

مقاله پژوهشی

تعیین و ارزیابی آب کاربردی و بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در باغات انگور و گردو منطقه ملایر همدان

علی قدمی فیروزآبادی^{۱*}، سید محسن سیدان^۲، حمید زارع ایبانه^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۵

چکیده

استفاده بهینه و مناسب از منابع آب با توجه به بحران آب و خشکسالی‌های اخیر در کشور امری بسیار ضروری است. در این راستا استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری از جمله راهکارهایی است که به منظور افزایش بهره‌وری آب در کشور توسعه یافته است. لذا این تحقیق به منظور مقایسه میزان بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی و بازده تولید محصول در باغات انگور و گردو شهرستان ملایر از توابع استان همدان انجام شد. در این پژوهش حجم آب کاربردی در باغات مورد مطالعه با اندازه‌گیری دبی منبع آبی، تعداد آبیاری و ساعات آبیاری در هر نوبت محاسبه شد. نیاز آبی بر اساس آمار و اطلاعات هواشناسی سال‌های اخیر محاسبه و با میزان نیاز آبی برآورد شده در سند ملی آب مقایسه شد. بهره‌وری آب بر اساس میزان عملکرد محصول به ازای واحد حجم آب (CPD)، درآمد به ازای واحد حجم آب (BPD)، و بازده خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD) محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری سطحی به ترتیب باعث کاهش ۴۰ و ۵۴ درصدی آب کاربردی محصول انگور و گردو شد. میزان بهره‌وری آب در باغات انگور و گردو در آبیاری قطره‌ای به ترتیب ۲۵/۱ و ۱/۸۱ و در آبیاری سطحی ۷/۸ و ۰/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. نیاز آبی محاسباتی بر اساس آمار و اطلاعات هواشناسی ده ساله اخیر در این دو محصول بیشتر از میزان ذکر شده در سند ملی آب بود. مقایسه میزان متوسط آب کاربردی با نیاز آبی محاسباتی حاکی از کم‌آبیاری در اغلب باغ‌های مورد مطالعه بود. مقایسه بهره‌وری اقتصادی آب در دو محصول نشان داد که این شاخص در روش آبیاری قطره‌ای به مراتب بالاتر از روش آبیاری سطحی است. میزان شاخص بازده خالص به ازای واحد آب کاربردی (NBPD) در روش آبیاری قطره‌ای در دو محصول انگور و گردو به ترتیب ۲۳۱ و ۱۱۷ و در روش آبیاری سطحی ۱۱۰ و ۱۱۵ هزار ریال بر متر مکعب تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، آبیاری سطحی، بازده خالص، عملکرد محصول

مقدمه

می‌شود (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶). ارزیابی‌های وضع موجود بیانگر آن است که در حال حاضر نرخ بهره‌برداری از منابع آب و خاک علیرغم بهبودهای مقطعی و جزئی (به خصوص در یک دهه اخیر) وضعیت مطلوبی نداشته و روند اصلاحات و ارتقاء بهره‌وری آب هنوز بطئی است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴). اثرات منفی ناشی از عدم بهره‌برداری مناسب از منابع آب و کاهش چشمگیر و کمبود این منابع بر روی درآمد، تولید و بازدهی در بخش کشاورزی نه تنها باعث دلسرد شدن بهره‌برداران کشاورزی و ایجاد مشکلات مالی فراوان برای آنها شده است، بلکه اقتصاد کشور را نیز برای دستیابی به توسعه پایدار با مشکل روبرو کرده است.

در استان همدان نیز مانند بسیاری از مناطق کشور بیشترین مصرف آب اختصاص به بخش کشاورزی دارد. در سال‌های اخیر، به دلیل کاهش بارندگی و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، این استان با کاهش سالانه بیش از ۲۰۰ میلیون متر مکعب ذخیره آب‌های

آب یکی از مهمترین و اساسی‌ترین عوامل حیات و پیشرفت جوامع بشری است. عمده‌ترین مصرف منابع آب کشور در بخش کشاورزی است. نتایج برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که بیش از ۷۰ درصد از حجم آبی کاربردی در کشور در بخش کشاورزی استفاده

۱- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۳- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

* نویسنده مسئول: (Email: a.ghadami@areeo.ac.ir)

(۲۰ درصد ظرفیت زراعی) اعمال شد. نتایج آنها نشان داد 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 تاثیر منفی بگذارد.

زمانی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات مختلف زراعی در دشت بهار پرداخته‌اند. در این تحقیق از شاخص‌های فیزیکی و مالی بهره‌وری آب شامل شاخص عملکرد به ازای واحد حجم آب (CPD)، درآمد به ازای واحد حجم آب (BPD)، و بازده خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD)، برای محاسبه بهره‌وری آب استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که بهره‌وری آب در شیوه‌های نوین آبیاری‌های بطور معنی‌داری بیشتر از روش آبیاری سنتی بود.

پروین و همکاران (۱۳۹۳) به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گردوی ایرانی و تعیین حد تحمل نهال‌ها به این تنش، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با نه تیمار و ۲۰ تکرار در یک گلخانه کاملاً کنترل شده به اجرا در آوردند. در این پژوهش، سه سطح تنش خشکی شامل تیمار شاهد (۸۰ درصد ظرفیت زراعی)، تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۲۰ درصد ظرفیت زراعی) اعمال شده و اندازه‌گیری‌ها در سه مرحله زمانی انجام شد. نتایج مربوط به شاخص‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نشان داد که این شاخص‌ها تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی واقع شدند و مشخص گردید که نهال‌های گردو قادر به تحمل تنش خشکی متوسط در حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نیز نمی‌باشند.

نیکانفر و رضایی (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای بر روی درختان انگور به محاسبه بهره‌وری انگور پرداخت. بیشترین کارایی مصرف آب با ۲/۲ کیلوگرم بر مترمکعب آب مربوط به روش آبیاری قطره‌ای بود و کارایی مصرف آب در آبیاری بابلر ۲/۱۶ و در آبیاری سطحی حدود ۱/۴۸ کیلوگرم بر متر مکعب برآورد شد.

محمودیان و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به بررسی اثرات برهمکنش کاتولین و تنش خشکی بر چهار رقم گردوی ایرانی پرداختند این آزمایش در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل در واحد زمان با چهار فاکتور شامل آبیاری در دو سطح ۱۰۰٪ و ۵۰٪ همراه با محلول‌پاشی کاتولین در چهار غلظت صفر، ۲/۵ و ۷/۵ درصد چهار رقم گردوی ایرانی چندلر، فرانکت، K ۷۲ و ژنوتیپ بذری طی دو سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۲ با سه تکرار در کشت و صنعت شه‌میرزاد انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کاتولین و افزایش میزان آبیاری سطح معنی‌داری از غلظت کلروفیل و محتوای آب برگ بهبود یافت. بیشترین RWC، ۵۸/۲۸ درصد در چند لر و کمترین مقدار در فرانکت ۴۷/۵۶ درصد مشاهده شد. در مجموع نتایج تحقیق آنها نشان

زیرزمینی روبرو شده است. هم‌اکنون دشت‌های استان از جمله دشت ملایر با محدودیت شدید آبی مواجه است (شرکت آب منطقه‌ای استان همدان، ۱۳۹۶). تغییرات سطح ایستابی این شهرستان نشان می‌دهد که متوسط کسری مخزن منابع آب زیرزمینی این شهرستان حدود ۲۵ میلیون متر مکعب است. میانگین افت سالانه بلند مدت سطح ایستابی دشت ملایر برابر با ۱/۲۵ - متر در سال است. با توجه به موارد فوق ضرورت استفاده مناسب از منابع محدود آب و افزایش بهره‌وری آب بیش از پیش نمایان می‌شود. در این راستا سامانه‌های نوین آبیاری در حال توسعه هستند. اطلاع از حجم آب کاربردی، بهره‌وری و نیاز آبیاری انگور و گردو در دو سیستم آبیاری قطره‌ای و سطحی در شهرستان ملایر می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های استانی موثر و آگاهی از این اطلاعات می‌تواند مبنایی برای برنامه‌ریزی افزایش عملکرد انگور و گردو و ارتقای بهره‌وری آب این محصول باشد.

