌های مدیریتی برای حصول عملکرد مطلوب، در ضمن پایداری کشاورزی مورد ارزیابی قرار گیرند. با کاربرد منطقی از آب شور به عنوان یک منبع آب آبیاری ضمن افزایش تولیدات کشاورزی، می‌توان از رقابت موجود برای آب غیر شور نیز کاست. با توجه به آثار و تبعات منفی آب شور بر گیاه و خاک، می‌بایستی شیوه‌های مختلف استفاده از آب شور و غیر شور، واکنش گیاهان و تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های شیمیایی و

فیزیکی خاک مورد بررسی قرار گیرد.

1- Rhoades

2- Hamdy et al.

3- Bradford and Letey

مدیریتی وجود نداشت. مالاش و همکاران<sup>۵</sup> (۱۵) گزارش کردند که روش مدیریتی اختلاط برای گیاه گوجه‌فرنگی عملکرد محصول و ارتفاع گیاه بیشتری نسبت به روش مدیریتی تناوبی داشت (۱۵). آبیاری با آب‌های شور در طول فصل رشد گیاهان حتی آنهایی که مقاومتشان بالا است، باعث می‌شود، عملکرد محصول کاهش یابد. در مناطقی که آب شور برای آبیاری استفاده می‌شود، اگر روش مدیریتی مناسبی به کار گرفته نشود، سبب افزایش تجمع نمک در خاک، کاهش عملکرد و نابودی خاک می‌شود (۱۷). تحقیقات فرشی و سلطانی نشان دهنده ارجحیت روش اختلاط به جای کاربرد مجزای آب‌های با کیفیت‌های مختلف است (۶ و ۳). فیضی و حقیقت مدیریتی‌های مختلف استفاده از آب‌های شور برای رشد گیاهان زراعی جو، گندم، پنبه و آفتابگردان را در قالب چهار تیمار استفاده تنها از آب‌های غیر شور (۱/۶-۱/۳ dS/m)، شور (۵/۱-۸/۹ dS/m) یا لب شور (۲/۴-۳/۷ dS/m) و تیمار کاربرد آب غیر شور در زمان جوانه زدن و استقرار گیاه و سپس مصرف آب شور یا لب شور مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که استفاده تناوبی آب غیر شور در مراحل اولیه رشد و استفاده از آب‌های شور و لب شور در مراحل بعدی منجر به تولید بالای محصول گردید (۷). لیاقت و اسماعیلی به منظور بررسی سه روش تلفیق آب شور و غیر شور، آزمایشی با چهار تیمار اجرا نمودند. تیمارها عبارت بودند از: ۱- نیم در میان (در هر نوبت آبیاری نیمی از آبیاری با آب شور (۷/۳ dS/m) و نیمی دیگر بلافاصله بعد از نفوذ با آب غیر شور (۰/۷ dS/m) -۲ یک در میان (یک نوبت آب شور و نوبت دیگر آب غیر شور) -۳ آبیاری با اختلاط آب شور و غیر شور (۴ dS/m) -۴ آبیاری با آب غیر شور (شاهد). نتایج نشان داد، تیمار نیم در میان در مقایسه با دو تیمار دیگر (مخلوط و یک در میان) دارای عملکرد بیشتری بود (۸). زارعی و همکاران به بررسی سه روش تلفیق آب شور و غیر شور پرداختند. آنها گزارش نمودند، بر مبنای این تحقیق، تیمار یک در میان برای رشد گیاهان کم‌عمق شرایط بهتری را فراهم می‌کند ولی تیمار مخلوط برای گیاهان با ریشه‌های عمیق مناسب‌تر است (۲).

با توجه به اینکه کمبود آب، یکی از علل اصلی کاهش عملکرد در کشور می‌باشد، می‌طلبد تا از منابع آب غیر شور، با اعمال مدیریت صحیح ضمن حفظ پایداری کشاورزی در برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان بهره‌جست. به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر روش‌های مدیریتی آب شور بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و همچنین توزیع شوری در نیمرخ خاک اجرا شد.

