

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی میزان حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب باغات گردو در استان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا^{۱*}، نادر عباسی^۲، فریبرز عباسی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲

چکیده

گرچه گردو یکی از محصولات مهم تولیدی در دنیا و ایران می‌باشد، لیکن تاکنون پژوهش‌های کمی در خصوص آبیاری و به‌ویژه میزان بهره‌وری آب آن انجام شده است. در این پژوهش میزان عملکرد محصول، میزان حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب آبیاری باغات گردوی سه منطقه عمده تولیدکننده این محصول در استان فارس اندازه‌گیری گردید. بررسی‌ها در دو سامانه آبیاری قطره‌ای و سطحی انجام شد. نیاز آبی خالص گردو از سند ملی، روش پنمن مانیتیت در سال انجام پژوهش و بلندمدت برآورد و پس از اعمال راندمان، نیاز آبی ناخالص به دست آمد. میزان آب آبیاری در باغات با نیاز آبی ناخالص با آزمون تی مقایسه شد. نتایج برای مجموع سه منطقه و صرف‌نظر از نوع سامانه آبیاری نشان داد که میزان آب آبیاری از نیاز آبی ناخالص حدود ۱۵۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر بوده که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نشد؛ اما در مقایسه با نیاز آبی ناخالص بلندمدت، این تفاوت حدود ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار بوده که معنی‌دار شد. میزان آب آبیاری در باغات گردوی تحت سامانه‌های آبیاری قطره‌ای حدود ۱۶۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر از سامانه‌های آبیاری سطحی بود؛ اما مقایسه میزان آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص باغات نشان داد که در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، ۱۸۰۰ مترمکعب در هکتار آبیاری بیش از نیاز و در سامانه‌های آبیاری سطحی، ۳۶۰۰ مترمکعب در هکتار آبیاری کمتر از نیاز انجام شده بود. به‌طور کلی تفاوت معنی‌داری بین مقادیر عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی مشاهده نگردید؛ اما در مناطق موردبررسی، مقادیر عملکرد، بهره‌وری آب و حجم آب آبیاری متفاوت بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری سطحی، آبیاری قطره‌ای، برنامه‌ریزی آبیاری، نیاز آبی

مقدمه

بخش کشاورزی کشور به‌طور دقیق برآورد نشده و این موضوع همواره از دغدغه‌های اصلی و اختلاف‌نظر متولیان و برنامه‌ریزان صنعت آب کشور بوده است. با توجه به اهمیت و ویژگی‌های خاص گردو در تغذیه انسان و قیمت زیاد آن، این محصول می‌تواند علاوه بر تأمین نیازهای داخلی دارای ارزش ارزآوری نیز داشته و کمک زیادی به اقتصاد کشور نماید. بر اساس اطلاعات سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)، کشورهای چین، آمریکا، ترکیه، ایران و اکراین با دارا بودن به ترتیب ۱۸۵۰۰۰، ۸۶۰۰۰، ۶۸۰۰۰، ۶۵۰۰۰ و ۲۸۰۰۰ هکتار، بیشترین سطح زیر کشت گردو را به خود اختصاص داده‌اند (خانجانی و همکاران، ۱۳۸۵). نیاز آبی گردو ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌متر آب در فصل رشد می‌باشد. باغداران بایستی آبیاری را به‌صورت عمیق در اوایل فصل رشد آغاز نمایند تا نیاز آبی گردو در طی گرم‌ترین ماه‌های سال برآورده گردد. عمق مؤثر ریشه درخت گردو بین ۹۰ تا ۳۰۰ سانتی‌متر بسته به شرایط مختلف می‌باشد. حد مجاز تخلیه رطوبتی خاک برای گردو حدود ۵۰ درصد بوده و کمبود آب آبیاری موجب کاهش شدید عملکرد تا حدود ۴۰ درصد می‌گردد (تدین، ۱۳۹۴). رضوی و همکاران (۱۳۸۲)، در تحقیقی در مورد آبیاری قطره‌ای گردو

مدیریت تخصیص و مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف منابع آبی ایران و جهان را شامل می‌شود، می‌تواند باعث کاهش مشکلات مرتبط با کم‌آبی گردد. تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب از جمله مقدار آب آبیاری، عملکرد محصول و بهره‌وری آب محصولات زراعی و باغی مختلف در کشور از مهم‌ترین اقدامات برای برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی از آب در هر کشور است. تاکنون حجم آب مصرفی در

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

۳- استاد پژوهشی، بخش تحقیقات آبیاری و زهکشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