مولائی و مصطفی‌زاده (۱۳۸۶) در تحقیقی به بررسی راندمان و عملکرد روش آبیاری حوضچه‌ای و همچنین مقایسه آن با روش معمول (آبیاری سطحی) پرداخته‌اند. نتایج این ارزیابی نشان داد که متوسط راندمان آبیاری درختان گردو به روش حوضچه‌ای حدود ۹۰ درصد است، که نشان دهنده راندمان بالا در مقایسه با روش آبیاری قطره‌ای می‌باشد.

نعمت‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی به منظور مقایسه سه روش آبیاری سطحی، قطره‌ای و پاششی (میکروجت) با طرح بلوک‌های کامل تصادفی به سه تکرار بر روی ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده گردو پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که میزان عملکرد برای سیستم آبیاری پاششی حدود ۲۳۵۰ کیلو در هکتار و برای قطره‌ای ۲۲۰۰ کیلو در هکتار و برای سیستم آبیاری سطحی ۱۵۵۰ کیلو در هکتار حاصل گردیده و میزان رشد رویشی در روش آبیاری سطحی به نسبت ۱۲ و ۱۵ درصد بترتیب کمتر از رشد رویشی سامانه‌های قطره‌ای و پاششی بوده است.

نتایج مطالعه دشتی و احمدآلی (۱۳۹۲) در ۹۰ باغ سیب در شهرستان ارومیه نشان داد که افزایش سود حاصل از بکارگیری هر متر مکعب آب در سیستم آبیاری میکرو به جای آبیاری سطحی، ۱۳۰۱ ریال می‌باشد. شاخص بهره‌وری آب برای سیستم میکرو ۱۶/۴ کیلوگرم و برای سیستم سطحی ۲۲/۲ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد. بر اساس شاخص NBPD، به ازای هر واحد حجم آب کاربردی، سود خالص در سیستم آبیاری میکرو ۴۶۴۴۵ ریال و در سیستم آبیاری سطحی ۲۳۳۶۹ ریال به دست آمد.

نصیبی و همکاران (۱۳۹۲) به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و تعیین حد تحمل نهال‌های گردو، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در یک گلخانه کاملاً کنترل شده اجرا نمودند. در این پژوهش، سه سطح تنش خشکی شامل تیمار شاهد (۸۰ درصد ظرفیت زراعی)، تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید

مورد مطالعه و مقایسه قرار دادند آنها روش پنمن مانیتیت را بعنوان روشی مناسب معرفی نمودند که با روشهای دیگر کمتر از ۱۰ درصد تفاوت دارد (Yunusa et al., 2000).

لامپین و همکاران در تحقیقی مدیریت آبیاری درخت گردو را با استفاده از داده‌های تبخیر و تعرق، خاک و گیاه در کالیفرنای آمریکا انجام دادند. در این تحقیق از دستگاه نوترون متر و بلوک‌های گچی برای اندازه‌گیری رطوبت و از دستگاه بمب فشاری برای اندازه‌گیری پتانسیل آب ساقه استفاده گردید. بر این اساس برنامه‌ریزی آبیاری درختان موجود در باغ برای شرایط نرمال، کم‌آبیاری ملایم و کم‌آبیاری متوسط انجام شد و مقادیر آب آبیاری اعمال شده با استفاده از کنتور اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میزان آبیاری در تیمار شاهد ۱۱۱۲۰، کم‌آبیاری ملایم ۷۹۲۵ و کم‌آبیاری متوسط ۶۵۵۰ متر مکعب در هکتار می‌باشد. این در حالی است که میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه در محل مورد مطالعه معادل ۱۰۵۹۰ متر مکعب در هکتار برآورد گردید که نشان می‌دهد تیمار شاهد معادل ۵ درصد بیشتر آبیاری انجام شده و در دو تیمار دیگر به ترتیب ۲۵ و ۳۸ درصد کمتر آبیاری انجام شده است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گردو متفاوت است و بستگی به سن درخت، شرایط خاک و غیره دارد (Lampinen et al., 2004).

فولتون و همکاران در تحقیقی ضرایب گیاهی و نیاز آبی را برای درختان گردو در کالیفرنای آمریکا تعیین نمودند. بدین منظور از روش توازن انرژی برای تعیین ETC استفاده گردید. همچنین با تعیین مقادیر آب آبیاری و بارش رخ داده در منطقه، مقادیر ضریب گیاهی در طول فصل اندازه‌گیری شد و با مقادیر اندازه‌گیری شده در گذشته مقایسه گردید. 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 است و مقدار نیاز آبی گیاه در طول فصل معادل ۱۰۵۱۰ متر مکعب در هکتار می‌باشد (Fulton, 2013).

چوون و همکاران در تحقیقی کاربرد دستگاه بمب فشاری قابل حمل برای تعیین نیاز آبی درختان گردو را در ایستگاه تحقیقاتی کریسی فرانسه، مورد ارزیابی قرار دادند، بدین منظور برای برنامه‌ریزی آبیاری سه روش بمب فشاری، تانسومتر و بیلان آبی مورد مقایسه قرار دادند. برای هر تیمار ۱۱ درخت به صورت تصادفی انتخاب و بر اساس نتایج به دست آمده مقدار نیاز آبیاری برای تیمار بمب فشاری ۱۲۹، تیمار بیلان آبی ۱۱۸ و تیمار تانسومتر ۶۰ متر مکعب برآورد گردید (Chauvin et al., 2006).

باچنر و همکاران در تحقیقی اثرات کم‌آبیاری تنظیم شده را بر دو رقم گردو در کالیفرنای آمریکا مورد ارزیابی قرار دادند. بدین منظور کم‌آبیاری کنترل شده با اندازه‌گیری پتانسیل آب ساقه برای تنش‌های کم، متوسط و زیاد، برای دو رقم درخت گردو اعمال گردید. آزمایش

داد که رقم چندلر نسبت به سایر ارقام مورد بررسی تحمل بیشتری نسبت به کم‌آبی دارد و از طرف دیگر می‌توان با کاربرد کاتولین به غلظت ۵ درصد اثرات کم‌آبی و تنش گرمایی را بر ارقام گردو کم نمود.

