نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵، ص. ۲۲-۱۳

Water Management in Agriculture
Vol. 3, No. 2, Autumn and Winter 2016, 13-22

پهنه‌بندی تغییرات رطوبت خاک در شوری‌های متفاوت آب آبیاری تحت منبع خطی

فیروزه جوادزاده[۱]، محمدرضا خالدیان[۲*]، مریم نوابیان[۳] و پریسا شاهین‌رخسار[۴]

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب کشور استفاده بهینه از منابع آب نامتعارف، موردتوجه قرارگرفته است. هدف این پژوهش، بررسی تغییرات رطوبت خاک تحت یک منبع خطی با شوری‌های متفاوت آب در یک خاک سنگین لایه‌دار است. بدین منظور آبیاری با زمان‌های ۲، ۳ و ۴ ساعت برای حجم‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ لیتر و شوری‌های ۱/۲۷۹، ۲/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر در سه تکرار اعمال شد. به‌منظور بررسی تغییرات رطوبت خاک، مقادیر آن با دستگاه TDR قرائت، و با نرم‌افزار SURFER به روش کریجینگ پهنه‌بندی شد. متوسط رطوبت حجمی خاک با افزایش حجم آبیاری، افزایش یافت. بیشترین میزان میانگین رطوبت حجمی در تیمار با شوری $5\ dSm^{-1}$ با مقدار ۳۹/۸۴ درصد و کمترین آن در تیمار با شوری $1/279\ dSm^{-1}$ با مقدار ۳۷/۴۹ درصد بود. با توجه به خروجی‌های SURFER و متوسط رطوبت حجمی، در تیمار با شوری $5\ dSm^{-1}$ مقدار رطوبت در لایه‌های سطحی زیاد بوده که این امر به‌علت کاهش نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک با افزایش شوری بوده است. با توجه به‌قرار گرفتن متوسط رطوبت حجمی خاک در محدوده ظرفیت زراعی خاک‌های رس‌سیلتی، می‌توان گفت سامانه آبیاری قطره‌ای نواری در شرایط محدودیت منابع آب باکیفیت مناسب از کارایی لازم برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای نواری، تغییرات رطوبت خاک، TDR.

مقدمه

کشور ایران در منطقه‌ی خشک و نیمه‌خشک واقع‌شده است و پراکندگی زمانی و مکانی بارندگی سالیانه در کشور نامناسب می‌باشد. با توجه به افزایش جمعیت که افزایش تقاضای آب را در پی خواهد داشت و شرایط منطقه، کمبود آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها می‌باشد. راندمان آبیاری نیز در کشاورزی پایین بوده و آب به‌عنوان محدودکننده‌ترین عامل تولید در کشاورزی مطرح است. سیاست‌گذاری‌های جدید مبنی بر استفاده کارا از منابع آب موجود، موردتوجه قرارگرفته است. ازجمله این سیاست‌ها استفاده از آب‌های باکیفیت پایین است که در نواحی با مشکل کمبود منابع آب به‌منظور حل مسئله‌ی بحران آب، آب‌های شور به‌عنوان یک منبع مناسب تلقی می‌شوند(Pereira et al., 2009). در زمین‌های رسی و مارنی نیز به دلیل تخلخل زیاد، سطح تماس آب با ذرات جامد محیط متخلخل، بیش‌تر است و از سوی دیگر سرعت جریان آب در خاک موجب انحلال‌پذیری بیش‌تر نمک در آب می‌شود. بدین ترتیب میزان شوری آب‌های سطحی و زیرزمینی در این مناطق، بیش‌تر از خاک‌های شنی و ماسه‌ای است(پذیرا، ۱۳۹۱). اگر آب آبیاری دارای مقادیر زیادی املاح باشد، غلظت محلول آب خاک افزایش خواهد یافت و درنتیجه‌ی کاهش پتانسیل اسمزی، دریافت آب برای گیاه دشوار می‌گردد(Mmolava and Or, 2000). گزارش‌های تأسف‌بار، گویای این است که همه‌ساله، مساحتی در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ هزار هکتار به دلیل شوری، سدیمی شدن، زه‌داری و ماندابی بودن از چرخه‌ی تولیدات کشاورزی خارج می‌شوند(پذیرا، ۱۳۹۱). این در حالی است که کشاورزان در آمریکا توانستند حدود صدسال از آب با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌صورت موفقیت‌آمیزی استفاده کنند(Erickson, 1986). با توجه به مطالعات

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان(F_javadzadehsh@yahoo.com)
[۲] دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و گروه پژوهشی مهندسی آب و محیط زیست، پژوهشکده حوزه آبی دریای خزر(* نویسنده مسئول: khaledian@guilan.ac.ir)
[۳] دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و گروه پژوهشی مهندسی آب و محیط‌زیست، پژوهشکده حوزه آبی دریای خزر (Ma_navabian@yahoo.com)
[۴] عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران (pshahinrokhsar@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۹

صورت گرفته، مشخص‌شده است که دبی رودخانه سفیدرود سیر حال افزایش است(احمدپور و همکاران، ۱۳۹۱). درصورتی‌که آب آبیاری شور باشد و گیاه با روش قطره‌ای آبیاری شود فاصله آبیاری-ها کوتاه بوده، لذا محلول خاک که ریشه‌های گیاه، آب و مواد غذایی موردنیاز خود را از آن دریافت می‌دارند تقریباً درطول دوره رشدگیاه رقیق مانده و ضرر کم‌تری متوجه‌ی گیاه خواهد شد(علیزاده و خیابانی، ۱۳۶۹) و با توجه به بیلان نمک خاک، نمک کم‌تری وارد خاک می‌شود. معمولاً در آبیاری قطره‌ای هدف تأمین تعرق گیاه است و تا حد امکان از تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی کاسته می‌شود(Rajput and Neelam, 2006) ؛ بنابراین آب کم‌تر و به‌عبارتی نمک کم‌تری وارد خاک می‌شود. البیرک و همکاران(۲۰۱۰) نیز گزارش دادند که روش آبیاری قطره‌ای بیش از روش‌های آبیاری جویچه‌ای و بارانی امکان صرفه‌جویی در مصرف آب را فراهم می‌کند(Albayrak et al., 2010). بر این اساس آبیاری قطره‌ای به سبب دارا بودن بازده بالا، روش مناسب آبیاری در بسیاری از مناطق دارای منابع آبی کم و باکیفیت پایین است. کارآمدی سامانه‌ی آبیاری قطره‌ای درگرو توزیع یکنواخت آب و مواد مغذی است. برای دستیابی به توزیع یکنواخت آب و املاح و کاهش خطرات ناشی از آبیاری با آب‌شور در آبیاری قطره‌ای، باید از نحوه‌ی توزیع آب و املاح در خاک اطلاعات کافی داشت. اطلاع از نحوه‌ی توزیع آب و املاح می‌تواند به‌منظور ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین گزینه‌ی مدیریتی مفید واقع گردد(Thorburn et al., 2003; Liu et al., 2012). کفایت آبیاری نیز زمانی تأمین می‌شود که توزیع مناسب رطوبت در خاک صورت گرفته باشد، به عبارتی رطوبت ذخیره‌شده در منطقه توسعه ریشه گیاه به‌اندازه‌ای باشد که کمبود رطوبت خاک را جبران نماید.

