Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 15, Oct.-Nov. 2021, p. 931-940

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۵، مهر - آبان ۱۴۰۰، ص. ۹۴۰-۹۳۱

مقاله علمی-پژوهشی

تعیین میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب در باغات سیب استان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا[1*]، ابوالفضل ناصری[2] و فریبرز عباسی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۷

چکیده

ارتقاء و بهبود بهره‌وری آب به عنوان یکی از راهکارهای اثربخش و کاربردی برای تولید محصولات باغی در شرایط تنش آبی در کشور و به ویژه در استان فارس به عنوان یکی از قطب‌های تولید محصولات باغی به شمار می‌رود. بنابراین، تعیین میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب در باغات سیب استان فارس هدف اصلی این پژوهش بود. تعداد ۲۴ باغ سیب در سه شهرستان آباده، اقلید و سپیدان با بیشترین سطح زیرکشت و تولید محصول سیب به عنوان شهرستان‌های پایلوت اجرای پروژه انتخاب شدند. در باغات آزمایشی، اندازه‌گیری حجم آب آبیاری (با استفاده از فلوم WSC و یا کنتور حجمی)، عملکرد سیب و خصوصیات خاک‌شناختی، هواشناختی و پارامترهای آبیاری در سال زراعی ۹۷-۹۸ صورت گرفت. نتایج نشان داد میانگین محصول تولیدی در استان ۳۰/۲ تن در هکتار بود. متوسط حجم آب کاربردی در باغات ۱۷۹۵۶ و تغییرات آن از ۱۲۵۱۹ تا ۲۳۰۴۰ مترمکعب در هکتار بود. میزان بهره‌وری آب از ۰/۰۷ تا ۶/۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. متوسط این شاخص ۱/۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. تغییر سامانه‌های آبیاری از سطحی به قطره‌ای اگرچه باعث کاهش حجم آب آبیاری و افزایش میزان محصول و افزایش بهره‌وری آب گردیده، لیکن این تغییرات قابل توجه نبوده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، آبیاری سطحی، سیب درختی، نیاز آبی

مقدّمه

در حال حاضر بیش از ۹۰ درصد از تولیدات زراعی و باغی کشور از اراضی تحت آبیاری به دست می‌آید (قلی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین هر سال، حجم فراوانی از آب تجدیدپذیر کشور برای تولید محصولات مختلف در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. برای برنامه-ریزی کلان مدیریت و مصرف آب در کشور، بررسی دقیق‌تر میزان آب مصرفی در بخش کشاورزی و عوامل تاثیرگذار بر آن‌را ضروری می‌نماید. مطالعات انجام‌شده در خصوص حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی به‌صورت برآورد و موردی بوده، بنابراین به‌هنگام و به‌روز نبوده و ممکن است یافته‌های این مطالعات با هم‌دیگر تفاوت معنی-داری داشته باشند. بر مبنای نتایج مطالعات پیشین، حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی از ۷۰ تا ۸۶ میلیارد مترمکعب متغیّر بوده است (محمدولی سامانی، ۱۳۸۴؛ بی‌نام، ۱۳۷۷؛ موّحددانش، ۱۳۷۳؛ قدرت‌نما، ۱۳۷۷). اخیراً، در پژوهشی در مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مقدار آب مصرفی کشاورزی با روش بیلان آب، ۷۵ میلیارد مترمکعب برآورد شده است (ناصری و همکاران، ۱۳۹۴).

سیب یکی از محصولات مهم باغی است که نام علمی آن *Malus domestica* بوده و از میوه‌های دانه دار به شمار می‌رود. براساس آمار سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) سطح زیر کشت و تولید سیب در سال ۲۰۱۶ به ترتیب برابر ۵/۳ میلیون هکتار و ۸۹/۳ میلیون تن بوده و کشورهای چین، ایات متحده امریکا، ترکیه، ایران، هند، روسیه، شیلی و اکراین از مهم‌ترین کشورهای تولید کننده سیب در جهان به شمار می‌روند. ایران به دلیل شرایط خاص اقلیمی و آب و هوایی برای کشت محصولات سردسیری به ویژه سیب دارای جایگاه ممتازی در سطح جهانی است.

۱ - دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۲- دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران
۳- استاد پژوهشی، بخش تحقیقات آبیاری و زهکشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email:mashahrokh@yahoo.com
DOR: 20.1001.1.20087942.2021.15.4.16.6

www.SID.ir

Archive of SID

سیب‌هایی که از دیر باز در مناطق مختلف ایران کشت می‌شده، دارای ارقام متنوع و فراوان بوده است. سطح زیرکشت این محصول در کشور ۲۵۴ هزار هکتار است که سالانه ۲/۹۵ میلیون تن محصول با مصرف بیش از ۲/۵ میلیارد مترمکعب آب به دست می‌آید (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸: ناصری و همکاران، ۱۳۹۶). میانگین نیاز آبی خالص باغات سیب در کشور ۶۶۹۶ مترمکعب در هکتار است. بیش‌ترین و کم‌ترین نیاز آبی خالص سیب در استان‌های یزد و گیلان با مقادیر ۱۰۲۳۰ و ۲۳۷۲ مترمکعب در هکتار است (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶).

بیشترین مقدار مصرف روزانه آب توسط درخت سیب تابع شرایط اقلیمی، گسترش شاخ و برگ و تراکم و ارقام درخت است. حداکثر مصرف آب هر درخت در هر روز تغییرات زیادی داشته و بین ۲۵ تا ۲۰۰ لیتر است. یافته‌ها نشان می‌دهد ۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمکعب آب در سال برای رشد سیب کافی است (علیزاده، ۱۳۷۶). مطالعات نشان داده دوره‌های رشد حساس به تنش کمبود آب در درخت سیب شامل مرحله گلدهی، مرحله تشکیل میوه، مرحله ایجاد جوانه‌های گل و مرحله رسیدگی میوه می‌باشد. کم‌آبیاری در دوره رشد رویشی گیاه موجب جوانه زنی بهتر گیاه و اعمال تنش آبی در مرحله رسیدگی میوه موجب افزایش کیفیت میوه می‌گردد. (علیزاده، ۱۳۷۶).

