نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان۱۴۰۲، ص. ۹۴-۸۳

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 1 Spring and Summer 2023, 83-94

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب در باغات لیموشیرین استان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا[۱*]، سید ابراهیم دهقانیان[۲] ، امیر اسلامی[۳] و فریبرز عباسی[۴]

چکیده

حدود سه‌چهارم باغات لیموشیرین کشور در استان فارس واقع است. وجود اطلاعات کافی از میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب این باغات می‌تواند باعث مدیریت بهتر منابع آب و افزایش بهره‌وری آب گردد. در این تحقیق، بهره‌وری آب و میزان آب داده‌شده در ۶۰ باغ لیموشیرین در شش شهرستان استان فارس در طول سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ اندازه‌گیری گردید. در بین باغات انتخابی، به دلیل تفاوت در مدیریت آبیاری، شوری خاک و عوامل دیگر، میزان حجم آب آبیاری از حدود ۱۰۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال متفاوت بود. میانگین کل حجم آب آبیاری ۱۴۷۱۲ مترمکعب در هکتار به دست آمد. از نظر میانگین شهرستانی، کمترین و بیشترین میزان حجم آب آبیاری به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های قیروکارزین و داراب با ۱۳۰۲۳ و ۱۷۰۷۹ مترمکعب در هکتار در سال بود. میزان بهره‌وری آب آبیاری در باغات انتخابی بین مقادیر ۰/۷۱ تا ۲/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب و به‌طور متوسط ۱/۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص نشان داد که در سال انجام تحقیق، در شهرستان‌های لار و داراب این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود. به‌طورکلی میانگین تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص یک‌ساله در استان ۵۶۹ مترمکعب در هکتار بود که از نظر آماری معنی‌دار نبود؛ اما به‌طور میانگین حجم آب آبیاری به میزان ۲۲۸۸ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص بلندمدت بود که این تفاوت معنی‌دار بود؛ بنابراین اعمال برنامه‌ریزی آبیاری و تعیین دقیق نیاز آبی برای افزایش بهره‌وری باغات لیموشیرین استان فارس ضروری است.

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

مقدمه

حدود ۷۶ درصد از باغات لیموشیرین کشور در استان فارس واقع است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). استان فارس جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور بوده و بیشتر دشت‌های آن از لحاظ برداشت آب بحرانی است. عمده آب مصرفی کشاورزی این استان از منابع آب زیرزمینی است. باتوجه به سهم عمده تولید لیموشیرین استان فارس از کل کشور و انجام تحقیقات اندک در مورد وضعیت آبیاری این محصول در کشور، بررسی میدانی حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب این محصول در استان فارس اهمیت دارد. به‌طورکلی لیموشیرین جزو مرکبات بوده و سطح زیر کشت مرکبات در جهان ۹/۳ میلیون هکتار و محصول تولیدی سالیانه آن ۱۳۲ میلیون تن است (Faostat, 2019).

حد بحرانی شوری آب آبیاری برای مرکبات ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر بوده که در شوری‌های بیشتر دچار افت

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

[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 بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

[۴] استاد پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱
DOR: 20.1001.1.24764531.1402.10.1.6.4

عملکرد کمی و کیفی خواهد شد. 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). مرکبات به تنش آبی نیز حساس بوده و باید با دور آبیاری کمتر از سه روز آبیاری شوند (مقبلی دامنه، ۱۳۹۶ الف و ب). احمدپور و سلیمانی (۱۳۹۶) میزان آب آبیاری باغات مرکبات مناطق جنوبی کشور را بین ۸۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش کردند. بر اساس تحقیقات انجام شده بهترین میزان آبیاری درختان لیموترش ۷۵ درصد تبخیر از تشتک کلاس A با دور آبیاری یک روز در میان است.

نیاز آبی مرکبات در منطقه میناب بر اساس روش پنمن مانتیث حدود ۱۰۷۵ میلی‌متر برآورد گردید. میزان مصرف آب درختان لیموترش در شهرستان میناب حدود ۱۳۸۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد شد. میزان بهره‌وری آب درختان لیمو 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 (کرمی، ۱۳۹۸). تورسیلاس و همکاران نیاز آبی خالص لیمو در یک منطقه از اسپانیا را در دو سال پیاپی حدود ۶۰۰۰ و ۶۸۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد نمودند (Torrecillas et al., 1993). دومینگو و همکاران کم آبیاری به میزان ۲۵ درصد تبخیر–تعرق گیاه را برای درختان لیمو مناسب دانستند. با این عمل حدود ۳۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی گردید و کاهشی در کمیت و کیفیت محصول مشاهده نگردید (Domingo et al., 1996). ابواوواد حجم آب مورد نیاز درختان لیمو در اردن را ۵ تا ۶ هزار مترمکعب در هکتار برآورد نمود (Abu-awwad, 2001).

