



بررسی توزیع رطوبت با روش جدیدی از آبیاری با سفال (بخار آب - سفال)

سید یعقوب کریمی^۱، حامد نوذری^{۲*}، علیرضا مهربانی بشار^۳، مهران سپید دست^۲، فردوس رحیمی دهگلان^۲، ژینو بهمنی^۲، زهرا سلیمی^۲، آیین امید^۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۲/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۹

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب در مناطق خشک جهان، استفاده از روش‌های نوین آبیاری با راندمان بالا و بدون محدودیت استفاده از آبهای شور و پساب‌ها، در کشاورزی امری ضروری است. یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، استفاده از روش آبیاری با استفاده از سیستم بخار-سفال است. در این مطالعه یک روش جدید از آبیاری سفالی که قابلیت انتقال رطوبت و مواد مغذی به خاک را داراست معرفی می‌گردد. هدف از این پژوهش مقایسه الگوی توزیع رطوبت در آبیاری سفالی با استفاده از آب و بخار آب می‌باشد. این پژوهش در قالب یک طرح آزمایشگاهی با سه بار تکرار انجام گرفت. سیستم مورد نظر برای انجام آزمایش شامل دو عدد پلکسی گلس شفاف به ابعاد یکسان (۹۰ به طول و قطر ۵ سانتی‌متر) می‌باشد. لوله‌های سفالی بکار گرفته شده در هر کدام از باکس‌ها دارای ابعاد یکسان بودند (به طول ۹۰ و قطر ۵ سانتی‌متر). پرلیت - کوکوپیت با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مشخص به عنوان بستر کشت استفاده شد. اندازه‌گیری رطوبت حجمی خاک با استفاده از رطوبت سنج مقاومتی آنالوگ صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که توزیع زمانی و مکانی رطوبت در نمونه و شاهد به شکل یکنواخت صورت گرفته است اما به ازای تراوایی یکسان در لوله‌های سفالی در یک بازه زمانی برابر، حجم رطوبت انتقالی به خاک توسط سیستم بخار-سفال کمتر از سیستم آب-سفال بوده است. این در حالی است که لوله‌های سفالی دارای خاصیت خودتنظیمی بوده و موجب انتقال رطوبت به خاک تا حد ظرفیت زراعی می‌گردد که موجب می‌شود نیاز آبی گیاه در هر دو حالت تامین شود. نتیجه اینکه راندمان استفاده از بخار آب نسبت به آب در لوله‌های سفالی بالاتر است. همچنین بخار به علت عاری بودن از املاح، موجب گرفتگی لوله‌های سفالی نمی‌گردد و طول عمر لوله‌ها افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: بخار، لوله سفالی، سیستم آبیاری، توزیع رطوبت

۱- دانشجوی دکتری مهندسی منابع آب، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران. h.nozari@basu.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی آب، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.



مقدمه

بررسی توزیع رطوبت به عنوان موضوعی مهم، در پژوهش‌های مزرعه‌ای و مدل‌سازی از اهمیت خاصی برخوردار است (Bresler, Gilley and Allred, 1974; et al., 2003; Philip, 1991; Dirksen, 1978; 1978; Li et al., 2004; Thorburn et al., 2003; Cote). توزیع جبهه رطوبتی را در آبیاری قطره‌ای برای دو نوع بافت خاک لومی و شنی مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که افزایش دبی باعث گسترش بیشتر جبهه رطوبتی در جهت افقی و کاهش دبی باعث گسترده‌تری عمقی آن می‌شود. (Thorburn et al., 2003) به ذکر این نکته پرداختند که حرکت روبه بالای آب در آبیاری زیر سطحی، موجب کاهش عمق و قطر خیس شدگی در پیاز رطوبتی می‌شود. نوروزیان و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تجربی و عددی توزیع رطوبت خاک در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در خاک‌های لایه‌ای مسطح و شیب‌دار پرداختند. نتایج بیانگر این موضوع بود که با افزایش مدت آبیاری نیم‌رخ رطوبتی ایجاد شده در خاک‌های شیب‌دار با نیم‌رخ حاصل در خاک‌های مسطح تطابق بیشتری می‌یابد. همچنین به دلیل بالا بودن هدایت هیدرولیکی لایه پایینی، با رسیدن رطوبت به مرز لایه‌ها جبهه رطوبتی دارای شکست گردیده، گسترش رطوبت در جهت عمودی بیشتر شده و شکل پیاز رطوبتی به صورت بیضی بود. افشار جهان‌شاهی و همکاران (۱۳۹۱) نیز به بررسی تاثیر دو عمق نصب قطره چکان با دبی‌های یکسان بر توزیع رطوبت در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و شبیه‌سازی الگوی توزیع رطوبت پرداختند که نتایج نشان داد که توزیع رطوبت در عمق نصب ۴۵ سانتیمتر قطره چکان بیشتر افقی است و گسترش عمودی آن در مقایسه با نتایج شبیه‌سازی عمق نصب ۳۰ سانتیمتر کمتر است. وجود درصد رس بیشتر در لایه دوم و فشار آب خروجی از قطره چکان در گسترش افقی رطوبت بی‌تاثیر نمی‌باشد، در حالی که در لایه اول درصد رس خاک کمتر است و ذخیره گرمایی بیشتر خاک در لایه اول در گسترش عمودی رطوبت تاثیر داشته است. الگوی توزیع رطوبت، تحت منبع آب نقطه‌ای-سطحی در بافت‌های متفاوت خاک توسط طالبی و همکاران (۱۳۹۴) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پروفیل‌های رطوبتی مشاهداتی ایجاد

