نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص. ۲۰۲-۱۹۱

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 2, Autumn and Winter 2021, 191-202

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی عملکرد میوه و کارایی مصرف آب زردآلو تحت سامانه‌های آبیاری قطره‌ای سطحی، زیرسطحی و ستون شن

شهرام اشرفی[۱]

چکیده

یکی از اهداف مهم آبیاری، استفاده حداکثری از واحد حجم آب در شرایط محدود منابع آب می‌باشد. آبیاری قطره‌ای زیرسطحی این امکان را فراهم می‌کند که آب کاربردی در ناحیه ریشه درختان در پروفیل خاک ذخیره شده و تلفات تبخیر از سطح خاک به حداقل مقدار برسد. در این شرایط راندمان کاربرد آب و همچنین کارایی مصرف آب به حداکثر مقدار ممکن می‌رسد. با توجه به مزایای بسیار زیاد از جمله کارایی بالای مصرف آب در سامانه آبیاری زیرسطحی، این بررسی به‌منظور عملی نمودن ایده آبیاری زیرسطحی بدون اینکه قطره‌چکان‌ها در زیر سطح خاک قرار گیرند انجام پذیرفته است. این تحقیق بر روی درختان ۱۰ ساله زردآلو در باغ معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی در کرج انجام شده و در مجاورت هر درخت ۴ قطره‌چکان کار گذاشته شده است. اندازه‌گیری عملکرد محصول و صفات مورفولوژیکی هر تیمار به‌طور جداگانه تعیین و سپس تجزیه‌وتحلیل آماری بر روی آن‌ها با نرم‌افزارهای MSTATC و SPSS انجام شده است. نتایج به‌دست‌آمده از دو سال تحقیق نشان داد که نفوذ ریشه در داخل قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و همچنین تجمع ریشه در زیر لوله‌های هادی در آبیاری زیرسطحی با استفاده از ستون شن و قطره‌چکان‌های سطحی باعث انسداد مسیر آب از قطره‌چکان‌ها و لوله‌های هادی به پروفیل خاک می‌شود. هر چند که کارایی مصرف آب در سامانه‌های آبیاری زیرسطحی با استفاده از ستون شن، قطره‌ای زیرسطحی و قطره-ای سطحی در این تحقیق به ترتیب ۱/۲۱، ۱/۰۹ و ۰/۵۸ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست‌آمده و ارجحیت آبیاری زیرسطحی را نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی نمایان می‌کند، ولی نفوذ ریشه به داخل گسیلنده قطره‌ای و لوله‌های هادی در سامانه‌های زیرسطحی ایده آبیاری زیرسطحی را با شکست مواجه کرده است.

واژه‌ها کلیدی: آبیاری زیرسطحی، تجمع ریشه، ستون شن، کارایی مصرف آب

مقدمه[۱]

در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، آب مهم‌ترین عامل محدودکننده توسعه بخش کشاورزی است. در این مناطق مهم ترین مسئله در مدیریت آب، ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب می‌باشد. ازآنجایی‌که مقدار عرضه آب همیشه محدود بوده و مقدار تقاضا نیز با افزایش جمعیت دائماً بالا می‌رود، برنامه‌ریزی جهت استفاده بهینه از آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (زراعت کیش، ۱۳۹۴). با برنامه‌ریزی صحیح آبیاری و به‌کارگیری روش¬های مناسب آبیاری می¬توان میزان کارایی مصرف آب را افزایش داد و به‌عنوان راهکار مؤثر در استفاده بهینه از آب مورداستفاده قرار داد (کوهی و همکاران، ۱۳۹۹). استفاده از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای یک استراتژی مؤثر برای افزایش دسترسی به آب در آینده است (Enciso et al., 2015; Dehghanisanij et al., 2020). سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مؤثرترین روش آبیاری خرد در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که در این مناطق میزان تبخیر در طول فصل رشد زیاد است (Sharma et al., 2010). کاربرد سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌شود و درنهایت منجر به صرفه‌جویی بیشتر آب می‌شود و به حفظ مواد مغذی مورداستفاده محصولات در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری کمک می‌کند (Paule et al., 2013; Panigrahi et al.,

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی و کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (* نویسنده مسئول: shah1343@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶
DOR: 20.1001.1.24764531.1399.7.2.15.4

2016; Liu et al., 2017; Zhang et al., 2017). تحت سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی حجم خاک مرطوب بیشتری نسبت به DI حاصل می‌شود و در نتیجه حجم خاک موجود برای رشد ریشه بیشتر است. به‌طورکلی، در شرایط آبیاری مشابه، دسترسی به آب و مواد مغذی تحت آبیاری قطره‌ای زیرسطحی افزایش‌یافته و پوسیدگی ریشه و سایر بیماری‌ها به حداقل می‌رسد (Kalfountzos et al., 2007; Dehghanisanij et al., 2020).

در صورت موفقیت این روش آبیاری و اجرای آن در چنین مناطقی، می‌توان از مهاجرت‌های اجباری و رها نمودن زمین توسط کشاورزان جلوگیری به عمل آورد و شرایط را برای ایجاد کشاورزی پایدار محیا نمود. ثانیاً، در مناطقی که از منابع آبی متوسط و یا خوبی برخوردار می‌باشند، با اجرای چنین سامانه‌ای این امکان فراهم می‌شود که بتوان سطح زیر کشت را افزایش داد و ازنظر اقتصادی درآمد مناسبی برای جمعیت روستایی کشور فراهم نمود. با توجه به دلایل بالا، سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌عنوان یک روش با کارایی بالا توصیه‌شده است که باعث کاهش تبخیر از سطح خاک و ایجاد شرایط مناسب‌تر برای تعرق گیاه می‌شود (Parthasarathi et al., 2017; Reddy et al., 2018).

