



مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۲۱۱-۲۲۵

اثر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد و کارایی مصرف آب دو رقم شلیل

محمد جلیلی^{۱*}، ابراهیم گنجی مقدم^۲

۱. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۲. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۲۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۲۸

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر روش و مقدار آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ارقام شلیل (کیوتا و سان‌گلد) اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور مقدار آب آبیاری در سه سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) در پلات اصلی و روش آبیاری قطره‌ای در دو سطح (سطحی و زیرسطحی) در پلات فرعی در سه تکرار اعمال شد. اثر متقابل درصد آب و روش آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف هر دو رقم از لحاظ آماری معنادار نبود. در رقم کیوتا بیشترین و کمترین عملکرد با کاربرد ۱۰۰ و ۸۰ درصد آب آبیاری به میزان ۴۴/۰۶۷ و ۴۰/۷۱۷ تن در هکتار به دست آمد. نتایج نشان داد روش آبیاری قطره‌ای سطحی با عملکرد ۴۵/۰۴۴ تن در هکتار و قطره‌ای زیرسطحی با عملکرد ۳۸/۲۰۰ تن در هکتار تفاوت معناداری با هم نداشتند. در رقم سان‌گلد بیشترین عملکرد ۴۶/۶۶۷ تن در هکتار در سطح ۱۰۰ درصد آب آبیاری به دست آمد. با کاهش مقدار آب آبیاری، عملکرد کاهش یافت. روش آبیاری قطره‌ای سطحی با عملکرد ۴۱/۶۴۴ تن در هکتار نسبت به قطره‌ای زیرسطحی با عملکرد ۳۹/۰۰ تن در هکتار بهتر بود.

کلیدواژه‌ها: خرد آبیاری، سطوح مختلف آب، راندمان آبیاری، کم‌آبیاری، مدیریت آبیاری.

مقدمه

و حبابی) داشته و عملکرد درختان را حداقل ۱۶/۶ و حداکثر ۱۹/۲ درصد نسبت به دو روش دیگر افزایش داده است. تیمارها تأثیر معناداری روی ضخامت پوست، وزن و قطر طولی و عرضی میوه، اسیدیته کل و مواد جامد محلول میوه و نیز حجم تاج و قطر تنه درختان نداشتند (۵). بررسی امکان کاربرد آبیاری قطره‌ای زیرسطحی روی درختان هلو و مرکبات و وضعیت تجمع ریشه گیاه در اطراف قطره‌چکان تحقیق دیگری بود که انجام شد. نتایج نشان داد ضریب تغییرات دبی، ضریب تغییرات فشار، عملکرد کلی قطره‌چکان‌ها (که بستگی به تغییرات آب‌دهی ناشی از عوامل مختلف مانند تغییرات فشار و دما داخل شبکه لوله، شکل قطره‌چکان، و نیز فرسودگی آن دارد)، یکنواختی پخش، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد در باغ هلو به ترتیب برابر با ۱۹، ۲۳، ۱۲، ۶۴، ۵۶ و ۵۸ درصد و در باغ پرتقال به ترتیب برابر با ۲۴، ۶۰، ۲۱، ۶۴، ۵۷ و ۵۸ درصد برآورد شد. بنابراین، سامانه از نظر شاخص‌های یادشده برای باغ هلو مناسب و برای باغ پرتقال ضعیف ارزیابی شد (۷).

تأثیر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و سطوح مختلف آب بر عملکرد و کارایی مصرف آب ارقام هلو (اسپرینگ‌تایم و سبز) در مشهد بررسی شد. نتایج نشان داد در رقم اسپرینگ‌تایم بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب با کاربرد ۱۰۰ و ۶۰ درصد آب آبیاری به میزان ۳۱/۴ و ۱۹/۸ تن در هکتار به دست آمد. روش آبیاری قطره‌ای سطحی با عملکرد ۲۴/۵ تن در هکتار و قطره‌ای زیرسطحی با عملکرد ۲۶/۲ تن در هکتار تفاوت معناداری با هم نداشتند. در رقم سبز مشهد بیشترین میزان عملکرد به مقدار ۳۲/۵ تن در هکتار در سطح ۱۰۰ درصد آب آبیاری به دست آمد. با کاهش مقدار آب، عملکرد به طور معناداری کاهش یافت. روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با عملکرد ۳۱/۴ تن در هکتار نسبت به قطره‌ای سطحی بهتر

روش‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی راه حل مناسبی برای سازگاری با کمبود آب به منظور اراضی فاریاب و مواجهه با خشکسالی‌ها در حال حاضر و آینده به شمار می‌آیند. از مزایای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی می‌توان به کاهش میزان آب مصرفی، افزایش عملکرد و کیفیت محصول، افزایش بهره‌وری مصرف آب، کاهش خطرات شوری برای گیاهان، تعدیل کاربرد کود و مواد شیمیایی، کنترل رشد علف‌های هرز، کاهش مصرف انرژی، تسهیل عملیات کشاورزی، حفظ ساختمان خاک و حفاظت بیشتر از محیط زیست اشاره کرد (۸، ۱۴ و ۱۸).

در تحقیقی روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای در درختان انار استان یزد مقایسه شد. میزان آب مصرفی در روش قطره‌ای و سطحی به ترتیب برابر با ۱۱۶۴۵ و ۱۴۱۴۷ مترمکعب در هکتار و مقدار عملکرد در این دو روش به ترتیب برابر با ۲۸۰۰ و ۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (۱۰). دور و عمق آب آبیاری در روش قطره‌ای در باغ‌های مرکبات بررسی شد. نتایج نشان داد درختان پرتقال و نارنگی در رشد نهایی خود (بیش از ده سال) با پوشش ۷۰ تا ۷۵ درصد بین ۱۴ تا ۱۵ هزار مترمکعب در هکتار آب نیاز دارند در حالی که میزان آب لازم برای درختان لیموترش و گریپ‌فروت با پوشش ۸۰ تا ۸۵ درصد حدود ۱۶ تا ۱۸ هزار مترمکعب در هکتار در هر سال است. در مناطق خشک نظیر جهرم دور مناسب آبیاری قطره‌ای دو روز است (۴).

