

مقاله علمی-پژوهشی

تعیین حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب در باغات پرتقال و نارنگی استان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا^{۱*}، سید ابراهیم دهقانیان^۲، محمدمهدی نخجوانی مقدم^۳، فریبرز عباسی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۸

چکیده

استان فارس یکی از استان‌های مطرح کشور در تولید پرتقال و نارنگی می‌باشد. وجود اطلاعات کافی از میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب در باغات پرتقال و نارنگی می‌تواند باعث مدیریت بهتر منابع آب و افزایش بهره‌وری آب گردد. در این تحقیق، بهره‌وری آب و میزان آب داده‌شده در ۶۰ باغ پرتقال و نارنگی در سه شهرستان استان فارس در طول سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ اندازه‌گیری گردید. در بین باغات انتخابی، به دلیل تفاوت در مدیریت آبیاری، وضعیت منابع آب و شرایط خاک، میزان حجم آب آبیاری از حدود ۸۸۰۰ تا ۲۴۷۰۰ مترمکعب در هکتار در سال متفاوت بود. میانگین کل حجم آب آبیاری در باغات پرتقال و نارنگی به ترتیب ۱۵۳۸۸ و ۱۵۰۹۳ مترمکعب در هکتار به دست آمد. میانگین حجم آب کاربردی که مجموع آبیاری و بارندگی موثر است به ترتیب ۱۸۲۸۹ و ۱۷۸۶۷ مترمکعب در هکتار بود. میزان متوسط عملکرد میوه برای باغات پرتقال و نارنگی به ترتیب ۲۰/۸ تن در هکتار برآورد شد. میزان بهره‌وری آب آبیاری در باغات انتخابی بین مقادیر ۰/۴۵ تا ۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب و به‌طور متوسط برای پرتقال و نارنگی به ترتیب ۱/۳۰ و ۱/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص نشان داد که در سال انجام تحقیق حجم آب آبیاری به‌طور متوسط ۴۴۰۰ مترمکعب در هکتار یا به عبارتی ۴۱ درصد بیشتر از آب موردنیاز بود. میانگین تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص بلندمدت حدود ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار به دست آمد. با در نظر گرفتن سطوح باغات پرتقال و نارنگی در سه منطقه داراب، جهرم و کازرون، حجم آب صرفه‌جویی شده به ترتیب ۴۶، ۸ و ۱۴ میلیون مترمکعب در سال خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، سند ملی آب، شوری خاک، نیاز آبی

مقدمه

شمالی و نیمی دیگر در نواحی کم بارش جنوبی و مرکزی تولید می‌شود (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). بیش از نیمی از سطح زیرکشت بارور و تولید مرکبات در کشور متعلق به پرتقال است و به‌طور کلی پرتقال و نارنگی بیش از ۷۰ درصد سطح بارور و تولید مرکبات در کشور را به خود اختصاص داده‌اند (اردستانی، ۱۳۹۳). بر اساس آخرین آمار نامه سازمان خوار و بار جهانی در سال ۲۰۱۹ کشور ایران از لحاظ میزان تولید پرتقال بعد از کشورهای برزیل، چین، هند، آمریکا، مکزیک، مصر، اندونزی دارای رتبه هشتم و از لحاظ سطح زیرکشت، رتبه دهم را به خود اختصاص داده‌است. همچنین ایران از لحاظ میزان تولید نارنگی بعد از کشورهای چین، اسپانیا، ترکیه، مراکش، آمریکا، برزیل، مصر، ایتالیا، ژاپن، کره و پاکستان دارای رتبه دوازدهم و از لحاظ سطح زیرکشت، رتبه پانزدهم را به خود اختصاص داده‌است (FAOSTAT, 2020). استان مازندران با حدود ۴۶ درصد، بیشترین سطح باغات بارور پرتقال دارا بوده و استان‌های فارس، جنوب کرمان، هرمزگان، کرمان و خوزستان به ترتیب مقام‌های دوم تا ششم را به خود اختصاص داده‌اند. استان مازندران با حدود ۵۳ درصد، بیشترین سطح باغات بارور نارنگی را دارا بوده و استان‌های

مرکبات گروه مهمی از میوه‌ها هستند که در بیش از ۱۵۰ کشور که اقلیم‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری دارند، پرورش می‌یابند (Shirgure, 2013). مرکبات در ایران بیشترین میزان سطح زیرکشت و تولید در بین محصولات باغی را دارد که حدود نیمی از آن در مناطق

۱- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

۲- مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

۳- استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۴- استاد پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

* نویسنده مسئول: (Email: mashahrokh@yahoo.com)

هرمزگان و فارس به ترتیب مقام های دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

