

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات انار در مناطق مختلف استان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا^{۱*}، فریبرز عباسی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۳

چکیده

میزان آب آبیاری تأثیر زیادی بر میزان محصول تولیدی و بهره‌وری آب باغات انار دارد. تاکنون بررسی‌های علمی اندکی در مورد وضعیت آبیاری باغات انار استان فارس انجام شده است. در این تحقیق میزان عملکرد محصول، میزان آب آبیاری، بهره‌وری آب و تفاوت آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص بررسی گردید. این بررسی در چهار منطقه اصلی تولید انار در استان فارس (شیراز، استهبان، نیریز و ارسنجان) انجام شد. تعداد ۴۰ باغ انار انتخاب و میزان عملکرد، آب آبیاری، بهره‌وری آب در طول سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اندازه‌گیری گردید. سه سناریوی نیاز آبی سند ملی آب، نیاز آبی از روش پنمن مانتیث در سال انجام تحقیق و نیاز آبی از روش پنمن مانتیث به ازای داده‌های هواشناسی بلندمدت برای نیاز آبی باغات انار در نظر گرفته شد. میزان آب آبیاری باغات با نیاز آبی ناخالص به‌وسیله آزمون تی در مناطق مختلف و سامانه‌های آبیاری مختلف مقایسه شد. نتایج نشان داد که میانگین عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات موردبررسی در طول یک سال به ترتیب ۲۲/۴ تن در هکتار، ۱۵۱۳۳ مترمکعب در هکتار و ۱/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود. تفاوت میزان حجم آب آبیاری در شیراز، استهبان و ارسنجان تفاوت معنی‌داری نداشت ولی تفاوت حجم آب آبیاری نیریز با سایر مناطق معنی‌دار بود. تفاوت عملکرد محصول در مناطق موردبررسی معنی‌دار نبود. تفاوت بهره‌وری آب باغات انار شیراز با سه منطقه دیگر معنی‌دار بود ولی تفاوت بهره‌وری آب ارسنجان، نیریز و استهبان باهم معنی‌دار نبود. تفاوت میزان عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب در دو نوع سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای معنی‌دار نبود. به‌طور کلی حجم آب آبیاری باغات کمتر از نیاز آبی ناخالص بود که تفاوت آن با نیاز آبی سند ملی، پنمن مانتیث در سال انجام تحقیق و پنمن مانتیث بلندمدت به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد، غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: آب مصرفی، روش پنمن مانتیث، سامانه آبیاری، نیاز آبی گیاه

مقدمه

تنش گرمایی در باغ‌های انار گشته و کمیت و کیفیت میوه تولیدی را کاهش دهد. استان‌های فارس، مرکزی، خراسان رضوی، اصفهان، یزد، سمنان، قم، خراسان جنوبی، لرستان و کرمان از استان‌های اصلی تولیدکننده انار در کشور هستند. میزان تولید انار در سال ۹۹ حدود یک میلیون تن بوده است (جلیلی مقدم، ۱۳۹۹). بیش‌ترین سطح زیر کشت و تولید محصول انار مربوط به استان فارس است (لطیفیان، ۱۳۹۷). یکی از مشکلات مهم در رابطه با توسعه باغ‌های انار مسئله تغییر اقلیم، گرما و کم‌آبی می‌باشد که این مشکل به‌شدت حفظ و نگهداری باغ‌های انار را با مشکل روبرو کرده است (بنیان پور، ۱۳۹۸). شیردلی و طهماسبی (۱۳۹۲) تأثیر شوری آب آبیاری بر بهره‌وری آب در تولید انار در ساوه را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که شوری، بهره‌وری آب را پایین می‌آورد. میزان بهره‌وری در شوری‌های آب ۴ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱/۳۳ و ۰/۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. راد و همکاران (۱۳۹۴) اثر کم‌آبی بر عملکرد انار رقم رباب نیریز را در یزد موردبررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر کم‌آبی بر

انار میوه‌ای با ارزش تغذیه‌ای بالا است، از مهم‌ترین محصولات باغی ایران است و ۶ درصد از کل محصولات باغی را تشکیل می‌دهد (جلیلی مقدم، ۱۳۹۹). شرایط آب و هوایی مناسب انار مناطق نیمه گرمسیر با حداکثر دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و زمستان‌های معتدل و بدون یخبندان می‌باشد. تغییرات اقلیمی و کاهش بارندگی سالانه ممکن است باعث ایجاد تنش‌های مختلف محیطی مانند کم‌آبی و

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- 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)

تحقیقی اثر کم‌آبیاری بر محصول انار در تربت‌حیدریه مورد بررسی قرار گرفت. میزان آب مورد نیاز در دو سال متوالی در شرایط بدون تنش آبی به ترتیب ۹۳۰ و ۹۷۲ میلی‌متر و میزان بهره‌وری آب ۲/۱۵ و ۲/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Selahvarzi et al., 2017). ژانگ و همکاران نتیجه استفاده از آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی را بر عملکرد انار مورد بررسی قرار دادند. میزان مصرف آب در سه سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴ در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی ۴۷۲، ۶۴۵ و ۸۴۸ میلی‌متر و برای سیستم زیرسطحی ۴۲۷، ۵۸۴ و ۷۸۰ میلی‌متر بود (Zhang et al., 2017). آیارس و همکاران مقادیر آب مورد نیاز انار در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی را در کالیفرنیا آمریکا به ترتیب ۹۳۲ و ۸۴۳ میلی‌متر گزارش شده است. میزان بهره‌وری آب نیز به ترتیب ۵/۵۸ و ۵/۹۷ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Ayers et al., 2017). در یک بررسی اثر مقادیر مختلف و دور آبیاری را بر روی یک رقم انار در شرایط آب و هوای مدیترانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. در این شرایط در سه سال متوالی میزان آب مورد نیاز ۷۵۴، ۷۰۰ و ۷۲۱ میلی‌متر و میزان بهره‌وری آب ۳/۵، ۴/۲ و ۳/۵ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد (Dinc et al., 2018). تأثیر دوره‌های آبیاری مختلف بر رشد و عملکرد درخت انار را در یک خاک سبک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد، ترک-خوردگی میوه و سایر پارامترهای رشدی گیاه تحت تأثیر دور آبیاری قرار گرفت و در دوره‌های آبیاری کمتر نتایج بهتری به دست آمد. به‌ویژه برای خاک‌های سبک دور آبیاری یک روز توصیه شد (Marathe et al., 2018). در پژوهش‌هایی که در هند و ایران انجام گرفته، نشان دادند که استفاده از آبیاری قطره‌ای سبب صرفه‌جویی ۶۶ درصدی در مصرف آب در مقایسه با آبیاری سطحی گردید. بسته به وضعیت خاک و اقلیم در حدود ۵ تا ۶ هزار مترمکعب آب در هر هکتار برای آبیاری انار لازم است (Behnia, 1999; Chopade et al., 2001; Holland, 2009).

