Archive of SID

بررسی توزیع رطوبت خاک تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) در باغ‌های پسته (مطالعه موردی: اراضی رفسنجان با آب‌های شور)

نسرین سیاری[۱]، بیژن قهرمان[۲] و کامران داوری[۳]

چکیده

آبیاری قطره‌ای زیرسطحی جزء انواع آبیاری‌های زیرسطحی است که امروزه از اهمیت و گسترش روز افزونی برخوردار است. آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سایر سیستم‌های آبیاری آب را در حجم و فشار کم‌تری استفاده می‌کند. در این روش، آب توسط نیروی ماتریک خاک جابه‌جا می‌شود که این خود موجب حذف رواناب سطحی و اثرات نفوذ سطحی می‌گردد. آب توسط لوله‌های فرعی مدفون در سرتاسر نیم‌رخ خاک توزیع می‌شود. در این روش، حجم مرطوب شده ناحیه رشد ریشه حداکثر و تلفات نفوذ عمقی حداقل می‌باشد. به منظور مطالعه و بررسی توزیع رطوبت در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی طرحی با دو عمق کارگذاری لوله‌ها (۳۰ و ۶۰ سانتی‌متر)، سه عمق نمونه‌برداری (۳۰ و ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متر) و سه فاصله نمونه‌برداری (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ سانتی‌متری از تنه درخت) در باغ پسته محمدآباد واقع در حومه شهرستان رفسنجان در سه تکرار انجام گردید. در این طرح تاثیر تیمارهای مختلف (عمق و فاصله نمونه‌برداری) بر روی تغییرات مکانی رطوبت از منبع نقطه‌ای (قطره‌چکان‌ها) در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به صورت اسپلیت‌پلات (کرت‌های خرد شده) در قالب کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اجرای طرح نشان داد که توزیع رطوبت در اطراف قطره‌چکان‌های مدفون وابسته به عمق کارگذاری لوله‌ها و نوع خاک بستگی دارد. با توجه به تحلیل انجام شده تنها اثر عمق نمونه‌برداری در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. بیش‌ترین درصد وزنی رطوبت مشاهده شده برای هر دو عمق کارگذاری برابر ۱۲/۷۹ و متعلق به عمق ۶۰ سانتی‌متری بود. کمترین مقدار در عمق ۳۰ سانتی‌متری و برابر ۸/۴۵ اندازه‌گیری گردید. با توجه به توزیع شوری (هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک) مشاهده شد که تجمع املاح در اطراف پیاز رطوبتی صورت می‌گیرد. پیاز رطوبتی در عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متری به سطح خاک می‌رسد که این موجب افزایش تبخیر می‌گردد. در عمق کارگذاری ۶۰ سانتی‌متری پیاز رطوبتی فاصله بیش‌تری از سطح خاک داشت، این عامل موجب نگه‌داری رطوبت بیشتر در این عمق می‌گردد. با توجه به نتایج این پژوهش، عمق ۶۰ سانتی‌متری به دلیل نگه‌داری رطوبت بیشتر در خاک و افزایش آب قابل استفاده گیاه و هم‌چنین تجمع کم‌تر املاح پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، رطوبت، پسته، املاح، پیاز رطوبتی

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد
۲ و۳. به‌ترتیب دانشیار و استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خاک‌های شور و سدیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران توسعه یافته و سطحی معادل ۱۵ میلیون هکتار از اراضی کشور را پوشش می‌دهند (صفری کمال‌آبادی، ۱۳۸۳). منابع آب قابل استفاده نیز همچون اراضی قابل کشت محدودند. کشور ما ایران نیز مانند سایر کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین دچار کم‌آبی می‌باشد (صفری کمال‌آبادی، ۱۳۸۳). محصول پسته در کشور ایران از جهت صادرات غیر نفتی حائز اهمیت بوده و از حدود ۳۷۰ هزار کل باغ پسته ایران نزدیک به ۸۰ درصد آن در استان کرمان واقع شده است. اکثریت سطح زیر کشت پسته در این استان متعلق به شهرستان رفسنجان می‌باشد. یکی از عوامل محدود کننده کاشت و تولید این محصول مشکلات و محدودیت‌های کیفی و کمی آب آبیاری است، به‌طوری‌که در این استان با آب‌های با شوری بالاتر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بسیار معمول بوده و تا ۲۵ دسی‌زیمنس نیز هم اکنون استفاده می شود و تواتر آبیاری تا ۱۲۰ روز نیز گزارش شده است (سیاری،۱۳۸۴). روش‌های آبیاری زیرسطحی[1] از فناوری‌های جدیدی هستند که دارای مزایای متعدد و منحصر به فرد از نظر مسائل زراعی، حفظ منابع آب و خاک و اقتصادی می‌باشند و راه حل مناسبی برای مقابله با خشکسالی‌ها و بحران کمبود آب جهت اراضی فاریاب به شمار می آیند. از مزایای آبیاری زیرسطحی می‌توان به کاهش در میزان آب مصرفی، افزایش در رشد، عملکرد و کیفیت بالای محصول، افزایش بهره‌وری در مصرف آب، کاهش خطرات شوری برای گیاهان، تعدیل کاربرد کودشیمیایی، کنترل رشد علف‌های هرز، کاهش در مصرف انرژی، تسهیل در عملیات کشاورزی، حفظ ساختمان خاک و حفاظت بیشتر از محیط زیست اشاره کرد (زراعی، ۱۳۸۲). آبیاری قطره‌ای زیرسطحی جزو انواع آبیاری‌های زیرسطحی است که امروزه از اهمیت و گسترش روز افزونی بر خوردار گردیده است. در این روش آب در حجم و فشار کم به کار برده می‌شود. قطره‌چکان‌ها در این روش در فواصل معین بر روی لوله‌های فرعی قرار گرفته و آب را به صورت قطره قطره و سرعت جریان خیلی کند به خاک منتقل می‌کنند (کالدول[2] و همکاران، ۱۹۹۴).