تعداد زیادی از تحقیقات برای نشان دادن مزایای اصلی سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای چندین محصول انجام شده و عملکرد برتر آن تائید شده است (Van Donk et al., 2013; Albasha et al., 2015; Biswas et al., 2015; Lamm, 2016). بنابراین، آبیاری قطره‌ای زیرسطحی می‌تواند جایگزینی برای سایر روش‌های آبیاری باشد و می‌تواند برای افزایش رشد میوه‌ها، سبزی‌ها و محصولات ردیفی به دلیل استفاده دقیق از آب و تأمین رطوبت کافی در منطقه ریشه مورداستفاده قرار گیرد. با توجه به مزایای بسیار زیاد از جمله کارایی بالای مصرف آب در سامانه آبیاری زیرسطحی، این بررسی به منظور عملی نمودن ایده آبیاری زیرسطحی بدون اینکه قطره‌چکان ها در زیر سطح خاک قرار گیرند انجام شده است. در صورت استفاده از قطره چکان های موجود در زیر سطح خاک، این قطره‌چکان‌ها در اثر نفوذ ریشه گیاهان مسدود شده و کارایی خود را سریع از دست می‌دهند که در نهایت باعث اتلاف سرمایه می شود. استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی به همراه ستون شن این امکان را فراهم می آورد تا بتوان گیاه موردنظر را به روش زیرسطحی آبیاری نموده و کارایی مصرف آب را بالا برد.

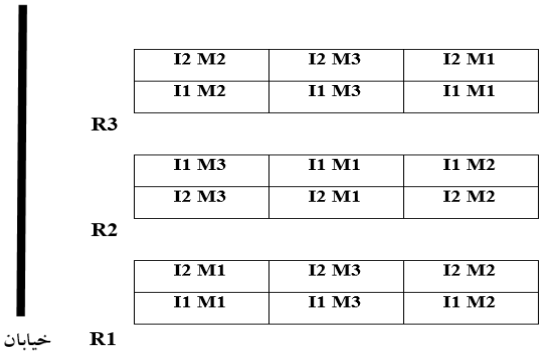
مواد و روش‌ها

با توجه به مزایای بسیار زیاد از جمله کارایی بالای مصرف آب در سامانه آبیاری زیرسطحی، این بررسی به‌منظور عملی نمودن ایده آبیاری زیرسطحی بدون اینکه قطره‌چکان‌ها در زیر سطح خاک قرار گیرند انجام پذیرفته است. این تحقیق به مدت ۲ سال در منطقه کرج در یک باغ زردآلو (سن درختان ۱۰ ساله) واقع در اراضی معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی انجام پذیرفته است. در این روش در مجاورت هر درخت ۴ گودال استوانه‌ای به قطر و عمق ۴۰ سانتی‌متر حفر شده است. ابتدا کف هر گودال شن بادامی به ضخامت ۵ سانتیمتر ریخته شده و سپس یک لوله پلیکا (به قطر ۱۰ سانتی‌متر و به ارتفاع ۵۵ سانتی متر به نام لوله هادی) در داخل گودال بر روی شن بادامی کار گذاشته و با خاک حفاری مجدداً گودال را پر نموده و لوله پلیکا (لوله هادی) در وسط گودال باقی می‌ماند.

لوله هادی از انتها متصل به شن بادامی در کف گودال می باشد و از طرف دیگر به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرار گرفته است. سپس داخل لوله هادی از شن بادامی که دارای نفوذپذیری خوبی می‌باشد پر شده است. برای آبگیری هر لوله هادی، از لوله‌های اسپاگتی که یک طرف آن متصل به خط لوله آبرسان (لوله به قطر ۱۶ میلی‌متر) و در طرف دیگر به یک قطره‌چکان با آبدهی ۴ لیتر در ساعت متصل شده بود، استفاده گردید. در این شرایط، قطره‌چکانِ متصل به لوله اسپاگتی، از قسمت بالایی لوله هادی بر روی ستون شن بادامی در داخل لوله هادی قرار گرفته است (شکل ۱). پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای طرح شامل سه سامانه آبیاری به ترتیب قطره‌ای سطحی، قطره‌ای زیرسطحی و قطره‌ای زیرسطحی با استفاده از ستون شن می‌باشد و همچنین دو سطح آبیاری ۷۵٪ و ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه و سه تکرار در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به تعداد

۱۸=۲*۳*۳ خط درخت انتخاب شده است (شکل ۲). نیاز آبی تیمارهای مختلف بر اساس سند ملی آب و بر اساس برنامه از پیش تعیین‌شده مدیریت آبیاری باغ محاسبه و اعمال شده است. لازم به ذکر است که باغ مذکور مجهز به سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی می‌باشد. با توجه به اینکه برای تأمین نیاز آبی درختان طرح ملزم به پیروی از برنامه آبیاری باغ مذکور بوده، لذا دور آبیاری طرح عموماً یک روز در میان و گاهی اوقات دو روز در میان اعمال شده است. در تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی، قطره-چکان‌ها بر روی لوله ۱۶ و به‌صورت لوپ و به فاصله یک متر از یکدیگر (هر درخت چهار قطره‌چکان) مستقیماً در مجاورت هر درخت قرار دارد. برای مقایسه عملکرد این روش آبیاری با روش آبیاری زیرسطحی قطره‌ای، از لوله‌های دریپ دار تورو آمریکا به قطر ۱۶ میلی‌متر با فواصل قطره‌چکان یک متر در خط لوله استفاده شده است.