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

در ارومیه مقدار آب آبیاری برای گردو در سطح منطقه را ۶۴۰۰ مترمکعب در هکتار تعیین نمودند. نتایج تحقیقی در منطقه روئیس اسپانیا نشان داد که بیشترین عملکرد گردو در تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی حاصل می‌گردد. افزایش ۳۰ درصدی آبیاری فقط باعث افزایش غیرضروری توسعه و رشد گیاهی می‌گردد. همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که کاهش ۲۰ درصدی آبیاری باعث کاهش اندک عملکرد شده اما کیفیت محصول بهتر می‌گردد. در این تحقیق نیاز آبی خالص درخت گردو ۳۹۷۰ مترمکعب در هکتار برآورد گردید (Cohen et al., 1997). لیو و همکاران در تحقیقی نشان دادند که روش‌های قطره‌ای و بارانی روش‌های مناسب و دو روش دیم و آبیاری غرقابی روش‌های نامناسبی برای توسعه و رشد بهینه درخت گردو می‌باشند (Liu et al., 2014). در تحقیقی اثرات کم آبیاری تنظیم‌شده را بر دو رقم گردو در کالیفرنیا آمریکا مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مقدار آب آبیاری مورد استفاده در تیمارهای کم آبیاری ملایم، متوسط و زیاد به ترتیب ۱۰۷۰۰، ۷۱۳۰ و ۶۱۰۰ مترمکعب در هکتار تعیین گردید. همچنین مشخص شد که اعمال کم آبیاری برای درخت گردو مناسب نیست و باعث کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شود (Buchner et al., 2008). لامپین و همکاران در تحقیقی دیگر مدیریت آبیاری درخت گردو را با استفاده از داده‌های تبخیر و تعرق، خاک و گیاه در کالیفرنیا آمریکا انجام دادند. نتایج نشان داد که اثرات کم آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گردو متفاوت بود و بستگی به سن درخت، شرایط خاک و غیره داشت. میزان آبیاری در تیمار شاهد ۱۱۱۲۰، کم آبیاری ملایم ۷۹۲۵ و کم آبیاری متوسط ۶۵۵۰ مترمکعب در هکتار بود. این در حالی است که میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه در محل مورد مطالعه معادل ۱۰۵۹۰ مترمکعب در هکتار بود (Lampinen et al., 2004). فولتون و همکاران در تحقیقی ضرایب گیاهی و نیاز آبی را برای درختان گردو در کالیفرنیا آمریکا تعیین نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که مقادیر ضریب گیاهی در مرحله اولیه ۰/۶۳ در مرحله میانی ۱/۱۴ و در مرحله پایانی ۰/۶۰ و مقدار نیاز آبی گیاه در طول فصل معادل ۱۰۵۱۰ مترمکعب در هکتار بود (Fulton et al., 2013). نعمت زاده و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی نشان دادند که میزان عملکرد گردوی خشک در سیستم آبیاری بارانی حدود ۲۳۵۰ کیلوگرم در هکتار، در قطره‌ای ۲۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و در آبیاری سطحی ۱۵۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل بوده و میزان رشد رویشی در روش آبیاری سطحی به ترتیب ۱۲ و ۱۵ درصد کمتر از رشد رویشی تحت سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی بوده است. نصیبی و همکاران (۱۳۹۲) و پروین و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که نهال‌های گردو قادر به تحمل تنش خشکی متوسط در حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نیز نمی‌باشند و این می‌تواند روی گیرایی پیوند و رشد پیوندک نیز تأثیر منفی بگذارد. محمودیان و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به بررسی اثرات برهم‌کنش

کائولین و تنش خشکی بر چهار رقم گردوی ایرانی انجام پرداختند. کاربرد کائولین به‌صورت معنی‌داری بر افزایش عملکرد میوه در ارقام مورد بررسی در شرایط کم‌آبی تأثیر داشت. رضوی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی اثر رژیم‌های آبیاری و روش‌های آبیاری در درختان جوان گردو در ارومیه پرداختند. سه روش آبیاری میکرو جت، قطره‌ای و بابلر با سه تیمار آب آبیاری با مقادیر ۵۵، ۷۵ و ۱۱۰ درصد تبخیر جمعی از تشتک کلاس A در درختان ۵ ساله گردو اجرا گردید که آب مصرفی سه تیمار مقدار آبیاری به ترتیب ۴۸۷۰، ۶۴۰۰ و ۹۲۵۰ مترمکعب در هکتار بود. نتایج نشان داد که تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی، بیشترین بهره‌وری آب را داشته است. همچنین هر دو تیمار روش آبیاری میکرو جت و بابلر از نظر رشد سرشاخه‌ها و بهره‌وری آب بهتر بودند. لذا برای آبیاری باغات گردو هر دو روش آبیاری بابلر و میکرو جت با آبیاری به اندازه ۷۵ درصد نیاز آبی توصیه گردید. مقدار آب آبیاری توصیه‌شده برای نهال‌های پنج‌ساله گردو ۶۴۰۰ مترمکعب در هکتار بود. بهراملو و قدمی (۱۳۹۷) گزارش کردند که درخت گردو در طول دوره فصل زراعی به ۱۶ نوبت آبیاری با حجم مجموع سالانه ۸۵۱۰ مترمکعب نیاز دارد. بهره‌وری مصرف آب محصول باغی گردو در استان همدان در شرایط موجود و پتانسیل به ترتیب ۰/۳۵ و ۰/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد.

بررسی‌های گذشته نشان می‌دهد که برآورد میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب در باغات و مزارع کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. علیرغم اهمیت گردو، اطلاعات کمی در خصوص وضعیت آبیاری باغات گردو در کشور وجود دارد؛ بنابراین در این تحقیق به بررسی وضعیت آبیاری و بهره‌وری آب در تعدادی از باغات گردوی استان فارس که یکی از مناطق مهم تولید این محصول است پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش حجم آب آبیاری داده‌شده توسط کشاورزان برای تولید گردو در طول یک سال در سه شهرستان بوانات، سپیدان و شیراز در استان فارس اندازه‌گیری شد. این سه شهرستان به ترتیب دارای آب و هوای سرد خشک، سرد مرطوب و معتدل می‌باشند (اداره کل هواشناسی استان فارس، ۱۴۰۰). در هر شهرستان ۱۰ باغ انتخاب و متوسط حجم آب مصرفی گردو در باغات منتخب اندازه‌گیری گردید. باغات گردو آزمایشی به‌گونه‌ای انتخاب شدند که عوامل مختلف از جمله روش آبیاری، بافت خاک و کیفیت آب آبیاری را پوشش دهند. باغات منتخب در طول یک سال زراعی مورد پایش قرار گرفتند. برخی دیگر از مشخصات عمومی باغات از قبیل مساحت، موقعیت دقیق مکانی با GPS، روش آبیاری، منبع آب آبیاری (سطحی، زیرزمینی)، مشخصات بهره‌برداران و... در فرم‌هایی درج شد.

