تأثیر روش‌های آبیاری کوزه‌ای، قطره‌ای ثقلی و قطره‌ای نواری بر توزیع رطوبت در خاک ماسه‌ای زیر کشت گیاه هندوانه

مجید عرب‌فرد*، علی شاهنظری و میرخالق ضیاءتبار احمدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۲۹)

چکیده

در پژوهش حاضر توزیع رطوبت در خاک ماسه‌ای تحت‌تأثیر تیمارهای روش آبیاری (کوزه‌ای، قطره‌ای و قطره‌ای نواری) با فشارهای ثقلی معادل ۰/۵، ۱/۵ و۳ متر در شرایط کشت هندوانه ارزیابی شد. رطوبت در اعماق مختلف و در دو فاصله ۵ و ۲۰ سانتی‌متری از گیاه با دستگاه TDR اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد که هر چند با روش آبیاری کوزه‌ای می‌توان رطوبت اعماق مختلف خاک را تا حد ۱۶ درصد به‌صورت ثابت نگه داشت، لیکن بیشترین درصد رطوبت در عمق‌های ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر تیمار آبیاری قطره‌ای ثقلی و کمترین آن نیز در آبیاری کوزه‌ای اتفاق افتاد. در آبیاری‌های قطره‌ای با استفاده از فشارهای ثقلی ضمن تعدیل رطوبت خاک بین ۱۵ تا ۲۲ درصد، می‌توان با انتخاب دور آبیاری قطع و وصلی، رطوبت در زمان‌های مختلف آبیاری را در محدوده ثابتی نگه داشت. بنابراین ضمن اثبات امکان کاربرد آبیاری قطره‌ای با استفاده از حداقل فشار آبیاری موجود در بیشتر اراضی کشاورزی (۰/۵ متر)، با کاربرد آبیاری کوزه‌ای می‌توان رطوبت خاک ماسه‌ای را در حد ثابت نگه داشت و از این خاک برای کشت گیاهان مثمر مانند هندوانه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری موضعی، پیاز رطوبتی، خاک سبک، فشار ثقلی آب

۱. گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
*: مسئول مکاتبات: majidarabfard@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در دهه اخیر سعی شده که با معرفی سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی، برخی از مشکلات آبیاری قطره‌ای متداول، همچون هزینه‌های اولیه و جاری نسبتاً زیاد و مشکلات بهره‌برداری مرتفع شود. این سیستم ضمن قابلیت استفاده در فضاهای کوچک، برای اراضی حداکثر تا ۱۰۰ هکتار به فشار بسیار کم (بین یک تا سه متر) نیاز دارد (۱ و ۱۸).

در پژوهشی از قطره‌چکان‌های معمول مورد استفاده در آبیاری قطره‌ای و با اعمال فشار ستون آب یک متر برای آبیاری گیاه داروئی شمعدانی عطری استفاده و مشاهده شد که آبیاری قطره‌ای ثقلی در مقایسه با آبیاری کوزه‌ای و شیاری، بیشترین راندمان تولید را دارد (۷). همچنین در پژوهشی با بررسی ویژگی‌های هیدرولیکی تعدادی از قطره‌چکان‌ها در محدوده فشارهای ثقلی مشخص شد که قطره‌چکان‌های میکروفلاپر (Microflapper) و بیشتر قطره‌چکان‌های ثقلی (با نام تجاری GDI، Gravity Drip Irrigation) حتی در حداقل فشار آزمایش (۰/۵ متر آب) نیز خروجی آب داشتند و در مواردی که قطره‌چکان‌های GDI خروجی نداشت این مشکل به‌راحتی قابل حل بود، درحالی که رفع چنین مشکلی در سایر قطره‌چکان‌ها امکان‌پذیر نبود (۸). در پژوهش دیگری قطره‌چکان مناسب آبیاری قطره‌ای ثقلی طوری طراحی شد که یک متر از لوله‌های اسپاگتی با قطر اسمی شش میلی‌متر بریده شد و سوراخ‌هایی در دو سانتی‌متری انتهای مسدود شده لوله ایجاد و مشاهده شد که ضریب یکنواختی دبی روزنه‌ها با افزایش قطر روزنه‌ها بیشتر شد (۵). مطالعه موردی سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی کشت و صنعت مگسال قزوین نیز نشان‌دهنده تفاوت قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌های اجرایی در مقیاس مزرعه‌ای بین دو سیستم آبیاری قطره‌ای معمولی و آبیاری قطره‌ای کم‌فشار بود (۶). در پژوهشی دیگر، نتایج مقایسه آبیاری قطره‌ای ثقلی با آبیاری سطحی نشان داد آبیاری قطره‌ای با مقدار آب مصرفی کمتر دارای کارایی مصرف آب بیشتری بود (۱۶).

ویژگی‌های اقلیمی ایران، باعث رویکرد نیاکان ما به سیستم آبیاری کوزه‌ای در مناطق کویری شده است (۳، ۴، ۱۴ و ۱۵). تاکنون اطلاعات دقیق و مدونی از آبیاری کوزه‌ای به‌عنوان یک تکنیک آبیاری شناخته‌شده، پیدا نشده است. به‌تازگی پژوهشگران برای شناخت ویژگی‌های این روش و به‌روزکردن و معرفی آن به‌عنوان راهی برای سازگاری با مشکل کم‌آبی و افزایش کارایی مصرف آب مطالعاتی انجام داده‌اند. در پژوهشی میزان مصرف آب و عملکرد دو گیاه جالیزی هندوانه و خیار با دو روش آبیاری سطحی جویچه‌ای و زیرسطحی کوزه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بررسی شد. در این پژوهش، افزایش عملکرد در روش کوزه‌ای نسبت به روش جویچه‌ای برای هندوانه حدود ۱۰ درصد و برای خیار حدود ۲۵ درصد برآورد شد، درحالی که میزان مصرف آب در آبیاری کوزه‌ای برای هر دو گیاه هندوانه و خیار حدود یک چهارم روش آبیاری جویچه‌ای برآورد شد (۱۳). در پژوهش دیگری، بررسی نقش فشار آب در دبی خروجی از کوزه‌های رسی نشان داد که رابطه دبی فشار در آبیاری کوزه‌ای از قانون دارسی تبعیت می‌کند (۲). با معرفی کپسول‌های رسی با ویژگی آبدهی بیشتر از قطعات سفالی (کوزه) معمول و با قابلیت اتصال به لوله‌های پلی‌اتیلن قابل استفاده در آبیاری قطره‌ای، گام بلندی در زمینه توسعه کاربرد آبیاری کوزه‌ای برداشته شد (۹). در پاکستان نیز مشاهده شد که روش آبیاری کوزه‌ای در مقایسه با آبیاری شیاری، به‌میزان ۷۵/۴ درصد و در مقایسه با آبیاری با لوله پلی‌اتیلن به میزان ۲۶/۵ درصد در صرفه‌جویی آب مؤثر بوده است (۱۷). نتایج مطالعه‌ای با موضوع بررسی پارامترهای مؤثر بر میزان نشت آب از کوزه‌هایی با ضخامت دیواره متفاوت، نشان داد موفقیت آبیاری کوزه‌ای به‌طور کامل به میزان نشت از دیواره‌های کوزه بستگی دارد (۱۹).

