تحقیقات مهندسی سازه های آبیاری و زهکشی /دوره۲۵/شماره ۹۴ /بهار ۱۴۰۳/صفحه ۳۸ - ۵۱

نوع مقاله : پژوهشی

بررسی حجم آب آبیاری ، عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع پنبه استان خراسان رضوی

محمد جلینی*[۱]، ابوالقاسم حقایقی مقدم[۲]، محمدمهدی نخجوانی مقدم[۳]

[۱*و۲] به ترتیب دانشیار و استادیار پژوهش 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

[۳]استادیار، پژوهش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی کرج ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۹ **تاریخ پذیرش :** ۱۴۰۳/۰۵/۱۶

چکیده

هدف اصلی از اجرای این پروژه، اندازه‌گیری حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع پنبه تحت مدیریت کشاورزان در استان خراسان رضوی است. مزارع آزمایشی طوری انتخاب شدند که عوامل مختلف از جمله روش آبیاری، بافت خاک و کیفیت آب آبیاری را پوشش دهند. در کل استان جمعا ۵۱ مزرعهٔ پنبه در شهرستان‌های سبزوار، بردسکن، نیشابور، خواف، رشتخوار و سرخس انتخاب شدند. مزارع منتخب در سال ۱۳۹۷ مورد پایش زراعی و آبی قرار گرفتند. برداشت اطلاعات از مزارع منتخب با مراجعهٔ حضوری به مزارع، تکمیل پرسشنامه، نمونه‌برداری از خاک و منبع آبی مزارع، ثبت برنامهٔ آبیاری و اندازه‌گیری دبی منبع آب صورت گرفت. نیاز آبی پنبه در مناطق مختلف محاسبه و با حجم آب آبیاری کشاورزان مقایسه شد. نتایج تحقیق نشان داد که دامنهٔ تغییرات مقدار آب آبیاری در مزارع استان بین ۴۹۲۰ تا ۱۷۶۲۰ مترمکعب بر هکتار متغیر است و متوسط حجم آب آبیاری در مزارع برابر ۹۸۳۰ مترمکعب بر هکتار برآورد گردید. دامنهٔ تغییرات عملکرد پنبه نیز بین ۱۰۰۰ تا ۶۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار متغیر بود و متوسط عملکرد محصول برابر ۳۰۷۸ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد. دامنه تغییرات بهره‌وری آب پنبه بین ۰/۱۰۲ تا ۰/۹۵۷ کیلوگرم بر مترمکعب و متوسط آن برابر با ۰/۳۵۷ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. میانگین بهره‌وری آب در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب برابر ۰/۳۱۸ و ۰/۶۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد که نشان می‌دهد با تغییر روش آبیاری از سطحی به قطره‌ای، بهره‌وری آب در مزارع پنبه استان بیش از ۱۱۰ درصد قابل افزایش است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت آبیاری، روش‌های آبیاری، آبیاری سطحی، آبیاری قطره‌ای

مقدمه

میزان آب آبیاری فصلی پنبه تابع اقلیم، رقم، خاک، وطول دورهٔ رشد است و دامنهٔ تغییرات آن بسته به شرایط از ۴۰۰ میلی‌متر تا حدود ۱۰۰۰ میلی‌متر در کشور در نوسان است. طول دورهٔ رشد گیاه پنبه، بسته به اقلیم و رقم، از ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز متغیر است (Kiani, 2011). بعد از انتخاب رقم، کاشت بذر و استقرار بوته، بزرگ ترین تصمیم مدیریتی در مزرعهٔ پنبه انتخاب زمان مناسب شروع آبیاری است (Sohrabi moshkabadi, 2017). اولین آبیاری روی آبیاری‌های بعدی و فنولوژی گیاه اثر مستقیم می‌گذارد (Silvertooth *et al.*, 2001). پنبه گیاهی متحمل به خشکی در نظر گرفته می‌شود با این حال حساسیت به خشکی در گونه‌ها و ارقام آن بسیار متفاوت است. یولا و همکاران(Ullah *et al.*, 2008) با تایید وجود تنوع ژنتیکی در ارقام پنبه در ارتباط با سطح تحمل به تنش خشکی می‌گویند به‌رغم عملکرد بالای برخی ارقام پنبه در شرایط آبیاری نرمال، در شرایط کمبود آبیاری این ارقام عملکرد پایینی دارند. قائمی (Ghaemi, 1999) با اجرای یک تحقیق مقدار آب آبیاری مورد نیاز کشت پنبه (رقم ورامین) در منطقه ورامین را حدود ۱۰۱۱۰ متر مکعب بر هکتار گزارش

نگارنده مسئول : EMAIL: mjolaini_re@yahoo.com

https://doi.org/10.22092/idser.2024.366301.1584

کرده‌است. آیارز و همکاران (Ayars *et al*., 1991) گزارش کردند که کاربرد آب بیشتر از نیاز آبی گیاه پنبه منجر به کاهش عملکرد محصول در اثر رشد رویشی بی‌رویه می‌شود. بنابراین، انتخاب رقم‌های برخوردار از ویژگی‌های رشدی مطلوب و کاربرد روش‌های مناسب آبیاری می‌تواند در افزایش تولید و بهبود بهره‌وری آب موثر باشد. آیارز و همکاران (Ayars *et al*.,1991) در پژوهشی دیگر با ارزیابی عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع پنبه منطقهٔ کالیفرنیا نشان دادند که کاربرد آب بیشتر از نیاز آبی گیاه منجر به کاهش عملکرد محصول می‌شود زیرا آب اضافی باعث رشد رویشی زیاد پنبه خواهد شد. این محققان اضافه می کنند بهره‌وری آب در مزارعی بیشتر است که طول مزرعهٔ کوتاه و پخش آب یکنواخت‌تر است. نتایج تحقیق رحیمیان و کاخکی (Rahimian and Kakhki, 2007) نشان داد که آب مورد نیاز پنبه در دورهٔ رشد در منطقه کاشمر حدود ۶۰۰۰ تا ۹۰۰۰ مترمکعب بر هکتار است و در مناطقی که دمای هوا زیاد و خاک منطقه شنی باشد، آب مورد نیاز پنبه به ۱۱۰۰۰ مترمکعب بر هکتار نیز خواهد رسید. سهرابی مشک آبادی (Sohrabi moshkabadi, 2009; Sohrabi moshkabadi 2011) در تحقیقات خود در مؤسسه تحقیقات پنبه نتیجه گرفته است که نیاز آبی پنبه در منطقهٔ گرگان حدود نصف مقدار اعلام شده و بین ۴۲۰۰ تا ۴۵۰۰ متر مکعب بر هکتار است. جعفرآقایی و جلالی (Jafaraghaei and Jalali, 2012) طی مطالعه‌ای در استان اصفهان، برای مقادیر شوری آب ۴، ۷۰، ۱۰ و ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر حجم آب آبیاری پنبه را به ترتیب برابر ۱۰۸۵۶، ۱۲۰۶۲، ۱۲۷۷۱ و ۱۳۵۷۰ مترمکعب بر هکتار و بهره‌وری آب پنبه را به ترتیب برابر ۰/۳۹، ۰/۳۱، ۰/۲۴ و ۰/۱۳۵ مترمکعب بر هکتار گزارش داده‌اند. اسدی و همکاران (Asadi *et al*., 2013) می‌گویند میزان آب مصرفی پنبه در منطقه ارزوییه کرمان در صورت تامین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه به ترتیب برابر ۹۲۰۰، ۷۷۰۰ و ۶۰۰۰ متر مکعب بر هکتار است. مهرآبادی و همکاران (Merabadi *et al*., 2016) طی پژوهشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاشمر دریافتند که تنش کمبود آب سبب کاهش اجزای رشد رویشی پنبه می‌شود، با این همه میزان این کاهش در ارقام متحمل بیشتر از ارقام حساس پنبه است. در واقع در مواجهه با تنش کمبود آب، اجزای زایشی در ارقام متحمل پنبه، در مقایسه با ارقام حساس پنبه، کاهش کمتری نشان داده‌اند. براساس مطالعات در استان گلستان، میزان آب آبیاری پنبه بین ۲۸۵۰ تا ۵۹۰۰ متر مکعب بر هکتار، عملکرد پنبه بین ۱۷۰۰ تا ۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری آب پنبه بین ۰/۲ تا ۰/۹ کیلوگرم بر مترمکعب در مناطق مختلف استان گلستان گزارش شده‌است (Sohrabi moshkabadi, 2017).