تأثیر روش‌های مختلف آبیاری (میکروجت، حبابی، قطره داخل خط با دو و سه قطره‌چکان) بر صفات کمی و کیفی میوه و رشد رویشی پرتقال تامسون ناول بررسی شد. مقایسه میانگین‌های سه سال اجرای پژوهش نشان داد آبیاری با میکروجت و دو قطره‌چکان از نظر عملکرد اختلاف معناداری با دو روش دیگر آبیاری (سه قطره‌چکان

مدیریت آب و آبیاری

بیشترین فاصله از درخت را داشتند، سیستم ریشه درختان هلو تا فاصله ۱۲۰ سانتی‌متری گسترش یافت. به عکس، در درختان گلابی سیستم ریشه گسترش کمتری (۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) پیدا کرد به طوری که در تیمارهایی که فاصله لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ۸۰ و ۱۲۰ سانتی‌متر بود، درختان کوچک‌تر شدند. در هیچ یک از تیمارها ورود ریشه به داخل قطره‌چکان‌ها مشاهده نشد (۱۲). اثر آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و عمق نصب لوله‌ها بر میزان آب خاک و رشد و تولید محصول درختان سیب در چین بررسی شد. در مقایسه با تیمار شاهد (کشت دیم)، عمق و پهنای نفوذ آب در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به ترتیب به ۱۳۰ و ۱۶۰ سانتی‌متر رسید، به طوری که بهبود وضعیت آب خاک در لایه‌های عمیق‌تر، سبب افزایش تولید محصول درختان به میزان ۴۵ تا ۹۹ درصد و در آبیاری غرقابی به میزان ۲۷ تا ۱۰۲ درصد شد. بنابراین، آبیاری قطره‌ای زیرسطحی روش مناسبی برای رشد بهتر درختان سیب و بهبود کیفیت محصول بود و سبب صرفه‌جویی درخور توجه در مصرف آب نسبت به آبیاری غرقابی شد. الگوی توزیع رطوبت در خاک بسته به عمق نصب لوله‌ها متفاوت بود، به طوری که بهترین عمق نصب بین ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک تعیین شد (۲۵). در تحقیقی تأثیرات سامانه‌های مختلف آبیاری (فارویی، میکرواسپری، آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی) بر تولید میوه درختان هلو بررسی شد. نتایج نشان داد آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی درشت‌ترین میوه‌ها و بیشترین عملکرد را در بازارپسندی میوه نسبت به سایر تیمارها داشته است (۱۶). کم‌آبیاری برابر با ۵۰ درصد تبخیر و تعرق واقعی درختان هلو و شلیل سبب افزایش کل مواد محلول نسبت به شرایط بدون تنش می‌شود (۲۷). آبیاری قطره‌ای پارامترهای رشد، رویشی (طول ساقه، سطح برگ، درصد وزن خشک برگ، تعداد برگ در هر ساقه و درصد برگ‌سازی درخت)،

بود. نتایج ارزیابی نهایی نشان داد در هر دو رقم، روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با ۸۰ درصد آب مصرفی از لحاظ کارایی مصرف ارجحیت دارد (۲). کاربرد آبیاری قطره‌ای زیرسطحی روی بیش از ۳۰ نوع گیاه افزایش محصول را نسبت به سایر روش‌های آبیاری از جمله آبیاری قطره‌ای سطحی به همراه داشته است، ضمن اینکه میزان آب کاربردی نیز کمتر بوده است. درباره درختان سیب عمق کارگذاری لوله‌ها بین ۳۰ تا ۷۰ سانتی‌متر و فاصله لوله‌ها دو تا پنج متر پیشنهاد شده است (۱۸).

نتایج پژوهش در مزرعه‌ای در یک باغ گلابی در اسرائیل نشان داد در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با آب شور می‌توان محصول قابل قبولی به دست آورد. توزیع رطوبت و شوری در خاک نیز با این روش نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی، بهتر با الگوی توزیع ریشه همخوانی داشت (۲۶). آزمایش‌های مزرعه‌ای در هند روی اثر روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر تولید درخت نارگیل نشان داد این سامانه با میزان تولید ۱۳۳ نارگیل در هر درخت نسبت به میزان محصول ۱۲۴ نارگیل در هر درخت در سامانه آبیاری رایج در منطقه، وضعیت بهتری دارد (۲۴). رشد رویشی و تولید درختان جوان هلو تحت سامانه‌های مختلف آبیاری شیاری، قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و میکروجت تحقیق دیگری بود که انجام شد. ارزیابی کلی نشان داد درختانی که با روش قطره‌ای سطحی و زیرسطحی آبیاری می‌شوند نسبت به درختانی که با روش میکروجت و شیاری آبیاری می‌شوند به طور معناداری عملکرد و کارایی مصرف آب بیشتری دارند (۱۷).

در تحقیقی راندمان آبیاری قطره‌ای زیرسطحی روی درختان جوان هلو و گلابی و فواصل مختلف نصب لوله‌های قطره‌ای زیرسطحی نسبت به درخت (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ سانتی‌متر) با سامانه قطره‌ای سطحی رایج مقایسه شد. پس از گذشت دو سال، در تیماری که لوله‌های نصب‌شده

آبیاری زیرسطحی، کاهش میزان نفوذ عمقی، کنترل شوری خاک و افزایش درآمد خالص دانسته شد. با مقدار مشابه آب مصرفی، میزان تولید و ماده خشک در روش زیرسطحی بیشتر از روش آبیاری بارانی (شاهد منطقه) بود (۲۰). با مدیریت دقیق سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، نیاز آبیاری ذرت تا ۲۵ درصد کاهش و در نتیجه کارایی مصرف آب افزایش یافته است (۲۳). در تحقیقی تأثیر روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی روی عملکرد سیب‌زمینی تحت شرایط مختلف آبی را بررسی کردند. نتایج نشان داد تحت شرایط مشابه، میزان رطوبت در منطقه توسعه ریشه در روش آبیاری زیرسطحی بیشتر است و همین عامل سبب افزایش رشد و عملکرد سیب‌زمینی شده است (۱۵).