از آنجا که خاک‌های ماسه‌ای دشت کویر (موسوم به ماسه بادی) همواره به‌عنوان چالشی در حاشیه شهرها مطرح بوده است (۱۲)، در تحقیقی به بررسی سازگاری گونه‌های درختی در جنگل‌کاری و آبیاری آنها به دو روش قطره‌ای و کوزه‌ای اشاره شده و یکی از راهکارهای سازگاری با پدیده شن‌های روان، کاشت درختچه‌های غیر مثمر عنوان شده است (۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شروع کشت

Cu	Mn	Zn	Fe	K	P	Silt	Clay	Sand	OC	N	PWP	FC	EC	pH	Ks
(mg/kg)						(%)							(dS/m)		(cm/d)
۱/۴	۳/۲	۲/۴	۳/۹	۹۲	۰	۶	۱۳	۸۱	۰	۰	۱۱/۵	/۸	۵/۱	۸	۲۳۳

با توجه به آنکه هندوانه به‌عنوان یکی از محصولات با نیاز آبی بالا در کشاورزی محسوب می‌شود و احتیاج به یک فصل رشد طولانی و عاری از یخبندان با درجه حرارت‌های نسبتاً بالا داشته و خاک‌های سبک‌تر را بهتر می‌پسندد (۱۰)، بدین ترتیب با بررسی امکان آبیاری به روش قطره‌ای و نیز امکان استفاده از خاک ماسه‌ای در کشت هندوانه به‌عنوان یکی از گیاهان مثمر، از این گیاه در این پژوهش استفاده شده است.

پژوهش حاضر از یک طرف با توجه به نقصان شناخت عوامل مؤثر در میزان نشت و نحوه توزیع رطوبت در خاک اطراف کوزه و از طرف دیگر با هدف بررسی ویژگی‌های پروفیل رطوبت در خاک ماسه‌ای تحت آبیاری به‌روش موضعی، شکل گرفت. در این پژوهش با کاربرد سه روش آبیاری کوزه‌ای، آبیاری قطره‌ای نواری (Tape) وآبیاری قطره‌ای ثقلی با اعمال فشار آبیاری در محدوده فشارهای ثقلی به‌عنوان روش‌های آبیاری موضعی با دبی کم و دارای قابلیت تأخیر در نفوذ آب، نحوه توزیع رطوبت در پروفیل خاک ماسه‌ای بررسی شده است. به‌منظورکاهش نقش انرژی مصرفی در فعالیت‌های اقتصادی و نیز با توجه به تأثیری که عامل فشار آب می‌تواند در میزان دبی خروجی در روش‌های آبیاری موضعی داشته باشد، کارایی سه روش آبیاری موضعی ذکر شده در خاک ماسه‌ای با آبیاری در محدوده فشارهای ثقلی، بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در فاصله زمانی بین فروردین تا تیر ماه ۱۳۹۵، در قسمتی از اراضی زراعی شرکت جهاد تعاون وابسته به سپاه ناحیه کاشان انجام شد. در این مطالعه، مزرعه‌ای با خاک ماسه‌ای در محدوده دریاچه نمک واقع در فصل مشترک شهرستان کاشان و شهر آران و بیدگل، در عرض جغرافیایی "۴۹'۵۹°۳۳ شمالی و طول جغرافیایی "۱۲'۲۸°۵۱ شرقی به‌منظور کشت هندوانه محلی منطقه سنبک شهر آران و بیدگل انتخاب شد. مواد غذایی خاک ماسه‌ای دشت کویر نیز با استفاده از کودهای حیوانی (طبق عرف محلی) و کود شیمیایی محلول در آب افزایش یافت.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله بافت، شوری و اسیدیته عصاره اشباع و عناصر غذایی موجود در عمق سطحی نمونه خاک در ابتدای دوره کشت در جدول (۱) نشان داده شده است. مطابق این جدول و با توجه به درصد ذرات تشکیل دهنده خاک، خاک منطقه در گروه خاک‌های لومی ماسه‌ای قرار می‌گیرد.

طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی شامل سه تیمار اصلی روش آبیاری موضعی و سه تیمار فرعی فشار آبیاری (در مجموع ۹ تیمار) با سه تکرار به‌کار گرفته شد. در منطقه اطراف طرح، با روش‌هایی همچون نصب نایلون در کف شیار و یا اختلاط کود حیوانی، اثرات نامطلوب نفوذ در آبیاری شیاری خاک شنی (ماسه بادی) را خنثی می‌کنند. در این پژوهش از اختلاط کود حیوانی بدین منظور استفاده شد.

