تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی/جلد ۲۳/ شماره ۸۹/ زمستان ۱۴۰۱/ص ۱- ۲۰

نوع مقاله: علمی- پژوهشی

ارزیابی حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب آبیاری در کانون‌های تولید گردوی کشور

نادر عباسی[1*]، رضا بهراملو[2]، معین الدین رضوانی[3]، علی قدمی فیروز آبادی[4]، افشین یوسف گمرکچی[5]، رامین نیکان فر[6]، ابوالفضل ناصری [7]، فریبرز عباسی[8]، رحیم علیمحمدی نافچی[9]، محمد عباسی[10]، مصطفی گودرزی[11]، محمدعلی شاهرخ نیا[12]، حمید ریاحی[13]، ثمر بهروزی نیا[14]، سمیرا واحدی [15]

۱* و ۸- موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۳،۲ و ۴- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی **۵**- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی **۶ و ۷**- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی **۹**- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی **۱۰، ۱۴ و ۱۵**- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی **۱۱**- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی **۱۲**- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی **۱۳**- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۸

چکیده

حجم آب کاربردی محصولات کشاورزی یکی از شاخص‌های کلیدی ارزیابی مصرف آب در بخش کشاورزی است و نقش بسیار مهمی در برنامه‌ریزی‌های کلان در حوزهٔ کشاورزی و مدیریت منابع آب دارد. پژوهش حاضر با هدف تعیین حجم آب کاربردی محصول گردو تحت مدیریت باغداران در مناطق مختلف کشور و بدون دخالت در برنامهٔ آبیاری باغداران اجرا شده است. بدین منظور، حجم آب کاربردی و عملکرد در باغ‌های گردو طی دو سال زراعی (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷) در ۱۱ استان کشور پایش و اندازه‌گیری و بر اساس آن حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب آبیاری در باغ‌های منتخب تعیین شد. نتایج پژوهش نشان داد، حجم آب کاربردی اندازه‌گیری شده باغ‌های گردو از ۳۰۵۰ مترمکعب در هکتار در منطقهٔ کوهین قزوین تا ۱۴۸۰۰ مترمکعب در هکتار در شهرستان سامان استان چهارمحال بختیاری متغیر است؛ میانگین وزنی آن در سطح کشور حدود ۷۰۰۰ مترمکعب در هکتار به‌دست آمده است. حجم آب کاربردی در باغ‌های منتخب برای دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۷۶۷۵ و ۵۷۰۹ مترمکعب در هکتار برآورد شد. میانگین دو سالهٔ عملکرد گردو (بدون پوست سبز) در مناطق تولید از ۵۲۰ کیلوگرم بر هکتار در تویسرکان همدان تا ۴۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار در دامغان و سمنان متغیر است و میانگین وزنی آن ۱۲۳۵

نگارنده مسئول*: Email: nader_iaeri@yahoo.com

http://doi: 10.22092/IDSER.2023.361315.1534

کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد. بر این اساس، شاخص بهره‌وری آب آبیاری از ۰/۰۴ کیلوگرم بر مترمکعب در بروجرد لرستان تا ۰/۷۱ کیلوگرم بر مترمکعب در کنگاور کرمانشاه متغیر است و میانگین وزنی آن در سطح کشور حدود ۰/۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. نتایج کلی پژوهش حاکی از آن است که در استان‌های مورد بررسی، حجم آب کاربردی باغ‌های گردو کمتر از نیاز ناخالص آبی این محصول است و به‌نوعی کم‌آبیاری اجباری در باغ‌های گردو دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: **باغ‌های گردو، بهره‌وری آب، نیاز آبی گردو**

مقدمه

گردو یکی از محصولات باغی پر ارزش کشور است که در صورت تأمین به‌موقع نیاز آبی و غذایی آن سودآوری زیادی برای باغداران خواهد داشت. درخت گردو در دورهٔ رشد مراحل مختلفی را می‌گذراند که طی این مراحل آبیاری ناکافی و به‌موقع نه فقط محصول همان سال بلکه تولید کمی و کیفی سال‌های آیندهٔ درخت را تحت تأثیر قرار خواهد داد (Huabing *et al*., 2014). نتایج تحقیقات مختلف نشان داده که درخت گردو به کمبود آب حساس است و کمبود رطوبت خاک منجر به کاهش عملکرد و کاهش کیفیت محصول از لحاظ رنگ و اندازه می‌شود (Cohen *et al*., 1997). لامپینن و همکاران (Lampinen *et al*., 2004)، برنامه‌ریزی آبیاری درختان گردو را با استفاده از داده‌های تبخیر و تعرق در کالیفرنیای آمریکا بررسی کردند و نشان دادند حجم آب آبیاری در تیمار شاهد ۱۱۱۲۰، کم آبیاری ملایم ۷۹۲۵ ، و کم آبیاری متوسط ۶۵۵۰ مترمکعب در هکتار بوده است. در همین حال میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه در محل مورد مطالعه معادل ۱۰۵۹۰ مترمکعب در هکتار برآورد شده بود. به عبارتی در تیمار شاهد ۵ درصد بیشتر آبیاری شده و در دو تیمار دیگر به‌ترتیب ۲۵ و ۳۸ درصد کم آبیاری دیده شده است. نتایج پژوهش نشان داد اثر کم‌آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گردو متفاوت است و به سن درخت، شرایط خاک و غیره بستگی دارد.

بوچنر و همکاران (Buchner *et al*., 2008)، اثر کم‌آبیاری تنظیم شده را بر دو رقم گردو در کالیفرنیای آمریکا ارزیابی کردند. بدین منظور کم‌آبیاری کنترل شده با اندازه‌گیری پتانسیل آب ساقه برای تنش‌های کم، متوسط و زیاد برای دو رقم درخت گردو اعمال شد. نتایج پژوهش نشان داد حجم آب آبیاری در تیمارهای کم‌آبیاری ملایم، متوسط و زیاد به‌ترتیب ۱۰۷۰۰، ۷۱۳۰ و ۶۱۰۰ مترمکعب در هکتار بوده است. همچنین مشخص شد اعمال کم‌آبیاری برای درخت گردو مناسب نیست و باعث کاهش کمیت و کیفیت محصول خواهد شد. فولتون (Fulton, 2013)، در پژوهشی نیاز آبی درختان گردو در کالیفرنیای آمریکا را بررسی کرد و نشان داد مقدار نیاز آبی درخت گردو در فصل رشد معادل ۱۰۵۱۰ مترمکعب در هکتار است. آکین و اردم (Akin and Erdem, 2018) حجم آب کاربردی درخت گردو را تحت رژیم‌های مختلف آبیاری در منطقه تکرداگ ترکیه تعیین کردند. در این پژوهش مقادیر مختلف آبیاری براساس ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک تبخیر در روش آبیاری قطره‌ای اعمال گردید. بر اساس نتایج این پژوهش حجم آب کاربردی درخت گردو بین ۴۶۵۰ تا ۹۳۰۰ مترمکعب در هکتار بود.

