



دانشگاه گورگان و منابع طبیعی گورگان

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و ششم، شماره پنجم، ۱۳۹۸
۱-۱۹

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2019.16193.3148

ارزیابی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی با جریان پیوسته و پالسی

*بختیار کریمی^۱ و نظیر کریمی^۲

^۱ استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه کردستان، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه کردستان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: کاهش منابع آبی و مصرف بهینه آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کارشناسان و دولتمردان در بخش کشاورزی را به سمت استفاده از سیستم‌های آبیاری با راندمان بالا مثل آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی سوق داده است. سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی به دلیل توزیع آب در داخل خاک و خشک باقی ماندن سطح خاک می‌تواند باعث کاهش تلفات تبخیر و افزایش راندمان شود. در طراحی آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی، علاوه بر ابعاد پیاز رطوبتی که عامل اصلی در تعیین عمق نصب لاترال و فاصله لاترال‌ها و قطره‌چکان‌ها از یکدیگر می‌باشد، سطح خیس شده اطراف قطره‌چکان نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اغلب مطالعات صورت گرفته مربوط به توزیع ابعاد خیس شده در سیستم آبیاری قطره‌ای با کاربرد پیوسته بوده و مطالعات اندکی روی مساحت خیس شده در سیستم آبیاری پالسی صورت گرفته است. پس در این پژوهش بیش‌تر به بررسی مساحت خیس شده در سیستم آبیاری قطره‌ای پالسی و عوامل تأثیرگذار بر روی آن پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها: به منظور انجام این پژوهش از یک مدل فیزیکی از جنس پلی‌کربنات تخت به ابعاد $3 \times 1 \times 0.5$ متر استفاده شد و آزمایش‌ها بر روی سه نوع بافت خاک (سبک، متوسط و سنگین)، با سه نوع دبی قطره‌چکان (۲، ۴ و ۶ لیتر در ساعت)، در سه عمق مختلف نصب قطره‌چکان (صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری) به انجام رسید. هم‌چنین این آزمایش‌ها برای دو نوع سیستم آبیاری پیوسته و پالسی صورت گرفت که در آبیاری پالسی، زمان قطع و وصل پالس‌ها مقادیر ۳۰-۳۰، ۲۰-۲۰، ۴۰-۴۰ و ۲۰-۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد که عدد اول زمان آبیاری و عدد دوم زمان استراحت سیستم در هر چرخه خواهد بود.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در سیستم قطره‌ای سطحی و زیر سطحی با جریان پالسی به‌ازای یک حجم آب مساوی در انتهای آبیاری بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پایین قطره‌چکان در بافت سبک مربوط به دبی زیاد و در بافت سنگین مربوط به دبی کم می‌باشد. نتایج تأثیر بافت خاک بر روی مساحت خیس‌شدگی نشان داد که

* مسئول مکاتبه: bakhtiar.karimi@gmail.com

در سیستم‌های قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با کاربرد پیوسته و پالسی در تمام دبی‌های مورد بررسی در انتهای آبیاری، بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان مربوط به بافت سبک می‌باشد و کم‌ترین مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی مربوط به بافت سنگین می‌باشد. هم‌چنین نتایج نشان داد که در سیستم آبیاری قطره‌ای با جریان‌های پیوسته و پالسی در دبی و بافت‌های مختلف مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان در سیستم‌های قطره‌ای سطحی نسبت به سیستم قطره‌ای زیرسطحی بیش‌تر خواهد بود. نتایج تأثیر کاربرد آبیاری نیز نشان داد که در سیستم‌های قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در دبی و بافت‌های مختلف مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان در کاربرد آبیاری پالسی ۳۰-۳۰ نسبتاً بیشتر از دو پالس دیگر و پیوسته خواهد بود که در بافت سبک و در سیستم قطره‌ای زیرسطحی این اختلاف به‌وضوح دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان می‌دهد مساحت خیس‌شده اطراف قطره‌چکان برای دبی‌ها و خاک‌های مختلف و هم‌چنین شرایط کاربرد پالسی و پیوسته متفاوت می‌باشد در نظر گرفتن این پارامترها در طراحی شبکه‌های آبیاری قطره‌ای باعث افزایش راندمان کاربرد آب و کاهش تلفات عمقی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری پالسی، پیاز رطوبتی، سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، مدیریت بهینه، مساحت خیس‌شده

مقدمه

(SDI) که بر اساس تعریف انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE) نوعی روش آبیاری قطره‌ای است که قطره‌چکان‌ها در زیر سطح خاک قرار می‌گیرند، از جمله روش‌های آبیاری است که در دهه اخیر، در نقاط مختلف دنیا گسترش یافته است. این روش اولین بار در سال ۱۹۵۹ در کالیفرنیا مطرح شد و به‌تدریج با بهبود مصالح روش آبیاری قطره‌ای، این روش نیز توسعه یافت (۶). سیستم آبیاری قطره‌ای اعم از آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، از لحاظ کاربرد آبیاری به دو روش کلی کاربرد آبیاری پیوسته و پالسی قابل اجرا است. آبیاری قطره‌ای پالسی یا متناوب از جدیدترین روش‌های آبیاری است که کاربرد حجم پایین آب را به‌همراه دارد (۱۷ و ۲۱). آبیاری پالسی مجموعه‌ای از چرخه‌ها معرفی شده است که هر کدام از چرخه‌ها از یک فاز آبیاری و یک فاز استراحت تشکیل شده است (۱۷). سیستم آبیاری پالسی به‌دلیل وجود فاز استراحت و فاز آبیاری (به‌صورت متناوب) از لحاظ اجرایی و کاربردی کم‌تر

رشد سریع جمعیت، توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی برای تأمین مواد غذایی از یک‌سو و خشک‌سالی‌های پی‌درپی در سال‌های اخیر در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک از سوی دیگر، موجب شده است که منابع آب شیرین سطحی و زیرسطحی به اوج بهره‌برداری خود برسد و از لحاظ کمی و کیفی در وضعیت بحرانی قرار گیرد (۱۵). در این راستا اجرای تدابیری ویژه در بخش کشاورزی، به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب در کشور، هم‌چنین توجه جدی به مدیریت بهینه مصرف آب در این بخش در کاهش تأثیر بحران آب از اهمیت بلایی برخوردار است (۱). سیستم‌های آبیاری قطره‌ای با توجه به راندمان بالای آن‌ها، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مناسب در تخصیص بهینه منابع آب مدنظر باشد. سیستم آبیاری قطره‌ای خود به دو صورت سطحی و زیرسطحی قابل اجرا است. آبیاری قطره‌ای زیرسطحی^۱

1- Subsurface drip irrigation

استفاده از سیستم SDI (با عمق نصب ۰/۲ متر) به صورت پیوسته و متناوب از نظر الگوی خیس‌شدگی در سطح خاک تفاوت چندانی ندارد (۲۰). فریمن و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که شعاع و عمق خیس شده (نسبت به منبع خروجی آب) در حالتی که منبع روی سطح خاک باشد، همواره بیش‌تر از حالتی است که منبع زیر سطح خاک باشد و این به علت حرکت رو به بالای آب در حالت دوم است که باعث می‌شود که عمق و عرض خیس‌شده کم‌تر از کمتر از حالت اول باشد اما این تفاوت کم‌تر از ۰/۱ متر است. به‌طور کلی افزایش مقدار رس منجر به کاهش عمق خیس‌شدگی و افزایش شعاع خیس شده می‌شود (۱۰). هم‌چنین اکرام‌نیا (۱۹۹۷) در بررسی انواع قطره‌چکان نشان داد که نفوذپذیری در خاک‌های شنی به‌گونه‌ای عمده تابع نیروی ثقل است حال آن‌که در خاک‌های رسی، عامل اصلی و تعیین‌کننده شکل پیاز رطوبتی خاک، نیروی موینگی است (۷). شریف بیان الحق (۱۹۹۸) طی پژوهش‌های خود نشان داد حجم آب آبیاری تأثیر مستقیمی بر روی حجم جبهه رطوبتی دارد و با افزایش حجم اعمال‌شده، حجم خاک مرطوب نیز افزایش خواهد داشت. تأثیر حجم آب کاربردی بر ابعاد پیاز رطوبتی بیش‌تر از دبی قطره‌چکان بوده و در خاک‌های با بافت سنگین نسبت به خاک‌های بافت سبک، سطح خیس‌شده افزایش و عمق پیشروی کاهش خواهد داشت. وی هم‌چنین نتیجه گرفت با افزایش شیب زمین، عمق نفوذ جبهه رطوبتی کاهش می‌یابد. جبهه حرکت افقی آب برای یک خاک شنی لومی خیلی کم‌تر از جبهه پیشروی عمودی آب است؛ اما برای یک خاک سیلتی لومی جبهه پیشروی آب در جهت افقی و عمودی یکنواخت می‌باشد (۲۴). در کل حرکت عمودی آب در خاک‌های سنگین بافت خیلی محدود است، اما حرکت در یک خاک با بافت سبک قابل‌توجه است (۱۸). هاچوم (۱۹۷۳) تأثیر حجم

