Archive of SID

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد۹، مرداد - شهریور ۱۳۹۴، ص. ۴۵۸-۴۴۸

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 9, Aug.-Sep. 2015, p. 448-458

مقایسه ابزارهای مختلف برنامه ریزی آبیاری قطره‌ای مرکبات درخاک با بافت متوسط و سنگین

محمدعلی شاهرخ نیا[۱*]، ابراهیم زارع[۲]، حسین دهقانی سانیج[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۲۸

چکیده

بخش عمده آب آبیاری در دشت‌های کشور از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد. برای مدیریت آبیاری، ابزارهای مختلفی وجود دارد که در کشور ایران اطلاعات کافی از نحوه عملکرد و تأثیر آن‌ها وجود ندارد. در تحقیق حاضر به بررسی نقش چند ابزار مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری، در افزایش بهره‌وری مصرف آب در دو باغ مرکبات با بافت خاک متوسط و سنگین پرداخته شده است. این باغ‌های پرتقال که با سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری می‌شوند، در شهرستان فسا در استان فارس واقع هستند. برنامه‌ریزی آبیاری با استفاده از تانسیومتر، دماسنج مادون قرمز، رطوبت سنج خاک، بلوک گچی و سند ملی نیاز آبی گیاهان انجام و با تیمار تحت مدیریت باغدار مقایسه گردید. تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی نیز انجام گرفت. نتایج نشان داد با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی آبیاری فوق، مصرف آب آبیاری نسبت به مقدار آب مصرفی توسط باغدار، بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد درخت، تا حدود ۵۶ و ۴۶ درصد در دو باغ کاهش یافته است. در نتیجه کارایی مصرف آب آبیاری تا حدود ۱۱۰ و ۵۴ درصد در دو باغ مورد بررسی افزایش داشته است. کلیه ابزارهای برنامه‌ریزی آبیاری مورد استفاده در دو باغ مناسب بوده اند. از نظر اقتصادی سند ملی نیاز آبی بهتر بوده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری ، برنامه‌ریزی، بهره‌وری مصرف آب، پرتقال

مقدمه

استان فارس یکی از استان‌های مهم کشور در زمینه تولید محصولات کشاورزی است که مقام اول یا دوم تولید را در چند محصول دارا است. متاسفانه در سال‌های اخیر بیش‌تر دشت‌های استان دچار کمبود شدید آب شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تا بیش از ۷۰٪ آب مورد نیاز کشاورزی از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد. در سال‌های اخیر سطح سفره‌های آب زیرزمینی به شدت افت کرده و با توجه به خشکسالی‌های اخیر، افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی تشدید و خسارت‌های غیر قابل جبرانی را بر منابع آب‌های زیرزمینی وارد آورده است. مشابه این مشکل در بعضی از نقاط کشور نیز مشاهده می‌گردد. (شاهرخ‌نیا، ۱۳۹۲)

توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار، با توجه به راندمان بالایی که می‌تواند داشته باشد، یکی از راه‌هایی است که می‌تواند به استفاده درست از منابع آب کمک نماید. مشاهده گردیده که در بسیاری از نقاط کشور، سیستم‌های آبیاری تحت فشار راندمان مناسبی نداشته و نتوانسته هدف اصلی دولت که استفاده درست از منابع آب بوده را تأمین نماید. علل این امر را می‌توان به عوامل مختلفی مانند نحوه طراحی، اجرا، کیفیت لوازم و از همه مهم‌تر مدیریت این سیستم‌ها مربوط دانست (شاهرخ‌نیا، ۱۳۹۲).

باید توجه داشت که استفاده از یک سیستم مدرن آبیاری بدون توجه به مسائل مدیریتی و برنامه‌ریزی آبیاری، ممکن است نه تنها باعث استفاده درست از آب نگردد، بلکه مصرف آب را افزایش دهد. بنابراین لازم است در مدیریت کلیه سیستم‌های آبیاری، به برنامه‌ریزی آبیاری توجه جدی شود. برنامه‌ریزی آبیاری بدین معنی است که زمان شروع و خاتمه آبیاری با توجه به شرایط خاک و گیاه و با استفاده از اصول علم آبیاری تعیین و آبیاری بر اساس آن انجام شود. برنامه‌ریزی آبیاری شامل روش‌ها و ابزارهای متنوعی است. هیل و رید (۲۰۰۱)، آبیاری بر اساس یک برنامه از پیش تعیین شده یا یک دور آبیاری ثابت، آبیاری بر اساس زمان آبیاری مزارع مجاور، اندازه‌گیری شاخص‌های نشان دهنده استرس گیاه، اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش‌های مختلف، بیلان آب در خاک و داده‌های تبخیرسنجی و ترکیبی از سایر روش‌ها را به عنوان روش‌های مختلف برنامه‌ریزی

