مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و لوله مدفون در صرفه‌جویی آب و کاهش تبخیر

منصور جهان‌تیغ

دانشیار مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران.

Mjahantigh2000@yahoo.com

چکیده

این پژوهش در منطقه ادیره واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شرق شهر زابل انجام پذیرفت. هدف از اجرای آن شناسایی روش آبیاری کارآمد و سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه سیستان بود. برای اجرای این تحقیق ابتدا آماده سازی بستر آن فراهم شد. ۱۲ چاله به ترتیب به عمق و قطر ۸۰ و ۶۰ سانتی‌متر و فاصله ۴ متر ایجاد شد. ۶ لوله پلاستیکی به طول ۰/۶ متر و قطر ۵ سانتی‌متر و سوراخ-هایی به قطر ۶ میلی‌متر در قسمت پایین آن به منظور توزیع رطوبت در عمق خاک و حرکت ریشه به پایین با استفاده از رطوبتی ککه لوله پلاستیکی در اختیار آن می گذارد، تهیه شد. ۶ عدد نهال توت برای تیمار آبیاری با استفاده از لوله پلاستیکی و ۶ عدد نییز ببرای تیمار آبیاری قطره‌ای تهیه شد. در این پژوهش دو تیمار همراه با لوله پلاستیکی و آبیاری قطره‌ای و کاشت گیاه توت مورد پژوهش قرار گرفت. شوری آب محل تحقیق ماهانه اندازه‌گیری شد. رطوبت خاک از دو عمق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری پای نهال‌های آبیاری ششده ببا روش‌های مزکور نیز اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری، داده‌های پوشش گیاهی شامل ارتفاع نهال، تعداد ششاخه، قطر و تاج پوشش و همچنین تغییرات رطوبت پروفیل خاک تیمارهای دو نوع آبیاری ممذکور ببا استفاده از نرم افزار SPSS ممورد مقایسه میانگین‌ها قرار گرفت. نتایج نشان داد که یافته‌های روش آبیاری با لوله در تمام ویژگی‌ها نسبت به نوع دیگر در حد بالاتری قرار داشت. از لحاظ مقایسه آماری بین میزان رطوبت و تعداد شاخه‌های نهال‌ها در دو روش مذکور اختلاف معننی‌داری وجود نداشت. وللی ببین ویژگی‌های تاج پوشش، ارتفاع و قطر نهال‌ها در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی‌دار بود. علت چنین اختلافی به این دلیل است ککه در روش آبیاری همراه با لوله آب بدون آنکه تبخیر شود در زمین نفوذ و به‌طور مستقیم مورد استفاده گیاه ققرار ممی‌گییرد، وللی در روش دیگگر بخش اعظم آبی که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، تبخیر می‌شود. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود روش آبیاری با لوله کارآیی بهتری نسبت به روش قطره‌ای به‌منظور صرفه‌جویی در آب و کاهش تبخیر دارد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری با لوله، آبیاری قطره‌ای، کاهش تبخیر، منطقه سیستان، پوشش گیاهی.

مقدمه

توسعه و رشد جمعیت و به دنبال آن افزایش تقاضا برای آب از محدودیت‌هایی است که دنیا در حال حاضر بیا آن روبروست و ایین معضل در کشورهای که در نواحی خشک قرار گرفته‌اند حادتر می‌باشد. بیش عمده‌ای از جمعییت جهان بیا مشکل کمبود آب روبرو هستند که با گذشت زمان بر تعداد آن افزوده خواهد شد. ایران نیز یکی از کشورهایی است که به دلیل قرار گرفتن بر روی کمربند خشک از آب و هوای متفاوتی برخوردار است. بطوریکه میزان بارندگی متوسط سالانه آن حدود ۲۵۰ میلی‌متر است که این مقدار معادل یک سوم متوسط جهانی می‌باشد. از این روی، بخش عمده‌ای از مساحت ایران دارای آب و هوای خشک بوده که نه‌تنها از بارندگی کمی برخوردار هستند، بلکه علاوه بر کمبود بارندگی، نوسانات شدید بارش‌ها از خصوصیاتی است که باعث دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی، تغذیه جریان‌های سطحی و سفره آب‌های زیر زمینی و سایر مصارف می‌گردد. علاوه بر آن افزایش جمعیت و نیاز به مواد غذایی بیشتر سبب گردیده که بخش کشاورزی همچنان ببیشترین مصرف آب در کشور را بیه خخود اختصاص دهد، ولی با این وجود هنوز هم قادر به تامین تمام مواد غذایی کشور نیست (بابازاده، ۱۳۹۱). درحالیکه جمعیت و مصرف آب دنییا رو به افزایش است، ولی مقدار موجودی آب دنیا ثابت است. از آنجایی که بخش عمده آب دنیا در بخش کشاورزی مصرف می‌گردد، اگر راندمان آبیاری تنها ۱۰ درصد افزایش یابد، بدون سرمایه‌گذاری در توسعه منابع آبی جدید، می‌توان تمام آب مورد نیاز شرب و صنعت دنیا را تامین نمود. امروزه کشورهای دنیا برای مقابله با کم آبی، برنامه‌های مختلفی را بکار بسته‌اند که از جمله آنها، بهره‌وری مناسب از آب است. مفهوم بهره‌وری آب در کشاورزی، استفاده کارآمد از آب به‌منظور افزایش تولییید محصولات کشاورزی می‌باشد (هوشمند، ۱۳۸۹). علاوه بر آن، برنامه‌ریزی کارآمد زارعین در سطح دنیا، سبب گردیده که علاوه بر افزایش راندمان آبیاری، بازده انتقال آب نییز به بیش از ۷۵ درصد ارتقاء یابد (علیزاده، ۱۳۷۶). در بهره‌وری آب به دو مفهوم کارآمدی ششامل میییزان ظرفییت فعللی ببه اسمی و تاثیرگذاری و میزان برآورده شدن انتظارات به‌طور همزمان توجه می‌شود (Paul و همکاران، ۲۰۰۲). تبخیر از سطح خخاک در مننناطق خشک و نیمه خشک بخش عمده‌ای از بیلان آب را در بر می‌گیرد (Gardner، ۱۹۵۸؛ Hillel ، ۱۹۹۸). تبخیر می‌تواند از پوشش گیاهی، سطح خاک و یا از سطوح آزاد آب انجام گیرد. در نبود پوشش گیاهی، سطح خاک در معرض تابش و باد قرار گرفته ککه چننین وضعیتی باعث تبخیر کامل از سطح آن می‌شود (سلاح‌ورزی و همکاران، ۱۳۹۲). علاوه بر تلفات آب در کشت همراه با آبیاری، در شرایط دیم نیز، آب از مهمترین عوامل محدودیت در تولید محصولات کشاورز محسوب ممی‌ششود، از طرییق افزایش نفوذپپذیری آب و کاستن از مققدار رواناب، می‌توان میزان رطوبت را در خاک تا جایی افزایش داد که اثرات کارآمدی بر تولید محصولات دیم بهمراه داشته باشد (Wilhelm و همکاران، ۲۰۰۴).