پانیگراهی و همکاران نیز استفاده از آبیاری قطره‌ای و آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشتک را برای مرکبات توصیه نمودند. میزان بهره‌وری آب و حجم آب آبیاری در این شرایط به ترتیب به حدود ۵ کیلوگرم بر مترمکعب و حدود ۷ مترمکعب به ازای هر درخت رسید (Panigrahi et al., 2012). پرزپرز و همکاران نیاز آبی خالص درختان لیمو در جنوب اسپانیا را ۵۵۷۰ مترمکعب در هکتار و بهره‌وری آب را ۸ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد نمودند (Perez-Perez et al., 2012). همچنین نتایج یک بررسی در اسپانیا نشان داد که کم‌آبیاری کنترل‌شده باعث کاهش ۳۰ درصدی آب آبیاری، بدون کاهش عملکرد مرکبات گردید (Quinones et al., 2010). در یک بررسی دیگر در اسپانیا، کم‌آبیاری کنترل‌شده به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی در مرکبات باعث کاهش حجم آب آبیاری بدون کاهش عملکرد شد (Aguado et al., 2012). روبلز و همکاران آبیاری درختان لیمو در اسپانیا را بر اساس ۸۰ درصد رطوبت در دسترس گیاه انجام دادند. میزان بهره‌وری آب در دو سال پیاپی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ۱۰ و ۱۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب و در سیستم قطره‌ای سطحی ۷/۹ و ۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Robles et al., 2016). نتایج گارسیا–تجرو و همکاران در مورد کم‌آبیاری در مرکبات نشان داد که می‌توان صرفه‌جویی در مصرف آب را به مقدار ۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار رسید و بهره‌وری آب ۲۴ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش و عملکرد حداکثر ۱۲ درصد کاهش یافت (Garcia-Tejero et al., 2010).

الاتمانی و همکاران و اسلامینی و همکاران سناریوهای مختلف کم آبیاری مرکبات را در مراکش مورد بررسی قرار دادند. تیمارها شامل آبیاری کامل، آبیاری به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و آبیاری به میزان ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. نتایج نشان داد که آبیاری بخشی ریشه مطلوب نبود. آبیاری به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی باعث کاهش عملکرد گردید، در همه سناریوهای کم‌آبیاری، بهره‌وری آب حدود ۲۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (El-Otmani et al., 2020; Slamini et al., 2022). نتایج بررسی پارا و همکاران در اسپانیا نشان داد که در شرایط مقدار آب آبیاری و دور آبیاری ثابت، افزایش تعداد قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای به‌جز در سال اول، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول درختان لیموترش نداشت (Parra et al., 2021). هامیدو و مورگان آبیاری به میزان ۸۱ درصد نیاز آبی کامل را برای درختان مرکبات جوانی که به‌صورت متراکم کاشته شده‌اند، از جنبه‌های مختلف مفید و مؤثر دانستند (Hamido and Morgan, 2021). بررسی تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که

تاکنون تحقیقات اندکی در خصوص وضعیت آبیاری باغات لیموشیرین، به‌ویژه در شرایط مدیریت باغداران انجام‌گرفته است. بنابراین اندازه‌گیری و بررسی حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب این باغات در استان فارس که مهم‌ترین استان تولیدکننده لیموشیرین در کشور است، می‌تواند برای تصمیم‌گیران، محققان و کارشناسان مربوطه مفید باشد که در این تحقیق به آن پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، بهره‌وری و میزان آب آبیاری داده‌شده در ۶۰ باغ لیموشیرین، در شش شهرستان برتر از نظر سطح زیر کشت لیموشیرین در استان فارس شامل قیروکارزین، جهرم، داراب، لار، کازرون و فراشبند مورد بررسی قرار گرفت. باغ‌های موردنظر در شهرستان‌ها با کمک کارشناسان سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها، شناسایی و انتخاب شدند.

باغ‌های منتخب در طول یک سال (۱۳۹۹–۱۴۰۰) از نظر برنامه آبیاری مورد پایش و ارزیابی و یادداشت‌برداری قرار گرفت. عملکرد محصول در سه سال متوالی اخذ و از میانگین آن‌ها در تجزیه‌وتحلیل‌ها استفاده شد. باغات انتخابی همگی مجهز به سامانه آبیاری قطره‌ای بودند. مقدار دبی آب ورودی به باغ که از طریق چاه تأمین می‌شد، به‌وسیله کنتورهای حجمی واسنجی شده سه مرتبه در سال اندازه‌گیری گردید. با داشتن مدت‌زمان هر آبیاری و تعداد دفعات آبیاری در طول دوره آبیاری، حجم آب آبیاری باغات لیموشیرین برآورد گردید. حجم آب کاربردی در باغات نیز از جمع حجم آب آبیاری و بارش مؤثر به دست آمد. در هرکدام از باغ‌ها مواردی نظیر بافت خاک، هدایت الکتریکی خاک و آب آبیاری نیز اندازه‌گیری شد.

برای بررسی تغییرات عملکرد، حجم آب آبیاری و شاخص بهره‌وری آب در تولید لیموشیرین در شهرستان‌های موردنظر از تحلیل واریانس 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.

$$WP = \frac{CY}{CW} \qquad (۱)$$

که در آن WP؛ بهره‌وری آب آبیاری در تولید لیموشیرین (کیلوگرم بر مترمکعب آب آبیاری در طول فصل رشد)، CY؛ عملکرد لیموشیرین (کیلوگرم در هکتار در سال)، CW؛ حجم آب آبیاری در تولید لیموشیرین (مترمکعب در هکتار در سال) است. برای برآورد شاخص بهره‌وری آب کل در مخرج کسر رابطه (۱)، بارش مؤثر نیز به حجم آب آبیاری اضافه گردید.

میزان بارش مؤثر نیز به روش سرویس حفاظت خاک اداره کشاورزی آمریکا (SCS) از روابط (۲) و (۳) برآورد گردید. در این رابطه Re و R به ترتیب باران مؤثر و باران به میلی‌متر می‌باشد.

$$Re = R\frac{(125 - 0.2\,R)}{125} \qquad \text{R<250 mm} \qquad (۲)$$

$$Re = 125 - 0.1\,R \qquad \text{R>250 mm} \qquad (۳)$$

مقدار نیاز آبی خالص باغات مرکبات در هر منطقه با استفاده از داده‌های هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه اجرای طرح در دوره ۱۰ ساله اخیر و سال انجام تحقیق با استفاده از روش پنمن مانتیث محاسبه گردید. مقادیر نیاز آبی خالص مرکبات از سند ملی 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 نرم‌افزار ETo-Calculator در مناطق به روش پنمن مانتیث فائو صورت گرفت. سپس عمق تبخیر– تعرق پتانسیل درختان مرکبات یا لیموشیرین (ETc) در مناطق منتخب با استفاده از رابطه (۴) برآورد گردید.

$$ETc = Kc \times ETo \qquad (۴)$$

مقادیر ضریب گیاهی (Kc) برای هر مرحله رشد بر اساس یافته‌های پژوهشی در منطقه یا تجربیات مهندسی در تلفیق با پیشنهاد نشریه فائو ۵۶ انتخاب گردید (Allen et al., 1998).