سامانه‌های سطحی با استفاده از فلوم WSC تیپ ۴ و در سامانه‌های قطره‌ای به صورت حجمی با کنتورهای واسنجی شده اندازه‌گیری شد. میزان آب آبیاری در هر هکتار از باغ (مترمکعب بر هکتار) با ضرب میزان دبی در مدت‌زمان کل آبیاری در طول فصل رشد با استفاده از رابطه ۳ به دست آمد. در رابطه (۳)، V_i میزان آب آبیاری در طول فصل بر حسب مترمکعب در هکتار، t مدت‌زمان هر آبیاری بر حسب ثانیه و m تعداد دفعات آبیاری می‌باشد. میزان بهره‌وری آب آبیاری (WP_i) با استفاده از رابطه (۴) از تقسیم میزان محصول تر تولیدی (y) بر حسب کیلوگرم در هکتار بر میزان آب آبیاری (V_i) بر حسب مترمکعب در هکتار به دست آمد.

$$V_i = Q \cdot t \cdot m \quad (3)$$

$$WP_i = \frac{y}{V_i} \quad (4)$$

مقادیر آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص به‌دست‌آمده از سه سناریوی نیاز آبی مقایسه شد. در نهایت با جمع‌بندی نتایج به‌دست‌آمده از تفاوت مقادیر آب آبیاری و بهره‌وری آب، پیشنهادهایی برای بهبود بهره‌وری آب در باغات گردو ارائه گردید.

نتایج و بحث

نتایج بر اساس مکان مزارع

مشخصات کلی باغات گردوی موردبررسی در جدول ۱ آورده شده است. حداقل، حداکثر و میانگین محصول تولیدی به ترتیب ۲۸۳، ۳۰۰۰ و ۱۲۹۱ کیلوگرم در هکتار بود. متوسط شوری آب و خاک به ترتیب ۰/۵۰ و ۰/۷۹ دسی زیمنس بر متر و میانگین سن درختان باغات انتخابی ۲۵ سال بود. مساحت باغات انتخابی بین ۰/۲ تا ۱۵ هکتار و به‌طور متوسط ۲/۳ هکتار بود. دبی آب باغات نیز بین ۲ و ۴۵ و به‌طور متوسط حدود ۱۶/۲ لیتر بر ثانیه به دست آمد.

مقدار دبی خروجی از منبع آبی انتخاب‌شده (کانال، چاه، قنات و یا چشمه) با وسیله مناسب (فلوم، کنتور، سرریز، میکرومولینه و ...) در هر کدام از باغات منتخب اندازه‌گیری شد. در هر کدام از باغات، مقدار دبی حداقل ۳ مرتبه در طول سال اندازه‌گیری گردید. 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 اندازه‌گیری سطح زیر کشت محصول، حجم آب مصرفی محصول گردو برای هر کدام از باغات منتخب برآورد شد. در هر کدام از باغات مورد آزمایش بافت خاک تعیین و هدایت الکتریکی خاک و حجم آب آبیاری و ... اندازه‌گیری شد. در نهایت و پس از برداشت محصول، مقادیر بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل (آبیاری + بارندگی مؤثر) گردو در باغات منتخب تعیین گردید. آب موردنیاز برای آبتوی باغات مورد مطالعه بر اساس نشریه فائو ۲۶ در آبیاری سطحی و بارانی از رابطه (۱) و در آبیاری قطره‌ای از رابطه (۲) برآورد شد:

$$LR = \frac{ECw}{5ECe - ECw} \quad (1)$$

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

که در آن، ECw هدایت الکتریکی آب آبیاری، ECe آستانه تحمل محصول و $MaxECe$ شوری عصاره اشباع خاک در عملکرد صفر است. مقدار تبخیر و تعرق گیاه گردو در هر منطقه با استفاده از داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های هواشناسی سه شهرستان موردبررسی در دوره ۱۰ ساله اخیر و سال انجام تحقیق با استفاده از روش پنمن مانیتیت محاسبه‌شده و نتایج به‌دست‌آمده با نیاز خالص آبی محاسبه‌شده با مقادیر ارائه‌شده در سند ملی (نرم‌افزار NETWAT) مقایسه شد. برای انجام مقایسه‌های آماری از آزمون تی (t -test) استفاده گردید. میانگین راندمان سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۶۰ و ۹۰ درصد در نظر گرفته (Bjorneberg, 2013) و نیاز آبی خالص به نیاز آبی ناخالص تبدیل شد. مقادیر دبی آب باغات در