امروزه برای مقابله با مشکلات موجود، استفاده از روش‌های آبیاری با کارآیی مناسب مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. آبیاری قطره‌ای یکی از آنها است که روز به روز در بخش کشاورزی افزایش پیدا می‌کند. کاهش میزان تبخیر از سطح آب و خخاک و ممانعت از هدر رفت نفوذ عمقی در منطقه ریشه گیاه، از عوامل موثر در هدر رفت آب و افزایش راندمان آبیاری می‌باشند. چننین وضعیتی باعث افزایش رویکردها به سمت روش‌هایی مانند آبیاری زیرسطحی شده است (جهان‌تیغ، ۱۳۹۷؛ Siyal و Skaggs، ۲۰۰۹). این روش‌ها از ایام گذشته به شیوه‌های متعددی از قبیل نوع سفالی (Bainbridge، ۲۰۰۱؛ Siyal و همکاران، ۲۰۰۹) و همچنین آبیاری با لوله‌های سفالی و همچنین نوع کوزه‌ای رسی (Ashrafi و همکاران، ۲۰۰۲؛ Qiaosheng و همکاران، ۲۰۰۷) استفاده ممی‌ششده است. در الگگوی آبیاری زیرسطحی سنتی آب از درون لوله‌های سوراخ شده و همچنین لوله‌های متخلخل مدفون در خاک به منطقه ریشه ببدون تبخییر وارد می‌شود (Siyal و Skaggs، ۲۰۰۹). پژوهشگرانی مانند Bainbridge (۲۰۰۱) و Batchelor (۱۹۹۶) گزارش دادنند ککه روش‌های آبیاری زیرسطحی سنتی کارآیی بالایی در کاهش مصرف آب و افزایش تولید در واحد سطح دارد، ولی با این وجود کمتر مورد توجه قرار ممی‌گییرد. هرچند آبیاری قطره‌ای سطحی نسبت به روش‌های مزبور از تبخیر بیشتری برخوردار است، با ایین وجود، راندمان آن نسبت به سایر روش‌ها، از جمله روش جوی و پشته بیشتر است. در همین خصوص نتایج پژوهشی در آمریکا نشان داد که آبیاری قطره‌ای سطحی ۹۳ درصد در مقایسه با روش جوی و پشته بازده بالاتری داشته است (Enciso و همکاران، ۲۰۱۵). روش آبیاری قطره‌ای به منظظور صرفه جویی در مصرف آب جهت گونه‌های درختی در مناطق مختلف بالاخص نواحی خشک و ناهموار اجراء گردیده است. از معایب این روش هزینه بالا و مسدود شدن لوله‌ها به خصوص قطره‌چکان‌ها در اثر رسوب مواد شیمیایی و فعالیت بیولوژیکی ذکر شده است. صداقتی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی مقایسه عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر روی درختتان پسته پژوهششی را انجام