با در نظر گرفتن راندمان ۹۰ درصد برای سامانه آبیاری قطره‌ای (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵)، نیاز آبی ناخالص باغات به دست آمد و توسط آزمون تی با حجم آب آبیاری باغات مقایسه گردید. بعضی از عوامل مانند شوری آب، شوری عصاره خاک، سن درختان، بافت خاک، سطح سواد کشاورزان و نوع بهره‌بردار (پیشرو بودن یا معمولی بودن) ممکن است بر میزان عملکرد، حجم آب آبیاری و در نهایت بهره‌وری آب تأثیرگذار باشد. در این بررسی برای هر عامل، ارقام عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره-وری آب آبیاری به‌صورت نزولی مرتب و گروه‌بندی گردیدند. سپس میانگین مقادیر عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب آبیاری در هر گروه محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ مشخصات کلی و میانگین عملکرد سه‌ساله باغات لیموشیرین انتخابی را نشان می‌دهد. حداقل، حداکثر و میانگین مساحت باغات انتخابی به ترتیب ۰/۴، ۳۰ و ۴/۱ هکتار بود. میانگین دبی آب ورودی به باغات ۱۲ لیتر بر ثانیه و میانگین سن درختان باغات ۸ سال بود. متوسط شوری آب‌وخاک باغات انتخابی به‌ترتیب ۱/۵ و ۳/۱ دسی زیمنس بر متر بود. کمترین، بیشترین و میانگین عملکرد باغات به‌ترتیب ۱۲، ۳۵ و ۲۰/۱ تن در هکتار به دست آمد.

جدول ۱- مشخصات کلی و عملکرد باغات لیموشیرین مورد بررسی در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰

منطقه	پارامتر	دبی	شوری آب	شوری خاک	مساحت باغ	سن درختان باغ	عملکرد محصول
		لیتر بر ثانیه	دسی زیمنس بر متر		هکتار	سال	تن در هکتار
قیروکارزین	حداقل	۳/۴	۱/۱	۱/۱	۰/۶	۶	۱۵/۵
	حداکثر	۸/۱	۱/۷	۲/۵	۳/۹	۱۰	۲۳/۵
	میانگین	۶/۰	۱/۵	۲/۰	۱/۹	۸	۱۸/۵
جهرم	حداقل	۵/۸	۰/۷	۱/۳	۲/۰	۵	۱۵/۰
	حداکثر	۲۹/۳	۳/۰	۳/۲	۱۵/۰	۱۰	۱۹/۰
	میانگین	۱۴/۵	۱/۸	۲/۴	۵/۷	۸	۱۷/۳
داراب	حداقل	۳/۵	۰/۶	۱/۳	۰/۵	۴	۱۵/۵
	حداکثر	۲۰/۰	۰/۸	۵/۰	۵/۷	۱۲	۳۲/۰
	میانگین	۹/۷	۰/۷	۲/۷	۳/۰	۹	۲۳/۰
لار	حداقل	۶/۰	۰/۵	۰/۹	۰/۵	۴	۱۴/۰
	حداکثر	۸۰/۰	۲/۱	۵/۶	۳۰/۰	۱۳	۳۵/۰
	میانگین	۲۲/۱	۱/۲	۳/۱	۹/۳	۹	۲۶/۷
کازرون	حداقل	۶/۰	۱/۰	۲/۲	۰/۴	۴	۱۲/۰
	حداکثر	۲۰/۹	۱/۸	۷/۴	۱/۵	۱۲	۱۸/۵
	میانگین	۱۲/۱	۱/۵	۳/۷	۰/۹	۷	۱۳/۵
فراشبند	حداقل	۵/۰	۰/۹	۳/۰	۱/۵	۶	۱۸/۸
	حداکثر	۱۰/۶	۳/۵	۸/۴	۶/۴	۱۲	۳۰/۰
	میانگین	۷/۲	۲/۱	۴/۷	۳/۶	۹	۲۴/۷
کل باغات	میانگین	۱۲/۰	۱/۵	۳/۱	۴/۱	۸	۲۰/۱

در جدول ۲ کمترین و بیشترین مقادیر شاخص‌های مرتبط با آبیاری و بهره‌وری آب لیموشیرین در مناطق مورد بررسی آورده شده است. جدول ۳ نتایج مقایسه آماری میانگین مقادیر حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب لیموشیرین را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که میانگین تعداد دفعات آبیاری در کل باغات مورد بررسی که همگی مجهز به سامانه آبیاری

قطره‌ای بودند ۱۲۹ مرتبه بوده است؛ یعنی به‌طور متوسط در طول یک سال، دور آبیاری کمتر از ۳ روز بوده است. کمترین و بیشترین تعداد دفعات آبیاری از لحاظ میانگین شهرستانی، مربوط به شهرستان‌های داراب و فراشبند به‌ترتیب ۱۰۱ و ۱۷۴ مرتبه بود. البته باغاتی وجود داشت که حداقل ۵۵ و حداکثر ۲۷۰ دفعه در یک سال آبیاری می‌شدند، بطوریکه در فصول گرم سال، هر روز آبیاری انجام می‌شد.