در مطالعه‌ای تأثیر آبیاری کامل و کم آبیاری را روی یک رقم سیب بررسی و گزارش کردند که رطوبت خاک و پتانسیل آب برگ در تیمارهای کم آبیاری تنظیم‌شده کمتر از تیمارهای آبیاری کامل بود. میوه‌های سیب در تیمار کم آبیاری نسبت به آبیاری کامل کوچک‌تر بوده ولی رنگ آن‌ها تحت تأثیر قرار نگرفته بود (Ebel et al., 1993). در پژوهش دیگری اعلام نمودند پتانسیل آب ساقه، هدایت روزنه‌ای و آهنگ رشد میوه سیب متفاوت بود. رشد و کارآیی تولید در تیمار شاهد با تیمار کم آبیاری تنظیم شده به طور تقریب مشابه به دست آمد(Ebel et al., 1995). در پژوهش دیگری تاثیر کم آبیاری بر رشد و کیفیت میوه سیب انجام و گزارش نمودند کمبود آب در اوایل فصل رشد ممکن است در کیفیت میوه موثر باشد، در حالی‌که کمبود آب در آخر فصل، تاثیر ناچیزی بر کیفیت میوه داشته است(Mills et al., 1996). یزدانی (۱۳۷۲) در بررسی تاثیر روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی روی درختان سیب، گزارش نمودند که میزان آب آبیاری در روش آبیاری سطحی بین ۱۲۴۰۰ و ۱۲۹۸۰ متر مکعب در هکتار و در روش قطره‌ای از ۶۶۳۸ تا ۹۴۷۲ متر مکعب در هکتار بود. جلینی (۱۳۸۴) نشان داد که اعمال تیمار کم آبیاری موجب کاهش عملکرد میوه سیب گردید. در آبیاری کامل بیشترین عملکرد به دست آمده و عملکرد ناشی از اعمال سطوح ۵۰٪ و ۷۰٪ نیاز آبی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. میلز و همکاران تأثیر کم آبیاری بر روی کیفیت و عمر انبارداری سیب قبل و بعد از برداشت را مورد بررسی نمودند. یافته‌های ایشان نشان داد وزن میوه و عملکرد حاصل از اعمال تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند. به‌طور کلی بررسی ترکیبات میوه تیمارها قبل از برداشت و در طول انبارداری نشان از بهبود برخی صفات کیفی میوه در تیمارهای کم آبیاری داشت (Mills et al., 1996). تاثیر سه تیمار آبیاری بر روی عملکرد درختان سیب در اقلیم نیمه خشک نیز بررسی شده است. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل، کم‌آبیاری و آبیاری بخشی بود. از سامانه آبیاری بارانی با آبپاش‌های کوچک زیر درختی برای اعمال تیمارهای آبیاری استفاده گردید. مقدار آب آبیاری برای تیمارهای مذکور در سال اول به ترتیب ۵۳۸، ۳۰۲ و ۲۷۲ میلی‌متر و در سال دوم ۶۷۰، ۴۳۴ و ۳۸۹ میلی‌متر بود. عملکرد میوه در تیمار کم‌آبیاری نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت. با این همه، عملکرد تیمار آبیاری بخشی نسبت به دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری نداشت (Lieb et al., 2005). در تحقیقی دیگر، تاثیر سطوح مختلف آبیاری در عمر انبارداری و کیفیت میوه سیب را بررسی کرده اند. برای هر اصله درخت در سال، تیمارهای آبیاری شامل ۱۵۷۸، ۱۸۹۴، ۲۲۰۱ و ۲۸۱۴ لیتر اعمال شد و میوه ها پس از برداشت در ۵ درجه سانتی‌گراد در انبار نگهداری شدند. کیفیت و عمر انبارداری میوه درختانی که کم‌تر آبیاری شده بودند، بهتر از سایر تیمارها بود (Parodi and Chavarri, 2004). تأثیر پنج تیمار آبیاری شامل آبیاری کامل، کم‌آبیاری و سه سطح کم‌آبیاری بخشی روی کمیت و کیفیت سیب تحت سامانه آبیاری قطره‌ای را مورد بررسی قرار گرفت. مقدار آب آبیاری در طول سال در تیمارهای آبیاری کامل و کم‌آبیاری، و سطوح مختلف کم‌آبیاری بخشی به ترتیب ۲۳۲، ۱۵۷، ۱۹۵، ۱۵۷ و ۱۲۰ میلی‌متر در سال بود. تیمارهای آبیاری بر رشد، اندازه و کیفیت میوه در هنگام برداشت و در سردخانه تأثیر معنی‌داری نداشت (Einhorn and Caspari, 2004). در پژوهشی دیگر تاثیر تنش های آبی کم، متوسط و شدید بر خصوصیات کمی و کیفی و بهره وری آب درختان سیب در کشور چین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که حتی تنش های آبی کم (آبیاری در ۷۰ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه) و تنش آبی متوسط (آبیاری در ۵۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه)نیز می تواند باعث کاهش معنی دار عملکرد کمی و کیفی و بهره وری آب گردد (Zhong et al., 2019). بررسی اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو رقم سیب در برزیل نشان داد که بهترین عکس العمل بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه بترتیب در مقادیر ۸۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی مرجع اتفاق می افتد (Oliveira et al., 2020). نتایج یک بررسی در کشور چین نشان داد که ارتقای روش های استحصال باران و سیستم های آبیاری قطره ای می توان باعث افزایش محصول و بهره وری باغات سیب و جلوگیری از فرسایش خاک در مناطق خشک شود (Zhang et al., 2021).