اگر مقدار آب و املاح مساوی در هر روش مدیریتی به مزرعه داده شود عملکرد یونجه یکسان خواهد بود. برای ذرت که حساس به شوری است، روش تناوبی مناسب‌تر می‌باشد و برای پنبه که مقاوم به شوری است اختلاف معنی‌دار بین دو روش وجود نداشت. شارما و همکاران<sup>۱</sup> از آب‌های شور زهکشی (۱۰/۵-۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) و آب غیر شور (۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر) برای آبیاری به صورت تناوبی استفاده و بیان کردند که میانگین عملکرد گندم در صورتی که فقط از آب شور زهکشی استفاده شود، معادل ۷۴ درصد عملکرد پتانسیل بوده در صورتی که اولین آبیاری با آب غیر شور جایگزین شود و بقیه مراحل با آب شور زهکش آبیاری شود، عملکرد به ۸۴ درصد افزایش می‌یابد (۲۱). در پاکستان اثر تلفیق آب‌های شور (زیرزمینی) و غیر شور (آب‌های سطحی) در اراضی شور با مدیریت‌های مختلف روی خاک و گیاه بررسی شده است. این مطالعات نشان داده است که تلفیق آب‌های شور و غیر شور (مخلوط، استفاده متناوب دوره ای و متناوب یک در میان) علاوه بر اصلاح اراضی باعث افزایش تراکم بوته‌ها و عملکرد محصول شده است (۱۲). یک روش قابل قبول برای کاهش شوری آب آبیاری تا زیر حد آستانه گیاه، اختلاط آب شور با آب غیر شور در نسبت‌های مختلف می‌باشد (۱۰). هرگاه ۳۴ درصد از کل آب مصرفی گندم در اوایل رشد از آب غیر شور و بقیه آب مصرفی در مراحل بعدی رشد از آب شور زهکش (۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) تأمین گردد، بازده تولید گندم از ۰/۴ کیلوگرم در مترمربع به ازای مصرف آب مخلوط به ۱/۲ کیلوگرم در مترمربع افزایش می‌یابد (۱۸). سینگ<sup>۲</sup> مدل SWAP را جهت برنامه‌ریزی آبیاری در تناوب کشت گندم و پنبه برای ارزیابی روش تناوبی کاربرد آب-های شور و غیر شور به کار برد. نتایج این تحقیق که با کاربرد شش کیفیت آب زیرزمینی (۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴) و در تناوب آب کانال (۰/۳-۰/۴ dS/m) انجام گرفت حاکی از امکان استفاده موفقیت آمیز آب شور تا شوری ۱۴ dS/m به شرط استفاده از آب غیر شور کانال در آبیاری پیش از کشت بود (۲۲). قارشی و همکاران<sup>۳</sup> در بررسی اثر دراز مدت کاربرد مخلوط آب-های شور و غیر شور نتیجه گرفتند، در مناطق با آب زیرزمینی غیر شور و بارندگی متوسط به بالا روش اختلاطی کاملاً سودمند است (۱۹). آبدل‌گواد و همکاران<sup>۴</sup> دو روش آبیاری شیبی و قطره-ای را با کیفیت‌های مختلف آب آبیاری و با دو روش مدیریتی (اختلاط و تناوبی) روی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی آزمایش کردند و گزارش کردند که روش قطره‌ای برای تمام کیفیت‌های مختلف آب آبیاری و روش‌های مدیریتی بهتر از روش شیبی بود، همچنین در هر روش آبیاری تفاوت معنی‌داری بین دو روش

### مواد و روش‌ها

- 1- Sharma et al.
- 2- Singh
- 3- Qureshi et al.
- 4- Abdel Gawad et al.

۱/۵ و عمق ۲ متر استفاده شد، که در داخل خاک ساخته شده بودند. گیاه مورد مطالعه ذرت دانه‌ای رقم DC370 بود. بذرها در تاریخ ۳۰ خرداد ماه ۱۳۸۹ در خاک کاشته شد. فواصل کاشت روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۵ سانتی‌متر بود. در هر لایسیمتر سه ردیف وجود داشت و مجموعاً ۱۸ عدد بذر ذرت در هر کدام کاشته شد. تیمارها در تاریخ ۵ مرداد ماه اعمال شدند. اطراف لایسیمترها نیز تا فاصله ۱۰ متری ذرت کاشت شده بود. تا مرحله استقرار گیاه، به دلیل عمق کم ریشه‌ها، آبیاری در تمام تیمارها به یک مقدار مشابه، با استفاده از آب با  $EC = 0.7 \text{ dS/m}$  و بر اساس میزان تبخیر از تشت کلاس A ایستگاه هواشناسی که در مجاورت محل مطالعه بود، انجام شد و سپس اعمال تیمارها صورت پذیرفت. آب شور از طریق اختلاط آب غیر شور (شهری) با مقدار مشخصی سنگ نمک طبیعی (مربوط به رودخانه اشتهارد) که مقدار آن در هر آبیاری با دستگاه EC متر اندازه‌گیری می‌شد، تهیه گردید. برای تعیین مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) از دستگاه صفحات فشاری (Pressure Plate) استفاده شد. بر این اساس رطوبت حجمی در نقطه FC و PWP به ترتیب ۳۴ و ۱۷ درصد به‌دست آمد.