پنبه به روش‌های مختلف آبیاری سطحی و تحت فشار آبیاری می‌شود. مقایسهٔ آبیاری قطره‌ای با آبیاری سطحی پنبه حکایت از برتری قابل توجه بهره‌وری آب پنبه به دلیل صرفه‌جویی مناسب آب در این روش آبیاری است (Aujla *et al*., 2005; Bakhtiyor *et al*., 2003). نتایج مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و نشتی در زراعت پنبه در منطقهٔ خراسان رضوی نشان داده است که با صرفه‌جویی قابل توجه (۴۲ درصد) در روش آبیاری قطره‌ای، نسبت به روش آبیاری شیاری، میزان تولید کل پنبه بدون اضافه کردن منابع جدید آبی افزایش می‌یابد (Afshar and Mehrabadi, 2007). در تحقیقی، اثر دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی طی دو سال بر عملکرد و بهره‌وری آب پنبه در منطقه کاشمر نشان داد عملکرد وش در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی به ترتیب ۳۰۷۴ و ۳۹۸۸ کیلوگرم بر هکتار است که با هم اختلاف معنی‌دار دارند. بهره‌وری آب الگوهای مذکور به ترتیب ۰/۲۶۸ و ۰/۳۴۹ کیلوگرم وش به ازای مصرف هر مترمکعب آب بوده است (Joleini and Mehrabadi, 2010). در ترکیه، پنبه عمدتا به صورت سطحی آبیاری می شود، اما در سال‌های اخیر آبیاری قطره‌ای و بارانی به دلیل دارا بودن راندمان و یکنواختی بیشتر به خصوص در مناطقی که با کم آبی روبه‌رو شده‌اند، گسترش یافته است. در مطالعه‌ای در منطقه جنوب شرق

ترکیه، سه روش آبیاری شیاری، بارانی و قطره‌ای مقایسه شد. حداکثر عملکردهای وش پنبه ۴۳۸۰، ۳۶۳۰ و ۳۳۸۰ کیلوگرم بر هکتار به ترتیب مربوط به روش‌های آبیاری قطره‌ای، شیاری و بارانی بود. بهره‌وری آب در سه روش فوق به ترتیب ۴/۸۷، ۳/۸۷ و ۲/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار محاسبه گردید (Cetin and Bilgel, 2002). در تگزاس که منطقه‌ای نیمه خشک است، بیشترین عملکرد پنبه از روش آبیاری قطره‌ای به‌دست آمد که به میزان ۷۴۰ میلی‌متر آب مصرف کرده بود (Wanjura *et al*., 2002). زارت و باستیانسن (Zwaet and Bastiansen, 2004) بر اساس یک تحلیل جامع از نتایج تحقیقات و آزمایش‌های ۲۵ ساله دریافتند که دامنهٔ مقادیر بهره‌وری آب پنبه از مقادیر گزارش شده توسط سازمان فائو تجاوز می‌کند. دامنهٔ تغییرات برای پنبه (دانه)، پنبه (الیاف)، به‌ترتیب برابر ۴۱/۹۵-۰/۰ و ۰/۳۳-۰/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام شده است. این محققان نتیجه‌گیری کردند که پتانسیل و فرصت برای حفظ یا افزایش بهره‌وری آب پنبه زیاد است. ابراگیموف و همکاران(Ibragimov *et al*.,2007) در تحقیقی ۳ ساله با مقایسه بهره‌وری آب پنبه در دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری نتیجه گرفتند که با کاربرد روش آبیاری قطره‌ای، نسبت به روش آبیاری شیاری، ۱۸ تا ۴۲ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود و میزان بهره‌وری آب در روش آبیاری قطره‌ای به میزان ۳۵ تا ۱۰۳ درصد نسبت به روش آبیاری شیاری افزایش می‌یابد. رائو و همکاران(Rao *et al*.,2016) با آزمایش‌های مزرعه‌ای طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ دریافتند که برای گیاه پنبه در مناطق خشک و نیمه خشک هندوستان روش آبیاری قطره‌ای بر روش آبیاری شیاری مزیت دارد. تامین ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه پنبه در روش آبیاری قطره‌ای به ترتیب سبب صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی به میزان ۳۰ و ۱۷ درصد نسبت به روش آبیاری شیاری شده است. فیک و همکاران (Feike *et al*.,2017) برای افزایش درک کشاورزان پنبه کار چینی از بهره‌وری آب، در شمال غرب چین تحقیقاتی کردند و به این نتیجه رسیدند استفاده بیش از حد از منابع محدود آب‌های سطحی نه‌تنها موجب تخریب محیط زیست شده‌است بلکه به دلیل رقابت میان کشاورزان، بهره برداری از آب‌های زیرزمینی نیز به شدت گسترش یافته‌است. این محققان در بررسی پرسشنامه های ۱۱۲ بهره‌بردار دریافتند که اندازهٔ مزرعه، نوع محصول و تعداد کشت در سال در انتخاب سیستم آبیاری قطره‌ای مؤثر بوده‌اند. نخجوانی مقدم و همکاران (Nakhjavanimoghaddam et al., 2020) در پژوهشی با هدف تعیین آب مصرفی پنبه کشور مشخص کردند که میانگین میزان آب مصرفی پنبه در استان‌های خراسان رضوی، فارس، گلستان، خراسان شمالی، اردبیل، سمنان و البرز به ترتیب برابر ۹۸۳۰، ۹۹۴۵، ۵۰۷۰، ۶۸۱۵، ۷۵۴۳، ۱۰۵۳۶ و ۸۳۹۳ مترمکعب در هکتار است. میانگین آب مصرفی پنبه کشور در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب برابر ۹۰۹۷ و ۷۱۴۵ مترمکعب در هکتار و حاکی از برتری آبیاری قطره‌ای در زراعت پنبه است.