نتایج پژوهش‌های قبلی نشان می‌دهد که دسترسی به منابع آب کافی و استفاده از روش‌های نوین آبیاری از اهمیت ویژه‌ای برای حفظ و افزایش بهره‌وری باغ‌های انار برخوردار است. به‌صورت کلی مطالعات کمی در خصوص میزان مصرف آب و میزان آب مورد نیاز درختان انار در شرایط مختلف آب و هوایی وجود دارد. تاکنون آمار و اطلاعات دقیقی نیز در خصوص میزان آب مصرفی باغ‌های انار کشور از سوی متولیان این امر ارائه نشده است. لذا، با توجه به اهمیت محصول انار در کشور و به‌ویژه استان فارس، در این پژوهش، میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات انار در استان فارس مورد بررسی علمی قرار گرفت.

عملکرد و کیفیت میوه در مقایسه با شاخص‌های رشدی گیاه بیشتر بود. کم‌آبی باعث کاهش عملکرد، کاهش اندازه میوه و کاهش میزان اجزای میوه و افزایش مواد جامد محلول شد. برنامه‌ریزی آبیاری بر اساس تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی و سیستم آبیاری تحت فشار بابلر توصیه گردید. در این شرایط میزان آب مصرفی ۶۷۵۶ مترمکعب در هکتار و میزان بهره‌وری آب ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. طاوسی و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر تنش‌های شوری و خشکی را بر روی یک رقم انار در خراسان جنوبی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که انار درختی مقاوم در مقابل شوری و حساس به کم‌آبی است. میزان آب آبیاری در شرایط بدون تنش خشک ۴۵۰۰ مترمکعب در هکتار و میزان بهره‌وری آب آبیاری و کل به ترتیب ۲/۳۸ و ۱/۹۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. بافکار و همکاران (۱۳۹۷) میزان نیاز آبی و آب آبیاری برای دو رقم تجاری انار در یزد و ساوه را به ترتیب معادل ۳۶۹۰ و ۳۷۴۴ مترمکعب در هکتار به دست آوردند. شاهرخ نیا و همکاران (۱۳۹۹) اثر مدیریت‌های مختلف آبیاری را در یک باغ انار در منطقه کازرون فارس مورد بررسی قرار دادند. میزان آب آبیاری تحت مدیریت باغدار ۱۷۴۰۰ مترمکعب در هکتار و میزان محصول ۳۵/۶ تن در هکتار بود. بهره‌وری آب آبیاری در شرایط باغدار ۲/۰۵ کیلوگرم بر مترمکعب بود. نتایج نشان داد که با حدود ۵۰ درصد کاهش در میزان آب آبیاری، عملکرد ۲۱ درصد کاهش و بهره‌وری آب ۶۴ درصد افزایش یافت. کومار و همکاران میزان بهره‌وری آب باغ اناری در کشور هند را در دو سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۲/۷۹ و ۴/۸۱ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نمودند. میزان مصرف آب در این دو روش به ترتیب حدود ۵۰۴ و ۳۳۰ میلی‌متر بود (Kumar et al., 2012). در یک بررسی تأثیر کم‌آبی یکنواخت و غیریکنواخت در طول فصل رشد را بر روی یک رقم انار مورد بررسی قرار گرفت. میزان بهره‌وری آب در شرایط آبیاری کامل به‌طور متوسط ۳/۹ کیلوگرم بر مترمکعب و در شرایط مختلف کم‌آبی ۲/۴ تا ۵/۹ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Intrigliolou et al., 2013). منا و همکاران نشان دادند که کم‌آبی تأثیر قابل‌توجهی بر خصوصیات کیفی میوه و آب میوه انار گذاشته و ارزش تغذیه‌ای و ظاهری آن را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mena et al., 2013). کم‌آبیاری بسته به اینکه در چه دوره فنولوژیکی گیاه اتفاق بیفتد می‌تواند برای کنترل زمان رسیدن میوه، افزایش خصوصیات کیفی میوه و بهبود شرایط نگهداری پس از برداشت مورد استفاده قرار گیرد و می‌تواند باعث افزایش بهره‌وری آب و صرفه‌جویی در مصرف آب گردد (Laribi et al., 2013). پرویزی و همکاران تأثیر آبیاری و سایر عوامل را بر عملکرد انار رقم رباب نیریز مورد بررسی قرار دادند. ضریب گیاهی درخت انار را بین ۰/۳۹ تا ۰/۷۱ در نظر گرفتند. متوسط میزان بهره‌وری آب در تیمارهای مختلف برای دو سال مختلف ۳/۸۸ و ۴/۵۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Parvizi et al., 2014, 2016). در

مواد و روش‌ها

دست آمد.

$$WUE = \frac{CY}{CW} \quad (5)$$

که در آن، WUE بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب آب کاربردی در طول فصل)، CY عملکرد (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 (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری و بارش مؤثر (مترمکعب در هکتار) استفاده گردید. به‌منظور مقایسه نیاز آبی ناخالص با حجم آب کاربردی، میانگین راندمان سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۶۰ و ۹۰ درصد در نظر گرفته و نیاز آبی خالص به نیاز آبی ناخالص تبدیل شد (Bjorneberg, 2013 و عباسی و همکاران، ۱۳۹۵).