۱ - استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
۲ - دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات اقتصادی و اجتماعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
۳ -دانشیار پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
(* - نویسنده مسئول: Email: mashahrokh@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری بیان نموده است. ایرماک و همکاران با استفاده از دمای پوشش سبز گیاه و شاخص استرس آبی، برنامه‌ریزی آبیاری ذرت را انجام دادند. نتایج نشان داد به ازای مقادیر شاخص استرس بزرگ‌تر از ۰/۲۲، گیاه دچار تنش می‌شود و این در شرایطی است که ۵۰٪ آب در دسترس گیاه به مصرف رسیده است. این شاخص، به عنوان شاخص مناسبی برای برنامه‌ریزی آبیاری معرفی و بیان شد که بهتر است برای گیاهان مختلف و برای شرایط آب و هوایی مختلف مقدار بحرانی شاخص استرس اندازه‌گیری گردد. از معایب این روش این است که در ابتدای رشد گیاه که پوشش گیاه کم است، اندازه‌گیری دمای پوشش گیاه، مشکل می‌باشد (Irmak et al., 2000). استیل و همکاران، چهار روش برنامه‌ریزی آبیاری یعنی تانسیومتر، بیلان آب، دمای پوشش گیاه و مدلی گیاهی را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که از هر چهار روش می‌توان برای برنامه‌ریزی آبیاری ذرت استفاده نمود به شرطی که نهایت دقت در برنامه‌ریزی و مدیریت آبیاری صورت پذیرد. با استفاده از این روش ها حدود ۳۰٪ در مصرف آب صرفه‌جویی گردید (Steele et al., 2000). بادر و واسکوم برای برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در خاک‌های ریزدانه کلرادوی آمریکا، بلوک‌های گچی و در خاک‌های سبک، نوعی خاصی از این بلوک‌ها را توصیه نمودند (Bauder and Waskom, 2003). نتایج نشان داد که استفاده از بلوک‌های گچی دقت اندازه‌گیری رطوبت خاک را بالا می‌برد. گیناسی و همکاران با کاربرد تانسیومتر در برنامه‌ریزی آبیاری ذرت حدود ۳۰٪ در مصرف آب صرفه‌جویی نموده و این وسیله را، وسیله ای مناسب در برنامه‌ریزی آبیاری معرفی نمودند. البته بیان کردند که اگرچه تانسیومتر وسیله‌ای نسبتاً ارزان قیمت و ساده جهت استفاده کشاورزان می‌باشد، اما انجام سرویس‌های دوره‌ای مهم‌ترین عملی است که باید در استفاده آن مد نظر داشت (Ghinassi et al., 2003). کرمونا و همکاران براساس شاخص استرس گیاه (با استفاده از دمای پوشش سبز گیاه) و رطوبت خاک برنامه‌ریزی آبیاری را انجام دادند (Cremona et al., 2004). نتایج نشان داد که استفاده از دمای پوشش سبز گیاه به میزان ۲۵٪ راندمان استفاده از آب را افزایش می‌دهد. به دلیل افزایش تعداد دفعات آبیاری، این روش در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای مناسب می‌باشد. با توجه به اینکه این روش زمان شروع آبیاری را نشان می‌دهد، برای تعیین مقدار آبیاری می‌توان آنرا به صورت ترکیبی با روش‌های دیگر به کار برد. محققین دیگری نیز تحقیقات مشابهی را در زمینه برنامه‌ریزی آبیاری با رطوبت خاک انجام داده و برنامه‌ریزی آبیاری با توجه به رطوبت خاک را مفید خواندند (Carpena., 2004; Carpena et al., 2002; Chawla and Bundela, 2007). در تحقیقی در جنوب فلوریدای آمریکا در خصوص برنامه‌ریزی آبیاری از تانسیومتر، تبخیروتعرق و روش آبیاری مرسوم آبیاری در دو سال استفاده شد. میزان آب مصرفی در دو تیمار اول ۳۱ تا ۳۶ درصد تیمار آبیاری مرسوم بود. خصوصیات رشد گیاهی و کارایی مصرف آب نیز در دو تیمار اول، بهتر از تیمار آبیاری مرسوم بود. در نهایت تیمارهای آبیاری بر اساس تانسیومتر و تبخیر و تعرق به‌عنوان روش‌های برنامه‌ریزی مناسب برای آبیاری منطقه معرفی گردیدند (Migliaccioa et al., 2010). در توسکانی ایتالیا، برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان مختلف با استفاده از ابزارهای مختلف از قبیل تانسیومتر، رطوبت‌سنج و برآورد تبخیروتعرق انجام گردید. نتایج نشان داد با استفاده از این ابزارها بین ۲۱ تا ۴۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به آبیاری معمول انجام شد. میزان استفاده از مواد مغذی خاک نیز ۳۹ تا ۷۴ درصد کاهش داشت. کاهش معنی‌داری بر رشد گیاه و کیفیت محصول مشاهده نشد (Incrocci et al., 2014). در یک آزمایش، برای برنامه‌ریزی آبیاری قطره‌ای هندوانه از دستگاه رطوبت‌سنج چند سنسوره استفاده شد. شروع آبیاری در تخلیه رطوبتی ۱۵٪ بهتر از تخلیه رطوبتی ۵۰٪ بود و به طور متوسط حدود ۳۰٪ میزان محصول افزایش یافت. این تحقیق در خاک‌های شنی منطقه کارولینای جنوبی انجام شد (Miller et al., 2014).

وردی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۶) بیان نمودند استفاده از دماسنج مادون قرمز جهت تخمین دمای پوشش سبز گیاه روشی مناسب جهت تعیین زمان آبیاری در مزرعه می‌باشد. طاهری قناد (۱۳۸۷) با استفاده از دمای پوشش سبز گیاه، برنامه‌ریزی آبیاری ذرت را در صفی آباد دزفول انجام داد و این روش را روش مناسبی به منظور استفاده درست از آب دانست. وردی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از دمای پوشش سبز گیاه، برنامه‌ریزی آبیاری ذرت علوفه‌ای را انجام دادند و نشان دادند که این روش، روش مناسبی برای برنامه‌ریزی آبیاری می‌باشد. مصلحی و همکاران (۱۳۹۰) از تانسیومتر برای برنامه‌ریزی آبیاری خیار سبز در گلخانه استفاده نمودند. تیمار ۶۰ سانتی بار بیش‌ترین کارایی مصرف آب را داشت. شاهرخ‌نیا (۱۳۹۱) به بررسی اثر ابزارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری بر ذرت دانه‌ای در استان فارس پرداخت. نتایج نشان داد که با استفاده از ابزارهای مختلف می‌توان تا حدود ۳۰٪ در مصرف آب صرفه‌جویی نمود بدون آنکه محصول کاهش یابد. شاهرخ‌نیا و همکاران (۱۳۹۲) به مقایسه ابزارهای برنامه‌ریزی آبیاری مرکبات در خاک سبک و متوسط پرداخته و نشان دادند که به طور متوسط ۵۷ و ۴۹ درصد در میزان مصرف آب نسبت به تیمار تحت مدیریت باغدار کاهش دیده می‌شود.

در کشور ایران تحقیقات کمی درخصوص برنامه‌ریزی یا مدیریت آبیاری باغات مرکبات انجام شده است. تحقیق حسنلی و سپاسخواه (۱۳۷۹) در باغات مرکبات داراب استان فارس نشان داد که باغداران منطقه از میزان واقعی آب مورد نیاز مرکبات اطلاعی نداشته و میزان آب مصرفی خیلی بیش‌تر از حد نیاز می‌باشد. به طوری که تا ۲/۵ برابر نیاز آبی، آب مصرف شده است. حسنلی (۱۳۷۹) با ارزیابی باغات مرکبات استان فارس به این نتیجه رسید که درصد سطح سایه‌انداز برای درختانی که به سن بلوغ کامل رسیده‌اند ممکن است از رقم

www.SID.ir

Archive of SID

اعلام شـده برخی محققان که حداکثر ۸۰ ٪ اعلام نموده‌اند بیش‌تر باشـد. این واقعیت نشـان می‌دهد که فاصـله درختان باید افزایش یابد زیرا این خود موجب افزایش میزان آب در هکتار می‌شود. هم‌چنین در طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری سیستم‌های آبیاری قطره‌ای باید تجدید نظر جدی به‌عمل آید. تدوین اسـتانداردهای طراحی و آموزش مجریان طرح‌ها و بهره‌برداران، ارزیابی سـیسـتم‌ها و افزایش کیفیت لوازم تولیدی و مدیریت بهره‌برداری این‌گونه سـیسـتم‌ها از اولویت خاصـی برخوردار اسـت تا امکان افزایش راندمان معقول و بهره‌وری لازم در این شـیوه آبیاری فراهم گردد. نجفی (۱۳۸۵) به بررسـی بهره‌وری آب در باغات مرکبات اسـتان فارس پرداخت. نتایج بدسـت آمده حاکی از آن است که به طور کلی بهره‌وری مصرف آب در باغات مرکبات استان پایین است. از میان سه شهرستان فسا، جهرم و داراب، باغداران شـهرستان جهرم و فسا به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین میزان بهره‌وری آب آبیاری بوده‌اند. ابوطالبی (۱۳۸۷) بحران آب موجود را ناشی از استفاده بی‌رویه و نادرست منابع آب دانست و به این نتیجه رسـید که از آنجایی که بیش از ۹۵ درصـد از آب وارد شده به گیاه از طریق تبخیر و تعرق خارج می‌شود و سرعت و مقدار تبخیر و تعرق نیز تابعی نمائی از شـرایط محیطی اسـت، باید برای آبیاری درختان بر اسـاس شـرایط محیطی یک برنامه اجرایی داشـت. انجام آبیاری بر اساس یک برنامه منظم امکان صرفه‌جوئی ۳۰ درصدی در مصرف آب را می‌تواند بدنبال داشته باشد.