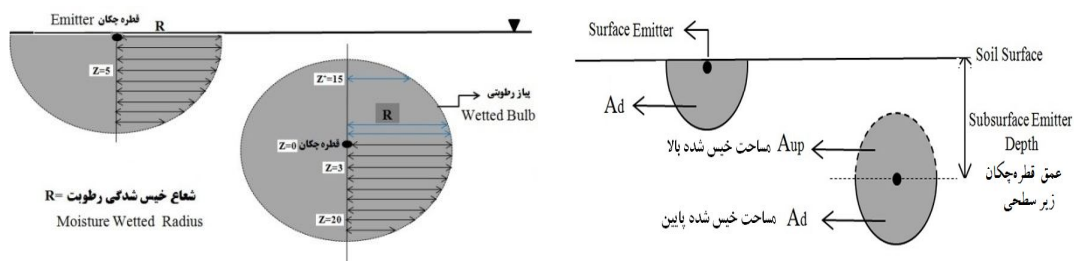
مورد توجه قرار گرفته است. برای نتیجه‌گیری مطلوب از نظر توزیع جبهه رطوبتی و کاهش تلفات ناشی از نفوذ عمقی باید حالت‌های مختلف در هر چرخه برای فاز آبیاری و استراحت مورد بررسی قرار گیرد و حالت بهینه از بین آن‌ها انتخاب شود (۱۷). به‌منظور بالا بردن عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اعم از سیستم سطحی و زیرسطحی با کاربردهای پیوسته و پالسی، باید طراحی این سیستم‌ها به شیوه مناسب صورت گیرد. در طراحی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، شناخت الگوی خیس‌شدگی پروفیل خاک با استفاده از یک منبع نقطه‌ای که اصطلاحاً به آن پیاز رطوبتی (جبهه رطوبتی) گویند، سهم به‌سزایی دارد (۲۲). از جمله پارامترهای مهم در طراحی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در نظر گرفتن الگوی سطح خیس‌شده بالای و پایین قطره‌چکان می‌باشد (۱۶). بنابراین شناسایی دقیق نحوه توسعه پیاز رطوبتی کمک خواهد کرد تا نحوه آرایش بهینه قطره‌چکان‌ها و لاترال‌ها و مشخصات آبدی آن‌ها امکان‌پذیر باشد (۹). در روش آبیاری قطره‌ای، ابعاد پیاز رطوبتی تأثیر به‌سزایی در کمیت و کیفیت عملکرد گیاهان زراعی دارد. به‌طوری‌که اگر پیاز رطوبتی تشکیل‌شده کوچک‌تر از مقدار طراحی باشد، گیاه نمی‌تواند آب کافی جذب کند و همین امر منجر به کاهش عملکرد خواهد شد (۲). هم‌چنین مطالعات وسیعی در زمینه گسترش جبهه پیشروی رطوبت در سیستم قطره‌ای صورت گرفته است که می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد. بن اشتر (۱۹۸۶) نشان داد که به‌ازای یک مقدار آب آبیاری داده شده، حجم خیس شده خاک در سیستم SDI نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی دارای رطوبت کم‌تری است و هم‌چنین تلفات نفوذ عمقی در سیستم SDI کم‌تر است (۴). میلر و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهش‌هایی که بر روی یک خاک لومی در استرالیا انجام گردید، نشان دادند که

اسماعیل و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که در آبیاری پالسی، عرض خیس‌شدگی نسبت به سیستم آبیاری پیوسته افزایش می‌یابد ولی عمق خیس‌شدگی کاهش می‌یابد. این نتایج مزایای جریان پالسی را برای کاهش تلفات نفوذ عمقی نشان می‌دهد (۱۳). کمپ و همکاران (۱۹۸۷) تأثیر استفاده از کاربرد آب آبیاری به صورت پالسی و پیوسته را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که در شرایط استفاده از سیستم آبیاری پیوسته الگوی خیس‌شدگی به صورت عمیق و باریک می‌باشد ولی در سیستم آبیاری پالسی الگوی رطوبتی عرض‌تر می‌باشد. آن‌ها دریافتند که استفاده از سیستم آبیاری پالسی برای سامانه‌های آبیاری قطره‌ای کوچک مناسب می‌باشد ولی استفاده از این روش برای سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بزرگ مناسب نیست (۵). الماغلو و دیمن توپولوس (۲۰۰۷) در پژوهشی به بررسی توزیع الگوی پیشروی رطوبت و تلفات آب به وسیله نفوذ عمقی زیر منطقه توسعه ریشه تحت تأثیر آبیاری قطره‌ای پیوسته پالسی پرداختند. نتایج نشان داد توزیع عمودی جبهه پیشروی برای آبیاری پالسی بزرگ‌تر از آبیاری پیوسته در یک زمان مساوی از آبیاری بود و این اختلاف در زمان‌های زیاد آبیاری مشهودتر می‌باشد (۸). مستقیمی و همکاران (۱۹۸۱) در پژوهش‌های متفاوت بر روی خاک‌های شنی، مقایسه‌ای بین جبهه رطوبتی در حالت آبیاری پیوسته و پالسی انجام دادند و مشاهده کردند که قطع و وصل جریان، تأثیر قابل‌توجهی در کاهش مؤلفه عمودی جریان خواهد داشت (۲۳). آلازبا و همکاران (۲۰۱۳) آبیاری قطره‌ای پیوسته و پالسی با منبع نقطه‌ای را در نرم‌افزار هایدروس با حالت‌های مختلف زمانی شبیه‌سازی کرده و کاهش نفوذ عمقی در آبیاری قطره‌ای پالسی را گزارش نمودند (۳). به‌طور کلی پژوهش‌های زیادی در مورد آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با کاربرد پالسی و پیوسته صورت گرفته

مساوی آب آبیاری را بر جبهه رطوبتی ناشی از منبع نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار داد و مشاهده نمود افزایش شدت جریان، موجب افزایش سطح خیس شده و کاهش عمق خیس شده خاک می‌شود و الگوی خیس‌شدگی دویعدی برای یک منبع نقطه‌ای در هر زمان، می‌تواند تقریباً به شکل نیم‌بیضی باشد (۱۲). گریمس و همکاران (۱۹۹۰) دریافتند که حرکت افقی آب بیش‌تر در دبی ۴ لیتر در ساعت رخ می‌دهد و بیش‌ترین حرکت عمودی جبهه رطوبتی در دبی ۲ لیتر در ساعت می‌باشد (۱۱). لی و همکاران (۲۰۰۴) توزیع جبهه رطوبتی را در آبیاری قطره‌ای برای دو نوع خاک لوم و شن مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که می‌توان شکل توزیع جبهه رطوبتی را برای آبیاری به صورت توابع نمایی نشان داد و همچنین به این نتیجه رسیدند که افزایش دبی باعث گسترش بیش‌تر جبهه رطوبتی در جهت افقی و کاهش دبی باعث گسترده‌تری عمودی می‌شود (۱۹). محمدبیگی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی نشان دادند که مؤلفه افقی و عمودی جبهه پیشروی رطوبت در سامانه آبیاری قطره‌ای پالسی نسبت به سامانه پیوسته بیش‌تر خواهد بود. ایشان نشان دادند که افزایش مؤلفه‌های افقی و عمودی رطوبت در آبیاری پالسی را می‌توان این‌طور استدلال کرد که کاربرد متناوب آب در آبیاری قطره‌ای باعث می‌شود که جبهه پیشروی با آب کم‌تری نسبت به جریان مداوم تکمیل گردد (۲۱). توکلی (۲۰۱۰) نشان داد که مؤلفه عمودی جبهه رطوبتی در آبیاری پالسی نسبت به آبیاری پیوسته در زمانی برابر با زمان آبیاری، بزرگ‌تر بود. هر چند این اختلاف عملاً در زمان طولانی‌تر از بین می‌رود (۲۵). فرج‌زاده (۲۰۱۵) ابعاد جبهه رطوبتی در جریان پالسی و پیوسته را مقایسه نمود و نتایج نشان داد که پس از اتمام آبیاری گسترش عرضی و عمقی جبهه رطوبتی در جریان پالسی نسبت به پیوسته بیش‌تر است (۹).

تخمین دقیق پیاز رطوبتی کمک کنند. بنابراین در این پژوهش با توجه به اهمیت کاربرد پیاز رطوبتی در طراحی و مدیریت سیستم آبیاری قطره‌ای، به‌طور کامل به بررسی و ارزیابی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی خواهیم پرداخت به‌گونه‌ای که تأثیر دبی قطره‌چکان، بافت خاک، عمق نصب قطره‌چکان و کاربرد آبیاری (پیوسته و پالسی) بر روی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی مشخص گردد. هم‌چنین تغییر نوع پالس آبیاری در سیستم پالسی هم یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی الگوی پیاز رطوبتی می‌باشد که در این پژوهش اثر آن برای خاک‌های مختلف و دبی‌های خروجی و عمق نصب‌های مختلف قطره‌چکان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و نهایتاً بهترین زمان قطع و وصل پالس برای سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در شرایط مختلف انتخاب می‌گردد.