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری روی عملکرد و کارایی مصرف آب ارقام شلیل در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و قطره‌ای زیرسطحی بود.

مواد و روش‌ها

اتحقیق حاضر با استفاده از آزمایش کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور مقدار آب آبیاری در سه سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، D_1 , D_2 , D_3) در پلات اصلی و روش آبیاری قطره‌ای در دو سطح (سطحی و زیرسطحی R_1 , R_2) در پلات فرعی و در سه تکرار روی ارقام کیوتا و سان‌گلد شلیل به مدت پنج سال اجرا شد. فواصل کاشت درختان چهار متر در سه متر بود و در هر کرت سه ردیف چهارتایی (۱۲ اصله نهال) در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری‌ها از دو اصله درخت وسطی صورت گرفت. ارقام کیوتا و سان‌گلد به ترتیب در مرداد و تیرماه در شرایط مشهد می‌رسند.

صفات میوه‌دهی (درصد گلدهی، تشکیل میوه، تعداد میوه در هر درخت و عملکرد)، کیفیت میوه (وزن، اندازه، سفتی، استحکام و اسیدیته میوه)، طول ریشه، وزن ریشه خشک و کارایی مصرف آب ارقام آلو نسبت به آبیاری مرسوم را افزایش می‌دهد (۲۱).

طالعات چند سال اخیر نیز نشان‌دهنده افزایش عملکرد پنبه تحت روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی است (۱۳، ۲۲، ۲۸ و ۲۹). در تحقیقی تأثیر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و سطوح دور آبیاری بر کمیت و کیفیت پنبه بررسی شد. نتایج نشان داد تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و دور آبیاری چهار روز بهترین تیمار بوده است (۳). تأثیر سه روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، شیاری معمولی و شیاری اصلاح‌شده (با کاربرد روش موجی و کاهش جریان) روی پنبه بررسی شد. نتایج نشان داد عملکرد پنبه با استفاده از روش قطره‌ای زیرسطحی حدود ۱۶۳ کیلوگرم در هکتار بیشتر از روش آبیاری شیاری است (۱۹). اثر سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و مالچ پلاستیک روی میزان نوعی کدو تحقیقی بود که انجام شد. نتایج نشان داد اثر روش آبیاری و وجود داشتن یا نداشتن مالچ اثر معناداری بر خصوصیات کمی و کیفی محصول داشتند و در همه موارد سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و کاربرد مالچ وضعیت بهتری را نشان داد (۱۱). بررسی تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی نتیجه گرفتند که میزان آب آبیاری روی کارایی مصرف آب در سطح احتمال پنج درصد و روی عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. همچنین، روش آبیاری روی عملکرد و کارایی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنادار داشت (۱). در مطالعه‌ای تأثیر آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و بارانی بر گوجه‌فرنگی بررسی شد و از مزایای

مدیریت آب و آبیاری

اثر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد و کارایی مصرف آب دو رقم شلیل

جدول ۱. مشخصات فیزیکی خاک مزرعه محل آزمایش

عمق خاک	درصد ذرات خاک			درصد رطوبت حجمی در		وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)
	سیلت	رس	شن	بافت خاک	ظرفیت زراعی	
۰-۲۰	۳۴/۰	۱۵/۴	۵۰/۶	لومی	۱۷/۲	۸/۳
۲۰-۴۰	۲۶/۰	۱۵/۴	۵۸/۶	شنی لومی	۱۹/۱	۷/۶
۴۰-۶۰	۲۶/۰	۱۴/۰	۶۰/۰	شنی لومی	۱۹/۱	۷/۵
۶۰-۸۰	۲۹/۰	۱۳/۰	۵۸/۰	شنی لومی	۱۸/۷	۶/۹

جدول ۲. نتایج آزمایش کیفیت آب آبیاری

نام	مقدار	واحد
هدایت الکتریکی	۱/۰	دسی‌زیمنس بر متر
پ- هاش	۷/۲	-
سدیم	۲/۹	میلی‌اکی‌والان بر لیتر
منیزیم	۲/۳	میلی‌اکی‌والان بر لیتر
کلسیم	۳/۰	میلی‌اکی‌والان بر لیتر
سولفات	۱/۷	میلی‌اکی‌والان بر لیتر
نسبت جذب سدیم	۱/۸	-

خاک در عمق‌های مختلف ارائه شده است. از عمق ۸۰ سانتی‌متری به بعد لایه شنی قرار گرفته است. آب استفاده شده در آزمایش از چاه‌های موجود در ایستگاه تامین شد. آب به لحاظ کاربرد برای آبیاری قطره‌ای درختان کیفیت خوبی داشت. نتایج آزمون کیفی آب در جدول ۲ درج شده است.

در مهرماه ۱۳۸۶ نسبت به تهیه زمین اقدام شد. ابتدا زمین شخم خورد و پس از تسطیح، محل غرس نهال‌ها

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی خاک قبل از آماده‌سازی زمین نمونه‌گیری از عمق صفر تا ۸۰ سانتی‌متری به فاصله هر ۲۰ سانتی‌متری برداشت شد. بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری با استفاده از سیلندرهای نمونه‌گیری و مقدار رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از دستگاه صفحه فشاری در مکش‌های ۰/۳ و ۱۵ اتمسفر تعیین شد. در جدول ۱ خلاصه نتایج مشخصات فیزیکی

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

آبیاری بر حسب لیتر برای هر درخت با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد:

$$G = d_g \cdot S_p \cdot S_r \quad (3)$$

در این رابطه S_p و S_r به ترتیب فاصله درختان روی ردیف و بین ردیف‌هاست.