سطح زیر کشت پنبه در کشور و در استان خراسان رضوی طی ۴۰ سال گذشته به دلایل مختلف کاهش قابل توجهی داشته است. سطح کشت پنبه در استان خراسان رضوی طی ۱۵ سال گذشته از حدود ۵۰ هزار هکتار به کمتر از ۲۵ هزار هکتار کاهش یافته است. مهم‌ترین دلیل این کاهش سطح کشت پنبه محدودیت منابع آب بخش کشاورزی است. در استان خراسان رضوی نیز مانند سایر بخش‌های کشور، بخش قابل‌توجهی از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در بخش کشاورزی استفاده می‌شود. شرایط اقلیمی کشور همواره در معرض ریسک تنش کمبود آب و خشکسالی است و از سوی دیگر، نیاز روزافزون بخش‌های مختلف به آب، در سال‌های آینده، رقابت هرچه بیشتر برای مصرف آب را موجب خواهد گردید. بنابراین ارتقا و بهبود بهره‌وری آب یکی از راهکارهای اثربخش و کاربردی برای تولید محصولات کشاورزی در شرایط تنش آبی به شمار می‌رود. اساسی‌ترین گام در مسیر بهبود بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، آگاهی از میزان آب آبیاری در تولید

محصولات اساسی و از جمله پنبه است. بنابراین، پژوهش در سطح استانی و ملی که بتواند به اعداد مشخصی در مورد حجم آب آبیاری محصولات زراعی منتهی گردد، ضروری و بااهمیت است. بنابراین، برآورد و مقایسهٔ میزان نیاز آبی و آب آبیاری پنبه در استان خراسان رضوی تحت مدیریت کشاورزان هدف اصلی این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

این پروژه به‌صورت میدانی و به‌منظور تعیین حجم آب آبیاری پنبه در مزارع تحت مدیریت کشاورزان طی یک فصل زراعی (۱۳۹۷) اجرا شد. در استان خراسان رضوی شش شهرستان نیشابور، سبزوار، بردسکن، رشتخوار، سرخس و خواف انتخاب شدند که بیشترین سطح زیرکشت پنبه را دارند. مزارع مورد مطالعه برای محصول پنبه به گونه‌ای انتخاب شدند که بتوان میانگین حجم آب آبیاری محصول را با دقت قابل قبولی برآورد کرد. تعداد ۵۱ مزرعهٔ در شهرستان‌ها با کمک کارشناسان معاونت تولیدات گیاهی، مدیریت هماهنگی ترویج و مدیریت آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی استان شناسایی و انتخاب شد. در این پروژه میانگین حجم آب آبیاری پنبه در دورهٔ رشد گیاه در مزارع منتخب اندازه‌گیری گردید.

مزارع آزمایشی طوری انتخاب شدند که تغییرات در عوامل مختلف از جمله روش آبیاری، بافت خاک، نوع مالکیت، کیفیت آب آبیاری و ... را پوشش دهند. مزارع منتخب در فصل رشد مورد پایش زراعی قرار گرفتند و مواردی مانند تاریخ کاشت، تاریخ برداشت، رقم به‌کار رفته و ... یادداشت برداری شد. برخی دیگر از مشخصات عمومی مزارع مانند مساحت، موقعیت دقیق مکانی (با استفاده از GPS)، روش آبیاری، منبع آب آبیاری (سطحی، زیرزمینی)، زمان برداشت از منبع آبی و تغییرات دبی برداشتی در طول سال، نوع شبکه (مدرن/ سنتی)، مشخصات بهره‌برداران در فرم‌های ثبت اطلاعات عمومی مزارع منتخب درج گردید.

حجم آب آبیاری در مزارع منتخب از طریق مراجعهٔ حضوری به مزارع، تکمیل پرسشنامه، ثبت برنامهٔ آبیاری و اندازه‌گیری دبی منبع آب با استفاده از فلوم ذوزنقه‌ای (تیپ ۴ یا ۵) اندازه‌گیری گردید. در مزارعی که سامانهٔ آبیاری از نوع قطره‌ای بود، دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها با روش حجمی اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری و تعیین دبی منبع آب در مزارع منتخب، بر اساس تعداد ساعت آبیاری، حجم آب آبیاری در هر نوبت آبیاری در هر یک از مزارع منتخب پنبه تعیین شد. با توجه به سطح زیرکشت پنبه، عمق آب آبیاری نیز به‌دست آمد. بدین طریق برای هر نوبت آبیاری در مزارع منتخب، حجم و عمق آب آبیاری برآورد گردید. در پایان فصل رشد، با جمع مقادیر نوبت‌های آبیاری حجم و عمق کل آب آبیاری پنبه در مزارع منتخب تعیین شد. عملکرد پنبه در هر مزرعهٔ تعیین شد و با توجه به میزان آن و حجم آب آبیاری، بهره‌وری آب به‌دست آمد.

از اطلاعات هواشناسی مناطق منتخب شامل متوسط روزانه دمای حداکثر و حداقل هوا، رطوبت نسبی حداکثر و حداقل هوا، سرعت باد (متر بر ثانیه) در ارتفاع ۲ متری، و تعداد ساعات آفتابی در شبانه روز در یک دورهٔ آماری ۱۰ ساله (سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۳۹۷) برای برآورد تبخیر- تعرق مرجع استفاده گردید. تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از نرم افزار ETo-Calculator نیاز آبی خالص پنبه در مناطق به روش فائو پنمن مانتیث فائو برآورد شد (Raes, 2012). ارتفاع تبخیر-تعرق پتانسیل پنبه در مناطق منتخب با استفاده از از رابطه (۱) برآورد گردید.

$$ETc = Kc \times ETo \qquad (۱)$$

مقادیر ضریب گیاهی (Kc) برای هر مرحله رشد گیاه بر اساس نشریهٔ فائو ۵۶ انتخاب و براساس نشریهٔ شمارهٔ ۲۹

فائو، نیاز آب آبشویی در آبیاری سطحی و قطره‌ای از رابطه (۲) و (۳) برآورد گردید (Allen *et al*., 1998).