در استان فارس نیز همانند سایر بخش‌های کشور، بخش قابل‌توجهی از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در بخش کشاورزی

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده می‌شود. با توجه به این که شرایط اقلیمی کشور همواره در معرض ریسک تنش کمبود آب و خشکسالی بوده و از سوی دیگر، نیاز روزافزون بخش‌های مختلف به آب، در سال‌های آینده، رقابت هرچه بیشتر برای مصرف آب را موجب خواهد گردید. بنابراین بهبود بهره‌وری آب به عنوان یکی از راهکارهای اثربخش و کاربردی برای تولید محصولات باغی ارزشمند در شرایط تنش آبی به شمار می‌رود. اساسی‌ترین گام برای مسیر بهبود بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، اطلاع و آگاهی از میزان آب کاربردی در تولید محصولات اساسی و از جمله سیب است. بنابراین، انجام پژوهش در سطح استانی و ملی که بتواند به اعداد مشخصی در مورد حجم آب کاربردی محصولات باغی منتهی و منتج گردد، دارای ضرورت و اهمیت است. بنابراین برآورد و مقایسه میزان نیاز آبی و آب کاربردی سیب در استان فارس هدف اصلی این پژوهش بود.

موّاد و روش‌ها

پژوهش حاضر در باغات سیب با مدیریت باغداران در استان فارس اجرا گردید. اندازه‌گیری مستقیم آب آبیاری در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در باغات منتخب صورت گرفت. بر مبنای آخرین آمار سازمان جهاد کشاورزی فارس، سه شهرستان آباده، اقلید و سپیدان با بیشترین سطح زیرکشت و تولید محصول سیب به عنوان شهرستان‌های پایلوت اجرای پروژه انتخاب شدند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). باغات در شهرستان‌های پایلوت به نحوی انتخاب گردید که امکان تعیین میانگین حجم آب آبیاری باغات سیب با دقت قابل قبولی وجود داشته باشد. باغات آزمایشی در شهرستان‌ها با مشورت کارشناسان باغبانی، مدیریت هماهنگی ترویج و کارشناسان آب و خاک مدیریت‌های جهاد کشاورزی و پژوهش‌گران مراکز تحقیقات استان‌ها، شناسایی و انتخاب شدند. در مجموع تعداد ۲۴ باغ سیب مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت. در این پژوهش، باغات آزمایشی برای اندازه‌گیری حجم آب آبیاری و عملکرد سیب به نحوی انتخاب گردید که اندازه‌گیری یا ثبت روش و نوبت آبیاری، شوری و بافت خاک و کیفیت آب آبیاری، مشخصات و تحصیلات باغداران، موقعیت دقیق جغرافیایی باغ و مساحت باغ، روش آبیاری، نوع منبع آب آبیاری، دبی جریان آب آبیاری و ... نیز امکان‌پذیر باشد. حجم آب آبیاری سیب به طور مستقیم در باغات منتخب بسته به روش آبیاری با استفاده از فلوم و یا کنتور حجمی و یا سایر روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید. برنامه آبیاری باغات تحت مدیریت باغداران ثبت گردید. بنابراین حجم آب آبیاری، عمق آب آبیاری، دبی جریان آب آبیاری، تعداد نوبت آبیاری، ساعات آبیاری و زمان آبیاری باغات در مناطق مختلف مشخص گردید. بافت و شوری خاک، شوری آب آبیاری، عملکرد باغات سیب و سایر متغیرهای مورد نیاز، اندازه‌گیری گردید. از اطلاعات هواشناسی مناطق منتخب شامل متوسط روزانه مقادیر درجه حرارت حداکثر و حداقل هوا، درصد رطوبت نسبی حداکثر و حداقل هوا، سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری (متر بر ثانیه) و تعداد ساعات آفتابی در شبانه روز در یک دوره آماری ۱۰ ساله برای برآورد تبخیر- تعرق مرجع استفاده گردید. برآورد تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از نرم افزار ETo-Calculator در مناطق انجام پژوهش به روش فائو پنمن مانتیث فائو صورت گرفت (Raes, 2012). سپس ارتفاع تبخیر-تعرق بالقوه یا پتانسیل سیب در مناطق منتخب با استفاده از از رابطه (۱) برآورد گردید.

$$ETc = Kc \times ETo \quad (۱)$$

مقادیر ضریب گیاهی (Kc) برای هر مرحله رشد بر اساس یافته های پژوهشی در منطقه یا تجربیات مهندسی در تلفیق با پیشنهاد نشریه فائو ۵۶ انتخاب گردید (Allen et al., 1998). براساس نشریه شماره ۲۹ فائو، نیاز آب آبشویی در آبیاری سطحی و قطره‌ای از رابطه (۲) و (۳) برآورد گردید.

$$LR = \frac{ECw}{5ECe-ECw} \quad (۲)$$

$$LR = \frac{ECw}{2MaxECe} \quad (۳)$$

که در آن، ECw هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)، ECe آستانه تحمل محصول و MaxECe شوری با عملکرد صفر (و برابر ۶/۸ دسی‌زیمنس بر متر) است.

شاخص بهره‌وری آب از نسبت مقدار عملکرد سیب (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) به‌دست آمد. به عبارت دیگر شاخص بهره‌وری آب در تولید سیب از رابطه (۴) به‌دست آمد:

$$WUE = \frac{CY}{CW} \quad (۴)$$

که در آن، WUE بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب آب کاربردی در طول فصل)، CY عملکرد سیب (کیلوگرم در هکتار در سال) و CW حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار در سال) بود. برای برآورد شاخص بهره‌وری آب کل از نسبت مقدار عملکرد سیب (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری و بارش موثر (مترمکعب در هکتار) استفاده گردید. به منظور مقایسه نیاز آبی ناخالص با حجم آب کاربردی، میانگین راندمان سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای بترتیب ۶۰ و ۹۰ درصد در نظر گرفته (Bjorneberg, 2013)، و نیاز آبی خالص به نیاز آبی ناخالص تبدیل شد.