سیس، از حاصل ضرب این مقدار در ضرایب $0/6$ ، $0/8$ و 1 (به ترتیب برابر با 60 ، 80 و 100 درصد نیاز آبی گیاه)، میزان نیاز آبی هر تیمار به دست آمد. حجم آب آبیاری مورد نیاز نیز با توجه به تعداد درختان و سطح آب در هر تیمار، محاسبه و با کنتور در اختیار درختان قرار گرفت. برای هر تیمار یک عدد کنتور و یک خط لوله مانیفولد (شش عدد کنتور و شش خط لوله مانیفولد) در نظر گرفته شد. مطابق با هر تیمار، لوله‌های فرعی (لاترال‌ها) به مانیفولد مربوط وصل شد. برای آبیاری هر دو روش قطره‌ای سطحی و زیرسطحی از قطره‌چکان‌های داخل خط (Euro drip- 2PC) با دبی چهار لیتر در ساعت و دو ردیف لاترال برای هر درخت استفاده شد. برای هر درخت شش قطره‌چکان (فاصله یک متر) در نظر گرفته شد. در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بعد از حفر ترانشه به عمق حدود 40 سانتی‌متر و به فاصله 50 سانتی‌متر از هر طرف درختان، لاترال‌ها داخل ترانشه حفر شده، مدفون شد. دور آبیاری چهار روز انتخاب شد. در شکل ۱ شمای اجرای پروژه برای هر رقم ارائه شده است.

در نهایت، پس از برداشت میزان عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در هر تیمار اندازه‌گیری و محاسبه شد. سیس، با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه و تحلیل و مقایسه شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت. در نهایت، تیمار برتر از نظر کارایی مصرف آب و تولید محصول مرغوب‌تر و بیشتر معرفی شد.

مشخص و در اسفندماه 1386 نهال‌ها که قبلاً ریشه‌دار شده بود، به زمین انتقال داده شد و مطابق با نقشه، باغ احداث شد. پس از غرس نهال‌ها طی سال 1387 ، آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز برای همه تیمارها به‌طور یکسان انجام و در اسفندماه 1387 هرس زمستانه انجام شد. تیمار روش آبیاری از زمان احداث باغ و تیمار درصد آب آبیاری از سال 1388 اعمال شد. عملیات داشت شامل مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز برای همه تیمارها به‌طور یکسان انجام شد و یادداشت‌برداری‌های لازم نیز صورت گرفت.

نیاز آبی و روش اجرای سامانه آبیاری

میزان نیاز خالص آبیاری درختان شلیل (ET_c)، از اطلاعات سند ملی آب کشور (۹) استخراج و استفاده شد. در روش‌های آبیاری قطره‌ای به دلیل آنکه فقط بخشی از سطح خاک مرطوب می‌شود، روش محاسبه آب مورد نیاز متفاوت با روش‌های سطحی است. مقدار تبخیر و تعرق روزانه در روش قطره‌ای تابعی از سطح سایه‌انداز است. برای تعیین مقدار تبخیر و تعرق روزانه (نیاز خالص) در آبیاری قطره‌ای، از رابطه ۱ استفاده شد (۶):

$$d_n = ET_c \times (0.1 \times (P_s)^{0.5}) \quad (1)$$

در این فرمول: dn = نیاز خالص (بر حسب میلی‌متر) و Ps = درصد سایه‌انداز گیاه است.

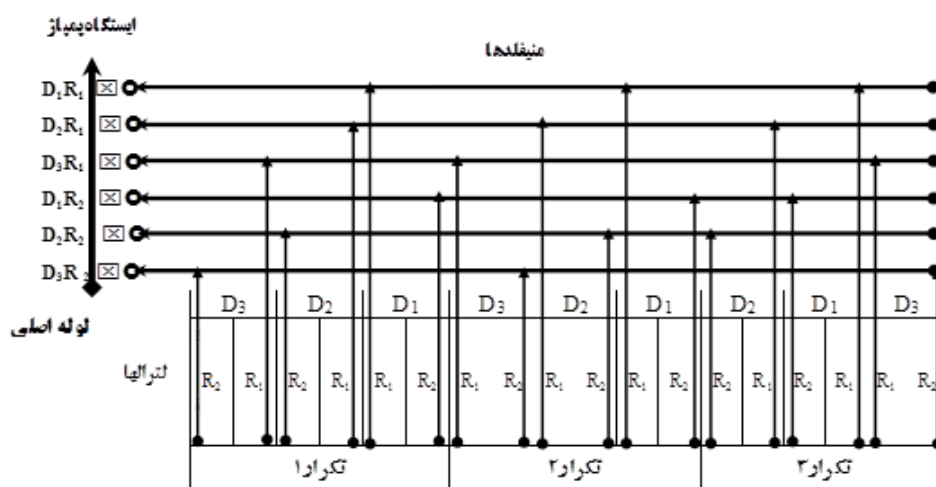
سیس، با در نظر گرفتن راندمان آبیاری (E_a) روش قطره‌ای برابر با 90 درصد، مقدار نیاز ناخالص آب آبیاری (dg) از تقسیم مقدار خالص بر راندمان آبیاری بر حسب میلی‌متر محاسبه شد (رابطه ۲):

$$d_g = \frac{d_n}{E_a} \quad (2)$$

در نهایت، حجم ناخالص آب مورد نیاز در هر نوبت

مدیریت آب و آبیاری

اثر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد و کارایی مصرف آب دو رقم شلیل



شکل ۱. نقشه اجرای پروژه (آرایش کتورها، شیرفلکه‌ها، لوله اصلی و...) برای هر رقم

نتایج و بحث

طرح از سال ۱۳۸۷ در باغ تازه تأسیس شده اجرا شد. در سه سال نخست اجرای طرح (قبل از شروع باردهی) خصوصیات رویشی اندازه‌گیری شد، ولی در دو سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ عملکرد نیز اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه میزان عملکرد فقط در سال ۱۳۹۱ (شروع باردهی اقتصادی) درخورد توجه بود، بنابراین نتایج این سال تجزیه و تحلیل شد که در ادامه مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت. درخورد یادآوری است که نتایج تست بارتلت^۱ نیز نشان داد آنالیز مرکب دو سال قابل انجام نیست.