هدف از اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کاهش تنش گیاهی به وسیله نگه‌داشتن رطوبت خاک بین ظرفیت مزرعه و درصد تخلیه مجاز رطوبتی می‌باشد (فرشی و همکاران، ۱۳۸۲). این سیستم به دلیل قرار دادن آب به صورت مستقیم در ناحیه ریشه، به‌ویژه در نواحی خشک تبخیر را حداقل می‌کند. لذا دارای پتانسیل راندمان بالایی می‌باشد (سوارز[3] و همکاران، ۲۰۰۰). مصرف علف‌کش‌ها در این سیستم حداقل است، زیرا اگر آب در زیر سطح خاک توزیع گردد رطوبت خاک کاسته شده و در نهایت جوانه‌زنی علف‌های هرز محدود می‌گردد (زلدسک[4]، ۱۹۹۹). کوت[5] و همکاران (۲۰۰۳) طی پژوهشی انتقال رطوبت و مواد محلول را در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مورد بررسی قرار داده و نتایج زیر را ارائه کردند:

۱- آبیاری قطره‌ای زیرسطحی می‌تواند آب قابل استفاده گیاه را در محیط ریشه افزایش دهد، همچنین در خاک‌هایی با بافت ریز و نفوذپذیری پایین در صورتی که این سیستم خوب طراحی و مدیریت شود می‌تواند خصوصیات هیدرولیکی خاک را بهبود بخشد.

۲- در خاک‌هایی با بافت درشت و نفوذپذیری بالا، آب و مواد غذایی به سرعت در اثر نیروی ثقل به طرف پایین جا به جا می‌شوند و اگر قطره چکان‌ها در عمق خیلی زیاد نصب شوند، رطوبت در نزدیکی ریشه دچار مشکل می‌شود.

۳- با تغییر روش کوددهی برای خاک‌های درشت بافت با نفوذپذیری بالا (کاربرد کود در ابتدای چرخه آبیاری)، این سیستم مقادیر بیشتری از مواد غذایی را نزدیک و روی قطره چکان‌ها نگه‌داری کرده، در نتیجه کمتر در معرض آبشویی قرار می‌گیرند.

1. Subsurface drip irrigation

2. Caldwell
3. Suarez
4. Zoldoske
5. Cote

www.SID.ir

Archive of SID

کلار[1] و همکارانش (۲۰۰۳) تاثیرات ویژگی‌های خاک را بر روی توزیع املاح و رطوبت در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که مواردی هم‌چون خصوصیات فیزیکی خاک، لایه‌ای بودن خاک، سرعت تخلیه قطره‌چکان‌ها، دفعات آبیاری و زمان کاربرد مواد غذایی بر روی الگوی توزیع رطوبت و املاح در این سیستم موثر می‌باشد. دتار[2] (۲۰۰۴) روشی را به نام شیب طرح برای تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی معرفی کرد. او با استفاده از دستگاه نوترون‌متر نیاز آبی گیاه را و با استفاده از روش کوواریانس ضریب گیاهی را محاسبه کرد. توربرن[3] و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی الگوی خیس‌شدگی را در خاک‌های مختلف در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر روی نیشکر مورد بررسی و تحلیل قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که حجم خیس‌شدگی در اکثر موارد به صورت بیضی بوده که با افزایش میزان رطوبت موجود در نیم‌رخ خاک، شعاع رطوبتی نسبت به عمق خیس‌شدگی در زیر قطره‌چکان‌ها افزوده می‌شود. آن‌ها در این پژوهش دو عمق کارگذاری لوله‌های فرعی یعنی ۰/۴ و ۰/۶ متری را برای خاک‌های شنی و دیگر خاک‌ها پیشنهاد کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که بعد از کاربرد ۵/۵ میلی‌متر آب در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی قطر پیاز رطوبتی برای خاک‌های شنی، لومی شنی و رسی به ترتیب برابر ۰/۲۴، ۰/۳۸ و ۰/۴۷ متر می‌باشد.

آرن[4] و همکاران(۱۹۹۹) نشان دادند که پیاز رطوبتی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به صورت کروی می‌باشد، در صورتی که در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی به صورت نیم کره است. عمق پیشنهادی آن‌ها جهت کارگذاری لوله‌ها به دلیل رطوبت بالاتر عمق ۳۰ سانتی‌متری بود. شکل ۱ پیاز رطوبتی در دو سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و سطحی را نشان می‌دهد. خصوصیات پیاز رطوبتی در دو سیستم آبیاری در جدول یک آمده است.

با توجه به جدول ۱ حجم پیاز رطوبتی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی ۴۶ درصد و در مورد سطح ۶۲ درصد افزایش دارد (فن، ۱۹۹۹). سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با توجه به جلوگیری از خطراتی چون شخم و تردد ماشین‌آلات کشاورزی در کمترین عمق نصب می گردد. بیشتر بودن دبی قطره‌چکان‌ها از سرعت جذب خاک موجب ایجاد رواناب می‌گردد که در این صورت برای جلوگیری از بروز چنین مشکلی توصیه می‌شود که لوله‌ها عمیق‌تر نصب گردند. در این سیستم الگوی رطوبتی خاک در اطراف قطره‌چکان‌ها می‌تواند به عنوان شاخصی جهت تعیین عمق کارگذاری لوله‌ها به کار رود (باتام و همکاران، ۲۰۰۳).