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

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

که در آن، ECw هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)، ECe آستانه تحمل ۱۰ درصد کاهش محصول (۹/۵ دسی زیمنس بر متر)، و MaxECe شوری با عملکرد صفر (برابر ۲۷ دسی‌زیمنس بر متر) است. شاخص بهره‌وری آب از نسبت عملکرد پنبه (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) به‌دست آمد. به عبارت دیگر شاخص بهره‌وری آب در تولید پنبه از رابطهٔ (۴) به‌دست آمد:

$$WUE = \frac{CY}{CW} \quad (۴)$$

که در آن، WUE بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی در سراسر فصل)، CY عملکرد پنبه (کیلوگرم در هکتار در سال) و CW حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار در سال) بود.

مشخصات کلی مزارع و پارامترهای اولیه اندازه‌گیری و محاسبه شده در دشت‌های مورد بررسی و کل مزارع در جدول ۱ آورده شده است. حداقل، حداکثر و میانگین دبی در کل مزارع انتخابی به ترتیب برابر با ۱۰/۵، ۷۵/۰ و ۳۶/۷ لیتر در ثانیه بود. میزان شوری آب آبیاری حداقل ۰/۷۲ دسی زیمنس بر متر و حداکثر ۱۱/۸۱ با میانگین ۵/۲۷ دسی زیمنس بر متر بود. با توجه به شوری اب آبیاری و شوری عصارهٔ اشباع خاک، ضریب آبشویی بین ۱/۳۳ تا ۳۲/۶۳ درصد متغیر بود و میانگین آن برابر با ۱۲/۱۶ درصد بود. سطح زیرکشت محصول پنبه حداقل، حداکثر و میانگین به‌ترتیب برابر با ۰/۵، ۵۳/۰ و ۸/۳ هکتار در مزارع انتخابی بوده است. طول دورهٔ رشد در مزارع انتخابی بین ۱۰۲ تا ۲۷۵ با میانگین ۱۷۸ روز بود. میانگین عمق آب در هر بار آبیاری نیز بین ۴۴/۷ تا ۲۱۶/۲ با میانگین ۹۰/۸ میلی‌متر بود. تعداد نوبت‌های آبیاری نیز بین ۵ تا ۳۱ با میانگین ۱۲ بار متغیر بود. نوع منبع آب در تمام مزارع چاه عمیق بود. بافت خاک نیز از شن لومی تا لوم رسی متغیر بود. تاریخ کاشت از ۱۳۹۷/۰۱/۲۷ تا ۱۳۹۷/۰۳/۲۷ و تاریخ برداشت از ۱۳۹۷/۰۶/۲۰ تا ۱۳۹۷/۱۱/۱۰ 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	پارامتر Parameter	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 دوره رشد Crop growth period (days)	متوسط عمق آب آبیاری Irrig. Depth (mm)	تعداد نوبت آبیاری No. of Irrig.
	حداقل	۱۵/۰	۰/۷۲	۱/۱۲	۱/۳۳	۱/۵	۱۰۲	۵۴/۴	۹
بردسکن	حداکثر	۴۵/۰	۵/۱۱	۷/۲۴	۱۱/۹۱	۱۰/۰	۱۴۲	۸۳/۴	۱۱
Bardaskan	میانگین	۳۵/۵	۳/۸۱	۵/۵۸	۷/۹۷	۶/۶	۱۲۷	۶۹/۵	۱۱
	حداقل	۱۰/۵	۳/۸۲	۵/۲۳	۸/۰۴	۰/۷	۱۰۲	۶۳/۳	۷
نیشابور	حداکثر	۵۰/۰	۷/۲۱	۱۰/۱۰	۱۳/۳۵	۲۰/۰	۱۷۴	۹۷/۰	۱۱
Nyshabor	میانگین	۳۲/۰	۴/۸۴	۶/۷۷	۹/۹۶	۸/۲	۱۳۴	۷۷/۶	۹
	حداقل	۲۰/۰	۲/۴۲	۳/۶۹	۵/۳۱	۱/۰	۱۲۴	۷۵/۶	۱۰
سبزوار	حداکثر	۴۳/۱	۱۱/۸۱	۲۳/۶۰	۳۲/۶۳	۱۰/۰	۱۴۱	۹۴/۰	۱۱
Sabsevar	میانگین	۳۳/۷	۴/۲۱	۶/۹۱	۱۰/۲۰	۳/۱	۱۳۲	۸۷/۴	۱۱
	حداقل	۱۶/۵	۰/۷۳	۴/۲۷	۱/۵۴	۱/۰	۱۸۵	۴۸/۳	۱۱
خواف	حداکثر	۴۰/۰	۱۰/۴۰	۲۱/۷۰	۲۷/۶۶	۲۵/۰	۲۶۵	۱۲۱/۶	۳۱
Khaf	میانگین	۳۱/۷	۵/۳۰	۱۱/۶۳	۱۲/۸۹	۶/۴	۲۲۰	۸۲/۷	۱۹
	حداقل	۲۵/۰	۵/۱۰	۶/۳۸	۱۱/۸۹	۰/۵	۱۸۴	۸۰/۶	۷
رشتخوار	حداکثر	۷۵/۰	۸/۸۵	۲۵/۲۰	۲۲/۶۱	۲۴/۰	۲۲۳	۱۸۵/۱	۱۵
Roshtkhar	میانگین	۳۸/۵	۷/۰۹	۹/۸۳	۱۶/۷۸	۱۰/۰	۲۰۵	۱۲۰/۴	۱۰
	حداقل	۳۵/۰	۱/۷۰	۲/۳۰	۳/۶۷	۱/۲	۱۹۹	۴۴/۷	۵
سرخس	حداکثر	۷۵/۰	۱۰/۶۰	۱۷/۰۲	۲۸/۳۴	۵۳/۰	۲۷۵	۲۱۶/۲	۳۱
Sarakhs	میانگین	۴۷/۵	۶/۰۴	۱۰/۰۲	۱۴/۲۶	۱۵/۴	۲۳۴	۱۰۴/۹	۱۰
	حداقل	۱۰/۵	۰/۷۲	۱/۱۲	۱/۳۳	۰/۵	۱۰۲	۴۴/۷	۵
کل مزارع	حداکثر	۷۵/۰	۱۱/۸۱	۲۵/۲۰	۳۲/۶۳	۵۳/۰	۲۷۵	۲۱۶/۲	۳۱
منتخب Total	میانگین	۳۶/۳	۵/۲۷	۸/۵۸	۱۲/۱۶	۸/۳	۱۷۸	۹۰/۸	۱۲

نتایج و بحث

مقایسهٔ عمق آب آبیاری با نیاز آبیاری برآورد شدهٔ پنبه

برای مقایسهٔ عمق آب آبیاری (که کشاورزان اعمال می‌کنند) با نیاز آبیاری در مزارع منتخب، ابتدا از تقسیم نیاز آبی پنبه 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 آبیاری مزارع پنبه در مناطق مختلف اجرا با مقادیر نیاز ناخالص آبیاری پنبه برآورد شده به سه روش سند ملی آب، داده‌های هواشناسی سال ۱۳۹۷ و داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله منتهی به سال ۱۳۹۷ مقایسه شده است. مقدار برآورد شدهٔ نیاز ناخالص آبیاری به سه روش سند ملی آب، داده‌های هواشناسی سال ۱۳۹۷ و میانگین داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله، در شهرستان