عملکرد و کارایی مصرف آب رقم کیوتا

برداشت محصول رقم کیوتا در اواخر تیرماه انجام شد. نتایج آنالیز واریانس در جدول ۳ ارائه شده است. طبق جدول ۳ فقط اثر درصد آب آبیاری بر میزان کارایی مصرف آب در سطح پنج درصد در سال ۱۳۹۱ معنادار بوده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون

چنددامنه‌ای دانکن در جدول ۴ ارائه شده است. میزان عملکرد در سال ۱۳۹۱ در سطوح آبیاری ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد به ترتیب برابر با ۴۰/۱۷۷، ۴۰/۷۱۷ و ۴۴/۰۶۷ تن در هکتار بوده است که به لحاظ آماری همه در یک سطح قرار گرفته‌اند. میزان عملکرد در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در سال ۱۳۹۱ به ترتیب برابر با ۴۵/۰۴۴ و ۳۸/۲۰۰ تن در هکتار به دست آمده است که هر دو روش از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. اثر درصد آب آبیاری بر میزان کارایی مصرف آب در سال ۱۳۹۱ معنادار بود. در دو سطح آب آبیاری ۶۰ و ۸۰ درصد این میزان به ترتیب برابر با ۸/۰۶۴ و ۶/۶۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد که در یک گروه قرار گرفتند و سطح آب آبیاری ۱۰۰ درصد با کارایی ۵/۷۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب در گروه بعدی قرار گرفت. میزان کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای سطحی برابر با ۷/۳۳۹ و در روش آبیاری زیرسطحی برابر با ۶/۹۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب بود که در یک گروه قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل سطوح آب آبیاری و روش

1. Bartlett's test

آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. در سال ۱۳۹۱ روش قطره‌ای سطحی و ۱۰۰ درصد آب مصرفی با عملکرد ۴۹/۱۳۳ تن در هکتار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. درباره کارایی مصرف آب در سال ۱۳۹۱ نیز روش آبیاری قطره‌ای سطحی با ۶۰ درصد آب مصرفی با کارایی ۸/۶۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب تیمار برتر بود.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و کارایی مصرف آب رقم کیوتا

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب** (کیلوگرم بر مترمکعب)
تکرار	۲	۴۹/۰۴۴ ^{ns}	۱/۱۷۲ ^{ns}
درصد آب آبیاری (D)	۲	۲۰/۹۳۷ ^{ns}	۱۳/۶۳۲*
خطای (a)	۴	۳۴/۹۰۵	۱/۱۰۶
روش آبیاری (R)	۱	۲۱/۸۰۹ ^{ns}	۵/۵۵۶ ^{ns}
درصد آب آبیاری × روش آبیاری	۲	۱۹/۰۰۴ ^{ns}	۵/۴۸۴ ^{ns}
خطای (b)	۶	۹۱/۰۲۶	۲/۵۲۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۲/۹۰	۲۳/۱۲

** وجود اختلاف معنادار در سطح یک درصد؛ * وجود اختلاف معنادار در سطح پنج درصد؛ ns نبود اختلاف معنادار

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین عملکرد و کارایی مصرف آب رقم کیوتا (دانکن $\alpha=0/05$)

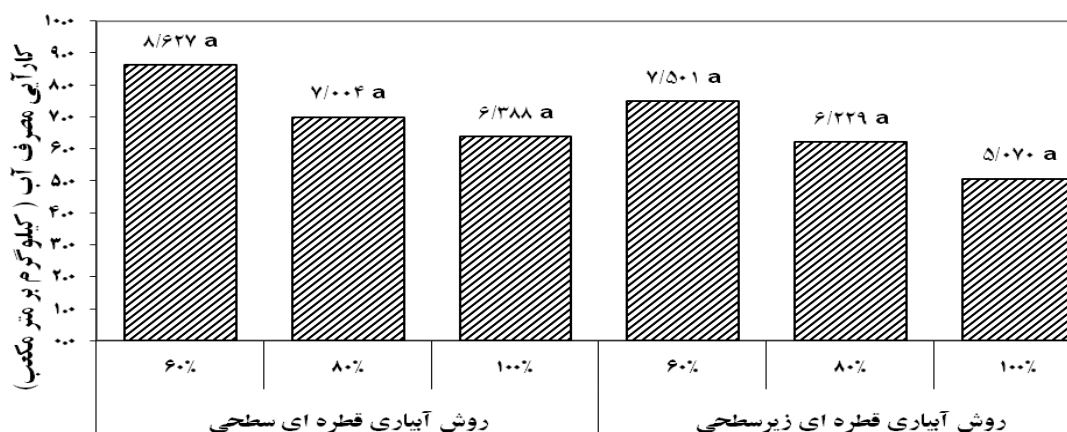
تیمار بررسی شده	متوسط عملکرد (تن در هکتار)*	متوسط میزان آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	کارایی مصرف آب** (کیلوگرم بر مترمکعب)
الف) درصد آب آبیاری:			
۶۰ درصد	۴۰/۱۰۰ a	۴۹۷۳	۸/۰۶۴ a
۸۰ درصد	۴۰/۷۱۷ a	۶۱۵۴	۶/۶۱۶ a
۱۰۰ درصد	۴۴/۰۷۷ a	۷۶۹۲	۵/۷۲۹ b
ب) روش آبیاری:			
قطره‌ای سطحی	۴۵/۰۴۴ a	۶۲۷۳	۷/۳۳۹ a
قطره‌ای زیرسطحی	۳۸/۲۰۰ a	۶۲۷۳	۶/۹۶۴ a

* حروف غیر مشابه بیان‌کننده اختلاف معنادار در سطح پنج درصد است.