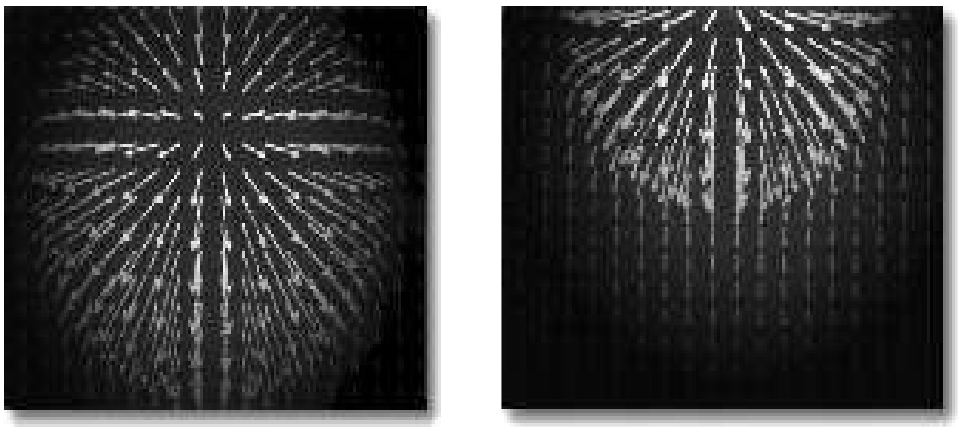
بن‌گال و همکاران (۲۰۰۴) تاثیر بافت خاک را بر روی توزیع رطوبت در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مورد بررسی قرار دادند. در این سیستم قطره‌چکان ها معمولا در گودالی قرار گرفته بودند که جریان در آن‌ها به‌صورت آزاد انجام می‌گرفت. نفوذ آب به‌کار رفته در این روش به خواص هیدرولیکی خاک و توسعه فشار مثبت بستگی دارد. با افزایش فشار خروجی، از دبی قطره‌چکان کاسته می‌شود که کاهش جزئی در فشار موجب کاهش قابل‌توجهی در دبی قطره چکان‌ها (غیر قابل تنظیم کننده فشار) می‌شود. بن‌گال استفاده از گودال‌های پر از شن و ریگ را برای کارگذاری قطره‌چکان‌ها در این سیستم پیشنهاد دادند. آن‌ها نشان دادند که با سرعت کار برد آب برابر با ۰/۷۹۹ متر بر ساعت، بعد از ۴۵ دقیقه و ۸ ساعت در خاک رسی و لوم به ترتیب آب در سطح خاک پدیدار می‌شد ولی در خاک‌های لوم شنی و شنی آب در سطح خاک مشاهده نگردید. آن‌ها هم‌چنین نشان دادند که عرض‌های کم گودال‌ها موجب غرقاب شدن سریع‌تر خاک می‌شود. با توجه به کمبود آب در استان کرمان و با توجه به این که کاهش مصرف آب بدون کاهش راندمان در این منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، ترویج سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و معرفی عمق بهینه کارگذاری این سیستم می‌تواند به عنوان راه‌کاری جهت جلوگیری از هدر رفتن آب و آلودگی آب‌های زیرزمینی مورد توجه قرار گیرد. با توجه به این‌که هر منطقه ویژگی‌های

1. Claire
2. Detar
3. Thorbrn
4. Oron

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به خود را دارد لذا چنین پژوهش‌هایی می‌بایست دست کم یک مرتبه در مزرعه انجام شود تا نسبت به توصیه‌های کاربردی با اطمینان زیادتری بتوان اقدام نمود. در این پژوهش تاثیر عمق کارگذاری در نحوه توزیع رطوبت، جهت تعیین عمق مطلوب کارگذاری لوله های فرعی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.



الف: آبیاری قطره‌ای زیر سطحی ب: آبیاری قطره‌ای سطحی

شکل ۱: جابه‌جایی رطوبت خاک بعد از ۱۰ ساعت ا ز آبیاری یک ساعته در خاکی کاملا خشک (فن، ۱۹۹۹)

جدول ۱: مقایسه پیاز رطوبتی در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی (فن، ۱۹۹۹)

	شعاع پیاز رطوبتی (متر)	حجم پیاز رطوبتی (متر مکعب)	سطح پیاز رطوبتی (متر مربع)
آبیاری قطره‌ای زیرسطحی	۰/۳۶	۰/۱۹۵	۱/۶۲۹
آبیاری قطره‌ای سطحی	۰/۴	۰/۱۳۴	۱/۰۰۵

مواد و روش‌ها

در جهت تحقق اهداف این طرح که در سال‌های ۸۴-۸۳ انجام گردید، آزمایش‌هایی بر اساس دو عمق کارگذاری لوله‌های فرعی (۳۰ و۶۰ سانتی‌متری)، سه عمق نمونه برداری (۳۰ ،۶۰، ۹۰ سانتی‌متری) و روی سه فاصله (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ سانتی‌متری) از تنه درخت در سه تکرار انجام گرفت. آزمایش در مزرعه تحقیقاتی محمد آباد ساقی واقع در حومه شهرستان رفسنجان صورت گرفت. با توجه به محدودیت منابع آبی (از لحاظ کیفی و کمی) یافتن زمین مناسب و فراهم کردن آب برای آبیاری هزینه‌های گزافی در بر خواهد داشت. از این‌رو جستجو برای منابع جدید آب نظیر بهره‌برداری از آب‌هایی با کیفیت پایین و استفاده از روش‌های جدید آبیاری جهت بالا بردن کارایی مصرف آب از راه‌کارهای ضروری و منطقی می‌باشند (عابدی و همکاران، ۱۳۸۱).

آب و هوای شهرستان رفسنجان خشک و کویری است. کل اراضی این شهرستان بر طبق آمار سال ۱۳۷۴ برابر ۱۲۵ هزار هکتار است که ۹۰ درصد آن به کشت پسته اختصاص دارد (چیذری و میرزایی، ۱۳۷۹). میزان بارندگی و تبخیر سالیانه در این منطقه به‌ترتیب حدود ۱۷۰میلی‌متر و ۳۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد. منبع اصلی تامین آب در این شهر، آب‌های زیرزمینی است. طبق آمار بهره‌برداری در سال‌های اخیر، تعداد ۱۴۳۶ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق، هم‌چنین ۱۱۲ رشته قنات دایر (در مجموع با تخلیه‌ای حدود ۸۶۰ میلیون متر مکعب) در منطقه وجود دارد. این حوضه از نظر کسری بیلان آب زیرزمینی، با برداشتی در حدود ۲۱۲ میلیون مترمکعب، یکی از حوضه‌های ممنوعه استان کرمان می‌باشد (چیذری و میرزایی، ۱۳۷۹).