تحقیقات انجام گرفته قبلی نشـان می‌دهد که موضـوع مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری اهمیت داشـته و در صـورت اسـتفاده صـحیح از روش‌هـا و ابزارهـای برنـامه‌ریزی آبیاری، می‌توان به افزایش قابل توجهی در بهره‌وری مصرف آب رسید. در خصوص برنامه‌ریزی آبیاری مرکبات، به ویژه در داخل کشـور، تحقیقات اندکی انجام گرفته و نیاز به تحقیقات بیش‌تر می‌باشـد. در این مقاله به نتایج بدسـت آمده در خصوص کاربرد ابزارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری شامل تانسیومتر، بلوک‌گچی، رطوبت‌سـنج، سـندملی و دماسـنج مادون قرمز، در دو باغ مرکبات (پرتقال) با بافت خاک متوسـط و سـنگین، در شهرستان فسا، در استان فارس پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق در دو باغ از باغات مرکبات شـهرسـتان فسـا در اسـتان فارس، ابزارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری شـامل تانسیومتر، بلوک‌گچی، رطوبت‌سنج، سند ملی و دماسنج مادون قرمز، مورد بررسی و مقایسـه قرار گرفت. انتخاب باغ بر اسـاس بافت خاک، یکنواختی درختـان و تمایل باغدار به همکاری در اجرای این تحقیق بود. تفاوت اصـلی این دو باغ در بافت خاک آن‌ها بود. بدین‌ترتیب که یکی از این دو باغ دارای بافت خاک متوسـط (باغ ۱) و دیگری دارای بافت خاک نسـبتاً سـنگین (باغ ۲) بود. بافت خاک باغ ۱ با دارا بودن حدود ۲۵ درصد رس، ۳۵ درصد سیلت و ۴۰ درصد شن در کلاس لوم (Loam) قرار گرفت. تحقیق، در قسمتی از باغ که دارای درختان پرتقال نافی ۸ سـاله، با فاصـله ۵ متر بود، اجرا گردید. بافت خاک باغ ۲ با دارا بودن حدود ۳۸ درصـد رس، ۴۵ درصـد سـیلت و ۱۷ درصد شن در کلاس لومی رسی سیلتی (Silty Clay Loam) یا نسبتاً سنگین واقع گردید. تحقیق، در قسمتی از باغ که درختان پرتقال نافی با فاصله ۴ متر قرار داشـتند، به اجرا گذاشـته شـد. آزمایش به صـورت طرح بلوک کامل تصـادفی با ۶ تیمار زیر و ۳ تکرار اجرا شـد. در هر تکرار سـه درخت وجود داشـت که یکی از آن‌ها ملاک تعیین زمان شـروع آبیاری بود. تیمار۱: تیمار با مدیریت آبیاری توسـط باغدار (تیمار شـاهد)، تیمار۲: تیمار آبیاری بر اسـاس سند ملی نیاز آبی گیاهان، تیمار۳: تیمار آبیاری با اسـتفاده از دمای پوشـش سـبز گیاه، تیمار۴: تیمار آبیاری بر اساس رطوبت حجمی خاک، تیمار۵: تیمار آبیاری بر اساس مکش آب خاک، تیمـار ۶: تیمـار آبیـاری بر اسـاس مقاومت الکتریکی خاک. کلیه تیمارهای آزمایش تحت سـیسـتم آبیاری قطره‌ای با قطره چکان‌های درخط، با دبی ۴ لیتر در ساعت و تعداد ثابت در هر باغ بودند. در تیمار ۱، که کاملاً تحت مدیریت باغدار بوده فقط مقدار آب مصرفی درختان توسـط کنتورهای واسـنجی شـده اندازه‌گیری می‌گردید. در تیمار۲، آبیاری به صورت یک روز در میان (۳ روز در هفته) و با استفاده از سند ملی نیاز آبی گیاهان انجام می‌شـد. در تیمار۳ (برنامه‌ریزی براسـاس دمای پوشـش سبز گیاه) نیاز به اطلاعاتی از قبیل معادله خطوط حدود پایین و بالای تنش و شاخص استرس آبی گیاه می‌باشد که اطلاعات مورد نیـاز از تحقیقـات سـپاسـخواه و کاشـفی‌پور اسـتخراج گردید(Sepaskhah and Kashefipour, 1994, 1995). داده‌های هواشـناسی مورد نیاز نیز از ایستگاه هواشناسی فسا اخذ و زمان شروع آبیاری بر اساس اختلاف دمای پوشش گیاه و دمای هوا تعیین گردید. زمان خاتمه آبیاری بر اسـاس تخلیه مجاز رطوبتی ۵۰٪ و با آزمون خاک تعیین و حجم مشـخصـی از آب توسط کنتورهای واسنجی شده به درختان داده می‌شـد. اندازه‌گیری دمای پوشـش سـبزگیاه به وسیله دماسنج مادون قرمز دستی انجام می‌گرفت. درتیمار ۴ (برنامه ریزی بر اساس رطوبت خاک) یک سنسور ۵ سانتی‌متری دستگاه رطوبت سنج ECH2Oدر عمق ۳۰ تا ۴۰ سـانتی‌متری کارگزاری گردید. سـنسـور رطوبت حجمی خاک زمان شـروع آبیاری را نشان می‌داد. زمان شروع آبیاری تخلیه مجاز رطوبتی ۵۰٪ و زمان خاتمه آبیاری میزان آب مورد نیاز برای رسـانیدن رطوبت خاک به رطوبت ظرفیت مزرعه بود. میزان آب داده شـده به درختان با کنتورهای واسـنجی شـده اندازه‌گیری می‌گردید. در تیمار ۵ (برنامه‌ریزی براسـاس مکش آب خاک) از یک تانسـیومتر ۳۰ سـانتی‌متری که مانند تیمار ۴ در عمق ۳۰ سانتی‌متری نصـب شـده بودند اسـتفاده گردید. منحنی مشـخصـه آب خاک نیز با استفاده از دستگاه سلول فشاری بدست آمد. در این تیمار نیز بر اساس

www.SID.ir

Archive of SID

تخلیه مجاز رطوبتی ۲۵٪ آبیاری آغاز، و زمان خاتمه آبیاری میزان آب مورد نیاز برای رسانیدن رطوبت خاک به رطوبت ظرفیت مزرعه بود. در تیمار ۶ نیز از بلوک‌های گچی واسنجی شده ساخت شرکت Eijkelkamp هلند استفاده گردید. زمان شروع و خاتمه آبیاری شبیه به تیمارهای ۴ و ۵ تعیین می‌شد.

در کلیه تیمارها یادداشت‌برداری به صورت روزانه در طول یک سال انجام و به محض رسیدن زمان شروع آبیاری هر تیمار، آن تیمار آبیاری می‌گردید. کلیه عملیات داشت، کوددهی و دفع علف‌های هرز مشابه تیمار شاهد و توسط کشاورز در تیمارهای هر دو باغ انجام می‌گرفت. مقدار آب مصرفی کلیه تکرار ها از کنتورها به دست آمد. در پایان یکسال میزان محصول تولیدی و مقدار آب مصرفی تجمعی هر تیمار و تکرار اندازه‌گیری و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن انجام شد. سپس اختلاف مصرف آب تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری نسبت به تیمار ۱ که توسط باغدار آبیاری می‌شد محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. کارایی مصرف آب آبیاری و کارایی مصرف آب کل در تیمارهای مختلف با تقسیم میزان محصول تولیدی در هر تکرار به میزان مصرف آب آبیاری و کل آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارندگی) به‌دست آمد و مورد بررسی قرار گرفت.