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی گروه آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج اجرا شد. محل اجرای آزمایش در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۱۲/۵ متر است. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۲۶۰ میلی‌متر می‌باشد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج روش مدیریتی بودند: آبیاری با آب غیر شور ( $M_1 = 0.7 \text{ dS/m}$ )، آبیاری با آب شور ( $M_2 = 5 \text{ dS/m}$ )، استفاده از مخلوط آب غیر شور و شور ( $M_3 = 2/85 \text{ dS/m}$ )، آبیاری تناوبی با آب غیر شور و آب شور ( $M_4$ ) و آبیاری یک در میان جویچه‌ها به طور هم زمان با آب شور و غیر شور (یک جویچه با آب شور و جویچه کناری با آب غیر شور به‌طور ثابت تا انتهای فصل،  $M_5$ ). خصوصیات شیمیایی آب آبیاری غیرشور و شور در جدول (۱) ارائه شده است. بافت خاک مزرعه دارای ۲۶ درصد شن، ۳۵ درصد رس و ۳۹ درصد سیلت (خاک لومرسی) با وزن مخصوص ظاهری ۱/۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. برای انجام این آزمایش از ۱۵ لایسیمتر به طول ۱/۵ عرض

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری غیرشور و شور

SAR	Sum Anions (meq/lit)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meq/lit)	Cl <sup>-</sup> (meq/lit)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (meq/lit)	Sum Cations (meq/lit)	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> (meq/lit)	Na <sup>+</sup> (meq/lit)	K <sup>+</sup> (meq/lit)	PH	EC (dS/m)	
۱/۰۵	۸/۴	۴/۲	۲	۲/۲	۸/۰۲	۶	۱/۸۲	۰/۲	۷/۱	۰/۷	آب غیرشور
۵/۱۷	۲۳/۸۹	۳/۸۸	۷/۹۱	۱۲/۱	۲۲/۸۲	۱۰/۶۷	۱۱/۹۵	۰/۳	۷/۰۲	۵	آب شور

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک لایسیمترها

pH	EC (dS/m)	SAR	نیترژن (%)	فسفر (mg/Kg)	پتاسیم (mg/Kg)	کلسیم (mg/Kg)	منیزیم (mg/Kg)	سدیم (mg/Kg)	آهن (mg/Kg)	روی (mg/Kg)	منگنز (mg/Kg)
۸/۲	۱/۰۱	۱/۲۳	۰/۱۰۵	۳۱/۴	۵۷۴	۱۶۰	۱۷	۶۱	۵/۸۱	۲/۶۴	۸/۵

(Profile Probe) محاسبه می‌شد، بدین صورت که با استفاده از این دستگاه درصد رطوبت حجمی در عمق‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری از سطح خاک اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه می‌گردید و با توجه به MAD مربوطه، زمانی که رطوبت خاک به حد مورد نظر می‌رسید، آبیاری انجام می‌گرفت. همچنین مقدار آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری از رابطه زیر محاسبه گردید (۴):

## تعیین زمان و مقدار آبیاری

زمان آبیاری برای تیمارهای آبیاری سطحی بر اساس  $MAD = 0.5$  و با استفاده از دستگاه رطوبت سنج

1- Maximum Allowable Deficiency

اثر تکرار بر صفات اندازه گیری شده معنی دار نبود که نشان دهنده شرایط یکنواخت آزمایش برای همه تکرارها بوده است.