رضوی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی اثر رژیم‌های آبیاری و روش‌های آبیاری در درختان جوان گردو پرداختند آزمایشی در قالب سه بلوک مجزای کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه کهریز ارومیه با سه روش آبیاری میکروجت، قطره‌ای و بابلر با سه تیمار آب آبیاری با مقادیر ۵۵، ۷۵ و ۱۱۰ درصد تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A در درختان ۵ ساله گردو اجرا گردید که آب مصرفی سه تیمار مقدار آبیاری به ترتیب ۴۸۷۰، ۶۴۰۰ و ۹۲۵۰ متر مکعب در هکتار بوده است. براساس نتایج آزمایش، تیمار ۷۵ درصد از جهت کارایی مصرف آب در کلاس A قرار گرفت و برتری خود را نشان داد. لذا تیمار ۷۵ درصد به لحاظ صرفه جویی در مصرف آب توصیه می‌گردد. همچنین هر دو تیمار روش آبیاری میکروجت و بابلر از نظر کارایی مصرف آب در کلاس A قرار گرفته‌اند. درخصوص کارایی مصرف آب، روش آبیاری بابلر با مقدار آب ۷۵ درصد در کلاس A قرار گرفت. لذا برای آبیاری باغات گردو هر دو روش آبیاری بابلر و میکروجت با سطح مصرف آب ۷۵ درصد توصیه می‌گردد. آنها مقدار آب مورد توصیه برای نهال‌های پنج ساله گردو، را ۶۴۰۰ مترمکعب در هکتار بیان نمودند.

شاهرخ‌نیا و کرمی (۱۳۹۶) در بررسی تیمارهای ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی بر عملکرد کمی و کیفی انگور نشان داد که عملکرد کمی و کیفی انگور تحت تاثیر این تیمارها نبوده ولی تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی، حدوداً نقطه آغاز تنش آبی در گیاه می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت بهترین میزان آب آبیاری، معادل ۶۰ درصد نیاز آبی برآورد شده از روش پنمن مانیتیت با حدود ۵۸۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد.

کوهن و همکاران در تحقیقی اثر مقادیر مختلف آبیاری بر رشد و کمیت و کیفیت محصول درخت گردو در منطقه رویس اسپانیا را ارزیابی نمودند. این تحقیق روی درختان گردوی ۵ ساله با فواصل یکنواخت ۶×۷ متر در قطعه‌ای به وسعت ۰/۶ هکتار در یک خاک لوم شنی اجرا گردید. نتایج پژوهش آنها نشان داد که با ۳۰ درصد کاهش آبیاری سطح کل برگ، عملکرد و اندازه محصول کاهش می‌یابد و بیشترین عملکرد در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی حاصل می‌گردد. همچنین نتایج به دست آمده نشان داد که کاهش ۲۰ درصدی آبیاری باعث کاهش اندک عملکرد شده اما کیفیت محصول بیشتر می‌گردد. بر اساس نتایج این تحقیق نیاز آبی خالص درخت گردو ۳۹۷۰ مترمکعب در هکتار برآورد گردید (Cohen et al., 1997).

یونوسا و همکاران روش‌های مختلف برآورد نیاز آبی انگور را

که برای مقایسه محصولات مختلف کشاورزی بهتر است علاوه بر شاخص بهره‌وری فیزیکی از شاخص بهره‌وری اقتصادی نیز استفاده شود. لذا این تحقیق با هدف تعیین شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی بهره‌وری آب، نیاز آبی به‌روز شده، و میزان بازده تولید در سطح باغ‌های انگور، گردو شهرستان ملایر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور تعیین آب کاربردی و بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در باغات انگور و گردو شهرستان ملایر واقع در جنوب شرقی استان همدان طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ شهرستان انجام شد (شکل ۱). پژوهش از نظر میزان و درجه کنترل متغیرها، آزمایشی و تحلیلی، از نظر گردآوری داده‌ها، مزرعه‌ای و میدانی و از نظر تعمیم یافته‌ها از نوع پیمایشی^۱ می‌باشد.

جامعه آماری، در این پژوهش مجموعه بهره‌برداران از باغات در دشت ملایر است. به‌منظور پوشش بهتر منطقه و در نظر گرفتن ناهمگنی که در میان کشاورزان مشاهده شد، تعیین نمونه به روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای نسبتی^۲ انجام گرفت. رابطه (۱) چگونگی تعیین تعداد نمونه را نشان می‌دهد.

$$n = \frac{N \times t^2 \times s^2}{N \times d^2 + t^2 \times s^2} \quad (1)$$

در رابطه (۱): n تعداد نمونه مورد نیاز، N تعداد چاه مورد بهره‌برداری در منطقه، t آماره t استیودنت، S واریانس نمونه اولیه، d خطای مورد نظر در برآورد را نشان می‌دهد.

جهت انجام این پژوهش پرسشنامه‌هایی تهیه و اطلاعاتی لازم جمع‌آوری شد. برای بررسی روایی پرسشنامه از نظرات کارشناسان اقتصاد کشاورزی و آبیاری استفاده شد. به‌منظور بررسی پایایی سوالات از آزمون آلفای کرونباخ محاسبه و برابر با ۰/۸ اندازه‌گیری شده است. مکان محل آزمایش، مختصات جغرافیایی باغات، نوع منبع آبی، نوع سیستم آبیاری، شوری منبع آبی در جداول ۱ و ۲ آمده است.

حجم آب کاربردی، بدون دخالت در برنامه آبیاری بهره‌دار و تحت مدیریت باغداران اندازه‌گیری شد. سپس دبی منبع آبی، زمان هر نوبت آبیاری و تعداد نوبت‌های آبیاری در طول فصل زراعی تعیین شد. با استفاده از این داده‌ها، عمق آب آبیاری و حجم آب کاربردی در هر یک از باغات در طول فصل زراعی محاسبه شد. نیاز آبی گیاه مرجع به روش پن‌من-مانتیث با استفاده از داده‌های ۱۰ سال اخیر برای منطقه موردنظر از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی تهیه و برآورد شد. نیاز آبی گیاه مرجع با اعمال ضریب گیاهی به نیاز آبی خالص گیاه تبدیل شد. با اعمال بارش موثر، نیاز خالص آبی به نیاز خالص آبیاری

در یک باغ تجاری با فواصل درختان ۵/۵×۹/۱ متر در قالب یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار و چهار تکرار اجرا گردید. بر اساس نتایج به دست آمده، مقدار آب آبیاری مورد استفاده در تیمارهای کم آبیاری ملایم، متوسط و زیاد به ترتیب ۱۰۷۰۰، ۷۱۳۰ و ۶۱۰۰ متر مکعب 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).

گارسیا و همکاران (۲۰۱۲)، رومر و مارتینز کاتیللاس (۲۰۱۲) اثر مقادیر و زمان‌های مختلف آبیاری بر بازده اقتصادی انگور در منطقه ای نیمه گرم از جنوب شرقی اسپانیا را بررسی نمودند. تیمارهای آبیاری شامل ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد از آبی کامل انگور بود. نتایج نشان داد تیمار آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی بهترین تیمار از لحاظ عملکرد بوده و تنش شدید آبی از نظر کمی اقتصادی نبوده ولی کیفیت محصول را به اندازه‌ای افزایش داده که می‌تواند با تیمار ۶۰ درصد برابری نماید (Garcia et al., 2012; Romero and Martinez-Cutillas, 2021).

لیو در تحقیقی کاربرد روش آبیاری Straw pit (استفاده از پوشش پلاستیکی) در باغ گردو در فلات لوئیس چین، را مورد ارزیابی قرار داد. بدین منظور روش Straw pit، قطرهای، بارانی، غرقابی و دیم از لحاظ عملکرد و منافع اقتصادی را مقایسه نمود. نتایج اندازه‌گیری رطوبت در هر روش نشان داد که روش‌های قطرهای و بارانی بهترین روش می‌باشند و بعد از آن روش Straw pit است و دو روش دیم و آبیاری غرقابی برای توسعه و رشد بهینه درخت گردو مناسب نمی‌باشند (Liu, 2014).