پژوهش‌های متنوعی در این پیرامون انجام‌شده است ازجمله ختار و همکاران (۱۳۹۱) طی پژوهشی تأثیر شوری و سدیمی بودن آب بر توزیع اندازه منافذ و مقدار آب قابل‌استفاده برای گیاه در دو نوع خاک آهکی رسی و لوم رسی شنی بررسی نمودند. سیاری و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از آبیاری توسط آبی با شوری (۱۳/۹۳ دسی‌زیمنس بر متر) در رفسنجان، طرحی به‌منظور بررسی توزیع رطوبت در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با دو عمق کارگذاری لوله، سه عمق نمونه‌برداری و سه فاصله نمونه‌برداری از درختان پسته انجام دادند و عمق کارگذاری ۶۰ سانتی‌متری را به دلیل نگهداری رطوبت بیشتر در خاک و افزایش آب قابل‌استفاده گیاه و نیز تجمع کمتر املاح توصیه نمودند. خان و همکاران (1996) طی پژوهشی در یک خاک لوم درشت‌بافت توزیع آب و املاح را تحت نزولی را طی می‌کند و در کنار کاهش آورد رودخانه شوری آب در یک منبع نقطه‌ای سطحی به روش وزنی با در نظر گرفتن سه تیمار بررسی نمودند و اثر سه دبی ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر در ساعت و حجم-های ۱۵، ۲۰ و ۲۵ لیتر و غلظت ورودی ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی-گرم بر لیتر را روی توزیع آب و املاح مطالعه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که در حجم‌های کاربردی یکسان افزایش دبی، افزایش عرض خیس‌شده و کاهش عمق خیس‌شده را به همراه خواهد داشت(Khan et al., 1996). لیو و همکاران (2012) طی یک آزمایش صحرایی در چین، اثر کیفیت آب آبیاری و آرایش نوار قطره‌ای (تیپ) را روی توزیع شوری، رطوبت و محصول پنبه با سه سطح غلظت آب آبیاری (۰/۲۴، ۴/۶۸ و ۷/۴۲ دسی‌زیمنس بر متر) و دو روش آرایش نوار آبیاری (تک ردیفه و دو ردیفه) تحت آبیاری قطره‌ای زیر خاکپوش گیاهی بررسی نمودند و اظهار داشتند که رطوبت خاک در آرایش تک ردیفه نوار آبیاری تحت شرایط یکسان عمق آبیاری، به‌گونه‌ای واضح کم‌تر از آرایش دو ردیفه نوار آبیاری است و خاک‌پوش گیاهی تأثیر معنی‌داری روی توزیع نمک ندارد اما آرایش تک ردیفه نوار قطره‌ای تحت شرایط یکسان عمق و کیفیت آب در مقایسه با آبیاری قطره‌ای دو ردیفه، سبب کاهش توزیع نمک در منطقه توزیع ریشه می‌گردد و محصول نسبتاً بالایی به دست می‌آورد(Liu et al., 2012).

تعیین رطوبت حجمی خاک برای گیاهان در زمینه‌های متعدد مانند کشاورزی، جنگل‌داری، هیدرولوژی و مهندسی آب حائز اهمیت است و نقش عمده‌ای در تبادلات انرژی بین هوا و خاک ایفا می‌نماید. بررسی متعدد رطوبت خاک و میزان قابل‌استفاده آن برای گیاه از مهم‌ترین موضوعات در علم رابطه آب، خاک و گیاه است. خصوصیات متنوع خاک باعث شده که خاک هر منطقه دارای ویژگی‌های مخصوص به خود باشد. بدین لحاظ ضروری است رفتار آب خاک که حاصل خصوصیات فیزیکی به‌منظور اندازه‌گیری رطوبت دو روش مستقیم و غیرمستقیم وجود دارد. مقادیر جرمی و حجمی رطوبت اندازه‌گیری می‌شود. اما در روش غیرمستقیم از یک عامل مؤثر بر درصد رطوبت استفاده می‌گردد. استفاده از روشی که بتوان رطوبت خاک را در شرایط طبیعی و با دقت بالا به دست آورد، بسیار بااهمیت است، لذا امروزه برای رسیدن به هدف فوق رطوبت حجمی خاک را با استفاده از اندازه‌گیری میزان ثابت دی‌الکتریک به روش انعکاس‌سنجی حوزه زمانی TDR تخمین می‌زنند (مزیدی و همکاران، ۱۳۸۸). استفاده از TDR برای اولین بار با استفاده از یک معادله واسنجی چندجمله‌ای درجه سه برای خاک‌های آلی انجام شد، اما این معادله مناسب خاک‌های آلی نبوده بلکه کاربرد وسیع

آن برای خاک‌های معدنی مناسب تشخیص داده شد(Oleszczuk et al., 2004). معروف پور و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر بافت خاک را بر واسنجی دستگاه رطوبت‌سنج TDR بررسی نموده و عنوان کردند که با افزایش میزان رس، رطوبت خاک کم‌تر از مقدار واقعی تخمین زده می‌شود (Maroufpoor et al., 2009). هدف پژوهش، بررسی تغییرات رطوبت در الگوی خیس شده پروفیل خاک طی یک آزمایش میدانی و تحت یک منبع خطی با شوری‌های متفاوت آب آبیاری در یک خاک سنگین و دولایه است که مقادیر رطوبت حجمی قرائت‌شده با دستگاه رطوبت‌سنج TDR قرائت و واسنجی شده و درنهایت توسط نرم‌افزار SURFER به روش کریجینگ پهنه‌بندی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان که دارای بافت خاک Silty Clay بود صورت پذیرفت. برای بررسی رطوبت، ابتدا عملیات آماده‌سازی زمین در محل، صورت گرفت. زمین دیسک زده شد. توسط کولتیواتور کلوخه‌های درشت، خردشده و با غلتک، زمین مسطح گردید. ازآنجاکه توپوگرافی و شیب زمین روی خصوصیات هیدرولیکی خاک تأثیرگذار است و با افزایش شیب زمین، نفوذ آب در خاک کاهش می‌یابد(Huat Bujang et al., 2006)، بنابراین به‌منظور هموارسازی در سطح زمین از ترازیاب استفاده شد.

