



اثر رینگ مروس بر هدایت الکتریکی خاک

مسعود کریمی جعفری^۱، بهروز مصطفی زاده فرد^۲، سید فرهاد موسوی^۳، اسماعیل لندی^۴

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استاد و عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استاد وابسته گروه مهندسی عمران، دانشگاه سمنان

۴- مربی و عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

Masoudkarimijafari@gmail.com

چکیده

افزایش جمعیت و کاهش منابع آب شیرین موجب شده است که آب شور به عنوان منبع بسیار تاثیرگذاری به منظور تولید بیشتر مواد غذایی پیشنهاد گردد. آبیاری با آب شور اثرات نامطلوبی بر روی خاک میگذارد. این مطالعه به منظور بررسی تاثیر رینگ مروس بر توزیع شوری خاک انجام شده است. از دو تیمار اصلی بدون استفاده از رینگ مروس (T) و استفاده از رینگ مروس (RT) و دو تیمار آب شیرین و شور به عنوان تیمار فرعی استفاده گردید. نمونه برداری از نمونه های خاک در ۴۵ و ۹۰ روز پس از شروع آبیاری در سطح خاک و اعماق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر انجام گرفت. نتایج نشان داد که در تیمار آب شور در هر دو زمان نمونه برداری میزان هدایت الکتریکی در تیمار استفاده از رینگ مروس نسبت به تیمار بدون استفاده از رینگ مروس کاهش می یابد. به طور کلی می توان بیان نمود که با استفاده از رینگ مروس میزان هدایت الکتریکی در عمق خاک کاهش می یابد. این مقدار کاهش با استفاده از آبیاری با آب شور و در تیمار با استفاده از رینگ مروس نسبت به تیمار بدون استفاده از رینگ مروس در نمونه برداری ۴۵ روزه در سطح خاک و اعماق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر برترتیب به میزان ۳، ۸ و ۶ درصد و در نمونه برداری ۹۰ روزه به میزان ۶، ۷۹ و ۱۰۳ درصد بود.

کلمات کلیدی: شوری، رینگ مروس، ستون خاک

۱. مقدمه

جمعیت دنیا در سال ۲۰۰۰ برابر ۶/۳ میلیارد نفر و در سال ۲۰۲۵ برابر ۸/۵ میلیارد نفر خواهد بود. افزایش جمعیت به تنهایی و با حفظ سطح فعلی تامین غذا نیاز به افزایش تولیدات کشاورزی در حدود ۵۰-۴۰ درصد در طی سی تا چهل سال آتی را ضروری می سازد (در کشورهای توسعه یافته ۲۰ درصد افزایش و در کشورهای در حال توسعه ۶۰ درصد افزایش) (۱۱)

اراضی آبی در حال حاضر ۱۵ درصد اراضی قابل کشت را تشکیل می دهند ولی این اراضی حدود ۳۶ درصد از غذای دنیا را تامین می نمایند. تخمین زده می شود که جهت تامین نیازهای جهانی غذا، اراضی آبی دنیا باید سالانه ۲/۲۵ درصد رشد داشته باشد. در حالیکه رشد سالانه توسعه اراضی آبی در دنیا در حال حاضر حدود ۱ درصد می باشد، ولی توسعه آبیاری در حال حاضر کمتر از یک درصد در سال است (۶).