در هر ردیف کشت ۱۲ بوته با فاصله یک متر روی ردیف و سه متر بین ردیف، در زمینی به مساحت ۱۰۸۰ (۳۰ × ۳۶) مترمربع کشت شد. برای اعمال فشارهای مختلف ستون آب (معادل ۰/۵، ۱/۵ و ۳ متر) در روش‌های آبیاری مورد مطالعه (آبیاری قطره‌ای ثقلی، قطره‌ای نواری و کوزه‌ای) از پلکان چوبی چهار متری با قابلیت نصب سه ردیف مخزن (۸۰ لیتری) آب ثانویه استفاده شد (شکل ۱). به‌دلیل اختلاف ارتفاع موجود بین حوضچه ذخیره و مخازن ثانویه، برای انتقال آب از یک دستگاه

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱. سکوی تأمین فشار در تیمارهای آبیاری

شکل ۲. نحوه استقرار کپسول‌های رسی در پژوهش

الکتروپمپ استفاده شد. بر اساس محاسبات اولیه و به‌منظور مدیریت آبیاری در خاک ماسه‌ای، از دور آبیاری قطع و وصلی (دور آبیاری کمتر از روزانه و به‌صورت ساعتی) استفاده شد، بنابراین سیستم قطع و وصل جریان الکتروپمپ با استفاده از تایمر مناسب به‌گونه‌ای تنظیم شد که قابلیت روشن و خاموش شدن الکتروپمپ با برنامه‌ریزی به‌دقت دقیقه وجود داشته باشد.

در تیمار آبیاری کوزه‌ای برای هر گیاه از یک عدد کپسول رسی به طول ۲۰ سانتی‌متر، قطر داخلی ۱/۵ سانتی‌متر و ضخامت جداره ۰/۵ سانتی‌متر با آرایش نصب روی خط (on line) که به‌صورت افقی در سطح خاک و بالای بذر نصب شد (شکل ۲) استفاده شد. برای کاهش تأثیر تابش مستقیم خورشید روی کپسول، پس از تعبیه کپسول روی سطح زمین، سطح کپسول با خاک محل پوشانیده شد.

در تیمار آبیاری قطره‌ای ثقلی برای هر گیاه دو عدد درپیر ثقلی (GDI) با فاصله ۲۰ سانتی‌متر تخصیص داده شد. در آبیاری قطره‌ای نواری نیز از نوارهایی با فاصله خروجی ۱۰ سانتی‌متر استفاده شد. به‌دلیل لزوم فیلتراسیون آب به‌ویژه درباره آب مصرفی تیمارهای آبیاری کوزه‌ای و قطره‌ای نواری (به‌دلیل قطر کم منافذ)، یک دستگاه فیلتر توری ۲ اینچ ۲۵ سانت به‌عنوان آخرین جزء تأسیسات فیلتراسیون مورد استفاده در شبکه‌های آبیاری قطره‌ای، برای انجام عملیات تصفیه فیزیکی آب مورد استفاده نصب شد. عملیات شستشو و تمیز کردن این فیلتر نیز به‌طور معمول هر هفته دوبار انجام شد.

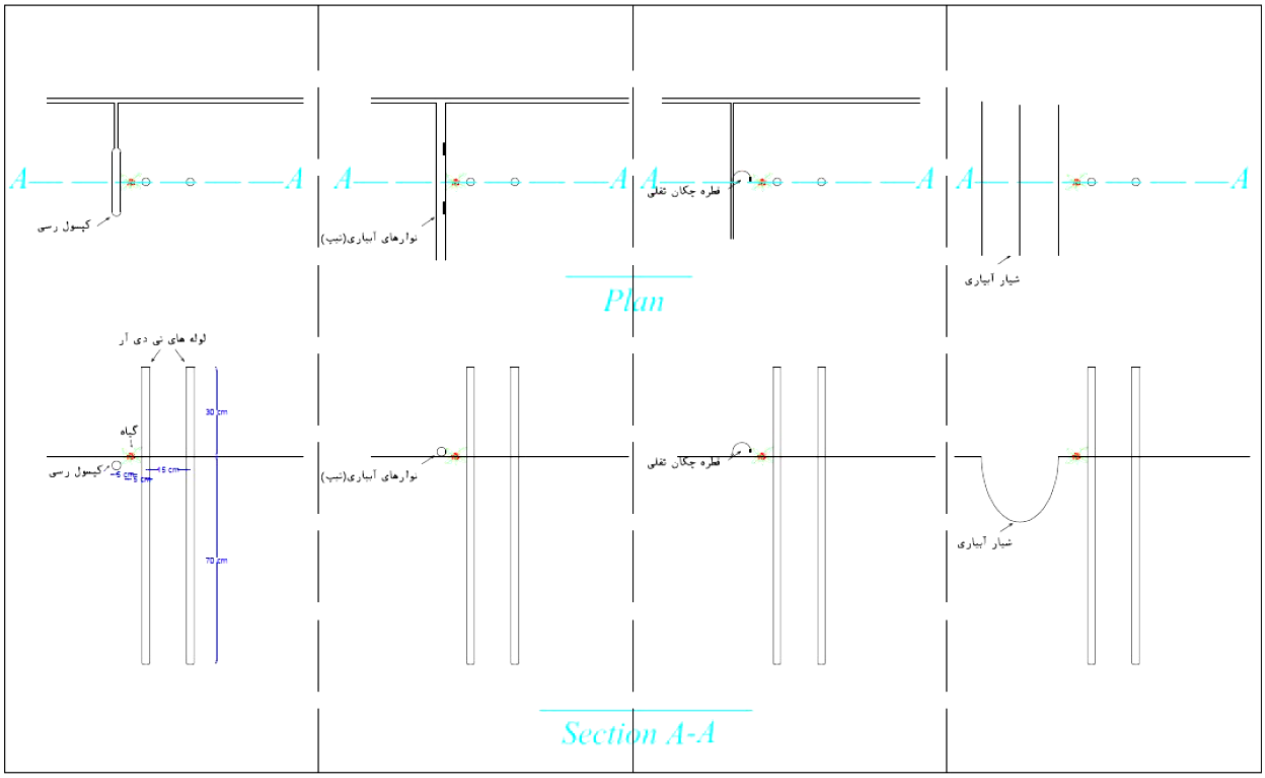
در این مطالعه، رطوبت خاک با تعبیه لوله‌های TDR تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک در اعماق ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متری، اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب اندازه‌گیری رطوبت خاک در تیمارهای آبیاری قطره‌ای ثقلی و قطره‌ای نواری کوزه‌ای هر کدام با فشار استاتیک آبیاری معادل سه متر، انجام شد. برای این کار در هر یک از شش تیمار فوق‌الذکر و در مجاورت بوته سوم هر ردیف، دو عدد لوله TDR نصب شد. موقعیت نصب این لوله‌ها مطابق شکل (۳) بوده است. لوله اول در فاصله ۵ سانتی‌متر از بذر و لوله دوم در فاصله ۱۵ سانتی‌متر از لوله اول (فاصله ۲۰ سانتی‌متری بذر) قرار گرفت. داده‌های رطوبت در روزهای دوشنبه و جمعه هر هفته در طول دوره مورد مطالعه بین ساعات ۱۰ الی ۱۶ قرائت شد. با توجه به اعداد اندازه‌گیری‌شده رطوبت در اعماق مختلف، نحوه توزیع افقی و عمودی رطوبت در هر یک از تیمارها مشخص شد. به‌کمک داده‌های رطوبت، کمبود رطوبت محاسبه شد. همچنین میزان نیاز آبی گیاه در حد فاصل بین دو آبیاری با استفاده از معادله (۱) به‌دست آمد (۱۱).