شده در دو بافت شنی و لومی، تحت منبع نقطه‌ای-سطحی، به ازای دبی ۲ لیتر در ساعت با پروفیل‌های حاصل از شبیه‌سازی، دارای اختلاف زیادی می‌باشند. ولی با گذشت زمان این پروفیل‌ها به هم نزدیک می‌شوند. در پژوهشی دیگر، خانجانی و دلیر حسن نیا (۱۳۹۳) به بررسی گسترش جبهه رطوبتی در آبیاری قطره‌ای تحت منبع خطی در خاک دو لایه پرداختند که نتایج نشان داد که با افزایش زمان آبیاری، پیشروی افقی و عمودی جبهه رطوبتی افزایش می‌یابد اما بعد از گذشت ۵ ساعت ابعاد جبهه رطوبتی تغییر چندانی نشان نداد. در لایه دوم به دلیل بافت سنگین آن گسترش پیاز رطوبتی بسیار کند بوده و تنها مقدار رطوبت در آن افزایش می‌یابد. یافته‌های پژوهش نشان داد که طول پیشروی رطوبت در خاک شنی در زمان‌های مختلف بعد از شروع کار سیستم، از طول پیشروی رطوبت در خاک لومی بیش‌تر است. بررسی توزیع رطوبت در سیستم‌های ارتقا یافته سنتی مانند آبیاری سفالی و مقایسه آن با سیستم‌های نوین، در دهه‌های اخیر توجه پژوهشگران را به خود جلب نموده است. براساس بررسی‌های بعمل آمده، هرچند بازده آبیاری در روش‌های آبیاری تحت فشار در حد قابل قبولی بالا می‌باشد اما به علت هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و تنظیم و نگهداری در کشورهای در حال توسعه، کشاورزان مجبور به پذیرفتن روش‌های سنتی آبیاری مانند آبیاری سفالی، که دارای کارایی مشابه آبیاری قطره‌ای ولی هزینه کمتری هستند، می‌باشند (Anonymous, 1997). افزایش راندمان آبیاری، کاهش قابل ملاحظه میزان مصرف آب در زراعت و باغات نسبت به روش‌های سنتی آبیاری و سایر روش‌های آبیاری تحت فشار، افزایش عملکرد محصول، امکان کشت دوم محصول زراعی در بخشی از اقلیم‌های سرد بدلیل کوتاه‌تر شدن دوره رشد، حفظ ساختمان خاک و جلوگیری از سله بستن سطح خاک از مزایای روش آبیاری زیر سطحی با سفال می‌باشد (Bainbridge, 2001). در پژوهشی که به منظور مقایسه الگوی خیس شدگی خاک، تحت سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و سفالی زیرسطحی انجام شد نتایج به دست آمده نشان داد روش کمتر توسعه یافته آبیاری سفالی زیرسطحی، به نسبت روش دیگر با وجود خروج کمتر آب، توزیع مناسبی از رطوبت را

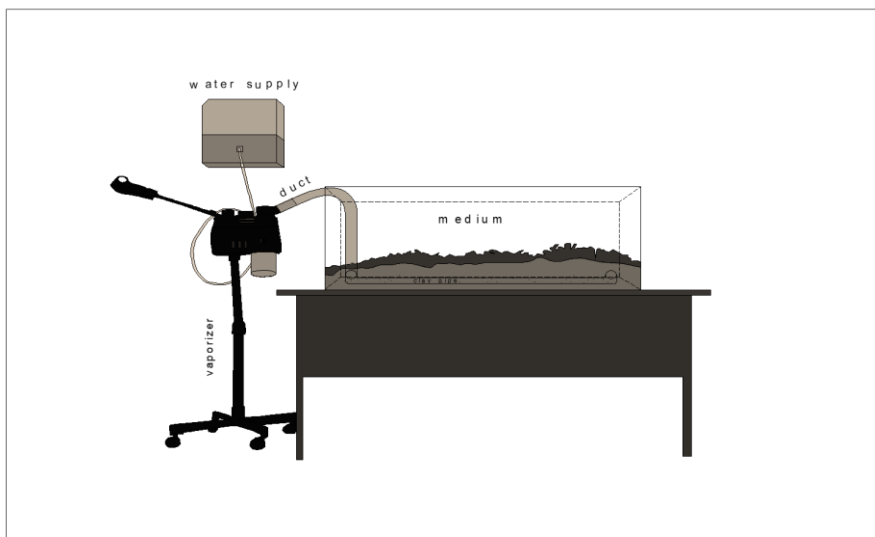
و تخمین شعاع مرطوب شده سطح و عمق عمودی منطقه مرطوب رابطه معنی داری وجود دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که شعاع مرطوب شده و مقادیر عمق عمودی در فشار ۲/۵ متری با دبی کم به ترتیب حدود ۱۳/۵ و ۲۲ سانتی متر بوده است.

با توجه به اینکه تاکنون روش آبیاری مبتنی بر بخار آب و سفال ارائه نشده است. هدف این پژوهش بررسی توزیع رطوبت در روش جدیدی از آبیاری با سفال (بخار آب-سفال) می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود این سیستم معایب سیستم‌های سفالی مانند گرفتگی لوله‌ها در اثر سختی موجود در آب را ندارد و با استفاده از این سیستم می‌توان از آبهای شور و فاضلاب‌ها در آبیاری استفاده نمود. در ضمن تراوایی بالای لوله‌های سفالی ارتقا یافته، از دیگر برتری‌های این سیستم است.