بردسکن به‌ترتیب ۱۲۴۴، ۱۴۵۹ و ۱۲۴۳، در شهرستان نیشابور ۱۳۴۸، ۱۳۵۹ و ۱۲۲۸، در شهرستان سبزوار ۱۸۷۵، ۱۸۳۴ و ۱۶۲۹، در شهرستان خواف ۱۶۲۳، ۱۹۵۷ و ۱۹۲۵، در شهرستان رشتخوار ۱۵۳۲، ۱۵۹۵، در شهرستان سرخس ۱۶۱۸، ۱۷۴۲ و ۱۶۰۲ و در کل مزارع ۱۵۴۳، ۱۳۸۳ و ۱۵۴۷ میلی‌متر نتیجه شد. متوسط عمق آب آبیاری داده شده نیز در شش شهرستان بردسکن، نیشابور، سبزوار، خواف، رشتخوار و سرخس به‌ترتیب برابر با ۷۲۶، ۶۷۷، ۹۱۷، ۱۴۷۹، ۱۱۲۸و ۹۰۰ میلی‌متر و در کل مزارع ۹۸۳ میلی‌متر به‌دست آمد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که متوسط عمق آب آبیاری داده شده کشاورزان، در مقایسه با مقدار محاسبه شده با سند ملی، مقدار برآورد شده بر اساس داده‌های هواشناسی سال ۱۳۹۷ و مقدار برآورد شده بر اساس آمار هواشناسی ۱۰ ساله به‌ترتیب ۵۶، ۴۱ و ۵۷ درصد کمتر آبیاری کردند. لازم است یادآوری شود برخی تحقیقات نشان داده است که نرم‌افزارها و روابطی که میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه را محاسبه می‌نمایند، مقادیر را بیشتر از واقعیت برآورد می‌کنند (Ragab, 2024).

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

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

شهرستان Town	عمق آب آبیاری Irrig. Depth (mm)	نیاز آبی (میلی‌متر) بر اساس Water requirement (mm) based on		
		سند ملی آب National water document	داده‌های هواشناسی سال ۱۳۹۷ Meteorological data of 2018	داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله 10 years of meteorological data
بردسکن Bardaskan	۷۲۶±۱۰۵	۱۲۴۴±۲۶۶	۱۴۵۸±۴۹۲	۱۲۴۳±۴۲۰
نیشابور Nyshabor	۶۷۷±۶۱	۱۳۴۸±۱۶۶	۱۳۵۸±۲۴۸	۱۲۲۸±۲۲۸
سبزوار Sabsevar	۹۱۷±۶۷	۱۸۷۵±۰	۱۸۳۴±۸۷	۱۶۲۹±۸۱
خواف Khaf	۱۴۷۹±۱۸۲	۱۶۲۳±۰	۱۹۵۷±۱۶۹	۱۹۲۵±۱۸۰
رشتخوار Roshtkhar	۱۱۲۸±۲۱۴	۱۵۳۲±۰	موجود نبود	۱۵۹۵±۱۱۷
سرخس Sarakhs	۹۰۰±۲۷۳	۱۶۱۸±۱۸۷	۱۷۴۲±۲۱۱	۱۶۰۲±۱۹۵
کل مزارع منتخب Total	۹۸۳±۳۲۱	۱۵۴۳±۹۸	۱۳۸۳±۷۱۸	۱۵۴۷±۳۲۴

تغییرات حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب پنبه

جدول ۳ اطلاعات حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب را در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای و کل مزارع نشان می‌دهد. دامنهٔ تغییرات مقادیر آب آبیاری در مزارع استان زیاد و بین ۴۹۲۰ تا ۱۷۶۲۰ مترمکعب بر هکتار متغیر و با متوسط ۹۸۳۰ مترمکعب بر هکتار است. حداقل، حداکثر و میانگین حجم آب آبیاری در روش آبیاری سطحی به‌ترتیب ۴۹۲۰، ۱۷۶۲۰ و ۱۰۱۷۵ مترمکعب در هکتار و در روش قطره‌ای به‌ترتیب ۶۲۰۰، ۹۶۰۰ و ۷۲۴۲ مترمکعب در هکتار است. این امر بیانگر آن‌است که با تغییر روش

آبیاری از سطحی به قطره‌ای نواری (تیپ)، میزان آب آبیاری در مزارع پنبه استان به‌طور متوسط ۴۰ درصد کاهش می‌یابد (۱۰۱۷۵ مترمکعب در هکتار در برابر ۷۲۴۲ مترمکعب در هکتار). متفاوت بودن حجم آب آبیاری، علاوه بر تاثیر روش آبیاری مورد استفاده در مزارع منتخب می‌تواند به این دلیل باشد که در مزارع آزمایشی عوامل مختلف از جمله اقلیم منطقه، بافت خاک، نوع مالکیت و حقابهٔ کشاورز، شوری آب و خاک، تاریخ کاشت، رقم کاشت، تعداد دفعات آبیاری، تاریخ برداشت، طول دورهٔ رشد، و ... متغیر بوده‌است، ضمن اینکه مدیریت آبیاری کشاورزان در هر مزرعهٔ با مزرعهٔ دیگر تفاوت داشته است. هدف از اجرای این تحقیق نیز تعیین میزان آب آبیاری تحت مدیریت کشاورزان بوده‌است. چنانچه رفتار رشدی گیاه پنبه را در نظر بگیریم، کاهش آب آبیاری حتی در مواردی می‌تواند از کاهش عملکرد ناشی از رشد رویشی بی‌رویه جلوگیری کند در این زمینه، تنش شدید در مرحلهٔ تشکیل اندام‌های زایشی و زمان گرده‌افشانی موجب ریزش غوزه‌ها می‌شود. فراونی رطوبت خاک در مرحله زایشی موجب تحریک رشد رویشی و محدودیت گلدهی گیاه می‌شود. در این میان، تعادل بین رشد رویشی و تعداد گل برای حصول حداکثر عملکرد لازم است. در نتیجه رطوبت مناسب در خاک برای برقراری این تعادل اهمیت زیادی دارد (Naderi Arefi *et al*., 2022).