به‌منظور طراحی سامانه‌ی آبیاری قطره‌ای، ابعاد زمین اندازه‌گیری شد. آب موردنیاز برای آبیاری، توسط مخزنی به حجم ۱۰۰۰ لیتر تأمین‌شده و با نیروی پمپ در سامانه جریان یافت. لوله-های مورداستفاده از جنس پلی‌اتیلن و به قطر ۴۰ میلی‌متر برای لوله‌ی اصلی، ۲۵ میلی‌متر برای مانیفلد و ۱۶ میلی‌متر برای نوارهای تیپ بودند. نوارهای تیپ از جنس پلی‌اتیلن انعطاف‌پذیر و با فواصل خروجی ۱۵ سانتی‌متر بود. لوله‌ی اصلی به طول شش متر به پمپ متصل شد و سه مانیفلد به طول ۱۳/۵ متر و به فواصل دو متر از لوله‌ی اصلی منشعب شدند. روی هر مانیفلد نه نوار آبیاری (تیپ) به فواصل ۱/۵ متر قرار داده شد. طول هر تیپ یک متر در نظر گرفته شد و در ابتدای هر تیپ نیز یک شیر قطع و وصل جریان نصب شد و انتهای تیپ با استفاده از بست‌های انتهایی، مسدود گردید تا فشار آب سبب خروج آب از انتهای تیپ نگردد. در ابتدای هر مانیفلد نیز یک شیرفلکه به‌منظور تنظیم مقدار جریان آب ورودی به آن نصب شد و پس از شیرفلکه، یک کنتور آب برای اندازه‌گیری حجم آب ورودی به هر مانیفلد نصب گردید. در ابتدا و انتهای هر مانیفلد با تعبیه فشارسنج و تنظیم دور موتور پمپ، فشار موردنیاز کنترل گردید تا بتوان دبی خروجی ۵ لیتر بر ساعت بر متر را برای هر تیپ واسنجی نمود و با در نظر گرفتن زمان‌های آبیاری ۲، ۳ و ۴ ساعت، سه حجم آبیاری ۱۰، ۱۵ و۲۰ لیتر و سه سطح شوری آب ۱/۲۷۹، ۲/۵ و ۵ (dSm^{-1}) در سه تکرار در یک سامانه آبیاری قطره‌ای نواری اعمال شد که درمجموع ۲۷ سری داده مشاهده‌ای از آزمایش‌های صحرایی به دست آمد. به‌منظور واسنجی دبی موردنظر، از لوله‌های پلی‌اتیلن به قطر ۱۱۰ میلی‌متر که از وسط به دو قسمت مساوی تقسیم‌شده و دو انتهای آن مسدود گردید ، استفاده شد. سپس لوله‌ها را زیر تیپ نهاده و حجم آب خروجی و زمان به ترتیب با استفاده از بشر مدرج و کرنومتر اندازه‌گیری شد. از تقسیم حجم آب خروجی بر مدت‌زمان آبیاری، دبی خروجی از تیپ به دست آمد. برای جلوگیری از تبخیر آب از سطح خاک بلافاصله پس از اتمام هر دور آبیاری، سطح خاک تا زمان ایجاد پروفیل خاک با پلاستیک پوشانده شد. به‌منظور بررسی وضعیت توزیع رطوبت، ۴۸ ساعت پس از اتمام هر آبیاری، با ایجاد پروفیل خاک تا عمق ۴۰ سانتی‌متری الگوی جبهه رطوبتی موردبررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی توزیع رطوبت، زیر هر تیپ با خط‌کش، شبکه‌بندی با ابعاد ۱۰×۱۰ سانتی‌متر صورت گرفت، سپس با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج TDR رطوبت خاک در هر شبکه از نیم‌رخ خیس شده‌ی خاک قرائت گردید. به‌منظور به دست آوردن EC موردنیاز آب آبیاری، میزان نمک (NaCl) در دو شوری دیگر با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید(Roberts et al., 2008).

$$TDS = 640 * EC \qquad (۱)$$

که در آن؛ TDS جرم نمک موردنیاز در واحد حجم (mgl^{-1}) و EC هدایت الکتریکی (dSm^{-1}) می‌باشد. میزان محاسبه‌شده از رابطه (۱)، در یک مزور یک لیتری واردشده و با آب مقطر به حجم رسانده شد. این محلول غلیظ وارد مخزن آب آبیاری شده و بعد از رسیدن به شوری موردنظر آبیاری انجام شد. قبل از اقدام به آبیاری کنترل شوری در ورودی مخزن و خروجی از تیپ صورت گرفت، تا از اختلاط کامل آب و نمک، اطمینان حاصل گردد. این کنترل شوری از طریق یک EC سنج پرتابل انجام شد.

ازآنجاکه بافت خاک محل سنگین بود، برای دستیابی به مقدار واقعی رطوبت، قبل از انجام داده‌برداری‌های صحرایی، دستگاه رطوبت‌سنج واسنجی گردید. برای واسنجی، از سطح خاک منطقه موردپژوهش، چند نمونه خاک به روش تصادفی تهیه گردید و پس از ترکیب با یکدیگر به‌صورت نمونه مخلوط درآمد و به مدت یک روز در آون با درجه حرارت ۱۰۵°C قرار داده شد. پس از خشک