پالیان و ماتئوس در مطالعه‌ای تأثیر بهینه‌سازی سامانه‌های آبیاری را بر بهره‌وری آب مورد ارزیابی قرار داده‌اند. در این مطالعه برای مقابله با بحران کمبود آب موارد زیر پیشنهاد شده است: ۱- استفاده بیشتر از آب مجازی ۲- بهبود کارایی اقتصادی آب ۳- بهبود کارایی فنی آب (Playan and Mateos, 2006).

فائو میانگین بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ایران ۰/۲ دلار به ازای هر متر مکعب آب است که نسبت به میانگین جهانی آن اختلاف معنی‌دار و با کشورهای مانند فرانسه که بهره‌وری آب در بخش کشاورزی آن ۸/۸ دلار به ازای هر متر مکعب آب است اختلاف بسیار زیادی دارد (FAO, 2006).

برای تعیین آب کاربردی و بهره‌وری آب در محصولات باغی انگور، گردو در داخل و خارج از کشور مطالعات متعددی صورت گرفته است که بیشتر آنها در شرایط پژوهشی با تیمارهای آزمایشی و در ایستگاه‌های مراکز تحقیقاتی بوده است. در برخی موارد نیز تیمارهای کم آبیاری و سطوح مختلف آب برای یافتن سطح مناسب آب آبیاری در منطقه مورد نظر بوده است. از طرفی در اکثر مطالعات انجام شده به بررسی بهره‌وری فیزیکی محصولات پرداخته شده است. در حالی

1- Survey Research

2- Ratio stratified random sampling

مطالعه مقایسه شدند. میزان ضریب گیاهی مورد استفاده برای دو محصول انگور و گردو در جدول ۱ ارائه شده است.

تبدیل شد. بارندگی مؤثر به روش SCS برآورد شد (SCS, 1972). مقادیر نیاز خالص آبیاری با مقادیر سند ملی آب برای مناطق مورد



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (شهرستان ملایر)

در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای میزان حجم آب کاربردی با نصب کنتور یا اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها، ساعت آبیاری در هر نوبت آبیاری و تعداد آبیاری در کل فصل تعیین شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها از مناطق مورد مطالعه، با استفاده از حجم آب کاربردی و عملکرد محصول هر باغ، بهره‌وری فیزیکی آب کاربردی (CPD)^۱ محاسبه شد (رابطه ۲).

$$CPD(Ir) = \frac{Tp}{Tw(Ir)} \quad (2)$$

که در آن: TP: میزان محصول تولید شده (کیلوگرم در هکتار) و TWC حجم آب کاربردی متر مکعب در هکتار است.

همچنین بهره‌وری آب آبیاری و بارش مؤثر نیز از رابطه ۳ محاسبه شد.

$$CPD(Ir + P) = \frac{Tp}{Tw(Ir+P)} \quad (3)$$

در این تحقیق علاوه بر محاسبه بهره‌وری فیزیکی، بهره‌وری اقتصادی آب نیز محاسبه شد. هدف از این روش تعیین میزان درآمد حاصله از هر متر مکعب آب است داده‌های هزینه، تولید و درآمد دو محصول گردو و انگور در باغات مورد مطالعه و با استفاده از پرسشنامه اخذ شد. از هزینه‌های تولید می‌توان به هزینه زمین، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، آبیاری، نیروی کار، ماشین آلات، کود حیوانی، کودهای ریز مغذی اشاره نمود. در جدول ۲ بصورت مشروح میزان نهاده‌ها و هزینه تولید دو محصول گردو و انگور نشان داده شده است.

جهت تعیین بهره‌وری اقتصادی پس از انتخاب باغات و اخذ اطلاعات هزینه و درآمد، دو شاخص BPD و NBPD محاسبه شد.

جدول ۱- ضریب گیاهی مورد استفاده جهت محاسبه نیاز آبی گردو و انگور در طول دوره رشد

ماه	دهه	محصول	
		گردو	انگور
فروردین	اول	-	-
	دوم	-	-
	سوم	۰/۵	-
اردیبهشت	اول	۰/۵	-
	دوم	۰/۵	-
	سوم	۰/۵۴	۰/۴۸
خرداد	اول	۰/۶۳	۰/۵۶
	دوم	۰/۷۲	۰/۶۷
	سوم	۰/۸	۰/۷۸
تیر	اول	۰/۸۸	۰/۸۵
	دوم	۰/۹۶	۰/۸۷
	سوم	۱	۰/۸۷
مرداد	اول	۱	۰/۸۷
	دوم	۱	۰/۸۷
	سوم	۱	۰/۸۷
شهریور	اول	۱	۰/۸۷
	دوم	۱	۰/۸۶
	سوم	۱	-
مهر	اول	۰/۹۸	-
	دوم	۰/۹۲	-
	سوم	۰/۸۲	-
آبان	اول	۰/۷۱	-

جدول ۲- هزینه تولید گردو و انگور به تفکیک نهاده های مورد مصرفی

گردو		انگور		محصول
هزینه (ریال)	مقدار/تعداد	هزینه (ریال)	مقدار/تعداد	نهاده‌ها
۱۱۰۰۰	۷۵۰	۱۱۰۰۰	۶۰۰	کود فسفاتنه (کیلوگرم در هکتار)
۷۷۰۰	۱۷۵	۷۷۰۰	۷۵	کود ازته (کیلوگرم در هکتار)
۱۵۰۰۰	۱۲۵	۱۵۰۰۰	۱۵۰	کود پتاسه (کیلوگرم در هکتار)
۱۱۵۰۰۰۰	۱۰۰	۷۵۰۰۰۰	۲۵	کود ریز مغذی (کیلوگرم در هکتار)
۳۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	کود حیوانی (کیلوگرم در هکتار)
۱۵۰۰۰۰۰	۵۰	۱۵۰۰۰۰۰	۴۵	نیروی کار (نفر- روز)
۳۲۰۰۰۰۰	۷	۲۵۰۰۰۰۰	۷	سموم شیمیایی (کیلوگرم در هکتار)
۳۵۰۰	۴۵۷۱	۳۵۰۰	۴۲۴۱	آب (متر مکعب) روش سطحی
۳۵۰۰	۲۱۰۷	۳۵۰۰	۲۵۳۶	آب (متر مکعب) روش قطره ای
۲۰۰۰۰۰۰۰	-	۲۰۰۰۰۰۰۰	-	هزینه سیستم آبیاری قطره‌ای
۲۰۰۰۰۰۰۰	-	۲۰۰۰۰۰۰۰	-	زمین
-	۲۳۴۴	-	۲۹۳۰۰	عملکرد در روش آبیاری سطحی (کیلوگرم در هکتار)
-	۲۰۷۳	-	۳۷۲۰۰	عملکرد در روش آبیاری قطره‌ای (کیلوگرم در هکتار)
-	۸۰۰۰۰۰	-	۷۰۰۰۰	قیمت محصول (ریال در کیلوگرم)