جدول ۲- پارامترهای حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات لیموشیرین بر اساس منطقه در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰

منطقه	پارامتر	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری	حجم آب کاربردی	بهره‌وری آب آبیاری	بهره‌وری آب
			مترمکعب در هکتار		کیلوگرم بر مترمکعب	
قیروکارزین	حداقل	۸۷	۱۰۹۰۲	۱۱۸۵۵	۱/۰۱	۰/۹۵
	حداکثر	۱۷۳	۱۵۲۹۵	۱۶۲۴۸	۱/۹۱	۱/۷۷
	میانگین	۱۲۴	۱۳۰۲۳	۱۳۹۷۵	۱/۴۶	۱/۳۶
جهرم	حداقل	۹۰	۱۰۵۱۲	۱۱۲۵۰	۰/۸۳	۰/۷۹
	حداکثر	۱۶۹	۱۸۷۷۲	۱۹۵۱۰	۱/۷۷	۱/۶۶
	میانگین	۱۱۲	۱۳۲۶۵	۱۴۰۰۳	۱/۳۵	۱/۲۸
داراب	حداقل	۵۵	۱۲۳۴۳	۱۳۰۶۲	۱/۰۵	۱/۰۲
	حداکثر	۱۳۵	۲۴۳۰۰	۲۵۰۱۹	۱/۷۶	۱/۶۸
	میانگین	۱۰۱	۱۷۰۷۹	۱۷۷۹۷	۱/۳۸	۱/۳۲
لار	حداقل	۱۲۰	۱۱۶۶۴	۱۱۹۲۷	۰/۸۷	۰/۸۵
	حداکثر	۱۵۰	۱۹۲۰۰	۱۹۴۶۳	۲/۲۳	۲/۱۸
	میانگین	۱۳۶	۱۵۹۰۸	۱۶۵۳۸	۱/۷۲	۱/۶۹
کازرون	حداقل	۹۰	۹۹۱۴	۱۲۴۷۷	۰/۷۱	۰/۶۲
	حداکثر	۱۳۵	۱۷۴۹۶	۲۰۰۵۹	۱/۴۱	۱/۱۲
	میانگین	۱۲۹	۱۴۱۲۳	۱۶۶۸۶	۰/۹۸	۰/۸۲
فراشبند	حداقل	۹۰	۱۲۱۵۰	۱۳۵۷۹	۱/۰۳	۰/۹۶
	حداکثر	۲۷۰	۱۸۹۵۴	۲۰۳۸۳	۲/۱۵	۱/۹۳
	میانگین	۱۷۴	۱۵۷۴۵	۱۷۱۷۴	۱/۶۱	۱/۴۷
کل باغات	میانگین	۱۲۹	۱۴۷۱۲	۱۵۷۸۹	۱/۴۰	۱/۳۱

بر اساس جدول ۳، بیشترین و کمترین عملکرد مربوط به شهرستان لار (۲۶/۷ تن در هکتار) و کازرون (۱۳/۵ تن در هکتار) بود. عملکرد شهرستان‌های قیروکارزین و جهرم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشتند. شهرستان‌های لار، داراب و فراشبند نیز از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. در بین باغات انتخابی، میزان حجم آب آبیاری از حدود ۱۰۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال متفاوت بود. میانگین کل حجم آب آبیاری ۱۴۷۱۲ مترمکعب در هکتار بود. از نظر میانگین شهرستانی، کمترین و بیشترین میزان حجم آب آبیاری به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های قیروکارزین و داراب با ۱۳۰۲۳ و ۱۷۰۷۹ مترمکعب در هکتار در سال بود. به‌طورکلی فقط حجم آب آبیاری شهرستان داراب با شهرستان‌های جهرم و قیروکارزین در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. سایر شهرستان‌ها تفاوت معنی‌داری از لحاظ حجم آب آبیاری نداشتند. نتایج به‌دست‌آمده درخصوص حجم آب آبیاری باغات لیموشیرین در این تحقیق با نتایج گزارش‌شده توسط احمدپور و سلیمانی (۱۳۹۶) همخوانی دارد.

میانگین کل حجم آب کاربردی که در آن میزان بارندگی مؤثر نیز به حجم آب آبیاری اضافه شده است ۱۵۷۸۹ مترمکعب در هکتار در سال برآورد گردید. دامنه تغییرات حجم آب کاربردی در باغات از حدود ۱۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار متغیر بود؛ بنابراین می‌توان گفت کمک بارندگی در سال

انجام تحقیق به‌طور متوسط حدود ۱۰۰ میلی‌متر یا ۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار بوده است.

از لحاظ حجم آب کاربردی، بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب متعلق به شهرستان‌های داراب و قیروکارزین با ۱۷۷۹۷ و ۱۳۹۷۵ مترمکعب در هکتار بود. به‌طورکلی فقط حجم آب کاربردی شهرستان داراب با شهرستان‌های جهرم و قیروکارزین در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و سایر شهرستان‌ها تفاوت معنی-داری از لحاظ حجم آب کاربردی نداشتند. به‌نظر می‌رسد شهرستان داراب به دلیل واقع شدن در اقلیم گرم و برخورداری از بارش کمتر، حجم آب کاربردی بیشتری داشته است.