است که بیش‌تر به بررسی گسترش ابعاد جبهه رطوبتی در جهات مختلف پرداخته‌اند. اما هنوز مطالعه جامع و کاملی صرفاً برای ارزیابی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی صورت نگرفته است. در شکل ۱ کاملاً مشخص است توزیع افقی جبهه رطوبتی در آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در عمق‌های مختلف متفاوت می‌باشد و در محور قطره‌چکان بیش‌ترین توزیع افقی و با فاصله گرفتن از محور قطره‌چکان توزیع افقی کم می‌شود پس در نظر گرفتن یک عدد تحت عنوان توزیع افقی پیاز رطوبتی (چه در سیستم آبیاری سطحی و چه در زیرسطحی) زیاد منطقی نیست. پس به‌منظور تعیین مقدار دقیق پیاز رطوبتی علاوه بر ابعاد پیاز رطوبتی (توزیع افقی و عمودی) که پژوهش‌های زیادی در این زمینه انجام شده است، باید مساحت خیس‌شده پیاز رطوبتی هم مدنظر باشد یعنی این دو شاخص در کنار همدیگر می‌تواند به



شکل ۱- تغییرات ابعاد پیاز رطوبتی و مفاهیم سطح خیس‌شده بالا و پایین قطره‌چکان در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی.

Figure 1. Changes in moisture bulb dimensions and concepts of up and down wetted area in surface and subsurface drip irrigation.

دانشگاه کردستان ساخته شد. به‌منظور مشاهده و اندازه‌گیری جبهه پیشروی رطوبت، صفحه جلویی مدل از جنس پلی‌کربنات تخت و سایر قسمت‌های آن از جنس فلز ساخته شد. برای راحتی انجام آزمایش، این مدل به سه بخش مساوی تقسیم گردید و هم‌زمان سه آزمایش صورت می‌گرفت. هم‌چنین، به‌منظور

مواد و روش‌ها

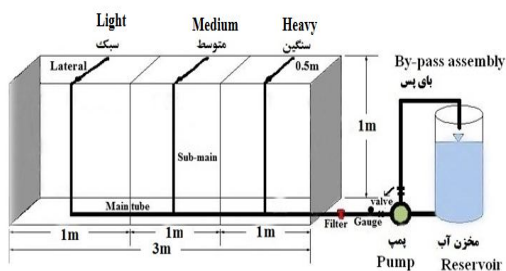
این پژوهش در سال ۱۳۹۶ در آزمایشگاه گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه کردستان به انجام رسید. برای انجام آزمایش‌های عملی و اندازه‌گیری‌ها، یک مدل فیزیکی مکعب مستطیل مانند با ابعاد $3 \times 1 \times 0.5$ (عرض*ارتفاع*طول) متر مکعب در دانشکده کشاورزی

به سیستم یک مجموعه بای‌پس نیز طراحی گردید (۱۵). در شکل ۲ نمای کاملی از موقعیت قرارگیری همه تجهیزات مورد استفاده در این پژوهش آورده شده است. آزمایش‌ها این پژوهش با یک تکرار و بر روی سه نوع بافت خاک (سبک، متوسط و سنگین) که مشخصات فیزیکی آن‌ها در جدول ۱ آمده است، به انجام رسید. این آزمایش‌ها با سه نوع دبی قطره‌چکان (۲، ۴ و ۶ لیتر در ساعت) به انجام رسید و با توجه به رایج بودن نوع قطره‌چکان در بازار منطقه، از قطره‌چکان نتافیم استفاده گردید که مشخصات فنی آن در جدول ۲ آمده است. در این پژوهش قطره‌چکان‌های ۲ و ۴ لیتر در ساعت در بازار موجود بود و مشخصات آن‌ها در جدول ۲ آورده شده است و برای اعمال تیمار دبی ۶ لیتر در ساعت با کنار هم قرار دادن این دو قطره‌چکان و سپس متصل کردن خروجی آن‌ها به نقطه مشخص این تیمار اعمال گردید. جهت محاسبه ضریب تغییرات ساخت و ضریب یکنواختی با نصب تعداد مشخصی از این قطره‌چکان‌ها روی لاترالی با طول ۶۰ متر قبل از شروع آزمایش محاسبه گردید. این آزمایش‌ها در سه عمق مختلف نصب قطره‌چکان (صفر، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری) به انجام رسید و جهت انجام تیمارهای زیرسطحی، قطره‌چکان در سطح خاک و آب از طریق یک لوله رابط نازک به اعماق ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری منتقل می‌گردید. همچنین این آزمایش‌ها برای دو نوع سیستم آبیاری پیوسته و پالسی صورت گرفت که در آبیاری پالسی، زمان قطع و وصل پالس‌ها ۳۰-۳۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۲۰ دقیقه لحاظ گردید؛ که عدد اول زمان آبیاری و عدد دوم زمان استراحت سیستم در هر چرخه خواهد بود. در این پژوهش به منظور محاسبه مساحت خیس‌شدگی نیاز رطوبتی، در زمان‌های مختلف آبیاری تا اتمام آبیاری (مدت‌زمان آبیاری برابر ۴ ساعت می‌باشد)

محاسبه جبهه پیشروی رطوبت در جهات مختلف، قسمت جلویی مدل به وسیله متر مدرج و به صورت کاملاً تراز در دو جهت افقی و عمودی نصب گردید. همچنین به منظور جلوگیری از جریانات ترجیحی در حین آزمایش، با استفاده از مالیدن جلا رنگ بر روی سطح پلی‌کربنات تخت و سپس پاشیدن شن‌های زیر بر روی آن یک سطح نسبتاً زیر ایجاد گردید به گونه‌ای که جلا رنگ شفافیت صفحه جلویی مدل را حفظ کرده بود (۱۴). به منظور اعمال شرایط واقعی، پر کردن مدل‌ها با لایه‌های ۱۰ سانتی‌متری از خاک متناسب با وزن مخصوص ظاهری واقعی اعمال گردید (با داشتن وزن خاک (با پیمانانه مشخص) و حجمی از مدل که خاک در آن قرار می‌گرفت وزن مخصوص شرایط واقعی تا حدود دقیقی اعمال گردید). همه لوازم و تجهیزات یک سیستم آبیاری قطره‌ای متناسب با شرایط واقعی مزرعه در مدل فیزیکی شبیه‌سازی گردید. به طوری که آب به وسیله پمپ (پمپ افقی خشک مدل SQB-60) و از طریق لوله‌های پلی‌اتیلن (لوله اصلی با قطر ۳۲ میلی‌متر و لوله نیمه اصلی و لاترال به ترتیب با قطرهای ۲۰ و ۱۶ میلی‌متر) از یک مخزن ۲۰۰ لیتری به قطره‌چکان‌ها منتقل گردید. همچنین در مسیر انتقال آب از شیرفلکه (به منظور هدایت جریان)، فیلتر توری (به منظور جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها و عدم یکنواختی توزیع)، فشارسنج (به منظور اعمال یک فشار ثابت در همه آزمایش‌ها) و شیر قطع و وصل جریان (به منظور کنترل جریان به داخل هر محفظه) استفاده گردید. همه آزمایش‌ها در فشار ثابت ۲ بار به انجام رسید (فشار در این آزمایش‌ها به دلیل وجود اتصالات به کار رفته، فیلتر، شیرهای مربوطه و تأمین افت ناشی از آن‌ها بیش‌تر در نظر گرفته شد) و با توجه به این‌که مقدار دبی خروجی خیلی کم بود به منظور کاهش فشار وارده

گردید و سپس با داشتن مختصات نقاط و استفاده از نرم افزار اتوکلد، مساحت خیس شدگی پیاز رطوبتی در زمان های مختلف حین آبیاری (شکل ۴) محاسبه گردید.

جبهه پیشروی آب بر روی صفحه پلی کربنات تخت ترسیم گردید (شکل ۳). در پایان هر آزمایش از مدل عکس هایی فراهم گردید و با استفاده از نرم افزار گرافر، مختصات همه نقاط جبهه پیشروی محاسبه



شکل ۲- طرح شماتیک از مدل فیزیکی به همراه تجهیزات مربوطه.

Figure 2. Schematic descriptions of physical model and the related equipment.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک های مورد استفاده در این پژوهش.

Table 1. Physical properties of soil samples in this research.

نمونه خاک Samples	درصد شن Sand%	درصد سیلت Silt%	درصد رس Clay%	بافت خاک Soil texture	$\rho_b (\frac{gr}{cm^3})$ density	$K_s (\frac{cm}{hr})$ Hydraulic conductivity
بافت سنگین (Heavy)	26	26	48	رسی (Clay)	1.3	0.85
بافت متوسط (Medium)	50	18	32	لومی رسی شنی (Sandy Clay Loamy)	1.36	0.92
بافت سبک (Light)	82	6	12	شنی لومی (Loamy Sandy)	1.53	3.95

جدول ۲- خصوصیات فنی قطره چکان های مورد استفاده در این پژوهش.

Table 2. Technical properties of used emitters.

قطره چکان نتافیم با دبی ۴ لیتر در ساعت Emitter discharge (q=4 Lit/hr)	قطره چکان نتافیم با دبی ۲ لیتر در ساعت Emitter discharge (q=2 Lit/hr)	پارامتر parameter
99	98	ضریب یکنواختی توزیع Distribution uniformity
0.017	0.032	درصد ضریب تغییرات ساخت قطره چکان Variety coefficients



شکل ۳- شکل شماتیک پیاز رطوبتی در آزمایش‌ها برای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی.