گردو با سیستم آبیاری قطره‌ای و سطحی در جدول ۳ ارائه شده است. تغییرات حجم آب کاربردی در باغات انگور و در دو سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب از ۱۰۸۰ تا ۸۶۴۰ و ۶۵۰ تا ۵۴۰۰ متر مکعب در هکتار بود، میانگین حجم آب کاربردی در باغات گردو در دو سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای ۴۵۷۱ و ۲۱۰۷ متر مکعب در هکتار بود (شکل ۲). میانگین عملکرد و بهره‌وری آب انگور در دو سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۲۹/۳، ۳۷ تن در هکتار و ۷/۸، ۲۵/۱ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین شد (جدول ۳). لذا در باغات انگور سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به سیستم آبیاری سطحی علاوه بر کاهش ۴۰ درصدی در آب کاربردی باعث افزایش ۲۰/۸ درصدی در عملکرد محصول و ۲۲۲ درصدی بهره‌وری آب آبیاری شده است. در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای به علت اینکه فاصله آبیاری‌ها کوتاه و در نتیجه آبیاری در محدوده رطوبت سهل الوصول انجام می‌گیرد و گیاه کمتر با تنش رطوبتی مواجه است، همچنین توزیع آب، کود و سایر عناصر غذایی بصورت یکنواخت در باغ صورت می‌گیرد عملکرد محصول بیشتری نسبت به روش آبیاری سطحی حاصل می‌شود. در برخی باغات انگور کم‌آبیاری صورت گرفته بود که همین امر باعث کاهش میزان آب آبیاری و افزایش بهره‌وری آب شده بود. پژوهش‌های متعددی از حجم آب کاربردی در باغ‌های انگور در کشور انجام شده است که با نتایج این پژوهش به علت شرایط متفاوت در انجام پژوهش اختلاف دارند.

روحانی و همکاران (۱۳۸۷) در سال میزان بهره‌وری آب و حجم آب آبیاری انگور را به ترتیب ۱/۱۹ کیلوگرم بر متر مکعب و ۷۷۱۸ متر

شاخص سود ناخالص یا درآمد به ازای هر واحد حجم آب^۱ (BPD): در این شاخص نسبت سود ناخالص به ازای هر واحد حجم آب کاربردی شده است (۴).

$$BPD = \frac{TR}{TWC} \quad (4)$$

که در آن: TR: کل درآمد حاصل از محصول به ازای هر واحد آب مصرفی و TWC: حجم آب کاربردی در هکتار است. بنابراین BPD، بهره‌وری آب کاربردی بر حسب ریال بر متر مکعب محاسبه می‌شود. اما ایراد این روش این است که هزینه تولید محصول در نظر گرفته نشده است (جعفر و فال سلیمان، ۱۳۸۷).

۲- سود خالص به ازای هر واحد حجم آب^۲ (NBPD): در این شاخص در صورت کسر، سود خالص در نظر گرفته می‌شود:

$$NBPD = \frac{NB}{TW} \quad (5)$$

که در آن: NB: سود خالص محصول و TWC: حجم آب کاربردی در هکتار است. بنابر این NBPD، بهره‌وری آب بر حسب ریال بر متر مکعب است. این شاخص مناسب‌تر از شاخص BPD است.

نتایج و بحث

عملکرد، آب کاربردی و بهره‌وری آب

نتایج اندازه‌گیری آب کاربردی و بهره‌وری آب در باغات انگور و

1- Benefit Per Drop

2- Net Benefit Per Drop

نشان‌دهنده انعطاف پذیری رشد تاک در برای عوامل محیطی از جمله رطوبت خاک می‌باشد. میزان آب کاربردی در دو روش آبیاری قطره‌ای و سطحی را به ترتیب ۵۳۷۵ و ۳۶۲۵ متر مکعب در هکتار بیان گردید.

میانگین حجم آب کاربردی باغات گردو در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای و به ترتیب برابر با ۴۵۷۱ و ۲۱۰۷ متر مکعب در هکتار است. به عبارت دیگر، کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به سیستم آبیاری سطحی باعث کاهش ۵۴ درصدی در کاربرد آب شده است (شکل ۲). میانگین عملکرد محصول گردو در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۲۳۴۴ و ۲۰۷۳ کیلوگرم در هکتار شد (جدول ۳). که با نتایج نعمت‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) تفاوت دارد که از دلایل تفاوت در عملکرد، می‌توان به تفاوت در ارقام مورد مطالعه در منطقه اشاره نمود.

میزان بهره‌وری آب گردو در این پژوهش از ۰/۰۴ کیلوگرم بر متر مکعب تا ۳/۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب متغیر بود. میانگین بهره‌وری آب گردو، در دو سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۰/۸۸ و ۱/۸۱ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین شد. نیکانفر و رضایی (۱۳۹۴) میزان بهره‌وری آب باغات گردو در دو سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۱/۴۸ و ۲/۲ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش نمود.

نتایج این پژوهش نشان داد که سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به سیستم آبیاری سطحی با کاهش ۵۴ درصدی در آب کاربردی، باعث افزایش حدود ۱۰۵ درصدی در بهره‌وری آب شده است. که با نتایج نیکانفر و رضایی (۱۳۹۴) مطابقت دارد.

مقایسه نیاز آبی محاسبه‌شده انگور با سند ملی آب

نیاز آبی محاسبه‌شده انگور با استفاده از روش پنمن مانیتیت و سند ملی آب در سیستم آبیاری سطحی، به ترتیب ۷۴۳ و ۴۵۸ میلی‌متر و در سیستم آبیاری قطره‌ای به ترتیب ۵۲۰ و ۳۲۱ میلی‌متر تعیین شد (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهد که نیاز آبی محاسباتی به مراتب بیشتر از میزان نیاز آبی ذکر شده در سند ملی آب است که با نتایج قدمی فیروزآبادی و جعفری (۱۳۹۸) همخوانی دارد. نیاز آبی محاسبه شده گردو با استفاده از روش پنمن مانیتیت و سند ملی آب در جدول ۵ ارائه شده است. میزان نیاز آبی محاسبه شده گردو در دو سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۱۰۸۳ و ۵۳۵ میلی‌متر تعیین شد در صورتی که این میزان در سند ملی آب به ترتیب ۸۳۳ و ۴۱۲ میلی‌متر بود. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان نیاز آبی محاسبه شده بیشتر از میزان ذکر شده در سند ملی آب بود و این امر لزوم به‌روز شدن سند ملی آب را بیش از پیش می‌طلبد. قدمی فیروزآبادی و جعفری (۱۳۹۸) به نتایج مشابهی دست یافته‌اند.

مکعب در هکتار برآورد نمود. گردو را ۰/۳۵ و ۷۷۰۴ تعیین نمود جلیلی (۱۳۸۵) در پژوهشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گل‌مکان وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان به بررسی سه تیمار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز انگور با استفاده از آبیاری قطره‌ای میزان متوسط سه ساله آب کاربردی و بهره‌وری آب را، به ترتیب ۲۸۳۲، ۴۱۷۸ و ۵۴۶۲ متر مکعب در هکتار و ۱/۷۲، ۱/۸۴۴ و ۱/۵۷۴ کیلوگرم بر متر مکعب اعلام نمود. که اگر تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی را مشابه شرایط تحت مدیریت باغدار تصور نمایم میزان آب کاربردی ۵۴۶۲ متر مکعب بیشتر از میزان آب کاربردی در این پژوهش (۴۵۷۱ متر مکعب در هکتار) است.