نتایج و بحث

مشخصات کلی باغات سیب و پارامترهای اندازه‌گیری شده آبیاری شامل عمق و حجم آب کاربردی، تعداد آبیاری، نیازآبی خالص و بهره‌وری آب در سه شهرستان استان در جدول ۱ آورده شده است. حداقل، حداکثر و میانگین محصول تولیدی بترتیب ۱/۵، ۱۳۰/۰ و

www.SID.ir

Archive of SID

۳۰/۲ تن در هکتار بود. متوسط شوری آب و خاک بترتیب ۰/۴۱ و ۰/۶۳ دسی زیمنس بر متر بود. مساحت باغات انتخابی بین ۱ تا ۳۶ هکتار و به طور متوسط ۸/۴ هکتار بود. در مقایسه باغات سیب در شهرستان‌های استان، بیشترین میانگین عملکرد محصول متعلق به شهرستان آباده (۳۴/۱ تن در هکتار) و بیشترین میانگین مساحت باغات متعلق به شهرستان اقلید (۱۶ هکتار) بود. دبی مزارع بین ۶ و ۴۰ و به طور متوسط ۱۴/۸ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید. متوسط حجم آب کاربردی در کل باغات ۱۷۹۵۶ مترمکعب در هکتار بود. تغییرات میزان آب کاربردی از ۱۲۵۱۹ تا ۲۳۰۴۰ مترمکعب در هکتار بود. میزان بهره‌وری آب از ۰/۰۷ تا ۶/۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. متوسط این شاخص ۱/۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. متوسط نسبت آبشویی موردنیاز در باغات چهار درصد برآورد گردید. بر اساس تفاهم نامه سند بهره‌وری آب کشاورزی کشور(بی‌نام، ۱۳۹۷)،، بهره‌وری آب باغات سیب استان فارس و کشور در سال ۱۳۹۵ بترتیب ۰/۸۷ و ۱/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب بوده که تا افق ۱۴۰۰ و ۱۴۰۵ بایستی به مقادیر ۱/۸۷ و ۲/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب ارتقاء یابد. بنابراین می‌توان گفت که مقدار ۱/۶۷ به دست آمده در این بررسی با حدود ذکر شده همخوانی دارد. میزان نیاز آبی خالص باغات مورد بررسی در سال انجام تحقیق ۸۹۹ میلیمتر بود. نیازآبی خالص این باغات در دوره ده ساله اخیر نیز با استفاده از آمار هواشناسی ده ساله ۸۹۰ میلیمتر برآورد شد. با توجه به تفاوت ناچیز نیازآبی خالص در سال انجام آزمایش و دوره ده ساله، می‌توان نتایج این دو دوره را تعمیم داد. لازم به ذکر است نیازآبی خالص درختان سیب بر مبنای سندملی نیازآبی ۹۵۲ میلی‌متر بود. بهره‌وری آب کل که در آن علاوه بر میزان آب کاربردی، میزان بارندگی موثر نیز لحاظ گردیده است، به طور متوسط برای باغات سیب استان فارس ۱/۵۲ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد که با توجه به تفاوت کم آن با بهره وری آب آبیاری (تفاوت کم‌تر از ۹ درصد)، از تحلیل آن صرف‌نظر گردید.

به منظور بررسی دقیق تر تفاوت بین پارامترهای مختلف بین مناطق مختلف از آزمون تی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد تفاوت معنی داری بین مقادیر آب کاربردی، عملکرد و بهره وری آب در سه شهرستان مورد بررسی وجود نداشت. جدول۳ دامنه پارامترهای مختلف بر اساس نوع سامانه آبیاری را نشان می‌دهد. جدول ۴ نتایج بررسی تفاوت آماری عملکرد، حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب در سامانه‌های مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که میانگین حجم آب کاربردی در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب ۱۷۳۶۷ و ۱۸۷۸۰ مترمکعب در هکتار بوده که اگرچه میزان آب کاربردی در سامانه‌های آبیاری سطحی حدود ۱۴۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر بوده، اما این تفاوت از نظر آماری و در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. میزان عملکرد و بهره‌وری آب نیز در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بترتیب ۱۱ تن در هکتار و ۰/۶۵ کیلوگرم بر مترمکعب بیشتر از سامانه‌های آبیاری سطحی بود، اما این تفاوت‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. دلیل معنی‌دار نشدن تفاوت عملکرد باغات، تفاوت زیاد بین مقادیر بیشترین و کمترین عملکرد است. طبق جداول ۱ و۳، حداقل و حداکثر عملکرد باغات بترتیب ۱/۵ و ۱۳۰ تن در هکتار بود. اگر عملکرد ۱۳۰ تنی بعنوان داده پرت از داده ها حذف و مجددا آزمون تی انجام شود، میانگین عملکرد در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی بترتیب ۲۷/۶ و ۲۳/۶ تن در هکتار و تفاوت آنها ۴ تن در هکتار خواهد بود و مجددا تفاوت ها معنی‌دار نخواهد شد (سطح معنی داری ۰/۶۶). اگر هر دو داده ۱/۵ و ۱۳۰ تنی بعنوان داده پرت حذف و آزمون تی انجام شود، میانگین عملکرد در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی بترتیب ۲۷/۶ و ۲۶/۱ تن در هکتار و تفاوت آنها ۱/۵ تن در هکتار خواهد بود ولی باز هم تفاوت عملکردها در دو سامانه آبیاری سطحی و قطره‌ای در سطح ۵ درصد معنی‌دار نخواهد شد(سطح معنی داری ۰/۸۷). بنابراین تغییر سامانه‌های آبیاری از سطحی به قطره‌ای اگرچه باعث کاهش مصرف آب، و افزایش میزان محصول و افزایش بهره وری آب گردیده، لیکن این تغییرات قابل توجه نبوده است. تعداد دفعات آبیاری در سامانه‌های آبیاری قطره ای ۳۵ مرتبه بوده که تقریبا دو برابر تعداد دفعات آبیاری در سامانه های آبیاری سطحی (۱۷ مرتبه) بود. در عوض عمق آب آبیاری در هر نوبت در سامانه های آبیاری سطحی (۱۲۲ میلیمتر) دو برابر سامانه‌های آبیاری قطره‌ای (۶۰ میلیمتر) بود.