جدول ۳- محدودهٔ تغییرات حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع مورد مطالعه بر اساس سامانهٔ آبیاری

Table 3. Range of changes in irrigation water volume, yield and water productivity in the studied fields based on the irrigation system

سامانهٔ آبیاری Irrigation system	پارامتر Parameter	حجم آب آبیاری Irrigation water (m^3/ha)	عملکرد Yield (kg/ha)	بهره‌وری آب Water productivity (kg/m^3)
آبیاری سطحی Surface Irrigation	حداقل Min	۴۹۲۰	۱۰۰۰	۰/۱۰۲
	حداکثر Max	۱۷۶۲۰	۵۰۰۰	۰/۷۶۱
	میانگین Mean	۱۰۱۷۵	۲۸۹۲	۰/۳۱۸
	انحراف معیار Standard Division	۳۲۲۶	۱۱۴۸	۰/۱۸۱
آبیاری قطره‌ای Drip Irrigation	حداقل Min	۶۲۰۰	۱۵۰۰	۰/۱۵۶
	حداکثر Max	۹۶۰۰	۶۳۰۰	۰/۹۵۷
	میانگین Mean	۷۲۴۲	۴۴۷۰	۰/۶۶۹
	انحراف معیار Standard Division	۱۴۵۴	۱۷۵۱	۰/۲۶۴
کل مزارع منتخب Total	حداقل Min	۴۹۲۰	۱۰۰۰	۰/۱۰۲
	حداکثر Max	۱۷۶۲۰	۶۳۰۰	۰/۹۵۷
	میانگین Mean	۹۸۳۰	۳۰۷۸	۰/۳۶۷
	انحراف معیار Standard Division	۳۲۰۶	۱۳۱۵	۰/۲۱۸

دامنه تغییرات مقادیر عملکرد پنبه در مزارع استان زیاد و بین ۱۰۰۰ تا ۶۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار متغیر بوده است. این دامنه وسیع مقادیر عملکرد محصول در استان بیش از هر چیز دیگری بیانگر پتانسیل بالای منطقه برای افزایش عملکرد پنبه است. متوسط عملکرد محصول در مزارع استان برابر ۳۰۷۸ کیلوگرم بر هکتار با انحراف معیار ۱۳۱۵

کیلوگرم در هکتار است. حداقل، حداکثر و میانگین عملکرد در روش آبیاری سطحی به‌ترتیب ۱۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۲۸۹۲ کیلوگرم در هکتار و در روش قطره‌ای به‌ترتیب ۱۵۰۰، ۶۳۰۰ و ۴۴۷۰ کیلوگرم در هکتار است. این امر نیز بیانگر آن‌است که با تغییر روش آبیاری از سطحی به قطره‌ای، میانگین عملکرد محصول در مزارع پنبه استان بیش از ۵۴ درصد افزایش یافته‌است (جدول ۳). جنسن (Jensen, 1993) می‌گوید مصرف آب در سامانهٔ آبیاری قطره ای، در مقایسه با سامانهٔ آبیاری ردیفی، به نصف کاهش و عملکرد حدود ۳۰ درصد افزایش می یابد.

پس از تعیین حجم آب آبیاری و تولید پنبه، بهره‌وری آب برای هر مزرعهٔ از تقسیم تولید بر حجم آب آبیاری محاسبه شد. دامنه تغییرات بهره‌وری آب پنبه در مزارع استان بین ۰/۱۰۲ تا ۰/۹۵۷ کیلوگرم بر مترمکعب است. متوسط بهره‌وری آب در مزارع استان برابر ۰/۳۵۷ کیلوگرم بر مترمکعب است. سهرابی مشکابادی (Sohrabi moshkabadi, 2017) میانگین بهره‌وری آب پنبه در استان خراسان‌رضوی را ۰/۳ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب گزارش کرده‌است. حداقل، حداکثر و میانگین بهره‌وری آب در روش آبیاری سطحی به‌ترتیب ۰/۱۰۲، ۰/۷۶۱ و ۰/۳۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب و در روش قطره‌ای به‌ترتیب ۰/۱۵۶، ۰/۹۵۷ و ۰/۶۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمده است. این امر بیانگر آن است که با تغییر روش آبیاری از سطحی به قطره‌ای، بهره‌وری آب در مزارع پنبه استان بیش از ۱۱۰ درصد افزایش نشان می‌دهد (جدول ۳). دلیل اصلی این تفاوت متغیر بودن حجم آب آبیاری و عملکرد محصول در مزارع منتخب است. به‌عبارتی، همان عواملی که سبب تغییرات در حجم آب آبیاری و عملکرد در مزارع منتخب شده است، روی میزان بهره‌وری آب نیز اثر گذاشته است. به‌طور کلی، بهبود بهره‌وری آب در سطح مزرعهٔ 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 مصرف‌شده در سطح مزرعهٔ می‌شود. این عمل با بهره‌گیری از فناوری نوین و به کار بستن روش‌های بهتر مدیریتی ممکن خواهد شد. با اتخاذ روش آبیاری قطره‌ای و بهبود مدیریت آب و خاک در مزرعهٔ ، بهره‌وری آب پنبه افزایش خواهد یافت(Fan *et al*., 2018). برای افزایش بهره‌وری آب در پنبه، علاوه بر مدیریت آبیاری، لازم است کلیهٔ عملیات مدیریتی موثر بر مصرف نهاده ها مانند تغذیهٔ بهینه، رقم مناسب، رعایت تاریخ کاشت مناسب و کنترل عوامل خسارت‌زا مدنظر قرار گیرد. استفاده از ارقام زودرس پنبه، نسبت به رقم دیررس، سبب کاهش مصرف آب به میزان ۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار (۱۰ درصد) و افزایش عملکرد و بهره‌وری آب پنبه به ترتیب به میزان ۱۰ و ۱۵ درصد می‌شود (**Nakhjavanimoghaddam *et al.*, 2020**). با توجه به نوسان‌های بهره‌وری آب در شرایط گوناگون، نقش مدیریت آب در بهبود بهره‌وری آب و افزایش عملکرد انکارناپذیر است. تغییر روش آبیاری از سطحی به قطره‌ای موضوعی است که در بیشتر پژوهش ها تائید شده است.

به منظور بررسی آماری تفاوت بین پارامترهای آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی از آزمون تی- تست استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است. مشاهده می‌شود تفاوت میانگین حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌روری آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی به‌ترتیب ۲۹۳۳ مترمکعب در هکتار، ۱۵۷۸ کیلوگرم در هکتار و ۰/۳۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است و تفاوت بین دو سامانه از نظر آماری معنی دار است. بنابراین، تغییر سامانه آبیاری از سطحی به قطره‌ای باعث کاهش مصرف آب، افزایش میزان محصول و افزایش بهره وری آب شده است.