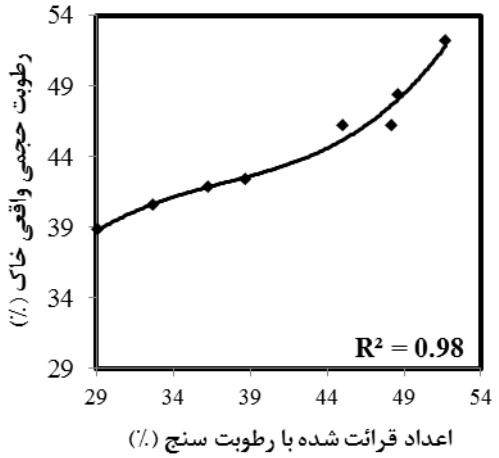
شدن، خاک کوبیده شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد و این خاک به گلدانی با حجم مشخص منتقل گردید. خاک خشک و گلدان با ترازو وزن شد. برای اشباع کردن خاک، گلدان را درون یک مخزن گذاشته و به آرامی آب اضافه گردید. ۴۸ ساعت بعد از زمان اشباع، گلدان بااحتیاط از مخزن خارج‌شده و توسط حس‌گر دستگاه رطوبت‌سنج که درون خاک اشباع‌شده قرار داده شد، مقدار رطوبت حجمی قرائت شد. به‌منظور محاسبه‌ی رطوبت حجمی واقعی پس از قرائت، مجدداً گلدان وزن شده، میانگین این دو وزن به‌عنوان جرم خاک مرطوب در رابطه (۲) در نظر گرفته شد. این کار به مدت ده روز متوالی انجام گردید.

$$\theta_v = \frac{W_{s+w+p} - W_{s+p}}{V_p} \qquad (۲)$$

که در آن؛ θ_v مقدار رطوبت حجمی (cm^3/cm^3)، W_{s+w+p} مجموع وزن گلدان، خاک و آب درون خاک (g)، W_{s+p} وزن گلدان و خاک (g) و V_p حجم گلدان (cm^3) است. درنهایت با رسم نمودار حاصل از مقادیر واقعی رطوبت و مقادیر رطوبت اندازه‌گیری شده با TDR، معادله‌ی درجه سوم برای تبدیل مقادیر قرائت‌شده به مقادیر واقعی به‌دست آمد.

نتایج و بحث

نمودار حاصل از مقادیر رطوبت حجمی واقعی و رطوبت حجمی قرائت‌شده با رطوبت‌سنج TDR در شکل (۱) نشان داده‌شده است. معادله واسنجی درجه سه از برقراری رابطه مقدار رطوبت اندازه-گیری شده با TDR و مقدار رطوبت حجمی واقعی، با ضریب تبیین ۰/۹۸ به‌صورت معادله (۳) به‌دست آمد.

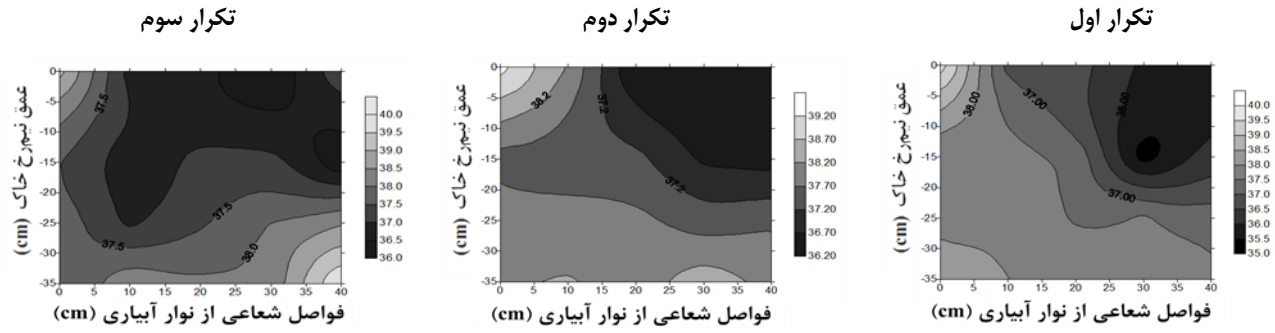


شکل ۱- نمودار حاصل از مقادیر رطوبت حجمی واقعی و رطوبت حجمی قرائت‌شده با رطوبت‌سنج TDR

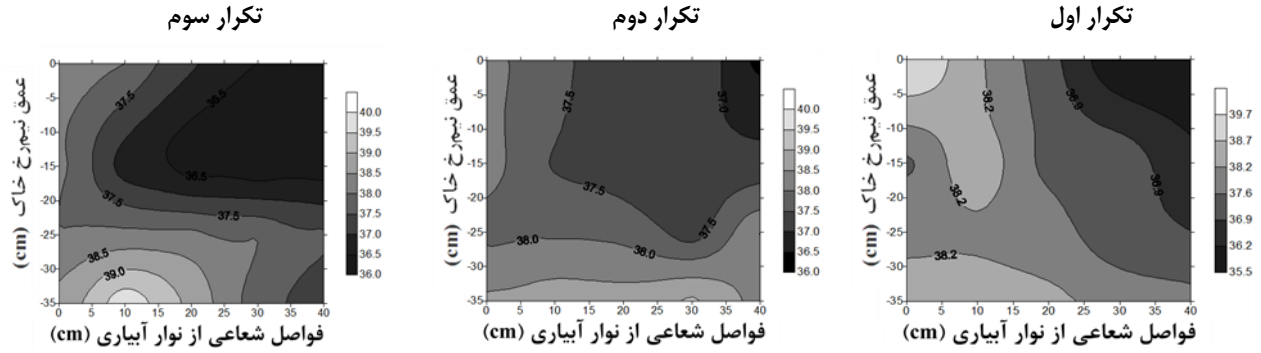
$$y=0.00189\ x^3-0.21153\ x^2+8.17513\ x-66.54849 \qquad (۳)$$

که در آن؛ Y مقدار رطوبت حجمی واقعی و X مقدار رطوبت حجمی قرائت‌شده توسط دستگاه رطوبت‌سنج TDR است.