Figure 3. Schematic shape of moisture bulb in experiments for surface and subsurface drip irrigation.



شکل ۴- محاسبه مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی در زمان‌های مختلف حین آبیاری با استفاده از نرم‌افزار اتوکد.

Figure 4. Calculation of wetted area of wetted bulb at different times during irrigation by AutoCad software.

نتایج و بحث

می‌دهد که در سیستم قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با جریان پالسی به‌ازای یک حجم آب مساوی در انتهای آبیاری در بافت سبک بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پایین تقریباً مربوط به قطره‌چکان با دبی زیاد می‌باشد (شکل ۶ ستون اول) و در بافت سنگین مشاهده می‌گردد که مساحت خیس‌شدگی پایین قطره‌چکان در دبی کم (۲ لیتر در ساعت) بیش‌تر از دبی زیاد (۶ لیتر در ساعت) است (شکل ۶ ستون سوم). در شکل ۶ برای سیستم آبیاری پالسی، گراف‌های مربوط به سیستم آبیاری پالسی با نسبت ۴۰-۲۰ آمده است. دلیل این امر این خواهد بود که در بافت سبک چون حفرات بین ذرات درشت است هر چقدر شدت آب زیاد باشد نفوذ عمقی بیش‌تر است و متناسب با آن سطح خیس‌شده بیش‌تر خواهد بود ولی در بافت

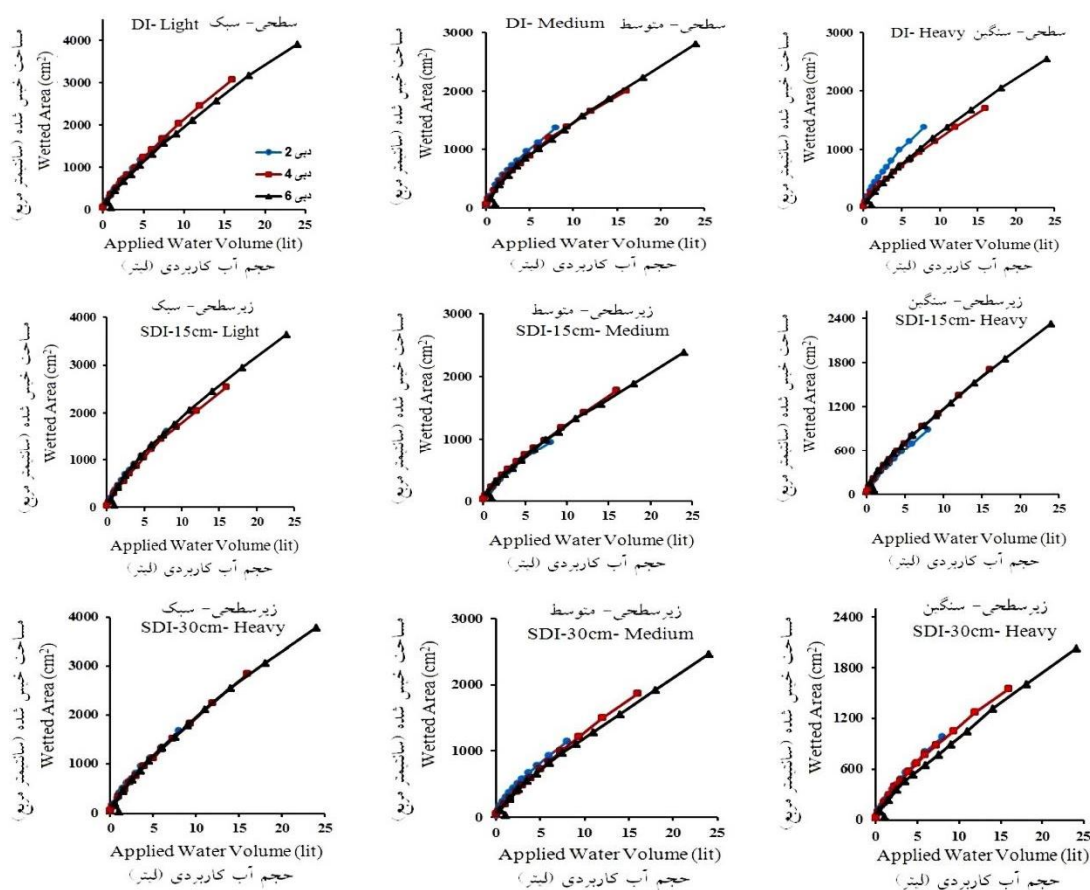
نتایج شکل ۵ نشان داد که در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی با جریان پیوسته به‌ازای یک حجم آب مساوی در تمامی بافت‌ها در انتهای آبیاری بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی مربوط به دبی کم می‌باشد (شکل ۵ ردیف اول). هم‌چنین در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI=۱۵ cm) با جریان پیوسته در تمامی خاک‌ها بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پایین قطره‌چکان مربوط به دبی‌های زیاد (دبی ۴ و ۶ لیتر در ساعت) می‌باشد. در حالی که اگر قطره‌چکان در عمق ۳۰ سانتی‌متری قرار بگیرد مساحت خیس‌شدگی پایین قطره‌چکان در دبی‌های کم (۲ لیتر در ساعت) بیش‌تر از دبی‌های زیاد (دبی ۶ لیتر در ساعت) است. هم‌چنین نتایج شکل ۶ نشان

توجه کرد که در خاک‌هایی با بافت سبک (به دلیل نفوذ بالا)، باید عمق نصب قطره‌چکان زیاد نباشد تا تلفات نفوذ عمقی به حداقل خود برسد و بالعکس در خاک‌های سنگین می‌توان عمق نصب قطره‌چکان را بیشتر در نظر گرفت. همچنین نتایج شکل ۹ نشان داد که در سیستم قطره‌ای زیرسطحی با جریان پیوسته و پالسی در تمام دبی‌ها در انتهای آبیاری کم‌ترین مساحت خیس‌شدگی بالای قطره‌چکان مربوط به بافت سبک می‌باشد و بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی بالای قطره‌چکان مربوط به بافت متوسط و سنگین می‌باشد. دلیل این امر این است که در بافت‌های متوسط و سنگین منافذ خاک ریزتر و خاصیت موئینگی بیشتر خواهد بود پس خیز موئینگی در این بافت‌ها نسبت به بافت سبک بیشتر خواهد بود و در نهایت پیاز رطوبتی بالای قطره‌چکان بیشتر خواهد بود. پس این نتایج نشان می‌دهد که در خاک‌هایی با بافت متوسط و سنگین با در نظر گرفتن عمق نصب بیشتر باز هم احتمال این که آب به سطح زمین برسد خیلی بیشتر است اما در خاک‌های سبک احتمال این که آب به سطح زمین برسد خیلی کم می‌باشد. نتایج شکل ۱۰ نشان داد که در سیستم آبیاری قطره‌ای با جریان‌های پیوسته و پالسی در دبی و بافت‌های مختلف مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان در سیستم‌های قطره‌ای سطحی نسبت به سیستم قطره‌ای زیرسطحی بیشتر خواهد بود. دلیل این خواهد بود که در سیستم قطره‌ای زیرسطحی مقداری از حجم آب تخلیه‌شده از قطره‌چکان به سمت بالا حرکت می‌کند و در نهایت مساحت پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان تشکیل‌شده در سیستم قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سیستم قطره‌ای سطحی کم‌تر خواهد بود. همچنین نتایج نشان داد که مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی در سیستم قطره‌ای زیرسطحی با اعماق ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری تقریباً با هم

سنگین به دلیل این که منافذ بین ذرات ریزتر است هر چقدر دبی خروجی بیشتر باشد آب فرصت لازم برای نفوذ عمقی را نخواهد داشت و بیش‌تر تمایل دارد به سمت بالا حرکت کند (در اثر پدیده موئینگی). در نتیجه هر چقدر دبی قطره‌چکان در بافت‌های سنگین کم باشد آب در جهت ثقل بیشتر حرکت خواهد کرد و فرصت لازم برای نفوذ را دارد و متناسب با آن مساحت پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان بیش‌تر خواهد شد. همچنین نتایج شکل ۷ نشان داد که در سیستم قطره‌ای زیرسطحی (SDI=۱۵ cm) با جریان پیوسته به ازای یک حجم آب مساوی در انتهای آبیاری در بافت سبک و سنگین بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی بالای قطره‌چکان مربوط به دبی ۴ لیتر در ساعت و در بافت متوسط مربوط به دبی ۲ می‌باشد (شکل ۷ ردیف اول) و در حالی که قطره‌چکان در عمق ۳۰ سانتی‌متری نصب گردد (SDI=۳۰ cm) در بافت سبک بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی بالایی مربوط به دبی ۲ و در بافت سنگین و متوسط مربوط به دبی ۶ می‌باشد (شکل ۷ ردیف دوم). همچنین نتایج نشان داد که در سیستم قطره‌ای زیرسطحی با جریان پالسی به ازای یک حجم آب مساوی در انتهای آبیاری در بافت سبک بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی بالای قطره‌چکان مربوط به دبی کم می‌باشد و در بافت سنگین بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی بالایی مربوط به دبی زیاد می‌باشد (شکل ۷ ردیف سوم). نتایج شکل‌های ۸ نشان داد که در سیستم‌های قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با کاربرد پیوسته و پالسی در تمام دبی‌ها در انتهای آبیاری بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان مربوط به بافت سبک می‌باشد و کم‌ترین مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی مربوط به بافت سنگین می‌باشد و این اختلاف در دبی‌های بزرگ‌تر مقادیر بیش‌تری می‌باشد. پس در سیستم‌های آبیاری زیرسطحی باید به این نکته