جدول (۴) اثر مدیریت آب شور را بر میزان عملکرد و اجزای آن نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود بیشترین مقدار عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده، مربوط به آبیاری با آب غیر شور ( $M_1$ ) و کمترین آن مربوط به آبیاری با آب شور ( $M_2$ ) می‌باشد. به طور کلی استفاده از آب شور برای آبیاری سبب کاهش محصول می‌شود، که با به‌کارگیری روش مدیریتی مناسب جهت استفاده از آب شور می‌توان تا حد مطلوبی از کاهش عملکرد جلوگیری کرد. همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود در اثر استفاده از آب شور ( $M_2$ ) برای آبیاری ذرت دانه‌ای، عملکرد ۴۱/۴۶ درصد نسبت به روش آبیاری با آب غیر شور کاهش یافته است در حالی که به‌کارگیری روش مدیریتی مخلوط ( $M_3$ )، آبیاری تناوبی با آب غیر شور و شور ( $M_4$ ) و آبیاری یک در میان جویچه‌ها به طور هم‌زمان با آب شور و غیر شور ( $M_5$ ) به‌ترتیب باعث کاهش عملکرد به میزان ۲۰/۵۹، ۱۶/۳۴ و ۸/۷۷ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. در تحقیقی نارش و همکاران<sup>۱</sup> دو روش اختلاط و تناوبی را جهت استفاده توأم آب شور (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و غیر شور (۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر) بر روی عملکرد گندم مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که آبیاری متناوب از آب شور و غیر شور، نسبت به روش اختلاط ۷ تا ۱۱ درصد، عملکرد را افزایش داده است (۱۶). در اکثر تحقیقات انجام شده بر روی روش‌های مدیریت آب شور بالاخص مقایسه روش اختلاط و تناوبی (از جمله ۱۱، ۱۳ و ۱۶)، روش تناوبی ارجح دانسته شده است که با نتایج این تحقیق سازگاری دارد

در روش آبیاری یک در میان جویچه‌ها به طور هم‌زمان با آب شور و غیر شور ( $M_5$ )، در طول دوره اعمال تیمار همواره گیاه از طرف یک جویچه تحت تنش شوری قرار داشته و از طرف جویچه دیگر دارای شرایط مساعدتری برای جذب آب بوده است، لذا گیاه سیستم ریشه‌ای خود را به سمت جویچه با آب غیر شور گسترش داده و از این طریق توانسته آب بیشتری از سمتی که تحت تنش نیست، جذب کند و به عبارتی جذب جبرانی صورت گرفته است، در نتیجه عملکرد محصول در این تیمار کمتر تحت تاثیر قرار گرفته و کمترین درصد کاهش عملکرد را در مقایسه با سایر تیمارها داشته است. در روش آبیاری تناوبی با آب شور و غیر شور ( $M_4$ ) اگرچه از شش آبیاری صورت گرفته، سه آبیاری با آب شور بوده، ولی به دلیل آبشویی مناسب، در سه آبیاری دیگر به نظر

$$D_n = \frac{FC - PWP}{100} \cdot Dr \cdot MAD \quad (1)$$

که  $D_n$  مقدار آب در هرنوبت آبیاری (میلی‌متر)، FC مقدار رطوبت حجمی خاک در ظرفیت زراعی (درصد)، PWP مقدار رطوبت حجمی خاک در نقطه پژمردگی دائم (درصد)، Dr عمق موثر ریشه (میلی‌متر) و MAD درصد تخلیه مجاز رطوبت خاک می‌باشد. لازم به ذکر است، با توجه به الگوی متداول توزیع ریشه (۳۰-۲۰-۱۰) که نشان دهنده حداکثر تراکم ریشه در ۵۰ درصد ابتدایی از عمق توسعه ریشه می‌باشد، عمق ریشه موثر ریشه یک متر در نظر گرفته شد.