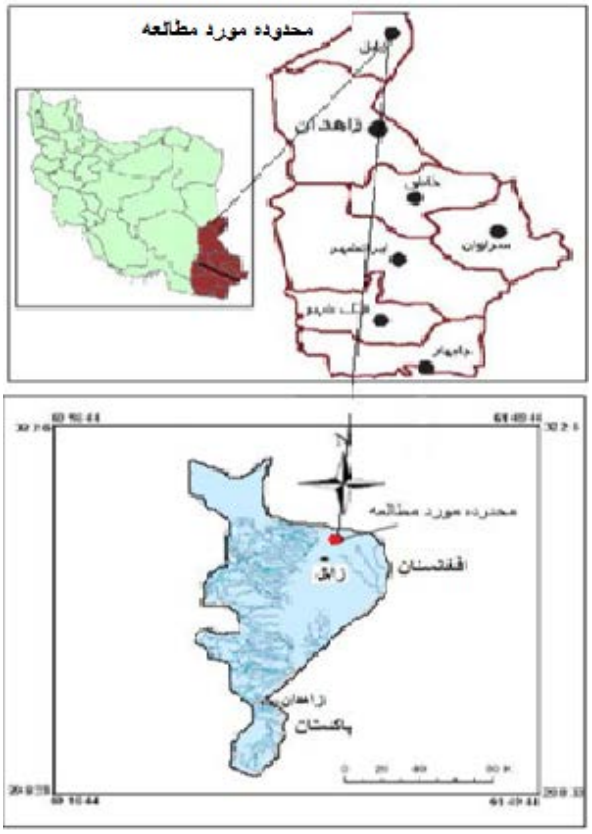
دادند. نتایج کار آنان نشان داد که در آبیاری زیر سطحی، ۴۰ درصد صرفه جویی بیشتر نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی صورت گرفته است. کمبود آب و رطوبت یکی از محدودیت‌هایی است که توسعه در منطقه سیستان را تحت تاثیر خود قرار داده است. ببا توجه به اینکه ۶۰ میلی‌متر متوسط بارندگی سالیانه سیستان است، ولی از اوایل سال آبی ۹۸-۹۷ بارندگی آن از حدود ۱/۵ میلی‌متر نیز تجاوز نکرده است. در حالیکه این منطقه تبخیر و تعرق بالایی در سال دارد، که مهمترین عامل در محدودیت استقرار پوشش گیاهی و کمبود رطوبت محسوب می‌شود. از همین روی، به‌منظور شناسایی روش آبیاری کارآمد و سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و نوع لوله مدفون در تامین آب مصرفی دوره استقرار گیاه در منطقه سیستان انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه ادیره واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شرق شهر زابل با مختصات"۲۴ '۳۲ °۶۱ - "۱۲ '۳۲ °۶۱ طول شرقی و "۵۸ '۱۰ °۳۱ - "۵۵ '۱۰ °۳۱ درجه عرض شمالی و ارتفاع متوسط ۴۸۰ متر از سطح دریا، انجام شد (شکل ۱). محدوده مورد بررسی جزء نقاط خشک، بیابانی و بحرانی کشور به‌حساب می‌آید و کمینه بارندگی کشور را دارد. بطوریکه متوسط بارندگی سالیانه آن حدود ۵۰ میلی‌متر است که عمدتا در فصل زمستان ریزش می‌کند. این نقطه از کشور تبخیر و تعرق پتانسیل زیادی (حدود ۵۰۰۰ میلی‌متر) دارد، بطوریکه بخش عمده آن در ماه‌های بحرانی (خرداد، تیر و مرداد) اتفاق می‌افتد. در حالیکه میزان رطوبت منطقه در حد پایینی قرار دارد. درجه حرارت منطقه بالاست و روزهای همراه با یخبندان کمی دارد. از ویژگی‌های شاخص منطقه وقوع طوفان‌ها سهمگین و بادهای تند از جمله باد ۱۲۰ روزه سیستان است که این ناحیه را عمدتا در فصل تابستان تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. این طوفان‌ها غالبا با گرد و غبار زیاد همراه و اثرات مضری بر حیات موجودات زنده، از جمله انسان دارد. پوشش گیاهی محدوده مورد مطالعه را انواع گونه‌های شورپسند مانند گز و سالسولا و سایر گیاهان از قبیل خارشتر تشکیل می‌دهد. این محدوده خاک فقیری دارد و بافت آن ریزدانه و تمایل زیادی به شوری دارد. برای اجرای این تحقیق ابتدا آماده سازی بستر کشت آن انجام گرفت. ۱۲ چاله به ترتیب به عمق و قطر ۸۰ و ۶۰ سانتی‌متر و فاصله ۴ متر ایجاد شد. ۶ لوله پلاستیکی به طول ۰/۶ متر و قطر ۵ سانتی‌متر و سوراخ-هایی به قطر ۶ میلی‌متر در قسمت پایین آن به منظور توزیع رطوبت در عمق خاک و حرکت ریشه به پایین با استفاده از رطوبتی ککه لوله پلاستیکی در اختیار آن می گذارد، تهیه شد. ۶ عدد نهال برای تیمار آبیاری با استفاده از لوله پلاستیکی و ۶ عدد نیز ببرای تیمار آبیاری قطره‌ای جمعا به تعداد ۱۲ عدد نهال توت تهیه شد. در این پژوهش دو تیمار همراه با لوله پلاستیکی و گیاه توت مورد پیژوهش قرار گرفت. آنالیز آب محل تحقیق (اندازه گیری ماهانه EC) انجام گرفت. منبع آب (حدود ۲۰۰ لیتری) در ارتفاع حدود ۲ متری (ارتفاع خود منبع نیز به آن اضافه می‌شود) و در وسط ردیف چاله‌ها قرار گرفت به گونه‌ای که آب بطور یکسان در اختیار همه نهال‌ها قرار گیرد. رطوبت‌سنجی (از طریق وزنی) از دو عمق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری خاک انجام پذیرفت. آب مورد استفاده برای هر نهال در مماه های مختلف سال اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری، داده‌های پوشش گیاهی (ارتفاع شاخه، تعداد شاخه، قطر و تتاج پوشش) و همچنین تغییرات رطوبت پروفیل خاک تیمارهای دو نوع آبیاری با استفاده از نرم افزار SPSS مورد مقایسه میانگین‌ها قرار گرفت.

