تحقیقات مهندسی سازه های آبیاری و زهکشی /جلد ۲۳/ شماره ۸۹/ زمستان ۱۴۰۱/ص ۷۰-۸۲

نوع مقاله: علمی- پژوهشی

تعیین میزان آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع گوجه فرنگی استان خراسان رضوی

محمد جلینی[1*] ، فریبرز عباسی[2]، محمد کریمی [3]

۱و ۳ به ترتیب - دانشیار و استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۸

چکیده

هدف اصلی از اجرای این پروژه اندازه‌گیری حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی در استان خراسان رضوی (مناطق تربت جام، چناران و مشهد) است. عوامل مختلف مانند روش آبیاری، مدیریت آبیاری، بافت خاک و کیفیت آب آبیاری، مختصات جغرافیایی ، بافت خاک، هدایت الکتریکی آب آبیاری و عصارهٔ اشباع خاک مزارع تعیین شدند. میزان دبی هر منبع آبی، میزان تحصیلات بهره‌بردار، تاریخ کاشت، تاریخ برداشت، طول دوره رشد، رقم گوجه‌فرنگی، عمق آب در هر بار آبیاری، تعداد آبیاری، ضریب آبشویی، حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب به‌دست آمد. نیاز آبی بر اساس آمار و اطلاعات هواشناسی ۱۰ ساله منتهی به سال اجرای پروژه (۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸) محاسبه و با میزان نیاز آبی برآورد شده در سند ملی آب مقایسه شد. بر اساس نتایج این پروژه، میزان آب کاربردی، میزان عملکرد و بهره‌وری آب در منطقهٔ تربت جام به ترتیب ۱۳۴۲۴ متر مکعب در هکتار، ۵۰۶۲۹ کیلوگرم در هکتار و ۳/۸۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. در منطقهٔ چناران میزان آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب به ترتیب ۱۰۷۸۲ متر مکعب در هکتار، ۶۷۷۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۶/۲۶۶ کیلوگرم بر مترمکعب تعیین شد. حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره وری آب در منطقهٔ مشهد نیز به ترتیب ۱۲۲۶۲ متر مکعب در هکتار، ۶۳۶۸۶ کیلوگرم در هکتار و ۴/۴۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. در کل، میانگین آب کاربردی، عملکرد و بهره وری آب در استان خراسان رضوی در مزارع انتخابی گوجه‌فرنگی به‌ترتیب برابر با ۱۲۲۴۵ مترمکعب در هکتار، ۶۰۲۱۹ کیلوگرم در هکتار و ۵/۰۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. میانگین حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در روش آبیاری سطحی به‌ترتیب برابر با ۱۳۳۷۹مترمکعب در هکتار، ۵۲۶۸۲ کیلوگرم در هکتار و ۴/۰۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب و در روش آبیاری قطره‌ای به‌ترتیب ۱۱۶۲۱ مترمکعب در هکتار، ۶۴۳۶۵ کیلوگرم در هکتار و ۵/۶۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: **گوجه‌فرنگی، آب کاربردی، عملکرد ، بهره وری آب، استان خراسان رضوی**

* نگارنده مسئول: Email: mjolaini_re@yahoo.com

http://doi: 10.22092/IDSER.2023.360601.1543

مقدمه

تخمین نسبتاً دقیق یا تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب از جمله مقدار آب آبیاری و بهره‌وری آب محصولات زراعی و باغی مختلف در کشور از مهم‌ترین ابزارها و شاخص-های کلیدی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی از آب در بخش‌های مختلف ازجمله کشاورزی است. حجم آب آبیاری محصولات کشاورزی، یکی از شاخص‌های ارزیابی استفادهٔ بهینه از منابع آب، نقشی مهم در مدیریت و برنامه‌ریزی‌های کلان در حوزهٔ مدیریت و مهندسی آب دارد. لذا پرداختن به کار پژوهشی در سطح کشور که بتواند به اعدادی متقن دربارهٔ حجم آب آبیاری محصولات مختلف در کشور منتهی شود، امری لازم است و نتایج آن می‌تواند به تصمیم‌گیری مسئولان مرتبط با آب و کشاورزی کمک شایانی بکند. استان خراسان رضوی با مساحت ۱۱۸۸۵۴ کیلومتر مربع در شمال شرقی ایران به مرکزیّت مشهد قرار گرفته است. این منطقه با توجه به دارا بودن پتانسیل تبخیری بالا و بارندگی پایین که اغلب با پراکنش نامناسبی نیز همراه هست، جزو مناطق خشک و نیمه خشک کشورمان است به‌طوری که آب مهم‌ترین عامل محدود کنندهٔ رشد و توسعهٔ کشاورزی محسوب می‌گردد. امروزه وجود محدودیت در منابع آبی، ایجاد راه‌هایی به‌منظور افزایش بهره‌وری آب را ضروری ساخته است.