پژوهش‌های داخل کشور عمدتاً با محوریت تعیین نیاز آبی درختان گردو (Farshi *et al*., 1997)، اثرهای کم آبیاری و کیفیت آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گردو (Manzari Tavakkoli *et al*., 2015؛Khezri *et al*., 2014؛ Seyedi *et al*., 2016) بوده است و تحقیقات در خصوص تعیین حجم آب کاربردی درختان گردو در سطح کشور زیاد نیست. قدمی فیروزآبادی و همکاران (Ghadami

(Firouzabadi *et al*., 2021) بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی و بازده تولید محصول در باغ‌های گردوی شهرستان ملایر از توابع استان همدان را بررسی و حجم آب کاربردی در باغ‌های مورد مطالعه را با اندازه‌گیری دبی منبع آبی، تعداد آبیاری‌ها و ساعات آبیاری در هر نوبت محاسبه کردند. نتایج پژوهش نشان داد روش آبیاری قطره‌ای، نسبت به روش آبیاری سطحی، باعث کاهش ۵۴ درصد در میزان آب کاربردی محصول گردو شده است. میزان بهره‌وری آب در باغ‌های گردو در روش آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب، ۱/۸۱ و ۰/۸۸کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. مقایسهٔ میزان متوسط حجم آب کاربردی با محاسبات نیاز ناخالص آب آبیاری حاکی از اعمال کم‌آبیاری در اغلب باغ‌های مورد مطالعه بود.

شاهرخ‌نیا و همکاران (Shahrokhnia *et al*., 2022)، در پژوهشی میزان عملکرد محصول، حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب آبیاری باغ‌های گردو در سه منطقهٔ عمده تولید در استان فارس را اندازه‌گیری کردند. نتایج پژوهش در سه منطقه و صرف‌نظر از نوع سامانهٔ آبیاری نشان داد میزان آب آبیاری از نیاز آبی ناخالص حدود ۱۵۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر است که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نشد. اما در مقایسه با نیاز آبی ناخالص بلند مدت، این تفاوت حدود ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار و معنی‌دار بوده است. میزان آب آبیاری در باغ‌های گردوی تحت سامانه‌های آبیاری قطره‌ای حدود ۱۶۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر است تا در سامانه‌های آبیاری سطحی. مقایسهٔ میزان آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص باغ‌ها نشان داد که در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای ۱۸۰۰ مترمکعب آب در هکتار بیش از نیاز آبی ناخالص و در سامانه‌های آبیاری سطحی، ۳۶۰۰ مترمکعب آب در هکتار کمتر از نیاز آبی ناخالص به باغ داده شده است.

بررسی منابع بیانگر آن است که گردو در بین محصولات باغی جزء محصولات آب‌بر شناخته شده‌است و با توجه به محدودیت شدید منابع آبی در کانون‌های تولید این محصول در سطح دنیا، پژوهش‌های متعددی با محوریت تعیین حجم آب کاربردی درختان گردو و مدیریت کم آبیاری آن صورت گرفته است. از سوی دیگر، پژوهش‌ها در سطح کشور عمدتاً یا در مناطق محدود بوده یا در قالب پروژه‌های تحقیقاتی در مقیاس پلات‌های آزمایشی اجرا شده است. از این رو، گزارش جامع از اندازه‌گیری و برآورد حجم آب کاربردی این محصول آب‌بر در سطح کشور ارائه نشده است. بر این اساس، در پژوهش حاضر فارغ از میزان آب مورد نیاز برای تبخیر و تعرق درخت گردو، میزان آب کاربردی توسط باغداران گردو در کانون‌های تولید این محصول در سطح کشور اندازه‌گیری شده است.

مواد و روش‌ها

هدف اصلی از پژوهش حاضر اندازه‌گیری حجم آب کاربردی محصول گردو در مناطق مختلف کشور است، از این رو آب داده شده توسط باغداران برای تولید گردو در دو فصل زراعی، بدون دخالت در مدیریت آبیاری، در سطح باغ‌های بهره‌برداران اندازه‌گیری شده است. در این پژوهش با توجه به این‌که عملکرد گردو متأثر از سال‌آوری و نیز عوامل اقلیمی مانند سرمازدگی‌های بهاره است، اندازه‌گیری‌ها طی دو سال زراعی متوالی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ صورت گرفته است. بر این اساس، استان‌های همدان، کرمان، لرستان، آذربایجان‌شرقی، کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، زنجان، فارس، مرکزی و قزوین به‌عنوان مناطق پایلوت اجرای پژوهش حاضر انتخاب شدند، سطح زیر کشت و میزان تولید گردو در این مناطق به‌ترتیب حدود ۷۰ و ۷۵ درصد

از سطح زیر کشت و میزان تولید گردوی کل کشور را شامل می‌شود (Ahmadi *et al*., 2020). در هر استان، شهرستان یا شهرستان‌های برتر تولید کنندهٔ گردو از نظر سطح زیرکشت و تولید مشخص و باغ‌های مورد نظر در شهرستان‌ها با کمک کارشناسان معاونت باغبانی، مدیریت هماهنگی ترویج و مدیریت آب و خاک سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها شناسایی و انتخاب شدند. در این زمینه سعی شد حتی‌الامکان باغ‌ها طوری انتخاب شوند که اغلب شرایط از جمله اقلیم، سطح باغ، فواصل کشت، بافت خاک، شوری آب و خاک، روش‌های آبیاری و مدیریت‌های مختلف و غیره را پوشش دهند. در جدول ۱ شهرستان‌های مورد مطالعه در هر استان و تعداد باغ‌های انتخابی هر استان ارائه شده است.

جدول ۱- شهرستان‌های مورد مطالعه و تعداد باغ‌های انتخابی در هر استان

Table 1- Cities and number of Gardens studied in each province

ردیف No	استان Province	شهرستان‌های مورد مطالعه Town	تعداد باغ No. of gardens		
			روش آبیاری سطحی	روش آبیاری قطره‌ای	کل باغ‌ها
۱	همدان	تویسرکان، ملایر	۲۲	۹	۳۱
۲	کرمان	بردسیر	۱۰	-	۱۰
۳	لرستان	سلسله، بروجرد	۲۵	۳	۲۸
۴	آذربایجانشرقی	آذرشهر، عجب شیر،خسروشاه، اسکو	۱۵	-	۱۵
۵	کرمانشاه	کنگاور، صحنه	۹	۹	۱۸
۶	چهارمحال بختیاری	سامان، فارسان	۱۷	۶	۲۳
۷	کهگیلویه و بویراحمد	یاسوج، گنجگان، سپیدار مرکزی	۶	۸	۱۴
۸	زنجان	ابهر، خرمدره، قیدار	۴	۷	۱۱
۹	فارس	شیراز ، سپیدان، بوانات	۱۶	۷	۲۳
۱۰	مرکزی	شازند، خنداب	۹	۳	۱۲
۱۱	قزوین	قزوین، تاکستان، ضیاءآباد	۱۶	۵	۲۱
	جمع				**۲۰۶**

یکی از شاخص‌های مهم در اجرای این پژوهش، تعیین کفایت داده‌هاست. یعنی برای اینکه بتوان نتایج پژوهش را به کل جامعه آماری باغ‌های گردو تعمیم داد، ضروری است تعداد باغ‌های انتخابی در سطح کشور حداقل لازم را داشته باشد. برای بررسی تغییرات عملکرد، حجم آب کاربردی و شاخص بهره‌وری آب در تولید گردو در استان‌های منتخب کشور از تحلیل واریانس استفاده شد. نظر به ماهیت اندازه‌گیری‌ها، هر باغ گردو به‌عنوان یک تکرار (و نه به‌عنوان یک مشاهده) در نظر گرفته شد. برای بررسی کفایت تعداد باغ‌ها برای اندازه‌گیری حجم آب کاربردی و عملکرد گردو از رابطهٔ ۱ استفاده گردید (Sarmad *et al*., 2001).

$$n = \frac{z^2\sigma^2}{(\bar{x}-\mu)^2} \qquad (۱)$$

که در آن: n= تعداد اندازه‌گیری‌های لازم برای تحلیل واریانس عملکرد و حجم آب کاربردی در تولید گردو در

سطح کشور، z=۱/۹۶ (برای سطح اعتماد ۹۵ درصد)، σ^2= واریانس جمعیت، μ= میانگین جمعیت، و $\bar{X}$= میانگین اندازه‌گیری‌هاست.