نتایج و بحث

بررسی وضعیت آب مورد استفاده برای این پژوهش نشان داد که مقدار شوری آب اواخر سال در حد پایین‌تری نسبت به اواخر بهار و تابستان دارد. علت چنین وضعیتی این است که در فصل زمستان و اوایل بهار عمدتا سیلاب‌های زمستانی رودخانه هیرمنند وارد منطقه می‌شود. از این روی، با وجود آب در منطقه زمینه نفوذ آن در خاک فراهم می‌شود. چنین وضعیتی باعث بهبود کیفی آب ممی-شود. ولی در فصل تابستان با قطع جریان آب رودخانه هیرمند و با توجه به اینکه سیستان فاقد آب زیر زمینی است، ببا برداشت آب و عدم تغذیه آن، غلظت املاح افزایش پیدا می‌کند که این وضعیت بر روی رشد گیاهان منطقه تاثیر منفی دارد (جدول ۱).



شکل ۱ – موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

بررسی میزان رطوبت نهال‌های توت نشان داد که متوسط رطوبت تیمار همراه لوله و آبیاری قطره‌ای در عمق ۲۵-۰ سانتی متر به ترتیب ۱۳/۴ و ۱۱/۸ درصد می‌باشد. هر چند مقدار رطوبت در آبیاری همراه لوله بیشتر است ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین آنها وجود ندارد. همچنین متوسط رطوبت در اطراف نهال‌های توت با دو روش آبیاری با لوله و آبیاری قطره‌ای در عمق ۵۰-۲۵ سانتی‌متر به ترتیب برابر ۱۸/۸ و ۱۴/۵ درصد می‌باشد (شکل ۲). بیشترین میزان رطوبت در ایامی است که آب سطحی در منطقه وجود دارد. با افزایش میزان تبخیر و ساعات آفتابی از میزان رطوبت خاک محدوده پژوهش کاسته شده است. همچنین مقایسه آماری میزان رطوبت نهال‌ها به دو روش مذکور نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین آنها نیز وجود ندارد (جدول ۲). بررسی وضعیت رشد نهال‌های توت کاشته شده نشان داد که متوسط ارتفاع و قطر نهال‌های توت کاشته شده با آبیاری به همراه لوله و آبیاری قطره‌ای به ترتیب برابر ۱۶۸/۶ و ۲ سانتی‌متر بوده است. در صورتیکه این ویژگی‌ها برای آبیاری بدون لوله به ترتیب ۱۱۵/۶ و ۱/۶ سانتی متر بوده است (جدول ۳). داده‌های این پژوهش نشان داد که ایامی که شوری آب آبیاری افزایش می‌یابد از رشد نهال‌ها کاسته می‌شود. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که از لحاظ آماری بین داده‌های ارتفاع نهال‌ها با دو روش آبیاری مذکور در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول۴). علت بالا بودن درصد رطوبت در تیمار همراه با لوله نسبت به آبیاری قطره‌ای به این دلیل است در روش مزبور آب بدون آنکه تبخیر شود در زمین نفوذ می‌نماید و به‌طور مستقیم مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. نتایج این پژوهش با یافته‌های **Siyal** و **Skaggs** (۲۰۰۹) مطابقت دارد. همچنین اندازه‌گیری میزان تاج پوشش برای هریک از دو تیمار مورد مطالعه نشان داد که مقدار درصد پوشش نهال‌های توت با دو روش آبیاری همراه با لوله و همچنین آبیاری قطره‌ای به ترتیب برابر با ۰/۲۳ و ۰/۱۶ متر مکعب برآورد شد. مقایسه داده‌های مذکور نشان داد که از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی‌داری بین داده‌های دو روش آبیاری با لوله و روش دیگر وجود دارد (جدول ۵). علت چنین اختلافی فراهم بودن شرایط رشد نهال‌های کاشته شده با روش آبیاری همراه با لوله بود. داده‌های این پژوهش با نتایج کار **Bainbridge** (۲۰۰۱) که گزارش داده بود در روش آبیاری به همراه لوله به دلیل اینکه آب وارد پروفیل خاک می‌شود، می‌تواند نقش کارآمدی در استقرار و تداوم آن در پروفیل خاک ایفاء نموده و استقرار درختان را تسهیل نماید، همخوانی دارد. علاوه بر آن بررسی تعداد شاخه‌های هر یک از نهال‌های مزبور نشان داد که متوسط تعداد شاخه هر نهال

آبیاری با دو روش مختلف به ترتیب برابر ۱۰ و ۱۲ عدد بوده است که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت. نمودار مقایسه میزان رطوبت، ارتفاع و تاج پوشش نهال‌توت با دو روش آبیاری مزبور در شکل‌های ۲ تا ۴ ارائه شده است.