در استان‌های شمالی کشور که میزان بارندگی زیادتر است، چنانچه پراکنش باران مناسب باشد، نیازی به آبیاری درختان مرکبات نیست. اما در نقاطی از شمال که بارندگی کافی نیست و یا پراکنش آن مناسب نیست در ماه‌های گرم و خشک درختان را چند مرتبه آبیاری می‌کنند. در مناطق مرکزی و نواحی جنوب کشور که میزان بارندگی و پراکنندگی آن متناسب با نیاز آبی مرکبات نیست، باغ را در تمام سال آبیاری می‌کنند. فاصله آبیاری نیز به تناسب درجه حرارت هوا، سن و تعداد درخت، جنس خاک و شیوه آبیاری تفاوت دارد. با توجه به اقلیم منطقه و شرایط خاک، آب‌های با شوری بیش از ۱۸۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر را نباید برای آبیاری باغات مرکبات مورد استفاده قرار داد (سرحدی و شریف، ۱۳۹۶). بهترین آب برای آبیاری مرکبات، آبی است که شوری آن کمتر از ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر باشد. آب مورد نیاز مرکبات بستگی به گونه، فاصله کاشت، شرایط آب و هوایی و سامانه آبیاری دارد. طول دوره رشد مرکبات برابر ۳۶۵ روز است و تنها در یک دوره ۲ تا ۳ ماهه زمستانه است که مصرف آب توسط گیاه کمتر از بقیه سال می‌باشد. مرکبات به تنش آبی حساسند بنابراین باید آبیاری در دوره‌های کوتاه انجام پذیرد. مقدار آب آبیاری بهتر است به اندازه نیاز آبی گیاه در دوره‌های مختلف فصل رشد تامین شود (مقبلی دامنه، ۱۳۹۶). در تحقیقی دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی را در مرکبات اسپانیا مورد مقایسه قرار گرفت و که سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث صرفه‌جویی در مصرف آب تا ۱۴ درصد نسبت به سیستم قطره‌ای سطحی - شد (Martinez et al., 2017). گزارش شده که استفاده از آبیاری زیرسطحی در مقایسه با آبیاری قطره‌ای سطحی سبب افزایش بهره‌وری آب می‌شود (Martinez and Reza, 2014). مقبلی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش نمودند که کاربرد آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای پرتقال در منطقه جنوب استان کرمان سبب افزایش بهره‌وری آب و همچنین ۱۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی شد. تجارب حاصل از بهره‌وری آب مرکبات در ایران نسبت به محصولات مهم مانند گندم و ذرت بسیار اندک است (خرمیان، ۱۴۰۰). مقایسه ۵ روش آبیاری بارانی بالا درختی، بارانی زیردرختی، قطره‌ای، بابلر، میکروجت با آبیاری سطحی برای مرکبات در شمال استان خوزستان نشان داد که باغداران منطقه بدون کاهش عملکرد و کیفیت میوه می‌توانند آبیاری سطحی باغ‌های مرکبات را به آبیاری قطره‌ای (میکروفلاپر، میکروجت و یا بابلر) تبدیل نموده و از این طریق بهره‌وری آب را افزایش دهند. در این خصوص استفاده از آبیاری بارانی بالا درختی با هدف تعدیل حرارتی موجب افزایش آب آبیاری و تجمع املاح روی برگ و ریزش برگ در زمان برداشت میوه می‌شود (خرمیان، ۱۳۹۴). احمدپور و سلیمانی (۱۳۹۶) میزان آب

آبیاری درختان مرکبات در مناطق شمالی کشور در روش آبیاری قطره‌ای تا ۳۸۵۰ مترمکعب در هکتار و در مناطق جنوبی کشور بین ۸۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش نموده‌اند. عبادی و همکاران (۱۴۰۰) حجم آب بکاررفته برای آبیاری باغات پرتقال استان های شمالی کشور را بین ۱۱۳۷ تا ۵۴۴۶ مترمکعب در هکتار و حجم آب بکاررفته برای آبیاری باغات پرتقال استان‌های مرکزی و جنوبی کشور را بین ۱۳۶۳۰ تا ۱۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش نموده‌اند. نیاز آبی مرکبات در منطقه میناب بر اساس روش پنمن مانیتیت حدود ۱۰۷۵ میلی‌متر برآورد گردید. میزان مصرف آب مرکبات (لیموترش) در شهرستان میناب حدود ۱۳۸۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد شد. میزان بهره‌وری آب با این میزان مصرف آب حدود ۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد گردید که تا کاهش ۵۰ درصدی در مصرف آب، میزان بهره‌وری آب تا حدود ۰/۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافت (کریمی، ۱۳۹۸).

در تحقیقی روی مرکبات اسپانیا، کم‌آبیاری کنترل شده باعث کاهش ۳۰ درصدی آب آبیاری بدون کاهش محصول گردید (Quinones et al., 2010). اعمال کم‌آبیاری کنترل شده به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی در مرکبات اسپانیا باعث صرفه‌جویی در مصرف آب بدون کاهش عملکرد شد (Aguado et al., 2012). در یک بررسی، کم‌آبیاری کنترل شده (عدم اعمال کم‌آبیاری در دوره گل‌دهی) در مرکبات بالغ باعث صرفه‌جویی در مصرف آب به مقدار ۱۰۰۰ متر مکعب در هکتار و افزایش بهره‌وری آب به میزان ۲۴ درصد نسبت به آبیاری کامل شد، در حالی که میزان عملکرد فقط ۱۲-۱۰ درصد کاهش یافت (Garsia et al., 2010). در اسپانیا کم‌آبیاری درختان نارنگی با کاربرد ۸۰ درصد نیاز کامل سبب کاهش درآمد ناخالص و بهره‌وری آب نشد (Ballester et al., 2011). در بررسی های دیگر، سناریوهای مختلف کم آبیاری مرکبات را در مراکش مورد بررسی قرار گرفت که به این نتیجه رسیدند که آبیاری بخشی ریشه مطلوب نبود. آبیاری به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی باعث کاهش عملکرد گردید و میزان قند، اسیدیته و بهره‌وری آب افزایش یافت (El-Otmani et al., 2020; Slamini et al., 2022). نتایج یک بررسی در اسپانیا نشان داد که در یک خاک بخصوص، مقدار آب آبیاری و دور آبیاری و افزایش تعداد قطره‌چکان ها در آبیاری قطره‌ای بجز در سال اول، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول درختان لیموترش نداشت (Para et al., 2021). بررسی دیگری نشان داد که آبیاری به میزان ۸۱٪ نیاز آبی کامل برای درختان مرکبات جوانی که به صورت متراکم کاشته شده‌اند، از جنبه‌های مختلف فنی و اقتصادی مفید بود (Hamido and Morgan, 2021).