نتایج و بحث

نتایج بر اساس منطقه موردبررسی

مشخصات کلی باغات انار موردبررسی در چهار شهرستان شیراز، استهبان، نیریز و ارسنجان در جدول ۱ آورده شده است. حداقل، حداکثر و میانگین محصول تولیدی در شهرستان‌های موردبررسی به ترتیب ۱۰/۳، ۳۶/۷ و ۲۲/۴ تن در هکتار بود. متوسط شوری آب و خاک به ترتیب ۱/۷ و ۳/۰ دسی‌زیمنس بر متر و میانگین سن درختان باغات انتخابی ۱۹ سال بود. مساحت باغات انتخابی بین ۱ تا ۴۰ هکتار و به‌طور متوسط ۶/۳ هکتار بود. دبی آب باغات نیز بین ۴ و ۸۰ و به‌طور متوسط حدود ۲۵ لیتر بر ثانیه به دست آمد. از نظر عددی میانگین عملکرد شهرستان شیراز با ۲۶/۴ تن در هکتار بیشترین و عملکرد ارسنجان با ۱۷/۶ تن در هکتار کمترین بود. البته لازم بود این تفاوت در میزان عملکرد از نظر آماری موردبررسی بیشتر قرار گرفته تا معنی‌دار بودن تفاوت بررسی شود که در ادامه به آن پرداخته شده است. در جدول ۲ میزان حجم آب آبیاری در طول یک سال و میزان بهره‌وری آب در مناطق موردبررسی آورده شده است. میانگین تعداد دفعات آبیاری باغات انار در کل باغات موردبررسی ۲۰ مرتبه در یک سال بود. میانگین نیاز آبشویی باغات حدود ۶ درصد برآورد گردید. حجم آب آبیاری داده‌شده در باغات چهار شهرستان شیراز، استهبان، نیریز و ارسنجان به ترتیب ۱۳۹۰۰، ۱۴۷۰۰، ۱۸۳۰۰ و ۱۳۸۰۰ مترمکعب در هکتار در یک سال که بیشترین آن متعلق به شهرستان نیریز و کمترین آن در شهرستان ارسنجان بود. میانگین کل آب آبیاری باغات موردبررسی در سطح استان فارس ۱۵۱۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد گردید. حداقل میزان آب آبیاری داده شده در چهار شهرستان مذکور به ترتیب ۹۵۰۰، ۱۱۱۰۰، ۱۳۹۰۰ و ۸۰۰۰ و حداکثر آب آبیاری به ترتیب ۱۸۴۰۰، ۲۰۱۰۰، ۲۳۹۰۰ و ۱۸۷۰۰ مترمکعب در هکتار بود. میانگین بهره‌وری آب آبیاری در چهار

پژوهش حاضر در باغات اناری که آبیاری آن‌ها توسط باغداران مدیریت می‌شد، در استان فارس اجرا گردید. اندازه‌گیری مستقیم آب آبیاری در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در باغات منتخب صورت گرفت. بر مبنای آخرین آمار سازمان جهاد کشاورزی فارس، چهار شهرستان شیراز، استهبان، نیریز و ارسنجان با بیشترین سطح زیر کشت و تولید انار به‌عنوان شهرستان‌های پایلوت اجرای پروژه انتخاب شدند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). باغات در شهرستان‌های پایلوت، با مشورت کارشناسان به نحوی انتخاب گردید که امکان تعیین میانگین حجم آب آبیاری وجود داشته باشد. در مجموع تعداد ۴۰ باغ انار موردبررسی و آزمایش قرار گرفت. حجم آب آبیاری انار به‌طور 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 در آزمایشگاه و شوری آب آبیاری توسط دستگاه شوری موردنیاز نیز اندازه‌گیری و یا پرسش شد. از اطلاعات هواشناسی مناطق منتخب شامل متوسط روزانه مقادیر درجه حرارت حداکثر و حداقل هوا، درصد رطوبت نسبی حداکثر و حداقل هوا، سرعت باد و تعداد ساعات آفتابی در شبانه‌روز در یک دوره آماری ۱۰ ساله برای برآورد تبخیر و تعرق مرجع استفاده شد. برآورد تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از نرم‌افزار ETo-Calculator به روش فائو پنمن مانیتیت فائو صورت گرفت و تبخیر و تعرق پتانسیل انار از رابطه (۲) برآورد گردید (Raes, 2012).

$$ETc = Kc \times ETo \quad (2)$$

مقادیر ضریب گیاهی (Kc) برای هر مرحله رشد بر اساس یافته‌های پژوهشی در منطقه و تلفیق با پیشنهاد نشریه فائو ۵۶ انتخاب گردید (Allen et al., 1998). بر اساس نشریه شماره ۲۹ فائو، نیاز آب آبشویی در آبیاری سطحی و قطره‌ای از رابطه (۳) و (۴) برآورد گردید.

$$LR = \frac{ECw}{5ECe - ECw} \quad (3)$$

$$LR = \frac{ECw}{2MaxEce} \quad (4)$$

که در آن، ECw هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)، ECe آستانه تحمل محصول و MaxEce شوری با عملکرد صفر است. در این تحقیق مقدار این آستانه و بیشترین حد تحمل شوری برای درختان انار به ترتیب ۴ و ۲۳ دسی‌زیمنس بر متر در نظر گرفته شد. شاخص بهره‌وری آب از نسبت مقدار عملکرد انار (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) از رابطه (۵) به

انار فارس طبق پیش‌بینی افزایش یافته است. جدول ۳ نتایج بررسی آماری داده‌های عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب در مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد. در این جدول نتایج بررسی تفاوت بین مناطق به صورت دو به دو آورده شده است. جدول ۳ نتایج بررسی آماری تفاوت عملکرد، آب آبیاری و بهره‌وری آب آبیاری را نشان می‌دهد. از نظر آماری میزان تفاوت آب آبیاری در شهرستان شیراز نسبت به شهرستان‌های استهبان و ارسنجان در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبوده ولی نسبت به شهرستان نیریز کمتر و در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است.