www.SID.ir

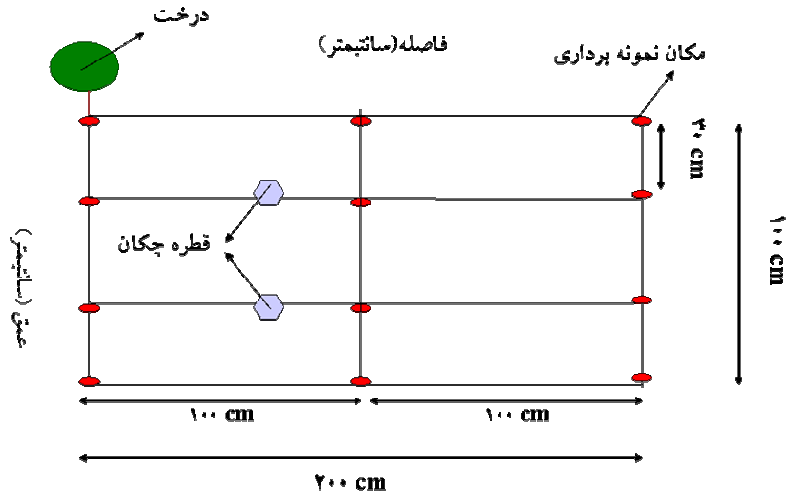
Archive of SID

مساحت مزرعه تحقیقاتی حدود یک هکتار با درختان پسته رقم کله‌قوچی و سی ساله و فاصله کشت ۸×۲ متر بود. آب مورد نیاز طرح از چاهی واقع در مزرعه با شوری ۱۳/۹۳ دسی‌زیمنس بر متر تامین می‌شد. این باغ در گذشته با آبی با هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر با روش آبیاری غرقابی و دور ۳۵ روزه آبیاری می‌شده است. فواصل قطره‌چکان‌ها بر روی لوله‌های فرعی به قطر داخلی ۱۶ میلی‌متر، ۷۵ سانتی‌متر و دبی آن‌ها ۴ لیتر بر ساعت بود که در فشار یک اتمسفر کار می‌کردند. قطره‌چکان مورد استفاده در این طرح از نوع خود شوینده بود. این قطره‌چکان‌ها به‌صورت چند فیلتره ساخته می‌شوند و در داخل آن‌ها یک سیکلون غشایی مدور وجود دارد. به علت خصوصیت فنری، از زمان آغاز آبیاری تا خاتمه آن و زمانی که فشار پایین است در قطره‌چکان‌ها مکانیسمی جهت خودشویی اتوماتیک وجود دارد. در قسمت ورودی قطره‌چکان نیز یک توپی وجود دارد که هنگام توقف کار، خروجی را به طور کامل مسدود کرده و مانع از ورود ذرات خاک به داخل قطره‌چکان می‌گردد (سیاری، ۱۳۸۴). لوله‌ها از جنس پلی‌اتیلن با قطر داخلی ۱۶ میلی‌متر در فاصله ۹۰ سانتی‌متری از ردیف درختان کارگذاری شدند. نیاز آبی گیاه بر اساس تبخیر و تعرق گیاه در اقلیم منطقه و راندمان ۹۰ درصد در طول فصل زراعی محاسبه شد. وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۲۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. دور آبیاری نیز ثابت و هر ۱۲ روز یکبار به مدت ۳۰ ساعت در نظر گرفته شد (توضیحات بیشتردر جدول ۴ آمده است). شکل ۲ محل قرار گرفتن قطره چکان‌ها و مکان‌های نمونه برداری را نشان می‌دهد.

برای تعیین بافت خاک از سه عمق در فاصله یک متری از تنه درخت در دو نقطه از مزرعه (در دو عمق کارگذاری ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متر) به صورت تصادفی نمونه برداری شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و بافت خاک به روش هیدرومتری و با استفاده از مثلث بافت خاک تعیین گردید. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی خاک در جدول ۲ آمده است.

مقدار EC آب آبیاری و عصاره اشباع خاک با دستگاه EC متر، کلسیم و منیزیم با روش تیتراسیون با ورسین، کربنات و بی‌کربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک، کلر به روش تیتراسیون با نیترات نقره در حضور کرومات پتاسیم، سولفات به روش کدرسنجی و سدیم با دستگاه Flame Photometric اندازه گیری شدند.

آب مورد استفاده دارای هدایت الکتریکی برابر ۱۳/۹۳ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم آن ۳۰ می‌باشد که بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس و اسکوفیلد (۱۹۷۰) آب آبیاری این مزرعه از کیفیت نامطلوبی برخوردار است. آب این مزرعه با هدایت‌الکتریکی بالاتر از ۵ و نسبت جذب سدیم بالاتر از ۲۰ بر آب قابل استفاده گیاه اثر گذاشته و آن را می‌کاهد (جدول ۳).



شکل ۲: نقشه محل قرار گرفتن قطره چکان‌ها و مکان‌های نمونه برداری

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲: نتایج تجزیه فیزیکی خاک (نمونه‌ها از فاصله یک متری برداشت شدند)

عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متر						
عمق (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	سیلت ٪	رس ٪	شن ٪	بافت خاک
۳۰	۱۹/۹	۷/۴	۲۳	۱۸	۵۹	لوم شنی
۶۰	۱۳/۵	۷/۳	۲۰	۹	۷۱	لوم شنی
۹۰	۱۱/۸۷	۷/۶	۵۲	۱۹	۲۹	لوم سیلتی
عمق کارگذاری ۶۰ سانتی‌متر						
۳۰	۱۶/۹	۷/۴	۲۵	۱۴	۶۱	لوم شنی
۶۰	۱۴/۷	۷/۳	۳۳	۱۸	۴۹	لوم شنی
۹۰	۱۲/۲۳	۷/۳	۲۳	۲۴	۵۳	لوم سیلتی