باغانی و بیات (Baghani & Bayat, 1999) با مقایسهٔ دو روش آبیاری ردیفی و قطره‌ای در زراعت گوجه‌فرنگی، بیشترین عملکرد را در روش آبیاری قطره‌ای با آبیاری کامل گزارش کردند. باغانی (Baghani, 2007) در تحقیقی دیگر در در دشت‌های مشهد و فریمان، میانگین آب کاربردی در مزارع گوجه‌فرنگی با روش آبیاری ردیفی را ۱۶۷۰۰ مترمکعب بر هکتار با میانگین عملکرد ۶۹/۷ تن در هکتار و بهره‌وری آب آبیاری را ۴/۲ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش داده است. او همچنین میانگین آب کاربردی در مزارع گوجه‌فرنگی با روش آبیاری قطره‌ای را ۱۰۱۱۳ مترمکعب با عملکرد ۸۳/۴ تن بر هکتار و بهره‌وری آب آبیاری را ۸/۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه کرده است. جلینی (Jolaini, 2011) افزایش بهره‌وری و کاهش مصرف آب را با استفاده از مالچ پلاستیکی و آبیاری قطره‌ای گوجه‌فرنگی در مشهد گزارش داده است. شاهرخ نیا و همکاران (Shahrokhnia *et al.*, 2010) مقدار آب مصرفی گوجه‌فرنگی به روش ردیفی در شهرستان‌های مرودشت، پاسارگاد و ممسنی استان فارس را به‌ترتیب معادل ۲۳۰۰۰، ۱۶۰۰۰ و ۲۴۰۰۰ مترمکعب بر هکتار اندازه‌گیری کردند که این میزان بیش از ۲ تا ۳ برابر آب مورد نیاز این محصول در مناطق یادشده است. خرمیان (Khorramian, 2013) در مطالعه‌ای آب مصرفی گوجه‌فرنگی در شهرستان دزفول را در کشت پاییزه در دو روش آبیاری قطره‌ای و سطحی به‌ترتیب ۶۲۰۰ و ۹۷۰۰ مترمکعب بر هکتار و بهره‌وری فیزیکی آب را به‌ترتیب ۸/۷ و ۴/۴ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش داد. قدمی فیروزآبادی و همکاران (Ghadami *et al.*, 2020) متوسط حجم آب مصرفی در چند مزرعهٔ گوجه‌فرنگی در استان همدان را که به روش قطره‌ای نواری آبیاری می‌شدند ۱۰۲۵۵ مترمکعب بر هکتار و بهره-وری آب آبیاری را ۷/۲ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش دادند. شری واستاوا و همکاران (Shrivastava *et al.*, 1994) آبیاری قطره ای را با آبیاری ردیفی در گوجه فرنگی مقایسه کردند و نشان دادند که در روش آبیاری قطره‌ای برای حصول به عملکرد مساوی (۵۱ تن در هکتار)، ۴۴ درصد آب کمتری مصرف شده است. استین و همکاران (Stein *et al.*, 1995) تاثیر دو روش آبیاری سطحی و قطره ای (با خاکپوش و بدون خاکپوش) را روی گوجه فرنگی بررسی کردند و نشان دادند که میزان آب مصرفی در آبیاری قطره‌ای همراه با خاکپوش پلاستیک نسبت به آبیاری سطحی ۷۴ تا ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. شینوهارا و همکاران (Shinohara *et al.*, 1995) گزارش کرده‌اند که تحت شرایط کم‌آبی، میزان عملکرد میوه گوجه فرنگی کاهش اما میزان درصد مواد جامد انحلال‌پذیر افزایش می‌یابد. رحمان و همکاران (Rahman *et al.*, 1998) گزارش کردند که میزان عملکرد به طور معنی‌داری تحت شرایط تنش آبی کاهش می‌یابد و این

میزان کاهش در ارقام مختلف گوجه فرنگی متفاوت است و به طور کلی ارقام با اندازهٔ متوسط و کوچک شرایط تنش را بهتر از ارقام با اندازهٔ بزرگ تحمل می کنند. بیسواز و همکاران (Biswas *et al*., 2015) اثر متقابل آبیاری قطره‌ای و مالچ بر عملکرد، بهره‌وری آب و بازده اقتصادی گوجه‌فرنگی را بررسی کردند. نتایج بررسی‌ها حاکی از نقش آبیاری قطره‌ای با مالچ در افزایش تولید و کاهش مصرف آب در کشت گوجه‌فرنگی بود. باریوس و جکسون (Barrios & Jacksonb, 2016) با بررسی روی گیاه گوجه فرنگی می‌گویند با کاهش حجم آب آبیاری به میزان ۲۵ درصد نسبت به آبیاری کامل و استفاده از روش خشکی موضعی ریشه، بهره‌وری آب به میزان ۲۹ درصد افزایش پیدا می‌کند. ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2017) با بررسی پنج سطح ۴۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی روی گیاه گوجه فرنگی در دو سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ نشان دادند که بیشترین بهره‌وری آب در سال ۲۰۱۳ در تیمار ۶۰ درصد و در سال ۲۰۱۴ در تیمار ۸۰ درصد مشاهده شده است. اوید و همکاران (Ewaid *et al*., 2019) آب مورد نیاز چند گیاه شامل گندم، جو، ذرت و گوجه‌فرنگی را از طریق مدل کراپ وات و رابطه پنمن- مانتیث برای جنوب کشور عراق برآورد و آب مورد نیاز گوجه‌فرنگی را ۱۱۸۰ میلی‌متر گزارش کردند. عباسی و همکاران (Abbasi *et al*., 2021) با هدف تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب در تولید گوجه‌فرنگی در کشور و ارزیابی نقش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) در افزایش آنها، تحقیق کردند. این محققان حجم آب کاربردی و عملکرد محصول در ۱۷۶ مزرعه در قطب‌های تولید این محصول در فصل زراعی (۹۸-۱۳۹۷) را اندازه‌گیری کردند. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین وزنی حجم آب کاربردی در مناطق مورد مطالعه ۷۷۲۹ مترمکعب بر هکتار است. بهره‌وری آب در مناطق تولید از ۴/۳۳ تا ۹/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود و متوسط آن ۷/۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. کاربرد آبیاری قطره‌ای نواری نقش موثری در افزایش شاخص‌های مدیریت مصرف آب، در مقایسه با روش آبیاری سطحی داشت. آبیاری قطره‌ای نواری ۲۵ درصد در کاهش آب کاربردی و ۱۶ درصد در ارتقای بهره‌وری آب موثر بوده است.

با بررسی منابع مذکور مشخص شد که میزان آب کاربردی در محصول گوجه‌فرنگی در مناطق مختلف و با سامانه‌های آبیاری گوناگون متغیر است. از این رو این پروژه با هدف اندازه‌گیری مستقیم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی در قطب‌های تولید استان خراسان‌رضوی (منطقه تربت جام، چناران و مشهد) تحت مدیریت کشاورزان اجرا شده است. میزان آب کاربردی گوجه‌فرنگی در این سه منطقه (شهرستان) با ارقام سند ملی و نیز محاسبه شده به روش پنمن- مانتیث با داده‌های هواشناسی مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

این پروژه به‌صورت میدانی و به‌منظور تعیین آب کاربردی گوجه فرنگی در مزارع تحت مدیریت کشاورزان در فصل زراعی ۱۳۹۸ اجرا شد. در استان خراسان رضوی سه شهرستان تربت جام، چناران و مشهد انتخاب شد که بیشترین سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی را داشتند. در ابتدا بر اساس داده‌های مورد نیاز پروژه، پرسشنامه‌ای حاوی اطلاعات لازم برای بررسی و نتیجه‌گیری منطقی تنظیم شد. داده‌های مورد نیاز مزارع انتخابی در هر شهرستان با اندازه‌گیری یا از طریق مصاحبهٔ حضوری با کشاورز تکمیل گردید. متوسط دما در فصل زراعی در سه شهرستان تربت‌جام، چناران و مشهد به‌ترتیب ۲۴/۹، ۲۱/۲ و ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد و میزان بارش موثر نیز در فصل زراعی در سه شهرستان به‌ترتیب ۱۴، ۳۰ و ۲۳ میلی‌متر بود.