افزایش جمعیت و کاهش منابع آب شیرین از طرف دیگر موجب شده است که راهکارهای متفاوتی برای استفاده از منابع آب به منظور تولید بیشتر پیشنهاد گردد. استفاده از آب های غیر متعارف، استفاده از آب شور و استفاده از تکنولوژی های نو از این قبیل راهکارها هستند. استفاده از فاضلاب به عنوان راهکاری برای استفاده از آبیاری می باشد. آزمایشی در ستون های پلی اتیلنی به ارتفاع ۱۵۰ و قطر ۱۱ سانتی متر در ۷ دوره ۱۵ روزه در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. فاضلاب خام و فاضلاب تصفیه شده تصفیه خانه پرکنندآباد در ستون های پر شده از خاک لوم شنی، در شرایط غرقاب متناوب به کار برده شدند. فاضلاب خام و فاضلاب تصفیه شده تصفیه خانه پرکنندآباد در ستون های پر شده از خاک لوم شنی، در شرایط غرقاب متناوب به کار برده شدند. در پایان آزمایش، پارامترهایی مانند اسیدیته، شوری، نسبت جذب سدیم، نیتروژن- نیتراتی، فسفر - فسفات، کربن آلی کل و دو فلز سنگین نیکل و کادمیم در نمونه های زه آب جمع آوری شده از ستون های خاک اندازه گیری شدند نتایج به دست آمده بیانگر آن است که میا نگیین مقدار تمام پارامترهای فوق (به جز اسیدیته) در زه آب های خروجی، همواره کمتر از میانگین مقدار آن در فاضلاب های ورودی به ستون های خاک است اما با استمرار کاربرد فاضلاب ها در طول زمان بر مقدار آن ها افزوده شده است (۲).



منابع آب شور به دلیل فراوانی بهترین منبع آب به شمار می‌روند. استفاده از آب شور اثرات متفاوتی بر روی گیاه و خاک می‌گذارد. مصطفی زاده و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی تاثیر شوری آب آبیاری و میزان آبتشویی، ویژگیهای شیمیایی خاک را بررسی نمودند و بیان نمودند که شوری آب آبیاری، شوری خاک و SAR خاک را افزایش می‌دهد و این افزایش در لایه‌های بالایی نسبت به پائینی بیشتر است (۹).

در منطقه رودست اصفهان با بکارگیری سه کیفیت آب آبیاری با شوری‌های ۳/۳۵، ۸/۷۷ و ۱۱/۲۱ دسی زیمنس بر متر و دو تیمار آبتشویی شامل بدون آبتشویی و ۷۵ درصد آبتشویی، عملکرد محصول گلرنگ بررسی گردیده است. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک نشان داده است که تیمار آبتشویی سبب کاهش مقدار SAR و میزان سدیم به خصوص تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک گردیده است. تیمار شوری آب تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه گلرنگ داشته است. با بالا رفتن میزان شوری از ۳/۳۵ به ۱۱/۲۱ دسی زیمنس بر متر از مقدار عملکرد دانه به میزان ۶۷/۴ درصد کاسته شده است (۵). در این بررسی تیمارهای مختلف مدیریت استفاده از آب‌های با کیفیت‌های متفاوت شوری با هدایت الکتریکی غیر شور ۱/۸-۲/۷ دسی زیمنس بر متر، لب شور ۴/۹-۶/۲ دسی زیمنس بر متر و شور ۸/۲-۱۰/۵ دسی زیمنس بر متر استفاده گردیده است. محصولات متفاوتی (گندم، جو، پنبه و آفتابگردان) کشت گردیده است. نتایج نشان داد که مصرف آب لب شور پس از مرحله استقرار گیاه برای تولید دانه جو، دانه گندم، و پنبه و دانه آفتابگردان به ترتیب ۶/۹، ۲/۱، ۱/۱ و ۰/۶۸ کیلوگرم عملکرد در متر مکعب آب حاصل گردیده است. نتایج این تحقیق نشان داده است که در شرایطی که آب شور و یا لب شور دارای ارزش تولیدی کمی باشد می‌توان با کاربرد مقدار کمی آب غیر شور ضمن افزایش کارایی مصرف بازاء آب غیر شور، مصرف آب‌های شور و لب شور را نیز با کارایی بهتر استفاده نمود (۴).

