

تعیین حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب باغات لیموترش در استان فارس

محمدعلی شاهرخ‌نیا^{۱*}، امیر اسلامی^۲، سید ابراهیم دهقانیان^۳ و فریبرز عباسی^۴

چکیده

اگرچه استان فارس دارای بیشترین تولید محصول لیموترش در کشور است، اما اطلاعات کافی از میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات لیموترش مناطق مختلف این استان در دست نیست. در این تحقیق، بهره‌وری آب و میزان آب داده‌شده در ۷۰ باغ لیموترش در هفت شهرستان استان فارس در طول سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ اندازه‌گیری شد. در بین باغات انتخابی، به دلیل تفاوت در مدیریت آبیاری، شوری خاک و عوامل دیگر، میزان حجم آب آبیاری از حدود ۶۰۰۰ تا ۲۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال متفاوت بود. میانگین کل حجم آب آبیاری ۱۳۳۷۶ مترمکعب در هکتار بود. از نظر میانگین شهرستانی، کمترین و بیشترین میزان حجم آب آبیاری به ترتیب مربوط به شهرستان‌های جهرم و داراب با ۱۰۰۳۰ و ۱۶۴۳۳ مترمکعب در هکتار در سال بود. میزان بهره‌وری آب آبیاری در باغات انتخابی بین مقادیر ۰/۶۹ تا ۳/۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب و به‌طور متوسط ۱/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص در مناطق مختلف نشان داد که در بعضی از شهرستان‌ها بیش آبیاری و در بعضی کم آبیاری انجام شده‌بود؛ اما به‌طور کلی میانگین تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص یک ساله ۲۵۵ مترمکعب در هکتار بود که از نظر آماری معنی‌دار نبود؛ اما حجم آب آبیاری به میزان ۱۷۳۵ مترمکعب در هکتار بیشتر از ۱۱۶۴۰ مترمکعب در هکتار نیاز آبی ناخالص بلندمدت بود که از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود؛ بنابراین اعمال برنامه‌ریزی آبیاری و تعیین دقیق نیاز آبی برای افزایش بهره‌وری باغات لیموترش استان فارس ضروری است.

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

ارجاع: شاهرخ‌نیا م. ع. اسلامی ا. دهقانیان س. ا. و عباسی ف. ا. ۱۴۰۱. تعیین حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب باغات لیموترش در استان فارس. مجله پژوهش آب ایران. ۳۷-۲۷: ۴۶. <https://dx.doi.org/10.22034/iwrj.2022.13875.2400>

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

* نویسنده مسئول: mashahrokh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۳

مقدمه

حدود ۳۴ درصد از محصول لیموترش تولیدی در کشور از استان فارس به‌دست می‌آید (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). این استان مانند بسیاری از نقاط کشور جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده و مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر منابع آبی و افزایش میزان محصول و بهره‌وری آب مزارع و باغات، بایستی از میزان آب کاربردی در محصولات مختلف اطلاعات کافی داشت. باتوجه به اهمیت محصول لیموترش در استان فارس و انجام تحقیقات اندک درباره‌ی میزان آب آبیاری این محصول در کشور، بررسی این شاخص و بهره‌وری آب این محصول در استان فارس می‌تواند مفید باشد.

۳۷ درصد از محصولات باغبانی کشور میوه‌های گرمسیری است که حدود ۷ درصد آن مربوط به لیموترش (Citrus aurantifolia) است (کرمی، ۱۳۹۸). لیمو جزو مرکبات بوده و سطح زیر کشت مرکبات در جهان ۹/۳ میلیون هکتار و محصول تولیدی سالیانه آن ۱۳۲ میلیون تن است (فانو، ۲۰۱۹). میزان آب مورد نیاز هر هکتار باغ مرکبات بسته به وضع آب‌وهوا، سن، تعداد درخت در هکتار، نوع میوه و جنس زمین و شیوه آبیاری متفاوت است (جکسون، ۱۹۹۱). حد بحرانی شوری آب آبیاری برای مرکبات ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است. درختان مرکبات در شوری‌های بالاتر دچار صدمه و افت عملکرد کمی و کیفی خواهند شد. با توجه به اقلیم منطقه و پارامترهای مربوط به آن، مدیریت تغذیه و آبیاری باغ و خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها، آب‌های با شوری بیش از ۱۸۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر نباید برای آبیاری باغات مرکبات مورد استفاده قرار گیرد (سرحدی و شریف، ۱۳۹۶). مرکبات به تنش آبی حساس هستند؛ بنابراین باید آبیاری در دوره‌های کوتاه (روزانه تا ۳ روزه در سامانه قطره‌ای) انجام پذیرد. مقدار آب آبیاری بهتر است به اندازه نیاز آبی گیاه در دوره‌های مختلف فصل رشد تأمین شود. (مقبلی دامنه، ۱۳۹۶). احمدپور و سلیمانی (۱۳۹۶) میزان آب مصرفی باغات مرکبات مناطق جنوبی کشور را بین ۸۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش کرده‌اند. براساس تحقیقات انجام‌شده، بهترین میزان آبیاری درختان لیموترش ۷۵ درصد تبخیر از تشک کلاس A با دور آبیاری یک روز در میان است. نیاز آبی مرکبات در منطقه