جدول ۱- اندازه‌گیری میزان شوری آب استفاده برای آبیاری در طول دوره اجرای پژوهش

تاریخ	EC	تاریخ	EC	تاریخ	EC
۹۴/۱/۱۰	۱/۶	۹۴/۱۰/۱۰	۱/۹	۹۵/۷/۱۰	۲/۷
۹۴/۲/۱۰	۱/۸	۹۴/۱۱/۱۰	۱/۹	۹۵/۸/۱۰	۱/۸
۹۴/۳/۱۰	۲/۱	۹۴/۱۲/۱۰	۱/۷۵	۹۵/۹/۱۰	۱/۸۲
۹۴/۴/۱۰	۳/۰۵	۹۵/۱/۱۰	۱/۲۳	۹۵/۱۰/۱۰	۱/۹
۹۴/۵/۱۰	۳/۲	۹۵/۲/۱۰	۱/۵۶	۹۵/۱۱/۱۰	۲/۰۲
۹۴/۶/۱۰	۳/۱	۹۵/۳/۱۰	۱/۵۵	۹۵/۱۲/۱۰	۱/۸
۹۴/۷/۱۰	۲/۱	۹۵/۴/۱۰	۳/۶۳	۹۶/۱/۱۰	۱/۸
۹۴/۸/۱۰	۲/۱	۹۵/۵/۱۰	۳/۷۱	۹۶/۲/۱۰	۱/۹
۹۴/۹/۱۰	۲/۰۱	۹۵/۶/۱۰	۲/۷۷	۹۶/۳/۱۰	۲

جدول ۲- اندازه‌گیری میزان درصد رطوبت اطرف نهال‌های توت با دو روش آبیاری

تیمار / تاریخ	همراه لوله		بدون لوله		تاریخ	بدون لوله		همراه لوله	
	۲۵-۰	۵۰-۲۵	۲۵-۰	۵۰-۲۵		۲۵-۰	۵۰-۲۵	۲۵-۰	۵۰-۲۵
۹۴/۱/۱۰	۱۵/۳	۲۱	۱۵	۲۰	۹۴/۱۱/۳۰	۱۴	۱۸/۱	۱۳/۲	۱۴/۴
۹۴/۱/۲۰	۱۴/۴	۲۲/۲	۱۴/۲	۱۹	۹۴/۱۲/۱۰	۱۴/۱	۱۸/۹	۱۳/۹	۱۵/۶
۹۴/۱/۳۰	۱۴/۳	۲۲	۱۴/۵	۲۱/۲	۹۴/۱۲/۳۰	۱۳/۶	۱۷/۳	۱۳/۵	۱۵/۳
۹۴/۲/۱۰	۱۳/۱	۲۱/۳	۱۵/۱	۲۰/۶	۹۵/۱/۲۰	۱۳/۷	۱۷/۷	۱۴	۱۶/۱
۹۴/۲/۲۱	۱۴	۱۹/۱	۱۴/۲	۲۰/۲	۹۵/۲/۱۰	۱۳/۴	۱۷/۹	۱۳/۱	۱۵/۹
۹۴/۲/۳۰	۱۴/۷	۱۹/۶	۱۴/۶	۱۹/۴	۹۵/۳/۷	۱۳/۳	۱۶/۵	۱۳/۸	۱۵/۳
۹۴/۳/۱۰	۱۴/۳	۱۹/۲	۱۳/۱	۱۸/۳	۹۵/۴/۱	۱۲/۸	۱۵/۵	۱۱/۶	۱۳/۷
۹۴/۳/۲۰	۱۴/۱	۱۸/۷	۱۱	۱۷/۱	۹۵/۴/۲۶	۱۲/۴	۱۵	۱۰/۴	۱۳/۲
۹۴/۳/۳۰	۱۴	۱۸/۱	۱۱/۷	۱۷/۶	۹۵/۵/۲۰	۱۲	۱۵/۱	۱۰/۵	۱۲/۲
۹۴/۴/۱۰	۱۲/۸	۱۷/۱	۱۱/۸	۱۸/۲	۹۵/۶/۱۵	۱۱/۱	۱۵/۸	۱۱	۱۳/۴
۹۴/۴/۲۵	۱۳/۳	۱۶/۸	۱۲/۱	۱۷/۷	۹۵/۷/۹	۱۰/۲	۱۳/۵	۱۱/۴	۱۴
۹۴/۵/۱۰	۱۲/۴	۱۶	۱۴	۱۷/۱	۹۵/۸/۹	۱۰/۷	۱۳/۲	۱۲	۱۳/۵
۹۴/۵/۲۵	۱۳/۲	۱۶/۷	۱۳/۹	۱۸/۱	۹۵/۹/۳	۱۰/۵	۱۳	۱۲/۴	۱۳/۸
۹۴/۶/۱۰	۱۲	۱۸/۸	۱۴/۱	۱۸/۸	۹۵/۹/۲۸	۱۰	۱۱/۲	۱۲/۲	۱۳/۵
۹۴/۶/۲۵	۱۱/۹	۱۷	۱۳/۹	۱۹/۵	۹۵/۱۰/۲۳	۱۱/۵	۱۳	۱۱/۷	۱۴/۲
۹۴/۷/۱۰	۱۲/۲	۱۶/۲	۱۳/۲	۲۰/۷	۹۵/۱۱/۱۸	۱۰/۲	۱۲/۵	۱۱/۵	۱۴/۴
۹۴/۷/۲۵	۱۲	۱۸/۷	۱۳	۲۱/۸	۹۵/۱۲/۱۳	۱۰	۱۲/۵	۱۲/۷	۱۵
۹۴/۸/۱۰	۱۲/۷	۱۸/۱	۱۴/۸	۲۱	۹۶/۱/۸	۱۲	۱۳/۹	۱۳/۵	۱۵/۵
۹۴/۹/۳۰	۱۲/۳	۱۷/۷	۱۴/۱	۱۸	۹۶/۲/۳	۱۱/۲	۱۳/۴	۱۳/۲	۱۴/۷
۹۴/۱۰/۲۰	۱۳/۵	۱۸/۲	۱۲	۱۶/۷	۹۶/۳/۶	۱۱/۹	۱۳/۶	۱۱/۱	۱۳/۵
۹۴/۱۱/۱۰	۱۳/۹	۱۸/۸	۱۱/۵	۱۵/۵	۹۶/۴/۳۱	۱۲/۵	۱۳/۳	۱۰/۱	۱۲/۹