یکی از روش‌های مدیریتی جهت استفاده از آب‌های شور و لب شور، تلفیق آب شور و معمولی می‌باشد. هدف این تحقیق، بررسی چهار روش تلفیق آب شور (هدایت الکتریکی ۱۱ دسی زیمنس بر متر) و معمولی (هدایت الکتریکی ۲ دسی زیمنس بر متر) و تاثیر هر رژیم روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم آفتابگردان بود. کرت‌های اصلی شامل ۲ رقم آفتابگردان بوده و در کرت‌های فرعی از ۴ رژیم آبیاری (۱- تیمار شور معمولی، ۲- تیمار آب معمولی شور، ۳- آبیاری یک در میان و ۴- آبیاری مخلوط) استفاده شد. نتایج نشان داد که تیمار آبیاری شور معمولی به دلیل اعمال شوری خاک کمتر و امکان دستیابی بیشتر به آب معمولی در لایه سطحی، بهترین عملکرد را در مقایسه با سه تیمار دیگر داشته است. رژیم شور معمولی به دلیل تحمیل تنش شوری کمتر به هر دو رقم، باعث تولید بهترین ارتفاع و بیشترین قطر در دو رقم شده است و هر چه رژیم‌های اعمالی به طرف تنش شوری گرایش یافته از میزان ارتفاع و قطر ساقه کاسته شده است (۷).

تجمع نمک‌های قابل حل در خاک متناسب با مقدار نمک آب آبیاری و تبخیر آب از سطح خاک، افزایش می‌یابد. به علاوه، تبخیر و تعرق می‌تواند سبب حرکت آب سفره‌های زیرزمینی کم عمق (و همچنین نمک) به سمت بالا شده و وارد منطقه توسعه ریشه گردد، که در نتیجه شوری خاک افزایش می‌یابد [۸].

برای بررسی تاثیر رینگ مروس بر مقدار شوری در آبیاری جویچه‌ای، تیمار اصلی شامل آب آبیاری با استفاده از رینگ مروس و بدون استفاده از رینگ مروس، ۶ نمونه در ۵ ماه به دست آمد. در هر نمونه، میزان هدایت الکتریکی، مقدار سدیم و مجموع مقادیر کلسیم و منیزیم اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که میزان هدایت الکتریکی، مقدار سدیم و مجموع مقادیر کلسیم و منیزیم با گذشت زمان در نمونه‌های تحت آب آبیاری با رینگ مروس نسبت به آب آبیاری بدون رینگ مروس کاهش یافته است (۱۰).

با توجه به نیاز استفاده از آب شور به منظور تولید بیشتر مواد غذایی و اثرات مخرب آن، در این پژوهش تاثیر رینگ مروس بر شوری خاک بررسی گردید.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه در گلخانه شیشه‌ای دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، که در طول جغرافیایی ۲۳° ۵۱' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲° ۳۲' شمالی و ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است، انجام شد. به منظور بررسی تاثیر رینگ مروس بر شوری خاک از دو تیمار اصلی بدون استفاده از رینگ (T) و استفاده از رینگ (RT) به عنوان تیمار اصلی و دو نوع آب به عنوان تیمار فرعی استفاده گردید. مشخصات هر دو نوع آب در جدول ۱-۱ آمده است. آبیاری با فاصله یک روز در میان و به اندازه ۵۰۰ سی سی انجام گرفت. میزان آب استفاده شده با اندازه‌گیری اختلاف رطوبت آب در محدوده رطوبت مزرعه و ۲ روز پس از آن بدست آمده است. برای انجام این تحقیق از ۱۲ ستون خاک به ارتفاع ۱ متر و قطر ۱۶ سانتیمتر استفاده گردید. انتهای ستون‌های خاک با استفاده از یک لایه پارچه متقال، یک لایه پلاستیک که دارای سوراخی به قطر ۵ سانتیمتر و یک لایه توری پلاستیکی به منظور تقویت مسدود گردید. داخل ستون از پائین حاوی ۱۰-۱۵ سانتیمتر گراول و ۷۰-۷۵ سانتیمتر خاک گذرنده از الک یک سانتیمتر پر گردید. مشخصات خاک استفاده شده در جدول ۱-۲ آمده است. نمونه‌های خاک به منظور بررسی شوری از اعماق ۰ سانتیمتر (II)، ۳۰ سانتیمتر (I2) و ۶۰