حجم آب داده شده، بدون دخالت در برنامهٔ آبیاری باغداران، با دبی سنج اولتراسونیک یا فلوم WSC اندازه-گیری شد (شکل ۱ و ۲). پس از تعیین میزان دبی آب ورودی به باغ با پایش دقیق برنامه آبیاری (زمان آبیاری، دور آبیاری، تعداد دفعات آبیاری در دورهٔ رشد)، حجم آب کاربردی محصول گردو برای هریک از باغ‌های منتخب اندازه‌گیری شد. بارندگی موثر به روش SCS برآورد شد (SCS, 1972). نیاز آبی گیاه مرجع به روش پنمن- مانتیث فائو با استفاده از متوسط داده‌های ۱۰ سال اخیر برای منطقهٔ مورد نظر از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی تهیه و برآورد شد (Allen *et al*., 1998). نیاز آبی گیاه مرجع با اِعمال ضریب گیاهی به نیاز آبی خالص گیاه تبدیل شد. عملکرد محصول در پایان فصل زراعی اندازه‌گیری و بهره-وری مصرف آب آبیاری در هر یک از باغ‌های مورد مطالعه محاسبه شد. شاخص بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب (آب آبیاری و بارش مؤثر ده ساله) به ترتیب از رابطه‌های ۲ و ۳ تعیین شد.

$$WP = \frac{CY}{CW} \quad (۲)$$

$$WP = \frac{CY}{CW+I} \quad (۳)$$

که در آن: WP= بهره‌وری آب محصول گردو (کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی)، CY= عملکرد گردو (کیلوگرم در هکتار)، CW= مجموع حجم آب داده شده در تولید گردو (مترمکعب در هکتار)، و I= بارندگی مؤثر در فصل رشد (مترمکعب بر هکتار) است.

شکل ۱- دستگاه دبی‌سنج اولتراسونیک مورد استفاده برای سنجش دبی آب در سامانه‌های آبیاری تحت فشار (ضیاء آباد – استان قزوین)

Figure 1- Ultrasonic flow meter used to measure water flow in pressurized irrigation systems (Zia Abad - Qazvin province)

شکل ۲ –اندازه‌گیری آب کاربردی در یک باغ گردو (تویسرکان) با استفاده از فلوم WSC
Figure 2 - Measurement of applied water in a walnut garden (Tuiserkan) using WSC flume

آب مورد نیاز برای آبشویی باغ‌های مورد مطالعه براساس دستورالعمل نشریه فائو ۲۶ در روش آبیاری سطحی از رابطهٔ ۴ و در آبیاری قطره‌ای از رابطهٔ ۵ تعیین شده است.

$$LR = \frac{EC_w}{5EC_e - EC_w} \quad (۴)$$

$$LR = \frac{EC_w}{2MaxEC_e} \quad (۵)$$

که در آن: ECw = هدایت الکتریکی آب آبیاری، ECe =آستانهٔ تحمل محصول، و MaxECe= شوری با عملکرد صفر است. آستان تحمل با ۱۰ و ۱۰۰ درصد کاهش عملکرد برای گردو توسط فائو گزارش شده است (Ayers and Westcot, 1976).

نتایج و بحث

با توجه به تنوع مشخصات باغ‌های انتخابی از نظر اقلیم، مدیریت باغ، بافت خاک، شوری آب و خاک، ارقام کشت شده و غیره، این احتمال وجود داشت که ضریب تغییرات و واریانس داده‌های اندازه‌گیری‌شده زیاد باشد، از این رو از ابتدای پژوهش تعداد باغ‌های منتخب برای اندازه‌گیری‌های حجم آب کاربردی و عملکرد بیشتر از حد معمول در نظر گرفته شد، زیرا نتایج و تحلیل‌های صورت گرفته از نظر آماری به شدت متأثر از تعداد و کفایت جامعهٔ آماری است. به‌همین علت، ضروری بود به‌منظور حصول اطمینان از قابلیت اعتماد داده‌ها و نتیجه‌گیری‌های پژوهش برای تعمیم‌دادن آن به کل کشور، مجدداً تعداد داده‌های اندازه‌گیری شده از نظر شاخص کفایت ارزیابی شوند. برای تشخیص قابلیت اعتماد تحلیل آماری، کفایت تعداد اندازه‌گیری‌های لازم برای کمیت‌های حجم آب کاربردی و عملکرد گردو بر اساس رابطهٔ ۱ برآورد و شاخص‌های آماری داده‌ها شامل میانگین، انحراف معیار محاسبه گردید (جدول ۲). همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده، تعداد اندازه‌گیری‌های حجم آب کاربردی و عملکرد گردو در این پژوهش به‌ترتیب ۱۷۰ و ۱۷۹ مورد بود که به مراتب بیشتر از تعداد اندازه‌گیری‌های لازم برای حجم آب کاربردی (۵۶ داده) و عملکرد (۱۰۲ داده) است. بنابراین کفایت

داده‌ها برای تحلیل آماری این کمیت‌ها قابل‌اعتماد تشخیص داده شد.

جدول ۲- میانگین، انحراف معیار و کفایت اندازه‌گیری‌ها در باغ‌های گردو
Table 2- Mean, standard deviation and adequacy of measurements in Walnut orchards

عملکرد گردو* Walnut yield	حجم آب کاربردی* Applied water	شاخص آماری Statistical index
۱۲۹۰	۷۱۴۷	میانگین Average
۶۶۴	۲۷۳۳	انحراف معیار Standard deviation
در عملکرد گردو In walnut yield	**در حجم آب کاربردی In applied water**	کفایت اندازه‌گیری‌ها
۱۰۲	۵۶	تعداد اندازه‌گیری لازم Number of measurements needed
۱۷۹	۱۷۰	تعداد اندازه‌گیری‌های انجام‌شده Number of conducted measurment

* حجم آب کاربردی بر حسب مترمکعب بر هکتار و عملکرد گردو بر حسب کیلوگرم بر هکتار است.

برای بررسی تغییرات حجم آب کاربردی گردو در استان‌های منتخب از تحلیل واریانس استفاده شد که نتیجهٔ آن در جدول ۳ ارائه شده است. بر این اساس، مشخص گردید تفاوت حجم آب کاربردی گردو در استان‌های منتخب در سطح احتمال کمتر از یک درصد معنی‌دار است. این تفاوت متاثر از عوامل مختلف از جمله اقلیم، تغذیه، بافت خاک، ارقام گردو، مدیریت و روش آبیاری است.