$$ET_c = \frac{\left(IR - \left(S_2 - S_1\right) - DB\right) \times 1000}{t} \qquad (1)$$

در این معادله، ET_c: تبخیر تعرق واقعی متوسط روزانه، IR: مقدار آب آبیاری (مجموع تغییرات رطوبت در اعماق مختلف خاک در دو مرحله زمانی قبل و بعد آبیاری)، S_2: مقدار آب ذخیره شده در لایه‌های خاک قبل از آبیاری، S_1: مقدار آب ذخیره‌شده در لایه‌های خاک در زمان آبیاری قبلی، DB: عمق آب نفوذیافته از انتهای لایه مورد نظر بعد از آبیاری و t: تعداد روزهای بین دو آبیاری است. پس از تعیین نیاز آبی، دور آبیاری متناسب با هر یک از روش‌های آبیاری محاسبه و اعمال شد. با

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. موقعیت نصب لوله‌های مخصوص قرائت رطوبت

جدول ۲. تبخیر تعرق واقعی هندوانه در روزهای مختلف دوره رشد

تعداد روزهای پس از کشت	۴۵	۵۶	۵۹	۶۳	۶۶	۷۰	۷۳	۷۷	۸۰	۸۴	۸۷	۹۱
تبخیر تعرق (mm/day)	۶/۶	۶/۶	۶/۷	۶/۶	۶/۶	۶/۸	۶/۸	۶/۶	۶/۹	۸/۰	۷/۷	۷/۷

توجه به استفاده از تشت‌های آب به‌عنوان مخازن ثانویه به حجم مفید ۸۰ لیتر در هر یک از تیمارهای آبیاری موضعی ثقلی، دور آبیاری مناسب بر اساس حجم کل آب مورد نیاز در هر آبیاری اعمال شد. در تیمار شاهد هم با توجه به تأمین آب به‌کمک پمپ با دبی یک لیتر در ثانیه، زمان آبیاری به‌گونه‌ای منظور شد که نیاز آبی دور آبیاری تأمین شود. بدین ترتیب حجم آبیاری مورد نیاز برای هر بار آبیاری و در مجموع حجم آب هر یک از تیمارها در طی دوره رشد محاسبه شد.

بحث و نتایج

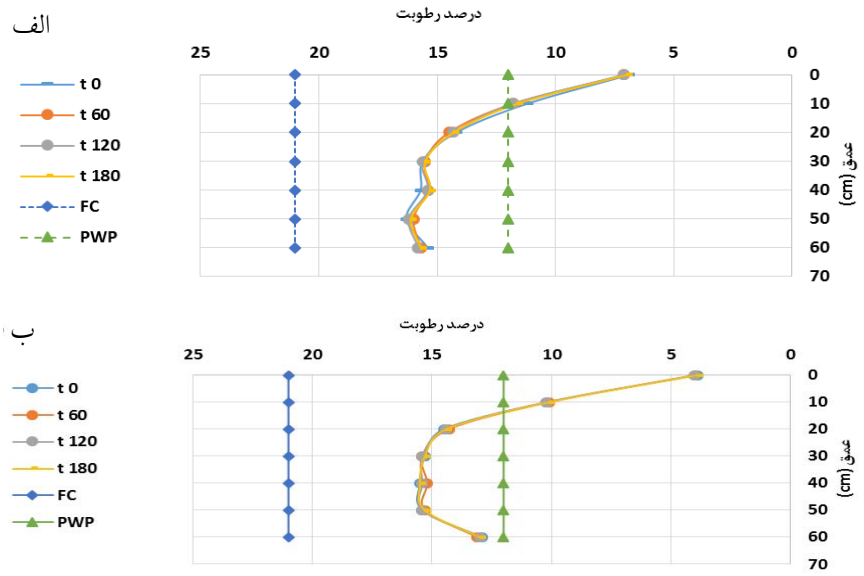
از آنجا که اولین قدم در برنامه‌ریزی آبیاری هر محصول، محاسبه نیاز آبی و تعیین حجم آب مورد نیاز آبیاری در یک دوره زمانی خاص است، در این پژوهش با استفاده از داده‌های رطوبت خاک در فاصله بین دو آبیاری، میزان تبخیر- تعرق واقعی گیاه هندوانه بر اساس فرمول (۱) و مطابق جدول (۲) به‌دست آمد.

با توجه به نصب لوله‌های TDR در دو فاصله ۵ و ۲۰ سانتی‌متری از بذر در فشارهای مختلف ستون آب، امکان بررسی نقش فشار آب در گسترش شعاع رطوبت آبیاری کوزه‌ای میسر شد.