سانتیمتر (I3) برداشت گردید. نمونه‌ها در آبیاری بعد از ۴۵ روز (t_1) و ۹۰ روز (t_2) برداشت گردید. عصاره بدست آمده از نمونه های خاک با استفاده از روش ۱:۲ (خاک: آب) بدست آمد. پس از جمع آوری داده‌ها با استفاده از برنامه SAS 9 تحلیل و تجزیه داده‌ها انجام گرفت.

جدول ۱ خصوصیات شیمیایی تیمارهای آب آبیاری مورد استفاده

تیمار	EC(dS/m)	pH	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	CL ⁻	SAR
S1	۰/۶۳	۷/۸	۰/۹۶	۲/۴	۱	۲/۶	۱	۰/۶۴
S2	۱۱/۷	۷/۲	۹۷	۲۰	۶	۵/۵	۱۰۰	۱۹/۰۵

جدول ۲ خصوصیات شیمیایی خاک مورد مطالعه در ابتدای آزمایش

EC (dS/m)	pH	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SAR
۱۷/۹	۷/۶	۸۶	۵۱	۸	۱۵/۸۳

جدول ۳ خصوصیات فیزیکی خاک مورد مطالعه

درصد ذرات خاک	وزن مخصوص ظاهری خاک	بافت خاک
شن	سیلت	رس
۳۷	۴۴	۱۹
		لوم رس سیلتی
		(گرم بر سانتیمتر مربع)
		۱/۴۶

تکنولوژی‌های نو می‌توانند به عنوان عامل کاهش دهنده اثرات منفی آب شور یا فاضلاب استفاده شود. از جمله این تکنولوژی‌ها استفاده از رینگ مروس می‌باشد. هر عنصر، هر مولکول، نمونه طبیعی نوسان مولکولی مخصوص به خود را دارد. این نوسان طبیعی منحصر به فرد بوده و از این نظر به خوبی با اثر انگشتان دست و یا دانه‌های برف قابل مقایسه است. این نوسانات مولکولی را می‌توان شناسایی، ثبت و ذخیره نمود و سپس با ایجاد تغییراتی در نوسان اصلی، نوسانات جدیدی ایجاد نمود به طوری که این نوسانات جدید ایجاد شده بر روی نوسانات اصلی به گونه‌ای تاثیر گذارند تا سرانجام خواص فیزیکی ماده یا مولکول در آب تغییر پیدا کند. رینگ مروس از نوعی آلیاژ آلومینیوم - سیلیسیم - منیزیم به عنوان دستگاه حامل نوسانات استفاده می‌شود (شیخ بهایی). رینگ استفاده شده در این مطالعه به اندازه ۱/۲ اینچ بوده و در شکل ۱ مشاهده می‌گردد.



شکل ۱- تصویر رینگ مروس مورد استفاده

۳. نتایج

در جدول ۴ اثر متقابل آب آبیاری و شوری بر هدایت الکتریکی آمده است. جدول ۵ اثر متقابل آب آبیاری و زمان بر هدایت الکتریکی نشان داده شده است. جدول ۶ اثر متقابل شوری و زمان بر هدایت الکتریکی را نشان می‌دهد.