استان فارس جزو مناطق خشک و نیمه خشک کشور بوده و بیشتر دشت‌های آن از لحاظ برداشت آب بحرانی است. بیشتر آب مصرفی کشاورزی این استان از منابع آب زیرزمینی است. باتوجه به

۱۰ ساله اخیر و سال انجام تحقیق با استفاده از روش پنمن مانیتث محاسبه گردید. مقادیر نیاز آبی خالص مرکبات از سندملی آب نیز اخذ 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 گیاه مرجع (ETo) با استفاده از نرم افزار ETo-Calculator در مناطق به روش پنمن مانیتث فائو صورت گرفت. سپس عمق تبخیر- تعرق پتانسیل درختان مرکبات (ETc) در مناطق منتخب با استفاده از رابطه (۴) برآورد گردید.

$$ETc = Kc \times ETo \quad (4)$$

مقادیر ضریب گیاهی (Kc) برای هر مرحله رشد بر اساس نشریه فائو ۵۶ انتخاب گردید (Allen et al., 1998). با در نظر گرفتن راندمان ۹۰ درصد برای سامانه آبیاری قطره ای (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵)، نیاز آبی ناخالص باغات به دست آمد و توسط آزمون تی با حجم آب آبیاری باغات مقایسه گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ مشخصات کلی و میانگین عملکرد سه ساله باغات پرتقال و نارنگی انتخابی را نشان می‌دهد. حداقل، حداکثر و میانگین مساحت باغات پرتقال انتخابی به ترتیب ۰/۵، ۱۳ و ۳/۲ هکتار بود. میانگین دبی آب ورودی به باغات ۸/۸ لیتر بر ثانیه و میانگین سن درختان باغات ۱۴ سال بود. متوسط شوری آب و خاک باغات انتخابی به ترتیب ۰/۹ و ۱/۷ دسی زیمنس بر متر بود. کمترین، بیشترین و میانگین عملکرد باغات به ترتیب ۷، ۳۵ و ۱۸/۴ تن در هکتار به دست آمد. جدول ۲ مشخصات کلی باغات نارنگی انتخاب شده را نشان می‌دهد. میانگین مساحت و عملکرد باغات منتخب نارنگی بترتیب ۱/۸ هکتار و ۲۰/۸ تن در هکتار بود. بقیه مشخصات باغات نارنگی، تقریباً نزدیک به باغات پرتقال انتخاب شده بود.

در جدول ۳ کمترین و بیشترین مقادیر شاخص‌های مرتبط با آبیاری و بهره‌وری آب باغات پرتقال در مناطق مورد بررسی آورده شده است. ملاحظه می‌گردد که میانگین تعداد دفعات آبیاری در کل باغات پرتقال مورد بررسی ۱۱۲ مرتبه بوده است. یعنی بطور متوسط در طول یکسال، دور آبیاری حدود ۳ روز بوده است. کمترین و بیشترین تعداد دفعات آبیاری از لحاظ میانگین شهرستانی، مربوط به شهرستان‌های چهارم و کازرون، به ترتیب ۹۹ و ۱۵۰ مرتبه بود. در بین باغات انتخابی، میزان حجم آب آبیاری از حدود ۸۸۰۰ تا ۲۴۷۰۰ مترمکعب در هکتار در سال متفاوت بود.

سهم عمده تولید پرتقال و نارنگی استان فارس از کل کشور و انجام تحقیقات اندک در مورد وضعیت آبیاری این محصولات، بررسی میدانی اندازه‌گیری حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب این محصولات در استان فارس هدف اصلی این بررسی است. مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی این باغات از اهداف دیگر این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

در این پروژه، بهره‌وری و میزان آب داده‌شده در ۶۰ باغ پرتقال و نارنگی، در سه شهرستان استان فارس در طول یکسال اندازه‌گیری شد. این شهرستان‌ها که از نظر سطح زیر کشت پرتقال و نارنگی برتری داشتند عبارت بودند از چهارم، داراب، و کازرون. باغ‌های موردنظر در شهرستان‌ها با کمک کارشناسان سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها، شناسایی و انتخاب شدند. باغ‌های منتخب در طول یکسال (۱۳۹۹-۱۳۹۸) از نظر آبیاری مورد پایش و ارزیابی و یادداشت‌برداری قرار گرفت. عملکرد محصول در سه سال متوالی اخذ و از میانگین آنها در تجزیه و تحلیل‌ها استفاده شد. باغات انتخابی همگی مجهز به سامانه آبیاری قطره ای بودند. مقدار دبی آب ورودی به باغ که از طریق چاه تامین می‌شد، به وسیله کنتورهای حجمی و اسنجی شده سه مرتبه در سال اندازه‌گیری گردید. با داشتن مدت زمان هر آبیاری و تعداد دفعات آبیاری در طول دوره آبیاری، حجم آب آبیاری باغات برآورد شد. در هر کدام از باغ‌ها مواردی نظیر بافت خاک، هدایت الکتریکی خاک و آب نیز اندازه‌گیری شد. برای بررسی تغییرات عملکرد، حجم آب آبیاری و شاخص بهره‌وری آب در تولید پرتقال و نارنگی در شهرستان‌های مورد نظر از آزمون تی استفاده گردید. شاخص بهره‌وری آب از نسبت مقدار عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) از رابطه زیر به دست آمد:

$$WP = \frac{CY}{CW} \quad (1)$$

که در آن: WP = بهره‌وری آب آبیاری در تولید پرتقال یا نارنگی (کیلوگرم بر مترمکعب آب آبیاری در طول فصل رشد)، CY = عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار در سال)، CW = حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار در سال) می‌باشد. برای برآورد شاخص بهره‌وری آب کل در مخرج کسر رابطه (۱)، بارش موثر نیز به حجم آب آبیاری اضافه گردید. میزان بارش موثر نیز به روش سرویس حفاظت خاک اداره کشاورزی آمریکا از روابط (۲) و (۳) برآورد گردید. در این رابطه Re و R بترتیب باران موثر و باران به میلیمتر می‌باشد.

$$Re = R \frac{(125 - 0.2 R)}{125} \quad R < 250 \text{ mm} \quad (2)$$

$$Re = 125 + 0.1R \quad R > 250 \text{ mm} \quad (3)$$

مقدار نیاز آبی خالص باغات مرکبات در هر منطقه با استفاده از داده‌های هواشناسی نزدیکترین ایستگاه به منطقه اجرای طرح در دوره