جدول ۳: نتایج تجزیه شیمیایی آب چاه واقع در مزرعه

THD mgr/l	TDS mgr/l	SAR (-)	K meq/l	Na meq/l	Mg meq/l	Ca meq/l	CL meq/l	SO_4 meq/l	HCO_3 meq/l	CO_3 meq/l	pH	EC dS/m
۸۴۷۸	۳۰	۴/۶۶	۱/۳	۱۱۴/۸	۷/۷	۲۱/۵	۱۴۰	۱/۷	۳/۶	۰	۷/۷	۱۳/۹۳

مقدار HCO_3 بین ۸/۵-۱/۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است که باعث بروز مشکلاتی در حد متوسط برای محصولات حساس می‌گردد. در نهایت می‌توان گفت کیفیت آب مورد استفاده بد و جزو آب‌های شور محسوب می‌شود (شالهاوت،۱۳۸۰). نمونه‌های خاک از سه عمق در سه فاصله از درخت جهت تعیین عواملی از قبیل هدایت الکتریکی، سدیم، کلسیم، منیزیم، SAR[1] و کلر، درصد رطوبت وزنی و pH به آزمایشگاه ارسال شدند. نمونه برداری مربوط به تعیین رطوبت وزنی در وسط بین دو آبیاری یعنی ۶ روز بعد از آبیاری انجام شد. اندازه‌گیری درصد رطوبت به روش وزنی انجام گرفت. نمونه‌های جمع آوری شده به‌مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. تحلیل این طرح به صورت کرت‌های خرد شده در قالب کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی در این طرح عمق کارگذاری لوله ها با دو سطح (۳۰ و ۶۰ سانتی-متری) و کرت‌های فرعی (به صورت فاکتوریل) عمق و فاصله نمونه‌برداری در سه تکرار بودند. جهت محاسبات آماری در این بررسی از نرم افزارهای Excel، Mstatc و برای ترسیم نقشه ها از نرم‌افزار Surfer8 استفاده شد. دور آبیاری نیز ثابت و هر ۱۲ روز یک‌بار به مدت ۳۰ ساعت در نظر گرفته شد (توضیحات بیشتر در جدول ۴ آمده است).

نتایج

نتایج نشان داد که مقدار رطوبت در اطراف محل کارگذاری لوله‌ها بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد. میزان رطوبت در زیر عمق کارگذاری لوله‌ها نسبت به بالای این عمق دارای مقدار بیشتری در تمامی موارد می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل در جدول ۵ ارایه شده است. با توجه به این جدول اثر عمق نمونه‌برداری در سطح ۵ درصد ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار شده است. در این سطح اثر متقابل هیچ کدام از عوامل آزمایش معنی‌دار نگردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل ۳ آورده شده است. بیشترین مقدار درصد رطوبت وزنی متعلق به عمق ۹۰ سانتی‌متری و برابر ۱۲/۷۹ درصد می‌باشد و کم‌ترین مقدار آن مربوط به عمق ۳۰ سانتی‌متری و برابر ۸/۴۵ درصد بود. اختلاف درصد

1. Sodium Absorption Ratio (SAR)

www.SID.ir

Archive of SID

رطوبت در دو عمق ۹۰ و ۶۰ سانتی‌متری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. این دو عمق که بالاترین مقدار را به خود اختصاص دادند همان دو عمق کارگذاری می‌باشند که میزان رطوبت در حوالی آن‌ها بیش‌ترین میزان را به خود اختصاص می‌دهد.

جدول ۴: برنامه زمان‌بندی آبیاری

ماه	ETC	TC	EFF	LR	In	Ig	G	F	G.F	NQ	IT
۱	۱/۸	۱/۲	۰/۳۳	۰/۲۴	۱/۱	۱/۲	۱۱/۶	۱۲	۱۳۹	۱۶	۹
۲	۲/۴	۱/۶	۰/۲۲	۰/۳۱	۱/۷	۱/۸	۱۷/۸	۱۲	۲۱۳	۱۶	۱۳
۳	۴/۱	۲/۷	۰/۱۴	۰/۵۴	۳/۱	۳/۴	۳۳	۱۲	۳۹۶	۱۶	۲۵
۴	۴/۵	۳	۰	۰/۵۹	۳/۶	۴	۳۸	۱۲	۴۵۶	۱۶	۲۹
۵	۴/۹	۳/۲	۰	۰/۶۴	۳/۸	۴/۳	۴۱/۱	۱۲	۴۹۳	۱۶	۳۱
۶	۴/۳	۲/۸	۰	۰/۵۶	۳/۴	۳/۸	۳۶/۱	۱۲	۴۳۳	۱۶	۲۷
۷	۲/۹	۱/۹	۰	۰/۳۹	۲/۳	۲/۶	۲۴/۸	۱۲	۲۹۷	۱۶	۱۹
۸	۲	۱/۳	۱/۵	۰/۲۶	۰	۰	۰/۵	۱۲	۶	۱۶	۰

M: ماه موردنظر، ETC: تبخیر و تعرق پتانسیل پسته (میلی‌متربرروز)، TC: تبخیر و تعرق در آبیاری قطره‌ای،EFF: باران مؤثر (میلی‌متربرروز)، LR: نیاز آبشویی (میلی‌متربرروز)، Ig: نیاز ناخالص آبیاری (میلی‌متربرروز)، In: نیاز خالص (میلی‌متربرروز)، G: نیازخالص آبیاری حجمی (لیتربرروز)، F: دور آبیاری (روز)، IT : زمان آبیاری (ساعت)، NQ: دبی ساعتی هردرخت