جدول ۳- تحلیل واریانس حجم آب مصرفی در تولید گردو در استان‌های منتخب کشور
Table 3- Analysis of variance of applied water in Walnut production in selected provinces

منبع تغییرات Source of variations	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Average of squares	مقدار *F* *F value*	مقدار *P* *P value*
بین استان‌ها	۴/۳۶×۱۰^۸	۱۰	۴/۳۶×۱۰^۷	۸/۳۸	کمتر از یک درصد
درون استان‌ها	۸/۲۷×۱۰^۸	۱۵۹	۵/۲۰×۱۰^۶		
کل کشور	۱/۲۶×۱۰^۹	۱۶۹			

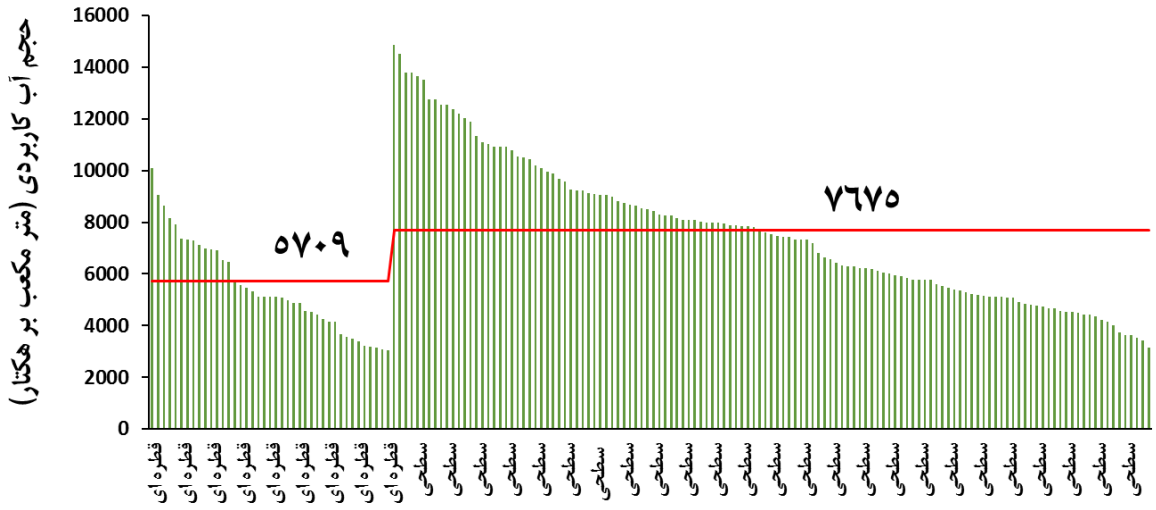
دامنهٔ تغییرات حجم آب کاربردی در باغ‌های گردوی مورد مطالعه بسیار گسترده بوده است. بر مبنای میانگین حجم آب کاربردی، می‌توان استان‌های کشور را به ۳ خوشهٔ اصلی تقسیم کرد. در خوشهٔ اول حجم آب کاربردی برای تولید گردو، استان‌های زنجان، کرمانشاه، آذربایجان‌شرقی و همدان؛ در خوشهٔ دوم حجم آب کاربردی برای تولید گردو، استان‌های قزوین، کهگیلویه و بویراحمد، فارس و کرمان؛ و در خوشهٔ سوم حجم آب کاربردی برای تولید گردو، استان‌های مرکزی، لرستان و چهارمحال و بختیاری قرار دارند (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین حجم آب کاربردی باغ‌های گردو در استان‌های منتخب کشور
Table 4- Average volume of applied water of Walnut orchards in selected provinces

ردیف No	خوشه Cluster	استان Province	حجم آب کاربردی (متر مکعب در هکتار) Applied water (m^3/ha)	رتبه مقایسه‌ای* Comparative rank
۱	۱	زنجان	۵۲۹۶	a
۲		کرمانشاه	۵۴۴۳	a
۳		آذربایجان‌شرقی	۵۴۸۲	a
۴		همدان	۵۵۲۲	a
۵	۲	قزوین	۵۸۹۳	ab
۶		کهگیلویه و بویراحمد	۶۹۲۹	abc
۷		فارس	۷۱۸۳	bc
۸		کرمان	۸۴۷۴	cd
۹	۳	مرکزی	۸۶۳۳	cd
۱۰		لرستان	۸۹۸۳	d
۱۱		چهارمحال و بختیاری	۹۶۷۹	d
کل استان‌های منتخب			**۷۱۴۷**	

* میانگین‌های اعداد در ستون رتبهٔ مقایسه‌ای باحروف مشابه، اختلاف معنی‌دار ندارند.

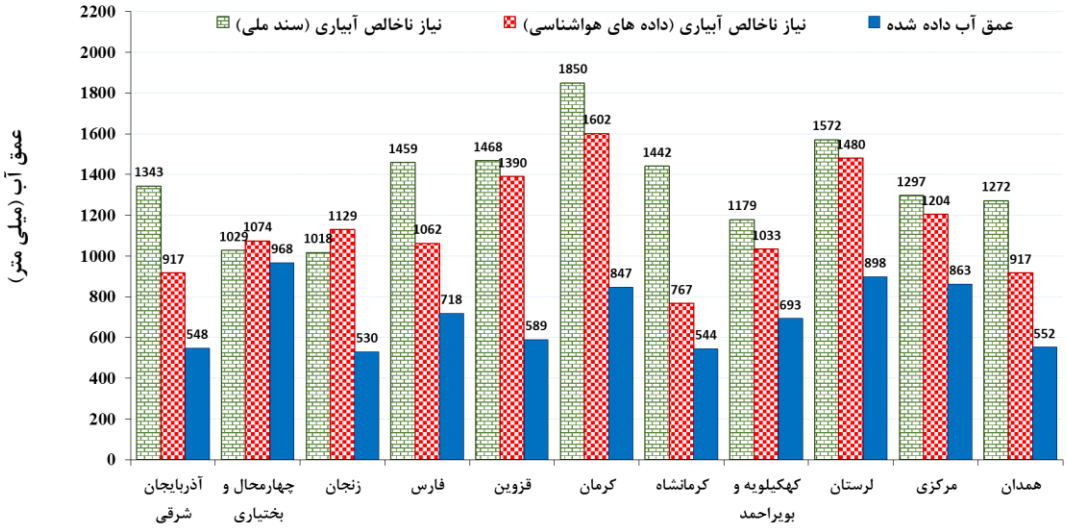
میانگین وزنی حجم آب کاربردی گردو در مناطق مورد مطالعه ۷۱۴۷ مترمکعب بر هکتار بوده است. از مجموع ۱۷۰ باغ انتخاب شده، ۱۲۹ باغ تحت سامانهٔ آبیاری سطحی و ۴۱ باغ تحت سامانهٔ آبیاری قطره‌ای بودند. با توجه به تاثیر عوامل مختلف در میزان حجم آب کاربردی از جمله میزان آب در دسترس، مدیریت آبیاری میزان آب کاربردی در باغ‌های مختلف متفاوت بوده است به‌طوری که میانگین حجم آب کاربردی در سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۷۶۷۵ و ۵۷۰۹ مترمکعب در هکتار به دست آمد (شکل ۳).



شکل ۳- حجم آب کاربردی گردو در باغ‌های مختلف استان‌های منتخب در کل کشور به تفکیک روش آبیاری

Figure 3-Volume of applied water of Walnut orchards in selected provinces by irrigation method

مقادیر نیاز خالص آبیاری با استفاده از داده‌های هواشناسی ۱۰ سال اخیر، به روش پن‌من مانتیث محاسبه گردید. اطلاعات نیاز خالص آبیاری نیز بر اساس سند ملی آب (NETWAT)، در مناطق مورد مطالعه استخراج گردید. پس از آن نیاز ناخالص آبیاری محصول گردو با تقسیم‌کردن نیاز خالص آبیاری بر راندمان تقریبی آبیاری تعیین شد. در این پژوهش، با توجه به نظر کارشناسان و شیوهٔ آبیاری در باغ‌های مورد مطالعه، راندمان کاربرد آب آبیاری برای روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی مقادیر پتانسیل آنها به‌ترتیب به میزان ۹۰ و ۶۰ درصد در نظر گرفته شد (Abbasi *et al.*, 2017). در شکل ۴، مقادیر میانگین نیاز ناخالص آبیاری محاسبه شده (داده‌های هواشناسی ۱۰ سال اخیر و سند ملی آب) و حجم آب کاربردی اندازه‌گیری شده در استان‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. مطابق این شکل، باغداران در همهٔ استان‌ها کم‌آبیاری اجباری (آبیاری کمتر از حد نیاز آبی محصول) را اعمال کرده‌اند.