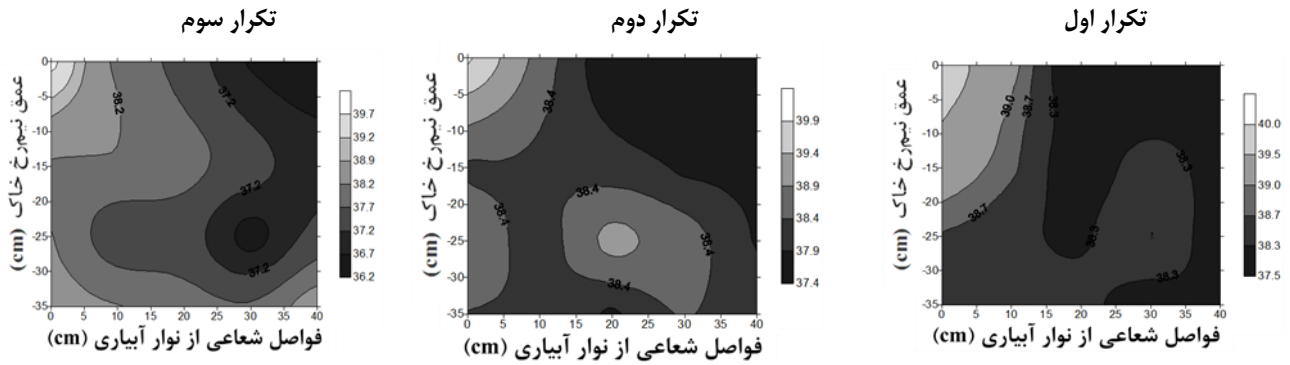
نحوه‌ی توزیع رطوبت در نیم‌رخ خاک برای حجم و شوری‌های متفاوت آب آبیاری در سه تکرار در نیم‌رخ خاک در شکل‌های (۲) تا (۱۰) نشان داده‌شده است. مختصات (۰،۰) نشان‌دهنده موقعیت نوار آبیاری است. محور عمودی بیانگر عمق نیم‌رخ خاک، محور افقی بیانگر فواصل شعاعی از نوار آبیاری و اعداد در بین خطوط هم-رطوبت، بیانگر درصد رطوبت حجمی خاک می‌باشند. نقاط تیره، رطوبت کم‌تر و نقاط روشن، رطوبت بیش‌تر را بیان می‌کنند.



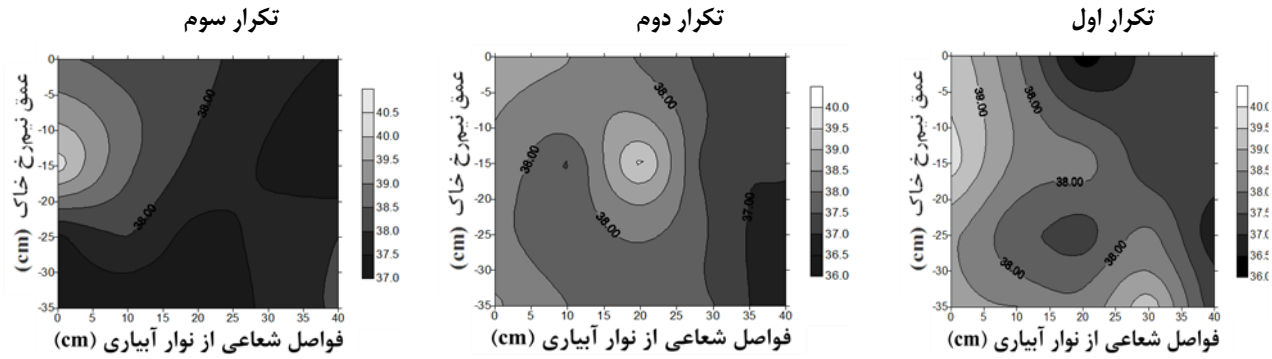
شکل ۲- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۱/۲۷۹ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۱۰ لیتر



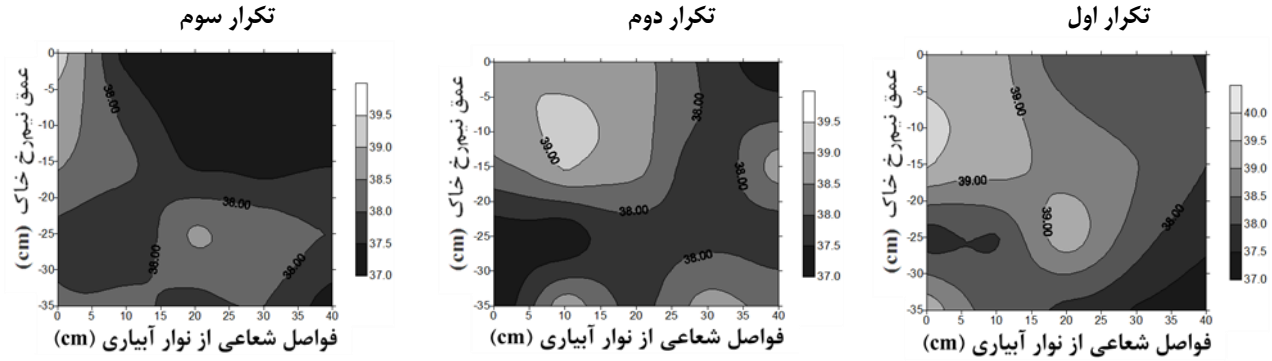
شکل ۳- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۱/۲۷۹ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۱۵ لیتر



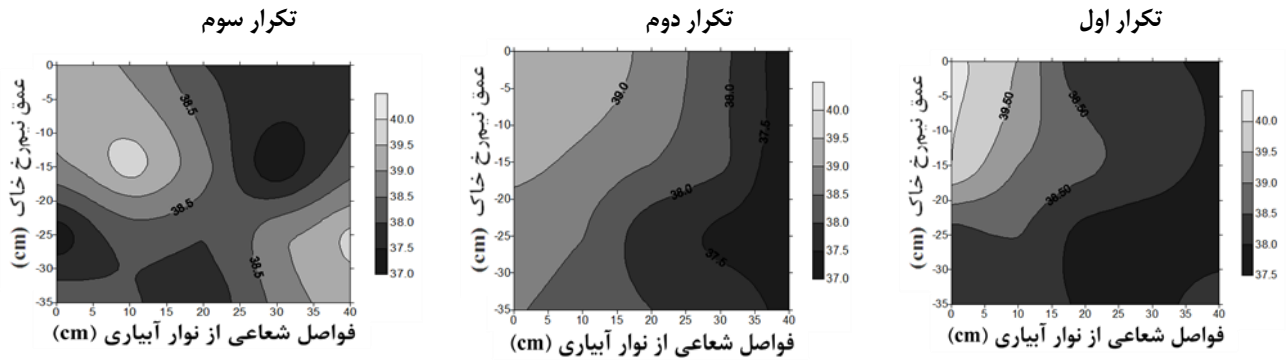
شکل ٤- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۱/۲۷۹ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۲۰ لیتر