جدول ۱- مشخصات کلی و عملکرد باغات پرتقال مورد بررسی

منطقه	پارامتر	دبی (لیتر بر ثانیه)	شوری آب (دسی زیمنس بر متر)	شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)	مساحت باغ (هکتار)	سن درختان باغ (سال)	عملکرد محصول (تن در هکتار)
داراب	حداقل	۴/۴	۰/۳	۱/۰	۱/۰	۶	۱۰/۳
	حداکثر	۱۵/۰	۰/۹	۲/۲	۱۳/۰	۲۵	۳۵/۰
	میانگین	۸/۹	۰/۷	۱/۴	۴/۳	۱۶	۱۹/۲
چهرم	حداقل	۵/۳	۰/۶	۱/۴	۰/۵	۳	۷/۰
	حداکثر	۱۴/۵	۲/۲	۳/۷	۵/۰	۱۵	۲۹/۰
	میانگین	۹/۶	۱/۳	۲/۴	۲/۰	۱۰	۱۶/۴
کازرون	حداقل	۴/۰	۰/۵	۱/۱	۰/۵	۷	۱۷/۳
	حداکثر	۱۰/۷	۲/۳	۲/۴	۴/۰	۳۰	۲۴/۰
	میانگین	۷/۲	۱/۱	۱/۷	۱/۹	۱۶	۱۹/۲
کل باغات	میانگین	۸/۸	۰/۹	۱/۷	۳/۲	۱۴	۱۸/۴

جدول ۲- مشخصات کلی و عملکرد باغات نارنگی مورد بررسی

منطقه	پارامتر	دبی (لیتر بر ثانیه)	شوری آب (دسی زیمنس بر متر)	شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)	مساحت باغ (هکتار)	سن درختان باغ (سال)	عملکرد محصول (تن در هکتار)
داراب	حداقل	۵/۰	۰/۶	۱/۱	۱/۰	۸	۱۱/۷
	حداکثر	۱۲/۰	۰/۹	۳/۳	۶/۰	۲۱	۲۳/۳
	میانگین	۸/۰	۰/۷	۱/۷	۲/۲	۱۵	۱۷/۵
چهرم	حداقل	۵/۷	۰/۵	۱/۰	۰/۵	۳	۱۶/۰
	حداکثر	۱۵/۵	۲/۱	۳/۷	۵/۰	۱۵	۳۱/۰
	میانگین	۱۰/۶	۱/۰	۲/۱	۱/۸	۱۰	۲۲/۹
کازرون	حداقل	۴/۰	۰/۵	۱/۱	۰/۵	۷	۱۷/۷
	حداکثر	۱۹/۱	۲/۳	۲/۴	۳/۰	۱۵	۴۳/۷
	میانگین	۸/۵	۰/۹	۱/۶	۱/۴	۱۱	۲۲/۹
کل باغات	میانگین	۸/۹	۰/۹	۱/۸	۱/۸	۱۲	۲۰/۸

کیلوگرم بر مترمکعب بود. از لحاظ میانگین منطقه‌ای، کمترین و بیشترین بهره‌وری آب آبیاری متعلق به شهرستان‌های چهرم و کازرون به ترتیب ۱/۲۱ و ۱/۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب بود. میانگین بهره‌وری آب کاربردی در باغات انتخابی ۱/۰۷ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد.

جدول ۴ پارامترهای اندازه گیری شده آبیاری در باغات نارنگی انتخابی را نشان می دهد، میانگین تعداد دفعات آبیاری و حجم آب آبیاری باغات نارنگی بترتیب ۱۱۴ و ۱۵۰۹۳ مترمکعب در هکتار بود که نزدیک به ارقام به دست آمده برای باغات پرتقال می باشد. بعلاوه عملکرد بیشتر باغات نارنگی نسبت به باغات پرتقال، میانگین بهره‌وری آب آبیاری (۱/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب) و بهره‌وری آب کاربردی باغات نارنگی (۱/۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب)، از باغات پرتقال بیشتر بود.

میانگین کل حجم آب آبیاری ۱۵۳۸۸ مترمکعب در هکتار بود. میانگین حجم آب کاربردی که مجموع آب دریافتی باغات پرتقال از طریق آبیاری و بارندگی می باشد ۱۸۲۸۹ مترمکعب در هکتار برآورد گردید که نشان می دهد حدود ۲۹۰۰ مترمکعب از کل آب دریافتی هر هکتار باغ پرتقال، از طریق بارندگی تامین شده بود. از نظر میانگین شهرستانی، کمترین و بیشترین میزان حجم آب آبیاری به ترتیب مربوط به شهرستان‌های چهرم و داراب با ۱۴۷۷۰ و ۱۵۷۶۷ مترمکعب در هکتار در سال بود. میانگین حجم آب کاربردی باغات پرتقال در این دو شهرستان بترتیب ۱۶۱۳۵ و ۱۹۴۰۳ مترمکعب در هکتار بود. نتایج به دست آمده در خصوص حجم آب آبیاری باغات مرکبات در این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط احمدپور و سلیمانی (۱۳۹۶) همخوانی دارد. میزان بهره‌وری آب آبیاری در باغات پرتقال بین مقادیر ۰/۴۵ تا ۳/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب و بطور متوسط ۱/۳۰

جدول ۳- پارامترهای حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات پرتقال بر اساس منطقه

منطقه	پارامتر	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	حجم آب کاربردی (مترمکعب در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب کل (کاربردی) (کیلوگرم بر مترمکعب)
داراب	حداقل	۷۰	۱۰۶۹۲	۱۴۳۵۲	۰/۴۵	۰/۳۹
	حداکثر	۱۲۰	۲۴۷۱۰	۲۸۳۷۰	۳/۰۳	۲/۳۰
	میانگین	۱۰۶	۱۵۷۶۷	۱۹۴۰۳	۱/۳۱	۱/۰۴
چهرم	حداقل	۷۸	۹۰۷۲	۱۰۴۳۷	۰/۴۹	۰/۴۵
	حداکثر	۱۳۴	۱۹۷۴۷	۲۱۱۱۲	۲/۶۸	۲/۳۳
	میانگین	۹۹	۱۴۷۷۰	۱۶۱۳۵	۱/۲۱	۱/۰۹
کازرون	حداقل	۱۰۵	۸۸۱۹	۱۱۹۲۵	۰/۷۸	۰/۶۹
	حداکثر	۱۸۹	۲۳۰۴۰	۲۶۱۴۶	۲/۱۵	۱/۵۹
	میانگین	۱۵۰	۱۵۲۲۳	۱۸۳۲۹	۱/۴۰	۱/۱۲
کل باغات	میانگین	۱۱۲	۱۵۳۸۸	۱۸۲۸۹	۱/۳۰	۱/۰۷