اثر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد و کارایی مصرف آب دو رقم شلیل



شکل ۲. اثر متقابل درصد آب آبیاری × روش آبیاری روی عملکرد رقم کیوتا در سال ۱۳۹۱



شکل ۳. اثر متقابل درصد آب آبیاری × روش آبیاری روی کارایی مصرف آب رقم کیوتا در ۱۳۹۱

سایر تیمارها و تأثیرات متقابل آنها بر میزان عملکرد و کارایی مصرف آب معنادار نبوده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول ۶ ارائه شده است. در سال ۱۳۹۱، میزان عملکرد از نظر آماری در گروه‌های جداگانه قرار گرفت. در سه سطح آب آبیاری ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد میزان عملکرد به ترتیب برابر با ۳۲/۹۸۳، ۴۱/۳۱۷ و ۴۶/۶۶۷ تن در هکتار به دست آمد. بین سطح آبیاری ۶۰

عملکرد و کارایی مصرف آب رقم سان گلد
برداشت محصول از درختان شلیل رقم سان گلد به عنوان یک رقم دیررس در سال ۱۳۹۱ در اواخر مردادماه انجام شد. نتایج آنالیز واریانس و تجزیه و تحلیل عملکرد و کارایی مصرف آب در جدول ۵ ارائه شده است. مطابق با جدول ۵ فقط اثر درصد آب آبیاری بر میزان عملکرد در سطح پنج درصد در سال ۱۳۹۱ معنادار بوده است و اثر

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل سطوح آب آبیاری و روش آبیاری بر میزان عملکرد و کارایی مصرف آب در شکل‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. در سال ۱۳۹۱ روش قطره‌ای سطحی و ۱۰۰ درصد آب مصرفی با عملکرد ۵۰ هزار تن در هکتار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. درباره کارایی مصرف آب در سال ۱۳۹۱ روش آبیاری قطره‌ای سطحی و ۸۰ درصد آب مصرفی با کارایی ۶/۹۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب تیمار برتر بود. نتایج پژوهش بریلا و همکارانش (۱۰) نشان داد آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی درشت‌ترین میوه‌ها را به طور متوسط و بیشترین عملکرد را در بازارپسندی میوه هلو نسبت به سایر تیمارها داشته‌اند.

۸۰ درصد و نیز ۸۰ و ۱۰۰ درصد دوه‌دو با هم اختلاف معنادار وجود نداشت. به‌بیانی دیگر، سطح ۸۰ درصد آب مصرفی از نظر عملکرد قابل توصیه است. میزان عملکرد در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در سال ۱۳۹۱ به ترتیب برابر با ۴۱/۶۴۴ و ۳۹ هزار تن در هکتار به دست آمده است که هر دو سطح از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. در سال ۱۳۹۱ نیز تأثیر تیمارها بر میزان کارایی مصرف آب معنادار نبود. میزان کارایی مصرف آب در سطوح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد آب مصرفی به ترتیب ۶/۶۳۲، ۶/۷۱۴ و ۶/۰۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب بود که هر سه سطح در یک گروه آماری قرار داشتند. میزان کارایی مصرف آب در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی به ترتیب برابر با ۶/۶۳۹ و ۶/۷۵۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود که در یک گروه آماری قرار گرفتند.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و کارایی مصرف آب رقم سان‌گلد

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
تکرار	۲	۱۰۶/۴۸۴ ^{ns}	۳/۰۲۰ ^{ns}
درصد آب آبیاری (D)	۲	۲۸۵/۳۰۱ [*]	۰/۷۵۲ ^{ns}
خطای (a)	۴	۳۸/۴۳۸	۱/۱۲۳
روش آبیاری (R)	۱	۳۱/۴۶۹ ^{ns}	۰/۴۹۸ ^{ns}
درصد آب آبیاری × روش آبیاری	۲	۲۶/۳۶۷ ^{ns}	۰/۵۷۳ ^{ns}
خطای (b)	۶	۴۰/۵۹۸	۰/۸۲۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۵/۸۰	۱۴/۰۶

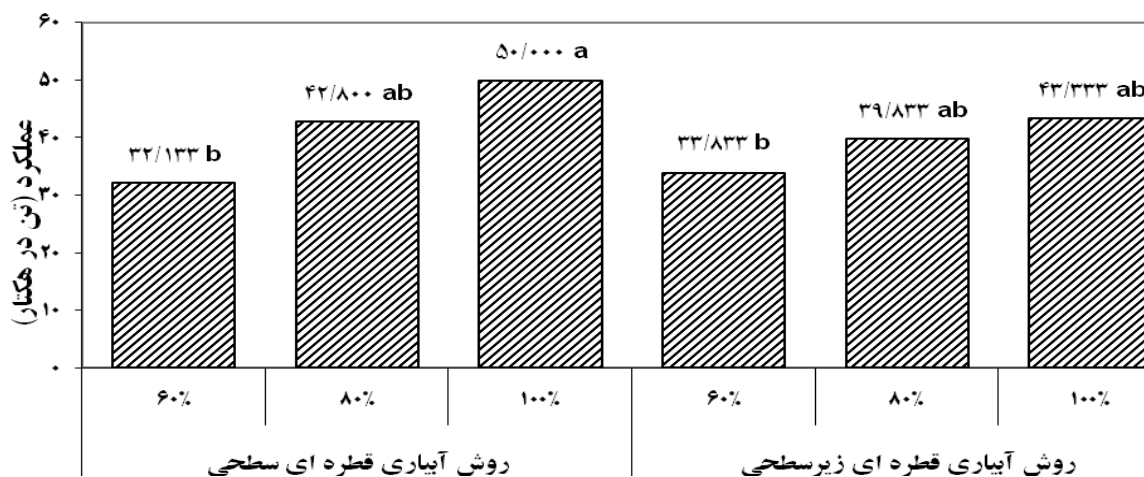
*. وجود اختلاف معنادار در سطح پنج درصد؛ ns. نبود اختلاف معنادار