جدول ۱- مشخصات کلی و عملکرد باغات گردوی موردبررسی

منطقه	پارامتر	دبی (لیتر بر ثانیه)	شوری آب (دسی زیمنس بر متر)	شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)	مساحت باغ (هکتار)	سن درختان باغ (سال)	عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)
شیراز	حداقل	۴/۰	۳۸۰/۱	۰/۴۲	۰/۸	۷	۳۲۵
	حداکثر	۴۰/۰	۱/۱۴	۱/۸۲	۱۵/۰	۲۵	۲۱۲۵
	میانگین	۱۱/۷	۰/۶۳	۰/۸۴	۴/۲	۱۶	۱۰۳۹
سپیدان	حداقل	۸/۰	۰/۳۴	۰/۵۳	۰/۵	۲۰	۲۸۳
	حداکثر	۲۷/۷	۰/۵۳	۰/۷۹	۲/۰	۳۵	۳۰۰۰
	میانگین	۱۹/۸	۰/۴۳	۰/۶۳	۱/۰	۲۶	۱۸۵۶
بوانات	حداقل	۲/۰	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲	۱۸	۶۲۵
	حداکثر	۴۵/۰	۰/۵۹	۱/۳۳	۴/۰	۴۰	۱۶۷۵
	میانگین	۱۷/۲	۰/۴۴	۰/۹۳	۱/۵	۳۵	۹۳۸
کل باغات	میانگین	۱۶/۲	۰/۵۰	۰/۷۹	۲/۳	۲۵	۱۲۹۱

سند، میزان عملکرد و بهره‌وری آب باغات گردوی استان فارس در سال ۱۳۹۵ به ترتیب ۱۷۶۶ کیلوگرم در هکتار و ۰/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است؛ بنابراین بهره‌وری آب باغات گردوی موردبررسی در زمان انجام این تحقیق (سال ۱۳۹۸) معادل میزان پیش‌بینی‌شده برای سال ۱۴۰۰ بوده و از این لحاظ مطلوب می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون t نشان داد که تفاوت میزان آب آبیاری در منطقه بوانات و سپیدان به ترتیب حدود ۵۵۰۰ و ۵۲۰۰ مترمکعب در هکتار بیشتر از شیراز بوده که این تفاوت‌ها از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. تفاوت آب آبیاری بین سپیدان و بوانات در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. تفاوت عملکرد محصول بین شیراز و بوانات در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود، در صورتی که بین سپیدان و بوانات و بین سپیدان و شیراز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. تفاوت بهره‌وری آب بین شیراز و سپیدان در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود، درحالی‌که بین سپیدان و بوانات در سطح ۵ درصد و بین شیراز و بوانات در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.

نتایج بر اساس نوع سامانه آبیاری

جدول ۴ اطلاعات آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در دو سامانه آبیاری سطحی و قطره‌ای را نشان می‌دهد. جدول ۵ نتایج مقایسه تفاوت‌های میزان آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری مختلف را نشان می‌دهد. بر این اساس، باغاتی که تحت سامانه آبیاری قطره‌ای بوده میانگین سن کمتر (۱۹ سال) و باغاتی که تحت سامانه آبیاری سطحی بوده، میانگین سن بیشتری داشته‌اند (۲۴ سال). میانگین تعداد دفعات آبیاری در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب ۳۱ و ۱۴ بوده که تفاوت زیادی داشته‌اند.

در جدول ۲ مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده آبیاری و بهره‌وری و در جدول ۳ نتایج مربوط به مقایسه آماری آن‌ها با استفاده از آزمون t آورده شده است. طبق این اطلاعات آبیاری در طول فصل کشت بین ۷ تا ۶۰ و به‌طور متوسط ۲۱ دفعه انجام شد. تفاوت تعداد دفعات آبیاری به دلیل تفاوت در نوع سامانه آبیاری بود. معمولاً در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای تعداد دفعات آبیاری بیشتر و در سامانه‌های آبیاری سطحی تعداد دفعات آبیاری کمتر است. نیاز آبشویی مزارع به‌طور متوسط ۵ درصد برآورد گردید. عمق آب آبیاری در هر نوبت بین ۸ تا ۱۳۰ و به‌طور میانگین ۴۷ میلی‌متر بود. حجم آب آبیاری باغات موردبررسی بین ۲۱۲۵ تا ۱۹۸۸۱ و به‌طور متوسط ۷۵۷۹ مترمکعب در هکتار برآورد شد. در بین مناطق موردبررسی و صرف‌نظر از نوع سامانه آبیاری، میزان آب آبیاری در منطقه بوانات بیشترین (۹۶۲۵ مترمکعب در هکتار) و در شیراز کمترین (۴۰۷۱ مترمکعب در هکتار) بود. با توجه به اینکه شهرستان شیراز دارای آب و هوایی معتدل و دو شهرستان بوانات و سپیدان آب و هوایی سرد دارند، در ابتدا انتظار می‌رفت میزان آب آبیاری در شهرستان شیراز بیشتر از دو شهرستان دیگر باشد؛ اما به دلیل وفور منابع آب در دو شهرستان بوانات و سپیدان نسبت به شهرستان شیراز، مشاهده می‌گردد که میزان آب آبیاری در شهرستان شیراز از دو شهرستان بوانات و سپیدان کمتر شد. بهره‌وری آب باغات موردبررسی بین ۰/۰۴ و ۰/۳۳ و به‌طور میانگین ۰/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. بهره‌وری آب در شیراز بیشترین (۰/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب) و در بوانات کمترین (۰/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب) بود. لازم به توضیح است که بر اساس تفاهم‌نامه سند بهره‌وری آب کشاورزی کشور (بی‌نام، ۱۳۹۷)، بهره‌وری آب باغات گردوی کشور در سال ۱۳۹۵ به‌طور میانگین ۰/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب بوده که تا سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۵ بایستی به ترتیب به ۰/۱۹ و ۰/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب برسد. بر اساس این