شهرستان شیراز، استهبان، نیریز و ارسنجان به ترتیب ۱/۷۳، ۱/۳۲، ۱/۰۱، ۱/۲۸ و به‌طور میانگین ۱/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد گردید. بیشترین بهره‌وری آب آبیاری متعلق به شهرستان شیراز و کمترین بهره‌وری متعلق به شهرستان نیریز بود. بر اساس تفاهم‌نامه سند بهره‌وری آب کشاورزی کشور (بی‌نام، ۱۳۹۷) میزان بهره‌وری آب باغات انار در سال ۱۳۹۵ برابر با ۰/۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب بوده که تا سال ۱۴۰۰ بایستی به میانگین ۱/۵۳ کیلوگرم بر مترمکعب برسد؛ بنابراین ملاحظه می‌گردد که ارقام بهره‌وری آب در تولید انار در این تحقیق در محدوده ارقام ذکر شده در سند مذکور بوده و با توجه به اینکه این تحقیق در سال ۱۳۹۸-۹۹ انجام شده، بهره‌وری آب باغات

جدول ۱- مشخصات کلی و عملکرد باغات انار مورد بررسی

منطقه	پارامتر	دبی (لیتر بر ثانیه)	شوری آب (دسی‌زیمنس بر متر)	شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	مساحت باغ (هکتار)	سن درختان باغ (سال)	عملکرد محصول (تن در هکتار)
شیراز	حداقل	۶/۵	۰/۹	۱/۳	۱/۰	۷	۱۲/۰
	حداکثر	۵۸/۲	۶/۲	۹/۷	۴۰/۰	۲۵	۳۶/۷
	میانگین	۳۳/۳	۲/۰	۳/۳	۱۰/۰	۱۷	۲۶/۴
استهبان	حداقل	۷/۵	۰/۴	۰/۵	۱/۰	۹	۱۲/۳
	حداکثر	۷۹/۸	۴/۰	۶/۰	۷/۰	۴۰	۳۱/۷
	میانگین	۳۳/۳	۱/۰	۲/۰	۲/۳	۱۸	۲۱/۶
نیریز	حداقل	۴/۰	۰/۵	۱/۸	۱/۰	۱۲	۱۰/۳
	حداکثر	۲۷/۷	۳/۶	۵/۱	۸/۰	۳۰	۳۰/۷
	میانگین	۱۳/۴	۲/۲	۳/۶	۳/۹	۲۴	۲۱/۵
ارسنجان	حداقل	۴/۰	۰/۷	۱/۵	۱/۵	۱۰	۱۰/۷
	حداکثر	۳۲/۴	۳/۷	۴/۶	۱۵/۰	۲۵	۲۴/۷
	میانگین	۱۹/۱	۱/۵	۲/۸	۷/۹	۱۶	۱۷/۶
کل باغات	میانگین	۲۵/۰	۱/۷	۳/۰	۶/۳	۱۹	۲۲/۴

جدول ۲- پارامترهای آبیاری و بهره‌وری آب باغات انار بر اساس منطقه

منطقه	پارامتر	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	نیاز آبتجویی (درصد)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
شیراز	حداقل	۱۵	۹۴۷۴	۲	۱/۲۱
	حداکثر	۲۵	۱۸۳۸۶	۹	۲/۲۹
	میانگین	۱۷	۱۳۸۷۰	۴	۱/۷۳
استهبان	حداقل	۱۲	۱۱۰۵۳	۱	۰/۸۸
	حداکثر	۴۲	۲۰۰۶۰	۲۵	۲/۰۵
	میانگین	۲۲	۱۴۷۳۸	۵	۱/۳۲
نیریز	حداقل	۸	۱۳۸۹۳	۱	۰/۶۴
	حداکثر	۴۸	۳۳۹۴۱	۱۵	۱/۵۱
	میانگین	۲۲	۱۸۲۵۱	۹	۱/۰۱
ارسنجان	حداقل	۱۱	۸۰۱۴	۱	۰/۶۱
	حداکثر	۲۲	۱۸۶۵۱	۸	۲/۱۲
	میانگین	۱۷	۱۳۷۵۷	۵	۱/۲۸
کل باغات	میانگین	۲۰	۱۵۱۳۳	۶	۱/۳۶

جدول ۳- نتایج بررسی آماری عملکرد، آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات انار توسط آزمون t در مناطق انتخابی

پارامتر	منطقه	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی داری
حجم آب آبیاری	(شیراز-استهبان)	-۸۶۸	۲/۱۵	۰/۵۶	۰/۵۸۴
	(شیراز-نیریز)	-۴۳۸۱	۲/۱۱	۳/۱۸	۰/۰۰۵**
	(شیراز-ارسنجان)	۱۱۲	۲/۱۶	۰/۰۶۹	۰/۹۴۶
	(استهبان-نیریز)	-۳۵۱۳	۲/۱۵	۲/۱۷	۰/۰۴۷*
	(استهبان-ارسنجان)	۹۸۰	۲/۱۵	۰/۵۴	۰/۶۰۰
	(نیریز-ارسنجان)	۴۴۹۴	۲/۱۵	۲/۶۷	۰/۰۱۸*
عملکرد	(شیراز-استهبان)	۴/۸	۲/۱۳	۱/۳۷	۰/۱۹۰
	(شیراز-نیریز)	۴/۸	۲/۱۰	۱/۵۲	۰/۱۴۶
	(شیراز-ارسنجان)	۸/۸	۲/۱۸	۲/۵۸	۰/۰۲۴*
	(استهبان-نیریز)	۰/۱	۲/۱۴	۰/۰۲	۰/۹۸۶
	(استهبان-ارسنجان)	۴/۰	۲/۱۸	۱/۰۷	۰/۳۰۴
	(نیریز-ارسنجان)	۴/۰	۲/۲۰	۱/۱۴	۰/۲۷۹
بهره‌وری آب	(شیراز-استهبان)	۰/۴۱	۲/۱۶	۲/۲۷	۰/۰۴۱*
	(شیراز-نیریز)	۰/۷۲	۲/۱۱	۴/۸۳	۰/۰۰۰**
	(شیراز-ارسنجان)	۰/۴۵	۲/۱۶	۲/۱۹	۰/۰۴۸*
	(استهبان-نیریز)	۰/۳۱	۲/۱۶	۱/۶۸	۰/۱۱۷
	(استهبان-ارسنجان)	۰/۰۴	۲/۱۳	۰/۱۷	۰/۸۶۴
	(نیریز-ارسنجان)	-۰/۲۷	۲/۱۶	۱/۲۸	۰/۲۲۲