به منظور مقایسه اقتصادی تیمارها، قیمت دستگاه‌ها و هزینه‌های سرویس و تعویض آن‌ها، زمان انجام آبیاری و تعداد نیروی کار مورد استفاده و آب مصرفی در هر تیمار یادداشت و تفاوت هزینه‌های هر تیمار با یکدیگر محاسبه شد. قیمت آب بر اساس قیمت بازار، ۵۰۰ ریال در نظر گرفته شد. حاصل ضرب قیمت در میزان عملکرد، امکان محاسبه اختلاف درآمدهای تیمارها را فراهم می‌کند. به منظور مقایسه تیمارها از روش بودجه‌بندی جزئی استفاده شد. بدین منظور تیمار شاهد به عنوان تیمار شاخص انتخاب و سایر تیمارها با آن مقایسه شد. روش محاسبه به شرح زیر می‌باشد (چیذری، ۱۳۷۹):

تفاضل میانگین در آمد ناخالص هر تیمار با تیمار شاهد محاسبه شد.

تفاضل هزینه‌های تیمارهای مختلف با تیمار شاهد تعیین گردید.

با استفاده از رابطه زیر منافع خالص هر تیمار نسبت به تیمار شاهد محاسبه شد:

$$B = \Delta\pi_i - \Delta C_1 \qquad (۱)$$

که در آن $\Delta\pi_i$ = تفاضل درآمد ناخالص تیمار i، نسبت به تیمار شاهد، ΔC_i = تفاضل هزینه تیمار i، نسبت به تیمار شاهد، در نهایت تیماری که بیش‌ترین مقدار B را داشت به عنوان برترین تیمار انتخاب و معرفی شد.

نتایج و بحث

نتایج در باغ با بافت خاک متوسط

جدول (۱) میانگین حجم آب مصرفی هر درخت بر حسب متر مکعب درسال، درصد کاهش مصرف آب هر تیمار نسبت به تیمار شاهد، میزان محصول تولیدی و کارایی مصرف آب را برای تیمارهای مختلف در سال اول آزمایش نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که میزان مصرف آب در تیمار شاهد که مدیریت آن توسط باغدار انجام گرفته، حدود ۲۸ متر مکعب برای هر درخت بوده که بیش‌تر از تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری می‌باشد. از میان تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری، تیمارهای تانسیومتر، بلوک‌گچی و رطوبت سنج با حدود ۱۱ مترمکعب کم‌ترین و سند ملی با حدود ۱۵ مترمکعب، بیش‌ترین میزان مصرف آب را داشته است. بنابراین مشاهده می‌گردد که تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری از ۴۶ تا ۶۳ درصد کاهش مصرف آب را نشان می‌دهند که کم‌ترین آن مربوط به تیمار سند ملی و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار تانسیومتر می‌باشد.

مقایسه آماری میانگین آب مصرفی در تیمارهای مختلف و با استفاده از آزمون دانکن نشان می‌دهد که در سطح ۵٪، تفاوت آب مصرفی تیمار شاهد، با همه تیمارها معنی‌دار بوده است. تفاوت تیمارهای دمای پوشش و سند ملی با یکدیگر و تیمارهای رطوبت سنج، بلوک‌گچی و تانسیومتر با یکدیگر معنی‌دار نبوده است. بنابراین می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری نمود که بهترین تیمارها از لحاظ مصرف آب، تیمارهای دمای پوشش، بلوک‌گچی، رطوبت‌سنج و تانسیومتر بوده است.

در بررسی و مقایسه روش‌های مختلف صرفه‌جویی در مصرف آب، فقط میزان مصرف آب مهم نبوده و میزان محصول تولیدی نیز حائز اهمیت می‌باشد. چرا که اگر میزان کاهش محصول چشم‌گیر باشد، کشاورزی اقتصادی نخواهد بود و بهره‌بردار یا کشاورز انگیزه خود را برای استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی آبیاری از دست خواهد داد. جدول ۱ نشان می‌دهد که اگر چه میزان محصول به‌دست آمده در بیش‌تر تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری، از عملکرد تیمار شاهد بیش‌تر بوده، اما طبق آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری میان عملکرد در بیش‌تر تیمارهای مورد بررسی (در سطح ۵٪) مشاهده نمی‌گردد. فقط عملکرد تیمار سند ملی به طور معنی‌داری از عملکرد تیمار تانسیومتر بیش‌تر است. بنابراین می‌توان گفت که تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری یا کاهش های بوجود آمده در مصرف آب، باعث کاهش محصول نسبت به شاهد نگردیده است.

از شاخص‌های مهم جهت مقایسه روش‌های مختلف مدیریت آبیاری، کارایی مصرف آب می‌باشد که در این تحقیق به آن نیز پرداخته شده است. در جدول ۱ مقادیر کارایی مصرف آب آبیاری و کارایی مصرف آب کل (آبیاری+ بارندگی) نیز آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده می‌گردد که کارایی مصرف آب در همه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری حدودا ۲ برابر کارایی مصرف آب در تیمار شاهد که تحت مدیریت باغدار بوده، شده است. می‌توان گفت تیمار دمای پوشش، بهترین تیمار آزمایش بوده است. مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵٪ و توسط آزمون دانکن نشان می‌دهد که تفاوت کارایی مصرف آب تیمار شاهد با کلیه تیمارها معنی‌دار بوده است، اما بین تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد. نتایج به‌دست آمده از باغ ۱ در سال دوم در جدول ۲ آورده شده است. کم‌ترین میزان مصرف آب در این سال نیز مربوط به تیمار بلوک‌گچی با حدود ۱۲ مترمکعب می‌باشد که البته با تیمار رطوبت‌سنج اختلاف معنی‌داری ندارد. بیش‌ترین میزان مصرف آب مربوط به تیمار شاهد و پس از آن سند ملی می‌باشد. با توجه به نتایج فوق، بیش‌ترین میزان صرفه‌جویی در تیمار بلوک‌گچی مشاهده گردیده است (۵۲٪).

با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌گردد که تفاوت معنی‌داری بین محصول تولیدی درتیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری با تیمار شاهد وجود ندارد. به عبارت دیگر اعمال تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری، نه تنها باعث کاهش محصول درختان نسبت به شاهد نگردیده است، بلکه میزان محصول بیش‌تر تیمارها از تیمار شاهد بیش‌تر شده که البته این افزایش محصول از نظر آماری معنی‌دار نیست. تفاوت میزان محصول در تیمار سند ملی و بلوک‌گچی معنی‌دار شده است.

طبق جدول ۲، بیش‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار رطوبت‌سنج می‌باشد. کارایی مصرف آب این تیمار حدود ۲/۵ برابر تیمار شاهد می‌باشد. بین کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری، تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد. اما تفاوت کارایی مصرف آب تیمار شاهد به طور معنی‌داری از کارایی مصرف آب تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری کم‌تر است.

در جدول ۳ میزان متوسط مصرف آب سالیانه هر درخت، در طی دو سال آزمایش، درتیمارهای مختلف باغ ۱ آورده شده است. نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد که مصرف آب کلیه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری، به طور معنی‌داری از مصرف آب تیمار شاهد کم‌تر است. تیمارهای بلوک‌گچی و رطوبت‌سنج و تانسیومتر کم‌ترین مصرف آب را داشته‌اند. به عبارت دیگر با اعمال این ۳ تیمار به‌ترتیب ۵۶، ۵۵ و ۵۳ درصد در میزان مصرف آب صرفه‌جویی شده است.