شکل ۴- مقایسهٔ نیاز ناخالص آب آبیاری برآورد شده به روش پن‌من-مانتیث و سند ملی آب با مقادیر عمق آب آبیاری اندازه‌گیری شده

Figure 4- Comparison of gross irrigation water requirement estimated by the Penman-Montith method and national water document with the measured irrigation water depth

همزمان با تعیین حجم آب کاربردی، عملکرد گردو در هر یک از باغ‌های استان‌های منتخب طی دو سال زراعی متوالی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ اندازه‌گیری و پس از آن متوسط عملکرد در هر استان محاسبه شد. نتایج پژوهش نشان داد متوسط عملکرد دو ساله باغ‌ها از حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار تا حدود ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده است. بررسی تغییرات عملکرد گردو در استان‌های مختلف بیانگر آن است که با وجود زیاد بودن دامنهٔ تغییرات عملکرد بین باغ‌های مختلف کشور، تفاوت میانگین عملکرد استان‌ها چندان بالا نیست. تحلیل واریانس عملکرد باغ‌های گردو در استان‌های منتخب کشور مطابق جدول ۵ نشان داد در سطح احتمال ده درصد معنی‌دار نبوده است.

جدول ۵- تحلیل واریانس عملکرد باغ‌های گردو در استان‌های منتخب کشور

Table 5- Analysis of variance of yield in Walnut production in selected provinces

منبع تغییرات Source of variations	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Average of squares	مقدار F *F* value	مقدار P *P* value
بین استان‌ها	۵/۹۵×۱۰^{۶}	۱۰	۵/۹۵×۱۰^{۵}	۱/۴	۱۹ درصد
درون استان‌ها	۷/۲۵×۱۰^{۷}	۱۶۸	۴/۳۱×۱۰^{۵}		
کل کشور	۷/۸۵×۱۰^{۷}	۱۷۸			

با وجود معنی‌دار نبودن تفاوت عملکرد گردو در باغ‌های استان‌های منتخب، میانگین عملکرد گردو در استان‌های منتخب در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. بر مبنای میانگین عملکرد استان‌های مورد بررسی، می‌توان استان‌های کشور را به ۳ خوشهٔ اصلی تقسیم کرد. در خوشهٔ اول استان‌های آذربایجان‌شرقی، زنجان و کرمان، در خوشهٔ دوم استان‌های همدان، کهگیلویه و بویراحمد، مرکزی و لرستان و در خوشهٔ سوم استان‌های چهارمحال و بختیاری، فارس، کرمانشاه و قزوین قرار دارند (جدول ۶).

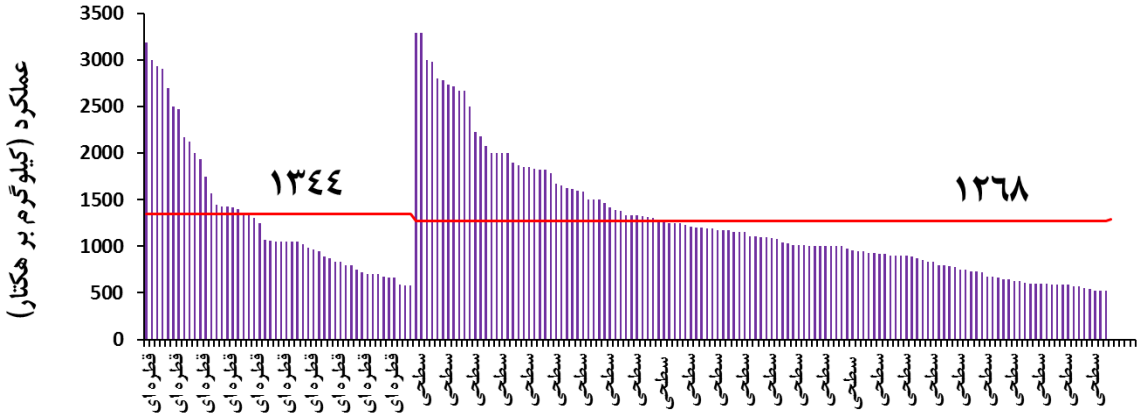
جدول ۶- میانگین عملکرد محصول در باغ‌های گردو در استان‌های منتخب کشور

Table 6- Average yield of Walnut orchards in selected provinces

ردیف No	خوشه Cluster	استان Province	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Average Yield(Kg/ha)	رتبه مقایسه‌ای* Comparative rank
۱	۱	آذربایجان‌شرقی	۹۱۹	a
۲		زنجان	۱۰۲۷	ab
۳		کرمان	۱۰۷۴	ab
۴	۲	همدان	۱۲۰۱	ab
۵		کهگیلویه و بویراحمد	۱۲۲۸	ab
۶		مرکزی	۱۲۴۵	ab
۷		لرستان	۱۳۱۷	ab
۸	۳	چهارمحال و بختیاری	۱۴۲۲	b
۹		فارس	۱۴۴۵	b
۱۰		کرمانشاه	۱۵۰۶	b
۱۱		قزوین	۱۵۳۹	b

میانگین‌های اعداد در ستون رتبهٔ مقایسه‌ای باحروف مشابه، اختلاف معنی‌دار ندارند.

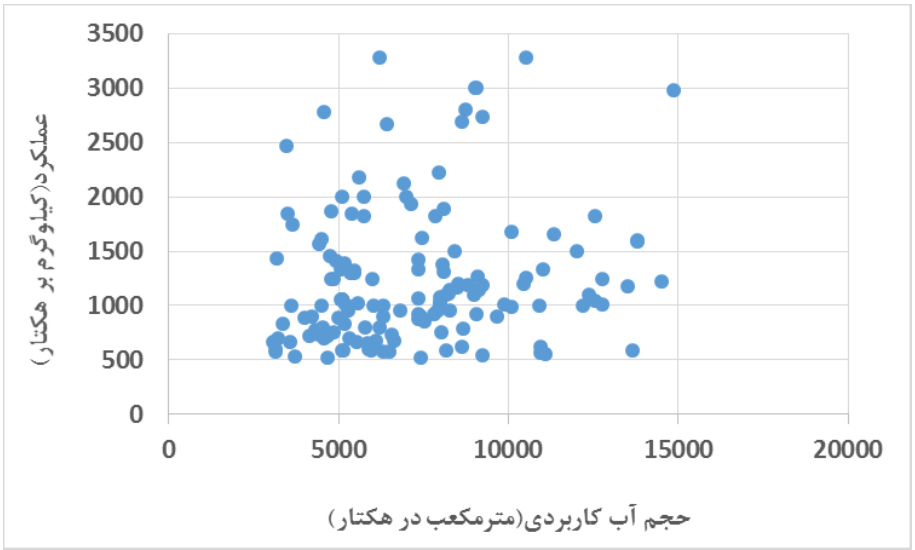
متوسط عملکرد گردو در باغ‌ها با روش آبیاری قطره‌ای ۱۳۴۴ کیلوگرم در هکتار و در روش آبیاری سطحی ۱۲۶۸ کیلوگرم در هکتار است (شکل ۵).