میزان بهره‌وری آب آبیاری در باغات انتخابی بین مقادیر ۰/۷۱ تا ۲/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب و به‌طور متوسط ۱/۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب بود. از لحاظ میانگین منطقه‌ای، کمترین و بیشترین بهره‌وری آب آبیاری متعلق به شهرستان‌های کازرون و لار به‌ترتیب ۰/۹۸ و ۱/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. میانگین بهره‌وری آب کاربردی در باغات انتخابی ۱/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. از نظر بهره‌وری آب آبیاری، فقط شهرستان کازرون با سایر شهرستان‌ها در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار داشت. تفاوت بقیه شهرستان‌ها باهم معنی‌دار نبود.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب باغات لیموشیرین در مناطق مورد بررسی

شهرستان	حجم آب آبیاری	حجم آب کاربردی	عملکرد	بهره‌وری آب آبیاری	بهره‌وری آب کاربردی یک‌ساله
	مترمکعب در هکتار		تن در هکتار	کیلوگرم بر مترمکعب	
قیروکارزین	۱۳۰۲۳ b	۱۳۹۷۵ b	۱۸/۵ b	۱/۴۶ a	۱/۳۶ ab
جهرم	۱۳۲۶۵ b	۱۴۰۰۳ b	۱۷/۳ bc	۱/۳۵ a	۱/۲۸ b
داراب	۱۷۰۷۹ a	۱۷۷۹۷ a	۲۳/۰ a	۱/۳۸ a	۱/۳۲ b
لار	۱۵۹۰۸ ab	۱۶۵۳۸ ab	۲۶/۷ a	۱/۷۲ a	۱/۶۹ a
کازرون	۱۴۱۲۳ ab	۱۶۶۸۶ ab	۱۳/۵ c	۰/۹۸ b	۰/۸۲ c
فراشبند	۱۵۷۴۵ ab	۱۷۱۷۴ ab	۲۴/۷ a	۱/۶۱ a	۱/۴۷ ab

جدول ۴ مقادیر نیاز آبی خالص و بارندگی مؤثر در مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد. میانگین کل نیاز آبی خالص لیمو در سه سناریوی سند ملی آب، پنمن مانتیث یک‌ساله (سال اجرای پروژه) و پنمن مانتیث بلندمدت به‌ترتیب ۹۲۰، ۱۱۵۶ و ۱۰۱۷ 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 کمتری نسبت به سناریوهای پنمن مانتیث یک‌ساله و بلندمدت که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته برخوردار بوده است و در تجزیه‌وتحلیل‌ها به‌طور مستقیم مورد استفاده قرار نگرفته است.

یکی از دلایل بیشتر بودن نیاز آبی خالص یک‌ساله، کمتر بودن بارندگی در سال انجام پروژه نسبت به بلندمدت بوده است. ملاحظه می‌گردد که بارندگی مؤثر در سال انجام پروژه ۱۰۳میلی‌متر کمتر از میانگین بلندمدت بوده است. این موضوع نشان می‌دهد که مقدار بارندگی مؤثر پارامتر مهمی است که بایستی در بررسی نیاز آبی موردتوجه قرار گیرد. کمترین و بیشترین نیاز آبی خالص به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های قیروکارزین و فراشبند با ۱۰۹۲ و ۱۲۸۰ میلی‌متر بود. کمترین و بیشترین میزان بارندگی مؤثر در سال انجام تحقیق به‌ترتیب مربوط به لار (۲۶ میلی‌متر) و کازرون (۲۵۶ میلی‌متر) بود.

جدول ٤- مقادیر بارندگی و نیاز آبی خالص لیموشیرین در مناطق موردمطالعه

شهرستان	بارندگی مؤثر (میلی‌متر)		نیاز آبی خالص (میلی‌متر)		
	بلندمدت	یک‌ساله	سند ملی	پنمن مانتیث یک‌ساله	پنمن مانتیث ده‌ساله
قیروکارزین	۲۳۲	۹۵	۹۷۱	۱۰۹۲	۸۰۰
جهرم	۲۰۳	۷۴	۹۱۴	۱۱۱۳	۸۲۹
داراب	۲۰۰	۷۲	۱۰۰۵	۱۱۴۷	۱۱۴۳
لار	۱۶۷	۲۶	۱۰۲۱	۱۱۹۳	۱۱۷۷
کازرون	۲۷۲	۲۵۶	۷۹۸	۱۱۱۰	۱۰۲۹
فراشبند	۲۱۰	۱۴۳	۷۹۸	۱۲۸۰	۱۱۲۶
میانگین	۲۱۴	۱۱۱	۹۲۰	۱۱۵۶	۱۰۱۷

به‌منظور بررسی تناسب حجم آب آبیاری با نیاز آبی باغات لیموشیرین، مقادیر حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص باغات در هر منطقه مقایسه شد. جدول ۵ نتایج بررسی آماری مقایسه حجم آب آبیاری با سناریوهای مختلف نیاز آبی ناخالص در مناطق مختلف را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که به‌عنوان نمونه در شهرستان قیروکارزین، حجم آب آبیاری داده‌شده به میزان ۸۹۲ مترمکعب در هکتار از نیاز آبی ناخالص در سال انجام پروژه بیشتر بوده که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. اما حجم آب آبیاری، ۴۱۳۱ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص بلندمدت بود که این تفاوت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص به‌دست‌آمده از سند ملی ۲۲۳۴ مترمکعب در هکتار بود که این تفاوت نیز از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. در شهرستان جهرم حجم آب آبیاری به میزان ۸۹۶ مترمکعب در هکتار از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله بیشتر و در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. در شهرستان داراب حجم آب آبیاری حدود ۴۳۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله و بلندمدت بود که این تفاوت ازنظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. در شهرستان لار نیز حجم آب آبیاری داده شده بیش از ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله و بلندمدت بود، که این تفاوت‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. در شهرستان کازرون حجم آب آبیاری حدود ۱۸۰۰ و ۲۷۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله و بلندمدت بود که این تفاوت‌ها از نظر آماری برای اولی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد، ولی برای دومی معنی‌دار شد. در شهرستان فراشبند تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص یک‌ساله در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد، اما با نیاز آبی ناخالص بلندمدت در سطح ۵ درصد معنی¬دار شد. به‌طورکلی با در نظر گرفتن تمام باغات انتخابی، میانگین نیاز آبی ناخالص یک‌ساله، بلندمدت و با استفاده از سند ملی به ترتیب ۱۳۴۳۳، ۱۱۷۱۴ و ۱۰۵۳۸ مترمکعب در هکتار بود. مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص نشان داد که تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص یک‌ساله ۵۶۹ مترمکعب در هکتار بود که از نظر آماری معنی‌دار نبود. اما حجم آب آبیاری به میزان ۲۲۸۸ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص بلندمدت بود که از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین حجم آب آبیاری به میزان ۳۴۶۴ در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص از سند ملی آب بود که این تفاوت نیز از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. علت معنی‌دار نشدن تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص یک‌ساله را می‌توان به کاهش میزان بارندگی در سال انجام پروژه و درنتیجه افزایش نیاز آبی باغات لیمو در سال اجرای پروژه نسبت به مقادیر بلندمدت دانست.