**و* : به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

نشان داد که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست. میزان متوسط عملکرد در باغات انار تحت سامانه آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب ۲۰/۸ و ۲۲/۸ تن در هکتار بود. افزایش عملکرد در باغات تحت آبیاری سطحی حدود ۲ تن در هکتار بود که این تفاوت نیز از نظر آماری و در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. بهره‌وری آب آبیاری در باغات انار تحت سامانه آبیاری قطره‌ای ۱/۲۲ و در آبیاری سطحی ۱/۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب بود که به‌طور متوسط ۰/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب کمتر بود. البته جدول ۵ نشان داد که تفاوت بهره‌وری آب در سامانه آبیاری قطره‌ای و سطحی از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نگردد. قاعدتاً مورد انتظار است که میزان عملکرد و بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بیشتر از آبیاری سطحی سنتی باشد. در این خصوص احتمال دارد کمتر بودن عملکرد در باغات انار تحت سامانه آبیاری قطره‌ای به دلیل کمتر بودن سن درختان انار در این باغات باشد. جدول ۴ نشان می‌دهد میانگین سن باغات تحت آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب ۱۴ و ۲۰ سال بوده که باغات تحت آبیاری قطره‌ای ۶ سال جوان‌تر از باغات تحت آبیاری سطحی بوده و به همین دلیل میزان عملکرد کمتری داشته‌اند. البته یادآوری می‌شود که تفاوت عملکرد و بهره‌وری آب در دو سامانه آبیاری مختلف از نظر آماری معنی‌دار نگردد.

تفاوت آب آبیاری شهرستان استهبان و ارسنجان نیز معنی‌دار نبود؛ اما تفاوت آب آبیاری شهرستان نیریز با دو شهرستان استهبان و ارسنجان در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. از نظر عملکرد محصول، فقط عملکرد محصول در دو شهرستان شیراز و ارسنجان با تفاوت ۸/۸ تن در هکتار در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اگرچه بعضی از شهرستان‌ها حدود ۴ تن در هکتار تفاوت عملکرد داشتند، لیکن این تفاوت‌ها از نظر آماری و در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. از لحاظ بهره‌وری آب، تفاوت شهرستان شیراز با سه شهرستان دیگر به‌طور معنی‌دار بیشتر بود. لیکن بین سه شهرستان استهبان، نیریز و ارسنجان تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت.

نتایج بر اساس نوع سامانه آبیاری

در جدول ۴ مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده مربوط به عملکرد، آبیاری و بهره‌وری آب در سامانه‌های مختلف آبیاری آورده شده است. در جدول ۵ نتایج بررسی تفاوت میانگین مقادیر آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب از نظر آماری قابل مشاهده است. با توجه به این دو جدول می‌توان دریافت که متوسط حجم آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای (۱۴۳۱۸ مترمکعب در هکتار) به میزان حدود ۱۱۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر از سامانه‌های آبیاری سطحی (۱۵۴۰۵ مترمکعب در هکتار) بوده است. تجزیه و تحلیل‌های آماری

جدول ۴- پارامترهای آبیاری و بهره‌وری آب باغات انار بر اساس نوع سامانه آبیاری

نوع سامانه آبیاری	پارامتر	سن درختان باغ (سال)	عمق آبیاری هر نوبت (میلی‌متر)	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	نیاز آبتوی (درصد)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
قطره‌ای	حداقل	۸	۱۱۰۵	۱۸	۱۱۰۵۳	۱	۱۰/۷	۰/۶۱
	حداکثر	۳۰	۱۸۶۵	۴۸	۱۸۶۵۱	۸	۲۴/۷	۱/۶۱
	میانگین	۱۴	۱۴۳۲	۲۶	۱۴۳۱۸	۴	۲۰/۸	۱/۲۲
سطحی	حداقل	۷	۸۰۱	۸	۸۰۱۴	۱	۱۰/۳	۰/۶۴
	حداکثر	۴۰	۲۳۹۴	۳۵	۲۳۹۴۱	۲۵	۳۶/۷	۲/۲۹
	میانگین	۲۰	۱۵۰۴	۱۷	۱۵۴۰۵	۶	۲۲/۸	۱/۳۹

جدول ۵- تفاوت آب آبیاری، عملکرد، بهره‌وری آب بر اساس نوع سامانه آبیاری

پارامتر	میانگین تفاوت (سطحی-قطره‌ای)	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	۱۰۸۷	۲/۰۶	۰/۹۸	۰/۳۳۲
عملکرد (تن در هکتار)	۲/۰	۲/۱۶	۰/۸۰	۰/۴۳۷
بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	۰/۱۷	۲/۰۹	۱/۱۳	۰/۲۷۳

***و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

مقایسه آب آبیاری با نیاز آبی

در جدول ۶ مقادیر نیاز آبی خالص باغات انار در مناطق مورد مطالعه از روش‌های مختلف آورده شده است. در سال انجام تحقیق، میانگین نیاز آبی خالص در چهار منطقه ۱۰۰۵ میلی‌متر بود که کمترین نیاز آبی مربوط شهرستان ارسنجان با ۹۱۱ میلی‌متر و بیشترین نیاز آبی متعلق به شهرستان نیریز با ۱۰۸۶ میلی‌متر بود. علت کمتر بودن نیاز آبی خالص در سال انجام تحقیق نسبت به نیاز آبی خالص ۱۰ ساله را می‌توان به بارش بیشتر در سال انجام تحقیق مربوط دانست. طبق این جدول، میزان نیاز آبی خالص از سند ملی بیشتر از پمن مانیتث یک‌ساله و ده‌ساله بوده است. در جدول ۷ نتیجه بررسی آماری تفاوت میزان آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص باغات انار در مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد. اعداد منفی در ستون میانگین تفاوت نشان‌دهنده این است که میزان آب آبیاری داده‌شده از میزان نیاز آبی ناخالص کمتر بوده است؛ بنابراین در دوره یک‌ساله انجام تحقیق، در شهرستان شیراز، میزان آب آبیاری داده‌شده به میزان ۸۹۴ مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز آبی ناخالص بوده که البته این تفاوت از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. میزان آب آبیاری به مقدار ۲۰۸۴ مترمکعب در هکتار از نیاز آبی ناخالص ده‌ساله کمتر بود که این تفاوت در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار شد. در مقایسه با سند ملی، میزان آب داده‌شده حدود ۷۰۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز آبی ناخالص بود که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. در شهرستان استهبان، در دوره یک‌ساله، میزان آب آبیاری از نیاز آبی ناخالص ۲۵۱۲ مترمکعب در هکتار کمتر بود که این تفاوت در سطح ۷ درصد معنی‌دار شد. این تفاوت در دوره ده‌ساله و با استفاده از سند ملی به ترتیب ۳۰۵۵ و ۴۰۹۴ مترمکعب در هکتار بود که به

ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار شد. در شهرستان‌های نیریز و ارسنجان میزان آب آبیاری از نیاز آبی ناخالص در سال انجام تحقیق بیشتر بود که تفاوت آن از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نگردید. در مقایسه با نیاز آبی ده‌ساله و سند ملی، میزان آب آبیاری کمتر از نیاز آبی ناخالص بود که این تفاوت‌ها نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. مقایسه آماری کل داده‌های مربوط به آب آبیاری چهار شهرستان با نیاز آبی ناخالص از سه روش مختلف نشان داد که به‌طور کلی در دوره یک‌ساله، میزان آب آبیاری حدود ۵۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز آبی ناخالص بوده که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. نسبت به نیاز آبی ناخالص در دوره ده‌ساله، میزان آب آبیاری حدود ۱۷۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر بود که این تفاوت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. میزان آب آبیاری از نیاز آبی سند ملی حدود ۴۳۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر بود که این تفاوت در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید.

جدول ۸ نتایج بررسی آماری تفاوت میزان آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص باغات انار به تفکیک نوع سامانه آبیاری را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، میزان آب آبیاری به‌طور متوسط ۳۶۹۲ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله بوده که این تفاوت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. میزان آب آبیاری به‌طور متوسط ۲۹۳۸ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص ۱۰ ساله بود که تفاوت آن‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. تفاوت میزان آب آبیاری با نیاز ناخالص سند ملی ۶۳۰ مترمکعب در هکتار بود که تفاوت آن‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد.

جدول ۶- مقادیر نیاز آبی خالص انار در مناطق مورد مطالعه

شهرستان	نیاز آبی خالص (میلی متر)	
	سند ملی	پنمن مانیتیت یکساله
شیراز	۱۳۳۲	۹۴۳
استهبان	۱۱۷۹	۱۰۸۰
نیریز	۱۲۶۶	۱۰۸۶
ارسنجان	۱۱۹۶	۹۱۱
میانگین	۱۲۴۳	۱۰۰۵

جدول ۷- نتایج بررسی تفاوت آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص باغات انار بر اساس منطقه

منطقه	پارامتر	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی داری
شیراز	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	-۸۹۴	۲/۲۳	۰/۸۲	۰/۴۳۲
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۲۰۸۴	۲/۲۳	۱/۸۵	۰/۰۹۳
	آب آبیاری-سند ملی	-۶۹۸۷	۲/۲۳	۵/۵۵	۰/۰۰۰**
استهبان	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	-۲۵۱۲	۲/۳۶	۲/۱۸	۰/۰۶۶
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۳۰۵۵	۲/۳۶	۲/۶۳	۰/۰۳۴*
	آب آبیاری-سند ملی	-۴۰۹۴	۲/۳۶	۳/۵۰	۰/۰۱۰**
نیریز	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۸۲۱	۲/۳۱	۰/۹۳	۰/۳۷۸
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۱۳۴۵	۲/۳۱	۱/۵۰	۰/۱۷۲
	آب آبیاری-سند ملی	-۲۰۶۷	۲/۳۱	۲/۲۹	۰/۰۵۱
ارسنجان	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۴۳۳	۲/۳۱	۰/۲۰	۰/۸۴۹
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۳۵۴	۲/۳۱	۰/۱۶	۰/۸۷۹
	آب آبیاری-سند ملی	-۳۴۳۷	۲/۳۱	۱/۴۰	۰/۱۹۸
مجموع شهرستان‌ها	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	-۵۰۴	۲/۰۳	۰/۷۱	۰/۴۸۲
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۱۶۹۴	۲/۰۳	۲/۳۸	۰/۰۲۳*
	آب آبیاری-سند ملی	-۴۳۰۱	۲/۰۳	۵/۳۱	۰/۰۰۰**

** و * : به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

نموده‌اند. این کم آبیاری نیز عمدتاً به دلیل عدم برنامه‌ریزی آبیاری بوده و ممکن است در بعضی شرایط به دلیل ناکافی بودن منابع آبی موجود باشد. این نتایج با نتایج به دست آمده از شاهرخ نیا و باغانی (۱۴۰۰) و شاهرخ نیا و همکاران (۱۴۰۰) که در مزارع سیب‌زمینی و باغات سیب استان فارس تحقیقات مشابهی انجام دادند همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق میزان عملکرد، آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات انار در چهار شهرستان شیراز، استهبان، نیریز و ارسنجان که مناطق مهم تولید انار در استان فارس می‌باشند، اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که میزان آب آبیاری در شهرستان شیراز با اقلیم نیمه‌خشک معتدل از دو شهرستان استهبان و نیریز با اقلیم خشک معتدل و

در باغ‌هایی که به صورت سطحی آبیاری می‌شدند، میزان آب آبیاری به طور متوسط ۱۸۵۲ مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز آبی ناخالص یکساله بود که این تفاوت در سطح ۵ درصد معنی دار شد. میزان آب آبیاری داده شده به ترتیب ۳۱۸۲ و ۵۸۸۶ مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز آبی ناخالص بلندمدت و سند ملی بود که این تفاوت‌ها از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی دار بود.

بیشتر بودن میزان آب آبیاری از نیاز آبی ناخالص در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای نشان می‌دهد که این سامانه‌ها نتوانسته‌اند در باغات انار مورد بررسی به هدف اصلی خود که تحویل به اندازه آب بوده نائل شوند. البته دلیل اصلی این آبیاری بیش از حد را باید عدم برنامه‌ریزی آبیاری در باغات دانست و نباید مربوط به نوع سامانه آبیاری دانست. کمتر بودن مقدار آب آبیاری از نیاز آبی ناخالص در باغاتی که به صورت سطحی آبیاری می‌شدند نیز نشان می‌دهد که باغات انار تحت آبیاری سطحی در این بررسی، به میزان مورد نیاز آب دریافت

سامانه آبیاری نشان داد که آب آبیاری از نیاز آبی ناخالص یکساله حدود ۵۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر بوده که این تفاوت از نظر آماری معنی دار نگردید؛ اما در مقایسه با نیاز آبی ناخالص بلندمدت، این تفاوت حدود ۱۷۰۰ مترمکعب در هکتار بوده که در سطح ۵ درصد معنی دار بود.