جدول ۱- میزان آب مصرفی، محصول و کارایی مصرف آب مرکبات در باغ ۱ در سال اول

تیمار	حجم آب مصرفی (مترمکعب در هر درخت)	کاهش مصرف آب نسبت به شاهد (٪)	میزان محصول (کیلوگرم در هر درخت)	کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب کل (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱-شاهد	۲۸/۰۴ a	۰	۳۸/ ۰ ab	۱/۳۶ b	۱/۱۶ b
۲- سندملی	۱۵/۱۵ b	۴۶	۴۵/۳ a	۲/۹۹ a	۲/۲۷ a
۳- دمای پوشش	۱۲/۰۳ bc	۵۷	۴۱/۲ ab	۳/۴۳ a	۲/۴۵ a
۴- رطوبت سنج	۱۱/۱۰ c	۶۰	۳۵/۴ ab	۳/۱۹ a	۲/۲۳ a
۵- تانسیومتر	۱۰/۴۷ c	۶۳	۲۷/۲ b	۲/۶۰ a	۱/۷۹ a
۶- بلوک گچی	۱۱/۰۸ c	۶۰	۳۶/۱ ab	۳/۲۶ a	۲/۲۸ a

جدول ۲- میزان آب مصرفی، محصول و کارایی مصرف آب مرکبات در باغ ۱ در سال دوم

تیمار	حجم آب مصرفی (مترمکعب در هر درخت)	کاهش مصرف آب نسبت به شاهد (٪)	میزان محصول (کیلوگرم در هر درخت)	کارایی مصرف آب آبیاری(کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب کل (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱-شاهد	۲۴/۱۶ a	۰	۴۴/۷ ab	۱/۸۵ b	۱/۶۴ b
۲- سندملی	۱۴/۵۵ b	۴۰	۶۰/۲ a	۴/۱۴ a	۳/۴۲ a
۳- دمای پوشش	۱۴/۵۲ b	۴۰	۴۷/۷ ab	۳/۲۹ a	۲/۷۱ a
۴- رطوبت سنج	۱۲/۳۸ bc	۴۹	۵۶/۵ ab	۴/۵۷ a	۳/۶۶ a
۵- تانسیومتر	۱۳/۹۲ b	۴۲	۴۹/۷ ab	۳/۵۷ a	۲/۹۲ a
۶- بلوک گچی	۱۱/۹۶ c	۵۲	۴۰/۹ b	۳/۵۱ a	۲/۷۸ a

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- متوسط میزان آب مصرفی، محصول و کارایی مصرف آب مرکبات در باغ ۱ در دو سال آزمایش

تیمار	حجم آب مصرفی (مترمکعب در هر درخت)	کاهش مصرف آب نسبت به شاهد (٪)	میزان محصول (کیلوگرم در هر درخت)	کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب کل (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱-شاهد	۲۶/۱ a	۰	۴۱/۴ ab	۱/۶۱ b	۱/۴۰ b
۲- سندملی	۱۴/۹ b	۴۳	۵۲/۷ a	۳/۵۶ a	۲/۸۴ a
۳- دمای پوشش	۱۳/۳ bc	۴۹	۴۴/۵ ab	۳/۳۸ a	۲/۶۰ a
۴- رطوبت سنج	۱۱/۷ c	۵۵	۴۶/۰ ab	۳/۸۹ a	۲/۹۵ a
۵- تانسیومتر	۱۲/۲ c	۵۳	۳۸/۵ b	۳/۱۱ a	۲/۳۷ a
۶- بلوک گچی	۱۱/۴ c	۵۶	۳۸/۵ b	۳/۴۷ a	۲/۵۷ a

طبق جدول ۳ میزان محصول در کلیه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری، تفاوت معنی‌داری با محصول تیمار شاهد که تحت مدیریت باغدار بوده نداشته است. به عبارت دیگر، برنامه‌ریزی آبیاری باعث کاهش محصول باغ نگردیده است. اما تفاوت میزان محصول تیمار سند ملی با تیمارهای بلوک‌گچی و تانسیومتر معنی‌دار می‌باشد.

آزمون دانکن نشان می‌دهد که کارایی مصرف آب کلیه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری به طور معنی‌داری از تیمار شاهد بیش‌تر است. این تفاوت حدود دو برابر می‌باشد. تفاوت معنی‌داری بین میزان کارایی مصرف آب تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری مشاهده نمی‌گردد.

نتایج در باغ با بافت خاک سنگین

همانگونه که قبلاً نیز اشاره گردید، بافت خاک در باغ ۲ نسبتاً سنگین بود. جدول ۴ میانگین حجم آب مصرفی هر درخت بر حسب متر مکعب در یک سال را برای تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که میزان مصرف آب در تیمار شاهد که مدیریت آن توسط باغدار انجام گرفته، ۱۶ متر مکعب برای هر درخت در یک سال بوده که بیش‌تر از تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری می‌باشد. از میان تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری، تیمار سند ملی با ۱۲/۳ مترمکعب بیش‌ترین و تیمار رطوبت سنج رطوبت سنج با ۹/۶ مترمکعب، کم‌ترین میزان مصرف آب را داشته است. مشاهده می‌گردد که تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری از ۲۱ تا ۳۹ درصد کاهش مصرف آب را نشان می‌دهند که کم‌ترین آن مربوط به تیمار سندملی و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار رطوبت‌سنج می‌باشد. مقایسه آماری میانگین آب مصرفی در تیمارهای مختلف و با استفاده از آزمون دانکن نشان می‌دهد که در سطح ۵٪ تفاوت آب مصرفی تیمار شاهد با بقیه تیمارها معنی‌دار بوده است. مقایسه ظاهری عملکردها نشان می‌دهد که میزان محصول به‌دست آمده در تیمارهای مختلف، تفاوت چندانی را نشان نمی‌دهند. مقایسه میانگین ها توسط آزمون دانکن نیز نشان می‌دهد که در سطح ۵٪، تفاوت معنی‌داری میان عملکرد تیمارها مشاهده نمی‌گردد. بنابراین می‌توان گفت که تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری یا کاهش‌های به‌وجود آمده در مصرف آب، باعث کاهش عملکرد درختان مورد بررسی نگردیده است. برای نتیجه‌گیری دقیق‌تر در این مورد باید به بررسی کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف پرداخت. طبق جدول ۴، کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری از کارایی مصرف آب در تیمار شاهد بیش‌تر بوده است. مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵٪ و توسط آزمون دانکن نشان می‌دهد که کارایی مصرف آب تیمارهای ۱ و۲ در یک گروه و تیمارهای ۳، ۴، ۵ و ۶ نیز در یک گروه قرار می‌گیرند. هم‌چنین تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۶ نیز در یک گروه قرار می‌گیرند. بنابراین به‌جز تیمار سند ملی، کارایی مصرف آب در بقیه تیمارها به‌طور معنی‌داری از تیمار شاهد بیش‌تر شده است. هم‌چنین کارایی مصرف آب در تیمار تانسیومتر به‌طور معنی‌داری از تیمار سند ملی بیش‌تر است.