شکل (۴) نشان‌دهنده داده‌های رطوبت در فواصل زمانی مختلف (بر حسب دقیقه) از شروع آبیاری و در اعماق مختلف

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. منحنی نمونه تغییرات مکانی و زمانی رطوبت در آبیاری کوزه‌ای در فاصله الف) ۵ سانتی‌متری و ب) ۲۰ سانتی‌متری بذر با فشار ستون آب ۳۰۰ سانتی‌متر

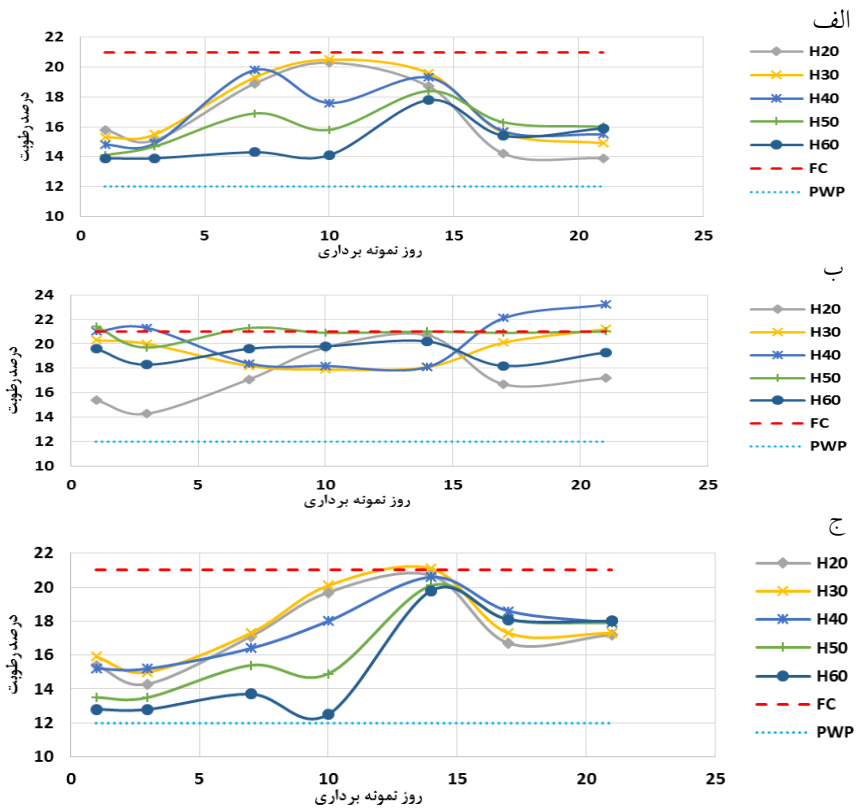
خاک در دو فاصله ۵ و ۲۰ سانتی‌متر از محور ریشه، در مقایسه با مقادیر FC و PWP است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، انطباق منحنی‌های رطوبت در زمان‌های مختلف آبیاری، نشان از یکنواختی زمانی رطوبت ناشی از آبیاری کوزه‌ای در طی دوره رشد را دارد. با توجه به نتایج حاصله، رطوبت خاک ناشی از آبیاری کوزه‌ای در طول دوره رشد و در فواصل ۵ و ۲۰ سانتی‌متری بذر در حد ۱۶ درصد ثابت نگه داشته شده است. بنابر نتایج حاصل از تفسیر منحنی ۳ در آبیاری کوزه‌ای، رطوبت در طی مدت زمان دور آبیاری تا عمق مؤثر۵۰ سانتی‌متر در حد ۱۶ درصد ثابت بوده است که این ثبات شرایط رطوبتی، در عملکرد محصول تأثیرگذار است. به همین ترتیب همان‌گونه که در شکل (۴) نشان داده شده است، در هر فشار آبیاری با افزایش فاصله افقی از کوزه، درصد رطوبت اعماق مختلف خاک کاهش یافته است. یکنواختی رطوبت تا عمق ۵۰ سانتی‌متری نشان از توزیع مناسب آب آبیاری دارد لیکن در اعماق بعد از ۵۰ سانتی‌متر به‌دلیل جذب آب توسط ریشه در عمق‌های بالاتر، از درصد رطوبت خاک کاسته شده است.

بدین ترتیب بر اساس نتایج و به‌دلیل سبک بودن بافت و بالا بودن سرعت نفوذ عمودی آب در خاک، با افزایش فشار ستون آب و در نتیجه افزایش دبی خروجی از تیمارها، تأثیر عمده‌ای در افزایش شعاع افقی رطوبت در خاک ماسه‌ای به‌وجود نیامده است.

اشکال (۵) و (۶) به‌ترتیب مربوط به اعداد قرائت‌شده از TDR نصب‌شده در فواصل ۵ و ۲۰ سانتی‌متری از بذر هستند. در این اشکال تغییرات رطوبت در اعماق مختلف خاک طی دوره رشد تا محدوده شعاع رطوبتی ۲۰ سانتی‌متری و تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در طی هر سیکل آبیاری، در تیمارهای روش آبیاری موضعی در فشار ۳۰۰ سانتی‌متر آب نشان داده شده است. بر اساس این شکل‌ها در آبیاری قطره‌ای ثقلی و قطره‌ای نواری با استفاده از فشارهای ثقلی، می‌توان ضمن تعدیل رطوبت خاک بین ۱۵ تا ۲۲ درصد در محدوده پیاز رطوبتی، با انتخاب دور آبیاری قطع و وصلی، رطوبت خاک ماسه‌ای در زمان‌های مختلف آبیاری را در یک محدوده مناسب ثابت نگه داشت. مقایسه دو شکل (۵) و (۶) نشان می‌دهد که درصد رطوبت در آبیاری‌های موضعی مورد مطالعه و در فاصله ۵ سانتی‌متری بذر کمی بیش از درصد رطوبت در فاصله ۲۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. تغییرات رطوبت اعماق مختلف خاک طی دوره نمونه‌برداری در فاصله پنج سانتی‌متری بذر در تیمارهای روش الف) آبیاری کوزه‌ای، ب) قطره‌ای ثقلی و ج) قطره‌ای نواری در فشار ستون آب ۳۰۰ سانتی‌متر