شکل ۵- میانگین عملکرد گردو در باغ‌های مختلف استان‌های منتخب در کل کشور به تفکیک روش آبیاری

Figure 5- Average Yield of Walnut orchards in selected provinces by irrigation method

بررسی رابطه بین حجم آب کاربردی و عملکرد محصول در باغ‌های منتخب بیانگر آن است که از نظر ریاضی یا آماری رابطهٔ مشخص و مناسبی بین حجم آب کاربردی و عملکرد محصول وجود ندارد (شکل ۶). در بسیاری از موارد، عملکرد باغ‌های با حجم آب کاربردی بیشتر، کمتر از عملکرد باغ‌هایی است که حجم آب کاربردی کمتری داشته‌اند. در مواردی، عملکرد زیاد باغ‌ها با حجم آب کاربردی زیادتر همراه است. دلیل این موضوع آن است که شرایط و ویژگی‌های اقلیمی، آب و خاک و مدیریت باغ‌های منتخب بسیار متفاوت و عملکردها علاوه بر آب متأثر از دیگر عوامل موثر نیز بوده است. برای مثال، در باغ‌هایی که حجم آب کاربردی کمتر ولی سایر شرایط مدیریتی و فنی باغ بهتر بوده است، عملکرد بالاتر بوده است.



شکل ۶- تغییرات عملکرد محصول گردو با حجم آب کاربردی

Figure 6- Changes in walnut yield with applied water volume

پس از تعیین میزان حجم آب کاربردی و عملکرد محصول در هریک از باغ‌های مورد بررسی، بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری برای هر باغ، استان و نیز برای کل کشور محاسبه شد. علاوه بر محاسبهٔ بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری، بهره‌وری آب کل نیز بر مبنای کل آب وارد شده به خاک (مجموع آب آبیاری و آب حاصل از بارندگی) برای کل باغ‌ها در استان‌های مورد مطالعه محاسبه گردید. در جدول ۷، نتایج تحلیل واریانس شاخص بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب در تولید گردو در استان‌های منتخب کشور نشان داده شده است.

جدول ۷- تحلیل واریانس بهره‌وری آب آبیاری و بهره وری آب کل در تولید گردو در استان‌های منتخب کشور

Table 7- Analysis of variance of irrigation water productivity and total water productivity in Walnut production in selected provinces

منبع تغییرات Source of variations	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Average of squares	مقدار F *F* value	مقدار P *P* value
بهره وری آب آبیاری irrigation water productivity					
بین استان‌ها	۰/۲۲	۱۰	۰/۰۲	۱/۸	۷ درصد
درون استان‌ها	۱/۶۲	۱۳۲	۰/۰۱		
کل کشور	۱/۸۴	۱۴۲			
بهره وری آب کل total water productivity					
بین استان‌ها	۰/۲۱	۱۰	۰/۰۲۱	۳/۳۶	کمتر از یک درصد
درون استان‌ها	۰/۷۸	۱۳۲	۰/۰۰۶		
کل کشور	۰/۹۹	۱۴۲			

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد تفاوت بهره‌وری آب آبیاری در تولید گردو در استان‌های یادشده در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست. اما بهره‌وری آب کل (آب آبیاری و بارش مؤثر) در سطح احتمال کمتر از یک درصد معنی‌دار است. در جدول ۸، نتایج خوشه‌بندی استان‌های منتخب بر مبنای شاخص بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل در تولید گردو نشان داده شده است.

جدول ۸- میانگین بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل در تولید گردو در استان‌های منتخب کشور

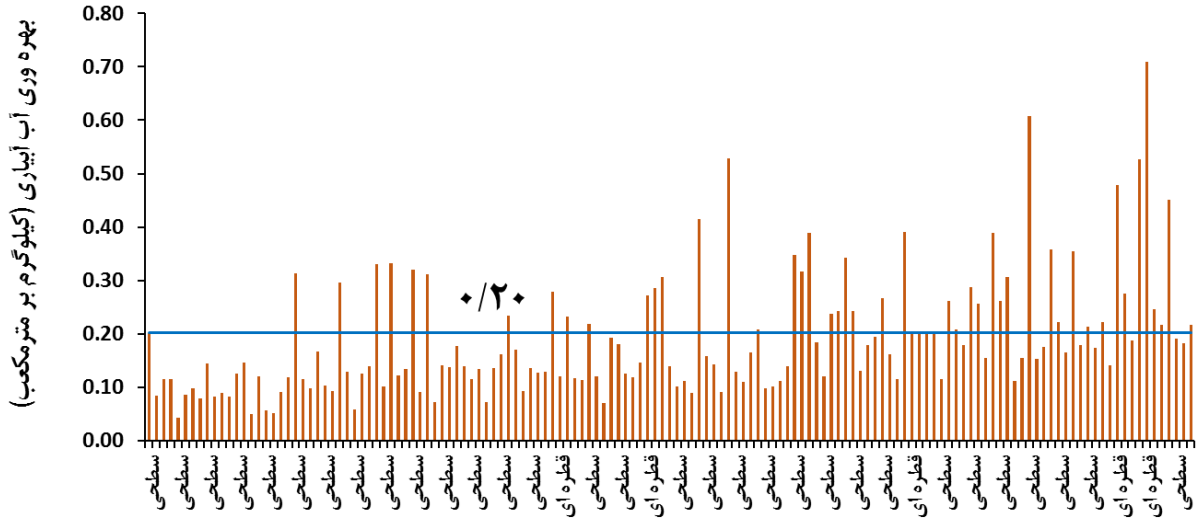
Table 8- Average irrigation water productivity and total water productivity of Walnut orchards in selected provinces

خوشه Cluster	استان Province	بهره وری آب آبیاری(کیلوگرم بر مترمکعب) irrigation water productivity (Kg/m^3)	رتبه مقایسه‌ای* Comparative rank
۱	کرمان	۰/۱۳	a
۲	کهگیلویه و بویراحمد	۰/۱۶	ab
	لرستان	۰/۱۶	ab
	مرکزی	۰/۱۷	abc
	آذربایجان‌شرقی	۰/۱۷	abc
	چهارمحال و بختیاری	۰/۱۷	abc
۳	زنجان	۰/۲۱	abcd
	فارس	۰/۲۱	abcd
	همدان	۰/۲۳	bcd
۴	قزوین	۰/۲۵	cd
	کرمانشاه	۰/۲۷	d
	بهره وری آب کل(کیلوگرم بر مترمکعب) total water productivity (kg/m^3)		
۱	کهگیلویه و بویراحمد	۰/۰۷	a
۲	چهارمحال و بختیاری	۰/۱۱	abab
	مرکزی	۰/۱۲	abc
	کرمان	۰/۱۳	abc
۳	فارس	۰/۱۴	bc
	لرستان	۰/۱۵	bcd
	قزوین	۰/۱۷	cde
	آذربایجان‌شرقی	۰/۱۷	cde
	کرمانشاه	۰/۱۸	cde
۴	زنجان	۰/۲۱	de
	همدان	۰/۲۱	de

علاوه بر بررسی تغییرات استانی مقادیر بهره‌وری آب آبیاری، این شاخص برای کل داده‌های باغ‌های منتخب در ۱۱ استان نیز به‌طور یکجا بررسی و نشان داده شد دامنهٔ تغییرات مقادیر بهره‌وری آب آبیاری گردو در باغ‌های مختلف کشور بسیار متفاوت و از حدود ۰/۰۴ تا ۰/۷ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است. میانگین بهره‌وری آب آبیاری محصول گردو در کل باغ‌های مورد بررسی در استان‌های منتخب کشور و نیز میانگین آن به تفکیک روش‌های آبیاری در شکل‌های ۷ و ۸ ارائه شده است. بر این اساس، متوسط بهره‌وری آب آبیاری گردو در باغ‌های منتخب در سطح کشور ۰/۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب و در باغ‌های با روش آبیاری قطره‌ای و سطحی، به ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب است.