مواد و روش

این آزمایش در آزمایشگاه تحقیقاتی مهندسی منابع آب دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. سیستم مورد نظر برای انجام آزمایش شامل دو عدد پلکسی گلس شفاف به ابعاد یکسان (۴۰×۳۰×۱۳۰ سانتی‌متر) که یکی به عنوان نمونه (آب-سفال) و دیگری به عنوان شاهد (بخار آب-سفال) در نظر گرفته شد (شکل شماره ۱). لوله‌های سفالی بکار گرفته شده در هر کدام از باکس‌ها دارای ابعاد یکسان بودند (به طول ۹۰ و قطر ۵ سانتی‌متر).

در اطراف خود و در عمق خاک ایجاد می‌کند (بیرجند مشیری و همکاران، ۱۳۹۵). (Siyal et al (2009) پیشروی جبهه رطوبتی و توزیع رطوبت را در آبیاری کوزه‌ای شبیه سازی کردند. در این پژوهش کوزه‌هایی با سه حجم در خاک کار گذاشته شدند. مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع کوزه‌ها بین ۰/۰۷ سانتیمتر در روز برای کوزه‌های بزرگ تا ۰/۱۴ سانتیمتر در روز برای کوزه‌های کوچک متغیر و همبستگی بین توزیع رطوبت اندازه-گیری و شبیه‌سازی شده (R^2), ۰/۹۶ بود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پیاز رطوبتی ایجاد شده در کوزه کوچک (با حجمی برابر نصف کوزه بزرگتر اما با هدایت هیدرولیکی دو برابر) و کوزه بزرگ، یکسان است. همچنین، توزیع افقی رطوبت در خاک ریز بافت بیشتر از خاک درشت بافت است. (Saleh and Setiawan (2010) تراوش آب از کوزه و توزیع رطوبت در اطراف آن را برای دو خاک شبیه‌سازی و با اندازه‌گیری‌های واقعی مقایسه کردند. در این پژوهش، حداکثر پیشروی جبهه رطوبتی برای هر دو خاک در جهت افقی و عمودی تعیین و مشخص شد که عمق کارگذاری کوزه و نوع خاک در شکل‌گیری پیاز رطوبتی مهم است (Bahrami et al (2011). حرکت جبهه رطوبتی (شعاع و عمق خیس شدگی) حاصل از آبیاری با کپسول‌های رسی زیرسطحی را شبیه‌سازی و با داده‌های مزرعه‌ای حاصل از خاک رسی مقایسه کردند. نتایج نشان می‌دهد که بین اندازه‌گیری



شکل (۱): نمایی از سیستم بخار آب- سفال

در این سیستم به جای خاک، از بستر کشت شامل پرلیت- کوکوپیت با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مشخص استفاده شد (جدول ۱) (حسنلویی و همتی، ۱۳۹۰).

جدول (۱): مشخصات فیزیکی و شیمیایی پرلیت و کوکوپیت مورد استفاده

بستر کشت	EC (ds/m)	pH	وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)	تخلخل کل (%)	ظرفیت نگه داری رطوبت (%)
پرلیت-کوکوپیت (۵۰-۵۰)	۱/۸۱	۷/۳	۰/۴۷	۷۱	۷۵

را اندازه گیری می کنند). این دستگاه قبلاً توسط بستر کشت مورد استفاده به روش حجمی، کالیبره شده و نمودار کالیبراسیون آن استخراج گردید. قبل از شروع آزمایش نیز در نقاط مختلف و رطوبت‌های مختلف نمونه‌های واقعی تهیه و دقت دستگاه تأیید گردید.

برای بررسی توزیع رطوبت، سنسورهای دستگاه درون خاک منطقه مورد نظر قرار داده شده و رطوبت در آنها قرائت گردید. (سنسورهای شماره ۱ و ۳ به ترتیب در قسمت‌های ابتدایی و انتهایی در ۱ سانتی‌متری زیر لوله و سنسور شماره ۲ در قسمت میانی در ۱ سانتی‌متری سطح لوله قرار گرفت). برای هر یک از سنسورها در نمونه و شاهد ۱۸ هزار دیتا ثبت گردید که مبنای اصلی نتایج و بحث در این پژوهش می‌باشند. در نهایت داده‌های ثبت شده با استفاده از نرم افزار Spss و آزمون T مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که نتایج حاصل از تحلیل آماری در ادامه ارائه گردیده است.

بلوک‌های فشرده شده کوکوپیت قبل از استفاده با آب خیسانده شدند تا کاملاً باز و حجیم شوند. روی بستر پرلیت هیچگونه عملیاتی صورت نگرفت. بعد از قرارگیری لوله‌ها روی لایه‌ای از بستر کشت مورد استفاده، تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با بستر مورد نظر پوشش داده شدند.

سیستم تامین رطوبت در نمونه، شامل ۱ عدد دستگاه بخارساز می‌باشد، که از طریق انتقال بخار به لوله‌های سفالی، رطوبت سیستم را تامین می‌کند.

در شاهد از یک مخزن ۲۰ لیتری، به منظور تامین رطوبت سیستم استفاده گردید.