هم‌زمان با کاشت، سنسورهای شوری در مرکز جویچه قرار داده شدند. برای اندازه‌گیری شوری خاک سنسورهای شوری به دستگاه Salinity Bridge متصل می‌شدند و مقدار شوری قرائت می‌شد. قبل از اندازه‌گیری هر یک از سنسورهای شوری کالیبره شدند. شوری خاک در چهار عمق ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌شد. با توجه به اینکه رطوبت خاک در اعماق ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ سانتی‌متری با استفاده از دستگاه Profile Probe نیز موجود بود بنابراین از رابطه زیر شوری خاک در نقطه اشباع خاک تعیین شد (۵):

$$EC_e = \frac{\theta_x}{\theta_{sp}} \times EC_x \quad (2)$$

که  $EC_e$  شوری خاک در نقطه اشباع،  $EC_x$  شوری اندازه‌گیری شده با دستگاه Salinity Bridge،  $\theta_x$  رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده با دستگاه Profile Probe و  $\theta_{sp}$  رطوبت حجمی در نقطه اشباع خاک می‌باشد.

خصوصیات شیمیایی خاک لایسیمترها در جدول (۲) ارائه شده است. با توجه به جدول (۲) فقط کود اوره معادل ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله کاشت، هشت برگی و سنبله دهی به صورت سطحی و یکسان در بین تمام تیمارها استفاده گردید. در تاریخ ۳۱ شهریور ماه ۱۳۸۹ محصول برداشت شد و در پایان فصل رشد، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در رطوبت ۱۴ درصد و ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن (Duncan) مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### ۱- اندازه‌گیری‌های گیاهی

نتایج تحلیل واریانس صفات ذرت دانه‌ای در جدول (۳) ارائه شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود مدیریت آب شور بر روی وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه و ارتفاع گیاه در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشته است. همچنین

## جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ذرت دانه‌ای در پاسخ به مدیریت آب شور

میانگین مربعات (M.S)					
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزاردانه	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه	ارتفاع گیاه
تکرار	۲	۴۵ ns	۱۱/۴ ns	۶۱۴۳۵/۸ ns	۱۲/۸۷ ns
مدیریت آب شور	۴	۱۵۹۳/۷ **	۱۰۲۲۲/۹ **	۳۵۴۳۶۱۳/۹ **	۱۱۷۸/۹۳ **
خطا	۸	۱/۵۳	۱/۳	۷۷۲/۸	۵۲۰/۰۳

ns، \* و \*\* به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد هستند.

## جدول ۴- اثر مدیریت آب شور بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	عملکرد دانه (kg/ha)	تعداد دانه در بلال	وزن هزاردانه (g)
		با رطوبت ۱۴ درصد	با رطوبت ۱۴ درصد	با رطوبت ۱۴ درصد
M <sub>1</sub>	۲۱۰ a	۶۹۸۸/۱۲ a	۴۸۴/۶۷ a	۲۷۰/۳ a
M <sub>2</sub>	۱۶۰/۷ d	۴۰۹۰/۷۶ e	۳۳۰/۷ e	۲۰۹/۷ e
M <sub>3</sub>	۱۷۵/۳ C	۵۵۴۹/۲۳ d	۴۰۵/۳ d	۲۴۳ d
M <sub>4</sub>	۱۹۰/۵ b	۵۸۴۵/۸۷ c	۴۲۵/۳ c	۲۵۰/۳ c
M <sub>5</sub>	۲۰۱/۴ ab	۶۳۷۵/۵b	۴۵۵ b	۲۵۹/۶ b

(۴) تغییرات شوری نیمرخ خاک را برای تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.

به‌طور کلی در تمام تیمارها با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان در طول فصل رشد شوری نیمرخ خاک افزایش یافته است. همچنین در تمام تیمارها، لایه‌های سطحی به دلیل تبخیر و تعرق بیشتر، دارای EC بیشتری می‌باشند و از سطح خاک به عمق خاک تقریباً روندی کاهشی در شوری خاک مشاهده می‌گردد اما در اعماق پایین‌تر خاک، به دلیل آبشویی، مقادیر نمک بیشتری تجمع نموده‌اند.