اطلاعات پایه شامل نام بهره‌بردار و آدرس مزرعه بر اساس نام شهرستان، بخش و روستا، مختصات جغرافیایی مزارع شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، سطح سواد بهره‌بردار، نوع منبع آب، شبکه و روش آبیاری و دبی منبع آب، سطح کل مزرعه و سطح زیرکشت محصول

گوجه‌فرنگی، رقم، آرایش کاشت، تاریخ کاشت، بافت خاک، هدایت الکتریکی آب آبیاری و عصارهٔ اشباع خاک، تاریخ اولین آبیاری، دور آبیاری و ... با استفاده از پرسش، روش نمونه برداری، و بازدید و مصاحبه با کشاورز (بهره‌بردار) تعیین شد.

مزارع طوری انتخاب شدند که عوامل مختلفی مانند مدیریت آبیاری، روش آبیاری، بافت خاک و کیفیت آب آبیاری را پوشش دهند. در شهرستان تربت‌جام ۱۱، در شهرستان چناران ۹ و در شهرستان مشهد ۱۱ مزرعه (جمعا ۳۱ مزرعه) انتخاب شد. در شهرستان تربت جام ۶ مزرعه به روش نشتی و ۵ مزرعه به روش تیپ، در شهرستان چناران ۱ مزرعه به روش نشتی و ۸ مزرعه به روش تیپ و در شهرستان مشهد ۴ مزرعه به روش نشتی و ۷ مزرعه به روش تیپ آبیاری می‌شدند. مزارع مذکور با پیشنهاد و توصیهٔ کارشناسان آب و خاک و مدیریت زراعت سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی و نیز کارشناسان آب و خاک و تولیدات گیاهی مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌های تربت‌جام، چناران و مشهد انتخاب شدند.

روش تعیین حجم آب کاربردی برای اجرای آزمایش‌ها به این صورت بود که ابتدا مقدار دبی خروجی از منبع آبی انتخاب شده (در این تحقیق تمام منابع آبی چاه عمیق بود) اندازه‌گیری شد. حجم آب کاربردی در مزارع تحت مطالعه بدون دخالت در برنامهٔ آبیاری کشاورزان اندازه‌گیری شد. مقادیر نیاز خالص آبی در مناطق مختلف با مقادیر سند ملی و نیز نیاز آبی خالص محاسبه شده به روش پنمن - مانتیث با استفاده از اطلاعات هواشناسی مناطق منتخب شامل متوسط روزانه مقادیر دمای حداکثر و حداقل هوا، درصد رطوبت نسبی حداکثر و حداقل هوا، سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (متر بر ثانیه) و تعداد ساعات آفتابی در شبانه روز در یک دورهٔ آماری ۱۰ ساله (از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸) استفاده گردید. تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از نرم افزار ETo-Calculatorدر مناطق به روش فائو پنمن مانتیث فائو برآورد گردید (Raes, 2012). ارتفاع تبخیر-تعرق بالقوه یا پتانسیل گوجه فرنگی در مناطق منتخب با استفاده از رابطه (۱) به‌دست آمد. بارندگی موثر به روش SCS برآوردشد.

$$ETc = Kc \times ETo \qquad (۱)$$

مقادیر ضریب گیاهی (Kc) برای هر مرحله از رشد گیاه بر اساس نشریهٔ فائو ۵۶ (Allen *et al.*, 1998) انتخاب و براساس نشریهٔ شماره ۲۹ فائو (Ayers and Westcot, 1994)، نیاز آب آبشویی در آبیاری سطحی و قطره‌ای از رابطه‌های (۲) و (۳) برآورد گردید.

$$LR = \frac{ECw}{5ECe - ECw} \qquad (۲)$$

$$LR = \frac{ECw}{2MaxECe} \qquad (۳)$$

که در آن، ECw هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)، ECe آستانهٔ تحمل ۱۰ درصد کاهش محصول (۳/۵ دسی زیمنس بر متر) و MaxECe با عملکرد صفر (برابر ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر) برای گوجه‌فرنگی است (Ayers and Westcot, 1994)

در جدول ۱، میانگین و انحراف معیار برخی پارامترهای اندازه‌گیری شده در مزارع مورد مطالعه آورده شده است. حداقل، حداکثر و میانگین میزان دبی در مزارع انتخابی به ترتیب برابر با ۱۵/۰، ۴۰/۰ و ۲۷/۴ لیتر در ثانیه بود. میزان شوری آب آبیاری حداقل، حداکثر و میانگین به‌ترتیب ۰/۴۰، ۴/۹۰ و ۱/۰۸ و شوری عصارهٔ اشباع خاک ۰/۶۰، ۷/۳۵ و ۱/۶۲ دسی زیمنس بر متر بود. ضریب آبشویی بین ۱/۵۴ تا ۲۰/۶۹ درصد متغیر و میانگین آن برابر با ۵/۰۴ درصد بود. سطح زیرکشت محصول گوجه فرنگی در مزارع انتخابی نیز حداقل، حداکثر و میانگین به‌ترتیب برابر با ۱/۰، ۳۰/۰ و ۸/۵ هکتار و طول دورهٔ رشد بین ۹۴ تا ۱۷۲ روز با میانگین ۱۲۹ روز بود. میانگین عمق آب در هر بار آبیاری نیز بین ۲۲/۶ تا ۹۵/۰ میلی‌متر با میانگین ۵۳/۲ میلی‌متر و تعداد کل نوبت‌های آبیاری نیز بین ۱۳ تا ۵۷ با میانگین ۲۶ بار متغیر بود. تفاوت در عمق آب در هر آبیاری و نیز تعداد آبیاری‌ها

بستگی به روش آبیاری داشت، در روش آبیاری تیپ عمق معمولا کمتر و تعداد آبیاری بیشتر و در روش آبیاری سطحی برعکس بود. از ۳۱ مزرعه، ۲۰ مزرعه به روش تیپ و ۱۱ مزرعه به روش سطحی آبیاری می‌شد. نوع منبع آب در تمام مزارع چاه عمیق بود. بافت خاک نیز از شن لومی تا رسی، تاریخ کاشت از ۱۳۹۸/۰۱/۲۰ تا ۱۳۹۸/۰۳/۲۵ و تاریخ برداشت از ۱۳۹۸/۰۶/۱۰ تا ۱۳۹۸/۰۷/۱۷ در مزارع انتخابی متغیر بود.