میناب براساس روش پنمن مانیتیت حدود ۱۰۷۵ میلی‌متر برآورد شد. 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 شد که تا کاهش ۵۰ درصدی در مصرف آب، میزان بهره‌وری آب تا حدود ۰/۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافت (کرمی، ۱۳۹۸). نتایج تحقیق روی مرکبات در جنوب استان کرمان نشان داد که کم‌آبیاری و آبیاری زیرسطحی در افزایش کارایی مصرف آب و صرفه‌جویی در مصرف آب بسیار مؤثر بودند. آبیاری زیرسطحی عمقی با جلوگیری از تبخیر آب و توزیع مناسب رطوبت در محیط ریشه با ۲۰ درصد سطح سایه‌انداز بیشتر و ۲۸ درصد عملکرد محصول بیشتر نسبت به روش آبیاری قطره‌ای سطحی بهترین عملکرد را از خود نشان داد (مقبلی دامنه و همکاران، ۱۳۹۷). یک بررسی دیگر نتایج نشان داد کم‌آبیاری به اندازه ۸۰ درصد نیاز آبی سبب ۱۷ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب درختان مرکبات بدون کاهش عملکرد شد. نتایج نشان داد آبیاری زیرسطحی ضمن ۱۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، سبب افزایش ابعاد میوه و کارایی مصرف آب نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی می‌شود (مقبلی دامنه و همکاران، ۱۳۹۶). بررسی دانش‌نیا و همکاران (۱۳۷۱) به‌منظور تعیین برآورد آب مورد نیاز آبیاری در درختان لیموترش براساس میزان تبخیر از تشک کلاس A در منطقه جهرم منتج به تهیه جداول تعیین نیاز آبی برای این درختان شد. رستگار و و شاهرخ‌نیا (۱۳۷۷) نشان دادند که باید برای لیموترش ضریب ۷۵ درصدی تبخیر از تشک کلاس A را در نظر گرفت. در مقایسه انجام‌گرفته در بین روش‌های آبیاری مختلف مشخص شد که در روش قطره‌ای نسبت به سطحی به میزان ۳۰ درصد آب کمتری مصرف می‌شود (شاهرخ‌نیا و همکاران، ۱۳۶۷). تورسیلاس و همکاران (۱۹۹۳) حجم آب مورد نیاز خالص لیمو در یک منطقه از اسپانیا را در دو سال پیاپی حدود ۶۰۰۰ و ۶۸۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد کردند. دومینگو و همکاران (۱۹۹۶) کم‌آبیاری به میزان ۲۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه را برای درختان لیموترش مناسب دانستند، به شرط اینکه در زمان رشد سریع میوه، کم‌آبیاری اعمال نشود. با این عمل حدود ۳۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شد و در سال‌های

در هکتار و افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۲۴ درصد نسبت به آبیاری کامل می‌شود، درحالی‌که میزان عملکرد فقط ۱۰-۱۲ درصد کاهش می‌یابد. الاتمانی و همکاران (۲۰۲۰) و اسلامینی و همکاران (۲۰۲۲) سناریوهای مختلف کم‌آبیاری مرکبات را در مراکش مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که آبیاری بخشی ریشه نتیجه مطلوبی به بار نیاورد. آبیاری به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه نیز باعث کاهش عملکرد شد؛ البته میزان قند میوه و اسیدیته افزایش یافت. در همه سناریوهای کم‌آبیاری، بهره‌وری آب افزایش یافت. پارا و همکاران (۲۰۲۱) در اسپانیا به این نتیجه رسیدند که در شرایط ثابت بافت خاک، مقدار آب آبیاری و دور آبیاری، افزایش تعداد قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای جز در سال اول، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول درختان لیموترش نداشته‌است. هامیدو و مورگان (۲۰۲۱) برای درختان مرکبات جوانی که به‌صورت متراکم کاشته شده‌اند، آبیاری به میزان ۸۱ درصد نیاز آبی کامل را از جنبه‌های مختلف مفید و مؤثر دانسته‌اند.

بررسی تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که تاکنون تحقیقات اندکی درخصوص میزان آب آبیاری و مدیریت آبیاری لیموترش انجام گرفته‌است؛ بنابراین اندازه‌گیری و بررسی حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب درختان لیموترش در استان فارس که مهم‌ترین استان تولیدکننده لیموترش در کشور است، می‌تواند برای تصمیم‌گیران، محققان و کارشناسان مربوط بسیار مفید باشد.

مواد و روش‌ها

در این پروژه، بهره‌وری و میزان آب داده‌شده توسط باغداران برای تولید لیموترش در طول یکسال، بدون ارائه توصیه‌های فنی یا کارشناسی به باغداران اندازه‌گیری شد. محل انجام تحقیق هفت شهرستان برتر از نظر سطح زیر کشت لیموترش در استان فارس شامل فیروکارزین، جهرم، داراب، لار، کازرون، فراشند و مهر بود. اقلیم این مناطق به ترتیب فراخشک معتدل، فراخشک معتدل، نیمه‌خشک معتدل، فراخشک معتدل، فراخشک سرد، نیمه‌خشک سرد و فراخشک گرم است. در هر شهرستان ۱۰ باغ و مجموعاً ۷۰ باغ برای داده‌برداری و پایش انتخاب شد. باغ‌های موردنظر در شهرستان‌ها با کمک کارشناسان سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها، شناسایی و انتخاب شدند.