روند تغییرات شوری در طول زمان و در عمق خاک تقریباً در تیمارهای M<sub>2</sub> و M<sub>3</sub> مشابه است با این تفاوت که دامنه تغییرات شوری در این تیمارها به ترتیب بین ۲/۵۷ تا ۵/۵۱ و بین ۱/۶۹ تا ۳/۵ می‌باشد. در تیمار M<sub>4</sub> همان‌گونه که در شکل (۳) نیز مشخص است، آبیاری های سوم و پنجم با آب شور انجام شده است، به همین دلیل مقادیر اندازه‌گیری شده شوری برای بعد از آبیاری های مذکور نشان از افزایش شوری خاک در به‌خصوص در اعماق سطحی خاک دارد. اما در سایر آبیاری‌ها (چهارم و ششم)، آبشویی مناسبی از طریق آب غیر شور انجام شده است که موجب کاهش شوری پروفیل خاک در اعماق سطحی شده است. بنابراین در این تیمار گیاه در دوره های بعد از انجام آبیاری با آب غیر شور کمتر تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفته و عملکرد آن نسبت به تیمارهای M<sub>2</sub> و M<sub>3</sub> افزایش داشته است. دامنه تغییرات شوری در تیمارهای M<sub>4</sub> و M<sub>5</sub> به ترتیب بین ۱/۸۱ تا ۳/۰۵ و بین ۱/۸۷ تا ۲/۴۸ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. مقدار متوسط شوری در

می‌رسد شرایط مساعدتری برای رشد گیاه نسبت به روش مخلوط (M<sub>3</sub>) فراهم بوده است. در نتیجه همان طور که از نتایج این تحقیق مشخص است با استفاده از این روش مدیریتی جدید (M<sub>5</sub>) می‌توان آب شور را همراه با غیر شور برای کشت ذرت دانه‌ای استفاده کرد، بدون آنکه کاهش چندانی در عملکرد محصول ایجاد شود. بدیهی است که روش مذکور به دلیل داشتن عملکرد بالاتر دارای کارایی مصرف آب بالاتری نسبت به تیمارهای دیگر (به‌جز تیمار شاهد) است.

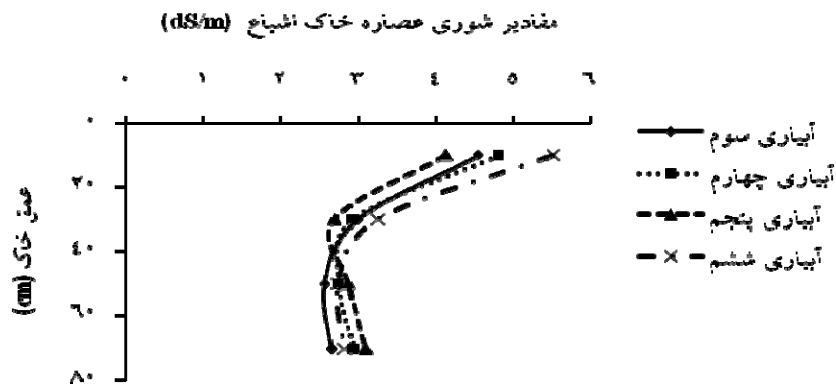
به‌طور کلی با افزایش تأثیر شوری آب آبیاری بر روی رشد گیاه، علاوه بر کاهش عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه نیز کاهش می‌یابد، چرا که با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود، در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش می‌یابد که این عمل باعث افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود. بر این اساس و همان طور که در جدول (۴) مشخص است، ارتفاع گیاه در تیمارهای M<sub>2</sub>، M<sub>3</sub>، M<sub>4</sub> و M<sub>5</sub> به ترتیب ۲۳/۴۹، ۱۶/۵، ۹/۵۲ و ۴/۱۳ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته است. رحیمی و همکاران نیز اظهار داشتند با افزایش فشار اسمزی محلول خاک، سرعت رشد و رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد (۱).

## ۲- تغییرات شوری در نیمرخ خاک

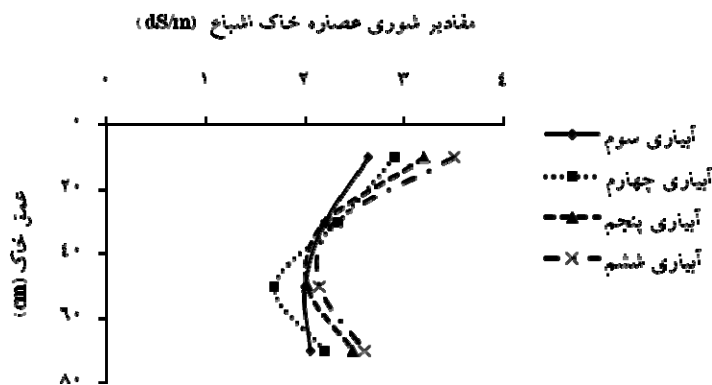
از آبیاری دوم بعد از اعمال تیمارها، شوری نیمرخ خاک در چهار عمق و پیش از هر آبیاری اندازه‌گیری شد. شکل‌های (۱) تا

می‌گیرد، تیمار  $M_5$  که کمترین مقدار نمک را در این لایه دارد، بیشترین عملکرد را بعد از آبیاری با آب غیر شور نسبت به سه روش مدیریتی دیگر داشته است.