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

منطقه	پارامتر	عمق آبیاری هر نوبت (میلی‌متر)	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	نیاز آبشویی (درصد)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
شیراز	حداقل	۸	۱۳	۲۱۲۵	۳	۰/۱۲
	حداکثر	۳۴	۶۰	۶۹۳۰	۱۰	۰/۳۹
	میانگین	۱۸	۲۷	۴۰۷۱	۶	۰/۲۳
سپیدان	حداقل	۲۶	۱۳	۵۷۶۰	۳	۰/۰۵
	حداکثر	۷۷	۲۷	۱۹۸۸۱	۶	۰/۳۳
	میانگین	۵۱	۱۹	۹۲۶۷	۵	۰/۲۲
بوانات	حداقل	۲۴	۷	۶۸۰۴	۲	۰/۰۴
	حداکثر	۱۳۰	۳۳	۱۹۱۱۶	۷	۰/۱۷
	میانگین	۷۶	۱۵	۹۶۲۵	۵	۰/۱۱
مجموع	میانگین	۴۷	۲۱	۷۵۷۹	۵	۰/۱۹

جدول ۳- نتایج بررسی آماری آب آبیاری و بهره‌وری آب توسط آزمون t بر اساس منطقه

پارامتر	منطقه	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
آب آبیاری	(شیراز-سپیدان)	-۵۱۹۵	۲/۲۰	-۳/۴۸	۰/۰۰۵**
	(شیراز-بوانات)	-۵۵۵۴	۲/۲۶	-۳/۶۸	۰/۰۰۵**
	(سپیدان-بوانات)	-۳۵۹	۲/۱۳	-۰/۱۸	۰/۸۵۸
عملکرد	(شیراز-سپیدان)	-۸۱۸	۲/۱۲	-۲/۱۰	۰/۰۵۱*
	(شیراز-بوانات)	۱۰۱	۲/۲۰	۰/۳۶	۰/۷۲۲
	(سپیدان-بوانات)	۹۱۸	۲/۲۳	۲/۹۲	۰/۰۱۵*
بهره‌وری آب	(شیراز-سپیدان)	۰/۰۱	۲/۱۲	۰/۲۱	۰/۸۳۵
	(شیراز-بوانات)	۰/۱۲	۲/۲۰	۳/۵۳	۰/۰۰۵**
	(سپیدان-بوانات)	۰/۱۱	۲/۲۳	۲/۹۱	۰/۰۱۶*

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

دانشته است (Perry and Steduto, 2017). از طرف دیگر بررسی روش‌های مختلف برنامه‌ریزی آبیاری در ایران و سایر کشورها نشان داده که استفاده از این روش‌ها می‌تواند تا بیش از ۳۰ درصد در کاهش مصرف آب مزارع و باغات مؤثر باشد (شاهرخ نیا، ۱۳۹۱، شاهرخ نیا و همکاران، ۱۳۹۴)؛ بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید که تجهیز مزارع به سامانه‌های نوین آبیاری به‌تنهایی کافی نبوده و بایستی به‌منظور حصول بیشترین میزان محصول و بهره‌وری آب، به تحویل حجمی آب و استفاده از روش‌های مختلف برنامه‌ریزی آبیاری مزارع نیز توجه شود.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در باغات، باعث کاهش آب آبیاری (به میزان حدود ۱۶۰۰ مترمکعب در هکتار)، کاهش محصول (به میزان متوسط ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار) و افزایش بهره‌وری (به میزان حدود ۰/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب) شده، لیکن هیچ‌یک از این تفاوت‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. این نتایج با نتایج جدید فائو تطابق دارد. فائو اعلام نموده که استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری در بیشتر نقاط دنیا نتوانسته باعث کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب گردد و علت اصلی آن را عدم تحویل حجمی آب یا کنترل تخصیص آب

جدول ۴- پارامترهای آبیاری و بهره‌وری آب باغات گردو 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 آبیاری (درصد)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
قطره‌ای	حداقل	۷	۸	۱۵	۲۱۲۵	۲	۳۲۵	۰/۰۵
	حداکثر	۳۵	۷۷	۶۰	۱۹۸۸۱	۸	۳۰۰	۰/۳۳
	میانگین	۱۹	۲۳	۳۱	۶۵۹۷	۴	۱۲۰۸	۰/۲۰
سطحی	حداقل	۷	۲۸	۷	۳۶۲۲	۴	۲۸۳	۰/۰۴
	حداکثر	۴۰	۱۳۰	۲۰	۱۹۱۱۶	۱۰	۳۰۰	۰/۳۹
	میانگین	۲۴	۶۲	۱۴	۸۱۹۲	۶	۱۳۴۳	۰/۱۸
مجموع	میانگین	۲۵	۴۷	۲۱	۷۵۷۹	۵	۱۲۹۱	۰/۱۹

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

پارامتر	میانگین تفاوت (قطره‌ای-سطحی)	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
آب آبیاری	-۱۵۹۵	۲/۱۵	-۰/۸۵	۰/۴۱۰
عملکرد	-۱۳۵	۲/۱۱	-۰/۴۰	۰/۶۹۷
بهره‌وری آب	۰/۰۲	۲/۰۸	۰/۵۷	۰/۵۷۲