جدول ۴ اثرات متقابل آب آبیاری و شوری بر هدایت الکتریکی



عمق خاک (cm)		۳۰		۶۰		آب آبیاری شوری
RT	T	RT	T	RT	T	
۱۲ ^c	۱۴/۱۵ ^c	۱۰/۲۳ ^c	۱۰/۶۳ ^c	۱۲/۵۸ ^b	۱۲/۸۱ ^b	S ₁
۱۸/۰۳ ^b	۲۵/۲۵ ^a	۱۶/۵۱ ^b	۲۱/۸۸ ^a	۱۷/۱۰ ^a	۱۷/۸۸ ^a	S ₂

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۵ اثرات متقابل آب آبیاری و زمان بر هدایت الکتریکی

عمق خاک (cm)		۳۰		۶۰		زمان آب آبیاری
t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	
۱۸/۳۶ ^b	۲۱/۰۳ ^a	۱۳/۹۱ ^b	۱۸/۶ ^a	۱۲/۰۸۳ ^b	۱۸/۶۱۶ ^a	T
۱۰/۵۱ ^c	۱۹/۵۱ ^{ab}	۹/۲۱ ^c	۱۷/۵۳ ^a	۱۱/۰۶۶ ^b	۱۸/۶۱۶ ^a	RT

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۶ اثرات متقابل شوری و زمان بر هدایت الکتریکی

عمق خاک (cm)		۳۰		۶۰		زمان شوری
t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	
۱۰/۱۱ ^d	۱۶/۰۳ ^c	۷/۲۶ ^d	۱۳/۶ ^c	۸/۶۱۶ ^d	۱۶/۷۸۳ ^b	S ₁
۱۸/۷۶ ^b	۲۴/۵۱ ^a	۱۵/۸۶ ^b	۲۲/۵۳ ^a	۱۴/۵۳ ^c	۲۰/۴۵ ^a	S ₂

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند.

۴. بحث و نتیجه گیری

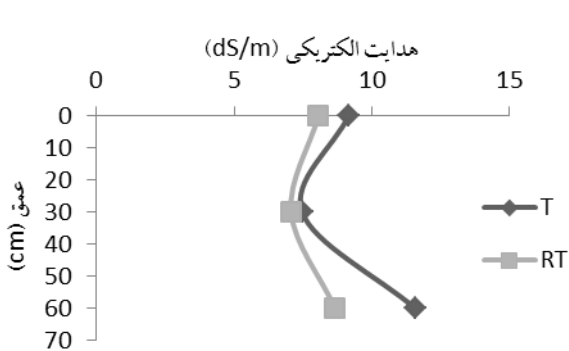
نتایج نشان داده شده در جدول ۴ بیان می‌کنند که در تیمار آب شیرین (S₁) از لحاظ آماری تغییر معناداری بین دو تیمار T و RT رخ نداده است. در تیمار آب شور (S₂) بین تیمارهای T و RT از لحاظ آماری اختلاف آماری در اعماق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر وجود دارد. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که در هر دو تیمار بدون استفاده از رینگ مروس (T) و استفاده از رینگ مروس (RT) در گذر زمان بین دو تیمار t₁ و t₂ اختلاف معناداری در سطح خاک و اعماق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر اختلاف معناداری مشاهده می‌شود. نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که در تیمار آب شیرین (S₁) و تیمار آب شور (S₂) با گذر زمان بین تیمارهای t₁ و t₂ از لحاظ آماری اختلاف مشاهده می‌شود.

نتایج نشان می‌دهد که در تیمار آب شیرین میزان هدایت الکتریکی خاک در نمونه برداری در زمان میانه آبیاری در لایه سطحی ۳ درصد افزایش یافته اما در لایه میانی و انتهایی بترتیب به میزان ۲ و ۹ درصد کاهش مشاهده شده است (شکل ۲). با گذشت زمان در نمونه برداری انتهای دوره آبیاری میزان هدایت الکتریکی خاک در لایه سطحی و اعماق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر به ترتیب ۱۳، ۵ و ۳۳ درصد کاهش نشان داده است (شکل ۳). در تیمار آب شور در هر دو زمان نمونه برداری میزان هدایت الکتریکی در تیمار استفاده از رینگ مروس نسبت به تیمار بدون استفاده از رینگ مروس کاهش نشان داده است. در نمونه برداری ۴۵ روزه پس از شروع آبیاری (t₁) در سطح خاک و اعماق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر بترتیب به میزان ۳، ۸ و ۶