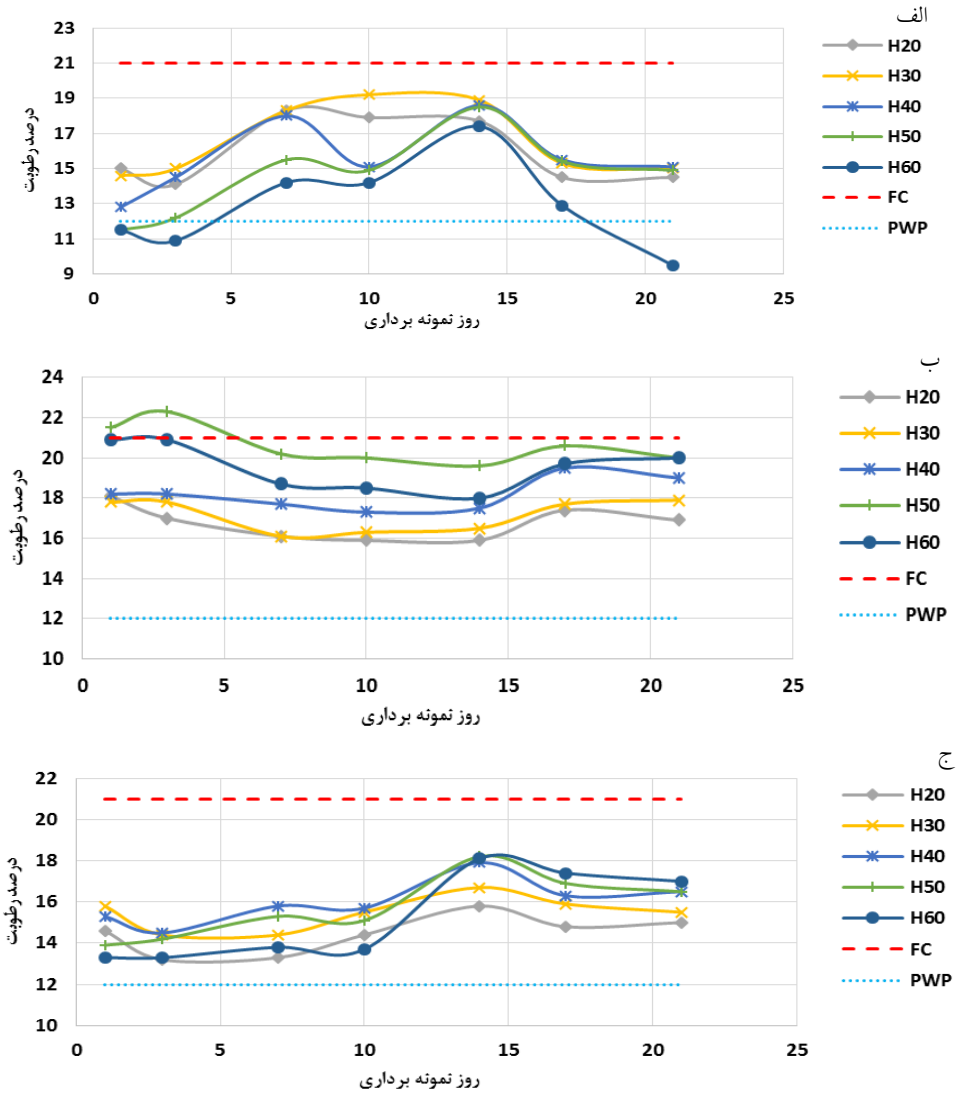
جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس درصد رطوبت در موقعیت پنج سانتی‌متری گیاه در تیمارهای مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع	میانگین	مقدار F
درصد رطوبت	۶	۱۹۹۷/۷	۳۳۲/۹	۱۸۴/۲
تیمار	۵	۴۶۲/۳	۹۲/۵	۵۱/۲
تیمار × درصد	۳۰	۲۸۶/۲	۹/۵	۵/۳
خطا	۱۲۶	۲۲۷/۷	۱/۸	

سانتی‌متری است. در اعماق نزدیک به سطح خاک (تا عمق ۱۰ سانتی‌متری) نیز به‌دلیل تأثیر عوامل جوی، درصد رطوبت تفاوت قابل ملاحظه‌ای با دیگر اعماق خاک دارد. همچنین در دو روش آبیاری قطره‌ای ثقلی و قطره‌ای نواری نظم خاصی در منحنی‌های رطوبتی در اعماق مختلف خاک و در زمان‌های مختلف دور آبیاری مشهود است که این عامل به همراه درصد رطوبت بیشتر نسبت به روش آبیاری کوزه‌ای (متوسط ۲۰ درصد در مقابل ۱۶ درصد)، شرایط را برای تأمین راحت‌تر نیاز آبی گیاه فراهم می‌کند. همچنین بر اساس آنالیز آماری داده‌های رطوبت با استفاده از نرم افزار SPSS که نمونه‌ای از نتایج مربوطه در جدول (۳) ارائه شده، مشخص شد که در موقعیت ۵ سانتی‌متر و همینطور ۲۰ سانتی‌متری گیاه، بین تیمارهای مختلف، از نظر درصد رطوبت در اعماق مختلف خاک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد. بیشترین درصد رطوبت در تیمار آبیاری قطره‌ای ثقلی و در عمق‌های ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر مشاهده شد. کمترین مقدار رطوبت نیز در

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. تغییرات رطوبت اعماق مختلف خاک طی دوره نمونه‌برداری در فاصله ۲۰ سانتی‌متری بذر در تیمارهای روش آبیاری الف) کوزه‌ای، ب) قطره‌ای ثقلی و ج) قطره‌ای نواری در فشار ستون آب ۳۰۰ سانتی‌متر

تیمار آبیاری کوزه‌ای (در فشار آب ۵۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر) و در سطح خاک اتفاق افتاده است. بنابر نتایج این آنالیز در آبیاری کوزه‌ای، استفاده از بیشترین فشار آبیاری قابل توصیه است. در ضمن از بین روش‌های آبیاری موضعی (تحت فشار ثقلی) مورد استفاده در این پژوهش، آبیاری قطره‌ای ثقلی به‌دلیل تأمین درصد رطوبت بیشتر در محدوده پیاز رطوبت به‌ویژه در اعماق ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر که محدوده نهایی توسعه ریشه خواهد بود، قابل توصیه است.