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

آرایش کاشت درختان و درصد سایه اندازه متفاوت بود، برای هر باغ ضریب کاهش سطح لحاظ گردید و کلیه ارقام نیاز آبی خالص در هر سه روش بر این اساس تصحیح گردید (علیزاده، ۱۳۸۰). در سند ملی

مقایسه آب آبیاری با نیاز آبی

جدول ۶ مقادیر نیاز آبی خالص باغات گردو در قالب سه سناریوی مختلف آورده شده است. با توجه به اینکه در باغات موردبررسی،

سناریوی نیاز آبی، از میزان نیاز آبی ناخالص کمتر بود؛ اما در شهرستان سپیدان، میزان آب آبیاری از سناریوی نیاز آبی ناخالص بلندمدت کمتر و از دو سناریوی سند ملی و نیاز آبی ناخالص یکساله بیشتر بود. بیشترین و کمترین تفاوت میزان آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص به ترتیب متعلق به شهرستان بوانات و سپیدان بود. از نظر آماری به طور کلی می‌توان گفت که بر اساس کل باغات انتخابی، تفاوت میزان آب آبیاری کاربردی با نیاز آبی ناخالص بلندمدت در سطح ۱ درصد معنی‌دار و تفاوت آن با نیاز آبی ناخالص یکساله و سند ملی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود.

جدول ۸ تفاوت میزان آب آبیاری با مقادیر نیاز آبی ناخالص در سامانه‌های مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، در هر سه سناریوی نیاز آبی، آب آبیاری کاربردی بیشتر از نیاز آبی ناخالص بوده که تفاوت میزان آب آبیاری کاربردی با نیاز آبی ناخالص در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبوده است؛ اما در سامانه‌های آبیاری سطحی، میزان آب آبیاری کمتر از نیاز آبی خالص بوده و تفاوت میزان آب آبیاری در هر سه سناریوی نیاز آبی، با نیاز آبی ناخالص در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. میزان آب آبیاری در سال انجام آزمایش در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای حدود ۱۸۴۰ مترمکعب در هکتار بیشتر و در سامانه‌های آبیاری سطحی ۳۶۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز آبی ناخالص بوده است.

آب اعداد ذکر شده برای نیاز آبی گردو در سه شهرستان شیراز، سپیدان و بوانات به ترتیب ۱۰۸۰۰، ۷۸۴۰ و ۸۸۶۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که با لحاظ ضریب کاهش سطح، مقادیر میانگین ذکر شده در جدول ۶ به دست آمده است. بر اساس سند ملی و نیاز آبی پنمن مانیتیت بلندمدت، بیشترین و کمترین میزان نیاز آبی خالص به ترتیب متعلق به بوانات و شیراز بود؛ اما بر اساس داده‌های کوتاه‌مدت یکساله و روش پنمن مانیتیت، بیشترین و کمترین میزان نیاز آبی خالص به ترتیب متعلق به بوانات و سپیدان بود. به طور کلی به دلیل بیشتر بودن بارندگی در سال انجام تحقیق، نیاز آبی خالص در سال انجام تحقیق کمتر از نیاز آبی بلندمدت بود.

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

شهرستان	نیاز آبی خالص (مترمکعب در هکتار)		
	سند ملی	پنمن مانیتیت یکساله	پنمن مانیتیت دهساله
شیراز	۴۲۴۸	۴۹۹۰	۵۲۰۰
سپیدان	۵۴۹۶	۳۴۹۱	۶۱۹۶
بوانات	۷۰۲۸	۷۸۲۵	۸۷۸۴
میانگین	۵۵۳۵	۵۶۹۰	۶۶۴۷

در جدول ۷ نتایج بررسی تفاوت آب آبیاری کاربردی در باغات با سناریوهای مختلف نیاز آبی ناخالص آورده شده است. نتایج کلی نشان داد که میزان آب آبیاری در دو شهرستان شیراز و بوانات، در هر سه

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

منطقه	پارامتر	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
شیراز	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	-۳۱۶۷	۲/۳۱	۲/۸۹	۰/۰۲۰*
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۳۴۷۰	۲/۳۱	۳/۰۲	۰/۰۱۷*
	آب آبیاری-سند ملی	-۲۰۹۱	۲/۳۱	۲/۲۹	۰/۰۵۱*
سپیدان	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	۲۳۰۰	۲/۳۱	۱/۴۰	۰/۲۰۱
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۳۴۵	۲/۳۱	۰/۱۹	۰/۸۵۱
	آب آبیاری-سند ملی	۵۸۱	۲/۳۱	۰/۳۲	۰/۷۵۴
بوانات	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	-۳۹۲۳	۲/۳۶	۱/۷۴	۰/۱۲۶
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۵۵۸۲	۲/۳۶	۲/۳۱	۰/۰۵۴
	آب آبیاری-سند ملی	-۲۵۶۴	۲/۳۶	۱/۱۲	۰/۲۹۸
مجموع	آب آبیاری-پنمن مانیتیت یکساله	-۱۵۰۷	۲/۰۶	۱/۳۸	۰/۱۷۸
	آب آبیاری-پنمن مانیتیت دهساله	-۳۰۳۸	۲/۰۶	۲/۸۰	۰/۰۱۰**
	آب آبیاری-سند ملی	-۱۳۱۱	۲/۰۶	۱/۳۳	۰/۱۹۶

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

اتمام آبیاری به صورت علمی تعیین می‌شود که هم از اتلاف آب و هم از کم آبیاری ناخواسته در باغ یا مزرعه جلوگیری می‌شود (شاهرخ نیا و همکاران، ۱۳۹۴، شاهرخ نیا، ۱۳۹۱)؛ بنابراین با ترویج و اجرایی کردن برنامه‌ریزی آبیاری در مزارع و باغات می‌توان از تفاوت میزان آب آبیاری و نیاز آبی کاست.