جدول ۳- اندازه‌گیری ویژگی‌های پوشش گیاهی نهال‌های توت محدوده مورد پژوهش

تیمار / تاریخ	بدون لوله				همراه لوله			
	ارتفاع (cm)	قطر (cm)	تاج پوشش (m^2)	تعداد شاخه	ارتفاع (cm)	قطر (cm)	تاج پوشش (m^2)	تعداد شاخه
۹۴/۱/ ۱۰	۸۰	۰/۸	۰/۰۲	۳	۱۱۰	۰/۸	۰/۰۴	۳
۹۴/۲/ ۱۰	۹۳	۰/۹	۰/۰۲	۴	۱۴۲	۱/۲	۰/۰۵	۵
۹۴/۳/ ۱۰	۹۷	۱	۰/۰۲۳	۵	۱۵۳	۱/۴	۰/۰۶	۵
۹۴/۴/ ۱۰	۱۰۱	۱/۲	۰/۰۵	۵	۱۶۰	۱/۶	۰/۰۷	۶
۹۴/۵/ ۱۰	۱۰۴	۱/۲	۰/۰۵	۵	۱۶۹	۱/۸	۰/۰۷	۸
۹۴/۶/ ۱۰	۱۰۴	۱/۲	۰/۰۶	۶	۱۶۹	۱/۸	۰/۰۹	۸
۹۵/۱/ ۱۰	۱۰۸	۱/۵	۰/۰۸	۸	۱۷۳	۱/۹	۰/۱۵	۱۰
۹۵/۲/ ۱۰	۱۲۲	۱/۷	۰/۱	۱۰	۱۷۵	۲/۲	۰/۲	۱۳
۹۵/۳/ ۱۰	۱۲۴	۱/۸	۰/۱۷	۱۲	۱۷۷	۲/۴	۰/۳۵	۱۴
۹۵/۴/ ۱۰	۱۲۷	۱/۹	۰/۲۵	۱۳	۱۷۷	۲/۴	۰/۳۵	۱۴
۹۵/۵/ ۱۰	۱۲۷	۱/۹	۰/۲۵	۱۳	۱۷۷	۲/۴	۰/۳۵	۱۴
۹۵/۶/ ۱۰	۱۲۷	۱/۹	۰/۲۵	۱۳	۱۸۳	۲/۴	۰/۳۵	۱۷
۹۶/۱/۱۰	۱۳۰	۲	۰/۲۷	۱۴	۱۸۳	۲/۵	۰/۴	۱۸
۹۶/۲/۱۰	۱۳۲	۲/۱	۰/۳	۱۵	۱۸۳	۲/۶	۰/۴	۲۰
۹۶/۳/۱۰	۱۳۷	۲/۳	۰/۳۵	۱۵	۱۸۳	۲/۶	۰/۴	۲۰
۹۶/۴/۱۰	۱۳۷	۲/۳	۰/۳۵	۱۵	۱۸۳	۲/۶	۰/۴	۲۰

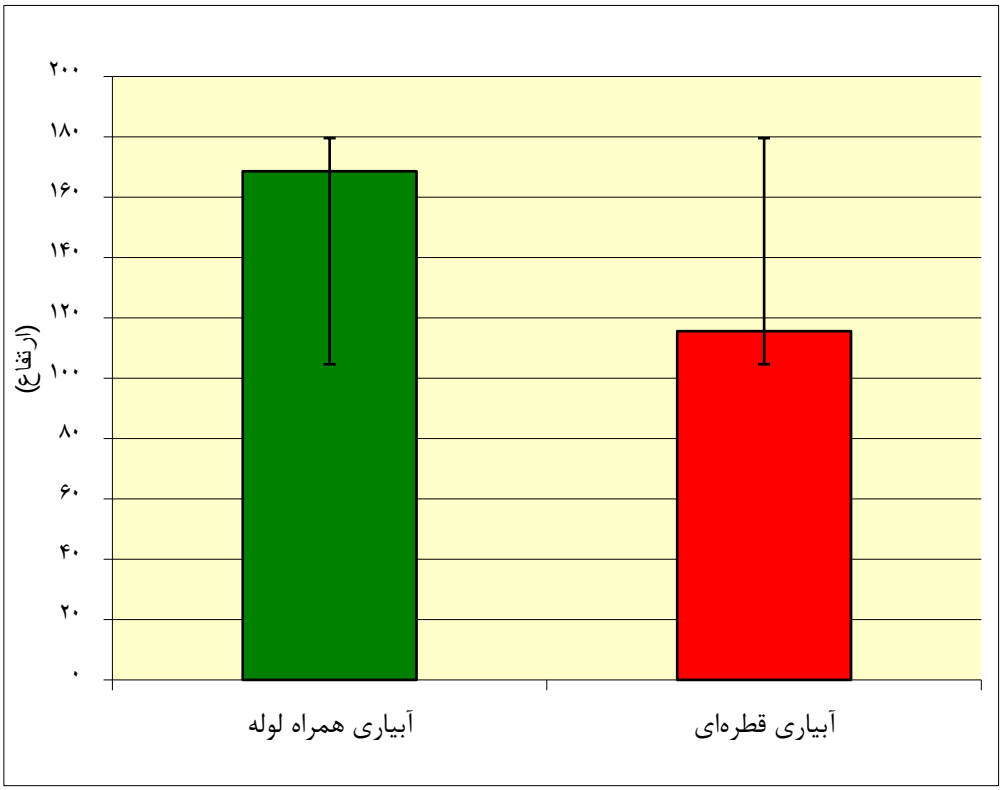
جدول ۴- تجزیه واریانس تیمارهای دو نوع آبیاری نهال‌های توت از لحاظ ارتفاع