کریمی و باغانی (۱۳۸۹) در پژوهشی به تاثیر آبیاری در زمان‌های مختلف (مراحل فنولوژیک گیاه) و آبیاری بر حسب عرف محلی بر کمیت و کیفیت میوه پرداخت، میزان متوسط دو ساله حجم آب آبیاری و کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری بر حسب عرف محلی را به ترتیب ۷۲۰۰ متر مکعب در هکتار و ۱/۲۷ کیلوگرم بر متر مکعب بیان داشتند. که با نتایج این پژوهش همخوانی ندارد.

دولتی‌بانه و نورجو (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی کهریر ارومیه به بررسی اثر سه تیمار آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی)، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای بر روی سه رقم انگور (قرل اوزوم، ریش بابا و رشه)، میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب را به ترتیب ۴۰۸۶، ۳۰۶۴ و ۲۰۴۳ متر مکعب بر هکتار و میزان بهره‌وری آب را ۲/۷۶، ۳/۵۹ و ۴/۰۴ کیلوگرم انگور به ازای یک متر مکعب آب آبیاری گزارش نمودند. که میزان آب کاربردی در تیمار آبیاری کامل، حدود ۲ برابر میزان آب کاربردی با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای در این پژوهش (۲۱۰۷ متر مکعب در هکتار) است.

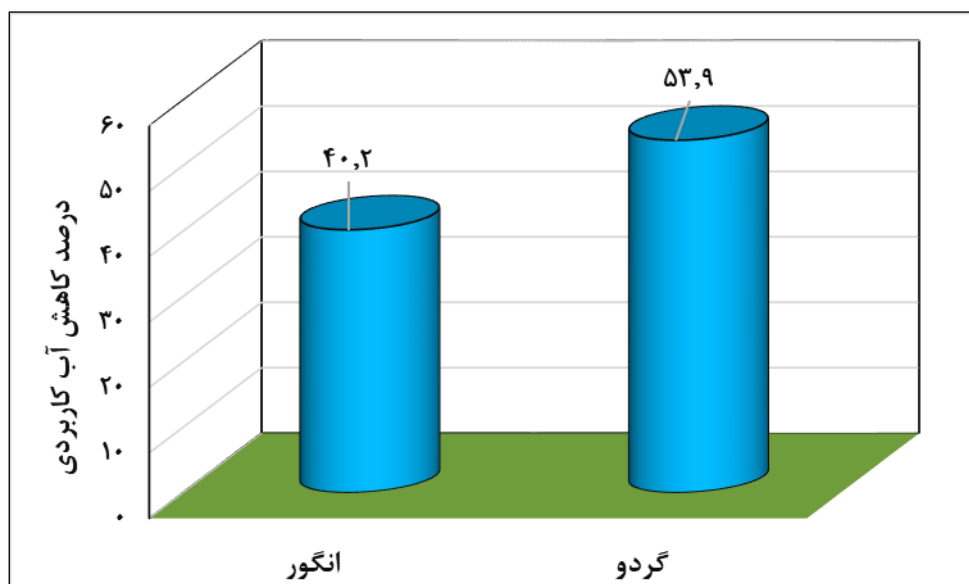
نیکانفر و رضایی (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای بر روی درختان انگور به محاسبه بهره‌وری انگور با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای، بابلر و آبیاری سطحی پرداختند. بیشترین کارایی مصرف آب با ۲/۲ کیلوگرم بر متر مکعب آب مربوط به روش آبیاری قطره‌ای و کارایی مصرف آب در آبیاری بابلر و سطحی به ترتیب ۲/۱۶ و ۱/۴۸ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شد. میانگین حجم آب کاربردی در این پژوهش در روش‌های آبیاری قطره‌ای، بابلر و سطحی به ترتیب ۷۳۶۷، ۷۸۱۰ و ۱۳۲۶۷ متر مکعب بر هکتار گزارش شد.

شاهرخ‌نیا و کرمی (۱۳۹۶) بهترین میزان آب آبیاری انگور یاقوتی را، معادل ۶۰٪ نیاز آبی برآورد شده از روش پنمن مانیتیت و حدود ۳۸۰۰ متر مکعب در هکتار گزارش کردند.

قاصدی یولقونلو و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای طی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در تغییر روش آبیاری جویچه‌ای به آبیاری قطره‌ای در ملایر همدان بیان داشتند، که شیوه‌های آبیاری قطره‌ای موجب سطحی شدن ریشه‌های تاک، نسبت به آبیاری جویچه‌ای گردید و

جدول ۳- حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب در باغات انگور و گردو

نوع محصول	نوع سیستم آبیاری	میزان شاخص	آب کاربردی (m ³ /ha)	عملکرد (kg/ha)	بهره‌وری آب (kg/m ³)
انگور	سطحی	بیشترین	۸۶۴۰	۴۸۰۰۰	۱۶/۷
		کمترین	۱۰۸۰	۸۰۰۰	۴/۲
		متوسط	۴۲۴۲	۲۹۳۰۰	۷/۸
	قطره‌ای	بیشترین	۵۴۰۰	۲۸۰۰۰	۸/۴
		کمترین	۶۵۰	۵۰۰۰	۴۳/۱
		متوسط	۲۵۳۷	۳۷۰۰۰	۲۵/۱
گردو	سطحی	بیشترین	۱۰۲۰۶	۵۰۷۵	۳/۱
		کمترین	۱۶۲۰	۵۰۰	۰/۰۴
		متوسط	۴۵۷۱	۲۳۴۴	۰/۸۸
	قطره‌ای	بیشترین	۴۸۶۰	۳۱۹۰	۳/۱۶
		کمترین	۹۶۰	۷۵۰	۰/۱۵
		متوسط	۲۱۰۷	۲۰۷۳	۱/۸۱



شکل ۲- کاهش میزان آب کاربردی در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری سطحی

مترمکعب بر هکتار را برای انگور در مناطق مختلف گزارش نموده است (Doorenbos and Kassam, 1979). شاهرخ‌نیا و کرمی (۱۳۹۶) نیازآبی انگور یاقوتی را به روش تخمینی در استان فارس را ۶۳۱۱ مترمکعب بر هکتار برآورد نمودند و بهترین میزان آب آبیاری را حدود ۵۸۰۰ متر مکعب در هکتار پیشنهاد نمودند. مقادیر نیاز آبی برآورد شده به روش پنمن مانتیث برای باغات گردو حدود ۱۰۸۳ میلی‌متر که بیشتر از میزان تعیین شده در سند ملی آب (۸۳۳ میلی‌متر) است. روحانی و همکاران (۱۳۸۷) میزان آب آبیاری گردو و بهره‌وری آب را ۷۷۰۴ متر مکعب در هکتار و ۰/۳۵

در شکل (۳) نیاز خالص آبیاری که از داده‌های هواشناسی ۱۰ سال اخیر به روش پنمن مانتیث برآورد شده است و سند ملی آب (NETWAT)، برای دو محصول گردو و انگور ارائه شده است. نتایج نشان داد که تفاوت مقادیر برآورد شده به دو روش زیاد بود که استفاده از اطلاعات هواشناسی قدیمی در سند ملی آب، افزایش درجه حرارت هوا و تغییرات بارندگی موثر در چند دهه اخیر از عمده‌ترین دلایل آن است.