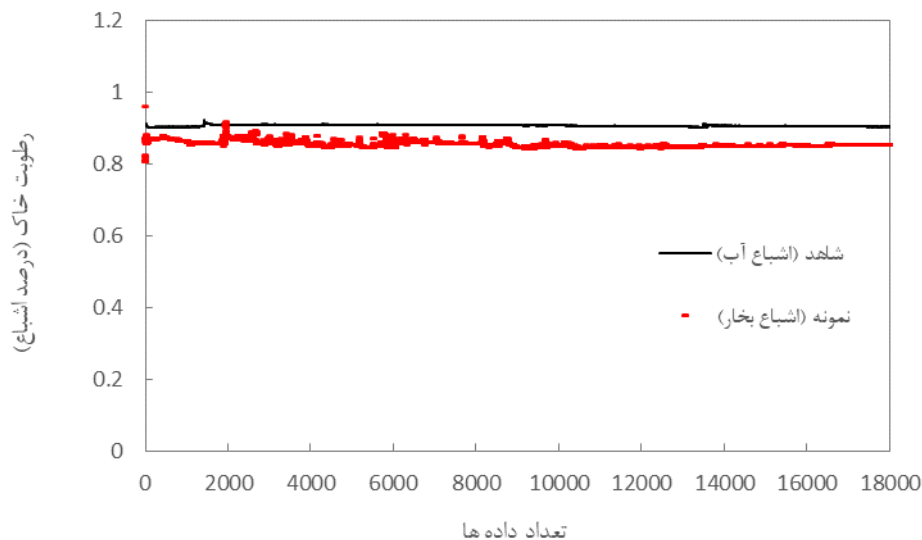
در این پژوهش برای تعیین میزان رطوبت بستر کشت، از یک دستگاه رطوبت سنج مقاومتی آنالوگ استفاده شد (این دستگاه شامل ۳ عدد حسگر می‌باشد که به تغییرات رطوبت حساس می‌باشند و مقاومت متناسب را در رطوبت‌های مختلف نشان می‌دهند. محدوده تغییرات حسگرها از ۲ تا ۷ ولت می‌باشد و متناسب با آن مکش ۰ تا ۱۵۰ سانتی بار

نتایج و بحث

در این آزمایش، داده‌های ثبت شده توسط سنسورهای نصب شده در فلوم، در دو حالت اشباع بخار و اشباع آب به شکل نمودارهایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به نمودارهای زیر مشاهده می‌شود که توزیع رطوبت در هر دو سیستم، از نظر زمانی و مکانی، توزیع یکنواختی است (در طول بازه زمانی یک ماهه‌ای که ۱۸ هزار داده ثبت شده است نوعی ایستایی و یکنواختی در نمونه و شاهد در هر سه نمودار قابل رویت است و از نظر مکانی نیز سنسورهای سه گانه که در مکان‌های مشخص در طول فلوم نصب شده‌اند نیز ایستایی و یکنواختی داشته و درصد رطوبت مشخصی در هر سه نمودار قابل مشاهده می‌باشد). بطور کلی می‌توان مشاهده نمود که در هر دو سیستم، انتقال رطوبت به گونه‌ای صورت گرفته که میزان رطوبت موجود در سیستم‌ها کمتر از حالت اشباع است. و این میزان رطوبت در سیستم بخار- سفال کمتر از آب- سفال می‌باشد. نتیجه

اینکه در سیستم بخار- سفال، انتقال رطوبت به حدی رسیده که هم نیاز آبی گیاه برآورده می‌شود و هم آب کمتری نسبت به سیستم آب- سفال مصرف می‌گردد. در نهایت می‌توان اینگونه استنباط کرد که راندمان نمونه بخار بالاتر از نمونه شاهد است. نکته قابل ذکر اینکه در سیستم- های آبیاری سفالی، انتقال رطوبت به شکل مولکولی صورت گرفته و مبنای اصلی روش‌های انتقال مولکولی رطوبت، بر این پایه استوار می‌باشد که تا گیاه نیاز آبی نداشته باشد، آب از سیستم به داخل خاک تزریق نمی‌شود. به عبارت دیگر سفال دارای خاصیت خودتنظیمی است. در نتیجه رطوبت اضافی در سیستم وجود نداشته و زهاب تشکیل نمی‌شود.

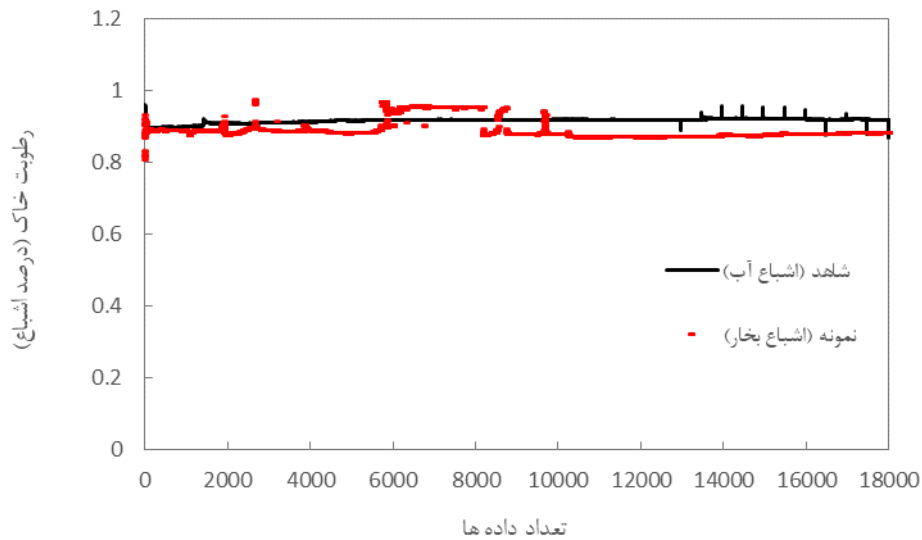
در شکل شماره ۲ مشاهده می‌شود که گراف نمونه به شکل یکنواختی در زیر شاهد قرار گرفته است و بیانگر آن است که در سرتاسر فلوم تزریق رطوبت به حالت بهینه‌تری صورت گرفته است.