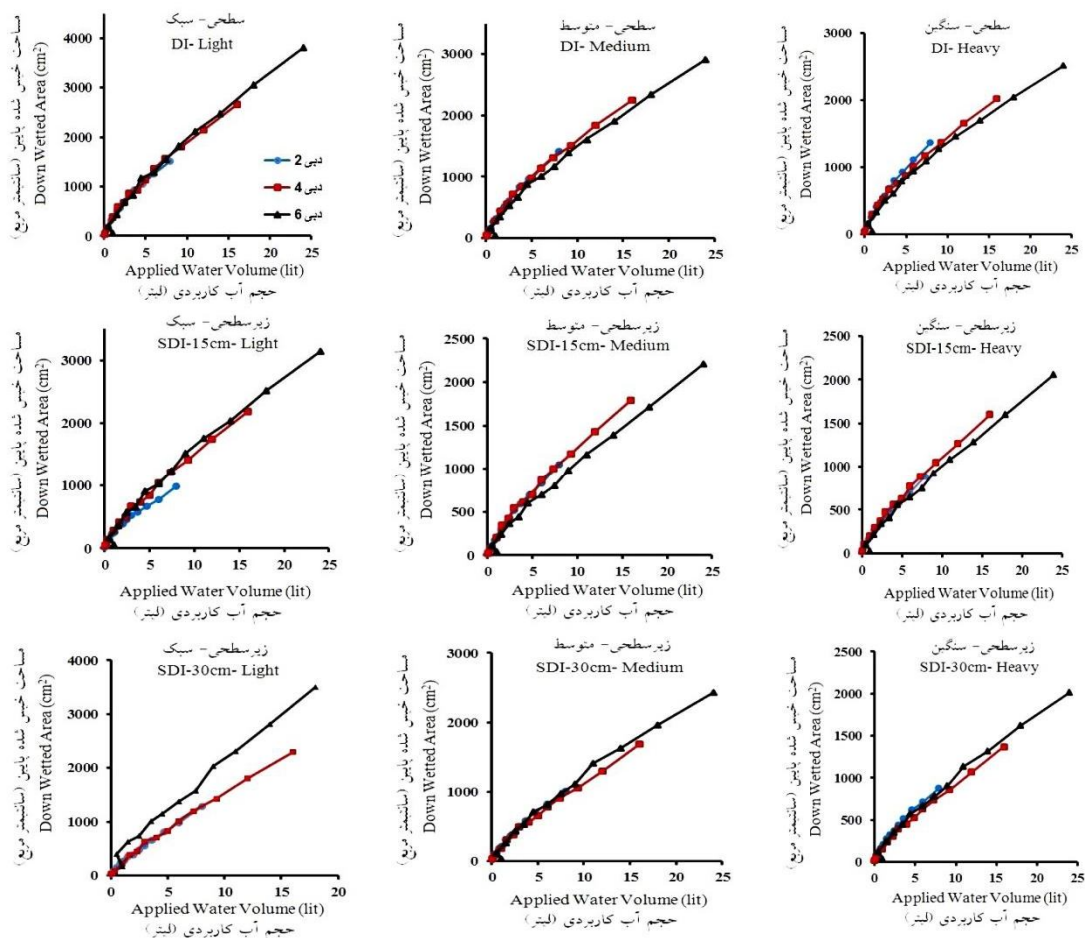
پیوسته از کاربرد پالسی ۲۰-۴۰ کم‌تر و از کاربرد پالسی ۲۰-۴۰ بیش‌تر خواهد بود و در بافت سنگین مساحت خیس شده پایین قطره‌چکان با کاربرد پیوسته از هر دو کاربرد پالسی (۲۰-۴۰ و ۴۰-۲۰) کم‌تر خواهد بود (شکل ۱۱ ردیف اول). همچنین در سیستم قطره‌ای زیرسطحی مساحت خیس‌شدگی پایین قطره‌چکان در بافت سبک با کاربرد پیوسته از کاربردهای پالسی (۲۰-۴۰ و ۴۰-۲۰) بیش‌تر خواهد بود (شکل ۱۱ ردیف دوم).

برابر خواهد بود. نتایج شکل‌های ۱۱ نشان داد که در سیستم‌های قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در دبی و بافت‌های مختلف مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان در کاربرد آبیاری پالسی ۳۰-۳۰ نسبتاً بیش‌تر از دو پالس دیگر و پیوسته خواهد بود که در بافت سبک و در سیستم قطره‌ای زیرسطحی این اختلاف به‌وضوح دیده می‌شود. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که در سیستم قطره‌ای سطحی در بافت سبک مساحت خیس‌شده پایین قطره‌چکان با کاربرد

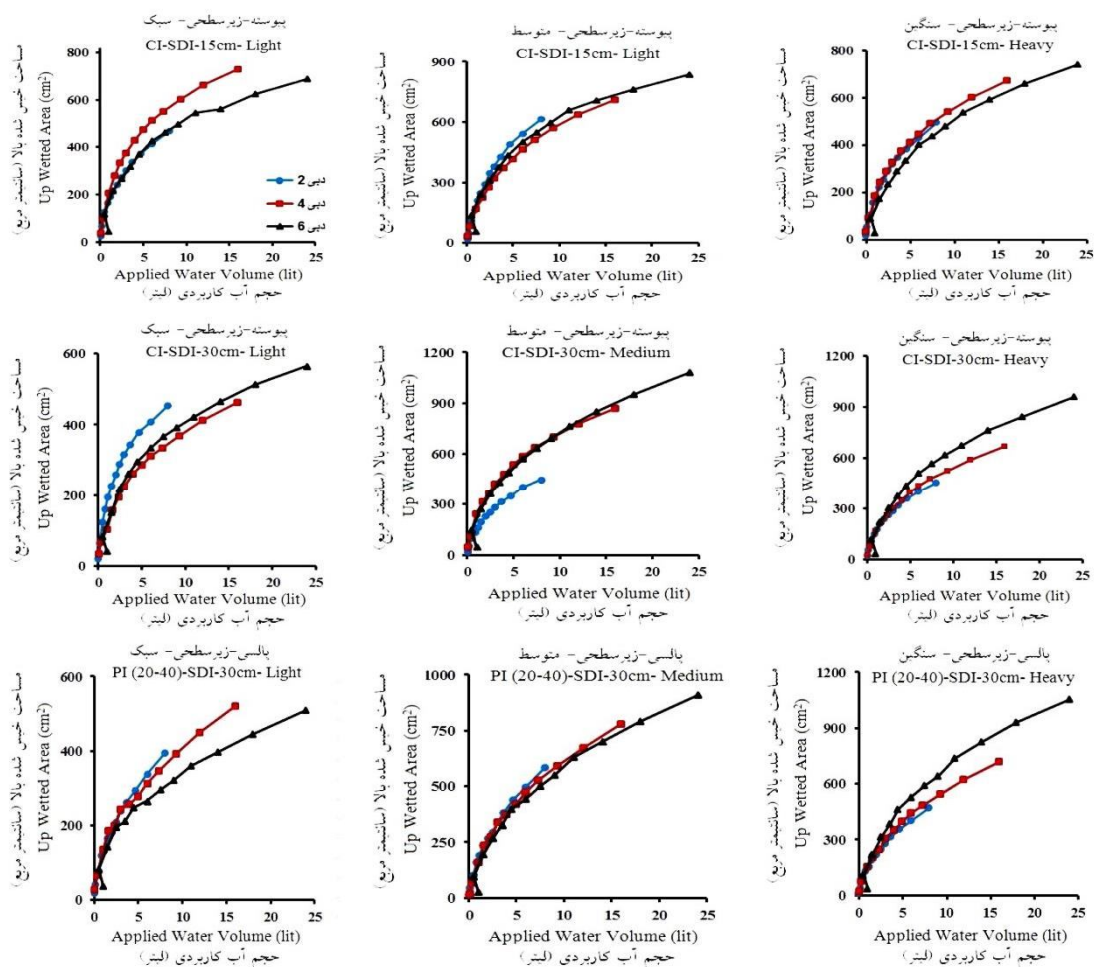


شکل ۵- تأثیر دبی قطره‌چکان بر روی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان در سیستم قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با جریان پیوسته.

Figure 5. Effect of emitter outflow rate on the down wetting area of surface and subsurface drip irrigation in continuous drip irrigation.