جدول ۴- تفاوت آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در سامانه آبیاری قطره ای و سطحی

Table 4.The difference of irrigation water, yield and water productivity in drip and surface irrigation system

پارامتر Parameter	میانگین تفاوت mean difference	t بحرانی critical t	مقدار t amount t	سطح معنی‌داری significance level
آب آبیاری irrigation water	۲۹۳۳	۲/۰۲۱	۲/۱۸۳	۰/۹۶۶**
عملکرد yield	۱۵۸۱	۲/۰۲۱	۲/۹۶۸	۰/۹۹۵**
بهره‌وری آب wue	۰/۳۳۱	۲/۰۲۱	۳/۹۷۸	۰/۹۹۹**

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، آب داده‌شده توسط کشاورزان برای تولید پنبه در یک‌فصل زراعی و بدون دخالت کارشناسی در مدیریت آبیاری کشاورز، در شش دشت بردسکن، نیشابور، سبزوار، خواف، رشتخوار و سرخس اندازه‌گیری شد که بیشترین سطح زیرکشت پنبه را در سطح استان خراسان رضوی داشتند. روش آبیاری مزارع، روش آبیاری سطحی و قطره‌ای (تیپ) بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد میانگین آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در کل مزارع پنبهٔ مورد بررسی به‌ترتیب ۹۸۳۰ مترمکعب در هکتار، ۳۰۷۸ کیلوگرم در هکتار و ۰/۳۵۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب است. متوسط میزان آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع پنبه کشور بر اساس آخرین تحقیقات نخجوانی مقدم و همکاران (Nakhjavanimoghaddam *et al.*, 2020) به ترتیب ۸۹۸۰ مترمکعب در هکتار، ۳۳۸۳ کیلوگرم در هکتار و ۰/۴۳۰ 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 ۹ درصد از متوسط میزان آب آبیاری کشوری بیشتراست، عملکرد تقریبا حدود ۱۰ درصد و بهره‌وری آب حدود ۲۰ درصد از متوسط کشوری کمتر است. تفاوت بین حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای قابل توجه است. میزان آب آبیاری در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای ۴۰ درصد کمتر (۷۲۴۲ مترمکعب در هکتار در مقابل ۱۰۱۷۵ متر مکعب در هکتار)، عملکرد ۵۴ درصد بیشتر (۴۴۷۰ کیلوگرم در هکتار در مقابل ۲۸۹۲ کیلوگرم در هکتار) و بهره‌وری آب حدود ۱۱۰ درصد بیشتر (۰/۶۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب در مقابل ۰/۳۱۸ کیلوگرم بر متر مکعب) از روش آبیاری سطحی است. به‌عبارتی، روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) نقش موثری در بهبود شاخص‌های مدیریت مصرف آب در مزارع پنبه داشته است. مهم‌ترین موانع در فرآیند تولید محصولات کشاورزی، اقلیم خشک و نیمه‌خشک و محدودیت منابع آبی است. دامنهٔ تغییرات مقادیر عملکرد پنبه در مزارع استان زیاد و بین ۱۰۰۰ تا ۶۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار است. این دامنه وسیع مقادیر عملکرد محصول در استان بیش از هر چیز دیگری بیانگر پتانسیل بالای منطقه برای افزایش عملکرد پنبه است. متوسط عملکرد محصول در مزارع استان برابر ۳۰۷۸ کیلوگرم بر هکتار با انحراف معیار ۱۳۱۵ کیلوگرم در هکتار است. نوع سامانهٔ آبیاری، مدیریت آبیاری، کمیت و کیفیت منابع آبی و عواملی مانند تامین نیاز آبی نقش بسیار مهمی در عملکرد پنبه دارند. با این همه، 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

مزرعهٔ ، در اســـتفادهٔ بهینه و مفید و به‌موقع از دیگر نهاده های مصـرفی نیز دقت لازم را داشـته باشـند زیرا این موارد سـبب افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب خواهد شد.

مراجع

Abbasi, F., Sohrab, F. & Abbasi, N. (2016). Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. Journal of Irrigation and Drainage Engineering Research, 17 (67), 113-128. (In Persian).

Afshar. H., and Mehrabadi H.R. (2007). Investigation on yield and yield components of cotton in crop and furrow irrigation methods. 23(4). Seed and plant Journal, 557-580. (In Persian).

Allen, R. G., Pereira, L.S. Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300(9), D05109.

Asadi, A., Hassanpor, F. Tabatabaei, M and Koohi, N. (2013). Effect of Surface and Subsurface Drip Irrigation Systems on Yield of Cotton in Orzoueyeh, Kerman Province. jwss 2013; 17 (63),11-21. (In Persian).

Aujla, M.S., Thind, H.S. and Butter, G.S. (2005). Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. Agric. Water Manage. 51,167-179.

Ayars, J. E., Hutmacher, R. B. Vail, S. S. and Schoneman, R. A. (1991). Cotton response to no uniform and varying depths of irrigation. Agric. Water Manage. 19(2), 151-166.

Ayars, J. E., Hutmacher, R. B., Schoneman, R.A., and Dettinger, D.R. (1991). Influence of cotton canopy on sprinkler irrigation uniformity. Transactions of the ASAE, 34(3), 890-0896.

Bakhtiyor, K., I. Nazirbay, E. Yusupbek, E. Stevsn, and H. Lee. (2003). Irrigation scheduling study of drip irrigated cotton by use of soil moisture neutron probe. International Water and Irrigation. 23(1), 38-41.

Cetin, O., and Bilgel, L. (2002). Effect of different irrigation methods on schedding and yield of cotton. Agric. Water Manage. 54(1), 1-15.

Fan, Y., C. Wang and Z. Nan, (2018). Determining water use efficiency of wheat and cotton: A meta- regression analysis. Agricultural Water Management, 199, 48-60.

Feike, T., L. Y. Khor, Y. Mamitimin, N.H. Abdusalih, L.N. Xiao, H. and Doluschitz, R. (2017). Determinants of cotton farmers' irrigation water management in arid Northwestern China. Agric. Water Manage. 187, 1–10.

Ghaemi. M. (1999). Irrigation method in cotton cultivation in varamin region. Technical Note. No 54. Soil and Water Research Institute, Karaj. Iran. (In Persian).

Ibragimov, N., S. R. Evett , Esanbekov, Y. Kamilo, B. S. Mirzaev, L. and Lamers, J.P.A. (2007). Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. Agric. Water Manage. 90(1-2), 112-120.

Jafaraghaei, M. and Jalali, A.H. (2012). Effect of Irrigation-Water Salinity on Yield and Water Use Efficiency of Three Cultivars of Cotton (Gossypium hirsutum L.). Journal of Crop Production and Processing, 2 (5), 97-108 (In Persian).

Jensen M. (1993) Water management and conservation: Is Yuma ready for drip. Arizona published, 1(2): 55-62.

Joleini, M. and Mehrabadi H.R. (2010). Investigation on the effect of surface and subsurface drip irrigation methods and irrigation interval on the quality and quantity cotton. Research Report, No 89/1126, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj. Iran. (In Persian).

Kiani. A.R. (2011). Cotton irrigation planning. Technical Note. No 43. Agricultural Engineering Research Institute, Karaj. Iran. (In Persian).