شکل (۲): الگوی توزیع رطوبت در حسگر شماره ۱ در نمونه و شاهد

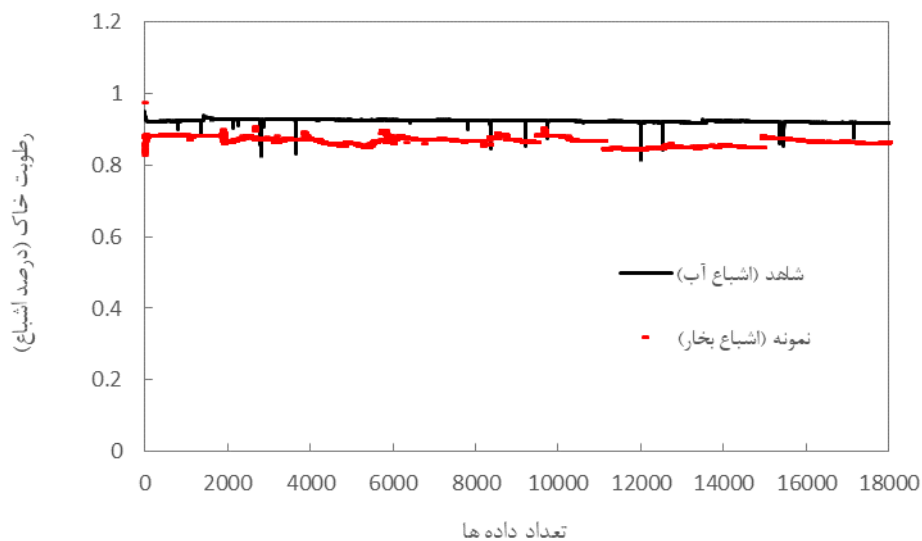
کاملاً از آب اشباع گردد در این حالت اختلاف پتانسیل رطوبتی بین محیط داخل لوله و محیط کشت افزایش یافته و رطوبت بیشتری در سیستم تزریق می‌گردد.

شکل شماره ۳ نشان می‌دهد که گراف‌های توزیع رطوبت در قسمت‌های وسط شکل، در نمونه در سطحی بالاتر از شاهد قرار گرفته است که این امر را می‌توان به علت تقطیر بخار در داخل لوله دانست به گونه‌ای که لوله



شکل (۳): الگوی توزیع رطوبت در حسگر شماره ۲ در نمونه و شاهد

در شکل شماره ۴ نیز انتقال رطوبت کمتری نسبت به شاهد صورت گرفته است.



شکل (۴): الگوی توزیع رطوبت در حسگر شماره ۳ در نمونه و شاهد

لازم نیست که در هر دوره کشت، لوله‌های مورد استفاده تعویض گردند. در سیستم بخار-سفال، به علت استفاده از بخار عاری از املاح، امکان استفاده از آب‌های شور و پساب به منظور آبیاری مهیا می‌گردد و به منظور تامین انرژی لازم برای تولید بخار، می‌توان از پنل‌های خورشیدی استفاده کرد. این سیستم دوستدار محیط زیست بوده و برخلاف روش‌های متداول آبیاری از لوله‌های پلاستیکی استفاده نمی‌گردد. با احیای این روش سنتی که منطبق بر شرایط اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد می‌توان

نتیجه حاصل اینکه در حالت استفاده از بخار نسبت به حالتی که آب در داخل لوله جریان داشته، انتقال رطوبت حالتی بهینه‌تری دارد. چون رطوبت کمتری به داخل سیستم تزریق می‌گردد.

از جمله مزیت‌های دیگری که سیستم بخار آب-سفال نسبت به سیستم مشابه (سیستم آب-سفال) داراست می‌توان به عدم گرفتگی لوله‌ها و افزایش طول عمر آنها اشاره کرد. در این سیستم به علت استفاده از بخار عاری از املاح موجود در آب آبیاری، خلل و فرج لوله‌ها مسدود نشده و

یک گروه با دو بار اندازه گیری بصورت پیش آزمون و پس آزمون) داشته باشیم. هدف آن است که تعیین کنیم آیا متغیر اعمال شده دارای اثر بر متغیر وابسته می باشد، به عبارت دیگر آیا تغییرات ایجاد شده در متغیر وابسته ناشی از اعمال متغیر آزمایشی است یا خیر؟ در جدول ۲ مقادیر میانگین، فراوانی، انحراف استاندارد و خطای استاندارد میانگین برای فلوم اصلی و فلوم شاهد قابل مشاهده است.