در این پژوهش بر اساس نتایج جدول (۴) نسبت آب مصرفی به عملکرد در تیمارهای جوی و پشته، کوزه‌ای، قطره‌ای نواری و قطره‌ای ثقلی به‌ترتیب ۱/۱۸، ۵/۵۵، ۰/۹ و ۰/۵۹ مترمکعب بر کیلوگرم بوده است. همچنین با توجه به میزان آب مصرفی برای هر یک از تیمارهای بالا که به‌ترتیب معادل ۱۴۵۲۸۶، ۲۱۹۹۸۵، ۲۱۹۹۸۵ و ۲۱۹۹۸۵ لیتر بود، به‌ازای هر کیلوگرم هندوانه تولیدی در روش آبیاری قطره‌ای ثقلی و قطره‌ای نواری نسبت به روش آبیاری متداول موجود در منطقه (روش آبیاری جوی و پشته)، آب مصرفی به‌ترتیب ۴۹/۷ و ۲۳/۴ درصد کاهش یافته است درحالی که در آبیاری کوزه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج بهره‌وری آب آبیاری در تیمارهای روش آبیاری

شرح	تیمار		
	کوزه‌ای	قطره‌ای نواری	قطره‌ای ثقلی
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۱۲۲۴	۷۵۲۷	۱۱۴۵۷
آب مصرفی در هکتار (مترمکعب)	۶۷۹۰	۶۷۹۰	۶۷۹۰
شاخص بهره‌وری آب آبیاری برای عملکرد (کیلوگرم عملکرد به‌ازای مترمکعب آب مصرفی در هکتار)	^{c}۰/۱۸	^{b}۱/۱	^{a}۱/۶۹
نسبت آب مصرفی به عملکرد (مترمکعب آب مصرفی به‌ازای کیلوگرم محصول تولیدی)	۵/۵۵	۰/۹	۰/۵۹
درصد کاهش یا افزایش آب مصرفی نسبت به تیمار شاهد به‌ازای یک کیلوگرم گیاه تولیدی	+۳۷۱/۲	−۲۳/۴	−۴۹/۷

شکل ۷. موقعیت پیشنهادی برای استقرارکپسول‌ها به‌صورت آرایش داخل خط (In Line)

به‌ازای هر کیلوگرم هندوانه تولیدی نسبت به روش آبیاری جوی و پشته، آب مصرفی به‌میزان ۳۷۱/۲ درصد افزایش یافته است. بنابراین می‌توان گفت مطابق این جدول تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای روش آبیاری از نظر شاخص بهره‌وری آب وجود داشته است به گونه‌ای که آبیاری قطره‌ای ثقلی در بین این چهار روش آبیاری بالاترین میزان شاخص بهره‌وری آب آبیاری را دارا است.

در پژوهش کنام و پاترا نیز آبیاری قطره‌ای ثقلی در مقایسه با آبیاری سطحی با کم‌ترین مقدار آب مصرفی بیشترین کارایی مصرف آب را داشت و باعث ذخیره‌سازی بیشتر آب در خاک و صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی شد (۱۶).

همان‌طور که در شکل (۶) مشخص است در انتهای هفته دوم اندازه‌گیری، میزان رطوبت در خاک کوزه‌ای کاهش یافت. پس از بررسی مشخص شد که در برخی از کوزه‌ها گرفتگی اتفاق افتاده است زیرا در اتصال کپسول‌های رسی به لوله لترال آبیاری به‌صورت آرایش On Line (مطابق شکل ۲) امکان شستشو وجود نداشت. با در نظر گرفتن شرایط لازم برای برقراری امکان شستشوی داخلی کپسول‌های رسی، راهکاری که در این قسمت می‌توان پیشنهاد کرد، تغییر در نحوه اتصال (و استقرار) کپسول‌های رسی به لوله لترال با آرایش داخل خط In (Line) است (شکل ۷).

در این تغییر پیشنهادی، کپسول رسی به‌صورت داخل خط (in line) در مسیر لترال قرار می‌گیرد و جریان آب از یک سمت وارد کپسول و از سمت دیگر خارج می‌شود. در این شرایط، علاوه بر آنکه کپسول مورد نظر وظیفه اصلی خود یعنی تراوش را عهده‌دار خواهد بود، در صورت نیاز به اسیدشویی، پس از انحلال اسید با آب و در نظر گرفتن زمان مانند کافی محلول آب و اسید در مسیر جریان برای شستشوی رسوبات، می‌توان از طریق باز کردن مسیر انتهای لترال، نسبت به تخلیه قسمت اعظم محلول موجود اقدام کرد و آن را به مکانی خارج از محدوده فعالیت ریشه (در انتهای ردیف آبیاری) منتقل کرد تا بدین ترتیب کمترین تأثیر اسید بر فعالیت فیزیولوژیکی گیاه به‌وجود آید. کارکرد مناسب سیستم‌های آبیاری موضعی مورد مطالعه در محدوده فشارهای ثقلی (۰/۵ تا ۳ متر)، امکان استفاده از فشارهای ثقلی در آبیاری‌های موضعی را به‌منظور بهبود بهره‌وری از این سیستم‌ها اثبات کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

هر چند بر اساس نتایج این پژوهش، استفاده از آبیاری با حداقل فشار ستون آب بدون نیاز به پمپ (معادل ۰/۵ متر) امکان‌پذیر است، لیکن به‌دلیل نقش فشار آب در بازکردن منافذ، توصیه می‌شود که در طراحی شبکه آبیاری موضعی هر پروژه از حداکثر فشار ثقلی موجود استفاده شود.