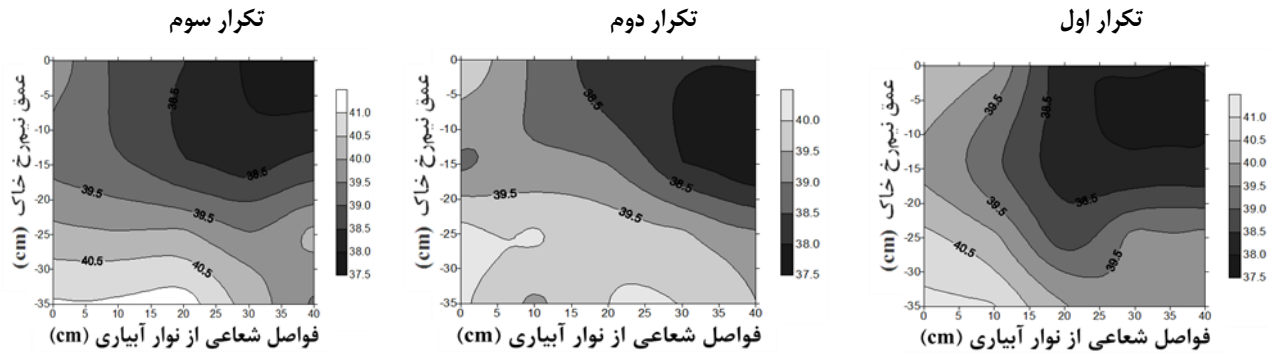
شکل ۵- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۱۰ لیتر



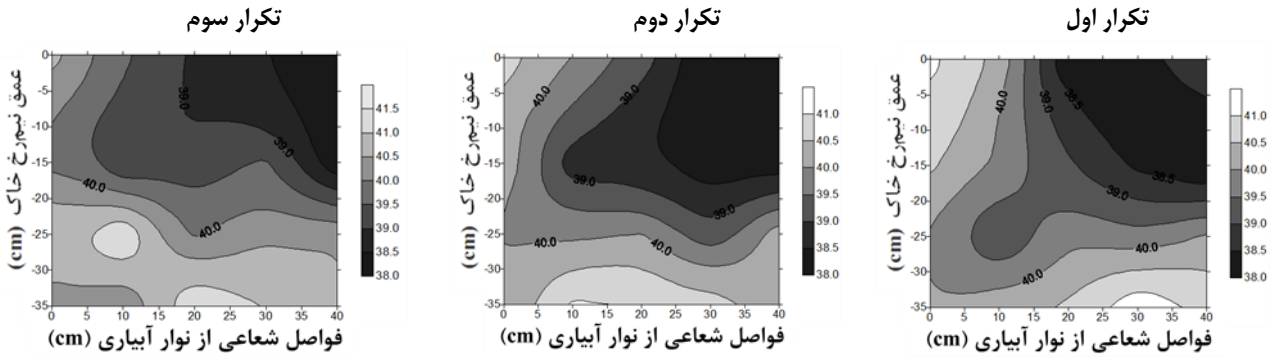
شکل ٦- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۱۵ لیتر



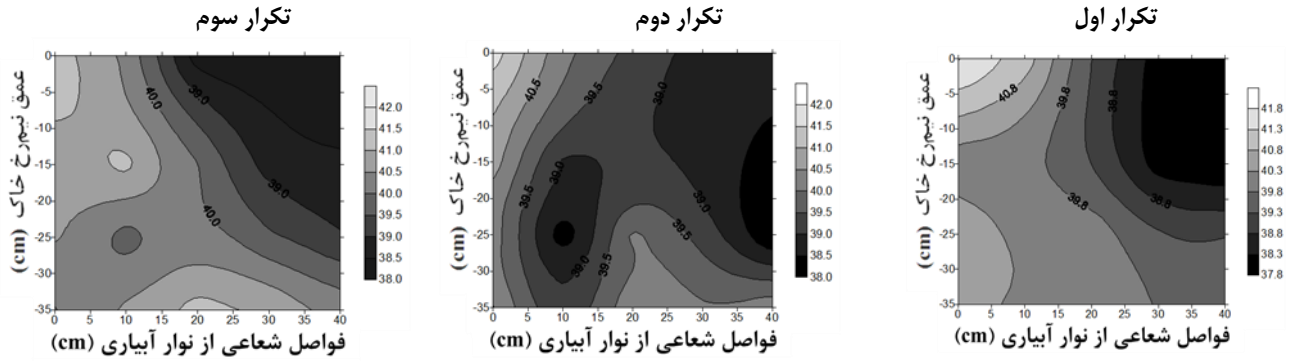
شکل ۷- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۲۰ لیتر



شکل ۸- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۱۰ لیتر



شکل ۹- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۱۵ لیتر



شکل ۱۰- توزیع رطوبت خاک در تیمار شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۲۰ لیتر

مشاهدات صورت گرفته برای زمان‌های آبیاری اعمال‌شده، بیانگر توزیع رطوبت نسبتاً یکنواختی در لایه‌های سطحی خاک است به‌گونه‌ای که گسترش جبهه رطوبتی بافاصله گرفتن از منبع تغذیه کاهش می‌یابد. اما اندازه‌گیری‌های اولیه در محل آزمایش نشان داد که میزان رطوبت اولیه در لایه‌های زیرین بالا بوده، به‌طوری‌که رنگ روشن نشان‌دهنده مقدار رطوبت بالا در عمق ۴۰ سانتی‌متری است، هم‌چنین در برخی از شبکه‌بندی‌های ایجادشده وجود سنگ و یا مواد آلی بالا، ریشه‌های عمیق و پیوسته گیاهان و تأثیر خلل و فرج حاصل از ریشه‌های پوسیده‌ی گیاهان، انقباض و انبساط خاک طی دوره‌های متناوب خشک و مرطوب شدن و عبور و مرور جانداران در خاک موجب ایجاد جریان ترجیحی (شعبان‌پور، ۱۳۸۰؛ اصغری و همکاران، ۱۳۹۲) و تغییر ساختمان خاک و درنتیجه تغییر رطوبت گردید درواقع این جریان، حرکت آب و املاح در منافذ درشت و درز و ترک‌های خاک صورت می‌گیرد و جریان بدون واکنش با دیگر خلل و فرج خاک به‌سرعت به لایه‌های عمقی وارد می‌شود (Mori and Higashi, 2009).

شکل سهموی در برخی از خروجی‌ها مؤید این مطلب است که به علت وجود بافت سنگین حاکم بر محل آزمایش، جبهه‌ی رطوبتی از عمق کم‌تری برخوردار است، در چنین خاک‌هایی عامل اصلی تعیین‌کننده‌ی شکل پیاز رطوبتی، نیروی کاپیلاری یا موئینه‌ای است. سیال و اسکگز (۲۰۰۹) طی پژوهشی به‌منظور بررسی جبهه‌ی رطوبتی در لایه‌های مختلف خاک نتیجه گرفتند که هرچه بافت خاک سنگین‌تر و هدایت هیدرولیکی آن کم‌تر باشد، جبهه‌ی رطوبتی گسترش جانبی بیش‌تری خواهد داشت(Siyal and Skaggs, 2009).