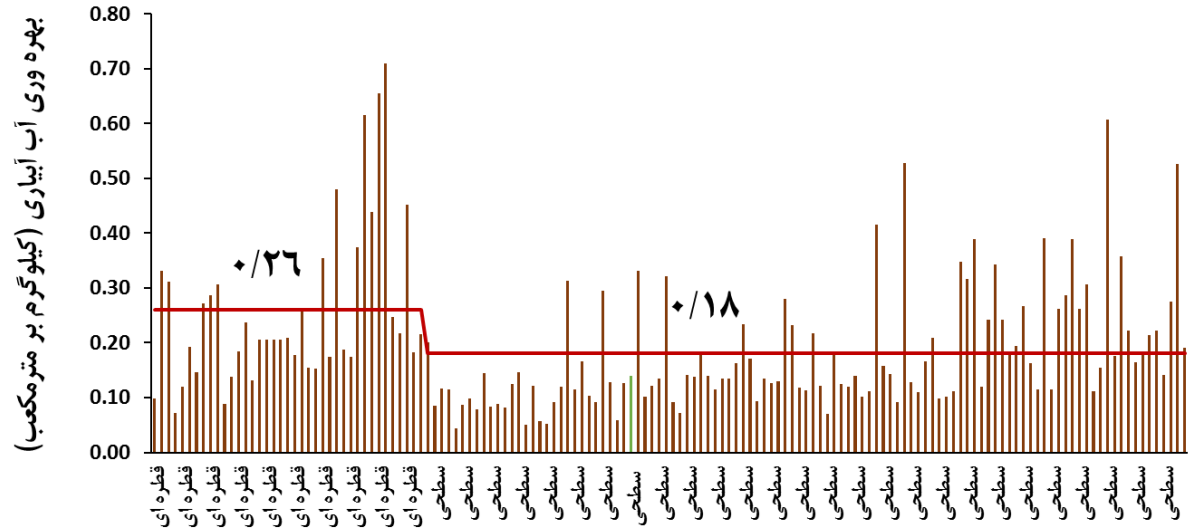
میانگین بهره‌وری آب کل در باغ‌های منتخب و نیز میانگین آن به تفکیک روش‌های آبیاری به‌ترتیب، ۰/۱۶، ۰/۱۹ و ۰/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب تعیین گردید.

نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج پژوهش‌های دیگر محققان مطابقت دارد و نشان دهنده آن است که بهترین روش آبیاری برای درخت گردو، روش آبیاری قطره‌ای است (Hu *et al.*, 2010؛ Li *et al.*, 2013؛ Akin and Erdem, 2018).



شکل ۷- بهره‌وری آب آبیاری گردو در باغ‌های مختلف استان‌های منتخب در کل کشور

Figure 7- irrigation water productivity of Walnut orchards in selected provinces



شکل ۸- بهره‌وری آب آبیاری گردو در باغ‌های مختلف استان‌های منتخب در کل کشور به تفکیک روش‌های آبیاری

Figure 8- irrigation water productivity of Walnut orchards in selected provinces by irrigation method

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش، حجم آب کاربردی، عملکرد محصول، بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کاربردی (بر مبنای مجموع حجم آب آبیاری و بارندگی) در باغ‌های گردو برای ۱۱ استان منتخب کشور بررسی شد. در جمع‌بندی کلی می‌توان نتیجه گرفت تغییر روش آبیاری از سطحی و سنتی به قطره‌ای، تأثیر قابل توجهی در شاخص‌های مصرف آب و عملکرد گردو در سطح کشور دارد. به‌طوری که حجم آب کاربردی به میزان حدود ۲۵ درصد کاهش و عملکرد محصول به میزان ۵ درصد افزایش یافته است. بدین ترتیب با کاهش حجم آب کاربردی و افزایش جزئی در عملکرد محصول، بهره‌وری آب آبیاری و آب کل (شامل آب آبیاری و بارندگی) در روش‌های آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی به‌ترتیب به‌میزان ۴۴ و ۲۷ درصد افزایش داشته است. این نتیجه‌گیری بیانگر اثربخشی نسبتاً خوب استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری در باغ‌های مورد مطالعه بوده است. تغییرات عملکرد محصول گردو با حجم آب کاربردی نشان داد که آب تنها عامل و نهاده تأثیرگذار بر عملکرد محصول نیست و عوامل متعددی در این کار دخیل هستند. به عبارتی، عملکرد محصول را حتی با حجم آب کاربردی کمتر و مدیریت دیگر نهاده‌ها و شرایط فنی و مدیریتی باغ می‌توان افزایش داد. این موضوع در شرایط کم‌آبی کشور که اغلب متولیان و بهره‌برداران برای افزایش عملکرد بیشتر روی مدیریت آب تمرکز می‌کنند، بسیار بااهمیت است. در مجموع می‌توان گفت عملکرد محصولات کشاورزی به ویژه گردو علاوه بر آب، تابع عوامل مختلف دیگری است که توجه به هریک از آنها می‌تواند نقش بسیار مهم‌تری در بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری داشته باشد. از این رو می‌توان دریافت که آب تنها یکی از عوامل مؤثر و البته ممکن است یکی از مهم‌ترین آنها باشد. علاوه بر تأمین نیاز آبی محصول در مراحل حساس رشد، می‌توان با رویکردهای به‌زراعی و به‌نژادی متعدد و بهبود شاخص‌های مدیریتی، عملکرد و بهره‌وری گردو را افزایش داد. هرچند نتایج کلی پژوهش حاکی از آن است که در استان‌های مورد بررسی، حجم آب کاربردی باغ‌های گردو کمتر از نیاز ناخالص آبی این محصول است و به‌نوعی کم‌آبیاری اجباری در باغ‌های گردو صورت گرفته است.

مراجع

Abbasi, F., Sohrab, F., Abbasi, N. (2017). Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. Journal of Irrigation and Drainage Engineering Research, 17(67), 113-128. (in Persian, abstract in English)

Ahmadi, K., EbadZadeh, H.R., Hatami, F., HoseinPour, R. and AbdShah, H. (2020). Agricultural Statistics of 2018-2019. Ministry of Jihad for Agriculture, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Office. Volume 3, Garden Products. 163pp. (in Persian)

Akin, S. and Erdem, T. (2018). Water use of walnut trees under different irrigation regimes. *Journal of Applied Horticulture*, 20(1): 60-63.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrig. Drain. Paper No. 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.

Ayers R.S. and Westcot D.W. (1976) .Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, FAO, Rome. 97 p.

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: 41-146.

Cohen, M., Valancogne, C., Dayau, S., Ameglio, T., Cruiziat, P. and Archer, P. (1997). Yeild and Physiological Responses of Walnut Trees in Semi-Arid Conditions: Application to Irrigation Scheduling. Proc. 2nd Int. Sym. On Irrigation of Hort. Crops, Acta Hort. 449 Vol. I. ISHS.

Farshi, A., Shariati, M.R., Jarollahi, R., Ghaemi, M.R., Shahabifar, M., Tavallaei, M.M. (1997). An estimate of the water requirements of main field crops and orchards in Iran, Orchards Vol. 2. Agricultural Education Publication: Karaj, Iran, 629 pp. (in Persian)

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

Ghadami Firouzabadi, A., Seyedan, S. M., and zareabyaneh, H. (2021). Determination and evaluation of applied water and physical and economical productivity of water in vineyards and walnut orchards of Malayer region of Hamadan. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 14(6), 1908-1919. (in Persian)

Hu, Q., Y. Ma, J. He, Q. Zhang, Q and M. Hong. (2010). Effect of drip irrigation and micro –sprinkler irrigation on water consumption, yields and quality of walnut. *Journal of Water Resources and Water Engineering*, 1: 1-20.