مختلف کاهشی در کمیت و کیفیت محصول مشاهده نشد. ابوواود (۲۰۰۱) حجم آب مورد نیاز درختان لیمو در دره اردن، را در دو سال پیاپی به ترتیب ۵۱۷۰ و ۵۹۱۰ مترمکعب در هکتار برآورد کرد. پانیگراهی و همکاران (۲۰۱۲) بهترین میزان آب آبیاری رقمی از مرکبات در کشور هند را بررسی کردند. براساس نتایج آن‌ها و استفاده از آبیاری قطره‌ای و آبیاری به میزان ۸۰ درصد میزان تبخیر از تشتک بهترین نتیجه از لحاظ کمیت و کیفیت محصول به‌دست آمد. میزان بهره‌وری آب در این شرایط به حدود ۵ کیلوگرم بر مترمکعب رسید و به‌ازای هر درخت حدود ۷ مترمکعب آب آبیاری مصرف شد. پرزپرز و همکاران (۲۰۱۲) میزان آب خالص مورد نیاز درختان لیمو در جنوب اسپانیا را حدود ۵۵۷۰ مترمکعب در هکتار و بهره‌وری آب را ۸ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد کردند. در اسپانیا مشخص شد کم‌آبیاری کنترل‌شده باعث کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب بدون کاهش کمی میزان تولید مرکبات می‌شود (کوئینوز و همکاران، ۲۰۱۰). کم‌آبیاری کنترل‌شده به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی در مرکبات اسپانیا باعث صرفه‌جویی در مصرف آب بدون کاهش عملکرد شد (آگوادو و همکاران، ۲۰۱۲). کوئینوز و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که آبیاری زیرسطحی می‌تواند باعث افزایش راندمان، بهره‌وری آب و میزان تولید شود، همچنین کم‌آبیاری کنترل‌شده همراه با کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب نیز باعث افزایش کیفیت محصول، راندمان و بهره‌وری آب بدون کاهش کمی میزان تولید می‌شود. روبلز و همکاران (۲۰۱۶) آب آبیاری درختان لیمو در اسپانیا را براساس ۸۰ درصد رطوبت در دسترس گیاه انجام دادند و میزان بهره‌وری آب در دو سال پیاپی را برای قطره‌ای زیرسطحی ۱۰ و ۱۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب و برای قطره‌ای سطحی ۷/۹ و ۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کردند. مارتینز و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی را در مرکبات اسپانیا مورد بررسی قرار داده و گزارش دادند که آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث صرفه‌جویی در مصرف آب به میزان ۱۴-۱۱/۵ درصد نسبت به روش قطره‌ای سطحی می‌شود. گارسیا و همکاران (۲۰۱۰) با انجام مطالعه‌ای در خصوص کم‌آبیاری به این نتیجه رسیدند که کم‌آبیاری کنترل‌شده (عدم‌اعمال کم‌آبیاری در دوره گلدهی) در مرکبات بالغ سبب صرفه‌جویی در مصرف آب به مقدار ۱۰۰۰ مترمکعب

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

که در آن: WP = بهره‌وری آب آبیاری در تولید لیمو (کیلوگرم بر مترمکعب آب آبیاری در طول فصل رشد)، CY = عملکرد لیمو (کیلوگرم در هکتار در سال)، CW = حجم آب آبیاری در تولید لیمو (مترمکعب در هکتار در سال) است. برای برآورد شاخص بهره‌وری آب کل در مخرج کسر معادله (۱)، بارش مؤثر نیز به حجم آب آبیاری اضافه شد. میزان بارش مؤثر نیز به روش سرویس حفاظت خاک اداره کشاورزی آمریکا از معادلات (۲) و (۳) برآورد شد. در این معادله Re و R به ترتیب باران مؤثر و باران به میلی‌متر است.

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

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

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 شبانه‌روز در یک دوره آماری ۱۰ ساله برای برآورد تبخیر-تعرق مرجع استفاده شد. برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع (ET_o) با استفاده از نرم‌افزار ET_o-Calculator در مناطق به روش پنمن مانتیث فائو صورت گرفت. سپس عمق تبخیر-تعرق پتانسیل درخت لیموترش (ET_c) در مناطق منتخب با استفاده از معادله (۴) برآورد شد.

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (4)$$

مقادیر ضریب گیاهی (K_c) برای هر مرحله رشد براساس یافته‌های پژوهشی در منطقه یا تجربیات مهندسی در تلفیق با پیشنهاد نشریه فائو ۵۶ انتخاب شد (الن و همکاران، ۱۹۹۸).

نتایج و بحث

جدول ۱ مشخصات کلی و میانگین عملکرد سه‌ساله باغات لیموترش انتخابی را نشان می‌دهد. حداقل، حداکثر و میانگین مساحت باغات انتخابی به ترتیب ۰/۴، ۱۱/۵ و ۲/۳ هکتار بود. میانگین دبی آب ورودی به باغات ۷/۵ لیتر بر ثانیه و میانگین سن درختان باغات ۷ سال بود. متوسط شوری آب و خاک باغات انتخابی به ترتیب ۱/۵ و ۳/۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. کمترین، بیشترین و میانگین عملکرد باغات به ترتیب ۱۱، ۳۱ و ۱۸/۵ تن در هکتار به‌دست آمد.

باغ‌های لیموترش مورد مطالعه به‌گونه‌ای انتخاب شدند که عوامل مختلف از جمله روش آبیاری، بافت خاک، رقم و کیفیت آب آبیاری را پوشش دهند. باغ‌های منتخب در طول یکسال (۱۳۹۹-۱۴۰۰) 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 قطره‌ای بودند. مقدار دبی خروجی از منبع آبی به وسیله کنتور واسنجی شده در هر کدام از باغ‌های منتخب سه مرتبه در سال اندازه‌گیری شد. پس از تعیین دبی آب ورودی به باغ با پایش دقیق برنامه آبیاری باغ (زمان آبیاری، دور آبیاری، تعداد دفعات آبیاری در طول دوره رشد) و همچنین اندازه‌گیری سطح زیرکشت محصول، حجم آب مصرفی درختان لیموترش در هر کدام از باغ‌های منتخب اندازه‌گیری شد. با توجه به احتمال تغییرات عملکرد محصول در سال‌های مختلف، میانگین میزان عملکرد در حداقل ۳ سال اخیر ملاک عمل قرار گرفت. با ضرب دبی در مدت زمان کل آبیاری در طول فصل، میزان حجم آب آبیاری به‌دست آمد. در هر کدام از باغ‌ها مواردی نظیر بافت خاک باغ‌ها، هدایت الکتریکی خاک و آب آبیاری و... نیز اندازه‌گیری شد. پارامترهای اندازه‌گیری شده مربوط به محصول لیموترش در هر کدام از باغ‌های منتخب (شامل دبی ورودی به باغ، تعداد نوبت‌های آبیاری، میزان آب مصرفی در طول یکسال، شوری آب و خاک، بافت خاک، میزان تولید محصول، عملکرد محصول در واحد سطح بود.