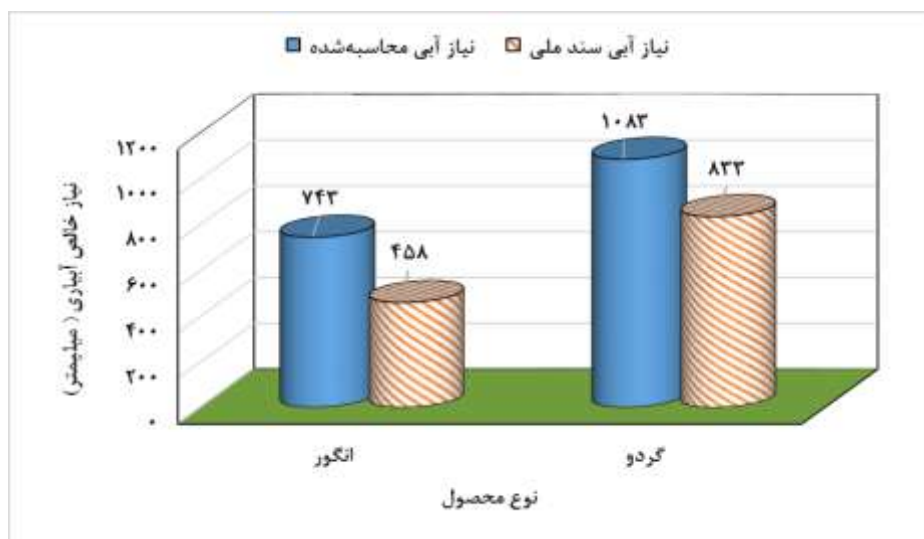
مقادیر برآورد شده به روش پنمن مانتیث برای محصول انگور با مقادیر ارائه شده توسط فائو مطابقت دارد. فائو مقادیر ۵ تا ۱۲ هزار

پژوهش هم‌خوانی دارد. در بیشتر باغات انگور و گردو مورد مطالعه مقادیر نیاز خالص آبیاری سند ملی آب کمتر از مقادیر برآورد شده با روش پنمن-مانتیت با استفاده از داده‌های ده سال اخیر بود. از دلایل اصلی آن می‌توان به تغییر اقلیم و گرم‌تر شدن هوا در سه دهه اخیر و به تبع آن افزایش نیاز آبی گیاهان اشاره نمود.

کیلوگرم بر متر مکعب تعیین نمودند. یونسا و همکاران (۲۰۰۰) روش پنمن مانیتیت را روش مناسبی برای تعیین نیاز آبی معرفی نمود. کوهن و همکاران (۱۹۹۷) در منطقه رویس اسپانیا، نیاز آبی خالص درخت گردو را ۳۹۷۰ متر مکعب در هکتار برآورد نمود. این در حالی است که که فولتون و همکاران (۲۰۱۳) مقدار نیاز آبی گردو را ۱۰۵۱ میلی‌متر (۱۰۵۱۰ متر مکعب در هکتار) گزارش نموده است که با نتایج این

جدول ۴- مقایسه نیاز آبی محاسبه‌شده انگور و مقادیر سند ملی آب

ردیف	نوع سیستم آبیاری	نیاز آبی محاسبه‌شده (mm)	سند ملی (mm)
انگور	سطحی	۷۴۳	۴۵۸
	قطره‌ای	۵۲۰	۳۲۱
گردو	سطحی	۱۰۸۳	۸۳۳
	قطره‌ای	۵۳۵	۴۱۲



شکل ۳- مقایسه نیاز آبی محاسبه شده به روش پنمن مانیتیت با میزان سند ملی

می‌توان گفت که میزان درآمد خالص باغداران انگور حدود ۲ برابر باغداران گردو است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج تحقیق نشان داد که سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری سطحی به‌ترتیب باعث کاهش ۴۰ و ۵۴ درصدی آب کاربردی محصول انگور، گردو شد. بهره‌وری آب در روش قطره‌ای بطور معنی‌داری بیشتر از روش آبیاری سطحی محاسبه شد. بیشترین بهره‌وری آب مربوط به انگور به میزان ۲۵/۱ کیلوگرم بر متر مکعب و در روش آبیاری قطره‌ای و کمترین بهره‌وری در روش آبیاری سطحی گردو با ۰/۸۸ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین شد.

با توجه به میزان عملکرد محصول، میزان آب کاربردی و قیمت محصول شاخص بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب محاسبه شده است. شاخص بهره‌وری فیزیکی (CPD) و بهره‌وری اقتصادی از منظر شاخص BPD و NBPD در جدول ۵ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود بهره‌وری فیزیکی در سامانه آبیاری قطره‌ای در هر دو محصول بیشتر از آبیاری سطحی است. همچنین در روش آبیاری قطره‌ای بهره‌وری فیزیکی در محصول انگور بیشتر از گردو است. مقایسه بهره‌وری اقتصادی آب در دو محصول انگور و گردو، نشان داد که در روش آبیاری قطره‌ای این شاخص نسبت به سیستم آبیاری سطحی بالاتر است. میزان بهره‌وری اقتصادی از منظر شاخص NBPD در دو محصول انگور و گردو با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای به‌ترتیب ۲۳۱۰۰۰ و ۱۱۷۰۰۰ ریال تعیین شد. لذا

جدول ۵- میانگین بهره‌وری آب در محصولات باغی (سال ۱۳۹۸)

محصول	روش آبیاری	CPD (کیلوگرم بر متر مکعب)	CPD (Ir+P) (کیلوگرم بر متر مکعب)	BPD (ریال بر متر مکعب)	NBPD (ریال بر متر مکعب)
گردو	سطحی	۰/۸۸	۰/۵۸	۳۰۷۰۰۰	۱۱۵۷۰۰
	قطره‌ای	۱/۸۱	۰/۸۵	۵۹۰۰۰۰	۱۱۷۰۰۰
انگور	سطحی	۷/۸	۵/۹	۲۰۷۰۰۰	۱۱۰۰۰۰
	قطره‌ای	۲۵/۱	۱۳/۴	۴۳۹۰۰۰	۳۳۱۰۰۰

ششم (ب).

زمانی، ا.، مرتضوی، س.ا. و بلالی، ح. ۱۳۹۳. بررسی بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات مختلف زراعی در دشت بهار. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۸. شماره یک: ۶۲-۵۱.

شاهرخ نیا، م.ع. و کرمی، م.ج. ۱۳۹۶. بررسی اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد انگور یاقوتی. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. سال هفتم، شماره بیست و هشتم. ۱۲۱-۱۰۸.

شرکت آب منطقه‌ای همدان. ۱۳۹۶. سیمای منابع آب استان همدان، معاونت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب.

نعمت زاده، ف.، عاطفی، ج. و دهقانی، ح. ۱۳۹۰. مقایسه سیستم‌های آبیاری مختلف در باغات گردو. طرح پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. به شماره ثبت ۸۳۱/۹۰. ۹۵ ص.

قاصدی یولقونلو، س.، زارع ایبانه، ح.، نجاتیان، م. ع.، کریمی، ر.ا. و ملکی، م. ۱۳۹۹. اثر تغییر آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای بر آب کاربردی، کارایی مصرف آب و برخی صفات رشدی بوته‌های انگور. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۳۰ شماره ۱، صفحه‌های ۱۷۹ تا ۱۹۲.