Huabing, M., Meimei, L., Junjie, R., Baoguo, L. and Guohui, Q. (2014). Effects of Different Irrigation Amounts on Water Use of Precocious Walnuts. *Applied Mechanics and Materials*, 651-653: 1423-1431.

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.

Li, H. B., Mu, Z. X., Hong, M., & Zheng, B. (2013). Optimization of irrigation methods for grown walnut in arid and semi arid regions. *Water Saving Irrigation*, 6(10).

Manzari Tavakkoli, M., Bagheri, V., Karimi, H. R., and Roosta, H. R. (2015). Evaluation of some the physiological and growth responses of three walnut genotypes to different bicarbonate concentrations in irrigation water. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(4), 549-561. (in Persian)

Parvin, P., khezri, M., Tavasolian, I. (2014). Effects of drought stress on some morphological, physiological and biochemical parameters of Persian walnut seedling (Juglans regia L.). *Journal of Plant Production Research*, 21(3), 1-25. (in Persian)

Sarmad, Z., Bazargan, A., and Hejazi, E. (2001). Research Methods in Behavioral Sciences. Agah Publishing, Tehran, 405 pp. (in Persian)

SCS. (1972). U.S. Soil Conservation Service, National Engineering Handbook, Hydrology Section 4.

Seyedi, N., Alijanpour, A., Banj Shafiei, A., and Beygi Heidarlou, H. (2016). The effect of drought stress on photosynthetic characteristics in Walnut (Juglans regia l.) seedlings. *Forest and Wood Products*, 69(3), 511-521.

Shahrokhnia, M. A., Abbasi, N., and Abbasi, F. (2022). Investigation of irrigation water volume and water productivity of walnut orchards in Fars province. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 15(6), 1361-1369. (in Persian)

Irrigation and Drainage Structures Engineering Research/Vol.23/No.89/ Winter2023/P:1-20

Extended Abstract

Evaluation of the Volume of Applied Water and Agricultural Water Productivity in Walnut Production Centers in the Country

[*]Nader Abbasi, Reza Bahramloo, Moin Rezvani, Ali FirouzAbadi Ghadami, Afshin Uossef Gomrokchi, Ramin Nikanfar, Abolfazl Nasseri, Fariborz Abbasi, Rahim Nafchi Ali Mohammadi, Mohammad Abassi, Moustafa Goodarzi, Mohammad Ali Shahrokhnia, Hamid Riahi, Samar Behrouznia, Samira Vahedi

* Corresponding Author: Professor, Agricultural Engineering Research Institute, AREEO, Email: nader_iaeri@yahoo.com

Received: 24 Janury 2023, Accepted: 8 June 2023

Extended Abstract

Introduction

Walnut is one of the most valuable garden products of the country, which will be very profitable for gardeners if the water and food needs are met on time. During the growth period, the walnut tree goes through different stages, during these stages, the lack of sufficient and timely irrigation will affect not only the crop of the same year, but also the quantitative and qualitative production of the next years. The results of various researches have shown that the walnut tree is sensitive to the lack of water and the lack of soil moisture leads to a decrease in yield and the quality of the product in terms of color and size. Researches in the country are mainly focused on determining the water requirements of walnut trees, the effects of low irrigation and the quality of irrigation water on the quantitative and qualitative performance of walnuts, and not many researches have been done on determining the amount of water used by walnut trees in the country. The review of the articles shows that walnut is one of the water-bearing products among garden products, and due to the severe limitation of water resources in the centers of production of this product in the world, many researches focused on determining the amount of water used for walnut trees and low management. It has been irrigated. On the other hand, the researches carried out in the country have mainly been carried out either in limited areas or in the form of research projects on the scale of experimental plots. Therefore, there is almost no comprehensive report on measuring and estimating the volume of water used for this water-bearing product in the country. Based on this, in the current research, the amount of water consumed by walnut gardeners in the country has been measured.

Methodology

Considering that the main purpose of the research was to measure the volume of water used for walnut production in different regions of the country, the water given by gardeners for walnut production during two cropping seasons was measured without interfering in irrigation management and at the level of users' gardens. Is. In this research, due to the fact that the yield of walnut is affected by the age and climatic factors such as frosts, the measurements were made during two consecutive crop years 1396-1397 and 1397-1398. Based on this, the provinces of Hamedan, Kerman, Lorestan, East Azerbaijan, Kermanshah, Chaharmahal and Bakhtiari, Kohgiluyeh and Boyerahmad, Zanjan, Fars, Markazi and Qazvin, where the area under cultivation and the amount of walnut production in them are about 70 and 75% of the whole country, respectively. include, were selected as pilot areas for the implementation of the current research.

After that, in each province, city or cities, the top producers of the mentioned product were determined in terms of the level of cultivation and production, and finally, the desired gardens were selected in the cities. In this regard, we tried to select the gardens in such a way that they cover most of the conditions such as climate, garden area, planting intervals, soil texture, water and soil salinity, irrigation methods and different managements, etc. The volume of water supplied was measured with the WSC flume or ultrasonic flow meter without interfering with the irrigation program.

Results and Discussion

The results of the research showed that the volume of applied water of walnut orchards in the studied areas varied from 3050 to 14800 m^3/ha and its weighted average in the country was about 7000 m^3/ha. Also, the amount of water used in the selected gardens in two methods of surface and drip irrigation was obtained as 7675 and 5709 m^3/ha, respectively. The two-year average yield of walnuts in the production areas varied from 520 to 3280 kg/ha and its weight average was 1235 kg/ha. Based on this, the productivity index of irrigation water varies from 0.04 to 0.71 kg/m^3 and its average weight in the country is about 0.20 kg/m^3. The general results of the research indicate that in the investigated provinces, the amount of water used in walnut orchards is less than the gross water requirement of this product and there is a kind of forced under-irrigation in walnut orchards.

Conclusions

In a general summary, it can be concluded that changing the irrigation method from surface and traditional methods to drip system has had a significant effect on water consumption indicators and walnut yield in the country. So that the amount of water used has decreased by about 25% and the yield of the product has increased by 5%. Thus, with a decrease in the volume of applied water and a slight increase in crop yield, the productivity of irrigation water and total water (including irrigation water and rainfall) in drip irrigation methods compared to surface irrigation increased by 44 and 27 percent, respectively. had. This conclusion shows the relatively good effectiveness of using modern systems in the studied gardens. The results of this research are consistent with the results of other researchers and show that the best irrigation method for walnut trees is the drip irrigation method. The changes in walnut product performance with the amount of applied water showed that water consumption is not the only factor and input influencing the product performance and several factors are involved in this issue. In other words, the yield of the product can be increased even with a smaller amount of applied water and the management of other inputs and the technical and management conditions of the garden. This issue is very important in the country's water shortage situation where most of the trustees and operators focus on water management to increase performance. In general, it can be said that the performance of agricultural products, especially walnuts, in addition to water, depends on various other factors, paying attention to each of them can play a more important role in improving performance and increasing productivity. Therefore, receiving water can be only one of the effective factors and of course it may be one of the most important. Therefore, in addition to providing the water requirement of the product in the critical stages of growth, it is possible to increase the performance and productivity of walnut with several agronomic and breeding measures and improving the management indicators. However, the general results of the research indicate that in the investigated provinces, the amount of water used in walnut orchards is less than the gross water requirement of this product, and there is a kind of forced under-irrigation in walnut orchards.

Keywords: Walnut orchards, Water productivity, Water requirement of walnut.