جدول ۵ میزان مصرف آب را در تیمارهای مختلف باغ ۲ در سال دوم را نشان می‌دهد. نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد که مصرف آب در کلیه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری، به طور معنی‌داری از تیمار شاهد کم‌تر است. کم‌ترین مصرف آب مربوط به تیمار رطوبت‌سنج و پس از آن بلوک‌گچی می‌باشد. تفاوت تیمارهای دماسنج، سند ملی و تانسیومتر با این دو تیمار معنی‌دار می‌باشد. مشاهده می‌گردد که کاهش مصرف آب ایجاد شده در تیمارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری بین حدود ۴۱ تا ۵۱ درصد بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- میزان آب مصرفی، محصول و کارایی مصرف آب مرکبات در باغ ۲ در سال اول

تیمار	حجم آب مصرفی (مترمکعب در هر درخت)	کاهش مصرف آب نسبت به شاهد (٪)	میزان محصول (کیلوگرم در هر درخت)	کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب کل (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱-شاهد	۱۶/۰ a	۰	۴۴/۶ a	۲/۸۶ c	۲/۳۵ c
۲- سندملی	۱۲/۳ b	۲۱	۳۹/۷ a	۳/۲۱ bc	۲/۵۸ bc
۳- دمای پوشش	۱۱/۱ b	۲۹	۴۷/۸ a	۴/۳۸ ab	۳/۳۷ ab
۴- رطوبت سنج	۹/۶ b	۳۹	۴۱/۵ a	۴/۳۶ ab	۳/۲۷ ab
۵- تانسیومتر	۱۰/۱ b	۳۵	۴۵/۰ a	۴/۵۱ a	۳/۴۳ a
۶- بلوک گچی	۱۰/۲ b	۳۴	۴۳/۹ a	۴/۳۲ ab	۳/۳۱ ab

جدول ۵- میزان آب مصرفی، محصول و کارایی مصرف آب مرکبات در باغ ۲ در سال دوم

تیمار	حجم آب مصرفی (مترمکعب در هر درخت)	کاهش مصرف آب نسبت به شاهد (٪)	میزان محصول (کیلوگرم در هر درخت)	کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب کل (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱-شاهد	۱۹/۸ a	۰	۴۰/۰ a	۲/۰۳ c	۱/۸۴ c
۲- سندملی	۱۱/۷ b	۴۱	۳۷/۳ a	۳/۱۸ b	۲/۷۲ b
۳- دمای پوشش	۱۱/۶ b	۴۱	۴۱/۰ a	۳/۵۳ ab	۳/۰۲ ab
۴- رطوبت سنج	۹/۷ d	۵۱	۳۹/۰ a	۴/۰۰ a	۳/۳۳ a
۵- تانسیومتر	۱۰/۵ c	۴۷	۳۷/۷ a	۳/۶۰ ab	۳/۰۳ ab
۶- بلوک گچی	۹/۹ d	۵۰	۳۸/۷ a	۳/۹۱ a	۳/۲۶ a

بیش‌ترین صرفه‌جویی در تیمارهای رطوبت سنج و بلوک گچی دیده می‌شود. طبق آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری میان محصول تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری با تیمار شاهد وجود ندارد. به عبارت دیگر برنامه‌ریزی آبیاری باعث کاهش میزان محصول نگردیده است. نتایج نشان می‌دهد که کارایی مصرف آب کلیه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری از تیمار شاهد بیش‌تر است. بیش‌ترین کارایی مصرف آب آبیاری مربوط به تیمارهای رطوبت‌سنج (۴/۰ کیلوگرم بر مترمکعب) و بلوک‌گچی (۳/۹ کیلوگرم بر مترمکعب) است که حدود ۲ برابر تیمار شاهد (۲/۰ کیلوگرم بر مترمکعب) می‌باشد. تفاوت کارایی مصرف آب تیمارهای رطوبت‌سنج و بلوک‌گچی با تیمار سند ملی نیز معنی‌دار شده است. اختلاف کارایی مصرف آب تیمارهای ۲، ۳ و ۵ باهم و تیمارهای ۳، ۴، ۵ و ۶ نیز باهم معنی‌دار نیست.

میانگین دوساله مصرف آب تیمارهای مختلف در باغ ۲ در جدول ۶ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد مصرف آب کلیه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری از تیمار شاهد کم‌تر است. کم‌ترین میزان مصرف آب در تیمارهای رطوبت‌سنج، تانسیومتر و بلوک‌گچی دیده می‌شود که تفاوت مصرف آب این سه تیمار با همدیگر معنی‌دار نیست. تفاوت مصرف آب تیمار دماسنج با سند ملی و تیمار دماسنج با تانسیومتر نیز معنی‌دار نیست. کم‌ترین میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب مربوط به تیمار سند ملی (۳۳٪) و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار رطوبت سنج (۴۶٪) می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت با برنامه‌ریزی آبیاری به طور متوسط در حدود ۴۰٪ در مصرف آب صرفه‌جویی شده است. متوسط میزان محصول در طی دو سال نیز در جدول ۶ قابل مشاهده است. مشاهده می‌گردد که طبق آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری میان محصول تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری با تیمار شاهد وجود ندارد. به عبارت دیگر برنامه‌ریزی آبیاری باعث کاهش میزان محصول نگردیده است. نتایج نشان می‌دهد که کارایی مصرف آب کلیه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری از تیمار شاهد بیش‌تر است. کارایی مصرف آب تیمارهای دمای پوشش، رطوبت‌سنج، تانسیومتر و بلوک‌گچی به‌طور معنی‌داری از تیمار سند ملی و شاهد بیش‌تر است ولی بین این چهار تیمار تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. می‌توان گفت با اعمال تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری، به طور متوسط حدود ۶۰٪ افزایش در کارایی مصرف آب نسبت به تیمار شاهد به وجود آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- متوسط میزان آب مصرفی، محصول و کارایی مصرف آب مرکبات در باغ ۲ در دو سال آزمایش

تیمار	حجم آب مصرفی (مترمکعب در هر درخت)	کاهش مصرف آب نسبت به شاهد (٪)	میزان محصول (کیلوگرم در هر درخت)	کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب کل (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱-شاهد	۱۷/۹ a	۰	۴۲/۳ a	۲/۴۴ d	۲/۱۱ c
۲- سندملی	۱۲/۰ b	۳۳	۳۸/۵ a	۳/۲۰ a	۲/۶۵ b
۳- دمای پوشش	۱۱/۴ bc	۳۶	۴۴/۴ a	۳/۹۵ ab	۳/۲۱ a
۴- رطوبت سنج	۹/۷ d	۴۶	۳۸/۵ a	۴/۲۰ bc	۳/۱۹ a
۵- تانسیومتر	۱۰/۳ cd	۴۳	۴۱/۳ a	۴/۰۶ c	۳/۲۵ a
۶- بلوک گچی	۱۰/۰ d	۴۴	۳۸/۰ a	۴/۱۲ c	۳/۰۶ a

ارزیابی اقتصادی تیمار های آزمایش

براساس نتایج ارزیابی اقتصادی هزینه و درآمد تیمار ها در دو باغ محل آزمایش با یکدیگر متفاوت است (جدول ۸ و ۷). درهر دوباغ، هزینه آب مصرفی در کلیه تیمارها کم‌تر از تیمار شاهد است. در باغ شماره ۱ که دارای خاک با بافت متوسط است، در سمت درآمدها به دلیل عملکرد بالاتر، درآمد ناخالص در تیمارهای سند ملی بیش‌تر از تیمار شاهد و سایر تیمارها است. درباغ شماره دو که دارای بافت سنگین است، درآمد ناخالص کلیه تیمارها برابر است. درهر دو باغ، خالص منافع کلیه تیمارها بیش‌تر از تیمار شاهد است. این نتیجه نشان می‌دهد که در این باغ‌ها کلیه روش‌های برنامه‌ریزی آبیاری از نظر اقتصادی نسبت به تیمار شاهد برتری دارند و بالاترین منفعت اقتصادی از تیمار سند ملی آبیاری به دست می‌آید. پس از تیمار سند ملی، تیمارهای دمای پوشش گیاه و بلوک‌گچی و در انتها به‌ترتیب تیمارهای تانسیومتر و رطوبت سنج قرار می‌گیرند.