نتایج بررسی آماری حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در مناطق مختلف و بر اساس نوع سامانه آبیاری در جدول‌های ۵ تا ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان داد بین مناطق مختلف نیز، اعم از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و یا سطحی، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین مقادیر آب کاربردی، عملکرد و بهره وری آب مشاهده نگردید.

نتایج مقایسه میزان آب کاربردی در سامانه‌های مختلف آبیاری با نیاز آبی ناخالص در جدول ۸ آورده شده است. ملاحظه می‌گردد در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای هر سه شهرستان سپیدان، اقلید و آباده، میزان آب کاربردی از میزان نیاز آبی ناخالص به میزان قابل توجهی بیشتر بوده که این تفاوت ها در هر شهرستان در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. تفاوت میزان آب کاربردی با نیاز آبی ناخالص در کل سامانه های آبیاری قطره ای مورد بررسی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. این تفاوت ها به طور متوسط ۷۶۲۵ مترمکعب در هکتار بوده و نشان می‌دهد که میزان آب کاربردی در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای خیلی بیشتر از حد مورد نیاز بوده است. در سامانه های آبیاری سطحی فقط تفاوت آب کاربردی با نیاز آبی ناخالص در شهرستان سپیدان در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده (۷۸۰۰ مترمکعب در هکتار) و تفاوت‌ها در دو شهرستان دیگر معنی‌دار نبوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- پارامترهای آبیاری، عملکرد باغات و بهره‌وری آب در تولید سیب در مناطق منتخب استان فارس

منطقه	پارامتر	دبی (لیتر بر ثانیه)	شوری آب (دسی زیمنس بر متر)	شوری خاک	مساحت باغ (هکتار)	عملکرد محصول (تن در هکتار)	عمق آبیاری هر نوبت (میلی‌متر)	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	نیاز آبی خالص (میلی‌متر)	نیاز آبشویی (درصد)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
سپیدان	حداقل	۸/۰	۰/۴۲	۰/۴۸	۱/۰	۱/۵	۴۳	۱۵	۱۲۹۶۰	۴۶۶	۴	۰/۰۷
	حداکثر	۴۰/۰	۰/۷۷	۱/۶۴	۲۲/۰	۶۰/۰	۱۴۴	۴۰	۲۳۰۴۰	۹۷۵	۷	۳/۰۰
	میانگین	۱۳/۳	۰/۵۱	۰/۷۱	۵/۰	۲۵/۷	۹۸	۲۱	۱۸۱۷۵	۶۶۴	۵	۱/۵۱
اقلید	حداقل	۶/۰	۰/۳۱	۰/۳۸	۱/۰	۵/۰	۲۵	۲۴	۱۲۵۱۹	۴۸۸	۳	۰/۳۲
	حداکثر	۴۰/۰	۰/۴۳	۰/۵۶	۳۶/۰	۸۰/۰	۸۶	۶۲	۲۲۱۷۶	۱۳۵۵	۶	۳/۶۱
	میانگین	۱۳/۳	۰/۳۵	۰/۵۰	۱۵/۸	۳۰/۹	۵۲	۳۹	۱۷۸۱۷	۸۴۰	۴	۱/۶۹
ابرده	حداقل	۱۰/۰	۰/۲۶	۰/۳۰	۱/۰	۵/۰	۳۴	۱۲	۱۳۳۴۸	۹۵۹	۳	۰/۳۷
	حداکثر	۳۰/۰	۰/۷۵	۱/۹۰	۸/۰	۱۳۰/۰	۱۸۱	۵۲	۲۱۷۷۳	۱۵۵۱	۹	۶/۲۸
	میانگین	۱۷/۸	۰/۳۹	۰/۶۹	۴/۴	۳۴/۱	۱۰۸	۲۲	۱۷۸۷۶	۱۱۹۲	۴	۱/۸۱
کل باغات	میانگین	۱۴/۸	۰/۴۱	۰/۶۳	۸/۴	۳۰/۲	۸۶	۲۷	۱۷۹۵۶	۸۹۹	۴	۱/۶۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج بررسی آماری آب کاربردی و بهره‌وری آب توسط آزمون t بر اساس منطقه

پارامتر	منطقه	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
آب کاربردی	(سپیدان-اقلید)	۳۵۸	۲/۱۴	۰/۲۰	۰/۸۴۳
	(سپیدان-آباده)	۳۰۰	۲/۱۴	۰/۱۶	۰/۷۸۲
	(اقلید-آباده)	-۵۹	۲/۱۴	۰/۰۴	۰/۹۷۲
عملکرد	(سپیدان-اقلید)	-۵/۲	۲/۱۴	۰/۴۳	۰/۶۷۴
	(سپیدان-آباده)	-۸/۴	۲/۱۴	۰/۵۳	۰/۶۰۴
	(اقلید-آباده)	-۳/۳	۲/۱۴	۰/۱۸	۰/۸۵۷
بهره‌وری آب	(سپیدان-اقلید)	-۰/۱۹	۲/۱۴	۰/۲۹	۰/۷۷۶
	(سپیدان-آباده)	-۰/۳۰	۲/۱۴	۰/۳۸	۰/۷۱۰
	(اقلید-آباده)	-۰/۱۱	۲/۱۴	۰/۱۳	۰/۸۹۷