جدول ۵- نتایج بررسی تفاوت آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص باغات لیموشیرین در مناطق مورد بررسی در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰

منطقه	پارامتر	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
قیروکارزین	آب آبیاری-پنمن مانتیث یک‌ساله	۸۹۲	۲/۳۶	۱/۶۰	۰/۱۵۴
	آب آبیاری-پنمن مانتیث ده‌ساله	۴۱۳۱	۲/۳۶	۷/۴۱	۰/۰۰۰
	آب آبیاری-سندملی	۲۲۳۴	۲/۳۶	۴/۰۱	۰/۰۰۵
جهرم	آب آبیاری-پنمن مانتیث یک‌ساله	۸۹۶	۲/۲۶	۱/۰۷	۰/۳۱۴
	آب آبیاری-پنمن مانتیث ده‌ساله	۴۰۵۱	۲/۲۶	۴/۸۲	۰/۰۰۱
	آب آبیاری-سندملی	۳۱۰۹	۲/۲۶	۳/۷۰	۰/۰۰۵
داراب	آب آبیاری-پنمن مانتیث یک‌ساله	۴۳۳۳	۲/۴۵	۲/۶۲	۰/۰۴۰
	آب آبیاری-پنمن مانتیث ده‌ساله	۴۳۷۴	۲/۴۵	۲/۶۴	۰/۰۳۸
	آب آبیاری-سندملی	۵۹۱۲	۲/۴۵	۳/۵۷	۰/۰۱۲
لار	آب آبیاری-پنمن مانتیث یک‌ساله	۳۰۲۲	۲/۳۶	۳/۵۴	۰/۰۰۹
	آب آبیاری-پنمن مانتیث ده‌ساله	۳۲۰۳	۲/۳۶	۳/۷۵	۰/۰۰۷
	آب آبیاری-سندملی	۴۹۳۱	۲/۳۶	۵/۷۷	۰/۰۰۱
کازرون	آب آبیاری-پنمن مانتیث یک‌ساله	۱۷۹۰	۲/۳۶	۱/۹۵	۰/۰۹۲
	آب آبیاری-پنمن مانتیث ده‌ساله	۲۶۹۰	۲/۳۶	۲/۹۳	۰/۰۲۲
	آب آبیاری-سندملی	۵۲۵۶	۲/۳۶	۵/۷۳	۰/۰۰۱
فراشبند	آب آبیاری-پنمن مانتیث یک‌ساله	۱۵۲۳	۲/۳۶	۱/۵۹	۰/۱۵۷
	آب آبیاری-پنمن مانتیث ده‌ساله	۳۲۳۴	۲/۳۶	۳/۳۷	۰/۰۱۲
	آب آبیاری-سندملی	۶۸۷۹	۲/۳۶	۷/۱۶	۰/۰۰۰
مجموع شهرستان‌ها	آب آبیاری-پنمن مانتیث یک‌ساله	۵۶۹	۱/۹۹	۱/۲۳	۰/۲۲۲
	آب آبیاری-پنمن مانتیث ده‌ساله	۲۲۸۸	۱/۹۹	۵/۲۴	۰/۰۰۰
	آب آبیاری-سندملی	۳۴۶۴	۱/۹۹	۷/۷۸	۰/۰۰۰

در این تحقیق تأثیر عوامل مختلفی شامل سن درختان، شوری آب آبیاری، شوری عصاره خاک، بافت خاک، سطح سواد کشاورزان و نوع کشاورزان ازنظر معمولی یا پیشرو بودن بر عملکرد محصول، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب موردبررسی قرار گرفت. جدول ۶ نتایج این بررسی‌ها را نشان می‌دهد. طبق این جدول میانگین عملکرد محصول در درختان با سن کمتر از ۶ سال به‌طور متوسط ۱۷ تن در هکتار و در درختان ۶ تا ۱۰ سال به‌طور متوسط ۲۰ تن در هکتار بود. در درختان با سن بیشتر از ۱۰ سال متوسط عملکرد ۲۶ تن در هکتار بود. بنابراین با افزایش سن درختان، میزان عملکرد نیز افزایش یافت. در درختان ۱۰ ساله و بیشتر، متوسط حجم آب آبیاری ۱۶۲۰۰ مترمکعب در هکتار بود، در حالیکه در درختان کم سن‌تر میانگین حجم آب آبیاری حدود ۱۴۵۰۰ مترمکعب در هکتار بود. یعنی با افزایش سن درختان حجم آب آبیاری نیز افزایش یافت. به‌طورکلی بهره‌روی آب آبیاری با افزایش سن درخت افزایش یافت و از ۱/۲ در درختان ۶ ساله و کمتر، به ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب در درختان مسن‌تر از ۱۰ سال رسید. نتایج نشان داد که افزایش سطح سواد کشاورزان از زیر دیپلم به دیپلم و بالاتر نیز باعث افزایش عملکرد از ۱۸ به ۲۶ تن در هکتار و بهره‌وری آب از ۱/۳ به ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب گردید. با افزایش شوری آب آبیاری عملکرد و حجم آب آبیاری تغییر محسوسی نداشتند. اما بهره‌وری آب روند کاهشی داشت و از ۱/۶ در شوری‌های کمتر از ۱ دسی زیمنس بر متر به ۱ کیلوگرم بر مترمکعب در شوری‌های بیشتر از ۳ دسی زیمنس بر متر رسید. با افزایش شوری خاک از کمتر از ۲ به بیشتر از ۴ دسی زیمنس بر متر، حجم آب آبیاری افزایش و عملکرد کاهش یافت. در نتیجه بهره‌وری آب نیز کاهش داشت و از ۱/۶ به ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب رسید. این نتایج با نتایج سرحدی و شریف (۱۳۹۶)