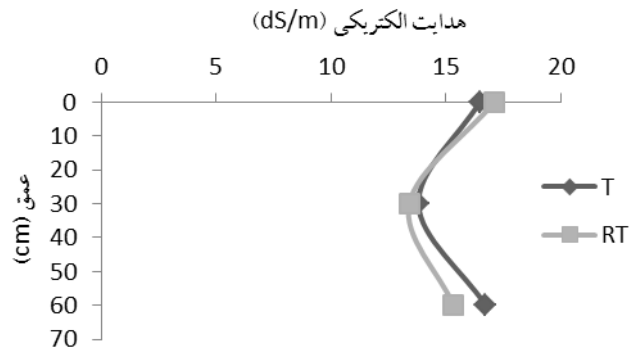


درصد کاهش نشان داده است (شکل ۴). در نمونه برداری ۹۰ روزه پس از شروع آبیاری (t₂) به میزان ۶، ۷۹ و ۱۰۳ درصد کاهش نشان داده است (شکل ۵).

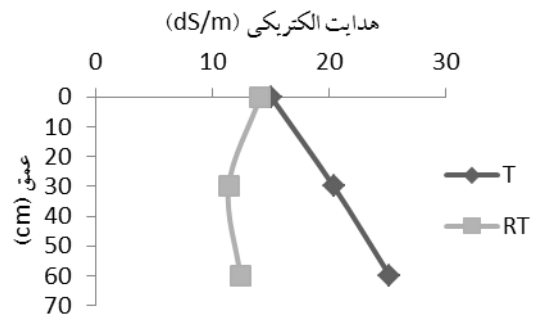
کاهش مقدار هدایت الکتریکی خاک به دلیل اثر رینگ مروس و نوساناتی که توسط این رینگ در آب پخش می شود، ایجاد گردیده است. این نوسانات توانسته بر ساختارهای نمک های محلول تاثیر گذاشته و این نمک ها در پیوند بهتری با آب قرار گرفته و از ستون خارج شده اند. به طور کلی می توان گفت در زمانی که آب آبیاری، شور باشد تاثیر رینگ مروس بر میزان هدایت الکتریکی مشخص تر می باشد. در مطالعه ای با استفاده از رینگ مروس که با هدف بررسی تاثیر رینگ مروس بر گرفتگی قطره چکان ها انجام گرفته بود نتایج نشان داد تاثیر رینگ مروس بر آب شور بیشتر از آب شیرین بوده است (۱).



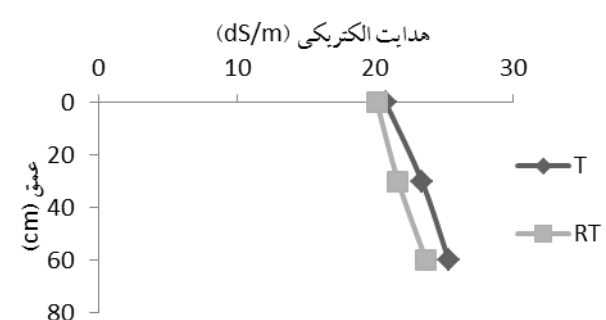
شکل ۳ مقایسه اثر تیمارهای ۹۰ روزه آب شیرین بر هدایت الکتریکی خاک