رطوبت و عناصر مغذی مورد نیاز گیاه را به خاک انتقال داد. در واقع این سیستم یک سیستم کامل آبیاری می باشد که دارای قابلیت های منحصر به فرد می باشد.

آزمون تی نمونه و شاهد

آزمون تی دو نمونه، زمانی بکار برده می شود که قصد بررسی اثر یک متغیر آزمایشی را بر یک متغیر وابسته (در

جدول (۲): بررسی توصیفی وضعیت نمونه و شاهد

خطای استاندارد میانگین	انحراف استاندارد	فراوانی	میانگین	
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۸	۱۸۳۰۲	۰/۸۵۷	F1H1 فلوم نمونه (سنسور شماره ۱)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۱۸۳۰۲	۰/۹۰۸	F2H1 فلوم شاهد (سنسور شماره ۱)
۰/۰۰۰۱۹	۰/۰۲۶	۱۸۳۰۲	۰/۸۹۱	F1H2 فلوم نمونه (سنسور شماره ۲)
۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۶	۱۸۳۰۲	۰/۹۱۵	F2H2 فلوم شاهد (سنسور شماره ۲)
۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۱۱	۱۸۳۰۲	۰/۸۶۷	F1H3 فلوم نمونه (سنسور شماره ۳)
۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۴	۱۸۳۰۲	۰/۹۲۲	F2H3 فلوم شاهد (سنسور شماره ۳)

نمونه می باشد که نشان دهنده تزریق بیشتر رطوبت در نمونه شاهد است. نتایج آزمون T نمونه و شاهد در جدول شماره ۳ قابل مشاهده می باشد.

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل داده ها، میانگین نمونه و شاهد برای حسگرهای شماره ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برابر با (۰/۸۵۷، ۰/۸۹۱، ۰/۸۶۷) و (۰/۹۰۸، ۰/۹۱۵، ۰/۹۲۲) می باشد. در مجموع میانگین این مقادیر برای شاهد بزرگتر از

جدول (۳): آزمون T نمونه و شاهد

سطح معناداری	درجه آزادی	T	فاصله اطمینان ۹۵٪	
۰/۰۰۰	۱۸۳۰۱	-۸۴۶/۱۲۵	-۰/۰۵	F1H1 - F2H1
۰/۰۰۰	۱۸۳۰۱	-۱۱۹/۸۰۰	-۰/۰۲	F1H2 - F2H2
۰/۰۰۰	۱۸۳۰۱	-۶۵۳/۵۰۹	-۰/۰۵	F1H3 - F2H3

نتیجه گیری

در این تحقیق، مطالعه ای تجربی به منظور بررسی الگوی توزیع رطوبتی خاک در آبیاری زیرسطحی و نیمرخ اطراف لوله های سفالی در دو حالت (اشباع با بخار و اشباع با آب) در بستر کشتی متشکل از کوکوپیت- پیرلیت انجام شد. نتایج نشان داد که توزیع زمانی و مکانی رطوبت در هر دو سیستم (بخار آب- سفال و آب- سفال) توزیعی یکنواخت است. بطور کلی مشاهده می شود که حجم رطوبت انتقالی در نمونه، کمتر از شاهد بوده است و این

در جدول شماره ۳ همانطور که مشاهده می شود مقدار T برای سه نمونه برابر با ۱۱۹/۸۴۶، ۸۰/۱۲ و -۶۵۳/۵۰- و بدست آمده است و مقدار سطح معناداری برای هر سه نمونه برابر با ۰/۰۰۰ بدست آمده است. چون میزان سطح معناداری از مقدار ۰/۰۵ کوچکتر است پس می توان نتیجه گرفت که دو نمونه مورد نظر از نظر آماری با یکدیگر دارای اختلاف معنی دار می باشند. به عبارت دیگر "میزان توزیع رطوبت در روش آبیاری با بخار-سفال با روش آب-سفال متفاوت می باشد".



مزیت‌های دیگری که سیستم بخار-سفال نسبت به سیستم مشابه (سیستم آب-سفال) داراست می‌توان به عدم گرفتگی لوله‌ها و افزایش طول عمر آنها اشاره کرد. در سیستم بخار-سفال، به علت استفاده از بخار عاری از املاح، امکان استفاده از آب‌های شور و پساب به منظور آبیاری مهیا می‌گردد. با احیای این روش سنتی که منطبق بر شرایط اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد می‌توان رطوبت و عناصر مغذی مورد نیاز گیاه را به خاک انتقال داد. در واقع این سیستم یک سیستم کامل آبیاری می‌باشد که دارای قابلیت‌های منحصر به فرد می‌باشد.

بدان دلیل است که در سیستم‌های سفالی، انتقال رطوبت به شکل مولکولی صورت گرفته و مبنای اصلی روش‌های انتقال مولکولی رطوبت، بر این پایه استوار می‌باشد که تا گیاه نیاز آبی نداشته باشد، آب از سیستم به داخل خاک تزریق نمی‌شود. به عبارت دیگر سفال دارای خاصیت خودتنظیمی است. در نتیجه رطوبت اضافی در سیستم وجود نداشته و زهاب تشکیل نمی‌شود. نتایج حاصل از آزمون T بیانگر تفاوت معنادار بین دو نمونه در سطح ۰.۹۵٪ می‌باشد. نتیجه اینکه سیستم بخار-سفال، علاوه بر تامین رطوبت در حد ظرفیت زراعی، با مصرف آب کمتری، راندمان بالاتری نسبت به سیستم آب-سفال داشته است. از جمله