مقدار تبخیر-تعرق درخت لیمو 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 شد. مقادیر نیاز آبی خالص لیموترش از سند ملی آب نیز اخذ شد. با در نظر گرفتن راندمان ۹۰ درصد برای سامانه آبیاری قطره‌ای (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵)، نیاز آبی ناخالص باغات به‌دست آمد و توسط آزمون تی با حجم آب آبیاری باغات مقایسه شد. برای بررسی تغییرات عملکرد، حجم آب آبیاری و شاخص بهره‌وری آب در تولید لیموترش در شهرستان‌های مورد نظر از تحلیل واریانس استفاده شد. شاخص بهره‌وری آب از نسبت مقدار عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) از معادله زیر به‌دست آمد:

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

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)
فیروزکارزین	حداقل	4/6	1/1	1/8	0/5	5	19/0
	حداکثر	8/1	1/7	2/3	2/5	15	31/0
	میانگین	6/3	1/5	2/1	1/5	9	25/3
جهرم	حداقل	2/0	0/8	1/1	0/4	4	15/0
	حداکثر	12/3	2/7	3/1	3/0	13	28/5
	میانگین	7/3	1/8	2/4	1/5	6	21/5
داراب	حداقل	5/6	0/7	2/1	1/2	4	17/3
	حداکثر	12/0	1/0	5/6	6/0	12	27/0
	میانگین	8/2	0/8	3/8	2/7	8	23/2
لار	حداقل	6/0	0/5	0/9	0/5	4	11/0
	حداکثر	40/0	1/8	5/6	5/8	8	24/4
	میانگین	16/1	1/0	3/4	2/2	6	15/1
کازرون	حداقل	1/3	1/2	2/5	1/0	4	11/0
	حداکثر	25/0	1/3	4/7	2/5	15	30/0
	میانگین	7/3	1/3	4/0	1/8	6	15/7
فراشبند	حداقل	4/0	1/4	2/5	1/0	4	11/0
	حداکثر	9/0	3/0	6/1	4/8	10	27/5
	میانگین	6/5	2/0	4/3	2/4	7	17/2
مهر	حداقل	2/0	0/5	3/2	0/4	4	11/0
	حداکثر	9/0	4/2	6/6	11/5	20	15/3
	میانگین	4/6	1/9	4/5	3/7	7	12/8
کل باغات	میانگین	7/5	1/5	3/8	2/3	7	18/5

تُن در هکتار) بود. عملکرد شهرستان‌های فیروزکارزین، جهرم و داراب تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشتند. شهرستان‌های لار، کازرون، فراشبند و مهر نیز از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند.

در بین باغات انتخابی، میزان حجم آب آبیاری از حدود ۶۰۰۰ تا ۲۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال به‌دست آمد. میانگین کل حجم آب آبیاری ۱۳۳۷۶ مترمکعب در هکتار بود. از نظر میانگین شهرستانی، کمترین و بیشترین میزان حجم آب آبیاری به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های جهرم و داراب با ۱۰۰۳۰ و ۱۶۴۳۳ مترمکعب در هکتار در سال بود. حجم آب آبیاری در شهرستان‌های داراب، لار، کازرون و فراشبند از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نداشتند. تفاوت حجم آب آبیاری در شهرستان‌های جهرم، فیروزکارزین نیز معنی‌دار نبود. نتایج به‌دست‌آمده درخصوص حجم آب آبیاری باغات لیموترش در این تحقیق با نتایج گزارش‌شده توسط احمدپور و سلیمانی (۱۳۹۶) همخوانی دارد.

در جدول ۲ کمترین و بیشترین مقادیر شاخص‌های مرتبط با آبیاری و بهره‌وری آب در مناطق مورد بررسی آورده شده‌است. جدول ۳ نتایج مقایسه آماری میانگین مقادیر حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب لیموترش را در مناطق مورد بررسی نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که میانگین تعداد دفعات آبیاری در کل باغات مورد بررسی ۱۳۶ مرتبه بوده‌است. یعنی به‌طور متوسط در طول یکسال، دور آبیاری کمتر از ۳ روز بوده‌است. البته تمام باغات انتخابی در این تحقیق مجهز به سامانه آبیاری قطره‌ای بودند و باغ لیموترشی که به‌صورت سطحی آبیاری شود، یافت نشد. کمترین و بیشترین تعداد دفعات آبیاری از لحاظ میانگین شهرستانی، مربوط به شهرستان‌های داراب و فراشبند به‌ترتیب ۱۱۴ و ۱۷۰ دفعه بود؛ البته باغاتی وجود داشت که حداقل ۸۶ و حداکثر ۲۷۰ دفعه در یکسال آبیاری می‌شدند، به‌طوری‌که در فصول گرم سال، هر روز آبیاری انجام می‌شد.

براساس جدول ۳، بیشترین و کمترین عملکرد مربوط به شهرستان فیروزکارزین (۲۵/۳ تُن در هکتار) و مهر (۱۲/۸

جدول ۲- پارامترهای حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات لیموترش براساس منطقه در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰

منطقه	پارامتر	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	حجم آب کاربردی	بهره‌وری آب آبیاری	بهره‌وری آب کل یکساله (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب کل بلندمدت
قیروکارزین	حداقل	87	6060	7013	1/36	1/28	1/17
	حداکثر	173	14887	15839	4/21	3/64	3/04
	میانگین	125	11844	12797	2/30	2/10	1/87
جهرم	حداقل	86	7500	8238	1/12	1/07	0/98
	حداکثر	173	14150	14888	3/21	2/93	2/54
	میانگین	119	10030	10768	2/24	2/08	1/84
داراب	حداقل	91	12096	12815	0/99	0/95	0/89
	حداکثر	135	20966	21685	1/78	1/68	1/53
	میانگین	114	16433	17152	1/45	1/38	1/28
لار	حداقل	135	13306	13568	0/80	0/79	0/73
	حداکثر	160	19265	19527	1/27	1/25	1/17
	میانگین	149	15838	16100	0/93	0/91	0/84
کازرون	حداقل	90	14872	17435	0/72	0/62	0/61
	حداکثر	135	19829	22392	2/02	1/72	1/71
	میانگین	105	16236	18799	0/98	0/85	0/84
فراشند	حداقل	135	9720	11149	0/71	0/65	0/62
	حداکثر	270	17496	18925	2/83	2/47	2/33
	میانگین	170	13585	15014	1/36	1/22	1/16
مهر	حداقل	90	10498	10938	0/69	0/67	0/63
	حداکثر	270	18144	18584	1/26	1/21	1/10
	میانگین	159	13498	13938	0/97	0/94	0/86
کل باغات	میانگین	136	13376	14407	1/52	1/40	1/28