اثر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد و کارایی مصرف آب دو رقم شلیل

جدول ۶. نتایج مقایسه میانگین عملکرد و کارایی مصرف آب رقم سان‌گلد (دانکن $\alpha=0/05$)

تیمار بررسی شده	متوسط عملکرد (تن در هکتار) *	متوسط میزان آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
الف) درصد آب آبیاری			
۶۰ درصد	۳۲/۹۸۳ b	۴۹۷۳	۶/۶۳۳ a
۸۰ درصد	۴۱/۳۱۷ ab	۶۱۵۴	۶/۷۱۳ a
۱۰۰ درصد	۴۶/۶۶۷ a	۷۶۹۲	۶/۰۶۴ a
ب) روش آبیاری			
قطره‌ای سطحی	۴۱/۶۴۴ a	۶۲۷۳	۶/۶۸۹ a
قطره‌ای زیرسطحی	۳۹/۰۰۰ a	۶۲۷۳	۶/۴۶۷ a

* حروف غیر مشابه بیان‌کننده اختلاف معنادار در سطح پنج درصد است.



شکل ۴. اثر متقابل درصد آب آبیاری × روش آبیاری روی عملکرد رقم سان‌گلد در سال ۱۳۹۱

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶



شکل ۵. اثر متقابل درصد آب آبیاری × روش آبیاری روی مصرف آب رقم سان گلد در سال ۱۳۹۱

نتیجه گیری

با توجه به اینکه ۱۳۹۱، سال باردهی اقتصادی باغ شلیل آزمایش شده بود، بنابراین نتیجه گیری کلی بر اساس نتایج سال ۱۳۹۱ انجام شد. نتایج ارزیابی ارقام شلیل کیوتا و سان گلد نشان داد بیشترین عملکرد زمانی است که ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه تأمین شود. با کاهش درصد آب آبیاری، عملکرد کاهش یافت، هر چند تفاوت معناداری بین عملکرد در ۱۰۰ و ۸۰ درصد آب مصرفی وجود نداشت. مقدار عملکرد در دو روش آبیاری تفاوت معناداری با هم نداشتند. با این وجود، نتایج تأثیرات متقابل نشان داد در رقم کیوتا روش آبیاری قطره ای سطحی با ۶۰ درصد آب مصرفی و در رقم سان گلد روش آبیاری قطره ای سطحی با ۸۰ درصد مصرف آب، کارایی بیشتری داشتند. در توجیه تفاوت های مشاهده شده در میزان کارایی مصرف آب (حاصل تقسیم میزان عملکرد بر میزان آب مصرفی) در ارقام شلیل، با توجه به یکسان بودن میزان آب مصرفی، تفاوت در میزان عملکرد در واحد سطح است.

منابع

۱. جلیلی م.، (۱۳۹۰)، «بررسی اثر سطوح مختلف آب و مالچ پلاستیک بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در روش آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی». مجله آب و خاک. ۲۵ (۱): ۱۰۲۵-۱۰۳۲.
۲. جلیلی م. و گنجی مقدم الف.، (۱۳۹۵)، «تأثیر روش های آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی و سطوح مختلف آب بر خصوصیات رویشی، عملکرد و کارایی مصرف آب در ارقام هلو». نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۰ (۲): ۲۶۲-۲۷۱
۳. جلیلی م. و مهرآبادی ح ر.، (۱۳۹۱)، «بررسی تأثیر روش های آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی و دور آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی پنبه». مجله آب و خاک. ۲۶ (۳): ۷۳۶-۷۴۲
۴. دانش نیا ع.، (۱۳۷۵)، «آبیاری مرکبات در جهرم با استفاده از روش آبیاری قطره ای». نشریه فنی ش ۱۰، زمستان ۱۳۷۵. انتشارات نشر آموزش وابسته به