شکل ۱- نحوه آبگیری و قرارگیری قطره‌چکان‌ها در اطراف تنه درخت در سامانه آبیاری زیرسطحی با استفاده از ستون شن



شکل ۲- شماتیکی از طرح اجراشده در باغ زردآلو

تیمارها:

I1: ۱۰۰ درصد نیاز بی،

I2: ۷۵ درصد نیاز آبی

M1: روش قطره‌ای سطحی (شاهد)

M2: روش قطره‌ای زیرسطحی با ستون شن

M3: روش قطره‌ای زیرسطحی

R1: تکرار یک

R2: تکرار دو

R3: تکرار سه

لوله‌های قطره‌چکان دار مذکور به‌صورت حلقه‌ای (Loop) در عمق ۴۰ سانتی‌متر از سطح خاک در اطراف تنه درخت به شکلی کارگذاری شده که در اطراف هر درخت ۴ عدد قطره-چکان قرار گرفته است. در تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی، آب خارج‌شده از قطره‌چکان‌ها مستقیماً در سطح خاک ریخته می‌شود ولی در تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، آب خارج‌شده از قطره‌چکان‌ها دقیقاً در عمق ۴۰ سانتی‌متری و در مجاورت ریشه درخت در خاک وارد می‌شود.

در تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با استفاده از ستون شن، آب خارج‌شده از قطره‌چکان‌ها دقیقاً بر روی شن داخل لوله هادی چکیده شده و با توجه به نفوذپذیری بسیار زیاد شن، آب سریع به کف گودال رسیده و در عمق ۴۰ سانتی‌متری در مجاورت ریشه درخت وارد خاک شده است. در کلیه تیمارها، قطره‌چکان‌ها در فاصله ۶۰ الی ۷۰ سانتی‌متر از تنه اصلی درخت قرار دارند. لازم به ذکر است که برای جلوگیری از جابجا شدن قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با استفاده از ستون شن، دو اقدام مهم صورت پذیرفته است.

۱)- قسمت‌هایی از لوله انتقال‌دهنده آب (لوله ۱۶ میلی‌متر) به قطره‌چکان‌ها که در روی آن‌ها قطره‌چکان وجود ندارد و فقط وظیفه انتقال آب را دارند در زیر سطح خاک مدفون شدند (در عمق ۱۵ الی ۲۰ سانتی‌متر زیر سطح خاک. ۲)- با یک بست مخصوص، قطره‌چکان‌ها به لوله هادی در بالای هر حفره ثابت گردید. با اجرای سیستم به‌طور کامل (بکار بردن فیلتر، تانک کود، فشارسنج، شیرهای کنترل فشار و کنتورهای اندازه‌گیری آب برای هر تیمار) اقدام به اندازه‌گیری‌های لازم در طول فصل رشد گردید. هر تیمار شامل یک ردیف درخت می‌باشد که در هر ردیف حداقل پنج درخت وجود دارد.

حجم آب داده‌شده به هر تیمار توسط یک کنتور که در ابتدای تیمار قرار دارد اندازه‌گیری و کنترل شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و هیدرولیکی خاک مزرعه نیز قبل از شروع عملیات اجرائی اندازه‌گیری گردید (جدول ۱). در جدول ۲ نیز مشخصات شیمیایی آب کاربردی طرح ارائه شده است. تمام عملیات زراعی نظیر آبیاری، وجین، کولتیواتور و .... در همه تیمارها به‌طور یکسان انجام پذیرفته است. میزان کود موردنیاز با توصیه‌های زراعی اعمال شده است. در این تحقیق از هیچ نوع علف‌کش یا مواد شیمیایی دیگر به همراه آبِ آبیاری استفاده نشده است. . اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی هر تیمار به‌طور جداگانه تعیین و سپس تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شده است

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و هیدرولیکی خاک مزرعه

تکرار	عمق خاک	رس (٪)	رس (٪)	رس (٪)	بافت	جرم مخصوص ظاهری (g/cm3)	EC	pH	SAR	مواد آلی (٪)	آهک (٪)	رطوبت در حد مزرعه (٪)	رطوبت در حد اشباع (٪)	آب در دسترس (cm/cm)	هدایت هیدرولیکی اشباع (mm/h)
۱	-۱۰ ۰	۱۷	۴۲	۴۱	لوم	۱/۴۱	۱/۱۴	۷/۶۲	۰/۴۹	۰/۸	۸/۸۸	۱۱/۲	۲۴/۵	۰/۱۳	۱۲/۰۳
	-۲۰ ۱۰	۱۹	۳۸	۴۳	لوم	۱/۵۰	۱/۱۸	۷/۷۴	۱/۶۵	۰/۵	۶/۷۵	۱۲	۲۳/۵	۰/۱۰	۳/۲۵
	-۴۰ ۲۰	۱۹	۴۰	۴۱	لوم	۱/۵۰	۳/۳۹	۷/۵۸	۳/۴۱	۰/۴	۶/۲۵	۱۲/۵	۲۵	۰/۱۱	۸/۵۲
	+۴۰	۵	۱۰	۸۵	شن لومی	-	۲/۲۹	۷/۵۴	۲/۴۷	۰/۲	۰/۵۵	۳/۴	۷/۶	۰/۰۲	۳۸/۷۸
۲	-۲۰ ۰	۱۹	۴۰	۴۱	لوم	۱/۴۳	۱/۱۷	۷/۵۰	۰/۳۹	۰/۹	۸/۲۵	۱۱/۹	۲۴/۶	۰/۰۶	۳/۶۵
	-۵۰ ۲۰	۱۹	۴۰	۴۱	لوم	۱/۴۸	۱/۱۹	۷/۷۶	۱/۴۱	۰/۵	۸/۷۵	۱۲/۱	۲۳/۹	۰/۱۱	۳/۰۲
	-۷۰ ۵۰	۷	۲۸	۶۵	لوم شنی	۱/۶۰	۸/۸۰	۷/۴۱	۱/۸۵	۰/۴	۳/۰۰	۴/۵	۱۳	۰/۰۸	۴۲/۸۶
	+۷۰	۳	۶	۹۱	شنی	-	۴/۵۲	۷/۵۹	۲/۳۹	۰/۱	۰/۸۵	۴/۸	۵/۷	۰	۵۵/۰۳