جدول ۳- پارامترهای آبیاری و بهره‌وری آب باغات سیب بر اساس سامانه آبیاری

سامانه آبیاری	پارامتر	دبی (لیتر بر ثانیه)	عمق آبیاری هر نوبت (میلیمتر)	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	نیاز آبشویی (درصد)	عملکرد (تن در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
قطره ای	حداقل	۶/۰	۲۵	۱۴	۱۲۵۱۹	۰/۳۰	۵/۰	۰/۳۲
	حداکثر	۴۰/۰	۱۳۷	۶۲	۲۳۰۴۰	۰/۷۷	۱۳۰/۰	۶/۲۸
	میانگین	۱۴/۴	۶۰	۳۵	۱۷۳۶۷	۰/۴۱	۳۴/۹	۱/۹۴
سطحی	حداقل	۸/۰	۶۱	۱۲	۱۳۳۴۸	۰/۲۶	۱/۵	۰/۰۷
	حداکثر	۳۰/۰	۱۸۱	۲۵	۲۱۷۷۳	۰/۷۵	۶۵/۰	۳/۱۳
	میانگین	۱۵/۳	۱۲۲	۱۷	۱۸۷۸۰	۰/۴۲	۲۳/۷	۱/۲۹

جدول ٤- تفاوت آب کاربردی، عملکرد، بهره‌وری آب در سامانه آبیاری قطره ای و سطحی

پارامتر	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
عملکرد	۱۱/۳	۲/۰۸	۰/۹۳	۰/۳۷۱
آب کاربردی	-۱۴۱۳	۲/۰۸	۱/۰۲	۰/۳۲۱
بهره‌وری آب	۰/۶۵	۲/۰۸	۱/۰۶	۰/۲۹۹

جدول ۵- نتایج بررسی تفاوت آب کاربردی در مناطق مورد بررسی بر اساس نوع سامانه های آبیاری

پارامتر	منطقه	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
سامانه قطره ای	(سپیدان-اقلید)	۱۲۰	۲/۳۱	۰/۰۵	۰/۹۶۶
	(سپیدان-آباده)	-۵۲۱	۲/۴۵	۰/۱۸	۰/۸۶۵
	(اقلید-آباده)	-۶۴۱	۲/۳۱	۰/۳۰	۰/۷۷۲
سامانه سطحی	(سپیدان-اقلید)	-۷۳۸	۲/۷۸	۰/۳۷	۰/۷۳۳
	(سپیدان-آباده)	۱۱۲۰	۲/۴۵	۰/۴۵	۰/۶۷۲
	(اقلید-آباده)	۱۸۵۸	۲/۷۸	۰/۵۶	۰/۶۰۲

جدول ٦- نتایج بررسی تفاوت عملکرد در مناطق مورد بررسی بر اساس نوع سامانه های آبیاری

پارامتر	منطقه	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
سامانه قطره ای	(سپیدان-اقلید)	۲/۴	۲/۳۱	۰/۱۴	۰/۸۹۱
	(سپیدان-آباده)	-۱۶/۵	۲/۴۵	۰/۵۵	۰/۶۰۶
	(اقلید-آباده)	-۱۸/۹	۲/۳۱	۰/۷۱	۰/۵۰۰
سامانه سطحی	(سپیدان-اقلید)	-۱۶/۹	۲/۷۸	۰/۸۲	۰/۴۵۸
	(سپیدان-آباده)	-۰/۴	۲/۴۵	۰/۰۴	۰/۹۷۳
	(اقلید-آباده)	۱۶/۵	۲/۷۸	۰/۸۰	۰/۴۷۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- نتایج بررسی تفاوت بهره وری آب در مناطق مورد بررسی بر اساس نوع سامانه های آبیاری

پارامتر	منطقه	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
سامانه قطره‌ای	(سپیدان–اقلید)	۰/۲۲	۲/۳۱	۰/۲۴	۰/۸۱۴
	(سپیدان–آباده)	-۰/۵۶	۲/۴۵	۰/۳۸	۰/۷۱۴
	(اقلید–آباده)	-۰/۷۸	۲/۳۱	۰/۶۰	۰/۵۶۷
سامانه سطحی	(سپیدان–اقلید)	-۰/۶۷	۲/۷۸	۰/۶۳	۰/۵۶۱
	(سپیدان–آباده)	-۰/۰۴	۲/۴۵	۰/۰۶	۰/۹۵۱
	(اقلید–آباده)	۰/۶۳	۲/۷۸	۰/۵۶	۰/۶۰۶

در مجموع سامانه های آبیاری سطحی سه شهرستان مورد بررسی نیز تفاوت حجم آب کاربردی با نیاز آبی ناخالص حدود ۲۷۰۰ مترمکعب در هکتار بوده که در سطح ۵ درصد معنی دار نشد. در مجموع باغات مورد بررسی هر شهرستان بدون در نظر گرفتن نوع سامانه آبیاری، تفاوت حجم آب کاربردی با نیاز آبی ناخالص در شهرستان‌های سپیدان و اقلید بترتیب ۸۸۰۰ و ۷۱۰۰ مترمکعب در هکتار بوده که در سطح ۱ درصد معنی‌دار و در شهرستان آباده حتی در سطح ۵ درصد نیز معنی‌دار نگردید. به طور کلی در مجموع باغات مورد بررسی هر سه شهرستان، بدون در نظر گرفتن نوع سامانه آبیاری، تفاوت حجم آب کاربردی با نیاز آبی ناخالص حدود ۴۲۰۰ مترمکعب در هکتار بوده که در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. نکته قابل‌توجه در خصوص دو شهرستان سپیدان و آباده، تفاوت زیاد میزان بارندگی این دو شهرستان می‌باشد. شهرستان سپیدان منطقه‌ای پر باران بوده (باران موثر بلندمدت از روش فائو ۴۳۰ میلیمتر) و باغات سیب آن به آبیاری کم‌تری نیاز دارد. ولی با این وجود میزان آب کاربردی در باغات آن تفاوت چندانی با باغات شهرستان آباده که منطقه‌ای خشک و کم باران است (باران موثر بلندمدت از روش فائو ۸۲ میلیمتر) نداشته است. به عبارت دیگر پرباران بودن منطقه سپیدان باعث کاهش حجم آب آبیاری در باغات سیب این شهرستان نشده که نشان از مدیریت ضعیف آبیاری در باغات این شهرستان دارد. در شهرستان آباده تفاوت حجم آب کاربردی با نیاز آبی ناخالص در سامانه‌های آبیاری سطحی منفی شده که نشان می‌دهد میزان آب کاربردی در این سامانه‌ها کم‌تر از حد موردنیاز بوده است.