منابع

- افشار جهانشاهی، م. زارع ابیانه، ح. نقوی، هرمزد. اسلامی، ا. بررسی تاثیر دو عمق نصب قطره چکان با دبی‌های یکسان بر توزیع رطوبت در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و شبیه‌سازی الگوی توزیع رطوبت و مدل سازی آن با HYDRUS-2D. ۱۳۹۱. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. سال سوم. شماره دهم. صفحه‌های ۱۰۱-۱۱۳.
- بیرجند مشیری، و. قهرمان، ب. داوری، ک. جلینی، م. ۱۳۹۵. اندازه گیری، شبیه سازی و مقایسه الگوی خیس شدگی خاک، تحت سامانه های آبیاری قطره ای زیرسطحی و سفالی زیرسطحی، سومین کنگره علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران.
- خاتجانی، س. دلیر حسن نیا، ر. بررسی گسترش جبهه رطوبتی در آبیاری قطره‌ای تحت منبع خطی در خاک دو لایه. ۱۳۹۳. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ب. جلد ۲۸. شماره ۲.
- طالبی نوزر، س.م. ناظمی، ا.ح. صدرالدینی، س.ع.ا. دلیرحسن نیا، ر. ۱۳۹۴. بررسی الگوی توزیع رطوبت، تحت منبع آب نقطه ای سطحی در بافت های متفاوت خاک، پایان نامه. دولتی - وزارت علوم، تحقیقات، و فناوری - دانشگاه تبریز - دانشکده علوم کشاورزی. ۱۳۹۴. کارشناسی ارشد.
- نوروزیان، ز. صدرالدینی، ع.ا. ناظمی، ا.ح. دلیر حسن نیا، ر. ۱۳۹۵. بررسی تجربی و عددی توزیع رطوبت خاک در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در خاک‌های لایه‌ای مسطح و شیب‌دار. نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۶، شماره ۴/۲. صفحه‌های ۱۳ تا ۲۷.
- Anonymous. 1997. Source book of alternative technologies for fresh water augmentation in Latin America and the Caribbean. International Environmental Technology Centre, United Nations Environment Programmed (UNEP), Washington, DC, USA.
- Bahrami, H. A., Ghorbani-Vaghei, H., Alizadeh, P., Nasiri, F. and Mahallati, Z. 2011. Fuzzy modeling of soil water distribution using porous clay capsule irrigation from a subsurface point source. Sens. Lett. 8(1): 75-80.
- Bainbridge, D.A. 2001. Buried clay pot irrigation: little known but very efficient traditional method of irrigation. Agricultural Water Management, 48:79- 88.



- Bresler, E. 1978. Analysis of trickle irrigation with application to design problems. *Irrig. Sci.* 1: 13-17.
- Cote, C.M., Bristow, K.L., Charlesworth, P.B., Cook, F.J., and Thorburn, P.J. 2003. Analysis of soil wetting and solute transport in subsurface trickle irrigation. *Irrig. Sci.* 22: 143-156.
- Dirksen, C. 1978. Transient and steady flow from subsurface line sources at constant hydraulic head in anisotropic soil. *Trans. ASAE.* 21: 5. 913-919.
- Gilley, J.R., and Allred, E.R. 1974. Infiltration and root extraction from subsurface irrigation laterals. *Trans. ASAE.* 17: 5. 927-93.
- Li, J., Zhang, J., and Rao, M. 2004. Wetting Pattern and Nitrogen Distribution as Affected by Fertilization Strategies from a Surface Point Source. *Agri. Water mang.* 67: 89-104.
- Philip, J.R. 1991. Effects of root and subirrigation depth on evaporation and percolation losses. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55: 1520-1523.
- Saleh, E. and Setiawan, B. I. 2010. Numerical modeling of soil moisture profiles under pitcher irrigation application. *Agric. Eng. Int. CIGR J.* 12(2): 14-20.
- Siyal, A. A., Van-Genuchten, M. T. and Skaggs, T. H. 2009. Performance of pitcher irrigation system. *Soil Sci.* 174(6): 312-320.
- Thorburn, P.J., Cook, F.J., and Bristow, K.L. 2003. Soil-dependant wetting from trickle emitters: Implications for system design and management. *Irrig. Sci.* 22: 121-127.



Investigation of moisture distribution in new pottery irrigation (steam-pottery)

Yaghob Karimi¹, Hamed Nozari^{2*}, Alireza Mehrabani Bashar³, Mehran Sepiddast³, Ferdos Rahimi Dehgolan³, Zhino Bahmani³, Zahra Salimi³, Aygin Omid³

Regarding the scarcity of water resources in arid regions of the world, using more efficient irrigation systems is essential in agriculture. Possible option for improving agricultural water productivity is the irrigation method using steam-pottery system. This study introduces a new method of pottery irrigation system that is capable of transferring moisture and nutrients into the soil. The experimental system consisted of two clear plexiglasses with the dimension of $130 \times 40 \times 40$ cm. The clay pipes were used in each of the boxes had the same dimensions (length 90 and diameter 5 cm). Perlite-coco peat is used as a soil. The volumetric moisture content of the soil was measured by using an analog moisture meter. The data recorded by the sensors were analyzed in both the steam-pottery system, and the water-pottery system. The results show that the distribution of moisture is uniform for both of them, in terms of time and space. However, the amount of moisture in the steam-pottery system is less than water-pottery system. The result is that in the steam-pottery system, the water demands of the plant are met, with total water use less than it was in the water-pottery system. Other advantages of the steam-pottery system over the water-pottery system are that the pipes are not clogged and their service life is greatly extended.