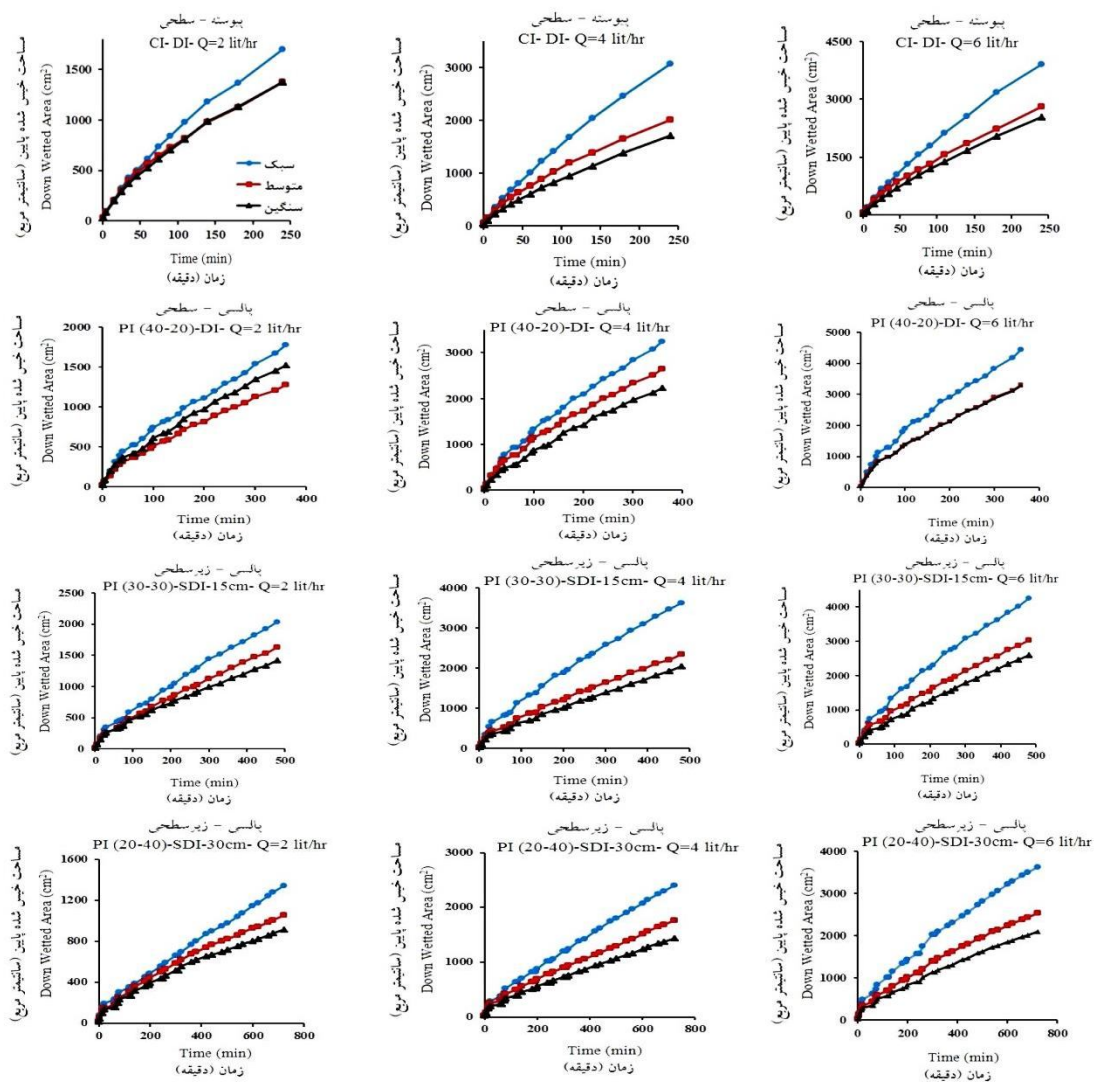


شکل ۶- تأثیر دبی قطره‌چکان بر روی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان در سیستم قطره‌ای با جریان پالسی ۴۰-۲۰.
 Figure 6. Effect of emitter outflow rate on the down wetting area of emitter in pulsed drip irrigation (20-40).

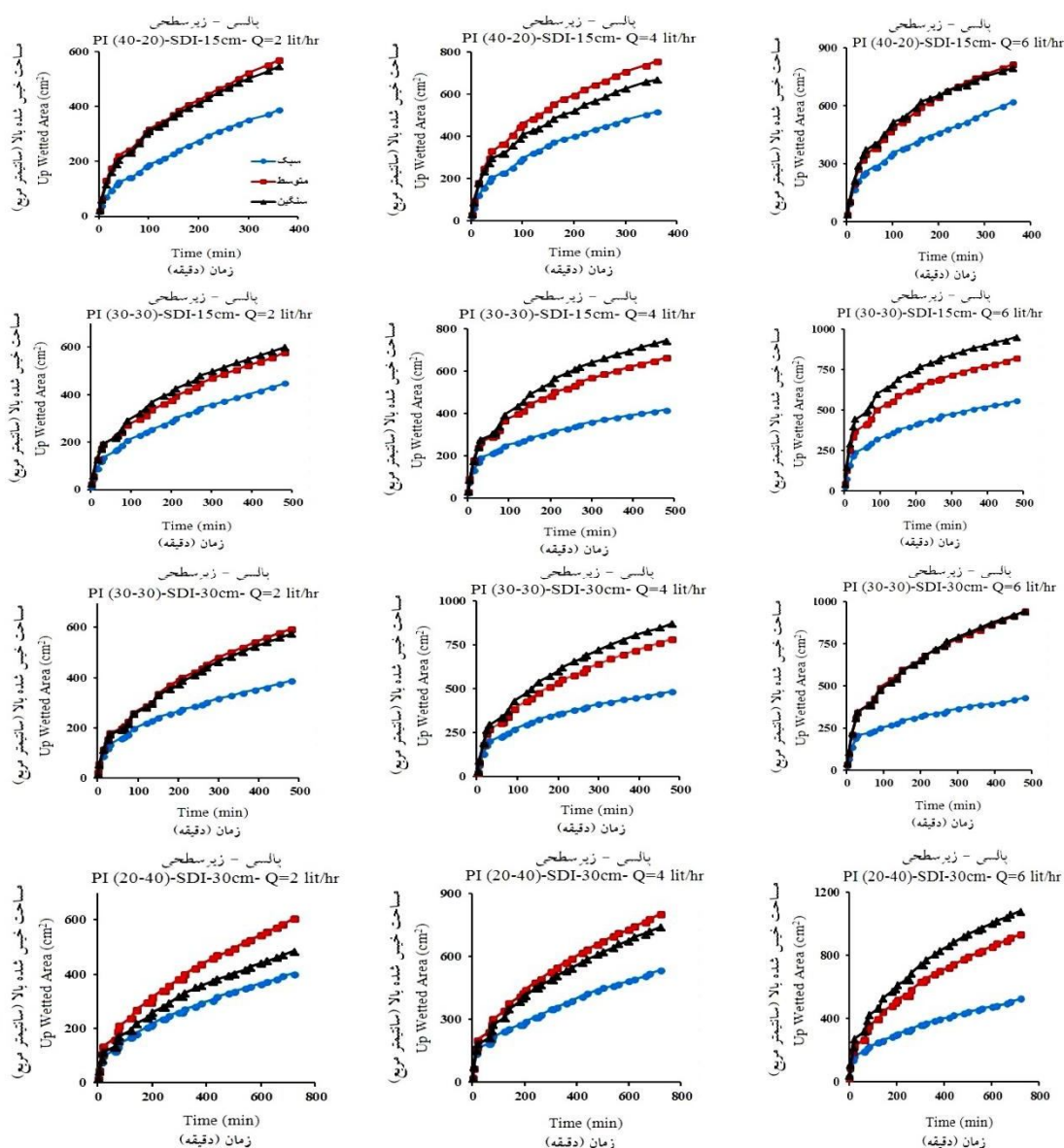


شکل ۷- تأثیر دبی قطره‌چکان بر روی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی بالای قطره‌چکان در سیستم قطره‌ای با جریان پیوسته و پالسی.

Figure 7. Effect of emitter outflow rate on the up wetting area of emitter in continuous and pulsed drip irrigation.