جدول ۲- مشخصات شیمیایی آب کاربردی در طرح

مشخصات نمونه	EC (ds/m)	pH	آنیون‌ها (meq/lit)				جمع آنیون	کاتیون‌ها (meq/lit)				جمع کاتیون‌ها
			SO_4^{-2}	Cl^-	HCO_3^{-2}	CO_3^{-2}		K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
نمونه آب تکرار ۱	۰/۸۳۱	۷/۰۸	۱/۹۵	۲/۲	۳/۷	–	۷/۸۵	–	۰/۸	۵/۱	۱/۷	۷/۶
نمونه آب تکرار ۲	۰/۸۳۱	۷/۱۶	۱/۶۶	۲/۶	۳/۸	–	۸/۰۶	–	۰/۸	۴/۸	۲/۲	۷/۸

نتایج و بحث

با توجه به اینکه باغ زردآلو در محدوده اراضی معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی مجهز به سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی می‌باشد، لذا تغییر سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی به زیرسطحی (زیرسطحی ستون شن و زیرسطحی قطره‌ای) تغییراتی در الگوی تزریق آب به خاک و محیط ریشه گیاه به وجود می‌آورد که برای رفع این مسئله، سال اول اجرای طرح به‌عنوان تغییر سامانه آبیاری سطحی به زیرسطحی در نظر گرفته شد. پس از اجرای تیمارهای آبیاری، اولین آبیاری در تاریخ ۱۳۹۰/۴/۲۰ انجام و تا اوایل آبان ماه ادامه یافت. خالص نیاز آبی زردآلو بر اساس سند ملی نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی در منطقه کرج، ۷۹۹۰ مترمکعب در سال می‌باشد.

بر اساس سند ملی آب، مقدار خالص آب موردنیاز زردآلو در بازه زمانی ۱۳۹۰/۴/۲۰ لغایت ۱۳۹۰/۶/۲۹ به میزان ۳۶۹۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد. مقدار آب کاربردی در این بازه زمانی برای تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. لازم به ذکر است که آبیاری باغ زردآلو و سایر باغ‌ها در معاونت مذکور توسط مسئول مربوطه مدیریت می‌شود و محقق حق هیچ‌گونه دخالتی در تغییر دورهای آبیاری و ساعت کارکرد سامانه آبیاری در هر دور آبیاری نداشت.

لذا در سال اول اجرای طرح هیچ‌یک از تیمارهای مقادیر نیاز آبی گیاه اعمال نشده و فقط برای سازگاری ریشه درختان زردآلو با سامانه‌های زیرسطحی مقادیر آب داده‌شده به درختان در تیمارهای مختلف بر اساس ساعت کارکرد سامانه کلی آبیاری در باغات مذکور آماربرداری شده است (جدول ۳). آمار جمع‌آوری‌شده از مقدار کاربرد آب در هر یک از تیمارهای آبیاری اطلاعات قابل‌توجهی برای چگونه انجام دادن طرح در سال دوم در اختیار می‌گذارد. در بین سامانه‌های آبیاری اجراشده در سال اول، سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی بیشترین مقدار مصرف آب را نشان می‌دهد. علت امر این است که پرندگان (مشخصاً کلاغ و زاغ) لوله‌های ۱۶ میلی‌متر آب‌رسان به قطره‌چکان‌ها را در آبیاری قطره‌ای سطحی با منقار خود سوراخ می‌کنند. این مسئله به‌کرات در این تیمار آبیاری اتفاق افتاده که باعث شده حجم زیادی از آب از لوله‌های آب‌رسان ۱۶ میلی‌متر بدون اینکه به مصرف گیاه برسد به‌صورت موضعی در قسمت‌های مختلف این تیمار سامانه آبیاری به هدر رود. متوسط کاربرد آب در بازه زمانی فوق به میزان ۳۱۸۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد.

در تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با استفاده از ستون شن، چنین مشکلی به وجود نیامد و تنها مشکل رشد علف‌های هرز در داخل لوله هادی می‌باشد که ارتباطی با مقدار کاربرد آب ندارد. در بعضی از لوله‌های هادی، علف‌های باغی در داخل لوله‌های هادی رشد کرده و درواقع لوله‌های مذکور همانند یک گلدان برای علف‌های هرز عمل می‌کنند. متوسط کاربرد آب در بازه زمانی فوق‌الذکر در این تیمار سامانه آبیاری ۲۲۷۱ مترمکعب در هکتار بوده است.

با توجه به اینکه مقدار کاربرد آب در باغ تحت کنترل مدیریت باغ می‌باشد و در این تیمار سامانه آبیاری کل آب کاربردی در مزرعه در اختیار گیاه قرارگرفته، لذا نسبت حجم آب کاربردی در مزرعه به حجم موردنیاز گیاه (نیاز خالص) در این بازه زمانی معیاری از کم آبیاری در باغ مذکور می‌باشد. نسبت حجم آب کاربردی به حجم آب موردنیاز گیاه در بازه زمانی فوق‌الذکر ۰/۶۱۵ و به‌عبارت‌دیگر فقط ۶۱/۵ درصد نیاز آبی گیاه

تأمین شده استدر تیمار سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، متوسط مقدار کاربرد آب در تکرارهای مختلف ۱۲۰۸ مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری شده است. با بررسی‌های به‌عمل‌آمده علت این امر نفوذ ریشه به داخل قطره‌چکان‌های زیرسطحی و کاهش آبدهی آنها بوده است.