Keywords: Steam, Clay Pipe, Irrigation System, Moisture Distribution

¹Phd student of water science engineering, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

²Associate Professor, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran; h.nozari@basu.ac.ir

³Bachelor student of water science engineering, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Investigation of moisture distribution in new pottery irrigation (steam-pottery)

Yaghub Karimi¹, Hamed Nozari^{2*}, Alireza Mehrabani Bashar³ Mehran Sepiddast³, Ferdos Rahimi³ Dehgolan³, Zhino Bahmani³, Zahra Salimi³, Aygin Omid³

¹Phd student of water science engineering, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

²Associate Professor, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran; h.nozari@basu.ac.ir

³Bachelor student of water science engineering, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran



10.22125/IWE.2020.211396.1246.

Received:
April.23.2019
Accepted:
December.10.2019
Available online:
March.13.2022

Keywords:
Keywords: Steam,
Clay Pipe, Irrigation
System, Moisture
Distribution

Abstract

This study introduces a new method of pottery irrigation system that is capable of transferring moisture and nutrients to the soil. The experiments are performed in the two clear plexiglasses. The clay pipes are used in each of the boxes had the same dimensions. The results showed that the temporal and spatial distribution of moisture were uniform in the traditional clay pottery irrigation system and steam-pottery irrigation system. But in the steam pottery irrigation system, the volume of moisture transfer to the soil was less than the traditional clay pottery irrigation system.

1. Introduction

Regarding the scarcity of water resources in arid regions of the world, using more efficient irrigation systems is essential in agriculture. The study of moisture distribution in improved traditional irrigation systems, and their comparison with modern systems has attracted the attention of researchers in recent decades. Due to the irrigation method based on water vapor and pottery has not been presented so far, the purpose of this study is to investigate the moisture distribution pattern in soil by new pottery irrigation (steam-pottery).

2. Materials and Methods

The experimental system consisted of two clear plexiglasses with the dimension of 130 × 40 × 40 cm. The clay pipes were used in each of the boxes had the same dimensions (length 90 and diameter 5 cm). Perlite-coco peat was used as a soil. The volumetric moisture content of the soil was measured using an analog moisture meter. The desired moisture was transferred to the clay pipes by using a steam generator. Humidity detection sensors were used to investigate the moisture distribution. These sensors were located in the beginning, middle and the end parts of the clay pipe. The sensors were installed with a distance of 1 cm to the clay pipe. Each of the sensor node recorded 18000 data. The recorded data were analyzed using SPSS software and t-test.

3. Results

The data recorded by the sensors were analyzed in both the water vapor saturation (the steam-pottery system) and the water saturation (water-pottery system). The results show that the distribution of moisture is uniform for both of them, in terms of time and space. However, the amount of moisture in the steam-pottery system is less than water-pottery system. The result is that in the steam-pottery system, the water demands of the plant are met, with total water use less than it was in the water-pottery system. It should be noted that in the steam-pottery system, moisture transfer takes place in a molecular form and is based on the fact that the steam of water is injected into the soil when the plant needs water. As a result, there is no excess moisture in the system and no drainage is occurred.

4. Discussion and Conclusion

The results show that the distribution of moisture is uniform for both of the steam-pottery system, and the water-pottery system. The steam-pottery system, in addition to providing soil moisture at the field capacity, with lower water consumption, has a higher efficiency than the water-pottery system. Other advantages of the steam-pottery system over the water-pottery system are that the pipes are not clogged and their service life is greatly extended. In addition, in the steam-pottery system, due to the use of solute-free steam, it is possible to use saline water and wastewater for irrigation. By reviving this traditional technique, which is in accordance with the climatic conditions of arid and semi-arid regions, the moisture and nutrients required by the plant can be transferred to the soil.

5. Six important references

1. Afshar Jahanshahi, M., Zare Abyaneh, H., Naghavi, H., Eslami, A. 2013. Assessment of influence of installation depth of emitter with same discharges on moisture distribution in subsurface drip irrigation system and simulation with HYDRUS-2D model. *Irrigation & Water Engineering*, 3, 10, 2013, 101-113. Magiran.com/p1228459
2. Bresler, E. 1978. Analysis of trickle irrigation with application to design problems. *Irrig. Sci.* 1: 13-17.
3. Cote, C.M., Bristow, K.L., Charlesworth, P.B., Cook, F.J., and Thorburn, P.J. 2003. Analysis of soil wetting and solute transport in subsurface trickle irrigation. *Irrig. Sci.* 22: 143-156.
4. Gilley, J.R., and Allred, E.R. 1974. Infiltration and root extraction from subsurface irrigation laterals. *Trans. ASAE.* 17: 5. 927-93
5. Saleh, E. and Setiawan, B. I. 2010. Numerical modeling of soil moisture profiles under pitcher irrigation application. *Agric. Eng. Int. CIGR J.* 12(2): 14-20.
6. Thorburn, P.J., Cook, F.J., and Bristow, K.L. 2003. Soil-dependant wetting from trickle emitters: Implications for system design and management. *Irrig. Sci.* 22: 121-127.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.