خشک گرم کمتر و دارای تفاوت چندانی با شهرستان ارسنجان که اقلیم خشک سرد داشت نبود. بیشترین میزان بهره‌وری آب مربوط به شهرستان شیراز بوده که مصرف آب آبیاری کمتر و عملکرد بیشتری داشته است. مقایسه میزان آب آبیاری باغات انار با نیاز آبی ناخالص در سال انجام پژوهش برای مجموع چهار منطقه و صرف‌نظر از نوع

جدول ۸- نتایج بررسی تفاوت آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص باغات انار بر اساس نوع سامانه آبیاری

نوع سامانه	پارامتر	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
قطره‌ای	آب آبیاری-پنمن مانیتث یکساله	۳۶۹۲	۲/۳۱	۳/۹۲	۰/۰۰۴**
	آب آبیاری-پنمن مانیتث دهساله	۳۹۳۸	۲/۳۱	۳/۰۷	۰/۰۱۵*
	آب آبیاری-سندملی	۶۳۰	۲/۳۱	۰/۷۴۸	۰/۴۷۶
سطحی	آب آبیاری-پنمن مانیتث یکساله	-۱۸۵۲	۲/۰۵	۲/۵۵	۰/۰۱۷*
	آب آبیاری-پنمن مانیتث دهساله	-۳۱۸۲	۲/۰۵	۴/۶۷	۰/۰۰۰**
	آب آبیاری-سندملی	-۵۸۸۶	۲/۰۵	۷/۰۱	۰/۰۰۰**

** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۷، جلد سوم: محصولات باغبانی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی.

بافکار، ع.، کریمی، م. و راد، م. ه. ۱۳۹۷. تعیین نیاز آبی دو رقم تجاری انار (ملس یزدی و ساوه) در سیستم آبیاری موضعی (مطالعه موردی شرایط اقلیمی یزد). مجله پژوهش آب ایران. ۲۸: ۴۳-۵۱.

بنیان‌پور، ع. ر. ۱۳۹۸. نقشه راه تحقیقات انار استان فارس. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس.

بی‌نام. ۱۳۹۷. تفاهم‌نامه سند بهره‌وری آب کشاورزی (افق دهساله). وزارت جهاد کشاورزی، اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران.

جلیلی مقدم، ز. ۱۳۹۹. تولید ۱/۱ میلیون تن انار در سال جاری. وب‌سایت خبرگزاری ایانا، ۹۹/۹/۳۰.

راد، م. ه.، اصغری، م. ر. و عصاره، م. ح. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه انار (*Punica granatum L.*) رقم رباب نیریز در شرایط اقلیمی خشک. مجله به‌زراعی نهال و بذر. ۳۱: (۱): ۷۵-۹۰.

شاهرخ نیا، م. ع.، ناصری، ا. و عباسی، ف. ۱۴۰۰. تعیین میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب در باغات سیب استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۵ (۴): ۹۳۱-۹۴۰.

شاهرخ نیا، م. ع. و باغبانی، ج. ۱۴۰۰. بررسی میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب مزارع سیب‌زمینی در شرایط زارعین استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۵ (۳): ۶۲۴-۶۳۵.

میزان آب آبیاری در باغات انار تحت آبیاری قطره‌ای کمتر از آبیاری سطحی بود؛ اما مقایسه میزان آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص باغات در سال انجام تحقیق نشان داد که در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، به میزان ۳۶۹۰ مترمکعب در هکتار آبیاری بیش از نیاز و در سامانه‌های آبیاری سطحی به میزان ۱۸۵۰ مترمکعب در هکتار آبیاری کمتر از نیاز انجام شده است. با توجه به بارش بیشتر از میانگین در سال انجام تحقیق، نیاز آبی ناخالص در دوره بلندمدت بیشتر بوده که در این صورت تفاوت میزان آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص یکساله و بلندمدت به ۲۹۴۰+ و ۳۱۸۰- مترمکعب در هکتار می‌رسد. تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که به‌طور کلی تفاوت معنی‌داری بین مقادیر عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی مشاهده نگردید. به‌عبارت‌دیگر استفاده از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای نتوانسته باعث افزایش قابل‌توجهی در بهره‌وری آب گردد. این نتیجه با گزارش جدید فائو که اعلام نموده سامانه‌های نوین آبیاری در بیشتر نقاط دنیا نتوانسته باعث کاهش مصرف آب گردد همخوانی دارد؛ بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید که تجهیز مزارع به سامانه‌های نوین آبیاری به‌تنهایی کافی نیست. لذا پیشنهاد می‌گردد به‌منظور حصول بیشترین میزان محصول و بهره‌وری آب و همچنین حفظ منابع آب زیرزمینی، تحویل حجمی آب و برنامه‌ریزی آبیاری باغات و مزارع توجه جدی شود. با توجه به تغییرات بارندگی در سال‌های مختلف، بهتر است که برای به دست آوردن نتایج دقیق‌تر، پژوهش‌های مشابه در سال‌های آتی انجام شود.

منابع

احمدی، ک.، عباد زاده، ح. ر.، حاتمی، ف.، حسینی‌پور، ر. و عبد شاه، ه.