جدول ۱- محدودهٔ تغییرات برخی داده های پایه در مزارع مورد مطالعه

Table 1. Range of changes in some basic data in the studied farms

شهرستان Town	دبی Discharge (L/s)	شوری آب Water salinity (ds/m)	شوری خاک Soil salinity (ds/m)	درصد آبشویی Leaching percent (%)	سطح مزارع Farm Area (ha)	طول دورهٔ رشد Crop growth period (days)	متوسط عمق آب آبیاری Irrig. Depth (mm)	تعداد نوبت آبیاری No. of Irrig.
تربت جام Torbat-e-jam	۳۰/۷±۵/۷	۰/۸۵±۰/۴۰	۱/۲۷±۰/۶۰	۴/۵۱±۳/۱۰	۵/۵±۴/۶	۱۲۲±۱۱	۶۴/۳±۱۷/۹	۲۲±۶
چناران Chenaran	۲۹/۳±۴/۷	۱/۵۴±۱/۵۰	۲/۳۲±۲/۲۰	۶/۹۶±۷/۴۰	۱۳/۴±۸/۹	۱۲۳±۱۴	۴۰/۲±۱۱/۰	۲۸±۸
مشهد Mashhad	۲۲/۵±۵/۷	۰/۹۳±۰/۷۰	۱/۳۹±۱/۰۰	۴/۰۰±۲/۵۰	۷/۴±۸/۶	۱۴۰±۱۴	۵۲/۹±۲۲/۰	۲۹±۱۶
کل مزارع منتخب Total	۲۷/۴±۶/۴	۱/۰۸±۰/۹۰	۱/۶۹±۱/۴۰	۵/۰۴±۴/۶۰	۸/۵±۸/۰	۱۲۹±۱۵	۵۲/۲±۱۹/۹	۲۶±۱۱

شاخص بهره‌وری آب از نسبت مقدار عملکرد گوجه فرنگی (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) به‌دست آمد (رابطهٔ ۴).

$$WUE = \frac{CY}{CW} \qquad (۴)$$

که در آن، WUE بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب آب)، CY عملکرد گوجه‌فرنگی (کیلوگرم در هکتار) و CW حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار) است.

در پایان فصل، عملکرد سطح زراعی در هر یک از مزارع انتخابی اندازه‌گیری گردید و با توجه به میزان آب کاربردی اندازه‌گیری شده، بهره‌وری آب در هر یک از مزرعه‌های انتخابی در شهرستان‌های مورد مطالعه تعیین و با همدیگر مقایسه شد.

نتایج و بحث

مقایسهٔ عمق آب کاربردی با نیاز آبیاری برآورد شدهٔ گوجه‌فرنگی

برای مقایسهٔ میزان عمق آب کاربردی توسط کشاورزان با نیاز آبیاری در مزارع منتخب، ابتدا از تقسیم نیاز آبی گوجه‌فرنگی بر راندمان آبیاری در هر یک از مزارع، میزان نیاز آبیاری محاسبه شد. با توجه به نظر کارشناسان و شیوهٔ آبیاری در مزارع مورد مطالعه، پتانسیل راندمان آبیاری برای روش قطره‌ای ۹۰ درصد و برای روش آبیاری سطحی ۶۰ درصد در نظر گرفته شد (Abbasi *et al*., 2016). در جدول (۲)، دامنهٔ تغییرات عمق آب کاربردی مزارع گوجه‌فرنگی در مناطق مختلف اجرا با مقادیر نیاز ناخالص آبیاری گوجه‌فرنگی برآورد شده به سه روش سند ملی آب، داده‌های

هواشناسی سال ۹۸ و داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله منتهی به سال ۹۸ مقایسه شده است. مقدار برآورد شدهٔ نیاز ناخالص آبیاری به سه روش سند ملی آب، داده‌های هواشناسی سال ۹۸ و میانگین داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله، در شهرستان تربت جام به‌ترتیب ۱۳۹۶، ۱۲۵۷ و ۱۴۴۱، در شهرستان چناران ۱۰۰۱، ۸۶۷ و ۱۰۳۰، در شهرستان مشهد ۱۰۶۵، ۱۰۱۷ و ۱۱۳۳ و در کل مزارع ۱۱۶۴، ۱۰۵۹ و ۱۲۱۲ میلی‌متر نتیجه شد. متوسط عمق آب داده شده (کاربردی) نیز در سه شهرستان تربت جام، چناران و مشهد به‌ترتیب برابر با ۱۳۴۲، ۱۰۷۸، ۱۲۲۶ میلی‌متر و در کل مزارع ۱۲۲۴ میلی‌متر به‌دست آمد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که متوسط عمق آب داده شده (کاربردی) کشاورزان در مقایسه با مقدار محاسبه شده با سند ملی ۵ درصد و نسبت به مقدار برآورد شده بر اساس داده‌های هواشناسی سال ۹۸ حدود ۱۵ درصد بیشتر است، ولی در مقایسه با مقدار برآورد شده بر اساس آمار هواشناسی ۱۰ ساله تقریبا برابر آبیاری کردند. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که در شهرستان تربت جام، کشاورزان مزارع منتخب، کم‌آبیاری اعمال می‌کنند ولی در دو شهرستان چناران و مشهد کشاورزان مزارع گوجه‌فرنگی را به‌ترتیب به‌میزان ۶ و ۱۲ درصد (بر اساس میانگین نیاز آبیاری محاسبه‌شده به دو روش سند ملی و داده‌های هواشناسی) بیشتر از نیاز آبیاری کامل، آبیاری کرده‌اند. در کل مزارع، کشاورزان حدود ۳ درصد بیش‌آبیاری کرده‌اند.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین عمق آب کاربردی و آب آبیاری برآورد شده

Table 2. Comparison of the average depth of applied water and estimated irrigation water

شهرستان Town	عمق آب کاربردی Applied water (mm)	نیاز آبی (میلی‌متر) بر اساس Water requirement (mm) based on		
		سند ملی آب national water document	داده‌های هواشناسی سال ۹۸ Meteorological data of 2019	داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله 10 years of meteorological data
تربت جام Torbat-e- jam	۱۳۴۲±۹۰	۱۳۹۶±۲۸۶	۱۲۵۷±۲۴۴	۱۴۴۱±۲۸۲
چناران Chenaran	۱۰۷۸±۱۱۸	۱۰۰۱±۱۹۹	۸۶۷±۲۱۱	۱۰۳۰±۲۴۹
مشهد Mashhad	۱۲۲۶±۱۳۲	۱۰۶۵±۲۲۷	۱۰۱۷±۲۰۱	۱۱۳۳±۲۲۶
کل مزارع منتخب Total	۱۲۲۴±۱۵۴	۱۱۶۴±۲۹۴	۱۰۵۹±۲۶۷	۱۲۱۲±۳۰۲