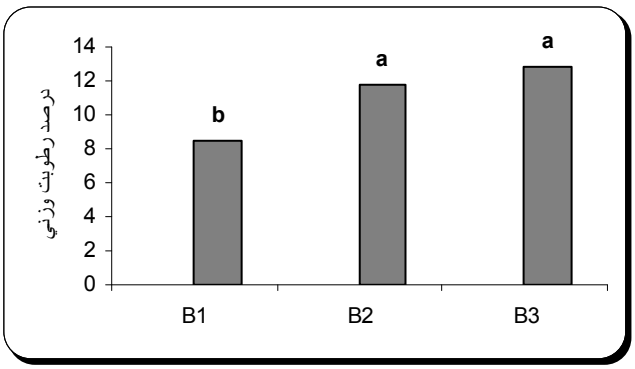
جدول ۵: نتایج تحلیل درصد رطوبت وزنی خاک

	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات(MS)	مجموع مربعات(SS)	مقدار F
فاکتور A	۱	۳۹/۸۷۰	۳۹/۸۷	۲/۳۸۰۳
خطای اصلی	۴	۱۶/۷۵۰	۶۶/۹۹۹	-
فاکتورB	۲	۹۲/۲۳۶	۱۸۴/۴۷۱	۱۹/۰۶۵**
اثر متقابلAB	۲	۱۴/۵۱۴	۲۹/۰۲۷	۲/۹۹۹۹
فاکتور C	۲	۰/۹	۱/۸	۰/۱۸۶۱
اثر متقابل AC	۲	۵/۲۱۲	۱۰/۴۲۵	۱/۰۷۷۴
اثر متقابلBC	۴	۱/۹۵۲	۷/۸۰۹	۰/۴۰۳۵
اثر متقابل ABC	۴	۳/۵۲	۱۴/۰۸۲	۰/۷۲۷۷
خطای فرعی	۳۲	۴/۸۳۸	۱۵۴/۸۱۵	-
مجموع	۵۳	-	۵۰۹/۲۹۷	-

**و * به ترتیب معنی دار در سطوح ۱ و ۵ درصد. A عمق کارگذاری لوله‌ها، B عمق نمونه‌برداری، C فاصله نمونه‌برداری

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳: اثر عمق نمونه‌برداری

اختلاف میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند

باتام[1] و همکاران (۲۰۰۳) در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی رطوبت را در اعماق مختلف بعد از آبیاری اندازه‌گیری کردند (لوله ها در عمق ۳۰ سانتی-متری و فواصل یک متری کارگذاری شدند). آن‌ها نشان دادند که در فاصله نیم متری از خطوط لوله هیچ تغییری در ظرفیت رطوبتی خاک در طول دوره آبیاری صورت نمی‌گیرد. این یافته نشان می‌داد که جبهه رطوبتی بعد از ۷/۵ ساعت آبیاری کمتر از ۰/۷ متر عرض دارد. در همین مدت جبهه رطوبتی در جهت عمودی به عمق ۸۰ سانتی‌متری رسیده بود (باتام و همکاران، ۲۰۰۳). این مطالب با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. با توجه به شکل‌های ۴ و ۵ توزیع عمودی رطوبت در قسمت‌های بالا و پایین لوله‌ها بیشتر از توزیع افقی رطوبت بود. این پیاز رطوبتی در مورد عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متری به سطح خاک می‌رسد و در نتیجه می تواند تبخیر از سطح خاک را افزایش دهد، که این نشان دهنده این موضوع است که در این عمق کارگذاری آب بیشتری توسط نیروهای کاپیلاری به سطح خاک منتقل شده و بعد از تبخیر از سطح نمک‌ها در لایه سطحی باقی‌مانده و تجمع املاح را در این لایه از خاک می‌افزایند در مورد عمق کارگذاری ۶۰ سانتی‌متری، پیاز رطوبتی از سطح خاک فاصله بیشتری دارد. املی و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با توجه به بافت خاک موجب کاهش توزیع رطوبت در بالای عمق کارگذاری قطره چکان‌ها می‌گردد.

همان‌طوری که در شکل ۴ دیده می‌شود مقدار رطوبت در نزدیکی سطح خاک بیشتر از مقدار رطوبت در زیر محل کارگذاری لوله می باشد که این نشان می‌دهد در این عمق کارگذاری آب بیشتری به سطح خاک منتقل شده و در معرض تبخیر قرار می‌گیرد. با مقایسه شکل ۴ و ۵ می‌توان مشاهده کرد در این عمق، یعنی عمق ۳۰ سانتی‌متری به دلیل تبخیر بیشتر تجمع نمک‌ها و املاح زیادتر شده است. انکیسو و همکاران (۲۰۰۳) نیز تجمع املاح را در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری مقایسه کردند. آن‌ها نشان دادند که تجمع املاح در عمق ۳۰ سانتی‌متری بیشتر از عمق کارگذاری ۶۰ سانتی‌متری بود و دلیل آن را تبخیر بیشتر از عمق کارگذاری کم‌تر معرفی کردند.

با توجه به شکل ۵ در این عمق کارگذاری رطوبت در سطح مقداری کمتر از سایر اعماق دارد که این نشان دهنده این است که در این عمق کارگذاری آب کم‌تری در معرض تبخیر قرار گرفته است. پلات[2] و همکاران (۱۹۹۶) جهت تعیین توانایی ریشه‌های گیاه پنبه برای رشد در جهت پایین به طرف منبع آبی که در زیر سطح خاک در سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی کارگذاری شده بود طرحی را انجام دادند.

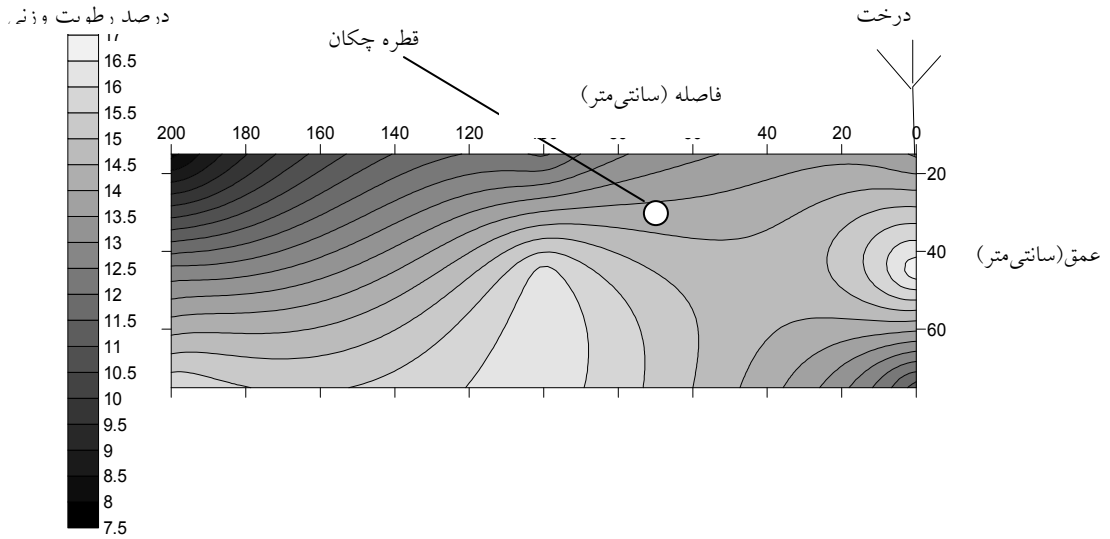
نتایج حاصله نشان داد که با افزایش عمق لوله‌ها مقدار وزن خشک ریشه برای واحد طول کاسته می‌شد. آن‌ها هم‌چنین نشان دادند که خاک در بالای عمق کارگذاری در این سیستم خیلی خشک نبوده و نیازی به آبیاری سطحی وجود ندارد.