شکل ۲ مقایسه اثر تیمارهای ۴۵ روزه آب شیرین بر هدایت الکتریکی خاک

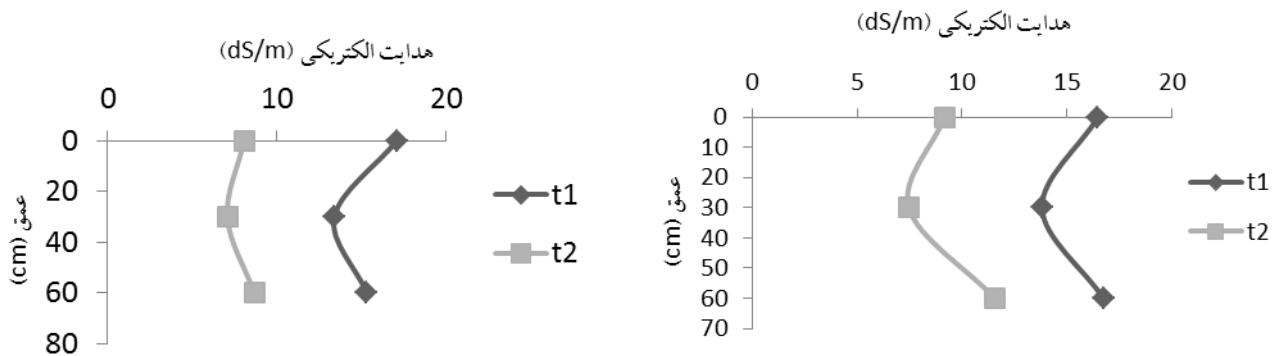


شکل ۵ مقایسه اثر تیمارهای ۹۰ روزه آب شور بر هدایت الکتریکی خاک

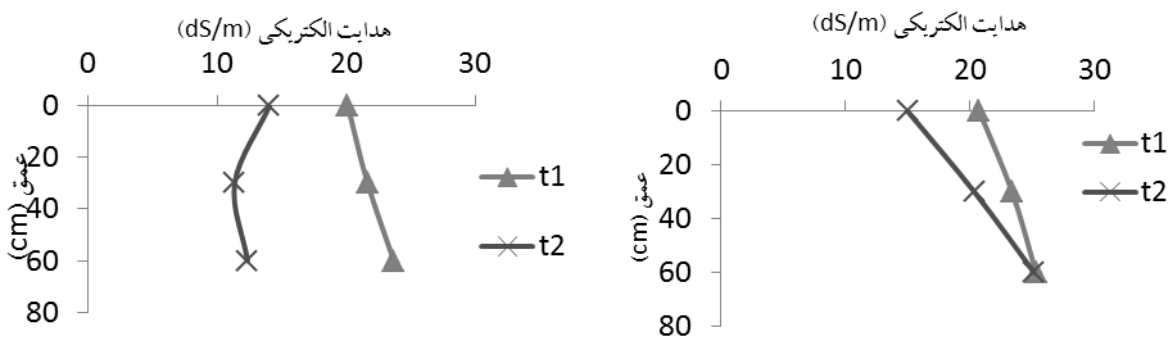


شکل ۴ مقایسه اثر تیمارهای ۴۵ روزه آب شور بر هدایت الکتریکی خاک

شکل ۶ و ۷ نشان می دهند که مقدار هدایت الکتریکی در هر دو تیمار استفاده و بدون استفاده از رینگ در زمان های نمونه برداری انتهای دوره آبیاری نسبت به میانه دوره آبیاری نسبت کاهش یافته است. در شکل ۸ میزان هدایت الکتریکی خاک در آبیاری با آب شور در تیمار بدون استفاده از رینگ مروس در زمان انتهای نمونه برداری نسبت به زمان میانه نمونه برداری در سطح خاک و اعماق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتری به میزان ۳۸، ۱۴ و ۲ درصد کاهش یافته است. در تیمار استفاده از رینگ با بکارگیری آب شور (شکل ۹) مشاهده می شود که میزان هدایت الکتریکی در انتهای دوره آبیاری (t₂) نسبت به نمونه برداری در زمان میانه آبیاری در سطح خاک و اعماق ۳۰ و ۶۰ سانتیمتری به میزان ۴۲، ۹۰ و ۹۱ درصد کاهش یافته است. به طور کلی با استفاده از رینگ مروس می توان میزان هدایت الکتریکی را در عمق خاک کاهش داد.