جدول ۴- پارامترهای حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات نارنگی بر اساس منطقه

منطقه	پارامتر	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	حجم آب کاربردی (مترمکعب در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب کل (کاربردی) (کیلوگرم بر مترمکعب)
داراب	حداقل	۷۰	۱۱۲۵۰	۱۴۶۶۰	۰/۴۷	۰/۴۱
	حداکثر	۱۲۵	۲۴۶۲۴	۲۸۲۸۴	۱/۹۴	۱/۴۸
	میانگین	۱۰۵	۱۵۶۹۳	۱۹۲۴۹	۱/۲۱	۰/۹۶
چهرم	حداقل	۸۴	۱۳۲۱۹	۱۴۵۸۴	۱/۱۵	۱/۰۷
	حداکثر	۱۳۲	۱۹۷۴۷	۲۱۱۱۲	۱/۷۲	۱/۵۸
	میانگین	۱۰۰	۱۵۸۳۸	۱۷۲۰۳	۱/۴۵	۱/۳۳
کازرون	حداقل	۱۰۶	۸۸۱۹	۱۱۹۲۵	۱/۱۷	۰/۹۹
	حداکثر	۱۸۶	۲۳۰۴۰	۲۶۱۴۶	۲/۳۱	۱/۷۶
	میانگین	۱۳۷	۱۳۷۰۲	۱۶۸۰۸	۱/۷۱	۱/۳۷
کل باغات	میانگین	۱۱۴	۱۵۰۹۳	۱۷۸۶۷	۱/۴۴	۱/۲۰

که این تفاوت در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. تفاوت بین میزان بهره‌وری آب آبیاری در منطقه داراب و کازرون ۰/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب بود که در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. تفاوت بهره‌وری آب کاربردی بین مناطق داراب و چهرم و همچنین داراب و کازرون نیز از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. علت این تفاوت‌ها در بهره‌وری آب را بایستی به میزان عملکرد کمتر باغات نارنگی در منطقه داراب مربوط دانست.

جدول ۷ مقادیر تبخیر- تعرق درختان مرکبات و بارندگی موثر در مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد. میانگین کل تبخیر- تعرق در سه سناریوی سندملی آب، پنمن مانیتیت یکساله و پنمن مانیتیت بلندمدت به ترتیب ۱۰۵۷، ۱۱۹۵ و ۱۲۰۳ میلی‌متر بود که سند ملی آب کمترین مقدار را نشان می‌دهد. البته با توجه به اینکه اطلاعات مورد استفاده در سند ملی آب قدیمی است، می‌توان پذیرفت که از دقت

جدول ۵ نتایج بررسی آماری تفاوت عملکرد، حجم آب آبیاری و کاربردی و بهره‌وری آب باغات پرتقال در مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد. آزمون تی نشان داد که به طور کلی فقط حجم آب کاربردی شهرستان داراب با شهرستان چهرم (۳۲۶۸ مترمکعب در هکتار) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. سایر شهرستان‌ها تفاوت معنی‌داری از لحاظ حجم آب آبیاری، عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری، بهره‌وری آب کاربردی نداشتند.

جدول ۶ نتایج بررسی آماری تفاوت عملکرد، حجم آب آبیاری و کاربردی و بهره‌وری آب باغات نارنگی در مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد. آزمون تی نشان داد که بین حجم آب آبیاری در مناطق مختلف تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد مشاهده نشد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین مقادیر حجم آب کاربردی نبود. اما عملکرد نارنگی در منطقه داراب به میزان ۵/۴ تن در هکتار کمتر از چهرم بود

و جهرم با ۱۱۱۷ و ۱۲۵۴ میلیمتر بود. کمترین و بیشترین میزان بارندگی موثر در سال انجام تحقیق به ترتیب مربوط به جهرم (۱۳۷ میلی‌متر) و داراب (۳۶۲ میلی‌متر) بود.

کمتری نسبت به سناریوهای پنمن مانیتیت یکساله و بلندمدت که در این تحقیق محاسبه شده برخوردار بوده و در تجزیه و تحلیل‌ها به طور مستقیم مورد استفاده قرار نگرفته است. کمترین و بیشترین تبخیر-تعرق در سال انجام تحقیق به ترتیب مربوط به شهرستان‌های کازرون

جدول ۵- نتایج بررسی آماری عملکرد، آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات پرتقال توسط آزمون t در مناطق انتخابی

پارامتر	منطقه	میانگین تفاوت (مترمکعب در هکتار)	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
حجم آب آبیاری	(داراب-جهرم)	۹۹۷	۲/۰۵	۰/۷۱	۰/۴۸۴
	(داراب-کازرون)	۵۴۴	۲/۲۶	۰/۲۳	۰/۸۲۶
	(جهرم-کازرون)	-۴۵۳	۲/۳۱	۰/۱۹	۰/۸۵۶
حجم آب کاربردی	(داراب-جهرم)	۳۲۶۸	۲/۰۵	۲/۳۲	۰/۰۲۸
	(داراب-کازرون)	۱۰۷۴	۲/۲۶	۰/۴۵	۰/۶۶۶
	(جهرم-کازرون)	-۲۱۹۳	۲/۳۱	۰/۹۱	۰/۳۸۹
عملکرد	(داراب-جهرم)	۲/۸	۲/۰۷	۱/۰۹	۰/۲۸۶
	(داراب-کازرون)	۰/۰	۲/۰۵	۰/۰۱	۰/۹۹۳
	(جهرم-کازرون)	-۲/۸	۲/۱۶	۱/۳۱	۰/۲۱۲
بهره وری آب آبیاری	(داراب-جهرم)	۰/۱۰	۲/۱۰	۰/۳۸	۰/۷۱۱
	(داراب-کازرون)	-۰/۰۹	۲/۱۴	۰/۴۲	۰/۶۸۳
	(جهرم-کازرون)	-۰/۱۹	۲/۱۲	۰/۶۷	۰/۵۱۰
بهره وری آب کاربردی	(داراب-جهرم)	-۰/۰۶	۲/۱۲	۰/۲۶	۰/۸۰۱
	(داراب-کازرون)	-۰/۰۸	۲/۱۱	۰/۵۵	۰/۵۸۹
	(جهرم-کازرون)	۰/۰۳	۲/۱۳	۰/۱۲	۰/۹۰۴