جدول ۳- مقدار آب کاربردی در تیمار سامانه‌های مختلف آبیاری از تاریخ ۱۳۹۰/٤/۲۰ لغایت ۱۳۹۰/۸/۲۰ (مترمکعب در هکتار)

تکرار	M1		M2		M3	
	I1	I2	I1	I2	I1	I2
R1	۲۹۶۳/۴	۲۹۴۲/۱	۲۳۳۲/۹	۲۲۶۶/۱	۱۱۳۰/۲	۸۶۹/۷
R2	۳۲۸۴/۶	۲۹۸۵/۷	۲۲۴۳/۵	۲۲۰۰/۹	۱۴۱۷/۸	۱۳۱۸/۰
R3	۳۰۰۱/۶	۳۹۰۳/۹	۲۲۴۸/۳	۲۳۳۵/۲	۱۲۴۷/۱	۱۲۶۶/۹

همان‌طوری‌که در شکل ۳ و ۴ مشاهده می‌شود در این سامانه آبیاری، تجمع ریشه در اطراف لوله‌های قطره‌چکان دار و ورود ریشه به داخلِ قطره‌چکان‌ها و لوله‌های مذکور، باعث انسداد قطره‌چکان‌ها شده است .

شکل ۳- نفوذ ریشه به داخل قطره‌چکان در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

شکل ٤- رشته‌های سفیدرنگ ریشه در داخل لوله ١٦ میلی‌متر در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

به دلیل گرفتگی ناشی از نفوذ ریشه به داخل قطره‌چکان‌ها، در سال دوم ادامه انجام تحقیق بر روی آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به شکل سال اول منطقی نبود که برای عدم حذف این تیمار سامانه آبیاری اقدام به تغییر عمق کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان دار از ۴۰ سانتیمتر به عمقی که فعالیت ریشه در آن بسیار کمتر باشد نمودیم. برای این منظور محل کارگذاری لوله‌های قطره‌چکان دار را تغییر داده و در عمق ۱۵ الی ۱۸ سانتیمتر زیر سطح خاک کارگذاری گردید. با توجه به کم آبیاری اعمال‌شده توسط مدیریت باغ، در سال دوم تحقیق تیمار ۷۵٪ نیاز آبی گیاه قابلیت عملیاتی شدن خود را از دست داده و هر سامانه آبیاری با شش تکرار و مقدار آب کاربردی (نامشخص) توسط مدیریت مزرعه موردتحقیق قرار گرفته است. مقدار آب کاربردی در محیط تحقیقاتی در تیمارهای سامانه‌های مختلف آبیاری در جدول ۴ ارائه شده است. متوسط مقدار آب کاربردی در تیمار سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی ۷۱۶۱ مترمکعب در هکتار می‌باشد که با توجه به نیاز خالص زردآلو (۷۹۹۰ مترمکعب در هکتار) مقدار تأمین نیاز آبی گیاه در این تیمار ۸۹/۶٪ می‌باشد. که با محافظت‌های اعمال‌شده در محیط تحقیقاتی، مسئله سوراخ کردن لوله‌های ۱۶ میلی‌متر توسط پرندگان در این سامانه آبیاری در سال دوم اجرای طرح بسیار کم اتفاق افتاده است. مقدار آب کاربردی در تیمارهای آبیاری زیرسطحی با استفاده از ستون شن و زیرسطحی قطره‌ای به ترتیب ۶۵۹۱/۴۶ و ۶۶۴۴/۷ مترمکعب در هکتار می‌باشد که درصد تأمین نیاز آبی گیاه در این دو سامانه آبیاری به ترتیب ۸۲/۵٪ و ۸۳/۱۵٪ شده است.

جدول ٤- مقدار آب کاربردی در تیمار سامانه‌های مختلف آبیاری از تاریخ ۱۳۹۱/۲/۱۰ لغایت ۱۳۹۱/۸/۱۷ (مترمکعب در هکتار)

تکرار	M1		M2		M3	
	I1	I2	I1	I2	I1	I2
R1	۷۸۶۱/۸	۶۶۲۱/۸	۶۵۵۳/۸	۶۵۰۹/۰	۶۶۴۴/۲	۶۷۱۸/۶
R2	۶۷۴۲/۳	۸۳۲۴/۱	۶۶۷۴/۲	۶۵۹۴/۹	۶۵۲۴/۴	۶۹۲۰/۶
R3	۶۷۸۵/۶	۶۶۳۲/۳	۶۶۰۰/۹	۶۶۱۶/۰	۶۶۴۷/۲	۶۴۱۳/۴

تجزیه تحلیل آماری بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی

مقادیر اندازه‌گیری شده صفات مرفولوژیکی محصول در تیمارهای سامانه آبیاری مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفته است که نتایج حاصل در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس داده¬ها نشانگر آن است که اثر تکرار بر عملکرد میوه در سطح ۵٪ و در کارایی آب (نسبت عملکرد به آب کاربردی) در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. تأثیر روش آبیاری بر هردو صفت عملکرد میوه و نیز کارایی آب در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. با استفاده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) می‌توان نتیجه‌گیری نمود که اثر تکرار و تیمار آبیاری بر میزان pH در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است اما تأثیر تکرار و تیمار بر میزان ذرات معلق در میوه (TSS) در سطوح مورد آزمون (۵٪ و ۱٪) معنی‌دار نشده است. تأثیر تکرار بر هردو صفت عرض شکم میوه و عرض جانبی میوه در سطوح مورد آزمون معنی‌دار نشده است. روش آبیاری بر عرض جانبی میوه معنی‌دار نشده اما بر عرض شکم میوه در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. تحلیل واریانس داده‌ها بیانگر آن است که تاثیر تکرار بر هیچ‌یک از صفات طول میوه و حجم هسته در سطوح مورد آزمون (۵٪ و ۱٪) معنی‌دار نشده اما اثر تیمار آبیاری بر هردو صفت طول میوه و حجم هسته در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تأثیر تکرار بر حجم میوه، وزن هسته و وزن میوه در سطوح مورد آزمون (۵٪ و ۱٪) معنی دار نشده است. متقابلاً اثر تیمار آبیاری بر حجم میوه در سطح ۵٪ و بر وزن هسته و وزن میوه در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس حجم میوه، وزن هسته و وزن میوه