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	واریانس	آزمون F	داری‌سطح معنی
هی‌بین گروه	۸	۴۴۷۴/۵۵۰	۵۵۹/۳۱۹	۴۷/۰۵۸	۰/۰۰۰
هی‌درون گروه	۷	۸۳/۲۰۰	۱۱/۸۸۶		
کل	۱۵	۴۵۵۷/۷۵۰			

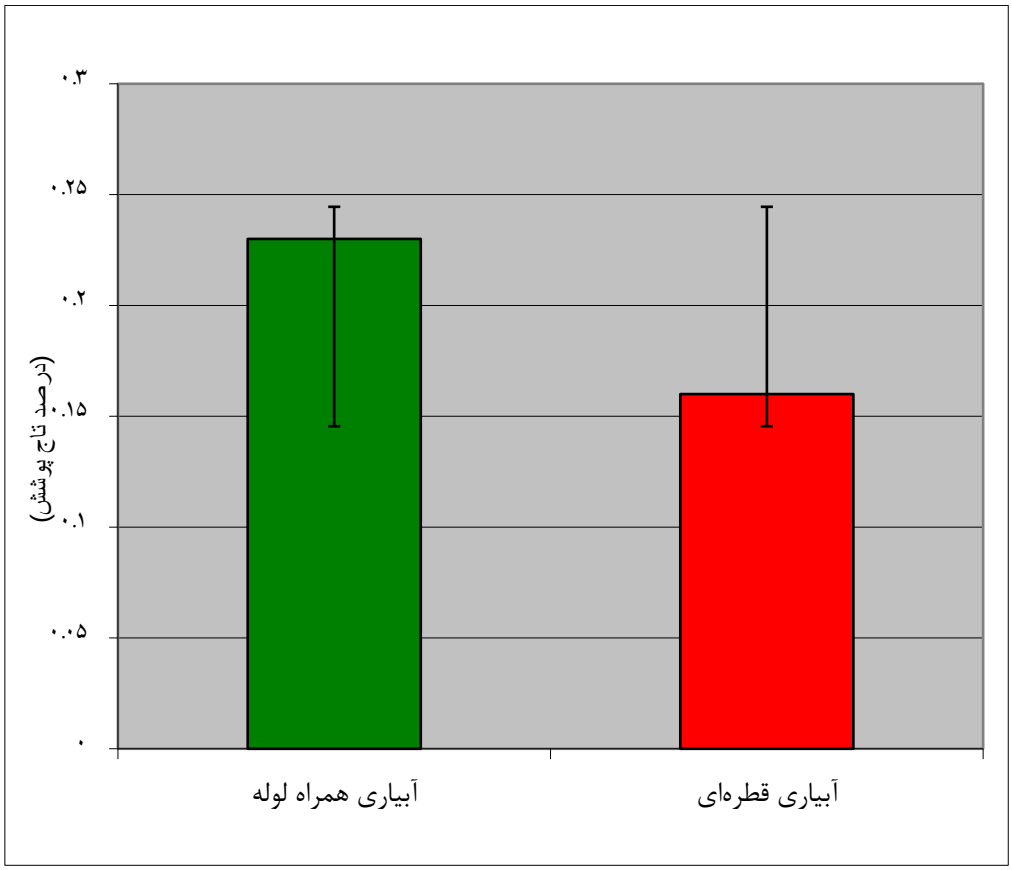
جدول ۵- تجزیه واریانس تیمارهای دو نوع آبیاری نهال‌های توت از لحاظ تاج پوشش

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	واریانس	آزمون F	داری‌سطح معنی
هی‌بین گروه	۸	۰/۳۴۸	۰/۰۳۲	۳۱۶۸/۱۲۵	۰/.۰۰۰
هی‌درون گروه	۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		
کل	۱۵	۰/۳۴۹			