تغییرات حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی

جدول ۳ ، اطلاعات حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب را در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای و کل مزارع نشان می‌دهد. حداقل، حداکثر و میانگین حجم آب کاربردی در روش آبیاری سطحی به‌ترتیب ۱۱۶۴۲، ۱۴۸۱۸ و ۱۳۳۷۹ مترمکعب در هکتار و در روش قطره‌ای به‌ترتیب ۹۳۲۴، ۱۴۲۲۰ و ۱۱۶۲۱ مترمکعب در هکتار بود. این امر بیانگر آن‌است که با تغییر روش آبیاری از سطحی (ردیفی) به قطره‌ای نواری (تیپ)، میزان آب کاربردی در مزارع

گوجه‌فرنگی استان به‌طور متوسط ۱۵ درصد کاهش یافته‌است. متفاوت بودن حجم آب آبیاری، علاوه بر تاثیر روش آبیاری مورد استفاده در مزارع منتخب می‌تواند این به این دلیل باشد که در مزارع آزمایشی عوامل مختلف از جمله اقلیم منطقه، بافت خاک، نوع مالکیت و حقابه کشاورز، شوری آب و خاک، تاریخ کاشت، رقم کاشت، تعداد دفعات آبیاری، تاریخ برداشت، طول دورهٔ رشد، و ... متغیر بوده است، ضمن اینکه مدیریت آبیاری کشاورزان در هر مزرعه با مزرعه دیگر تفاوت داشته است. هدف از اجرای این تحقیق نیز تعیین میزان آب کاربردی تحت مدیریت کشاورزان بوده‌است. باغانی (Baghani, 2007) در دشت‌های مشهد و فریمان، میانگین آب کاربردی در مزارع گوجه‌فرنگی روش جویچه‌ای را ۱۶۷۰۰ مترمکعب بر هکتار و در روش آبیاری قطره‌ای ۱۰۱۱۳ مترمکعب گزارش داده است. این مقدار تفاوت را می‌توان به تغییر روش آبیاری و افزایش مهارت کشاورزان در استفادهٔ بهتر از آب مرتبط دانست. شاهرخ نیا و همکاران (Shahrokhnia et al., 2010) مقدار آب مصرفی گوجه‌فرنگی به روش جویچه‌ای در شهرستان‌های مرودشت، پاسارگاد و ممسنی استان فارس را به‌ترتیب معادل ۲۳۰۰۰، ۱۶۰۰۰ و ۲۴۰۰۰ مترمکعب بر هکتار اندازه‌گیری کردند که این میزان بیش از ۲ تا ۳ برابر آب مورد نیاز این محصول در مناطق یادشده است. قدمی فیروزآبادی و همکاران (Ghadami *et al.*, 2020) متوسط حجم آب مصرفی در چند مزرعه گوجه‌فرنگی در استان همدان را که به روش قطره‌ای نواری آبیاری شدند ۱۰۲۵۵ مترمکعب بر هکتار گزارش کردند. این نتایج نشان می‌دهد علاوه بر تغییر روش آبیاری، مدیریت آبیاری کشاورزان، شرایط اقلیمی و هواشناسی، شرایط آب و خاک و ... نیز بر میزان آب مورد نیاز گوجه‌فرنگی اثر دارد.

جدول ۳- محدوده تغییرات حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع مورد مطالعه بر اساس سامانه آبیاری

Table 4. Range of changes in applied water volume, yield and water productivity in the studied fields based on the irrigation system

سامانه آبیاری Irrigation system	پارامتر parameter	حجم آب کاربردی Applied water (m^3/ha)	عملکرد Yield (kg/ha)	بهره‌وری آب Water productivity (kg/m^3)
آبیاری سطحی Surface Irrigation	حداقل Min	۱۱۶۴۲	۲۰۰۰۰	۱/۴۱۵
	حداکثر Max	۱۴۸۱۸	۹۳۰۰۰	۷/۴۱۸
	میانگین Mean	۱۳۳۷۹	۵۲۶۸۲	۴/۰۴۲
	انحراف معیار Standard Division	۱۰۱۷	۲۳۵۹۷	۲/۰۱۵
آبیاری قطره‌ای Drip Irrigation	حداقل Min	۹۳۲۴	۲۰۰۰۰	۱/۷۵۸
	حداکثر Max	۱۴۲۲۰	۹۷۰۰۰	۱۰/۴۰۳
	میانگین Mean	۱۱۶۲۱	۶۴۳۶۵	۵/۶۵۶
	انحراف معیار Standard Division	۱۴۳۱	۲۳۸۱۵	۲/۳۴۳
کل مزارع منتخب Total	حداقل Min	۹۳۲۴	۲۰۰۰۰	۱/۴۱۵
	حداکثر Max	۱۴۸۱۸	۹۷۰۰۰	۱۰/۴۰۳
	میانگین Mean	۱۲۲۴۵	۶۰۲۱۹	۵/۰۹۶
	انحراف معیار Standard Division	۱۵۴۱	۲۴۰۲۲	۲/۳۳۷