منابع تغییرات	df	عملکرد	عرض شکم میوه	عرض جانبی میوه	طول میوه	حجم هسته	حجم میوه	وزن هسته	وزن میوه	کارایی مصرف آب
Rep.	۵	۲/۶۶۵ *	۲۳/۸ ns	۰/۳۵۷ ns	۰/۲۶۵ ns	۰/۰۲۱ ns	۲/۸۷۴ ns	۰/۰۰۰۵ ns	۹/۹۵۵ ns	۰/۰۳۱**
روش آبیاری	۲	۲۴/۱۴۷ **	۳۶۹/۴**	۱/۲۵۷ ns	۴/۴۴۳ *	۰/۱۲۱ *	۳۸/۷۲۷*	۰/۰۶۱۱**	۳۶/۶۶۴**	۰/۶۰۴**
خطا	۱۰	۰/۵۴۱	۲۸/۳	۰/۴۵۳	۱/۱۴۸	۰/۰۳	۶/۵۲۴	۰/۰۰۳۶	۷/۷۹۰	۰/۰۰۳
CV	–	۱۱/۳	۱۲/۳	۴/۴	۲/۱	۹/۶	۶/۴	۳/۵	۶/۷	۵/۳

همان‌گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، تیمارهای آزمایشی از لحاظ عملکرد میوه و نیز کارایی آب کاربردی در سه گروه متمایز آماری قرار گرفته‌اند، به‌طوری‌که روش آبیاری زیر-سطحی ستون شن در رده اول، قطره‌ای زیرسطحی در رده دوم و قطره‌ای سطحی در آخرین سطح از رده‌بندی دانکن قرار گرفته‌اند. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی ستون شن از نظر میزان pH در صدر گروه‌بندی دانکن قرار گرفته‌اند که نسبت به روش قطره‌ای زیرسطحی دارای افزایش معنی‌دار بوده‌اند. بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ میزان TSS هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است.

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های وزن میوه، وزن هسته و حجم میوه

تیمار آبیاری	عملکرد	عرض شکم میوه	عرض جانبی میوه	طول میوه	حجم هسته	حجم میوه	وزن هسته	وزن میوه	کارایی مصرف آب
قطره‌ای سطحی	۴/۱۷۱ C	۳۸/۴۹ b	۱۷/۵۰ a	۵۰/۷۶ b	۱/۵۸ b	۳۹/۲۲ ab	۱/۶۳ b	۴۱/۳۱ b	۰/۵۸ C
زیرسطحی ستون شن	۷/۹۲۳ a	۵۲/۱ a	۱۶/۶۷ a	۵۲/۳۵ a	۱/۸۴ a	۴۲/۵۰ a	۱/۸۳ a	۴۴/۹۶ a	۱/۲۱ a
قطره‌ای زیرسطحی	۷/۲۷۴ b	۳۸/۵۳ b	۱۷/۱۷ a	۵۰/۹۹ ab	۱/۷۵ ab	۳۷/۵۰ b	۱/۶۹ b	۴۰/۲۵ b	۱/۰۹ b

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که روش آبیاری زیر-سطحی ستون شن از لحاظ عرض شکم میوه به تنهائی در رده اول گروه‌بندی دانکن قرارگرفته و نسبت به روش قطره‌ای زیر-سطحی و قطره‌ای سطحی دارای افزایش معنی‌دار بوده است. بین دو روش قطره‌ای زیرسطحی و قطره‌ای سطحی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. همان‌گونه که تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول ۶)، بین سطوح مختلف تیمار آبیاری از لحاظ عرض جانبی میوه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. از مقایسه میانگین‌ها مشخص می‌گردد که بین روش قطره‌ای زیرسطحی و زیرسطحی ستون شن و قطره‌ای سطحی از لحاظ طول میوه و همچنین حجم هسته اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در روش آبیاری زیرسطحی با استفاده از ستون شن نسبت به روش قطره‌ای سطحی، طول میوه و حجم هسته به صورت معنی‌داری افزایش نشان می‌دهد. با توجه به مقایسه میانگین‌ها می‌توان نتیجه‌گیری نمود که از لحاظ حجم میوه تفاوت معنی داری بین روش قطره‌ای سطحی و تیمارهای زیرسطحی ستون شن و قطره‌ای زیرسطحی به وجود نیامده است، اما تیمار زیرسطحی ستون شن نسبت به قطره‌ای زیرسطحی حجم میوه را به‌صورت معنی‌داری افزایش داده است. از نظر وزن هسته و نیز وزن میوه، تیمار زیرسطحی ستون شن به تنهائی در رده اول گروه‌بندی دانکن قرارگرفته که نسبت به روش‌های دیگر آبیاری دارای افزایش معنی‌دار بوده است. هرچند که مقایسه‌های مختلف بر روی صفات مورفولوژیکی در بین سه سامانه آبیاری و همچنین کارایی آب کاربردی نشان از ارجحیت سامانه آبیاری زیرسطحی با استفاده از ستون شن نسبت به دو سامانه دیگر دارد، ولی مسائلی همچون رشد علف هرز در داخل لوله هادی و همچنین تجمع ریشه درخت در زیر لوله هادی باعث شده است که جریان آزاد آب از لوله هادی به پروفیل خاک با مشکل روبرو شود. به‌طورکلی، حرکت ریشه گیاهان در پروفیل خاک تابعی از رطوبتِ خاک است. در هر نقطه‌ای از پروفیل خاک که رطوبت کافی وجود داشته باشد، ریشه به سمت آن حرکت نموده تا بتواند با انرژی کمتری آبِ موردنیاز خود را تأمین نماید.