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

مولائی، خ. و مصطفی‌زاده، ب. ۱۳۸۶. راندمان آبیاری درختان گردو به روش حوضچه‌ای. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان. دانشگاه شهید باهنر. انجمن مهندسی آبیاری و آب. https://www.civilica.com/Paper-ABYARI09-ABYARI09_165.html

ناصری، ا.، عباسی، ف.، و اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب کاربردی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، جلد ۱۸ شماره ۶۸، ص. ۳۲-۱۷.

نصیبی، ف.، خضری، م.، و پروین، پ. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر تنش خشکی بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گردو

همچنین استفاده از آبیاری قطره‌ای در دو محصول انگور و گردو دارای توجیه اقتصادی است. همچنین نتایج حاکی از تفاوت معنی‌دار نیاز آبی محاسباتی و نیاز آبی ذکر شده در سند ملی آب، همچنین تفاوت معنی‌دار حجم آب آبیاری، بهره‌وری آب و نیاز آبی به‌روز شده در دو سامانه قطره‌ای و سطحی داشت. بنابراین تعیین نیاز آبی سایر محصولات باغی بر اساس آمار و اطلاعات هواشناسی سال‌های اخیر، آموزش و استفاده از روش‌های کم‌آبیاری به صورت دقیق و علمی با توجه به این‌که باغات انگور و گردو با کم‌آبیاری و تنش آبی مواجه هستند، برای کاهش اثرات مخرب تنش و افزایش بهره‌وری آب پیشنهاد می‌شود.

منابع

پروین، پ.، خضری، م.، و توسلیان، ا. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دانه‌های گردوی ایرانی. دوره ۲۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳، صفحه ۱-۲۵.

جعفریان، ج.، و فال سلیمان. م. ۱۳۸۷. بحران آب و لزوم توجه به بهره‌وری آب کشاورزی در نواحی خشک. مطالعه موردی: دشت بیرجند. جغرافیا و توسعه. شماره ۱۱. ص: ۱۱۵-۱۳۸.

دشتی جوزنی، ک.، و احمد آلی، ج. ۱۳۹۲. اندازه‌گیری بهره‌وری آب در سیستم آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با سیستم آبیاری سطحی در باغات سیب (مطالعه موردی شهرستان ارومیه). چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. ۴۸۱-۴۸۸.

رضوی، ر.، طایفه رضایی، ح.، رضوی، ن.، و وطن‌خواه، ح. ۱۳۹۶. اثر رژیم‌های آبیاری بر روی رشد سرشاخه‌ها و کارایی مصرف آب درختان جوان گردو در سه روش آبیاری، سومین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه (تقاضا محوری آب)، کرج، موسسه تحقیقات خاک و آب.

روحانی، ن.، یانگ، ه.، امین سیچانی، س.، افیونی، م.، موسوی، س.ف.، و کامگار حقیقی، ع. ۱۳۸۷. ارزیابی مبادله محصولات غذایی و آب مجازی با توجه به منابع آب موجود در ایران. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم. شماره چهل و

2012. Financial analysis of wine grape production using regulated deficit irrigation and partial-root zone drying strategies, *Irrigation Science*, 30, 3: 179-188.
- Liu, C. 2014. The Evaluation of Straw Pit Irrigation Method in Walnut Orchard in Loess Plateau Area. Proc. VIIth International Walnut Symposium, Ed.: Jianbao Tian, Acta Hort. 1050, ISHS.
- 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.
- Playan, E., and Mateos, L. 2006. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. Colombo. Sri Lanka. 26pp.
- Romero, P., and Martinez-Cutillas, A. 2012. The effects of partial root-zone irrigation and regulated deficit irrigation on the vegetative and reproductive development of fieldgrown Monastrell grapevines, *Irrigation Science*, 30, 5: 377-396.
- SCS. 1972. U.S. Soil Conservation Service, National Engineering Handbook, Hydrology Section 4.
- Yunusa, I.A.M., Walker, R.R., Loveys, B.R., and Blackmore, D.H. 2000. Determination of transpiration in irrigated grapevines: comparison of the heat-pulse technique with gravimetric and micrometeorological methods. *Irrigation Science*. 20: 1-8.
- (*Juglans regia* L.) اولین همایش ملی الکترونیکی مباحث نوین در علوم باغبانی، چهرم، انجمن علمی مهندسی علوم باغبانی دانشگاه جهرم.
- نیکان فر، ر. و رضایی، ر. ۱۳۹۴. واکنش درخت‌های مسن انگور به تغییر روش آبیاری سطحی به قطره‌ای یا بابلر. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۶ (۲): ۱۶۱-۱۷۰.
- 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 Hort.* 792: 141-146.
- Chauvin, W., Améglio, T., Prunet, J.P., and Soing, P. 2006. Irrigation of Walnut Trees Managing the Water Potential. Proc. Vth Int. Walnut Symp., Eds. M.E. Malvolti and D. Avanzato, Acta Hort. 705, ISHS.
- Cohen, M., Valancogne, C., Dayau, S., Améglio, 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 Hort. 449 Vol. I. ISHS.
- FAO .2006. Fao's Global Information System on Water and Agriculture. <http://aquastat>.
- Fulton, A. 2013. Evaluating Water Requirements of Developing Walnut Orchards in the Sacramento Valley. Walnut Research Reports, California Walnut Board.
- García, J.G., Martínez-Cutillas, A., and Romero, P.

Determination and Evaluation of Applied Water and Physical and Economical Productivity of Water in Vineyards and Walnut Orchards of Malayer Region of Hamadan

A. Ghadami Firouzabadi^{1*}, S.M. Seyedan², And H. Zareabyaneh³

Recived: Oct.17, 2020

Accepted: Nov.05, 2020

Abstract

Optimal and efficient application of water resources due to the recent water crisis and droughts in the country is very necessary. In this regard, the use of modern irrigation methods is one of the solutions that has been developed to increase water productivity in the country. Therefore, this study was conducted to compare the physical and economical efficiency of water in drip and surface irrigation systems and net benefit per cost in vineyards and walnut orchards. In this study, the volume of applied water was calculated by measuring the flow rate of the water source, the number of irrigations and the hours of irrigation in each irrigation. The water requirement was calculated based on the last 10 years of meteorological data and compared with the estimated water requirement in the national water document. Water productivity was estimated based on yield per unit volume of water (CPD), income per unit volume of water (BPD), and net yield per unit volume of water (NBPD). The results showed that drip irrigation method compared to surface irrigation method reduced the applied water of grape and walnut crops by 40 and 54%, respectively. Water productivity in vineyards and walnut orchards in drip irrigation system was calculated as 25.1 and 1.81 and in surface irrigation as 7.8 and 0.88 kg / m³, respectively. Calculated water requirement based on the last ten years of meteorological data in these two products was greater than the value stated in the National Water Document. Comparison of the average amount of applied water with the calculated water requirement indicated a deficit irrigation in most of the studied gardens. Comparison of Economic productivity of water in the two crops showed that this index in drip irrigation method is much higher than surface irrigation method. Net yield index per unit of water used (NBPD) in drip irrigation method in grape and walnut crops are 231 and 117, respectively, and in surface irrigation method 110 and 115 thousand Rials per cubic meter.

Keywords: Drip irrigation, Surface irrigation, Net benefit per cost, Product yield

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

2-Assistant Professor of Economic, Social and Extension Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

3- Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural.Bu- Ali Sina University, Hamedan, Iran

(*- Corresponding Autor Email: a.ghadami@areeo.ac.ir)