مدیریت آب و آبیاری

- استان یزد». نشریه ش ۷۱/۵۶. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی. سازمات تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۲۳ صفحه.
11. Alam M and Zimmerman R (2000) Subsurface drip irrigation and plastic mulch effects on yield and brix levels of kabocha squash, cucurbita moschata. Wwww.Oznet. Ksu. Edu/sdi/Reports/2000
12. Anconell S, Guidobon G Mannini P and Solimando D (2003). Initial observations on the subsurface drip irrigation of fruit crops. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura. 65(9): 32-36.
13. Aujla MS, Thind HS and Buttar GS (2008) Response of normally sown and paired sown cotton to various quantities of water applied through drip system. Irrigation Science. 26(4): 357-366
14. Ayars JE, Phene CJ Hutmacher RB Davis KR Shoneman RA Vail SS and Mead RM (1999) Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Laboratory. Agricultural Water Management. 42(1):1-27.
15. Badr MA, Abou Hussein SD El-Tohamy WA and Gruda N (2010) Efficiency of subsurface drip irrigation for potato production under different dry stress conditions. Gesunde Pflanzen. 62(2): 63-70.
16. Bryla D R, Dickson E Shenk R Scott Johnson R Crisosto C H and Trout T J (2005) Influence of irrigation method and scheduling on patterns of soil and tree water status and its relation to yield and fruit quality in peach. Horticulture Science. 40(7): 2118-2124.
- معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۷ صفحه
۵. عبادی ه، مرادی ب، بی‌آزار ش. و فتاحی مقدم ج، (۱۳۸۷)، «تأثیر روش‌های مختلف آبیاری بر صفات کمی و کیفی میوه و رشد رویشی پرتقال تامسون ناول». علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵ (۱): ۸-۱.
۶. عزیزاده الف، (۱۳۸۰). اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. چ دوم، انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، مشهد. ۴۵۰ صفحه.
۷. کیانی ع، (۱۳۹۳)، «بررسی امکان کاربرد آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر روی مرکبات و هلو و وضعیت تجمع در اطراف قطره‌چکان». گزارش پژوهش‌های مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ش ۹۳/۶۵۱۳، ۹۳ صفحه.
۸. مجیدی الف، زارعی ق، کشاورز ع. و حجازی س م، (۱۳۸۸)، «بررسی کارایی آبیاری انواع محصولات (باغات پسته، باغ‌های انار و سبزی و سیفی‌جات) با استفاده از لوله‌های تراوای سفالی». گزارش پژوهشی ش ۸۸/۲۸۱ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۴۲ صفحه.
۹. وزارت جهاد کشاورزی، (۱۳۷۶)، سند ملی آب کشور (نیاز آبی - الگوی کشت - راندمان آبیاری). معاونت فنی و زیربنایی - معاونت تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی - معاونت برنامه‌ریزی و پشتیبانی و سازمان هواشناسی کشور، جلد دوم، استان خراسان. ۲۹۶ صفحه.
۱۰. یزدانی ه، (۱۳۷۱)، «گزارش‌های مقایسه‌ی روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای بر روی انار در

17. Bryla D R, Trout T J and Ayars J E (2003) Growth and production of young peach trees irrigated by furrow, microjet, surface drip, or subsurface drip systems. *Horticulture Science*. 38(6): 1112-1116.
18. Camp CR (1998) subsurface drip irrigation: A Review. *Transactions of the ASAE*, vol. 41(5): 1353-1367.
19. Fulton AE, Oster JD Hunson BR Phene CJ and Goldhamer DA (1991) Reducing drains water: furrow vs. subsurface drip irrigation. *California Agriculture*. 45(2): 4-8.
20. Hanson B (2003) Drip irrigation increases tomato yields in salt- affected soil of San Joaquin Valley. *California Agriculture*. 57(1): 132-137.
21. Hussien S M, Fathi M A and Eid T A (2013) Effect of shifting to drip irrigation on some plum cultivars grown in clay loamy soil. *Egypt Agriculture Recourse*. 91(1): 217-233.
22. Kalfountzos D, Alexiou I Kotsopoulos S Zvakos G and Vyrlas P (2007) Effect of subsurface drip irrigation on cotton plantations. *Water Resources Management*. 21(8):1341-1351.
23. Lamm FR and Trooien TP (2003) Subsurface drip irrigation for corn production. A review of to years of research in Kansas. *Irrigation Science*. 22(3-4): 195-200.
24. Muthuchamy I, Subramanian K Balaji K and Vel S S (2000). Hydraulic design and performance evaluation of subsurface drip irrigation for coconut in Coimbatore district. *Madras Agricultural Journal*, publ. 2001. 87(10): 640-644.
25. Niu X, Li Y Sh and Feng YP (2003) Effects of subsurface drip irrigation on apple trees in semiarid region of Southern Shanxi. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. 19(1): 72-75.
26. Oron G, DeMalach Y Gillerman L David I and V P (1999) Improved saline-water use under subsurface drip irrigation. *Agricultural Water Management*. 39(1): 19-33.
27. Pliakoni E D and Nanos G D (2010) Deficit irrigation and reflective mulch effects on peach and nectarine fruit quality and storage ability. *Acta Horticulture*. 877: 215-222.
28. Sorensen RB, Bader MJ and Wilson EH (2004) Cotton yield and grade response to nitrogen applied daily through a subsurface drip irrigation system. *Applied Engineering in Agriculture*. 20(1): 13-16
29. Thind HS, Aujla MS and Buttar GS (2008) Response of cotton to various levels of nitrogen and water applied to normal and paired sown cotton under drip irrigation in relation to check-basin. *Agricultural Water Management*. 95(1): 25-34.



Water and Irrigation Management

(Scientific Journal of Agriculture)
(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 7 ■ No. 2 ■ Autumn & Winter 2017-18

Effect of surface and subsurface drip irrigation methods on yield and water use efficiency of two nectarine cultivars

Mohammad Jolaini^{1}, Ebrahim Ganji Moghaddam²*

1. Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2. Associate Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

Received: July 19, 2017

Accepted: October 17, 2017

Abstract

This study was conducted with the purpose of investigation the effect of different amount of water on yield and water use efficiency (WUE) of nectarine (*Prunus persica* L. cv. "Sun Gold" & "Quota") trees. A split plot experiment was laid out in a completely randomized block design including three different levels of water treatments with three replication. Treatments were including different amount of water (60%, 80% and 100% water requirement) in main plot and drip irrigation method (surface and subsurface) in subplot. Results showed that in cultivars, interaction water percent and irrigation method had not significant effect on yield and WUE. In "Quota", the highest (44.067 ton/ha) and lowest (40.100 ton/ha) yield were obtained with 100% 60% water requirement, respectively. There were not significant differences on yield in surface (45.044 ton/ha.) and subsurface (38.211 ton/ha) irrigation method. In "Sun Gold", the highest (46.7 ton/ha) yield were obtained with 100% water requirement. With reducing amount of water, there were significant differences on yield. Surface drip irrigation method with 41.644 ton/ha was the better of Surface drip irrigation method with 39.000 ton/ha.

Keywords: deficit irrigation, different irrigation levels, irrigation drip, irrigation efficiency, irrigation management.