الف

ب

شکل ٥- تجمع ریشه در روش آبیاری زیرسطحی ستون شن: الف)- در فاصله بین دو لوله هادی و ب)- در اطراف لوله هادی

شکل ٦- تجمع ریشه‌های ضخیم در داخل و کف لوله هادی

در روش‌های آبیاری زیرسطحی قطره‌ای و ستون شن، بیشترین رطوبت خاک در اطراف قطره‌چکان‌ها و کفِ لوله‌های هادی قرار دارد که به همین علت ریشه درخت در نیمه‌های سالِ زراعی، خود را به آنجا رسانده و تجمع می‌کند.. با توجه به اینکه قطر لوله‌های هادی ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد، گرفتگی کفِ لوله‌های مذکور در مقایسه با گرفتگی قطره‌چکان‌ها (که از قطر بسیار کمتری برخوردار می‌باشند) در مدت‌زمان طولانی‌تر انجام می‌پذیرد. به‌طورکلی، نفوذ ریشه به داخل گسیلنده‌های زیر-سطحی امری است اجتناب‌ناپذیر، فقط مدت‌زمان لازم برای گرفتگی آن‌ها متأثر از قطر خروجی گسیلنده می‌باشد. هرچه قطر دهانه خروجی گسیلنده بزرگ‌تر باشد گرفتگی نیز در مدت‌زمان طولانی‌تری انجام می‌پذیرد (شکل‌های ۵ و ۶).

نتیجه‌گیری

در تحقیق و بررسی به‌عمل‌آمده بر روی روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و ستون شن، نتایج نشان‌دهنده آن است که از لحاظ عملکرد میوه و نیز کارایی آب کاربردی در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با کاربرد مقادیر مشخصی از آب، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند به‌طوری‌که روش آبیاری زیرسطحی ستون شن در رده اول، قطره‌ای زیرسطحی در رده دوم و قطره‌ای سطحی در آخرین سطح از رده‌بندی قرار گرفته‌اند. هدف اصلی از این تحقیق بررسی ایده استفاده از لوله‌های هادی برای انتقال آب از قطره-چکان‌های سطحی به پروفیل خاک در عمق ۳۵ الی ۴۰ سانتی-متر بوده است. هرچند که آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با استفاده از ستون شن با قطره‌چکان‌های موجود این امکان را فراهم کرده که آب کاربردی در باغ به‌طور مستقیم مورداستفاده درختان قرارگرفته و تلفات تبخیر از سطح خاک به حداقل مقدار خود برسد، ولی تجمع ریشه در داخل، زیر و اطراف لوله هادی باعث انسداد مسیر حرکت آب به پروفیل خاک شده و این ایده را با شکست مواجه ساخته است و متأسفانه نتیجه مثبتی از این تحقیق گرفته نشده است. نتیجه جانبی گرفته شده از این تحقیق، استفاده از لوله‌های قطره‌چکان دار تورو در آبیاری زیر-سطحی در باغات کشور می‌باشد. همان‌طور که در این تحقیق نشان داده شده است، نفوذ ریشه به داخل قطره‌چکان‌های مذکور باعث انسداد آن‌ها شده و آبیاری گیاه را با مشکل مواجه ساخته است که بر اساس این نتیجه، استفاده از این لوله‌های قطره‌چکان دار در باغات کشور توصیه نمی‌گردد.

پیشنهادات

با توجه به اینکه کشور ایران از نظر جغرافیایی در منطقه نیمه خشک کره زمین قرار دارد، در چنین شرایطی تبخیر مستقیم آب از سطح خاک به اتمسفر در حدفاصل زمانی آبیاری-های متوالی گیاهان زراعی و باغی امری اجتناب‌ناپذیر است.

عمق آب قابل تبخیر از سطح خاک متناسب با نوع گیاه زراعی و باغی و منطقه جغرافیایی در کشور متغیر می باشد ولی درهرحال باید به این نکته توجه نمود که این عمق آب را باید به‌عنوان تلفات یا هدر رفت آب منظور نمود. در شرایطی که میانگین بارش سالیانه در سطح کشور کمتر از یک سوم میانگین بارندگی کره زمین است و مضاف بر آن خشک‌سالی‌های پی‌درپی باعث برداشت بیش‌ازحد از منابع آب‌های زیرزمینی شده است، تلفات تبخیر از سطح خاک در سامانه آبیاری سطحی غیرقابل‌توجیه و کاربرد سامانه آبیاری زیرسطحی امری اجتناب‌ناپذیر است. نتایج حاصل از مقایسه صفات مورفولوژیکی محصول (زردآلو) در روش‌های مختلف آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در این تحقیق نشان داد که روش آبیاری زیر-سطحی از مزیت بهتری برخوردار می‌باشد. در این تحقیق نشان داده شد که در روش آبیاری زیرسطحی حرکت ریشه گیاه به سمت گسیلنده و درنهایت مسدود کردن مسیر آب از طرف گسیلنده به سمت خاک از چالش‌های بسیار اساسی در آبیاری زیرسطحی گیاهان مختلف است. همان‌طور که در فوق اشاره شده، در سامانه آبیاری زیرسطحی حرکت ریشه گیاه به سمت گسیلنده و انسداد آن در اثر نفوذ ریشه گیاه امری اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به محدود بودن منابع آبی و خشک‌سالی در کشور، اخیراً مشاهده‌شده که بعضی از افراد بی‌اطلاع با استفاده از تکنیک‌های مختلف اقدام به ترویج آبیاری زیرسطحی در کشور و بعضاً متقاضی وام‌های کلان از دولت می‌باشند. در این زمینه پیشنهاد می‌گردد تا زمانی که مسئله نفوذ ریشه به داخل گسیلنده (قطره‌چکان، قطعات سفالی، قطعات پلاستیکی و .....) حل‌نشده و از بوته تحقیقات جواب مثبت نگرفته، هزینه کردن توسط دستگاه‌های ذی‌ربط منع گردد

منابع

زراعت کیش، ی. ۱۳۹۴. مدیریت تقاضای آب در بخش کشاورزی (مطالعه موردی دشت لیشتر). نشریه حفاظت منابع آب و خاک. ۵ (۲): ۹۸-۸۳.