Mehrabadi, H.R., Nezami, A. Kafi, M and Ahmadifard, M. (2016). Survey of the Effect of Different Irrigation Levels on Yield and Yield Components of Sensitive and Tolerant Cotton Cultivars. Journal of Water and Soil, 30 (5), 1415-1425. (In Persian).

Naderi Arefi, A., A. Momen, A. Mohajer Abbasi, M. Hoseini and M.R. Kazemi. (2022). Yield comparison of cotton cultivars to ultra-narrow row (UNR) spacing at two planting dates. Research Report, No 61333, Cotton Research Institute, Gorgan. Iran. (In Persian).

Nakhjavanimoghaddam, M.M. Haghayeghi Moghaddam, S.A. Joleini, M. Sohrabi Moshkabadi, B. Eslami, A. Khosravi, H & Akhavan, K. (2020). Determination of Cotton Water Consumption in Iran. Research Report, No 57529, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj. Iran. (In Persian).

Raes, D. (2012). Reference manual-ETO calculator, version 3.2. Food and Agriculture Organization of the United Nations Land and Water Division. Rome, Italy.

Ragab, R. (2024). Misconceptions and misunderstandings in agricultural water management: Time for revisiting, reflection and rethinking. Journal Irrigation and drainage, 2024: 1–23.

Rahimian, M.H. and Kakhki, A. (2007). Determination of water requirement and crop coefficient of cotton by lysimeter method in Kashmar. Iranian journal of soil research, 21(1). 141-145. (In Persian).

Rao, S. S., Tanwar, S. P. S. and Regar, P. L. (2016). Effect of deficit irrigation, phosphorous inoculation and cycocel spray on root growth, seed cotton yield and water productivity of drip irrigated cotton in arid environment. Agric. Water Manage. 169:14-25.

Silvertooth, J.C., Galadima, A. and Norton, E.R. (2001). Evaluation of Irrigation termination effects on fiber micronaire and yield of Upland cotton. The University of Arizona.

Sohrabi moshkabadi, B. (2009). Investigating the density of cotton cultivation under different amounts of irrigation water with drip irrigation method. Research Report, No 88/1281, Cotton Research Institute, Gorgan. Iran. (In Persian).

Sohrabi moshkabadi, B. (2011). Determining the most appropriate time to start irrigation and its effect on yield and quality of cotton fibers. Research Report, No 40265, Cotton Research Institute, Gorgan. Iran. (In Persian).

Sohrabi moshkabadi, B. (2017). Optimized Irrigation Starting Time on Cotton (Gossipium hirsutum L.)Yield and water use efficiency. Journal of irrigation science and engineering. 40(1.1), 73-81. (In Persian).

Ullah, I., Rahmana, M.u., Ashraf, M., and Zafar, Y. (2008). Genotypic variation for drought tolerance in cotton (Gossypium hirsutum L.): Leaf gas exchange and productivity. Flora. 203,105–115.

Wanjura, D.F., D.R. Upchurch, J.R. Mahan, and J.J. Burke. (2002). Cotton yield and applied water relationships under drip irrigation. Agric. Water Manage. 55(3), 217-237.

Zwart S.J. and Bastiansen W.G.M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. Agric. Water Manage. 69:115-133.

Irrigation and Drainage Structures Engineering Research/Vol.25/No.94/ Spring 2024/P:38-51

Original Research

Investigating of the Volume of Irrigation Water, yield and water productivity in cotton fields In Razavi Khorasan province

Mohammad Jolaini*; Abolghasem Haghayeghimoghadam; Mohammad Mehdi Nakhjavanimoghaddam,

Corresponding Author: 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.
Received: 9 July 2024 **, Accepted**: 6 August 2024
Email: mjolaini_re@yahoo.com
https://doi.org/ 10.22092/idser.2024.366301.1584

Extended Abstract

Introduction

Razavi Khorasan province is one of Khorasan provinces in northeastern Iran, the center of this province is 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, 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 activities. By examining the sources, it was found that the volume of water used in the cotton 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 cotton under the management of farmers in Razavi Khorasan province (Bardaskan, Nyshabor, Sabzevar, Khaf, Roshtkhar and Sarakhs cities) and compare the amount of applied water with the water requirement of cotton in these six 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 cotton in the fields under the management of farmers during one cropping season (2018). Six cities of Bardaskan, Nyshabor, Sabzevar, Khaf, Roshtkhar and Sarakhs were selected in Razavi Khorasan province, which have the largest area under cotton 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 cotton 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 (2009 to 2018) 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 volume of applied water, the amount of cotton yield and the water productivity in Bardaskan region were 7369 m3/ha, 4583 kg/ha and 0.638 kg/m3, respectively. The amount of applied water, the amount of cotton yield and the water productivity in Nysahabor region were determined as 9773 m3/ha, 3554 kg/ha and 0.528 kg/m3, respectively. The amount of applied water, the amount of cotton yield and the water productivity in Sabzevar region were 9173 m3/ha, 3033 kg/ha and 0.225 kg/m3, respectively. In Khaf region the amount of applied water, the amount of cotton yield and the water productivity were 14791 m3/ha, 2821 kg/ha and 0.194 kg/m3, respectively. The amount of applied water, the amount of cotton yield and the water productivity in Roshtkhar region were 11281 m3/ha, 3466 kg/ha and 0.327 kg/m3, respectively, The amount of applied water, the amount of Cotton yield and the water productivity in Sarakhs region were determined as 9004 m3/ha, 2113 kg/ha and 0.265 kg/m3, respectively. The average amount of applied water, the amount of cotton yield and the water productivity in above six regions were 9830 m3/ha, 3078 kg/ha and 0.357 kg/m3, respectively. Also, the average volume of irrigation water, yield and productivity of water in the surface irrigation method were 10175 m3/ha, 2892 kg/ha and 0.318 kg/m3 respectively, and in the drip irrigation method 7242 m3/ha 4470 kg/ha and 0.649 kg/m3 were 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 cotton production during one cropping season was measured in the six plains of Bardaskan, Nyshabor, Sabzevar, Khaf, Roshtkhar and Sarakhs cities, without interfering farmer's irrigation schedule ; these plains had the largest area under cotton cultivation in Razavi Khorasan province. The method of irrigation of the fields was surface and drip irrigation (tape). The results showed that the average volume of water, yield and water productivity in these planes were 9830 cubic meters per hectare, 3078 kg per hectare and 0.357 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, comparing surface irrigation method, the volume of applied water was 30% less (7242 cubic meters per hectare versus 10175 cubic meters per hectare), the yield was 55% higher (4470 kg/hectare versus 2892 kg/hectare) and the water productivity was about 104% higher (0.649 kg/cubic meter of water vs. 0/318 kg/cubic meter of water.

Keywords: Irrigation management, Irrigation methods, Surface irrigation, Drip irrigation