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

شهرستان	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	حجم آب کاربردی (تن در هکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری	بهره‌وری آب کل یکساله (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب کل بلندمدت
قیروکارزین	۱۱۸۴۴ ^{cd}	۱۲۷۹۷ ^{de}	۲۵/۳ ^a	۲/۳۰ ^a	۲/۱۰ ^a	۱/۸۷ ^a
جهرم	۱۰۰۳۰ ^d	۱۰۷۶۸ ^e	۲۱/۵ ^{ab}	۲/۲۴ ^a	۲/۰۸ ^a	۱/۸۴ ^a
داراب	۱۶۴۳۳ ^a	۱۷۱۵۲ ^{ab}	۲۳/۲ ^a	۱/۴۵ ^b	۱/۳۹ ^b	۱/۲۹ ^b
لار	۱۵۸۳۸ ^{ab}	۱۶۱۰۰ ^{abc}	۱۵/۱ ^c	۰/۹۳ ^b	۰/۹۲ ^b	۰/۸۴ ^b
کازرون	۱۶۲۳۶ ^{ab}	۱۸۷۹۹ ^a	۱۵/۷ ^c	۰/۹۸ ^b	۰/۸۴ ^b	۰/۸۴ ^b
فراشند	۱۳۵۸۵ ^{abc}	۱۵۰۱۴ ^{bcd}	۱۷/۲ ^{bc}	۱/۳۶ ^b	۱/۲۲ ^b	۱/۱۶ ^b
مهر	۱۳۴۹۸ ^{bc}	۱۳۹۳۸ ^{cd}	۱۲/۸ ^c	۰/۹۷ ^b	۰/۹۴ ^b	۰/۸۷ ^b
میانگین کل	۱۳۳۷۶	۱۴۴۰۷	۱۸/۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۸

شهرستان‌های کازرون، داراب و لار در یک گروه، فراشند و مهر در یک گروه و شهرستان‌های قیروکارزین و جهرم نیز در یک گروه قرار گرفتند.

میزان بهره‌وری آب آبیاری در باغات انتخابی بین مقادیر ۰/۶۹ تا ۳/۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب و به‌طور متوسط ۱/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. از لحاظ میانگین منطقه‌ای، کمترین و بیشترین بهره‌وری آب آبیاری متعلق به شهرستان‌های لار و قیروکارزین به ترتیب ۰/۹۳ و ۲/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب بود. میانگین بهره‌وری آب کل یکساله و بلندمدت در کل باغات انتخابی به ترتیب ۱/۴۰ و

میانگین کل حجم آب کاربردی که در آن میزان بارندگی مؤثر نیز به حجم آب آبیاری اضافه شده است ۱۴۴۰۷ مترمکعب در هکتار در سال برآورد شد. دامنه تغییرات حجم آب کاربردی در باغات از حدود ۷۰۰۰ تا ۲۲۰۰۰ 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 به ترتیب متعلق به شهرستان‌های کازرون و جهرم با ۱۸۷۹۹ و ۱۰۷۶۸ مترمکعب در هکتار بود که

حد در نظر گرفته شده برای سال ۱۴۰۰ بیشتر شده و در سایر شهرستان‌ها کمتر بوده است. جدول ۴ مقادیر نیاز آبی خالص و بارندگی مؤثر در مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد. میانگین کل نیاز آبی خالص در سه سناریوی سند ملی آب، پنمن مانیتیت یک‌ساله و پنمن مانیتیت بلندمدت به ترتیب ۹۳۳، ۱۲۰۰ و ۱۰۵۳ 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 نسبت به سناریوهای پنمن مانیتیت یکساله و بلندمدت که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته، دقت کمتری دارد و در تجزیه و تحلیل‌ها 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 بود. ملاحظه می‌شود که بارندگی مؤثر در سال انجام پروژه حدود ۱۰۰ میلی‌متر کمتر از میانگین بلندمدت بود. این موضوع نشان می‌دهد که مقدار بارندگی مؤثر پارامتر مهمی است که بایستی در بررسی نیاز آبی مورد توجه قرار گیرد. کمترین و بیشترین نیاز آبی خالص به ترتیب مربوط به شهرستان‌های مهر و قیروکارزین با ۱۴۶۲ و ۱۰۹۳ میلی‌متر بود. کمترین و بیشترین میزان بارندگی مؤثر در سال انجام تحقیق به ترتیب مربوط به لار (۲۶ میلی‌متر) و کازرون (۲۵۶ میلی‌متر) بود.

۱/۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. کمتر بودن بهره‌وری آب کل بلندمدت نسبت به کوتاه مدت (یکساله)، به دلیل کاهش بارندگی در سال انجام تحقیق نسبت به میانگین بارندگی بلندمدت بوده است. از نظر بهره‌وری آب آبیاری، شهرستان‌های قیروکارزین و جهرم در یک گروه و پنج شهرستان دیگر در یک گروه قرار گرفتند. درخصوص بهره‌وری آب کل یکساله و بهره‌وری آب کل بلندمدت نیز گروه‌بندی شهرستان‌ها مشابه با گروه‌بندی بهره‌وری آب آبیاری بود. در تفاهم‌نامه سند بهره‌وری آب کشاورزی (بی‌نام، ۱۳۹۷) آورده شده که بایستی متوسط عملکرد باغات لیموترش در کشور از ۱۸/۵ تن در هکتار در سال ۱۳۹۵ به ۲۰/۵ تن در هکتار در سال ۱۴۰۰ برسد؛ بنابراین ملاحظه می‌شود که عملکرد برآورد شده در تحقیق حاضر در حد عملکرد سال ۱۳۹۵ بوده و افزایش عملکرد تکلیف شده برای سال ۱۴۰۰ محقق نشده است. در این تفاهم‌نامه قید شده که میزان بهره‌وری آب در محدوده زمانی ذکر شده بایستی از ۱/۲۴ به ۲/۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب برسد. نتایج این تحقیق نشان داده که میانگین بهره‌وری آب آبیاری (۱/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب) از رقم در نظر گرفته شده برای سال ۱۳۹۵ بیشتر بوده، اما به رقم مورد نظر در سال ۱۴۰۰ نرسیده است. البته در شهرستان‌های جهرم و قیروکارزین بهره‌وری آب آبیاری از