جدول ۷- نتا یج تجزیه و تحلیل اقتصادی تیمارها در باغ ۱ (۱۰۰۰ریال در هر هکتار)

تیمار	هزینه آبیاری	هزینه آب مصرفی	درآمد ناخالص	هزینه ادوات	کل هزینه تیمار	تفاوت درآمد نسبت به شاهد	تفاوت هزینه نسبت به شاهد	خالص منافع تیمار نسبت به تیمار شاهد	الویت تیمار ها
۱	۹۶۰۰	۵۲۲۰	۶۶۸۸۰	۰	۱۴۸۲۰	۰	۰	۰	۶
۲	۳۸۴۰	۲۸۲۰	۸۴۳۲۰	۵	۶۶۶۵	۱۷۴۴۰	-۸۱۵۵	۲۵۵۹۵	۱
۳	۳۸۴۰	۲۸۲۰	۶۶۸۸۰	۶۵	۶۷۲۵	۰	-۸۰۹۵	۸۰۹۵	۲
۴	۳۸۴۰	۲۳۴۰	۶۶۸۸۰	۸۱۲	۶۹۹۲	۰	-۷۸۲۸	۷۸۲۸	۵
۵	۳۸۴۰	۲۳۴۰	۶۶۸۸۰	۶۸۲	۶۸۶۲	۰	-۷۹۵۸	۷۹۵۸	۴
۶	۳۸۴۰	۲۳۴۰	۶۶۸۸۰	۵۵۳	۶۷۳۳	۰	-۸۰۸۷	۸۰۸۷	۳

جدول ۸- نتا یج تجزیه و تحلیل اقتصادی تیمارها در باغ ۲ (۱۰۰۰ریال در هر هکتار)

تیمار	هزینه آبیاری	هزینه آب مصرفی	درآمد ناخالص	هزینه ادوات	کل هزینه تیمار	تفاوت درآمد نسبت به شاهد	تفاوت هزینه نسبت به شاهد	خالص منافع تیمار نسبت به تیمار شاهد	الویت تیمار ها
۱	۵۷۶۰	۵۵۹۴	۱۰۱۲۵۰	۰	۱۱۳۵۴	۰	۰	۰	۶
۲	۳۸۴۰	۳۶۵۶	۱۰۱۲۵۰	۵	۷۵۰۱	۰	-۳۸۵۳	۳۸۵۳	۱
۳	۳۸۴۰	۳۶۵۶	۱۰۱۲۵۰	۶۵	۷۵۶۱	۰	-۳۷۹۳	۳۷۹۳	۳
۴	۳۸۴۰	۳۱۲۵	۱۰۱۲۵۰	۸۱۲	۷۷۷۷	۰	-۳۵۷۷	۳۵۷۷	۵
۵	۳۸۴۰	۳۱۲۵	۱۰۱۲۵۰	۶۸۲	۷۶۴۷	۰	-۳۷۰۷	۳۷۰۷	۴
۶	۳۸۴۰	۳۱۲۵	۱۰۱۲۵۰	۵۵۳	۷۵۱۸	۰	-۳۸۳۶	۳۸۳۶	۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- ضریب اهمیت معیارهای مؤثر در انتخاب روش برنامه ریزی آبیاری توسط باغداران

نوع معیار	وزن معیار
قیمت اولیه دستگاه	۰/۰۳۷
هزینه سرویس سالیانه دستگاه	۰/۰۷۹
سهولت کاربرد	۰/۱
دقت نتایج	۰/۵۶۵
دسترسی به خدمات سرویس و نگه داری	۰/۲۱۸

جدول ۱۰- الویت انتخاب روش برنامه ریزی آبیاری بر اساس مقایسه زوجی

تیمار	وزن تیماردر تصمیم گیری	الویت تیمار ها باتوجه به وزن معیار ها از نظر زارعین
سند ملی آبیاری	۰/۳۱۱	۱
دمای پوشش قرمز	۰/۲۵۴	۲
رطوبت سنج	۰/۲۱۹	۳
تانسیومتر	۰/۱۲۸	۴
بلوک گچی	۰/۰۸۸	۵

به منظور الویت‌بندی تیمارها از روش مقایسه زوجی، ابتدا ضریب اهمیت تیمار ها تعیین شد (جدول ۹). بر اساس نتایج به دست آمده از بین ۵ معیار مهم در تصمیم‌گیری باغداران، معیار دقت نتایج دارای بالاترین اهمیت در اتخاذ تصمیم برای انتخاب یکی از روش‌های برنامه‌ریزی آبیاری است. پس از تعیین اهمیت معیارها با مقایسه زوجی تیمارها نسبت به هریک ازمعیارها میانگین وزن آن‌ها برآورد شدکه بر اساس آن و در مجموع دو باغ به‌ترتیب تیمار سند ملی و دمای پوشش (دماسنج مادون قرمز) اولویت اول و دوم باغداران می‌باشد(جدول ۱۰).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از روش‌ها و ابزارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری در باغات مرکبات تحت آبیاری قطره‌ای، تا اندازه قابل توجهی می‌تواند بر کاهش مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آب تأثیرگذار باشد. میزان مصرف آب درختان مرکبات در کلیه تیمارهای برنامه‌ریزی آبیاری، به طور معنی‌داری از مصرف آب در تیمار شاهد که تحت مدیریت باغدار بوده، کم‌تر شد و میزان محصول نسبت به تیمار تحت مدیریت باغدار، کاهش معنی‌داری نداشت. حداکثر میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب در دو سال آزمایش در باغ با بافت خاک متوسط و باغ با بافت خاک سنگین، به‌ترتیب حدود ۵۶٪، ۴۶٪ رسید. افزایش کارایی مصرف آب در باغ با بافت خاک متوسط و سنگین نسبت به شاهد، حداکثر ۱۱۰ و ۵۴ درصد بود. می‌توان گفت کلیه ابزارهای برنامه‌ریزی آبیاری در باغ با بافت خاک متوسط، از لحاظ کاهش مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آب مناسب بودند. لیکن ابزارهای مناسب‌تر برای برنامه‌ریزی آبیاری در باغ با بافت خاک سنگین، رطوبت‌سنج، دماسنج مادون قرمز، بلوک‌گچی و تانسیومتر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از سند ملی برای باغات مرکبات منطقه فسا در دو باغ مورد بررسی، با دور آبیاری یک‌روز در میان مناسب بوده است. بررسی‌های اقتصادی نشان داد که دقت ادوات و روش‌های برنامه‌ریزی آبیاری در برآورد آب مورد نیاز گیاه

بیش‌ترین اهمیت را برای باغداران دارد. چنانچه فقط معیار اقتصادی مدنظر قرار گیرد، دربا‌غ‌های مرکبات، استفاده از سند ملی آبیاری در هر دو بافت خاک بیش‌ترین الویت را دارد. بر اساس مجموعه‌ای از معیارهای فنی و اقتصادی استفاده از سند ملی نیاز آبی از نظر باغداران دارای اولویت اول است. پیشنهاد می‌گردد تحقیقات درخصوص ابزارهای برنامه‌ریزی مناسب برای آبیاری محصولات مختلف ادامه یافته و در عمل نیز از این ادوات برای برنامه‌ریزی آبیاری در باغات کشور استفاده شود.