جدول ۸- نتایج بررسی تفاوت آب کاربردی و نیاز آبی ناخالص در مناطق مورد بررسی بر اساس نوع سامانه های آبیاری

نوع سامانه آبیاری	منطقه	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
سامانه قطره ای	سپیدان	۹۸۸۵	۳/۱۸	۴/۳۶	۰/۰۲۲
	اقلید	۷۵۶۹	۲/۵۷	۳/۱۰	۰/۰۲۷
	آباده	۵۴۰۸	۳/۱۸	۴/۸۵	۰/۰۱۷
	مجموع	۷۶۲۵	۲/۱۶	۵/۹۸	۰/۰۰۰
سامانه سطحی	سپیدان	۷۸۰۱	۳/۱۸	۵/۵۶	۰/۰۱۱
	اقلید	۵۴۷۶	۱۲/۷۰	۵/۵۳	۰/۱۱۳
	آباده	-۳۸۲۳	۳/۱۸	۱/۲۰	۰/۳۱۶
	مجموع	۲۶۸۷	۲/۲۶	۱/۲۲	۰/۲۵۴
مجموع سامانه ها	سپیدان	۸۸۴۳	۲/۳۶	۶/۸۳	۰/۰۰۰
	اقلید	۷۰۶۶	۲/۳۶	۳/۸۵	۰/۰۰۶
	آباده	۷۹۳	۲/۳۶	۰/۳۴	۰/۷۴۵
	مجموع شهرستان ها	۴۲۲۶	۲/۰۷	۲/۸۰	۰/۰۱۰

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که عملکرد محصول سیب باغات در استان فارس به طور متوسط ۳۰/۲ تن در هکتار بوده و بین عملکرد مناطق مختلف تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. متوسط کل آب آبیاری کاربردی در باغات سیب موردبررسی حدود ۱۸۰۰۰ مترمکعب در هکتار بوده که بین مناطق مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشت. بهره وری آب آبیاری به طور متوسط ۱/۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب بود که بین مناطق مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. اگرچه در باغات تحت سامانه آبیاری قطره‌ای، میزان آب کاربردی کمتر (۱۷۴۰۰ مترمکعب در هکتار) و بهره‌وری آب (۱/۹۴ کیلوگرم بر مترمکعب) بیشتر از باغات تحت سامانه آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID

سطحی بود (به‌ترتیب ۱۸۸۰۰ مترمکعب در هکتار و ۱/۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب)، اما این تفاوت ها از نظر آماری معنی‌دار نشد. مقایسه مقادیر آب کاربردی با نیاز آبی ناخالص باغات نشان داد که در باغات تحت سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، میزان آب کاربردی ۷۶۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص بوده که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی دار گردید. در باغات تحت سامانه آبیاری سطحی مقدار آب کاربردی حدود ۲۷۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص بوده که این تفاوت از نظر آماری و در سطح ۵ درصد معنی‌دار نگردید. به‌طورکلی تفاوت آب کاربردی باغات مورد بررسی با نیاز آبی ناخالص حدود ۴۲۰۰ مترمکعب در هکتار بود که از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نوع سیستم آبیاری تاثیری بر میزان آب کاربردی نداشته و به عبارت دیگر سامانه‌های آبیاری قطره‌ای نتوانسته‌اند باعث کاهش میزان آب کاربردی شوند. علت این امر را بایستی به مدیریت ضعیف آبیاری در باغات و عدم استفاده از برنامه‌ریزی آبیاری مربوط دانست. تفاوت زیاد بین میزان آب کاربردی و نیاز آبی ناخالص نیز تایید کننده این موضوع می باشد. سهمیه‌بندی آب و تحویل حجمی آب با کنتورهای هوشمند از راهکارهایی است که می‌تواند به مدیریت بهتر آبیاری کمک کند.

منابع

احمدی، ک.، ح. عبادزاده، ف. حاتمی، ر. حسینپور، و ه. عبدشاه. ۱۳۹۸. آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی، جلد سوم محصولات باغبانی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۶۶ صفحه.

بی‌نام. ۱۳۹۷. تفاهم نامه سند بهره وری آب کشاورزی (افق ده ساله). وزارت جهاد کشاورزی، اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران.

بی‌نام، ۱۳۷۷. گزارش وزارت نیرو به هیئت محترم دولت. وضعیت آب و فاضلاب، برق و یارانه‌های انرژی. خرداد ۱۳۷۷. ۷۵ صفحه.

جلینی، م. ۱۳۸۴. استفاده از آبیاری قطره ای در باغات سیب (مالینگ). مجموعه مقالات تحقیقی ترویجی اولین جشنواره ملی ترویج سیستم های آبیاری تحت فشار. مشهد.

علیزاده، الف.۱۳۷۶. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).۴۵۰ صفحه.

قدرت‌نما، ق. ۱۳۷۷. منابع، مصارف و نیازهای آبی در ایران: حال و آینده. آب و توسعه (فصلنامه امور آب وزارت نیرو). ۶ (۲ و ۳): ۲۰ تا ۴۶.