جدول ۴- مقادیر بارندگی و نیاز آبی خالص لیموترش در مناطق مورد مطالعه

شهرستان	بارندگی مؤثر (میلی‌متر)		نیاز آبی خالص (میلی‌متر)	
	بلندمدت	یک‌ساله	سند ملی	پنمن مانیتیت یک‌ساله
قیروکارزین	۲۳۲	۹۵	۹۷۱	۱۰۹۲
جهرم	۲۰۳	۷۴	۹۱۴	۱۱۱۳
داراب	۲۰۰	۷۲	۱۰۰۵	۱۱۴۷
لار	۱۶۷	۲۶	۱۰۲۱	۱۱۹۳
کازرون	۲۷۲	۲۵۶	۷۹۸	۱۱۱۰
فراشید	۲۱۰	۱۴۳	۷۹۸	۱۲۸۰
مهر	۱۵۹	۴۴	۱۰۲۱	۱۴۶۲
میانگین	۲۰۶	۱۰۱	۹۳۳	۱۲۰۰

پروژه کمتر بوده که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد؛ اما حجم آب آبیاری، ۲۹۵۳ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص بلندمدت بود که این تفاوت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص به دست آمده از سند ملی ۱۰۵۶ مترمکعب در هکتار بود که این تفاوت نیز از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. در شهرستان جهرم، حجم آب آبیاری به میزان ۲۳۳۹ مترمکعب در

به‌منظور تشخیص اینکه آیا حجم آب آبیاری شده به باغات لیموترش به اندازه بوده یا نه، لازم بود این مقادیر با نیاز آبی ناخالص باغات لیموترش در هر منطقه مقایسه می‌شد. جدول ۵ نتایج بررسی آماری مقایسه حجم آب آبیاری با سناریوهای مختلف نیاز آبی ناخالص در مناطق مختلف را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که به‌عنوان نمونه در شهرستان قیروکارزین، حجم آب آبیاری شده به میزان ۲۸۶ مترمکعب در هکتار از نیاز آبی ناخالص در سال انجام

انتخابی، میانگین نیاز آبی ناخالص یک‌ساله، بلندمدت و با استفاده از سند ملی به ترتیب ۱۳۶۳۰، ۱۱۶۴۰ و ۱۰۴۳۰ مترمکعب در هکتار بود. مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص نشان داد که تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص یک‌ساله ۲۵۵ مترمکعب در هکتار بود که از نظر آماری معنی‌دار نبود؛ اما حجم آب آبیاری به میزان ۱۷۳۵ 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 ۲۹۴۹ مترمکعب 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 در نتیجه افزایش نیاز آبی باغات مربوط دانست؛ چون میزان بارندگی در سال انجام پروژه، در بیشتر نقاط کمتر از میزان بارندگی بلندمدت بود.

هکتار از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله کمتر و در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در شهرستان داراب حجم آب آبیاری حدود ۳۷۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله و بلندمدت بود که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۶ درصد معنی‌دار شد. در شهرستان لار نیز حجم آب آبیاری شده بیش از ۲۵۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله و بلندمدت بود، اما این تفاوت‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار نشد. در شهرستان کازرون حجم آب آبیاری حدود ۳۹۰۰ و ۴۸۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی ناخالص یک‌ساله و بلندمدت بود که این تفاوت‌ها از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. در شهرستان فراهیند تفاوت حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص یک‌ساله و بلندمدت معنی‌دار نشد. در شهرستان مهر، حجم آب آبیاری به میزان ۳۳۷۱ مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز آبی ناخالص در سال انجام پروژه بود که این تفاوت در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. به‌طور کلی با در نظر گرفتن همه باغات

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

منطقه	پارامتر	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
فیروزکوزین	آب آبیاری-پنمن مانتیت یک‌ساله	-۲۸۶	۲/۳۱	۰/۲۸	۰/۷۸۸
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	۲۹۵۳	۲/۳۱	۲/۸۷	۰/۰۲۱
	آب آبیاری-سند ملی	۱۰۵۶	۲/۳۱	۱/۰۳	۰/۳۳۵
جهرم	آب آبیاری-پنمن مانتیت یک‌ساله	-۲۳۳۹	۲/۲۰	۳/۹۲	۰/۰۰۲
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	۸۱۶	۲/۲۰	۱/۳۷	۰/۱۹۹
	آب آبیاری-سند ملی	-۱۲۵	۲/۲۰	۰/۲۱	۰/۸۳۸
داراب	آب آبیاری-پنمن مانتیت یک‌ساله	۳۶۸۷	۲/۷۸	۲/۵۷	۰/۰۶۲
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	۳۷۲۹	۲/۷۸	۲/۶۰	۰/۰۶۰
	آب آبیاری-سند ملی	۵۲۶۷	۲/۷۸	۳/۶۷	۰/۰۲۱
لار	آب آبیاری-پنمن مانتیت یک‌ساله	۲۵۸۵	۳/۱۸	۲/۰۱	۰/۱۳۸
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	۲۷۶۵	۳/۱۸	۲/۱۵	۰/۱۲۱
	آب آبیاری-سند ملی	۴۴۹۳	۳/۱۸	۳/۴۹	۰/۰۴۰
کازرون	آب آبیاری-پنمن مانتیت یک‌ساله	۳۹۰۲	۲/۳۱	۷/۲۷	۰/۰۰۰
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	۴۸۰۲	۲/۳۱	۸/۹۵	۰/۰۰۰
	آب آبیاری-سند ملی	۷۳۶۹	۲/۳۱	۱۳/۷۳	۰/۰۰۰
فراهیند	آب آبیاری-پنمن مانتیت یک‌ساله	-۶۳۷	۲/۴۵	۱/۱۱	۰/۵۳۵
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	۱۰۴۷	۲/۴۵	۰/۶۵	۰/۳۱۰
	آب آبیاری-سند ملی	۴۷۱۸	۲/۴۵	۴/۸۷	۰/۰۰۳
مهر	آب آبیاری-پنمن مانتیت یک‌ساله	-۳۳۷۱	۲/۱۸	۴/۱۲	۰/۰۰۱
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	-۱۱۰۹	۲/۱۸	۱/۴۳	۰/۱۷۷
	آب آبیاری-سند ملی	۱۷۱۸	۲/۱۸	۲/۳۵	۰/۰۳۶
مجموع شهرستان‌ها	آب آبیاری-پنمن مانتیت یک‌ساله	-۲۵۵	۲/۰۰	۰/۵۳	۰/۵۹۹
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	۱۷۳۵	۲/۰۰	۴/۲۲	۰/۰۰۰
	آب آبیاری-سند ملی	۲۹۴۹	۲/۰۰	۶/۴۰	۰/۰۰۰