سپاسگزاری

نویسندگان از مساعدت‌های سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

ابوطالبی،ع. ۱۳۸۷. مصرف آب در تولید پایدار مرکبات. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار

www.SID.ir

Archive of SID

در ایران.

چیذری،ح. ۱۳۷۹. تحقیق در مدیریت مزرعه. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، ۲۸۸ صفحه.

حسنلی،ع.م و سپاسخواه،ع. ۱۳۷۹. ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای–مطالعه موردی باغ‌های مرکبات داراب. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴. ۲: ۱۳–۲۷.

حسنلی،ع.م. ۱۳۷۹. بررسی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و برخی راه‌کارهای بهبود مدیریت و افزایش بهره‌وری. مجموعه مقالات دهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

شاهرخ‌نیا،م.ع. ۱۳۹۱. بررسی اثر استفاده از ابزارهای برنامه‌ریزی آبیاری بر عملکرد و مصرف آب ذرت در دو بافت خاک. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۶ ۴: ۳۳۱–۳۴۱.

شاهرخ‌نیا،م.ع. ۱۳۹۲. عوامل مؤثر بر مدیریت آبیاری سیستم‌های آبیاری میکرو اجرا شده در باغات (منطقه‌ای استان فارس). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت ۴۴۴۷۵.

شاهرخ‌نیا،م.ع.، زارع‌ا و دهقانی سانیج،ح. ۱۳۹۲. مقایسه ابزارهای برنامه‌ریزی آبیاری در باغات مرکبات با بافت خاک متوسط و سبک. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۷،۴: ۴۹۹–۵۰۹.

طاهری قناد،س. ۱۳۸۷. برنامه‌ریزی آبیاری مزارع با استفاده از یک روش مستقیم. مجموعه مقالات دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه های آبیاری سطحی، ۲ خرداد ۱۳۸۷، کرج، ایران.

مصلحی،ش.، نجفی،پ.، طباطبائی،س.ح و نورمهناد،ن. ۱۳۹۰. تأثیر تنش رطوبتی بر شاخص‌های رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی).۲۵. ۴: ۷۷۰–۷۷۵.

نجفی،ب. ۱۳۸۵. بهره‌وری آب در سیستم های آبیاری میکرو باغات استان فارس. مجموعه مقالات دومین کنفرانس مدیریت منابع آب.

وردی نژاد،و.ر.، بشارت،س.، عبقری،ه و احمدی،ح. ۱۳۹۰. برآورد حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی ذرت علوفه‌ای در مراحل مختلف رشد با استفاده از اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی. ۲۵ . ۶: ۱۳۴۴–۱۳۵۲.

وردی نژاد،و.ر.، لیاقت،ع و ابراهیمیان،ح. ۱۳۸۶. خودکار کردن سیستم آبیاری تحت فشار با استفاده از پوشش سبز گیاه. مجموعه

for Colorado corn. Colorado State University Cooperative Extension Bulletin XCM74A.

Carpena,R.M. 2004. Field devices for monitoring soil water content. BUL343, University of Florida.

Carpena,R.M., Li,Y and Olczyk,T. 2002. Alternatives for low cost soil moisture monitoring devices for vegetable production in south Miami-Dade County. ABE333, University of Florida.

Chawla,K.L and Bundela,D.S. 2007. Irrigation scheduling techniques for higher production. National Training Course On-farm Land and Water Management, 1-7 March 2007.

Cremona,M.V. Stutzler,H and Kage,H. 2004. Irrigation scheduling of Kohlrabi using crop water stress index. Hort Science. 39.2: 276-279.

18-Ghinassi,G., Giacomin,A and Polil,E. 2003. Irrigation management at field level: Tensiometer utilization for performance control. Department of Agriculture and Forestry Engineering, University of Florence, Italy.

Hill,R.W and Reid,C. 2001. Sprinklers, crop water use and irrigation time Iron County. Utah State University Extension, ENGR/BIE/WM/15.

Incrocci.L., Marzialettib,P., Incroccia,G., Di Vitaa,A., Balendonckc,J., Bibbianid,C., Spagnole,S and Pardossia,A. 2014. Substrate water status and evapotranspiration irrigation scheduling in heterogenous container nursery crops. Agricultural Water Management, 131: 30-40.

Irmak,S., Haman,D.Z and Bastug,R. 2000. Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. Agronomy Journal. 92: 1221-1227.

Migliaccioa,K.W., Schaffera,B., Cranea,J.H and Davies,F.S. 2010. Plant response to evapotranspiration and soil water sensor irrigation scheduling methods for papaya production in south Florida. Agricultural Water Management. 97: 1452-1460.

Miller,G.A., Farahanib,H.J., Hassellc,R.L., Khaliliand,A., Adelberge,J.W and Wellsf,C.E. 2014. Field evaluation and performance of capacitance probes for automated drip irrigation of watermelons. Agricultural Water Management. 121: 124-134.

Sepaskhah,A.R and Kashefipour,S.M. 1994. Relationships between leaf water potential, CWSI, yield and fruit quality of sweet lime under drip irrigation. Agricultural Water Management, 25: 13-22.

Sepaskhah,A.R and Kashefipour, S.M. 1995. Evapotranspiration and crop coefficient of sweet lime under drip irrigation. Agricultural Water Management. 27: 331-340.

www.SID.ir

Archive of SID

Comparison of Different Drip Irrigation Scheduling Tools for Citrus Trees in Fine and Medium Texture Soils

M. A. Shahrokhnia[1*], E. Zare[2] and H. Dehghani Sanij[3]

Recived: Feb.24, 2015 Accepted: Aug.19, 2015

Abstract

Required irrigation water in many of the country plain, supplies from groundwater resources. There are some tools for irrigation management, which we have few information about their performance in Iran. In the present study, the performance of some irrigation management tools, in two citrus gardens were evaluated. The gardens are located in Fasa city of Fars province, and the irrigation systems were in the form of trickle irrigation system. In this study, irrigation waters were scheduled using tensiometer, gypsum block, infrared thermometer, soil moisture meter and the national water requirement document. The irrigation water applied by the gardeners was measured as well. Also economical analysis was performed. Results shows that the irrigation scheduling tools reduce the gardener applied irrigation water about 56 and 46% in the two gardens. The garden yields did not affected by the irrigation scheduling treatments. The water productivity increased about 110 and 54%, comparing to the gardener treatment. All the irrigation scheduling tools were suitable in the both gardens. From economical aspects, the national water requirement document was better than the others.

Keywords: Citrus, Irrigation scheduling, Water productivity

۱ -Assistant Professor, Agriculture Engineering. Research Department, Fars Agriculture Research Center

۲ -Assoc. Prof., Agric. Econom. Res. Dept., Fars Agric. Res. Cent.

۳ - Assoc. Prof., Agric. Eng. Res. Inst.

(*-Corresponding Author Email: mashahrokh@yahoo.com)

www.SID.ir