قلی‌زاده، ح.، عبادزاده،ح. احمدی، ک. حاتمی، ف. حسین‌پور، ر.، عبدشاه، ه. رضایی، م.م. و فضلی‌استبرق، م. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۶۷ صفحه.

محمدولی سامانی، ج.۱۳۸۴. مدیریت منابع آب و توسعه پایدار. دفتر مطالعات زیربنایی مجلس شورای اسلامی. شماره گزارش ۷۳۷۴. ۳۵ صفحه

موحددانش، ع. ۱۳۷۳. هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها. ۳۷۹ صفحه.

ناصری،ا.، ف. عباسی و م. اکبری. ۱۳۹۴. تحلیل مصرف آب در بخش کشاورزی بر مبنای بیلان آب در چرخه هیدرولوژیک کشور. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۴۲ صفحه.

ناصری، ا.، عباسی، ف.، سهراب، ن.، عباسی و م.، اکبری. ۱۳۹۶. برآورد مقدار آب مصرفی در بخش کشاورزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۱۹۹ ص

ناصری، ا.، عباسی، ف.، و اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب .تحقیقات مهندسی سازه های آبیاری و زهکشی. ۱۸ (۶۸): ص ۱۷ تا ۳۲.

یزدانی، ه. ۱۳۷۲. مقایسه روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی روی درختان سیب. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب استان اصفهان. ۷۲

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300(9), D05109.

Ayers, R. S. and Westcot, D. W. 1985. Water quality for agriculture (Vol. 29). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Bjorneberg, D.L. 2013. Irrigation methods. USDA Agricultural Research Service, Kimberly, ID, USA.

Du, S., Kang, S., Li, F. and Du, T. 2017. Water use efficiency is improved by alternate partial root-zone irrigation of apple in arid northwest China. Agricultural Water Management. 179: 184-192.

Ebel, R. C., Proebsting, E. L. and Patterson, M. E. 1993. Regulated deficit irrigation may alter apple maturity, quality, and storage life. HortScience. 28(2): 141-143.

Einhorn, T. and Caspari, H. W. 2004. IV International symposium on irrigation of horticultural crops.

www.SID.ir

Archive of SID

comprehensive assessment of water management in agriculture. International Water Management Institute (IWMI) and FAO.

Oliveira, C.P.M., Simoes, W.L., Silva, J.A.B., Faria, G.A., Lopez, P.R.C. and Amorim, M.N. 2020. Physiological and biochemical responses of apple trees to irrigation water depth in a semiarid region of Brazil. Ciência e Agrotecnologia, 44:e015620.

Raes, D. 2012. Reference manual-ETO calculator, version 3.2. Food and Agriculture Organization of the United Nations Land and Water Division. Rome, Italy.

Zhang, W., Sheng, J., Li, Z., Weindorf, D.C., Hu, G., Xuan, J. and Zhao, H. 2021. Integrating rainwater harvesting and drip irrigation for water use efficiency improvements in apple orchards of northwest China. Scientia Horticulturae. 109728.

Zhong, Y., Fei, L., Li, Y., Zeng, J. and Dai, Z. 2019. Response of fruit yield, fruit quality, and water use efficiency to water deficits for apple trees under surge-root irrigation in the Loess Plateau of China. Agricultural Water Management. 222: 221-230.

ISHS Acta Horticulture 664.

El Jaouhari, N., Abouabdillah, A., Bouabid, R., Bourioug, M., Aleya, L. and Chaoui, M. 2018. Assessment of sustainable deficit irrigation in a Moroccan apple orchard as a climate change adaptation strategy. Science of the total environment. 642: 574-581.

Lieb, B. G. Casperi, H. W., Redulla, C. A., Andrews, P. K., Jabro, J. D. 2005. Partial root zone drying and deficit irrigation of Fuji apples in a semi-arid climate. Irrigation Science. 24: 85-99.

Mills, T. M. and Behboudian, M. H. 1996. Preharvest and storage quality of Braeburn apple fruit grown under water deficit conditions. New Zealand Journal of crop and horticultural science. 24: 159-166.

Mills, T. M., Behboudian, M. H. and Clothier, B. E. 1996. Water relations, growth, and the composition of Braeburn apple fruit under deficit irrigation. Journal of the American Society for Horticultural Science. 121(2): 286-291.

Molden, D. 2007. Water for food. Water for life. A

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 15, Oct.-Nov. 2021, p. 931-940

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۵، مهر - آبان ۱۴۰۰، ص. ۹۴۰-۹۳۱

Determining the Amount of Applied Water and Water Productivity in Apple Orchards in Fars Province

M. A. Shahrokhnia[1*], A. Nasseri[2], F. Abbasi[3]

Recived: Apr. 25, 2021 Accepted: Jun. 07, 2021

Abstract

Improvement and enhancement of water productivity is one of the effective and applied solutions to produce valuable gardens products under stress conditions in the country, and especially in Fars province as one of the regions producing garden products. Therefore, determining applied water and water productivity in apple gardens of Fars province was the main objective of this study. In this study, a total of 24 apple gardens were selected in three districts of Abadeh, Eghlid and Sepidan, having the largest cultivated area and production of apple as the experimental pilots. The volume of water (using flume or volumetric devices), apple yield and soil characteristics, meteorological variables and irrigation parameters were measured in experimental gardens. Results showed that average yield was 30.2 t ha^{-1}. Applied water varied from 17956 to 23040 m3 ha^{-1}. Water productivity varied from 0.07 to 6.28 kg m^{-3} and averaged 1.67 kg m^{-3}. Although changing irrigation systems from surface to drip ones reduced water consumption, but increased the yield and therefore insignificantly increased water productivity.

Key words: Apple, Drip irrigation, Surface irrigation, Water requirement

1- Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.
2- Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran
3- Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(* Corresponding Author, Email: mashahrokh@yahoo.com)

www.SID.ir