توربرن و همکاران (۲۰۰۳) طی پژوهشی با مقایسه‌ی دو گروه خاک، مشاهده کردند که در گروه اول با افزایش میزان رس خاک، جبهه‌ی رطوبتی به‌صورت سهموی است و در گروه دوم با حفظ ساختمان خاک مزرعه‌ای، رابطه‌ای با ابعاد خیس‌شده و بافت خاک وجود نداشته و شکل معینی ایجاد نگردید(Thorburn et al., 2003). بنابراین آن‌ها نتیجه گرفتند که بافت خاک یک عامل غیرقابل اطمینان برای پیش‌گویی ابعاد مرطوب شده‌ی خاک است. بدین ترتیب یکی از دلایل عدم شکل‌گیری معین ابعاد خیس‌شده در برخی از شکل‌ها (شکل ۲ تا ۱۰) را می‌توان تغییرات مکانی و ناهمگنی در ساختمان خاک محل آزمایش ذکر نمود که وجود عواملی نظیر سنگ، ریشه درختان، مواد‌آلی و خاک‌ورزی

غیریکنواخت سبب این تغییر شد و مانع از ایجاد توزیع یکنواخت در نیم‌رخ خاک شد.

مقدار رطوبت حجمی اشباع خاک ۵۲ درصد به دست آمد. مقادیر رطوبت میانگین برای شوری ۱/۲۷۹، ۲/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر برای حجم‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ لیتر در جدول (۱) نشان داده‌شده است.

جدول ۱- میانگین رطوبت حجمی در تیمارهای مختلف

شوری آب آبیاری (dSm^{-1})	حجم ($l\ m^{-1}$)	میانگین رطوبت حجمی (٪)
۱/۲۷۹	۱۰	۳۷/۴۹
	۱۵	۳۷/۷۴
	۲۰	۳۷/۹۹
۲/۵	۱۰	۳۷/۸۹
	۱۵	۳۸/۰۹
	۲۰	۳۸/۲۲
۵	۱۰	۳۹/۴۴
	۱۵	۳۹/۷۲
	۲۰	۳۹/۸۴

با توجه به داده‌های موجود در جدول (۱) مشخص می‌گردد که متوسط رطوبت حجمی با افزایش حجم آبیاری، زیاد شده و بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار آب‌شور با شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۲۰ لیتر بر متر با مقدار ۳۹/۸۴ درصد بوده و کمترین مقدار رطوبت مربوط به تیمار با شوری ۱/۲۷۹ دسی‌زیمنس بر متر و حجم ۱۰ لیتر بر متر با مقدار ۳۷/۴۹ درصد بوده است.

هم‌چنین با توجه به شکل‌های ۲ تا ۱۰ و داده‌های جدول (۱) در تیمار با شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر مقدار رطوبت در لایه‌های سطحی زیاد بوده که می‌تواند مرتبط با شوری باشد، افزایش شوری خاک موجب از بین رفتن کلوئیدهای رسی، متورم شدن خاک، پراکنده شدن ذرات خاک و کاهش تخلخل و نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک می‌شود (Mmolava and Or., 2000). لذا ذرات خاک ریزتر شده، سطح ویژه آن‌ها افزایش می‌یابد و قادر خواهند بود آب بیش‌تری جذب نمایند.

همان‌طور که ملاحظه شد محدوده‌ی توزیع رطوبت توسط آبیاری با شوری‌های مختلف بین ۳۰ تا ۴۰ درصد یعنی در محدوده رطوبت ظرفیت زراعی خاک‌های رس‌سیلتی می‌باشد. طبق این پژوهش سامانه‌ی آبیاری قطره‌ای نواری در شرایط محدودیت منابع آب باکیفیت مناسب، می‌تواند رطوبت مطلوب را برای گیاه فراهم نماید. لذا سامانه آبیاری قطره‌ای نواری قادر است تحت شوری‌های مختلف آب آبیاری، رطوبت مطلوب را در منطقه توسعه ریشه گیاه فراهم آورد بنابراین از این سامانه می‌توان در شرایط محدودیت منابع آب باکیفیت مناسب بهره جست. بااین‌وجود برای اتخاذ یک استراتژی درست، باید در خصوص توزیع نمک در خاک نیز آگاهی به دست آید، چراکه وجود نمک در خاک سبب ایجاد رقابت با گیاه برای جذب آب می‌گردد. باوجود کاربردهای داده‌های رطوبت خاک مشاهده می‌گردد که در ایران هیچ‌گونه اطلاعات مستمر برای این پارامتر باارزش وجود ندارد که ازجمله دلایل آن را می‌توان دشواری شرایط کار، نیاز به مهارت فنی و امکانات ذکر نمود.

نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی تغییرات رطوبت خاک تحت آبیاری توسط یک منبع خطی با شوری‌های متفاوت آب در یک خاک سنگین لایه‌دار در شهرستان رشت بود. نتایج نشان داد که با افزایش حجم آبیاری رطوبت حجمی خاک، افزایش یافت. همچنین متوسط رطوبت حجمی خاک در محدوده ظرفیت زراعی خاک‌های رس‌سیلتی قرار گرفت، بنابراین می‌توان گفت سامانه آبیاری قطره‌ای نواری در شرایط محدودیت منابع آب باکیفیت مناسب نیز از کارایی لازم برخوردار می‌باشد. سامانه آبیاری قطره‌ای نواری قادر است تحت شوری‌های مختلف آب آبیاری، رطوبت مطلوب را در منطقه توسعه ریشه گیاه فراهم آورد. بااین‌وجود برای اتخاذ یک راهبرد درست، باید در خصوص توزیع نمک در خاک نیز آگاهی به دست آید، چراکه وجود نمک در خاک سبب ایجاد رقابت با گیاه برای جذب آب می‌شود.

مراجع

احمدپور، ح. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی شوری آب‌های زیرزمینی استان گیلان و پیش‌بینی وضعیت آینده با استفاده از یک مدل مبتنی بر GIS، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه گیلان. ۹۶ صفحه.

اصغری، ش.، ضیاالدینی، ا. و عباسی، ف. ۱۳۹۲. تأثیر لجن پتروشیمی تبریز بر جریان ترجیحی و پارامترهای انتقال بروماید در یک خاک لوم آهکی. مجله پژوهش‌های خاک. جلد ۲۷. شماره ۱. صفحات: ۶۹-۵۹.