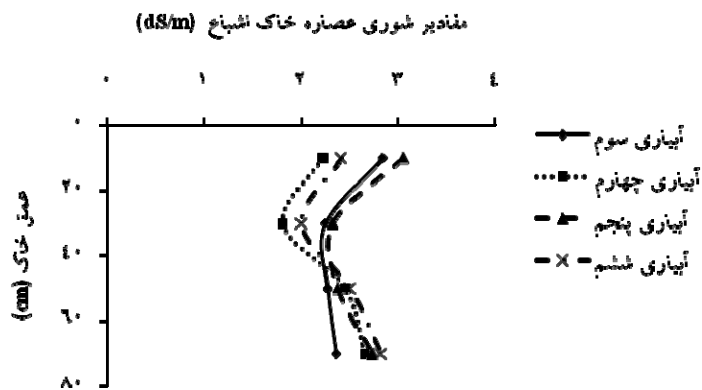
اعماق کمتر از ۳۰ سانتی‌متری در تیمارهای  $M_2$ ،  $M_3$ ،  $M_4$  و  $M_5$  به ترتیب ۳/۶۶، ۲/۳۶ و ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. با توجه به الگوی متداول توزیع ریشه (۴۰، ۲۰، ۳۰ و ۱۰ درصد) که بر اساس آن بیشترین جذب آب از لایه اول صورت



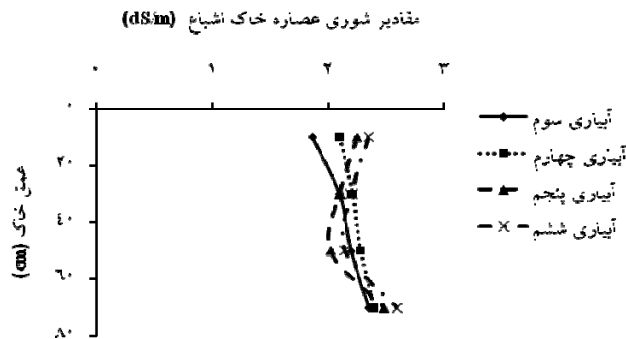
شکل ۱- تغییرات شوری نیمرخ خاک در تیمار آب شور ( $M_2$ )



شکل ۲- تغییرات شوری نیمرخ خاک در تیمار مخلوط ( $M_3$ )



شکل ۳- تغییرات شوری نیمرخ خاک در تیمار تناوبی ( $M_4$ )



شکل ۴- تغییرات شوری نیمرخ خاک در تیمار آبیاری یک در میان جویچه‌ها با آب شور و غیر شور (M<sub>5</sub>)

### نتیجه‌گیری

می‌باشد، عملکرد محصول ذرت دانه‌ای نسبت به سه روش مدیریتی دیگر افزایش یافت. بنابراین در شرایطی که بتوان سیستم آبیاری را بر اساس این روش طراحی و مدیریت نمود، این روش می‌تواند نسبت به سایر روش‌ها از کارایی مناسب‌تری برخوردار باشد. اما در شرایطی که گزینه مذکور قابلیت اجرا در زمین را نداشته باشد و یا اجرای آن از نظر اقتصادی توجیه پذیر نباشد می‌توان از روش تناوبی (M<sub>4</sub>) بهره برد.