به عبارت دیگر در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اتلاف آب و در سامانه‌های آبیاری سطحی کم آبیاری اتفاق افتاده است. دلیل عدم تناسب میزان آب آبیاری با میزان نیاز آبی ناخالص در هر دو نوع سامانه آبیاری قطره‌ای و سطحی، عدم استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی آبیاری در باغات می‌باشد. در برنامه‌ریزی آبیاری، زمان شروع و

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

نوع سامانه	پارامتر	میانگین تفاوت	ت بحرانی	مقدار t	سطح معنی داری
قطره‌ای	آب آبیاری-پنمن مانتیت	۱۸۴۲	۲/۲۶	۱/۱۶	۰/۲۷۷
	یک‌ساله				
سطحی	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	۱۰۹۲	۲/۲۶	۰/۷۷	۰/۴۵۹
	آب آبیاری-سند ملی	۲۲۴۶	۲/۲۶	۱/۶۶	۰/۱۳۳
	آب آبیاری-پنمن مانتیت	-۳۶۰۰	۲/۱۳	۲/۹۴	۰/۰۱۰**
	یک‌ساله				
	آب آبیاری-پنمن مانتیت ده‌ساله	-۵۶۲۰	۲/۱۳	۴/۹۳	۰/۰۰۰**
	آب آبیاری-سند ملی	-۳۵۳۵	۲/۱۳	۳/۳۷	۰/۰۰۴**

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

نتیجه‌گیری

بهره‌وری آب گردد مطابق دارد. از طرف دیگر بررسی روش‌های مختلف برنامه‌ریزی آبیاری در ایران و سایر کشورها نشان داده که با برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان تا بیش از ۳۰ درصد آب آبیاری در مزارع و باغات را کاهش داد؛ بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید که تجهیز مزارع به سامانه‌های نوین آبیاری به‌تنهایی کافی نبوده و بایستی به‌منظور حصول بیشترین میزان محصول و بهره‌وری آب، به تحویل حجمی آب و استفاده از روش‌های مختلف برنامه‌ریزی آبیاری نیز توجه شود. استفاده از ارقام مقاوم به سرما و پر محصول گردو به‌جای رقم‌های محلی و کم بازده می‌تواند به افزایش بهره‌وری آب کمک کند.

منابع

- اداره کل هواشناسی استان فارس. ۱۴۰۰. (www.farsmet.ir)
- بهراملو، ر. و قدمی فیروزآبادی، ع. ۱۳۹۷. برنامه ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی استان همدان. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۸۵ صفحه.
- پروین، پ.، خضری، م. و توسلیان، ا. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نهال گردوی ایرانی. مجله پژوهش‌های تولیدات گیاهی، ۲۱ (۳): ۱-۲۵.
- تدین، م. س. ۱۳۹۴. راه‌های کنترل سیاه شدن مغز گردو. نشریه فنی شماره ۱۱، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس.
- خانجانی، م.، غلامی، م. و ظهوری، م. ۱۳۸۵. راهنمای گردو (کاشت داشت برداشت). نشر آموزش کشاورزی.
- رضوی، ر.، طایفه رضایی، ح.، رضوی، ن. و وطن خواه، ح. ۱۳۹۶، اثر رژیم‌های آبیاری بر روی رشد سرشاخه‌ها و کارایی مصرف آب درختان جوان گردو درس روش آبیاری، سومین همایش ملی

در این پژوهش میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب گردو در سه شهرستان شیراز، بوانات و سپیدان که شرایط اقلیمی متفاوت دارند اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که میزان آب آبیاری در شهرستان شیراز با اقلیم معتدل از دو شهرستان بوانات و سپیدان با اقلیم سرد کمتر شد. علت این امر را می‌توان به کمتر بودن سن درختان گردوی انتخابی در شهرستان شیراز مربوط دانست. البته منابع فراوان آب در دو شهرستان سپیدان و بوانات نیز می‌تواند از دلایل بیشتر بودن میزان آب آبیاری آن‌ها باشد. بیشترین میزان بهره‌وری آب مربوط به شهرستان شیراز بوده که نسبت به دو شهرستان دیگر میزان آبیاری کمتری داشته ولی تفاوت عملکرد قابل‌توجهی نداشته است. مقایسه میزان آب آبیاری باغات گردو با نیاز آبی ناخالص در سال انجام پژوهش برای مجموع سه شهرستان و صرف‌نظر از نوع سامانه آبیاری نشان داد که آب آبیاری از نیاز آبی ناخالص حدود ۱۵۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر بوده که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نگردید؛ اما در مقایسه با نیاز آبی ناخالص بلندمدت، این تفاوت حدود ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار بوده که قابل‌توجه و معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که میزان آب آبیاری در باغات گردوی تحت سامانه‌های آبیاری قطره‌ای کمتر از سامانه‌های آبیاری سطحی بوده است؛ اما مقایسه میزان آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص باغات نشان داد که در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، آبیاری بیش از نیاز و در سامانه‌های آبیاری سطحی آبیاری کمتر از نیاز انجام شده است. تجزیه‌وتحلیل‌های 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 بهره‌وری گردد. این نتیجه با گزارش جدید فائو که اعلام نموده سامانه‌های نوین آبیاری در بیشتر نقاط دنیا نتوانسته باعث کاهش مصرف آب و افزایش

باغبانی دانشگاه جهرم.