پذیرا، ا. ۱۳۹۱. حفاظت از منابع فیزیکی تولید در کشاورزی «خاک و آب»، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۲۶۸ صفحه.

ختار، م.، مصدقی، م. و محبوبی، ع. ا. ۱۳۹۱. اثر کیفیت آب آبیاری بر مقدار آب قابل‌استفاده برای گیاه و توزیع اندازه منافذ دو خاک آهکی با بافت متفاوت. مجله علوم آب و خاک. سال ۱۶. شماره ۶۰. صفحات ۱۷۲-۱۵۹.

سیاری، ن.، قهرمان، ب. و داوری، ک. ۱۳۸۶. بررسی توزیع رطوبت خاک تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) در باغ‌های پسته (مطالعه موردی: اراضی رفسنجان با آب‌های شور). مجله پژوهش در کشاورزی، سال ۷، شماره ۳، صفحات: ۶۵- ۷۵.

شعبان‌پور شهرستانی، م. ۱۳۸۰. مقایسه سه مدل انتقال املاح با استفاده از ردیاب برماید. مجله علوم آب‌وخاک. جلد ۱۵. شماره ۲. صفحات: ۲۷۲-۲۶۱.

علیزاده، ا. و خیابانی، ح. ۱۳۶۹. آبیاری قطره‌ای. انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی. ۲۷۵ صفحه.

مزیدی، م.، معروف‌پور، ع. و بهرام‌نژاد، ب. ۱۳۸۸. بررسی دقت مدل‌های انعکاس‌سنجی حوزه زمانی برای برآورد رطوبت خاک. مجله پژوهش آب ایران. سال سوم. شماره ۵. صفحات: ۵۲-۴۱.

Albayrak M., E. Gunes and B. Gulcubuk. 2010. The effects of irrigation methods on input use and productivities of sugar beet in central Anatolia. Turkey. Afric. Jour. Agric. Res., 5: 188-195.

Erickson, J.R. 1986. Using high salinity waters in the southwest. Proc. 1980. Specialty conference on irrigation and drainage, todays challenges. 23-25 July, Boise, Idaho. ASCE, New York. 198-204.

Huat Bujang, B.K., H.J. Faisal and T.H. Low. 2006. Water infiltration characteristics of unsaturated soil slope and its effect on suction and stability. Geotech. Geological Eng., 24: 1293-1306.

Khan, A.A., M. Yitayew and A.W. Warrick. 1996. Field evalution of water and solute distribution from a point source. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 122(4): 221-227.

Liu, M.X., J.S. Yang, X.M. Li, M.Yu and J. Wang. 2012. Effects of irrigation water quality and drip tape arrangement on soil salinity, soil moisture Distribution and cotton yield (Gossypium hirsutum L.) under mulched drip irrigation in Xinjiang, China. Journal of Integrative Agriculture, 11(3): 502-511.

Maroufpoor, E., S. Emamgholizadeh, H. Torabi and M. Behzadinasab. 2009. Impact of soil texture on the calibration of TDR for water content measurment. Applied Science Journal, 9(16): 2933-2940.

Mmolava, Kh. and D. Or. 2000. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review. Plant and Soil, 222: 163-190.

Mori, Y. and N. Higashi. 2009. Controlling solute transport processes in soils by using dual-porosity characteristics of natural soils. Soil Science Society of America Journal, 62: 1418-1427.

Oleszczuk, R., T. Brandyk, T. Gnatowski, and J. Szatylowicz. 2004. Calibration of TDR for moisture determination in peat deposits. International Agrophysics, 18: 145-151.

Pereira, L.S., I. Cordey, and I. Iacovides. 2009. Coping with Water Scarcity: Addressing the Challenges. Springer. pp. 382.

Rajput, T.B.S. and P. Neelam. 2006. Water and nitrate movement in drip-irrigation onion under fertigation and irrigation treatments. Agricultural Water Management, 79: 293-311.

Roberts, T. L., S. A. White, A. W. Warrick, and T. L. Thompson. 2008. Tape depth and germination method influence patterns of salt accumulation with subsurface drip irrigation. Agricultural Water Management, 95: 669–677.

Siyal, A.A. and T.H. Skaggs. 2009. Measured and simulated soil wetting patterns under porous clay pipe sub-surface irrigation. Agricultural Water Management, 96: 669–677.

Thorburn, P.J., F.J. Cook and K.L. Bristow. 2003. Soil–dependent wetting from trickle emitters: implication for system design and management. Irrigation Science, 22: 121-127.

Water Management in Agriculture
Vol. 3, No. 2, Autumn and Winter 2016, 13-22

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵، ص. ۲۲-۱۳

Soil Moisture Zoning Changes by Different Irrigation Water Salinity under a Line Source

F. Javadzadeh[۱], M.R. Khaledian[۲]*, M. Navabian[۳] and P. Shahinrokhsar[۴]

Abstract

Due to limited water resources utilization of unconventional water resources, is taken into consideration. The aim of this study was to evaluate changes in soil moisture under different irrigation water salinity under a line source in a layered heavy soil. For this purpose, irrigation times period of 2, 3 and 4 hours for volumes of 10, 15 and 20 liters and irrigation water salinity of 1.279, 2.5 and 5 dS/m were applied replicated three times. In order to evaluate changes in soil moisture values a TDR device was used; and then the SURFER software using kriging method was used for zoning. The average soil moisture content was increased by increasing the water volume. The highest average volumetric moisture was in 5 dS/m treatment with 39.84% and the lowest one was in 1.279 dS/m treatment with 37.49%. According to SURFER outputs and the average volumetric moisture, in 5 dS/m salinity treatment the soil moisture in the surface layers was high, which is due to reduced permeability and hydraulic conductivity because of soil salinity increase. As the average soil moisture content is about at the field capacity of the silty clay soil, it can be said that drip irrigation system under limited water resources with a relevant quality has the necessary performance.

Keywords: Soil moisture variations, Tape drip irrigation, TDR.

[۱] MSc students, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran. Email: F_javadzadehsh@yahoo.com

[۲] Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran and Department of Water Engineering and Environment, Caspian Sea Basin Research Center, Iran. (*Corresponding author: E-mail: khaledian@guilan.ac.ir)

[۳] Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran and Department of Water Engineering and Environment, Caspian Sea Basin Research Center, Iran. Email: Ma_navabian@yahoo.com

[۴] Department of Water Engineering, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Agricultural Engineering Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran . Email: pshahinrokhsar@yahoo.com

Received:Sep 11, 2016
Accepted: Jan 19, 2016