جدول ۶- نتایج بررسی آماری عملکرد، آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات نارنگی توسط آزمون t در مناطق انتخابی

پارامتر	منطقه	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
حجم آب آبیاری	(داراب-جهرم)	-۱۴۶	۲/۱۰	۰/۱۰	۰/۹۲۳
	(داراب-کازرون)	۱۹۹۱	۲/۱۰	۱/۰۰	۰/۳۲۹
	(جهرم-کازرون)	۲۱۳۶	۲/۱۵	۱/۱۹	۰/۲۵۳
حجم آب کاربردی	(داراب-جهرم)	۲۰۴۵	۲/۱۰	۱/۳۶	۰/۱۹۰
	(داراب-کازرون)	۲۴۴۱	۲/۱۰	۱/۲۲	۰/۲۳۶
	(جهرم-کازرون)	۳۹۵	۲/۱۵	۰/۲۲	۰/۸۲۹
عملکرد	(داراب-جهرم)	-۵/۴	۲/۱۶	۲/۸۰	۰/۰۱۵
	(داراب-کازرون)	-۵/۴	۲/۲۰	۱/۹۰	۰/۰۸۴
	(جهرم-کازرون)	۰/۰	۲/۱۳	۰/۰۰	۰/۹۹۷
بهره وری آب آبیاری	(داراب-جهرم)	-۰/۲۴	۲/۱۱	۱/۷۱	۰/۱۰۶
	(داراب-کازرون)	-۰/۵۱	۲/۰۹	۳/۱۰	۰/۰۰۶
	(جهرم-کازرون)	-۰/۲۷	۲/۱۳	۲/۰۸	۰/۰۵۵
بهره وری آب کاربردی	(داراب-جهرم)	-۰/۳۲	۲/۰۴	۳/۱۸	۰/۰۰۳
	(داراب-کازرون)	-۰/۳۶	۲/۰۵	۳/۲۷	۰/۰۰۳
	(جهرم-کازرون)	-۰/۰۴	۲/۱۱	۰/۳۸	۰/۷۰۶

جدول ۷- مقادیر بارندگی موثر و تبخیر و تعرق مرکبات در مناطق مورد مطالعه

شهرستان	بارندگی موثر (میلی متر)		تبخیر و تعرق (میلی متر)	
	بلندمدت	یکساله	سند ملی	پنمن مانیتیت یکساله
کازرون	۲۸۸	۳۱۱	۹۷۷	۱۱۱۷
چهرم	۲۱۸	۱۳۷	۱۰۳۲	۱۲۵۴
داراب	۲۷۲	۳۶۲	۱۱۶۳	۱۲۱۵
میانگین	۲۵۹	۲۷۰	۱۰۵۷	۱۱۹۵

حدود ۵۶۰۰ و ۴۲۰۰ مترمکعب در هکتار از نیاز آبی ناخالص در سال انجام پروژه بیشتر بوده که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار شد. اما تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز ناخالص بلندمدت در باغات پرتقال یا نارنگی در سطح ۵ درصد معنی دار نشد.

به منظور تشخیص اینکه آیا حجم آب آبیاری داده شده به باغات پرتقال و نارنگی به اندازه بوده یا نه، لازم بود این مقادیر با نیاز آبی ناخالص باغات در هر منطقه مقایسه می‌شد. جدول ۸ نتایج بررسی آماری مقایسه حجم آب آبیاری با سناریوهای مختلف نیاز آبی ناخالص در مناطق مختلف را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که در باغات پرتقال و نارنگی منطقه کازرون، حجم آب آبیاری داده شده بترتیب

جدول ۸- نتایج بررسی تفاوت آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص باغات پرتقال و نارنگی در مناطق مورد بررسی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹

نوع محصول	منطقه	پارامتر	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی داری
پرتقال	کازرون	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۵۵۹۸	۲/۴۵	۲/۶۷	۰/۰۳۷
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۴۰۸۴	۲/۴۵	۱/۹۶	۰/۰۹۷
		آب آبیاری-سند ملی	۵۶۹۳	۲/۴۵	۲/۷۱	۰/۰۳۵
پرتقال	چهرم	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۱۲۵۸	۲/۲۳	۱/۲۶	۰/۲۳۷
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۳۴۱۴	۲/۲۳	۳/۴۲	۰/۰۰۷
		آب آبیاری-سند ملی	۳۷۱۴	۲/۲۳	۳/۷۳	۰/۰۰۴
پرتقال	داراب	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۵۸۴۷	۲/۰۸	۵/۸۳	۰/۰۰۰
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۴۴۶۴	۲/۰۸	۴/۳۶	۰/۰۰۰
		آب آبیاری-سند ملی	۴۳۶۹	۲/۰۸	۴/۴۹	۰/۰۰۰
نارنگی	کازرون	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۴۲۰۸	۲/۲۶	۲/۷۸	۰/۰۲۱
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۲۷۱۵	۲/۲۶	۱/۸۰	۰/۱۰۵
		آب آبیاری-سند ملی	۴۳۰۲	۲/۲۶	۲/۸۴	۰/۰۱۹
نارنگی	چهرم	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۲۵۴۶	۲/۳۱	۳/۱۳	۰/۰۱۴
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۴۶۶۸	۲/۳۱	۵/۶۹	۰/۰۰۱
		آب آبیاری-سند ملی	۴۹۶۲	۲/۳۱	۶/۰۵	۰/۰۰۰
پرتقال	مجموع شهرستان‌ها	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۵۵۵۲	۲/۲۰	۴/۴۹	۰/۰۰۱
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۳۸۱۴	۲/۲۰	۲/۹۶	۰/۰۱۳
		آب آبیاری-سند ملی	۵۱۸۹	۲/۲۰	۴/۲۷	۰/۰۰۱
نارنگی	مجموع شهرستان‌ها	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۴۵۰۸	۲/۰۲	۵/۸۵	۰/۰۰۰
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۴۱۰۰	۲/۰۲	۵/۸۰	۰/۰۰۰
		آب آبیاری-سند ملی	۴۴۲۲	۲/۰۲	۶/۴۰	۰/۰۰۰
پرتقال و نارنگی	مجموع شهرستان‌ها	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۴۲۴۶	۲/۰۴	۵/۷۸	۰/۰۰۰
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۳۷۰۷	۲/۰۴	۵/۱۱	۰/۰۰۰
		آب آبیاری-سند ملی	۴۸۳۷	۲/۰۴	۶/۹۲	۰/۰۰۰
پرتقال و نارنگی	مجموع شهرستان‌ها	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۴۴۲۸	۱/۹۹	۷/۹۶	۰/۰۰۰
		آب آبیاری-پنمن مانیتیت ده ساله	۴۰۴۲	۱/۹۹	۷/۷۶	۰/۰۰۰
		آب آبیاری-سند ملی	۴۶۲۸	۱/۹۹	۹/۰۴	۰/۰۰۰