همخوانی دارد. نتایج نشان داد نوع بافت خاک تأثیر محسوسی بر عملکرد و حجم آب آبیاری داشت. به‌گونه‌ای که بیشترین و کمترین میزان عملکرد و حجم آب آبیاری به ترتیب در خاک با بافت سبک و سنگین مشاهده شد. نوع بافت خاک باعث تغییرات محسوسی در میزان بهره‌وری آب آبیاری نگردید. در باغات متعلق به کشاورزان پیشرو نسبت به کشاورزان معمولی، عملکرد و بهره‌وری آب بیشتر بود اما تغییر محسوسی در میزان حجم آب آبیاری مشاهده نگردید.

جدول ٦- نتایج تأثیر عوامل مختلف بر عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات لیموشیرین

منطقه	محدوده	حجم آب آبیاری مترمکعب در هکتار	عملکرد تن در هکتار	بهره‌وری آب آبیاری کیلوگرم بر مترمکعب
سن درختان	کمتر از ۶ سال	۱۴۴۷۹	۱۷	۱/۲
	۶ تا ۱۰ سال	۱۴۶۴۲	۲۰	۱/۴
	بیشتر از ۱۰ سال	۱۶۱۷۹	۲۶	۱/۷
سطح سواد	پایین‌تر از دیپلم	۱۴۳۸۹	۱۸	۱/۳
	دیپلم	۱۴۵۴۹	۲۰	۱/۴
	بالاتر از دیپلم	۱۶۵۸۸	۲۶	۱/۷
شوری آب	کمتر از ۱ دسی زیمنس بر متر	۱۵۱۹۱	۲۳/۰	۱/۶
	۱ تا ۳ دسی زیمنس بر متر	۱۴۴۵۴	۱۸/۴	۱/۳
	بیشتر از ۳ دسی زیمنس بر متر	۱۵۱۰۴	۲۱	۱
شوری خاک	کمتر از ۲ دسی زیمنس بر متر	۱۳۷۸۸	۲۲/۱	۱/۶
	۲ تا ۴ دسی زیمنس بر متر	۱۴۸۹۸	۲۰/۹	۱/۴
	بیشتر از ۴ دسی زیمنس بر متر	۱۵۴۵۱	۱۹/۳	۱/۲
بافت خاک	سبک	۱۷۰۷۹	۲۳/۰	۱/۴
	متوسط	۱۴۷۱۱	۲۰/۳	۱/۴
	سنگین	۱۴۱۷۱	۱۹/۱	۱/۴
نوع بهره‌بردار	پیشرو	۱۴۷۳۷	۲۳/۳	۱/۵
	معمولی	۱۴۸۴۴	۱۹/۰	۱/۳

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج کلی به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد که در باغات لیموشیرین منتخب استان فارس، میانگین کل حجم آب آبیاری و حجم آب کاربردی در سال انجام تحقیق به ترتیب ۱۴۷۱۲ و ۱۵۷۸۹ مترمکعب در هکتار در سال بود. میزان بارندگی موثر در سال انجام تحقیق و در بلندمدت به‌طور متوسط معادل ۱۱۱۰ و ۲۱۴۰ مترمکعب در هکتار بود. از نظر میانگین شهرستانی، کمترین و بیشترین میزان حجم آب آبیاری بترتیب مربوط به شهرستان‌های قیروکارزین و داراب بود. کمترین و بیشترین بهره‌وری آب آبیاری متعلق به شهرستان‌های کازرون و لار بود. مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص در سال انجام تحقیق نشان داد که در همه شهرستان‌های مورد بررسی، میزان آب آبیاری داده‌شده بیشتر از نیاز آبی ناخالص بود. البته در بعضی شهرستان‌ها مانند داراب و لار این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار و در سایر شهرستان‌ها معنی‌دار نبود. به‌طورکلی میانگین حجم آب آبیاری در استان در سال انجام تحقیق حدود ۴ درصد بیشتر از نیاز ناخالص بود که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نشد. حجم آب آبیاری به‌طور متوسط ۱۹ درصد بیشتر از نیاز آبی ناخالص بلندمدت بود که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود. دلیل این امر بیشتر بودن بارندگی بلندمدت نسبت به سال انجام تحقیق بود. همچنین با توجه به تفاوت نسبتا زیاد نیاز آبی به دست آمده از سند ملی آب با حجم آب آبیاری و تفاوت زیاد نیاز آبی سند ملی با نیاز آبی ناخالص یک‌ساله، به نظر می‌رسد در مناطق انتخابی، سند ملی آب، نیاز آبی باغات