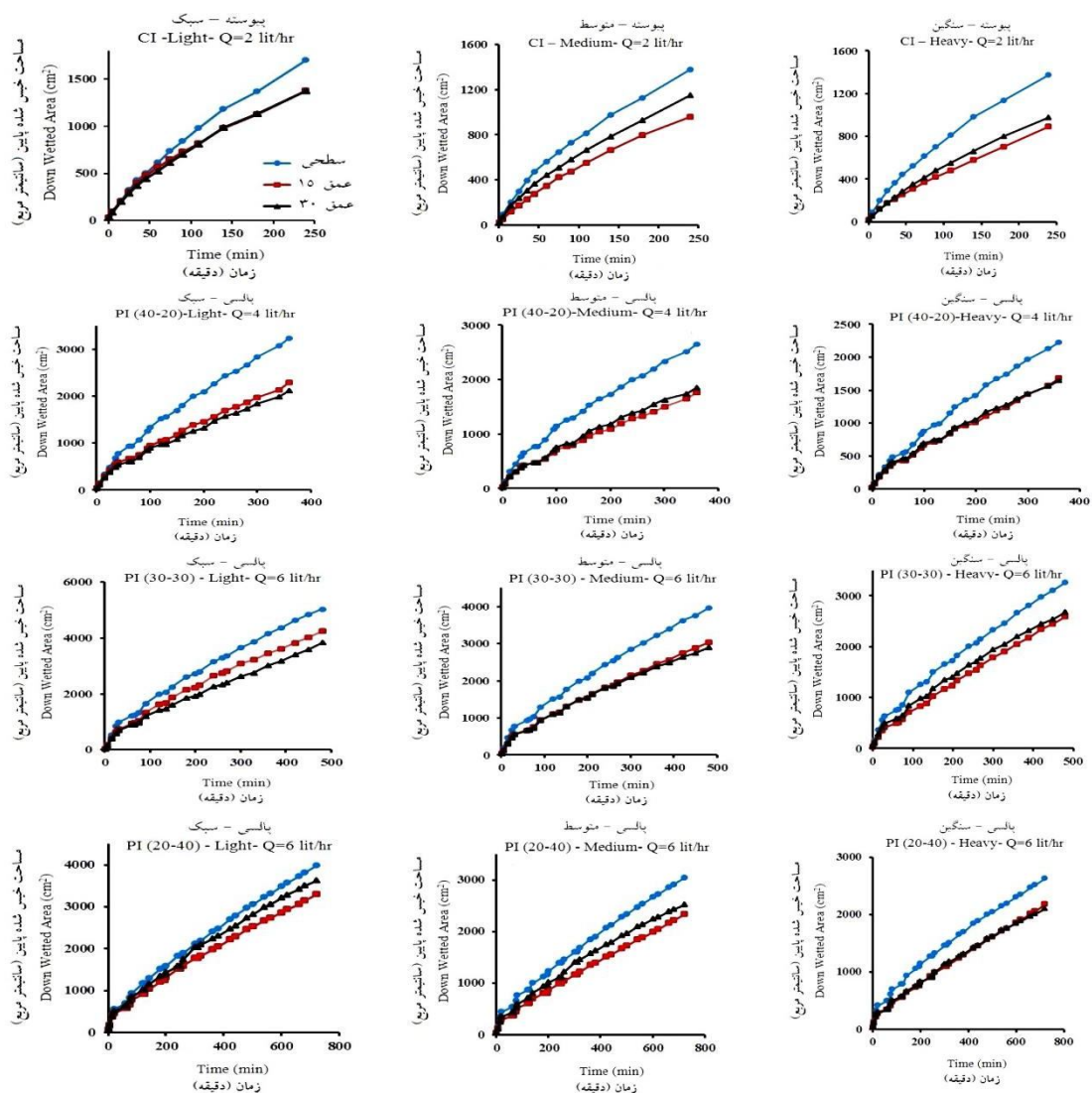


شکل ۸- تأثیر بافت خاک بر روی مساحت خیس شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره چکان در سیستم قطره‌ای با جریان پیوسته و پالسی.
 Figure 8. Effect of soil texture on the down wetting area of emitter in continuous and pulsed drip irrigation.



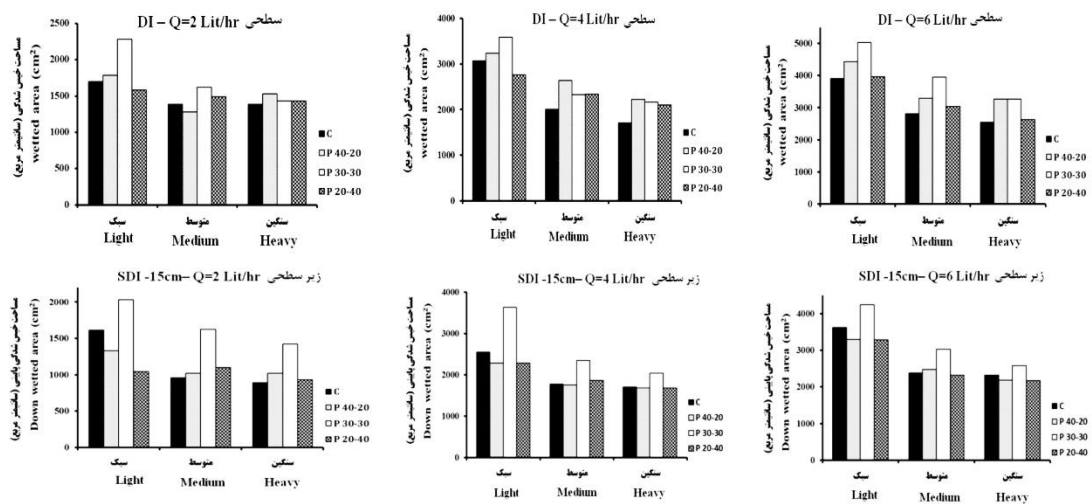
شکل ۹- تأثیر بافت خاک بر روی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی بالای قطره‌چکان در سیستم قطره‌ای زیرسطحی با جریان پیوسته و پالسی.

Figure 9. Effect of soil texture on the up wetting area of emitter in continuous and pulsed drip irrigation.



شکل ۱۰- تأثیر عمق نصب قطره‌چکان بر روی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان در سیستم قطره‌ای با جریان پیوسته و پالسی.

Figure 10. Effect of emitter installation depth on the down wetting area of emitter in continuous and pulsed drip irrigation.



شکل ۱۱- تأثیر کاربرد آبیاری بر روی مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان در سیستم قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با جریان پیوسته و پالسی.

Figure 11. Effect of irrigation application on the down wetting area of emitter in surface and subsurface drip irrigation with continuous and pulsed application.

نتیجه‌گیری کلی

برای خاک‌ها و دبی‌های مختلف) مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که با تغییر نوع خاک، مقدار دبی، تغییر عمق نصب قطره‌چکان و روش کاربرد آبیاری (پالسی و پیوسته)، مقادیر مساحت خیس‌شده اطراف قطره‌چکان به‌صورت قابل‌توجهی تغییر می‌کند. نتایج نشان داد که در سیستم قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با جریان پالسی به‌ازای یک حجم آب مساوی در انتهای آبیاری در بافت سبک بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پایین قطره‌چکان مربوط به دبی زیاد می‌باشد و در بافت سنگین بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پایینی مربوط به دبی کم می‌باشد. نتایج تأثیر بافت خاک بر روی مساحت خیس‌شدگی نشان داد که در سیستم‌های قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با کاربرد پیوسته و پالسی در تمام دبی‌ها در انتهای آبیاری بیش‌ترین مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره‌چکان مربوط به بافت سبک می‌باشد و کم‌ترین مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی مربوط به بافت سنگین است. هم‌چنین نتایج نشان داد که در سیستم قطره‌ای

یکی از پارامترهای مهم که در طراحی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای مطرح است مساحت خیس‌شده پیرامون قطره‌چکان می‌باشد. ابعاد خیس‌شده پیاز رطوبتی (توزیع افقی و عمودی) به‌تنهایی نمی‌تواند به‌عنوان مبنای طراحی قرار گیرد زیرا جبهه افقی پیاز رطوبتی در اعماق مختلف متفاوت می‌باشد (در محور قطره‌چکان جبهه افقی پیاز رطوبتی بیش‌تر و با فاصله گرفتن از محور قطره‌چکان توزیع افقی کم‌تر خواهد شد). پس برای تخمین دقیق فضای مرطوب اطراف قطره‌چکان، سطح خیس‌شده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۶). ازجمله پارامترهای که بر روی مساحت خیس‌شده پیرامون قطره‌چکان تأثیر می‌گذارد عبارت‌اند از نوع خاک، دبی قطره‌چکان، عمق نصب قطره‌چکان و روش کاربرد آب (آبیاری پالسی یا پیوسته) می‌باشد. در این پژوهش که در قالب یک پژوهش آزمایشگاهی به انجام رسید مساحت خیس‌شدگی پیاز رطوبتی برای سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با کاربردهای پیوسته و پالسی

اختلاف به وضوح دیده می شود. مطالعه و بررسی الگوی خیس شدگی در سیستم های آبیاری قطره ای (سطحی و زیرسطحی) می تواند در جهت مدیریت بهینه آب در مزرعه و افزایش راندمان کاربرد آب و جلوگیری از تلفات عمقی مفید واقع شود و متناسب با آن در مصرف بهینه کود (در بحث کود آبیاری) صرفه جویی به عمل می آید. هم چنین قابل ذکر است با توجه به این که اندازه گیری مساحت خیس شده در شرایط مزرعه خیلی پیچیده می باشد، توصیه می گردد که در پژوهش های بعدی با استفاده تکنیک های مختلف، الگوی مساحت خیس شده مدل سازی گردد تا نیازی به اندازه گیری واقعی در شرایط مزرعه نباشد و از آن به عنوان یک دستورالعمل برای طراحی مناسب سیستم های آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی استفاده گردد.