حداقل، حداکثر و میانگین عملکرد در روش آبیاری سطحی به‌ترتیب ۲۰۰۰۰، ۹۳۰۰۰ و ۵۲۶۸۲ کیلوگرم در هکتار و در روش قطره‌ای به‌ترتیب ۲۰۰۰۰، ۹۷۰۰۰ و ۶۴۳۶۵ کیلوگرم در هکتار بود. این امر بیانگر آن‌است که با تغییر روش آبیاری از سطحی به قطره‌ای، میانگین عملکرد محصول در مزارع گوجه‌فرنگی استان بیش از ۲۲ درصد افزایش یافته‌است. این دامنهٔ وسیع مقادیر عملکرد محصول در استان بیش از هر چیز دیگری بیانگر پتانسیل بالای منطقه برای افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی است. میانگین عملکرد در مزارع برابر ۶۰۲۱۹ کیلوگرم بر هکتار با انحراف معیار ۲۴۰۲۲ کیلوگرم بر هکتار بود (جدول ۳). متوسط عملکرد گوجه‌فرنگی در استان خراسان رضوی در سال ۹۸ برابر با ۳۸۷۶۴ کیلوگرم در هکتار بوده است (Ahmadi *et al.*, 2020). به‌عبارتی، میانگین عملکرد در مزارع منتخب ۲۱۴۵۵ کیلوگرم در هکتار (حدود ۵۵ درصد) بیشتر به‌دست آمده است. دلیل اصلی این افزایش عملکرد می‌تواند این باشد که معمولا عملکرد در روش آبیاری قطره‌ای بیشتر است تا در روش‌های دیگر آبیاری (Barrios & Jacksonb, 2016; Shahrokhnia *et al.*, 2016; Baghani & Bayat, 1999). روش آبیاری در ۲۰ مزرعه از ۳۱ مزرعه انتخابی، آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) بود درصورتی‌که میانگین عملکرد استانی حاصل عملکرد گوجه‌فرنگی تحت روش‌های مختلف آبیاری است. از طرفی، مهم‌ترین مانع در فرآیند تولید محصولات کشاورزی اقلیم خشک و نیمه‌خشک، محدودیت منابع آبی است. باتوجه‌به رقم گوجه‌فرنگی، نوع سامانه آبیاری، مدیریت آبیاری، کمیت و کیفیت منابع آبی و ... عواملی مانند تامین نیاز آبی نقش بسیار مهمی در عملکرد گوجه‌فرنگی دارند. با این همه، اگر چه آب مهم‌ترین نهادهٔ تولید نقش اساسی در کاهش یا افزایش عملکرد داشته است، عوامل دیگر مانند عوامل زراعی و اقلیمی و دیگر نهاده‌های مورد استفاده کشاورز که در مزارع منتخب متفاوت بوده است، سبب اختلاف میزان عملکرد در مزارع شده است. به‌عبارتی، تفاوت عملکرد در مزارع می‌تواند به دلیل اختلاف در مهارت کشاورزان در داشت و استفاده از نهاده‌های مرتبط به‌غیر از آب نیز باشد. باغانی (Baghani, 2007) در تحقیقات خود در دشت‌های مشهد و فریمان، میانگین عملکرد در مزارع گوجه‌فرنگی به روش جویچه‌ای را ۶۹۷۰۰ کیلوگرم در هکتار و با روش آبیاری قطره‌ای ۸۳۴۰۰ کیلوگرم بر هکتار گزارش کرد. شاهرخ‌نیا و همکاران Shahrokhnia *et al.*, (2016) در یک مزرعهٔ آبیاری قطره‌ای در مرودشت استان فارس با مدیریت زارع، عملکرد را ۶۸۹۰۰ کیلوگرم بر هکتار گزارش کردند.

پس از تعیین میزان حجم آب کاربردی و عملکرد گوجه‌فرنگی، بهره‌وری آب برای هر مزرعه، از تقسیم عملکرد بر حجم آب کاربردی محاسبه شد. حداقل، حداکثر و میانگین بهره‌وری آب در روش آبیاری سطحی به‌ترتیب ۱/۴۱۵، ۷/۴۱۸ و ۴/۰۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب و در روش قطره‌ای به‌ترتیب ۱/۷۵۸، ۱۰/۴۰۳ و ۵/۶۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. این امر بیانگر آن است که با تغییر روش آبیاری از سطحی به قطره‌ای، بهره‌وری آب در مزارع گوجه‌فرنگی استان بیش از ۴۰ درصد افزایش یافته‌است. دامنهٔ تغییرات بهره‌وری آب در کل مزارع انتخابی بین ۱/۴۱۵ تا ۱۰/۴۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. متوسط بهره‌وری آب در مزارع برابر ۵/۰۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب به‌دست آمد (جدول ۳). دلیل اصلی این تفاوت متغیر بودن حجم آب کاربردی و عملکرد محصول در مزارع منتخب است. به‌عبارتی، همان عواملی که سبب تغییرات در حجم آب کاربردی و عملکرد در مزارع منتخب شده است، روی میزان بهره‌وری آب نیز اثر گذاشته است. به‌طور کلی، بهبود بهره‌وری آب در سطح مزرعه نیازمند هماهنگی بهتر استفاده از آب بر حسب نیاز محصولات در زمان و مقدار استفاده از آن است که سرانجام سبب بهبود عملکرد محصول و مقدار آب مصرف شده در سطح مزرعه می‌شود. این عمل با بهره‌گیری از فناوری نوین و به کار بستن روش‌های بهتر مدیریتی ممکن خواهد شد. باغانی (Baghani, 2007) در تحقیقات خود در در دشت‌های مشهد و فریمان، میانگین