نعمت زاده، ف.، عاطفی، ج.، و دهقانی سانج، ح. ۱۳۹۰. طرح

پژوهشی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

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

Buchner, R., Fulton, A. and Gilles, C. 2008. Effects of Regulated Deficit Irrigation on Walnut (*Juglans regia*) Grafted on Northern California Black (*Juglans hindsii*) or Paradox Rootstock. *Acta Horticulturae*. 792: 141-146.

Cohen, M., Valancogne, C., Dayau, S., Ameglio, T., Cruiziat, P. and Archer, P. 1997. Yield and Physiological Responses of Walnut Trees in Semi-Arid Conditions: Application to Irrigation Scheduling. *Proc. 2nd Int. Sym. On Irrigation of Hort. Crops. Acta Horticulturae*. 449: 273-280.

Fulton, A. 2013. Evaluating Water Requirements of Developing Walnut Orchards in the Sacramento Valley. *Walnut Research Reports, California Walnut Board*.

Liu, C. 2014. The Evaluation of Straw Pit Irrigation Method in Walnut Orchard in Loess Plateau Area. *Acta Horticulturae*. 1050: 213-216.

Lampinen, B., Buchner, R., Fulton, A., Grant, J., Mills, N., Prichard, T., Schwankl, L., Shackel, K., Gilles, C., Little, C., Metcalf, S., Rivers, D., and Gamble, V. 2004. Irrigation Management in Walnut Using Evapotranspiration, Soil and Plant Based Data. An annual research report submitted to the California Walnut Board for 2004. 113-136.

مدیریت آب در مزرعه (تقاضامحوری آب)، کرج، موسسه تحقیقات خاک و آب

رضوی، ر.، طایفه رضایی، ح.، علیزاده، ا.، ارومچی، س.، پورزارع، ش. و فرمائی، ق. ۱۳۸۲. تعیین نیاز آبی و محل قرار گرفتن قطره‌چکان در آبیاری قطره‌ای گردو در ارومیه. گزارش نهایی طرح پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی.

شاهرخ نیا، م.ع. ۱۳۹۱. بررسی اثر استفاده از ابزارهای برنامه‌ریزی آبیاری بر عملکرد و مصرف آب ذرت در دو بافت خاک. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۶ (۴): ۳۳۱-۳۴۱.

شاهرخ نیا، م.ع.، زارع، ا. و دهقانی سانج، ح. ۱۳۹۴. مقایسه ابزارهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری قطره‌ای مرکبات در خاک با بافت متوسط و سنگین. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۹ (۳): ۴۴۸-۴۵۸.

علیزاده، ا. ۱۳۸۰. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. دانشگاه امام رضا، چاپ دوم.

محمودیان، م.، راحمی، م.، وحدتی، ک. و یزدانی، ن. ۱۳۹۴. برهمکنش کایولین و تنش آبی بر عملکرد چند رقم گردوی ایرانی، نهمین کنگره علوم باغبانی ایران، اهواز، انجمن علوم باغبانی ایران و دانشگاه شهید چمران اهواز.

نصیبی، ف.، خضری، م. و پروین، پ. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گردو (*Juglans regia* L.)، اولین همایش ملی الکترونیک مباحث نوین در علوم باغبانی، جهرم، انجمن علمی مهندسی علوم

Investigation of Irrigation Water Volume and Water Productivity of Walnut Orchards in Fars Province

M. A. Shahrokhnia^{1*}, N. Abbasi², F. Abbasi³

Received: Jul.26, 2021

Accepted: Sep.13, 2021

Abstract

Although walnut is one of the most important products in the world and in Iran, but so far little research has been done on irrigation and especially its water productivity. In this study, the yield, volume of applied irrigation water and irrigation water productivity of walnut orchards in three major regions producing this product in Fars province and in drip and surface irrigation systems were measured and studied. Net and gross water requirements of walnuts from the national document Water requirement, Penman Montieth method in the year of research and for long-term, estimated and compared with the amount of water applied in orchards by t-test. The results for a total of three areas and regardless of the type of irrigation system showed that the applied water was less than the gross water requirement of about 1500 cubic meters per hectare and this difference was not statistically significant. But compared to the long-term gross water requirement, this difference was about 3,000 cubic meters per hectare, which was significant. The amount of water applied in walnut orchards under drip irrigation systems was about 1600 cubic meters per hectare less than surface irrigation systems. However, comparing the amount of applied water with the gross water requirement of orchards showed that in drip irrigation systems, 1800 cubic meters per hectare was more than needed and in surface irrigation systems, 3600 cubic meters per hectare was less than required. In general, no significant difference was observed between yield values, applied water volume and water productivity in drip and surface irrigation systems. But in the study areas, yield values, water productivity and applied water volume were different.

Keywords: Drip irrigation, Irrigation scheduling, Surface irrigation, Water requirement

1- Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
2- Professor, Irrigation and Drainage Engineering Department, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3- 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)