شکل ۲- مقایسه میزان رطوبت پای نهال‌های توت با دو روش آبیاری مورد بررسی



شکل ۳- مقایسه ارتفاع نهال‌های توت با دو روش آبیاری مورد بررسی



شکل ۴- مقایسه میزان درصد تاج پوشش نهال‌های توت با دو روش آبیاری مورد بررسی

نتیجه‌گیری

کمبود آب یکی از چالش‌هایی است که در حال حاضر در راه توسعه کشور ما و خصوصا منطقه سیستان وجود دارد. همچنین از خصوصیات بارز منطقه سیستان بادهای ۱۲۰ روزه و تابش شدید نور خورشید و حرارت زیاد به‌ویژه در فصل تابستان می‌باشد که نقش زیادی در افزایش میزان تبخیر و تعرق منطقه ایفاء می‌نماید. بنابراین روش‌های آبیاری که آب را در سطح زمین در اختییار گیاه قرار دهد از موفقیت بالایی برخوردار نیست. از این روی، روش‌هایی باید مورد توجه قرار گیرد که علاوه بر حفاظت آب در مقابل تابش آفتاب و باد، از لحاظ فیزیکی نیز برای گیاه موثر باشد. در این پژوهش دو روش آبیاری همراه با لوله و همچنین آبیاری قطره‌ای مورد آزمایش قرار گرفت. یافته این بررسی نشان داد که عملکرد آبیاری همراه با لوله در تمام ویژگی‌ها نسبت به نوع دیگر کارآمدتر ببود. ایین روش آبیاری همراه با لوله به عنوان الگویی که در زیر سطح خاک قرار می‌گیرد، نسبت به روش قطره‌ای سطحی نقش بهتری در کاهش تبخیر و صرفه‌جویی در آب و مواد غذایی و همچنین کنترل شوری، نفوذ عمقی آن ایفاء می‌نماید. در حالیکه در روش آبیاری قطره‌ای سطح خیس شده خاک کروی و علاوه بر آن با توجه به شرایط سخت اقلیمی منطقه بخش اعظم آبی که در اختیار گیاه قرار می‌گییرد، مصرف تبخیر و تعرق می‌شود و گیاه همواره در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد. علاوه بر آن در روش آبیاری قطره‌ای مواد معدنی ببا انججام عمل تبخیر در سطح خاک قرار می‌گیرد که اثر منفی بر روی خاک و گیاه دارد. بنابراین نتیجه‌گییری ممی‌ششود روش آبییاری ببا لوللله کارآیی بهتری نسبت به روش قطره‌ای به‌منظور صرفه‌جویی در آب و کاهش تبخیر دارد.

پیشنهادها

- پیشنهاد می‌شود پژوهش بیشتری در خصوص آبیاری با لوله در مناطق خشک و بیابانی انجام پذیرد.
- با توجه به هزینه بالای لوله، پیشنهاد می‌شود از طریق بانک‌ها تسهیلاتی با نرخ سود پایین در اختیار کشاورزان قرار گیرد.
- پیشنهاد می‌شود طرح‌های تحقیقی-ترویجی به منظور توسعه این روش آبیاری اجراء شود.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم می‌دانم از کلیه همکارانی که اینجانب را در اجرای این پژوهش یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

منابع

- بابازاده،ح. ۱۳۹۱. ارزیابی وضعیت کشاورزی استان هرمزگان از دیدگاه آب مجازی. مجله پژوهش آب در کشاورزی، (۲۶) ۴: ۲۴۸-۲۳۵.
- جهان‌تیغ، م. ۱۳۹۷. بررسی استقرار نهال توت در حوزه آبخیز هامون با سه روش آبیاری زیر سطحی، سفالی و قطره‌ای. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۴۲ صفحه.
- سلاح‌ورزی،م.، قهرمان،ب.، انصاری،ح وک، داور.1392 . تفکیک مرحله اول و دوم تبخیر از سطح خاک بدون پوشش .دومین کنفرانس همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه- خشک، ابرکوه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه.
- علیزاده، ا .۱۳۷۶. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۵۰ صفحه.
- صداقتی، ن.، حسینی فرد، س ج.، محمدی، ا و م، آبادی .۱۳۹۰. مقایسه عملکرد سیستمهای آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی بر روی درختان پسته، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر.
- هوشمند، ع .۱۳۸۹. آب مجازی و بهره‌وری آب در کشاورزی، سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز.
- Ashrafi,S.H., Gupta,A., Singh,M.B., Izumi,N., Loof,R. 2002. Simulation of infiltration from porous clay pipe in subsurface irrigation. Hydrological Sciences Journal. 47 .2: 253-263.
- Bainbridge,D.A. 2001. Buried clay pot irrigation: a little known but very efficient traditional method of irrigation. Agricultural Water Management. 48: 79-88.
- Batchelor,C., Lovell,C., Murata,M. 1996. Simple micro irrigation techniques for improving irrigation efficiency on vegetable gardens. Agricultural Water Management. 32: 37-48.
- Enciso. J, Jifon. J, Anciso. J and Ribera. L. 2015. Productivity of Onions Using Subsurface Drip Irrigation versus Furrow Irrigation Systems with an Internet Based Irrigation Scheduling Program, nternational Journal of Agronomy Volume 2015.
- Gardner, W. R. 1958. Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. Soil Science, 85, 228-232.
- Hillel, D. 1998. Environmental Soil Physics , 507– 544. Academic Press, San Diego, USA.
- Paul,S., Panda,S.N and Nagesh Kumar,D. 2002. Optimal irrigation allocation: a Multi levelapproach. Journal of Irrigation and Drainage Engineering ,ASCE 126 .3: 149-156.
- Qiaosheng,S., Zuoxin,L., Zhenying,W., Haijun,L. 2007. Simulation of the soil wetting shape under porous pipe sub-irrigation using dimensional analysis. Irrigation and Drainage. 56: 389-398.
- Siyal,A.A., Skaggs,T.H. 2009. Measured and simulated soil wetting patterns under porous clay pipe sub-surface irrigation. Agricultural Water Management. 96: 893-904.
- Wilhelm,W.W., Johnson,J.M.F., Hatfield,J.L and Linden,D.R. 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal. Agronomy journal. 96. 1: 1-17.

–