نتیجه‌گیری

به شرط تأمین مواد غذایی لازم برای رشد هندوانه در خاک ماسه بادی از طریق افزایش کودهای حیوانی و آلی به خاک، علاوه بر تعدیل رطوبت خاک در محدوده فعالیت ریشه و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک ماسه‌ای در طی مدت زمان دور آبیاری، می‌توان با کاربرد روش‌های آبیاری موضعی و با استفاده از فشارهای ثقلی موجود در بیشتر اراضی کشاورزی، نسبت به تولید اقتصادی هندوانه در خاک با بافت سبک اقدام کرد. به‌علاوه با کاربرد دور آبیاری قطع و وصلی به‌ویژه در خاک ماسه‌ای، می‌توان توزیع زمانی و مکانی رطوبت را در هر یک از روش‌های آبیاری قطره‌ای ثقلی، قطره‌ای نواری و کوزه‌ای مدیریت کرد و با ایجاد تعادل رطوبتی در خاک شرایط برای رشد بهینه گیاه را فراهم کرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از هماهنگی‌های مدیر محترم مزرعه شرکت جهاد تعاون شهرستان کاشان، جناب آقای حاج محمود صلواتی به‌منظور همکاری همه جانبه در طول اجرای پژوهش، تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از همکاری مجموعه مدیریتی شرکت پویشگران کاراب، به‌دلیل تأمین قطره‌چکان‌های ثقلی مورد استفاده در این پژوهش تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Ahmadi, R., D. Mearaji. 1998. Gravity Drip Irrigation (GDI). *In* Proceeding of the 9th Seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. Tehran. Iran. pp: 333-352. (In Farsi).
2. Alemi, M. H. 1980. Distribution of water and salt in soil under trickle and pot irrigation regiems. *Agric Water Management* 3(3): 195-203.
3. Anonymous. 1977. Tree species compatibility testing in drip irrigation and comparison with pot method. *Forestry and Rangeland Research Institute* 21: 45-48 (In Farsi).
4. Arabfard, M. 2000. Evaluation of efficiency and distribution of moisture in pot irrigation compared to some irrigation methods in a medicinal plant. MSc. Thesis, Shahid Chamran of Ahvaz University. Ahvaz, Iran. (In Farsi).
5. Arabfard, M., L. Hedayati Marzbali and M. Panahi. 2016. Hydraulic properties of a number of drippers in the range of gravity pressures. *In:* Proceeding of the First National Conference on New Achievements in Biosciences and Agriculture. Tehran. Iran. pp: 1-8. (In Farsi).
6. Behnia, A. and M. Arabfard. 2005. Determination of discharge-pressure relationship in pots used in pot irrigation. *Journal of Agricultural Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad* 19(1): 1-12. (In Farsi).
7. Ghorbani vaghei, H., H. A. Bahrami and M. Rashidi. 2014. Porous clay capsules and their application in fulfilling plants water needs in arid and semi-arid regions. *International Bulletin of Water Resources & Development* 20-26. (In Farsi).
8. Javaheri, P. 1976. Pot irrigation, studying the possibility of using pots in irrigation. *Soil Institute and Soil Fertility* 486: 1-36 (in Farsi).
9. Khanam, R. and S. K. Patra. 2015. Effect of gravity drip irrigation on growth, yield and water use efficiency of gladiolus in lower gangetic plain of west bengal, India. *International Journal of Ecosystem* 5(3): 132-137.
10. Mahdizadeh, P. 1977. Investigating the conservation of water for afforestation and the creation of green spaces in arid areas of the country. *Institute of Forestry and Rangelands of the Country Journal* 21: 1-270. (In Farsi).
11. Mahmoudian SHoushtari, M. and SH. Zand Parsa. 2013. Measurement of transpiration-evapotranspiration by using water balance method in the field and comparing it with some experimental methods in Bajgah area of Shiraz. *In:* Proceeding of the 2th International Conference on Plant, Water, Soil and Air Modeling. Kerman. Iran. pp: 11-1. (In Farsi).
12. Maleki Nejad, H. 2003. Efficiency of water consumption and yield of two jelly plants in pot and furrow irrigation. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 10(1): 27-37. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

13. Memon, A. H., A. G. Soomro and M. A. Gadehi. 2010. Water use efficiency and saving through pitcher and polyethylene bag irrigation. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences* 26(1): 16-29.
14. Mesbahzadeh, T. and H. Ahmadi. 2012. The study of the possibility of displacement of windmills in Kashan Plain. *Journal of Natural Resources of Iran* 65(3): 411-422. (In Farsi).
15. Mobli, M. and B. Pirasteh. 1998. Vegetable Production. Isfahan University of Technology Publishers. Isfahan. (In Farsi).
16. Patil Ashish, P. and H. Geete Mandar. 2013. Cost less individual portable drip irrigation system gravity system. *International Journal of Engineering and Science* 3(5): 42-46.
17. Sadeghi, Z. 2003. Investigating the possibility of decreasing energy in drip irrigation (gravity drip irrigation). Master's thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz, Iran. (In Farsi).
18. Salehi, M. and A. Mahdavi Mazdeh. 2014. Technical and economic assessment of a low-pressure drip irrigation system (case study of Qazvin masal). *In:* Proceeding of the 2th National Conference on Applied Research in Agricultural Science. Tehran. Iran. pp: 1-8. (In Farsi).
19. Siyal, A. A., A. Gh. Siyal, P. Siyal, M. Solangi and I. Khatri. 2016. Pitcher irrigation: effect of pitcher wall properties on the size of soil wetting front. *Science International* (*Lahore*) 28(2): 1299-1304.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 23, Winter 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Pot Irrigation, Tape and Gravity Drip Irrigation Systems on Sandy Soil Moisture Distribution under Cultivation of Watermelon

M. Arabfard*, A. SHahnazari and M. Ziatabar Ahmadi[1]

(Received: July 5-2018 ; Accepted: May 19-2019)

Abstract

Localized irrigation methods can be used to manage low water holding capacity in the sandy soils. In this research, the effects of different irrigation systems including pot, tape and drip irrigation with gravity pressures of 0.5, 1.5 and 3 meters on the sandy soil moisture distribution under watermelon cultivation were compared with the furrow irrigation as the control treatment. The moisture content of the soil at different depths and at the distance of 5 and 20 cm from the plant was measured using the TDR device. Water distribution study showed that in the pot irrigation method, the moisture content of different depths of soil was kept constant by 16% during the irrigation interval, but the highest moisture content was observed in gravitional drip irrigation treatment at the depths of 40, 50 and 60 cm; in contrast, the lowest amount of moisture was observed in the pot irrigation treatment. In tape and gravitional drip irrigation system with gravity pressure, in addition to the adjustment soil moisture up to 15 to 22% within the wetting front, soil moisture can be kept almost constant by pulsed irrigation technique. Therefore, while providing the use of drip irrigation system with minimum water pressure available in most of the agricultural land (0.5 m), using pot irrigation can ensure sandy soil moisture retention and soil for the cultivation of fruits such as watermelon plants.

Keywords: Localized irrigation, Moisture pattern, Light soil, Gravity water pressure

1. Water Engineering Department, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
*: Corresponding author: majidarabfard@yahoo.com

www.SID.ir