زیرسطحی با جریان پیوسته و پالسی در تمام دبی ها در انتهای آبیاری کم ترین مساحت خیس شدگی بالای قطره چکان مربوط به بافت سبک می باشد و بیش ترین مساحت خیس شدگی بالای قطره چکان مربوط به بافت متوسط و سنگین است. هم چنین نتایج نشان داد که در سیستم آبیاری قطره ای با جریان های پیوسته و پالسی در دبی و بافت های مختلف مساحت خیس شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره چکان در سیستم های قطره ای سطحی نسبت به سیستم قطره ای زیرسطحی بیشتر خواهد بود. نتایج تأثیر کاربرد آبیاری نیز نشان داد که برای سیستم های قطره ای سطحی و زیرسطحی در دبی و بافت های مختلف، مساحت خیس شدگی پیاز رطوبتی پایین قطره چکان در کاربرد آبیاری پالسی ۳۰-۳۰ نسبتاً بیش تر از دو پالس دیگر و پیوسته خواهد بود که در خاک هایی با بافت سبک و در سیستم قطره ای زیرسطحی این

منابع

1. Abdi, Ch., and Fathi, P. 2014. Laboratorial evaluating of physical anti-clogging performance of Micro flapper, Corona and Eden emitters in drip irrigation. J. Water Soil Resour. Cons. 3: 4. 63-71. (In Persian)
2. Alizadeh, A. 1998. Trickle Irrigation (principles and practices), Publication Institution of Astan Quds Razavi. 441p. (In Persian)
3. Alazba, A.A., Elnesr, M.N., and Alradyan, N.A. 2013. The effect of intermittent water flux through dripping source on water and solutes distribution in soil. 4th International Conference Hydrus Software Applications to Subsurface Flow and Contaminant Transport Problems, Prague, Czech Republic. 414p.
4. Ben-Asher, J., Charach, C.H., and eme, A.Z. 1986. Infiltration and water extraction from Trickle Irrigation, The effective hemisphere model. Soil Sci. Soc. Am. J. 50: 882-887.
5. Camp, C.R., Busscher, W.J., and Sadler, E.J. 1987. Wetting patterns for line-source trickle emitters. International Winter Meeting of the ASAE, Chicago, Illinois.
6. Camp, C.R., Lamm, F.R., Evans, R.G., and Phene, C.J. 2000. Subsurface drip irrigation-past, present, and future. In Proc. 4th Decennial National Irrigation Sump. Nov. 14-16. Phoenix, AZ, USA. Pp: 363-372.
7. Ekramnia, F. 1997. Evaluating of kinds of emitters and technical and economical instructions to select the suitable emitter. M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. 114p. (In Persian)
8. Elmaloglou, S., and Diamantopolous, E. 2007. Wetting front advance patterns and water losses by deep percolation under the root zone as influenced by pulsed drip Irrigation. Agricultural Water Management, 90: 160-163.

9. Farajzadeh, K. 2015. Simulation of pulsed drip irrigation and determination of the wetted diameter and depth and the most suitable on-off ratio. M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. 110p. (In Persian)
10. Freeman, J.C., Peter, J.T., Peter, F., and Keith, L.B. 2003. Software tool to display approximate wetting patterns from drippers. *J. Irrig. Sci.* 22: 129-134.
11. Grimes, D.W., Munk, D.S., and Goldhamer, D.A. 1990. Drip irrigation emitter depth placement in a slowly permeable soil. Proc. Third National Irrigation Symp., Oct. 28 – Nov 1, Phoenix, Arizona. ASAE, St. Joseph, Michigan. Pp: 248-254.
12. Hachum, A.Y. 1973. Water movement in soil from a trickle source. M.Sc. Thesis, Utah State University. Logan, Utah, USA. 134p.
13. Ismail, S., Zin El-Abedin, T.K., Omara, A.A., and Abdel-Tawab, E. 2014. Modeling the Soil Wetting Pattern under Pulse and Continuous Drip Irrigation. *Amer. – Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 14: 9. 913-922.
14. Kandelous, M.M., and Simunek, J. 2010. Comparison of numerical, analytical and empirical models to estimate wetting pattern for surface and subsurface drip irrigation. *Irrig. Sci.* 28: 435-444.
15. Karimi, B. 2013. Optimization and management of moisture and nitrate distribution in surface and subsurface drip irrigation systems using dimensional analysis. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. 185p. (In Persian)
16. Karimi, B., Mirzaei, F., and Sohrabi, T. 2015. Developing Equations to Estimate Wetted Area Pattern for Surface and Subsurface Drip Irrigation Systems by Dimensional Analysis. *Iran. J. Soil Water Sci.* 25: 3. 241-252. (In Persian)
17. Karmelli, D., and Peri, G. 1974. Basic principles of pulse irrigation. American Society of Civil Engineers, Proc. Irrig. Drain. Div. J. 100: 309-319.
18. Lamm, F.R., Ayars, J.E., and Nakayama, F.S. 2007. Microirrigation for crop production-design, operation and management. Elsevier Publications. 608p.
19. Li, J., Zhang, J., and Rao, M. 2004. Wetting patterns and nitrogen distribution as affected by fertigation strategies from a surface point source. *Agriculture Water Management.* 67: 89-104.
20. Miller, M.L., Charlesworth, P.B., Katupaitiya, A., and Muirhead, W.A. 2000. A comparison of new and conventional subsurface drip irrigation systems using pulsed and continuous irrigation management. Proceeding of Conference Irrigation Association Australia, May 23-25, 2000. Melbourne, Australia. Pp: 391-397.
21. Mohammadbeigi, A., Mirzaei, F., and Ahraf, N. 2017. Simulation of soil moisture distribution under drip irrigation pulsed and continuous in dimensional analysis method. *Iran. J. Water Soil Cons.* 23: 6. 163-180. (In Persian)
22. Mostafazadeh, B., Mousavi, S.F., and Sharif-bayanolhagh, M.H. 1998. Wetting front advance from a point source in sloping fields. *J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour.* 2: 3. 13-23. (In Persian)
23. Mostaghimi, S., Mitchell, J.K., and Lembke, W.D. 1981. Effect of pulsed trickling on moisture distribution patterns in heavy soils. Paper No. 81-2553, ASAE, St. Joseph, MI. 144p.
24. Sharif-Bayanolhagh, M.H. 1998. Soil moisture distribution from a point source in sloping fields. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. 126p. (In Persian)
25. Tavakoli, A. 2010. Moisture advance front pattern and water losses due to deepercolation under root development zone influenced by pulsed drip irrigation. National Conference on Water, Soil, Plant and Mechanization of Agriculture, Islamic Azad University, Dezfol Unit, Khuzestan, Iran. 2767p. (In Persian)



Evaluation of wetted area of moisture bulb in surface and subsurface drip irrigation with continuous and pulsed flow

***B. Karimi¹ and N. Karimi²**

¹Assistant Prof., Dept. of Water Science and Engineering, University of Kurdistan,

²M.Sc. Graduate, Dept. of Irrigation and Drainage, University of Kurdistan

Received: 01.19.2019; Accepted: 07.16.2019

Abstract

Background and Objectives: The lack of available water resources and its optimal use in arid and semi-arid areas have forced experts and authorities in the agricultural sector to apply high-efficiency irrigation systems such as surface drip irrigation (DI) and subsurface drip irrigation (SDI). SDI can reduce evaporation losses and increase irrigation efficiency due to water movement in the soil and drying of soil surface. For designing of DI and SDI, in addition to the dimensions of moisture bulb, that are the main parameters in determining the installation depth and the spacing of the laterals and emitters, wetted area of emitter around is very important. Most studies have been conducted on the distribution of wetted dimensions in a continuous drip irrigation system and few studies have been done on wetted area in pulsed drip irrigation. Thus, in this research, we focused on wetted area of emitter around in pulsed drip irrigation and its effective factors.

Materials and Methods: In this study, experiments were conducted in a transparent plexyglass tank (0.5*1*3 m) using three different soil textures (fine, heavy and medium). The emitter discharges were considered 2.4, 4 and 6 lit/hr. The emitters were installed at 3 different soil depths (surface, 15 cm and 30 cm). Also, these experiments were also carried out for both continuous and pulse irrigation systems. In pulse irrigation, the pulse cycles were considered 30-30, 20-40 and 40-20 min. The first number refers to the irrigation time (on) and the second number refers to the resting time (off) of the system in each cycle.

Results: The results of this research showed that the largest area of wetted bulb in the DI and SDI with pulsed application (for the same water volume of at the end of irrigation), is related to emitters with higher discharge rate in the light texture and in Heavy texture is related to lesser outflow rate. The results of the effect of soil texture on the wetted area indicated that in continuous and pulsed drip irrigation systems, the highest and lowest wetted area of moisture bulb was related to light texture and heavy texture, respectively. Also, the results showed that for all treatments, the down wetted area of emitter in the DI would be higher than the SDI. Also, the results showed that in DI and SDI (for the different outflow and texture), the down wetted area of emitter in pulsed irrigation (30-30) is relatively more than two other pulses (40-20, 20-40) and continuous irrigation. This difference will be clearly seen in light texture and in SDI.

Conclusion: The results of the research show that the wetted area of around the emitter is different for different outflows and soil textures, as well as for continuous and pulsed method. Considering these parameters in the design of drip irrigation system increases the water application efficiency and decrease deep percolation losses.

Keywords: Moisture bulb, Optimum management, Pulsed irrigation, Subsurface drip irrigation, Wetted area

* Corresponding Author; Email: bakhtiar.karimi@gmail.com

Arch