1. Battam

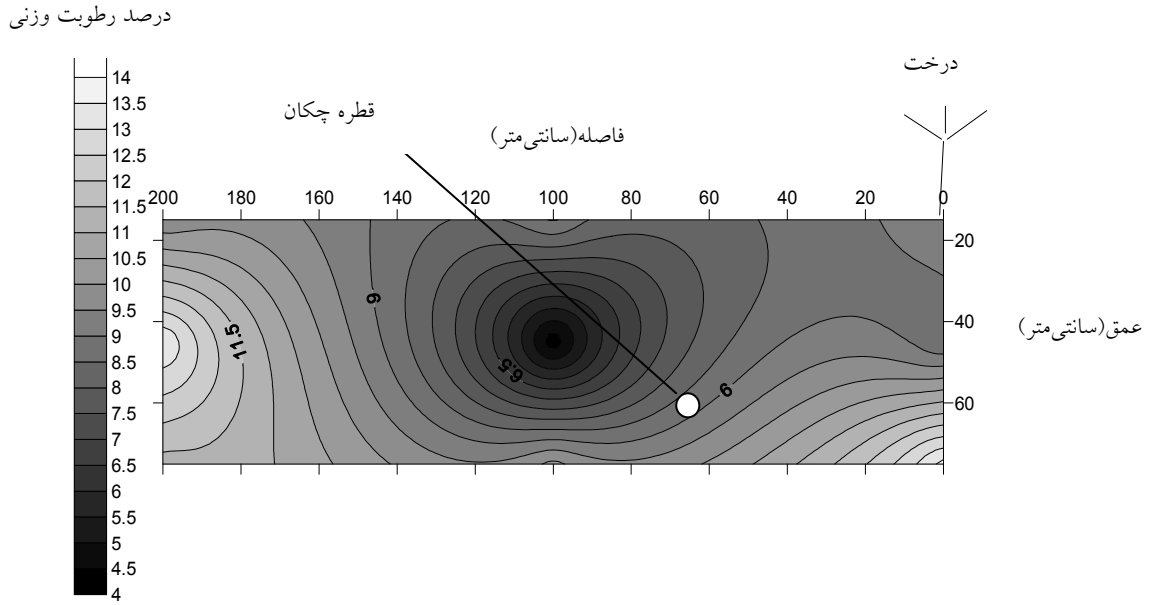
2. Plaut

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴: نمایی از توزیع درصد رطوبت وزنی خاک در اطراف محل کارگذاری لوله ها (فصل بهار، عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متری) (نقطه صفر محل قرار گرفتن درخت است)



شکل ۵: نمایی از توزیع درصد رطوبت وزنی خاک در اطراف محل کارگذاری لوله‌ها (فصل بهار، عمق کارگذاری ۶۰ سانتی‌متری) (نقطه صفر محل قرار گرفتن درخت است)

لم[1] و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی حجم کوچک‌تری از خاک در مقایسه با سایر سیستم‌های آبیاری مرطوب می‌گردد، اگر چه تحت این شرایط ریشه‌دهی محصول محدود می‌شود ولی محصولات از دفعات آبیاری در این روش سود می‌برند.

بحث

مقدار عملکرد در این باغ زمانی که از سیستم آبیاری سطحی استفاده می‌شد در محدوده ۱-۰/۸ تن در هکتار متغیر بود. با کارگذاری سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی این عملکرد به ۱/۲-۱ تن در هکتار رسید. با توجه به این افزایش عملکرد و با توجه به صرفه‌جویی در

1. Lamm

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف آب، سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای باغات پسته در این منطقه با توجه به شوری بالای آب و تبخیر زیاد توصیه می‌گردد. با توجه به توزیع مکانی رطوبت، در عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متری به دلیل نزدیکی به سطح خاک تلفات تبخیر زیادتر می‌باشد. هم‌چنین در این عمق کارگذاری تجمع املاح نسبت به عمق کارگذاری ۶۰ سانتی‌متری بالاتر می‌باشد (دامنه تغییرات رطوبت در عمق کارگذاری ۳۰ سانتی‌متری بیشتر از عمق ۶۰ سانتی‌متری می‌باشد). به دلیل نگهداری رطوبت بیشتر و تجمع کمتر املاح ما عمق ۶۰ سانتی‌متری را جهت تولید بهینه محصول و بالا بردن کارایی مصرف آب پیشنهاد می‌کنیم. با توجه به شرایط آب و هوایی استان کرمان (آب و هوای گرم و بارندگی کم) و همچنین کمبود آب در این منطقه، سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی می‌تواند نقش بسیار موثری در کاهش آب مصرفی و بهبود استفاده از آب شور ایفا کند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

چیذری، ا. م. و میرزایی، ح. ر. ۱۳۷۹. بررسی اقتصادی کاربرد آبیاری قطره‌ای در باغات پسته (رفسنجان) مجله علوم آب و خاک، جلد ۱۴ ، شماره ۱، ص. ۹۲-۸۱.