بهره‌وری آب کاربردی در مزارع گوجه‌فرنگی که قبلا به روش جویچه‌ای آبیاری می‌شدند، ۴/۲ کیلوگرم بر مترمکعب و با روش آبیاری قطره‌ای ۸/۲ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کرد. جلینی (Jolaini, 2011) افزایش بهره‌وری و کاهش مصرف آب را با استفاده از مالچ پلاستیکی و آبیاری قطره‌ای گوجه-فرنگی در مشهد گزارش کرد. خرمیان (Khorramian, 2013) در مطالعه‌ای بهره‌وری آب در شهرستان دزفول را در کشت پاییزه در دو روش آبیاری قطره‌ای و سطحی ۸/۷ و ۴/۴ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کرد. قدمی فیروزآبادی و همکاران (Ghadami *et al*., 2020) متوسط بهره‌وری آب در چند مزرعهٔ گوجه‌فرنگی در استان همدان را که به روش قطره‌ای نواری آبیاری شدند ۷/۲ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کردند. دلیل تفاوت میزان بهره‌وری آب در تحقیقات گفته شده، تفاوت در میزان عملکرد و آب کاربردی است که این تفاوت‌ها به سال اجرای تحقیق، روش آبیاری و نیز اقلیم مناطق مختلف ارتباط دارد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، آب داده‌شده توسط کشاورزان برای تولید گوجه‌فرنگی در طول یک‌فصل زراعی و بدون دخالت کارشناسی در مدیریت آبیاری کشاورز، در سه دشت تربت جام، چناران و مشهد اندازه‌گیری شد که بیشترین سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی را در سطح استان خراسان رضوی داشتند. روش آبیاری مزارع، روش آبیاری سطحی (ردیفی) و قطره‌ای (تیپ) بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد میانگین آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در کل مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی به‌ترتیب ۱۲۲۴۵ مترمکعب در هکتار، ۶۰۲۱۹ کیلوگرم در هکتار و ۵/۰۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب است. متوسط میزان آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع گوجه فرنگی کشور بر اساس آخرین تحقیقات (Abbasi et al., 2021) به ترتیب ۷۷۲۹ مترمکعب در هکتار، ۶۰۶۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۷/۳۹۰ کیلوگرم در مترمکعب گزارش شده است. با مقایسهٔ این نتایج با نتایج کشوری، این نتیجه حاصل شد که میزان آب آبیاری در مزارع استان خراسان رضوی حدود ۵۸/۵ درصد از متوسط میزان آب آبیاری کشوری بیشتراست، عملکرد تقریبا برابر و بهره‌وری آب حدود ۴۵/۰ درصد از متوسط کشوری کمتر است. تفاوت بین میزان حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای قابل توجه بود. میزان آب کاربردی در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای ۱۵ درصد کمتر (۱۱۶۲۱ مترمکعب در هکتار در مقابل ۱۳۳۷۹ متر مکعب در هکتار)، عملکرد ۲۲ درصد بیشتر (۶۴۳۶۵ کیلوگرم در هکتار در مقابل ۵۲۶۸۲ کیلوگرم در هکتار) و بهره‌وری آب حدود ۴۰ درصد بیشتر (۵/۶۷۶ کیلوگرم بر متر مکعب در مقابل ۴/۰۴۲ کیلوگرم بر متر مکعب) از روش آبیاری سطحی بود. به‌عبارتی، روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) نقش موثری در بهبود شاخص‌های مدیریت مصرف آب در مزارع گوجه‌فرنگی داشته است. مهم‌ترین مانع در فرآیند تولید محصولات کشاورزی، اقلیم خشک و نیمه‌خشک و محدودیت منابع آبی است. گوجه‌فرنگی به دلیل داشتن ظرفیت درخور توجه تولید در واحد سطح، نیاز آبی نسبتا بالایی دارد. باتوجه‌به رقم، نوع سامانهٔ آبیاری، مدیریت آبیاری، کمیت و کیفیت منابع آبی و ... عواملی مانند تامین نیاز آبی نقش بسیار مهمی در عملکرد گوجه‌فرنگی دارد. با این همه، اگر چه آب به‌عنوان مهم‌ترین نهادهٔ تولید نقش اساسی در کاهش یا افزایش عملکرد داشته است، عوامل زراعی و اقلیمی و سایر نهاده‌های مورد استفاده کشاورز که در مزارع منتخب متفاوت بوده است، سبب اختلاف میزان عملکرد در مزارع شده است. به‌عبارتی، تفاوت عملکرد در مزارع می‌تواند به دلیل اختلاف

در مهارت کشاورزان در داشت و استفاده از نهاده‌های مرتبط به‌غیر از آب نیز باشد. توصیه می‌شود کشاورزان علاوه بر مدیریت بهینه کاربرد آب در مزرعه، در استفاده بهینه و مفید و به موقع از سایر نهاده های مصرفی نیز دقت لازم را داشته باشند زیرا این موارد سبب افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب خواهد شد.

مراجع

1. Abbasi, F., Jolaini, M. Khorramian, M. Dehghanian , E. Moghbli, E. Nowroozi , M. Yousef Gomrokchi , A. Taheri, M. Zare Mehrani , E. Kiani , A. Salamati , N. mousavifazl , S. A. Ghadami Firouzabadi, A. Bayat , P. & Nasseri , A. (2021). The Role of Modern Irrigation Systems on Tomato Applied Irrigation Water Management in Iran, 22(82), 43-64. (In Persian).
2. Abbasi, F., M. Joleini, M. Khorramian, S.E. Dehghanian, E. Moghbli Dameneh, M. Nowroozi, A. Uossef Gomrokchi, M. Taheri, E. Zare-Mehrani, A. Kiani, N. Salamati, H. Mousavi Fazl, A. Ghadami-FirouzAbadi, P. Bayat and A. Nasseri. 2021. The role of modern irrigation systems on tomato applied irrigation water management in iran. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering Research*, 22(82): 43-64. (In Persian).
3. Abbasi, F., Sohrab, F. & Abbasi, N. (2016). Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. Journal of Irrigation and Drainage Engineering Research, 17 (67), pp. 113-128. (In Persian).
4. Ahmadi, K., EbadZadeh, H. R. Hatami, F. AbdShah, H. & Kazemian, A. (2020). Agricultural Statistics of 2018-2019. Ministry of Jihad for Agriculture, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Office. Volume 1, Crops. 166pp. (In Persian).
5. Allen, R. G., Pereira, L. S. Raes, D. & Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300(9), D05109.
6. Ayers, R.S. & Westcot, D.W. 1994. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 29. FAO, Rome, Italy.
7. Baghani, J. & H. Bayat, (1999). Study and comparison of furrow and drip irrigation methods on tomato yield and quality. Research Report of the Agricultural Engineering Research Institute, No. 131. (In Persian).
8. Baghani, J. (2007). Production and efficiency of irrigation water consumption in sugar beet, potato, tomato and fodder corn crops in drip and surface irrigation methods. Research Report of Agricultural Engineering Research Institute, No. 1366/86. (In Persian).
9. Barrios-Masiasa, F. & Jacksonb, L. (2016). Increasing the effective use of water in processing tomatoes through alternate furrow irrigation without a yield decrease. *Agricultural Water Management*. 177: 107–117.
10. Biswas, S. K., Akanda, A. R. Rahman, M. S. Hossain, M. A. (2015). Effect of drip irrigation and mulching on yield, water-use efficiency and economics of tomato. *Plant Soil Environ*, 61(3): 97–102.
11. Ewaid, S. H., Abed, S. A & Al-Ansari, N. (2019). Crop water requirements and irrigation schedules for some major crops in southern Iraq. Water, 11(4), 756.
12. Ghadami Firouzabadi, A., Asadian, G. H. Jafari, A. M. & Bahramlo, R. (2020). Technical and economical evaluation of trickle irrigation systems (Tape) in the cucumber and tomato fields. *Iranian J. Irrigation and Drainage*, 14(1): 263-274. (In Persian).
13. Jolaini, M. (2011). Investigation the effect of different water and plastic mulch levels on yield and water use efficiency of tomato in surface and subsurface drip irrigation method. *J. Water and Soil*, 25(5): 1025-1032.
14. Khorramian, M. (2013). Effect of tape irrigation levels on yield and quality of tomato in north of Khouzestan province. *J. Irrigation Sciences and Engineering*, 38(2): 161-170. (In Persian).