با انتخاب روش مناسب جهت مدیریت آب شور می‌توان تا حد امکان از کاهش عملکرد محصول جلوگیری کرد و تقاضا برای آب غیر شور را کاهش داد. همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان داد کمترین مقدار تجمع نمک در نیمرخ خاک مربوط به تیمار آبیاری یک در میان جویچه‌ها با آب شور و غیر شور (M<sub>5</sub>) بود. با توجه به اینکه تجمع نمک در لایه‌های سطحی این تیمار نسبت به اعماق خاک کمتر بود و اینکه بیشترین تراکم ریشه در این لایه‌ها

### منابع

- ۱- رحیمی‌تنها، ح.، مجیدی، ا. و م. شهبازی. ۱۳۷۷. ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژی بر مقاومت به تنش شوری در سورگوم علوفه‌ای. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، مؤسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال، کرج.
- ۲- زارعی، م.ح.، طباطبائی، ح.، شایان نژاد، م. و ح. بیگی هرچگانی. ۱۳۸۶. الگوی توزیع شوری در پروفیل خاک تحت سه رژیم آبیاری در آبیاری کرتی در اراضی شرق اصفهان. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، سال سوم، شماره دوم، ص ۲۰۶-۱۹۶.
- ۳- سلطانی، ج. ۱۳۸۰. امکان سنجی اختلاط آب‌های آبیاری و آب شور زیرزمینی و تاثیر آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در جهت تعدیل خشکسالی سیستان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، زابل، ص ۲۰۳-۱۹۳.
- ۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۴. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا، ۴۷۰ صفحه.
- ۵- علیزاده، ا. ۱۳۸۴. زهکشی اراضی. انتشارات دانشگاه امام رضا، ۴۹۶ صفحه.
- ۶- فرشی، ع. ۱۳۷۴. استفاده از تکنیک مخلوط آبیاری در تعدیل کیفیت آب و استفاده حداکثر از منابع آب موجود در کشاورزی. مجله آب، خاک و ماشین، سال دوم، شماره ۱۴-۱۵، ص ۱۹-۱۰.
- ۷- فیضی، م. و ا. حقیقت. ۱۳۸۰. نگرشی بر روش‌های بهره‌برداری از آب‌های نامتعارف (شور و لب شور) در کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، زابل، ص ۲۷۸-۲۶۵.
- ۸- لیاقت، ع. و ش. اسماعیلی. ۱۳۸۲. تاثیر تلفیق آب شور و غیر شور روی عملکرد و غلظت نمک در منطقه توسعه ریشه ذرت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال دهم، شماره دوم، ص ۱۷۰-۱۵۹.

9. Abdel Gawad, G., Arslan, A., Gaihbe, A. and F. Kadouri.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.
10. Abdel Gawad, 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. Chaudhry, M. R. 1999. Impact of conjunctive use of water on soils and crops under farmer's management. *17th Congress on Irrigation and Drainage*, Canada, Spain, ICID-ICID, 1(B):95-105.
13. Hamdy, A. 1993. Saline irrigation practices and management. In: *Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants*. Kluwer Academic Publishing, 570 p.
14. Hamdy, A., Abdel, S. and M. Abu-Zeid. 1993. Saline water management for optimum crop production. *Agricultural. Water Management*, 24:189-203.
15. 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.
16. Naresh, R. K., Minhans, P. S., Goyal, A. K. Chauhan, C. P. S. and R. k. Gupta. 1993. Conjunctive use of saline and non-saline waters(II). *Field Comparisons of cyclic uses and mixing for wheat*. *Agricultural. Water Management*, 23: 139-148.
17. Ould Ahmed, B. A., Yamamoto, T. and M. Inoue,2007. Response of drip irrigated sorghum varieties growing in dune sand to salinity levels in irrigation water. *Journal of Applied Sciences*, 7: 1061-1066.
18. Qorbani, M. H. 2002. Effect of salt stress during growth on seed power in wheat. M. Sc. Thesis, Farming College, Agricultural and Natural Source University of Gorgon. Press. 85 p.
19. Qureshi, A. S., Turrall H. and H. Masih. 2004. Strategies for the management of conjunctive use of surface water and groundwater resources in semi-arid areas: A case study from Pakistan, Colombo, International Water Management Institute (IWMI). Report 86.
20. Rhoades, J. D. 1987. Use of saline water for irrigation. *Water Quality Bulletin* 12: 14-20.
21. Sharma, D. P., Rao, K. V. G., Singh, K. N., Kumbhare, P. S., and Asterbaan. R. J. 1994. Conjunctive use of saline and non-saline irrigation waters in semi-arid regions. *Irrigation. Science*. 15: 25-33.
22. Singh, R. 2004. 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.