زراعی، ق. ۱۳۸۲. آبیاری زیر سطحی سفالی راهکاری موثر برای هم‌زیستی با خشک‌سالی. مجله خشکی و خشک‌سالی کشاورزی، شماره ۸، ص. ۲۵-۱۵.

سیاری، ن. ۱۳۸۴. بررسی توزیع شوری در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در باغات پسته رفسنجان. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۸۰ صفحه.

شالهاوت، ژ. ۱۳۸۲. (جواهری، پ.، مترجم). آبیاری و شوری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ، تهران وزارت نیرو.

صفری کمال آبادی، ح. ۱۳۸۳. راهکارهای مقابله با بحران آب با استفاده از روش آبیاری تحت فشار در باغ‌های پسته کرمان. مجله خشکی و خشک‌سالی کشاورزی شماره ۱۳۳، ص: ۶۱-۵۷.

عابدی، م. ج.، ابراهیمی بیرنگ، ن.، مهردادی، ن.، نیریزی، س.، ماهرانی، م.، خالدی، ه. و چراغی، ع. م. ۱۳۸۱. استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ، تهران ،۲۲۴صفحه.

فرشی، ع. ا.، سیادت، ح.، دربندی، ص.، انتصاری، م.، خیرابی، ج.، میرلطفی، م.، سلامت، ع. و سادات میرایی، م. ح. ۱۳۸۲. مدیریت آب آبیاری در مزرعه. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۱۵۷صفحه.

Amali, S., Rolston, D. E., Fulton, A. E., Hanson, B. R., Phene, C. J. and Oster, J. D. 1999. Soil water variability under subsurface drip irrigation and furrow irrigation. Irrigation Science.17(4): 151-155.

Battam, M. B., Sutton, B. G. and Boughton, D. G. 2003. Soil pits as a simple design aid for subsurface drip irrigation system. Irrigation Science. 22: 135-141.

Ben-Gal, A., Lazorovitch, N. and Shani, U. 2004. Subsurface Drip Irrigation in Gravel-Filled Cavities. Vadose Zone Journal 3:1407-1413.

Caldwell, D. S., Spurgeon, W. E. and Manges, H. L. 1994. Frequency of irrigation for subsurface drip-irrigated corn. Trans. ASAE. 37(40): 1099-1103.

Cote, C. M., Bristow, P. B., Charlesworth, F. J., Cook and Thorburn, P. T. 2003. Analysis of soil wetting and solute transport in subsurface drip trickle irrigation. Irrigation Science. 22: 143-156.

Detar, W. R. 2004. Using a subsurface drip irrigation system to measure crop water use. Irrigation Science. 23: 111-122.

Enciso, J., Warren, M., Scott, R., Sturtz, S. and Quigg, R. 2003. Salinity management with pressurized irrigation systems and deficit irrigation conditions. The Texas A & M University. U. S. Department of Agriculture, and the County Commissioners Courts of Texas Cooperating.

Lamm, F. R. and Trooien, T. P. 2003. Subsurface drip irrigation for corn production: A review of 10 years of research in Kansas Irrigation Science. 22: 195-200.

Oron, G., Demalach, Y., Gillerman, L., David, I. and Raco, V. P. 1999. Improved saline water under subsurface drip irrigation. Agricultural. Water Managment. 39(1): 19-33.

Phene, C. J., Davis, K. R., Hutmacher, R.B., Bar-Yosef, B. and Meek, D. W. 1990. Effect of high frequency surface and subsurface drip irrigation on root distribution of sweet corn Irrigation Science. 12: 135-140.

Plaut, Z., Carmi, A. and Grava, A. 1996. Cotton root and shoot response to subsurface drip irrigation and partial wetting of the upper soil profile Irrigation Science. 16: 107-113.

Suarez, E., Choi, C. Y., Waller, P.M. and Kopec, D.M. 2000. Comparison of subsurface drip irrigation and sprinkler irrigation for grass turf in Arizona. Trans. ASAE. 43(3): 631-640.

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

Wilcox, L. V. and Reseh, W.F.1970. Salt balance and leaching requirement in irrigated lands. USDA, Tech. Bull, 1290, 23p.

---

www.SID.ir

Archive of SID

Zoldoske, D. 1999. Subsurface drip irrigation (SDI) on turfgrass: A university experience. International Water& Irrigation Review. 19(1): 18-19.

---

www.SID.ir

Archive of SID

Soil Moisture Distribution under Subsurface Drip Irrigation Systems in Pistachio Gardens (case study: Rafsanjan lands with Saline Water)

Sayari[1], N., Ghahraman[2], B. and Davari[3], K.

Abstract

Subsurface drip irrigation is a low- pressure, low water volume irrigation systems that uses various types of drip tubes buried below the soil surface. The applied water moves by soil matrix suction, wich eliminates ponding and the negative effects of surface infiltration. The broad lateral speard of water throughout the soil profile maximizes the wetted root zone volume and minimizes water loss through percolation. To study the distribution of water level in soil in subsurface drip irrigation system, an experiment was conducted with two installation depths (30 and 60 cm) and three sampling of depths (0-30, 30-60 and 60-90 cm), and three sampling of distances (0, 100 and 200 cm) in Mohammadabad farm with pistachio trees, located around the city of Rafsanjan. The experimental design was a split plot with three replications. The experimental results indicated that the distribution of water around emmiters depends on laterals depth and soil type. Histograms of partial variation of soil moisture indicated that the moisture remained high below the buried laterals depth. Significant difference for moisture was found under different sampling depth. High and low moisture content were 12.79 and 8.45 for depths 60-90 and 0-30 cm, repectively. The depth of wetting was smaller for depth 30 cm than 60 cm. We propose depth 60 cm for buried depth for laterals, and the reasons are belived to higher maintance moisture and increase water available for crop and less salt accumlation.

Keywords: Subsurface drip irrigation, Moisture, Pistachio, Volume wetting, Solutes

1. Former Graduate Student of Irrigation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad
2 & 3. Associate Professor and Assistant Professor of Irrigation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad

---

www.SID.ir