بافت خاک، سطح سواد کشاورزان و نوع کشاورزان از نظر معمولی یا پیشرو بودن بر عملکرد محصول، حجم آب

در این تحقیق تأثیر عوامل مختلفی شامل سن درختان، شوری آب آبیاری، شوری عصاره خاک، نوع اقلیم منطقه،

میانگین حجم آب آبیاری ۱۳۶۰۰ مترمکعب در هکتار بود. به‌طور کلی بهره‌روی آب آبیاری با افزایش سن درخت افزایش یافت و از ۱/۴ در درختان ۶ ساله و کمتر، به ۱/۹ 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، باعث تغییرات محسوسی در عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب نشد.

آبیاری و بهره‌وری آب مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۶ نتایج این بررسی‌ها را نشان می‌دهد. مطابق با این جدول، میانگین عملکرد محصول در درختان با سن بیشتر از ۶ سال به‌طور متوسط ۲۰ تن در هکتار و در درختان کم‌سن‌تر به‌طور متوسط ۱۷ تن در هکتار بود. در درختان ۱۰ ساله و بیشتر، متوسط حجم آب آبیاری ۱۱۷۰۰ مترمکعب در هکتار بود، در حالی که در درختان کم‌سن‌تر

جدول ۶- نتایج تأثیر عوامل مختلف بر عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات لیموترش

منطقه	محدوده	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)
سن درختان	کمتر از ۶ سال	۱۳۵۰۰	۱۷	۱/۴
	۶ تا ۱۰ سال	۱۳۷۰۰	۲۰	۱/۶
	بیشتر از ۱۰ سال	۱۱۷۰۰	۲۰	۱/۹
سطح سواد	پایین‌تر از دیپلم	۱۳۰۰۰	۱۸	۱/۴
	دیپلم	۱۳۷۰۰	۱۹	۱/۴
	بالاتر از دیپلم	۱۳۵۰۰	۱۹	۱/۴
شوری آب	کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر	۱۴۶۰۰	۲۰	۱/۴
	۱ تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر	۱۳۲۰۰	۱۹	۱/۴
	بیشتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر	۱۲۲۰۰	۱۵	۱/۲
شوری خاک	کمتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر	۱۲۵۰۰	۲۲	۱/۹
	۳ تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر	۱۲۹۰۰	۱۹	۱/۶
	بیشتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر	۱۴۵۰۰	۱۵	۱/۰
بافت خاک	سبک	۱۵۴۰۰	۲۱	۱/۴
	متوسط	۱۲۵۰۰	۲۳	۲/۰
	سنگین	۱۳۷۰۰	۱۶	۱/۲
اقلیم مناطق	نیمه‌خشک معتدل	۱۲۱۰۰	۲۳	۲/۱
	خشک گرم	۱۴۱۰۰	۱۴	۱/۰
	نیمه‌خشک سرد	۱۴۶۰۰	۱۶	۱/۱
نوع بهره‌بردار	پیشرو	۱۲۱۰۰	۱۹	۱/۶
	معمولی	۱۴۰۰۰	۱۸	۱/۴

بیشترین میزان عملکرد و بهره‌وری آب و کمترین میزان حجم آب آبیاری در خاک با بافت متوسط و پس از آن در خاک با بافت سبک به‌دست آمد. کمترین میزان حجم آب آبیاری و بیشترین میزان عملکرد و بهره‌وری آب در باغات واقع در اقلیم نیمه‌خشک معتدل مشاهده شد. کمترین میزان عملکرد در اقلیم خشک گرم به‌دست آمد. در باغات متعلق به کشاورزان پیشرو نسبت به کشاورزان معمولی، حجم آب آبیاری کمتر و عملکرد و بهره‌وری آب بیشتر بود.

نتیجه‌گیری

نتایج کلی به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که در بین باغات لیموترش انتخابی، میانگین کل حجم آب آبیاری و حجم آب کاربردی به‌ترتیب ۱۳۳۷۶ و ۱۴۴۰۷ مترمکعب

با افزایش شوری آب آبیاری عملکرد محصول کاهش محسوسی یافت و از ۲۰ تن در هکتار در شوری‌های کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر به ۱۵ تن در هکتار در شوری‌های بیشتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر رسید. در نتیجه بهره‌وری آب روند کاهشی داشت و از ۱/۴ در شوری‌های کمتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر به ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب در شوری‌های بیشتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر رسید. با افزایش شوری خاک از کمتر از ۳ به بیشتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر، حجم آب آبیاری افزایش و عملکرد کاهش یافت. در نتیجه بهره‌وری آب نیز کاهش محسوسی داشت و از ۱/۹ به ۱/۰ کیلوگرم بر مترمکعب رسید. این نتایج با نتایج سرحدی و شریف (۱۳۹۶) همخوانی دارد. نتایج نشان داد نوع بافت خاک تأثیر محسوسی بر عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب داشت. به‌گونه‌ای که

مهندسی کشاورزی و سازمان جهاد کشاورزی فارس در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌کنند.

منابع

۱. احمدپور ا. و م. سلیمانی، ۱۳۹۶. مروری بر کتابچه پرتقال. دفتر امور میوه‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری. معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی.
۲. احمدی ک.، عبادزاده ح. ر. حاتمی ف.، محمدنیا افروزی ش. طاقانی رع. 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.
۳. بی‌نام. ۱۳۹۷. تفاهم‌نامه سند بهره‌وری آب کشاورزی (افق ده‌ساله). وزارت جهاد کشاورزی، اتاق بازرگانی. صنایع، معادن و کشاورزی ایران.
۴. دانش‌نیا ع. رستگار ح. شاهرخ‌نیا ع. و مهدی‌زاده ی. ۱۳۷۱. برنامه آبیاری باغات لیموشیرین و لیموترش جهرم با روش آبیاری قطره‌ای. مجموعه مقالات خاک و آب. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
۵. رستگار ح. و شاهرخ‌نیا ع. ۱۳۷۷. یافته‌های تحقیقاتی مرکبات در استان فارس. سازمان کشاورزی استان فارس. ۲۸ ص.
۶. 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.
۷. شاهرخ‌نیا ع. دانش‌نیا ع. و رستگار ح. ۱۳۶۷. مقایسه روش‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی روی نارنگی جهرم. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۷۶۴.
۸. عباسی ف. سهراب ف. و عباسی ن. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۷(۶۷): ۱۱۳-۱۲۸.
۹. 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.

در هکتار در سال بود؛ بنابراین کمک بارندگی در سال انجام تحقیق و در بلندمدت به‌طور متوسط حدود ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار بود. از نظر میانگین شهرستانی، کمترین و بیشترین میزان حجم آب آبیاری به ترتیب مربوط به شهرستان‌های جهرم و داراب بود. کمترین و بیشترین بهره‌وری آب آبیاری متعلق به شهرستان‌های لار و قیروکارزین بود. مقایسه حجم آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص نشان داد که در بعضی شهرستان‌ها مانند داراب، لار و کازرون، بیش از اندازه و در بعضی شهرستان‌ها مانند جهرم و مهر، کمتر از اندازه مورد نیاز آبیاری انجام شده، اما به‌طور میانگین در استان، حجم آب آبیاری در سال انجام تحقیق حدود ۲ درصد کمتر از نیاز ناخالص و در بلندمدت ۱۵ درصد بیشتر از نیاز بوده است. دلیل این امر بیشتر بودن بارندگی بلندمدت نسبت به سال انجام تحقیق بود. همچنین با توجه به تفاوت نسبتاً زیاد نیاز آبی به‌دست‌آمده از سند ملی آب با حجم آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص یک‌ساله، به نظر می‌رسد در مناطق انتخابی، سند ملی آب نیاز آبی باغات لیموترش 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 لیموترش میزان عملکرد و بهره‌وری آب افزایش یافت. سطح سواد باغداران تأثیر چندانی بر بهره‌وری آب و اجزای آن نداشت، اما بهره‌وری آب و اجزای آن در باغات تحت مدیریت باغداران پیشرو بهتر بود. باغاتی که در اقلیم نیمه‌خشک معتدل یا دارای بافت خاک متوسط بودند، دارای بهره‌وری آب بیشتری نسبت به سایر شرایط بودند. باغات با شوری خاک و آب بیشتر دارای عملکرد و بهره‌وری آب کمتری بودند. با توجه به احتمال تفاوت در میزان بارندگی سالیانه سنوات آینده، کم‌آبیاری یا بیش‌آبیاری در مناطق مختلف و تأثیر قابل‌توجه شوری خاک و آب بر تولید محصول و بهره‌وری آب، توصیه می‌شود حجم آب آبیاری باغات لیموترش استان با محاسبه دقیق نیاز آبی و آبشویی تعیین و اعمال شود. برای تعیین بهترین زمان و مقدار آبیاری در هر نوبت لازم است برنامه‌ریزی آبیاری این باغات مورد توجه باغداران و مسئولان قرار گیرد.

سیاس‌گذاری

نویسندگان مقاله از حمایت‌های مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس و مؤسسه تحقیقات فنی و

- of young citrus trees in high-density planting. *Sustainability*. 13: 1759.
21. Jackson L. 1991. *Citrus growing in Florida*. University of Florida Press. Gainesville.
 22. Martinez-Gimeno M. Provenzano G. Bonet L. Intrigliolo D.S. Badal E. 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.
 23. 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.
 24. Parra M. Hortelano D. García-Sánchez F. Intrigliolo D.S. 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.
 25. 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.
 26. 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.
 27. Robles J. M. Botia P. 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.
 28. 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.
 ۱۰. مقبلی دامنه ا. ۱۳۹۶. مقایسه سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با سطحی همراه با کاربرد کم‌آبیاری در مرکبات. پایان‌نامه دکتري رشته مهندسی آب. دانشگاه شهرکرد.
 ۱۱. 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): ۷۰۷-۷۱۸.
 ۱۲. مقبلی دامنه ا. فتاحی ر. قربانی ب. ربیعی غ. و اسفندیاری ص. ۱۳۹۷. بررسی اثر کم‌آبیاری در شرایط آبیاری سطحی و زیرسطحی روی رشد سبزینه‌ای و عملکرد مرکبات. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*. ۲۵(۳): ۶۹-۸۲.
 13. 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.
 14. 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.
 15. 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.
 16. 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.
 17. 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
 18. FAOSTAT. 2019. FAOSTAT crops. Available at <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>
 19. 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.
 20. Hamido S. A. and Morgan K. T. 2021. The effect of irrigation rate on the water relations