لیموشیرین را کمتر از نیاز واقعی نشان داده است. بررسی تأثیر سایر عوامل بر بهره‌وری آب و اجزای آن نشان داد که با افزایش سن باغات لیموشیرین، میزان عملکرد و بهره‌وری آب افزایش یافت. سطح سواد باغداران باعث افزایش عملکرد و بهره‌وری آب شد اما بر کاهش مصرف آب مؤثر نبود. بهره‌وری آب و عملکرد در باغات تحت مدیریت باغداران پیشرو بهتر بود. باغات دارای بافت خاک سبک، دارای عملکرد و حجم آب آبیاری بیشتری نسبت به سایر بافت ها بودند. نوع بافت خاک بر بهره-وری آب تأثیری نداشت. باغات با شوری خاک بیشتر دارای عملکرد و بهره‌وری آب کمتری بودند. با توجه به تغییرات بارش در سال‌های مختلف، پیشنهاد می‌شود نیاز آبی باغات لیموشیرین در مناطق مورد بررسی به‌صورت دقیق تعیین و با برنامه‌ریزی دقیق آبیاری به درختان داده شود تا هم در مصرف آب صرفه‌جویی شده و هم عملکرد و بهره‌وری آب افزایش یابد.

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 کلانتری، م. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹. 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. ۱۵ ص.

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.

کرمی، 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.، فتاحی، ر.، قربانی، ب.، ربیعی غ.، و اسفندیاری، ص. ۱۳۹۶ الف. تأثیر کم‌آبیاری بر رشد رویشی، عملکرد و کارایی مصرف آب پرتقال مارس ارلی در جنوب کرمان. مجله به‌زراعی کشاورزی. ۲۰ (۳): ۷۰۷ تا ۷۱۸.

مقبلی دامنه، ا.، فتاحی، ر.، قربانی، ب.، ربیعی، غ.، و اسفندیاری، ص. ۱۳۹۶ ب. اثر کم‌آبیاری کنترل‌شده و آبیاری زیرسطحی بر عملکرد کمی و کیفی پرتقال. سومین همایش ملی آب در مزرعه، کرج، ایران.

Abu-awwad, A.M. 2001. Influence of different water quantities and qualities on lemon trees and soil salt distribution at the Jordan valley. Agricultural Water Management. 52: 53-71.

Aguado, A., Frias, J., Garcıa-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.

Domingo, R., Ruiz-Sanchez, M.C., Sanchez-Blanco, M.J. and Torrecillas, A. 1996. Water relations, growth and yield of Fino lemon trees under regulated deficit irrigation. Irrigation Science. 16: 115-123.

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. 2019. 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 Management. 97: 614 622.

Hamido, S.A., and Morgan, K.T. 2021. The effect of irrigation rate on the water relations of young citrus treesin 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.

Panigrahi, P., Srivastava, A.K., and Huchche, A.D. 2012. Effects of drip irrigation regimes and basin irrigation on Nagpur mandarin agronomical and physiological performance. Agricultural Water Management. 104: 79-88.

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-srid conditions. Water. 13, 1795.

Perez-Perez, J.G., Dodd, I.C., and Botia, P. 2012. Partial root zone drying increases water-use efficiency of lemon Fino 49 trees independently of root-to-shoot ABA signalling. Functional Plant Biology. 39: 366-378.

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.

Robles, J.M., Botia, P. and Perez-Perez, J.G. 2016. Subsurface drip irrigation effects trunk diameter fluctuations in lemon trees, in comparison with surface drip irrigation. Agricultural Water Management. 165: 11-21.

Slamini, M., Sbaa, M., Arabi, M., Darmous, A. and Bouknana, 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.

Torrecillas, A., Ruiz-Sanchez, M.C., Domingo, R., and Hernandez-Borroto, J. 1993. Regulated deficit irrigation on Fino lemin trees. Acta Horticulturae. 335: 205-212.

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 1 Spring and Summer 2023, 83-94

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان۱۴۰۲، ص. ۹۴-۸۳

Investigating the Volume of Applied Water and Water Productivity in Sweet Lime Orchards of Fars Province

M.A. Shahrokhnia[1]*, S.E. Dehghanian[2], A. Eslami[3] and F. Abbasi[4]

Abstract

About three quarters of the country's sweet lime orchards are located in Fars province. Having sufficient information on the amount of irrigation water and water productivity of these gardens can lead to better management of water resources and increase water productivity. In this research, the water productivity and the amount of water given in 60 sweet lime orchards in six regions of Fars province were measured during 2020-2021. Among the selected orchards, due to differences in irrigation management, soil salinity and other factors, the volume of irrigation water varied from about 10000 to 24000 m3/ha per year. The average total volume of irrigation water was 14712 m3/ha. In terms of the regional average, the lowest and highest amount of irrigation water was related to Ghir-Karzin and Darab regions with 13023 and 17079 m3/ha per year, respectively. The productivity of irrigation water in selected gardens was between 0.71 and 2.23 kg/m3 and on average 1.40 kg/m3. Comparing the volume of irrigation water with the gross water requirement showed that in the year of conducting the research, these differences were statistically significant in Lar and Darab regions. In general, the average difference between the volume of irrigation water and the annual gross water requirement in the province was 569 m3/ha, which was not statistically significant. But on average, the volume of irrigation water was 2288 m3/ha more than the long-term gross water requirement, which was a significant difference. Therefore, it is necessary to apply irrigation scheduling and accurately determine the required water to increase the productivity of sweet lime orchards in Fars province.

Keywords: 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 (* Corresponding Author Email: mashahrokh@yahoo.com)
[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 Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Shiraz, Iran
[4] Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Received: 23 July 2022
Accepted: 23 Oct 2022