شکل ۶ مقایسه اثر تیمارهای بدون رینگ آب شیرین بر هدایت الکتریکی خاک / شکل ۷ مقایسه اثر تیمارهای با رینگ آب شیرین بر هدایت الکتریکی خاک



شکل ۸ مقایسه اثر تیمارهای بدون رینگ آب شور بر هدایت الکتریکی خاک / شکل ۹ مقایسه اثر تیمارهای با رینگ آب شور بر هدایت الکتریکی خاک

بکارگیری تکنولوژی روز همچون رینگ مروس و استفاده از آب شور و لب شور می تواند راهکار مناسبی برای حفظ منابع طبیعی و راهکاری برای دستیابی به توسعه پایدار باشد.

۵. قدردانی

این مطالعه با همکاری شرکت مروس ایران انجام گرفته است که تشکر و قدردانی می شود.

۶. مراجع

- ۱- براتی، خ.، ب. مصطفی زاده فرد و ع. ا. شیخ بهایی، ۱۳۹۱. تأثیر رینگ مروس بر یکنواختی پخش قطره- چکان ها. مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی تجربه های ساخت تأسیسات آبی و شبکه های آبیاری و زهکشی، ۳-۴ خرداد، کرج.
- ۲- حسین پور، ا.، غ. ح. حق نیا، ا. علیزاده و ا. فتوت. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کیفیت شیمیایی فاضلاب خام و پساب شهری در اثر عبور از ستو نهایی خاک. مجله آب و خاک. جلد ۲۳، شماره ۳، صفحات ۴۵-۵۶
- ۳- شیخ بهایی، ع. ا.، بیانی عبدی. ح. و ر. دورشچک. ۱۳۸۸. تکنولوژی نوسان مولکولی و کاربرد آن در کنترل و جلوگیری از تشکیل رسوب و خوردگی در تجهیزات صنایع. یازدهمین کنگره ملی خوردگی. ۱۵۳۹-۱۵۵۰.
- ۴- فیضی، م. ۱۳۸۲. کارایی مصرف آب با کیفیت های مختلف بر روی عملکرد محصولات گندم، جو، پنبه و آفتابگردان. مجله علوم آب و خاک. جلد ۱۷، شماره ۱.



- ۵- کمالی، ا.، ز. شاهمحمدی حیدری، م. حیدری و م. فیضی. ۱۳۹۰. اثر شوری آب آبیاری و آشنویی بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد گلرنک در منطقه اصفهان. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۲، شماره ۱، صفحات ۷۰-۶۳
- ۶- کوچکی، ع.، م. هاشمی نیا و ب. قهرمان، ۱۳۷۶. بهره برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۶ صفحه.
- ۷- مستشفی حبیب آبادی، ف.، م. شایان نژاد، م. م. دهقانی و س. ح. طباطبائی. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر چهار نوع رژیم تلفیقی آبیاری با آب شور بر روی شاخص‌های کمی و کیفی آفتابگردان. نشریه آب و خاک. جلد ۲۵، شماره ۴. ۶۹۸-۷۰۷.
- ۸- نوروزی، م.، م. ماهرانی و م. مسچی، ۱۳۷۸. استفاده از آب‌های شور و لب شور برای آبیاری. گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۶۵ صفحه.
- 9- Mostafazadeh-Fard, B., M. Heidarpour, A. Aghakhani and M. Feizi, 2007, Effects of Irrigation Water Salinity and Leaching on Soil Chemical Properties in an Arid Region, INT. J. of AGRI. & BIO., 3:466-469.
- 10- Mostafazadeh-Fard, B., Kh. Barati, A. A. Sheikhabahaei and A. A. Ensafi. 2012. Effects of Merus ring to reduce soil salinity under furrow irrigation. Proceedings of 8Th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management" 15-17 May, Izmir, Turkey.
- 11- Rhoades, J. D., R. D. Ingvalson, J. M. Tucker, and M. Clark. 1973. "Salt in irrigation drainage waters". *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37:770-774.