15. Raes, D. (2012). Reference manual-ETO calculator, version 3.2. Food and Agriculture Organization of the United Nations Land and Water Division. Rome, Italy.
16. Rahman, S. M., Nawata, L. & Sakuratani, E. (1998). Effects of water stress on yield and related morphological characters among tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) Cultivars. Thai Journal of Agricultural Science .31:1, 60-78.
17. Shahrokhnia, M. A., Zare, A. & Estakhr, A. (2010). Determining the amount of water consumption, irrigation efficiency and water use efficiency in farms in four cities of Fars province. Proceedings of the Second National Conference on Comprehensive Water Resources Management. University of Kerman, 7-2 Bahman, Kerman, Iran. (In Persian).
18. Shinohara, Y., Akiba, K. Maruo, T. & Ito, T. (1995). Effect of water stress on the fruit yield, quality and physiological condition of tomato plants using gravel culture. ISHS Acta Horticulturae, 396. Hydroponics and Transplant Production :211-218.
19. Shrivastava, P. K., Parikh, M. M. Sawani, N. G. & Raman, S. (1994). Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. *Agricultural Water Management*. 25(2): pp. 179-184.
20. Stein, L., White, K. & Dainello, F. (1995). Drip irrigation amd plastic mulch conserve water while maintaining cantaloupe yield and quality. Texas A & M Agricultural Research & Extension Center at Uvalde.
21. Zhang, H., Xionga, Y. Huanga, G. Xu, X. & Huanga, Q. (2017). Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality andwater use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soilof the Hetao Irrigation District.Agricultural Water Management. 179: 205–214.

Irrigation and Drainage Structures Engineering Research/Vol.23/No.89/ Winter2023/P: 70-82

Original Research

Determining of the Amount of Water Used, Yield and Water Productivity in Tomato Fields in Razavi Khorasan province

Mohammad Joleini*, Fariborz Abbasi, Mohammad Karimi

*Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran. Email: mjolaini_re@yahoo.com

http://doi: 10.22092/IDSER.2023.360601.1543

Received: 10 May 2023, Accepted: 9 July 2023

Extended Abstract

Introduction

Razavi Khorasan province is one of Khorasan provinces in northeastern Iran, centered on Mashhad. The area of this province is 118854 square kilometers. Due to having high evaporation potential and low rainfall, which is mostly associated with inappropriate distribution, this region is among the dry and semi-arid regions of our country, so that water is considered the most important factor limiting the growth and development of agriculture. Nowadays, the existence of limitations in water resources has made it necessary to create ways to increase water productivity. This is a proof of the importance of careful planning and finding the use of different irrigation methods to increase the water productivity of agricultural and garden crops. By examining the sources, it was found that the amount of water used in the tomato crop varies in different regions and with different irrigation systems. This research aims to measure the volume of applied water, the yield and productivity of tomato juice under the management of farmers in Razavi Khorasan province (Torbetjam, Chenaran and Mashhad cities) and compare the amount of applied water with the water requirement of tomatoes in these three plains (city) with the national document and it was also calculated by Penman-Monteith method with meteorological data.

Methodology

This project was carried out in the field in order to determine the useful water of tomatoes in the fields under the management of farmers during one cropping season (2019). Three cities of Torbat Jam, Chenaran and Mashhad were selected in Razavi Khorasan province, which have the largest area under tomato cultivation. At first, based on the data required by the project, a questionnaire containing necessary information for investigation and logical conclusion was prepared. The required data of the selected farms in each city were either measured or through face-to-face interviews with the farmer or were calculated and completed according to the data of the previous two stages. The measurements were carried out in type of water source, irrigation network and method and water source discharge, total level The field and area under cultivation of tomato crop, variety, planting arrangement, planting date, soil texture, electrical conductivity of irrigation water and soil saturation extract, date of first irrigation, irrigation cycle and different irrigation methods, etc. The Measured Applied water were compared with the net irrigation water requirement estimated by the Penman-Monteith method using the last 10 years meteorological data (2010 to 2019) and also with the national water document values. Crop yield was recorded at the end of the growing season and water productivity was calculated as the ratio of yield to total water (irrigation applied water and effective rainfall).

Results and Discussion

The results showed that the amount of applied water, the amount of tomato yield and the water productivity in Torbat Jam region were 13424 m3/ha, 50629 kg/ha and 3.825 kg/m3, respectively. The amount of applied water, the amount of tomato yield and the water productivity in Chenaran region were determined as 10782 m3/ha, 67700 kg/ha and 6.266 kg/m3, respectively and the amount of applied water, the amount of tomato yield and the water productivity in Mashhad region were determined as 12262 m3/ha, 63686 kg/ha and 4.410 kg/m3, respectively. The average amount of applied water, the amount of tomato yield and the water productivity in above three regions were determined as 12245 m3/ha, 60219 kg/ha and 5.096 kg/m3, respectively. Also, the average volume of irrigation water, yield and productivity of water in the surface irrigation method were 13379 m3/ha, 52682 kg/ha and 4.042 kg/m3respectively, and in the drip irrigation method are 11621 m3/ha 64365 kg/ha and 5.656 kg/m3 was obtained.

Conclusions

In Razavi Khorasan province, underground water sources are facing a reservoir deficit. Therefore, efforts towards better use of extracted water and reducing exploitation of underground water resources are inevitable. In this project, the water given by the farmers for tomato production during one cropping season and without expert intervention in the irrigation management of the farmer was measured in the three plains of Torbat Jam, Chenaran and Mashhad, which had the largest area under tomato cultivation in Razavi Khorasan province. The method of irrigation of the fields was surface and drip irrigation (type). The results showed that the average applied water, yield and water productivity in all investigated tomato fields were 12245 cubic meters per hectare, 60219 kg per hectare and 5.096 kg per cubic meter of water, respectively. The difference between the volume of applied water, performance and water efficiency in two methods of surface and drip irrigation was significant. Under the drip irrigation system, the amount of applied water is 15% less (11,621 cubic meters per hectare versus 13,379), the yield is 22% higher (64,365 kg/hectare versus 52,682) and the water efficiency is about 40% higher (5.676 kg/cubic meter in vs. 4/042) was from the surface irrigation method.

Keywords: Tomato, applied water, water productivity, Razavi Khorasan province