کوهی چله کران، ن.، دهقانی سانیج، ح.، نقوی، ه. و کنعانی، ا. ۱۳۹۹. بررسی تغییرات عملکرد و بهره‌وری آب در ارقام مختلف ذرت دانه‌ای (KSC 704 و KSC 410) تحت مدیریت آبیاری با روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری. ۱۴ (۵): ۱۶۴۹-۱۶۳۹.

Albasha R, Dejean C, Mailhol JC, Weber J, Weber J, Bollègue C, Lopez JM, 2015. Performances of subsurface drip irrigation for maize under the Mediterranean and temperate oceanic climate conditions. 26th Euro-Mediterranean Regional Conference and Workshops, Montpellier, France

Biswas SK, Akanda AR, Rahman MS, Hossain MA, 2015. Effect of drip irrigation and mulching on yield, water-use efciency, and economics of tomato. Plant, Soil and Environment. 61: 97-102.

DehghaniSanij, H., Kanani, E. and Akhavan, S., 2020. Evapotranspiration and components of corn (Zea mays L.) under micro irrigation systems in a semi-arid environment. Spanish journal of agricultural research, 18(2). 1-14.

Enciso J, Jifon J, Anciso J, Ribera L, 2015. The productivity of onions using subsurface drip irrigation versus furrow irrigation systems with an internet-based irrigation scheduling program. International Journal of Agronomy. 15: 1-6.

Kalfountzos D, Alexiou I, Kotsopoulos S, Zavakos G, Vyrlas P, 2007. Effect of subsurface drip irrigation on cotton plantations. Water Resources Management. 21: 1341-1351.

Lamm FR, 2016. Cotton, tomato, corn, and onion production with subsurface drip irrigation: A review. ASABE 59: 263-278.

Liu H, Wang X, Zhang X, Zhang L, Li Y, Huang G, 2017. Evaluation on the responses of maize (Zea mays L.) growth, yield and water use efciency to drip irrigation water under mulch condition in the Hetao Irrigation District of China. agricultural water management. 179: 144-157.

Meenakshi V, Selvakumar D, Surendran A, Lazarovitch N, 2017. Effect of drip irrigation on growth, physiology, yield and water use of rice. The Journal of Agricultural Science.9: 154-163.

Panigrahi HK, Agrawal N, Agrawal R, Dubey S, Tiwari SP, 2016. Effect of drip irrigation and polythene mulch on the fruit yield and quality parameters of mango (Mangifera indica L.). Journal of Horticultural Science. 5: 140-143.

Parthasarathi T, Vanitha K, Mohandass S, Vered E,

through legume mulching in rainfed maize (Zea mays)- wheat (Triticum aestivum) cropping system. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 87: 187-197.

Van Donk SJ, Petersen JL, Davison DR, 2013. Effect of amount and timing of subsurface drip irrigation on corn yield. Irrigation Science. 31: 599-609.

Zhang H, Xiong Y, Huang G, Xu X, Huang Q, 2017. Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality and water use efciency with plastic mulched drip irrigation in sandy soil of the Hetao Irrigation District. Agricultural Water Management . 179: 205-214.

Paul JC, Mishra JN, Pradhan PL, Panigrahi B, 2013. Effect of drip and surface irrigation on yield, water-use efciency and economics of capsicum (Capsicum annum l.) Grown under mulch and no mulch conditions in eastern coastal India. International Journal of Sustainable Development. 2: 99-108.

Reddy M, Ayyanagowdar MS, Patil MG, Polisgowdar BS, Nemichandrappa M, Patil JR, 2018. Performance of watermelon under mulching, subsurface and surface drip irrigation systems in semi-arid region. International Journal of Pure & Applied Bioscience. 6: 488-496.

Sharma AR, Singh R, Dhyani SK, Dube R K, 2010. Moisture conservation and nitrogen recycling

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 2, Autumn and Winter 2021, 191-202

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص. ۲۰۲-۱۹۱

Evaluation of Fruit Yield and Water Use Efficiency of Apricot under Surface, Subsurface Drip and Subsurface Sand Column Systems

Sh. Ashrafi[1]

Abstract

One of the important goals of irrigation is maximum use of water volume unit in limited conditions of water resources. Subsurface drip irrigation allows the applied water in the garden to be stored in the root zone of the trees in the soil profile and the evaporation losses from the ground to be minimized. In these conditions, the water use efficiency as well as water productivity reaches the maximum possible value. Due to the many advantages such as high efficiency of water consumption in the subsurface irrigation system, this study was conducted to implement the idea of subsurface irrigation without applied dripper below the soil surface. The research plan was implemented in the apricot garden of the water and soil and industry deputy minister of Jehade-Keshavarzi at Alborz province, Karaj city. The age of the apricot trees was 10 years old and three irrigation systems namely surface drip irrigation, subsurface drip irrigation and subsurface sand column were compared with each other in this research project. Crop yield measurement and morphological traits of each treatment were determined separately and then statistical analysis was performed on them with MSTATC and SPSS software. The results showed that the root penetration into dripper in subsurface drip irrigation as well as root accumulation under conductor pipes in subsurface irrigation using sand columns and surface drip blocked water flow from dripper and conductors pipes to soil profile. However, water use efficiency in subsurface irrigation systems using sand columns, subsurface and surface drip irrigation were obtained 1.21, 1.09 and 0.58 kg / m3, respectively and the priority of subsurface irrigation compared to surface drip irrigation was obtained, but root penetration into drip emitters and conductor pipes in subsurface systems has failed the idea of subsurface irrigation.

Keywords: Root accumulation, Sand column, Subsurface irrigation, Water use efficiency

[1] Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (Corresponding Author Email: shah1343@yahoo.com)
Received: 6 February 2021
Accepted: 16 March 2021