نیاز آبی بلندمدت برآورد شده در این تحقیق، و احتمال متفاوت بودن بارش در سال‌های مختلف، برآورد نیاز آبی بلندمدت از روش پنمن ماتیت توصیه می‌شود. در این صورت با توجه به سطح باغات هر شهرستان، حجم آب صرفه‌جویی شده در باغات پرتقال سه منطقه داراب، جهرم و کازرون بترتیب حدود ۴۳، ۵ و ۸ میلیون مترمکعب در سال خواهد بود. این احجام برای باغات نارنگی سه منطقه مذکور بترتیب ۳، ۳ و ۶ میلیون مترمکعب در سال برآورد می‌گردد. بنابراین کل حجم آب صرفه‌جویی شده در باغات پرتقال و نارنگی سه منطقه داراب، جهرم و کازرون بترتیب ۴۶، ۸ و ۱۴ میلیون متر مکعب خواهد بود. بررسی‌ها نشان داده برنامه‌ریزی آبیاری راهکاری مناسب برای کاهش حجم آب آبیاری بدون کاهش عملکرد است. با برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان زمان و مقدار آبیاری را تعیین نمود. البته با توجه به ارزان بودن آب کشاورزی، لازم است به منظور اجرایی شدن برنامه‌ریزی آبیاری در باغات، تحویل حجمی آب از طریق کنتورهای هوشمند نیز مدنظر قرار گیرد.

منابع

احمدپور، ا. و سلیمانی، م. ۱۳۹۶. مروری بر کتابچه پرتقال. دفتر امور میوه‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری. معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی.

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.ر.، حاتمی، ف.، محمدنیا افروزی، ش.، طاقانی، ر.ع.، یاری، ش. و کلاتتری، م. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۸. جلد سوم: محصولات باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

سرحدی، ج. و شریف، م. ۱۳۹۶. اهمیت کیفیت آب در آبیاری مرکبات جنوب استان کرمان. نشریه ترویجی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان.

عباسی، ف.، سهراب، ف. و عباسی، ن. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۷ (۶۷): ۱۲۸-۱۱۳.

کریمی، ی. ۱۳۹۸. مناسبترین میزان مصرف آب در درختان لیموترش (*Citrus aurantifolia*) به روش آبیاری قطره‌ای در شهرستان میناب. مجله علوم باغبانی ایران. ۵۰ (۴): ۷۷۹-۷۹۰.

مقبلی دامنه، ا. ۱۳۹۶. مقایسه سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با سطحی همراه با کاربرد کم‌آبیاری در مرکبات. پایان‌نامه‌ی دکتری رشته‌ی مهندسی آب. دانشگاه شهرکرد.

در منطقه داراب تفاوت (بیشتر بودن) حجم آب آبیاری باغات پرتقال و نارنگی با نیاز آبی ناخالص یکساله بترتیب به میزان ۵۸۰۰ و ۵۶۰۰ مترمکعب در هکتار و با نیاز آبی ناخالص بلندمدت بترتیب ۴۵۰۰ و ۳۸۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر بوده که این تفاوت‌ها از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. در منطقه جهرم نیز تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص بلندمدت باغات پرتقال و نارنگی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی سنندلی نیز در باغات پرتقال و نارنگی همه مناطق مورد بررسی معنی‌دار بود.

بطور کلی با در نظر گرفتن مجموع باغات پرتقال در مناطق مورد بررسی، مجموع باغات نارنگی در مناطق مورد بررسی و مجموع کل باغات پرتقال و نارنگی در مناطق مورد بررسی، ملاحظه می‌گردد که حجم آب آبیاری داده شده به طور معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) از نیاز آبی ناخالص سنندلی، نیاز آبی ناخالص در سال انجام تحقیق و نیاز آبی ناخالص در بلندمدت بیشتر بود. این تفاوت‌ها حدود ۳۷۰۰ تا ۴۸۰۰ مترمکعب در هکتار و در سال انجام تحقیق حدود ۴۴۰۰ مترمکعب در هکتار بود.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که به‌طور کلی در باغات نارنگی نسبت به باغات پرتقال مورد مطالعه، میزان عملکرد و در نتیجه بهره‌وری آب بیشتر بود. اما تفاوت قابل توجهی از لحاظ سایر خصوصیات آبیاری و مشخصات باغات وجود نداشت. در باغات پرتقال، مقادیر عملکرد، حجم آب آبیاری و کاربردی، و بهره‌وری آب بین مناطق مورد بررسی تفاوت قابل توجهی نداشت. در باغات نارنگی بین مقادیر حجم آب آبیاری در مناطق مختلف و همچنین حجم آب کاربردی در مناطق مختلف تفاوت قابل توجهی نبود، اما مقادیر عملکرد و بهره‌وری آب در سال انجام تحقیق تفاوت قابل توجهی داشتند.

مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص در سال انجام تحقیق، نیاز آبی ناخالص در بلندمدت و نیاز آبی ناخالص سنندلی نشان داد که بطور کلی حجم آبیاری داده شده در باغات پرتقال و نارنگی بیشتر از نیاز آبی ناخالص بوده است. میانگین این تفاوت در سال انجام تحقیق در باغات پرتقال حدود ۴۵۰۰ مترمکعب در هکتار، در باغات نارنگی حدود ۴۲۰۰ مترمکعب در هکتار و بطور کلی حدود ۴۴۰۰ مترمکعب در هکتار بوده است. به عبارت دیگر حجم آب آبیاری داده شده در باغات مورد بررسی به ترتیب ۴۱ درصد و ۳۶ درصد بیشتر از نیاز آبی ناخالص در سال انجام تحقیق و در بلندمدت بوده است. با توجه به تفاوت زیاد بین نیاز آبی برآورد شده در سنندلی آب و

- Management. 97: 614-622.
- Hamido, S.A. and Morgan, K.T. 2021. The effect of irrigation rate on the water relations of young citrus trees in high-density planting. *Sustainability*. 13: 1759.
- Martinez-Gimeno, M., Provenzano, G., Bonet, L., Intrigliolo, D.S., Badal, E. and Ballestrer, C. 2017. Assessing the performance of surface and subsurface drip systems on irrigation water use efficiency of citrus orchards in Spain. *Geophysical Research Abstracts*. 19: 415-423.
- Martinez J. and Reza J. 2014. Water use efficiency of surface drip irrigation versus an alternative subsurface drip irrigation method. *Irrigation and Drainage Engineering*. ASCE. 140(10): 301-309.
- Parra, M., Hortelano, D., García-Sánchez, F., Intrigliolo, D.S. and Rubio-Asensio, J.S. 2021. Effects of drip irrigation design on a lemon and a young persimmon orchard in semi-arid conditions. *Water*. 13: 1795.
- Quinones, A., Folgado, C., Bacab, U., Alcantara, B. and Martinez, F. 2010. Water productivity and fruit quality in deficit drip irrigated Citrus orchards. *Irrigation systems and practices in challenging environments*. 28: 33-58.
- Shirgure, P. S., Srivastava, A.K. and Singh, S. 2013. Evaluating micro-irrigation systems in Nagpur mandarin under sub-humid tropical climate. *Tropical Agriculture* 80 (2), 91-96.
- Slamini, M., Sbaa, M., Arabi, M., Darmous, A. and Bouknaana, D. 2022. Citrus yield response and irrigation water use efficiency under partial root drying irrigation in a pilot exploitation in the Triffa Plain (Eastern Morocco). *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 23(1): 178-191.
- مقبلی دامنه، ا، فتاحی، ر، قربانی، ب، ربیعی غ، و اسفندیاری، ص. ۱۳۹۶. تأثیر کم‌آبیاری بر رشد رویشی، عملکرد و کارایی مصرف آب پرتقال مارس ارلی در جنوب کرمان. *مجله به‌زراعی کشاورزی*، ۲۰ (۳): ۷۰۷ تا ۷۱۸.
- Aguado, A., Frias, J., Garcia-Tejero, I., Romero, F., Muriel, J.L. and Capote, N. 2012. Towards the improvement of fruit-quality parameters in Citrus under deficit irrigation strategies. *International Scholarly Research Network. International Scholarly Research Notices Agronomy*. 96: 1-9.
- 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.
- Ballester, C., Castel, J., Intrigliolo, D.S. and Castel, J.R. 2011. Response of Clementina de Nules citrus trees to summer deficit irrigation, Yield components and fruit composition. *Agricultural Water Management*. 98: 1027-1032.
- El-Otmani, M., Chouaibi, A., Azrof, C., Bouchaou, L. and Choukr-Allah, R. 2020. Response of Clementine Mandarin to water-saving strategies under water scarcity conditions. *Water*, 12:2439.
- FAOSTAT. 2020. FAOSTAT crops. Available at <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>.
- Garcia-Tejero, I., Jimenez-Bocanegra, J.A., Martinez, G., Romero, R., Duran-Zuazo, V.H. and Muriel-Fernandez, J.L. 2010. Positive impact of regulated deficit irrigation on yield and fruit quality in a commercial citrus orchard (*Citrus sinensis* (L.) osbeck, cv. Salustiana). *Agricultural Water*

Determining the volume of applied water and water productivity in orange and tangerine orchards in Fars province

M.A. Shahrokhnia^{1*}, S.E. Dehghanian², M.M. Nakhjavanimoghaddam³, F. Abbasi⁴

Received: Sep.24, 2022

Accepted: Nov.19, 2022

Abstract

Fars province is one of the prominent provinces in the country in the production of oranges and tangerines. Having sufficient information on the volume of irrigation water and water productivity in orange and tangerine orchards can lead to better management of water resources and increase water productivity. In this research, water productivity and irrigation water volume were measured in 60 orange and tangerine orchards in three regions of Fars province during the crop year 2019. Among the selected orchards, due to differences in irrigation management, the state of water resources and soil conditions, the volume of irrigation water varied from about 8800 to 24700 m³/ha/yr. The average total volume of irrigation water in orange and tangerine orchards was 15388 and 15093 m³/ha, respectively. The average volume of applied water, which is the sum of effective irrigation and rainfall, was 18289 and 17867 m³/ha, respectively. The average fruit yield for orange and tangerine orchards was estimated as 18.4 and 20.8 t/ha, respectively. The productivity of irrigation water in selected orchards was between 0.45 and 3.03 kg/m³ and on average for orange and tangerine it was 1.30 and 1.44 kg/m³ respectively. Comparing the volume of irrigation water with the gross water requirement showed that in the year of conducting the research, the volume of irrigation water was on average 4400 m³/ha or in other words 41% more than the required water. The average difference in the volume of irrigation water with the long-term gross water requirement was about 4000 m³/ha. Considering the area of orange and tangerine orchards in the three regions of Darab, Jahrom and Kazeroon, the amount of water saved will be 46, 8 and 14 Mm³/yr, respectively.

Keywords: Drip irrigation, National water document, Soil salinity, 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- Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

3 - Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

4- Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(*-Corresponding author, mashahrokh@yahoo.com)