- BlackWell Publication. 35: 127-191.
- Intrigliolou, D.S., Bonet, L., Nortes, P.A., Puerto, H., Nicolas, E. and Bartual, J. 2013. Pomegranate trees performance under sustained and regulated deficit irrigation. *Irrigation Science*. 31: 959-970.
- Kumar, S., Singh, R., Asrey, R. and Nangare, D.D. 2012. Techno-economic evaluation of integrating canal water harvesting and drip irrigation for pomegranate production in a dry eco-region. *Irrigation and Drainage*. 61(3): 366-374.
- Laribi, A.I., Palou, L., Intrigliolo, D.S., Nortes, P.A., Rojas-Argudo, C., Taberner, V., Bartual, J. and Perez-Gago, M.B. 2013. Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate cv. 'Mollar de Elche' at harvest and during cold storage. *Agricultural Water Management*. 125: 61-70.
- Marathe, R.A., Babu, K.D. and Chaudhari, D.T. 2018. Nutrient uptake, growth and yield of pomegranate as influenced by irrigation frequencies under light textured soils. *Journal of Environmental Biology*. 39: 143-148.
- Mena, P., Galindo, A., Collado-Gonzalez, J., Ondona, S., Garcia-Viguera, C., Ferreres, F., Torecillas, A. and Gil-Izquierdo, A. 2013. Sustained deficit irrigation affects the colour and phytochemical characteristics of pomegranate juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93: 1922-1927.
- Parvizi, H., Sepaskhah, A.R. and Ahmadi, S.H. 2016. Physiological and growth responses of pomegranate tree (*Punica granatum* (L.) cv. Rabab) under partial root zone drying and deficit irrigation regimes. *Agricultural Water Management*. 163: 146-158.
- Parvizi, H., Sepaskhah, A.R. and Ahmadi, S.H. 2014. Effect of drip irrigation and fertilizer regimes on fruit yields and water productivity of a pomegranate (*Punica granatum* (L.) cv. Rabab) orchard. *Agricultural Water Management*. 146: 45-56.
- Selahvarzi, Y., Zamani, Z., Fatahi, R. and Talaei, A.R. 2017. Effect of deficit irrigation on flowering and fruit properties of pomegranate (*Punica granatum* cv. Shahvar). *Agricultural Water Management*. 192: 189-197.
- Zhang, H., Wang, D., Ayars, J.E. and Phene, C.J. 2017. Biophysical response of young pomegranate trees to surface and sub-surface drip irrigation and deficit irrigation. *Irrigation Science*. 35: 425-435.
- شاهرخ نیا، م.ع.، بنیان پور، ع.ر. و محمدی، د. ۱۳۹۹. تأثیر مدیریت-های مختلف آبیاری بر انار رقم رباب نی‌ریز در شهرستان کازرون استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴ (۶): ۲۱۷۵-۲۱۸۷.
- شیردلی، ع. و طهماسبی، ع.ر. ۱۳۹۲. تأثیر توأم آب آبیاری و نیتروژن بر مقاومت، عملکرد و کارایی مصرف آب (WUE) انار. مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۳۶ (۱): ۳۳-۴۴.
- 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.
- طاوسی، م.، کاوه، ف.، علیزاده، ا.، بابازاده، ح. و تهرانی فر، ع. ۱۳۹۵. اثر کم آبیاری و شوری بر میوه انار رقم شیشه کپ (مطالعه موردی شهرستان فردوس، خراسان جنوبی). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۰ (۴): ۴۹۹-۵۰۷.
- لطفیان، م. ۱۳۹۷. ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده انار دنیاست. پایگاه خبری روستا نیوز، کد خبر ۱۰۶۴، تاریخ ۱۱ اسفند ۱۳۹۷.
- 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.
- Ayars, J.E., Phene, C.J., Phene, R.C., Gao, S., Wang, D., Day, K.R. and Makus, D.J. 2017. Determining pomegranate water and nitrogen requirements with drip irrigation. *Agricultural Water Management*. 187: 11-23.
- Behnia, A. 1999. Comparison of different irrigation methods for pomegranate orchards in Iran. *Irrigation under conditions of water scarcity*. 17th Int. Congr. Irrigation and Drainage, Granada, Spain.
- Chopade, S.Q., Gorantiwar, S.D., Pampattiwar, P.S. and Supe, V.S. 2001. Response of pomegranate to drip, bubbler and surface irrigation methods. *Advanced Horticulture and Forestry*. 8: 53-59.
- Dinc, N., Aydinsakir, K., Isik, M., Bastug, R., Ari, N., Sahin, A. and Buyuktas, D. 2018. Assessment of different irrigation strategies on yield and quality characteristics of drip irrigated pomegranate under mediterranean conditions. *Irrigation Science*. 36: 87-96.
- Holland, D., Hatib, K. and Bar-Yáakov, I. 2009. Pomegranate: botany, horticulture, breeding. In: *Horticultural Reviews*, Janick, J. (ed.), Wiley-

Investigation of Irrigation Water Volume and Water Productivity of Pomegranate Orchards in Different Regions of Fars Province

M.A. Shahrokhnia^{1*}, F. Abbasi²

Received: Oct.31, 2021

Accepted: Nov.24, 2021

Abstract

Irrigation water has a great impact on the yield and water productivity of pomegranate orchards. There is few information about the irrigation of pomegranate orchards in Fars province. In this study, yield, irrigation water volume, water productivity and the difference between irrigation water volume and gross water requirement were investigated. 40 pomegranate orchards in four main regions of pomegranate production in Fars province (Shiraz, Estahban, Neyriz and Arsanjan) were selected. Yield, irrigation water volume and water productivity were measured during one year (2020). Three scenarios of crop water requirement, Water National Document, Penman Montith method in the year of research and Penman Montith method based on long-term meteorological data were considered. The irrigation water volumes were compared with the water requirement by t-test in the regions and different irrigation systems. Results showed that the average yield, irrigation water volume and water productivity were 22.4 t/ha, 15133 m³/ha and 1.36 kg/m³, respectively. There was no significant difference in the volume of irrigation water in Shiraz, Estahban and Arsanjan, but for Neyriz with other regions were significant. The yield differences in the studied areas was not significant. The water productivity differences of Shiraz pomegranate orchards with the other three regions was significant, but the difference in water productivity of Arsanjan, Neyriz and Estahban were not significant. The differences between yields, irrigation water volume and water productivity in the two types of surface and drip irrigation systems were not significant. In general, the volume of irrigation water was less than the gross water requirement. The difference between the volume of irrigation water and the water requirement of National Water Document, Penman Monthith in the year of the research and long-term Penman Monthith were significant at the level of 1%, non-significant and significant at the level of 5%, respectively.

Keywords: Consuming water, Crop water requirement, Irrigation system, Penman Montieth method

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- Professor, Irrigation and Drainage Engineering Department, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: mashahrokh@yahoo.com)