نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۵، خرداد - تیر ۱۴۰۰، ص. ۲۵۷-۲۴۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 15, Jan.-Jul. 2021, p. 245-257

مقاله پژوهشی

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری، بقایا و خاک‌ورزی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری مصرف آب پنبه در منطقه معتدل خراسان رضوی

محمد کریمی[۱]، مسعود قدسی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱

چکیده

به‌منظور تعیین اثر سطوح مختلف آبیاری بر میزان عملکرد، حجم آب مصرفی و بهره‌وری مصرف آب و خصوصیات زراعی محصولات در سیستم تناوب زراعی پنبه – گندم تحت نظام کشاورزی حفاظتی، آزمایشی با استفاده از طرح کرت‌های دو بار خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد در سال ۱۳۹۴ انجام شد. این پژوهش با سه فاکتور: الف- روش خاک‌ورزی در سه سطح (بدون شخم، شخم متداول و شخم کاهش‌یافته) ب – مدیریت بقایا در سه سطح (بدون بقایا، حفظ ۳۰ درصد بقایا و حفظ ۶۰ درصد بقایا) ج – مقادیر آب آبیاری در سه سطح (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آب آبیاری) انجام شد. تیمار روش خاک‌ورزی در کرت اصلی، تیمار مدیریت بقایا در کرت فرعی و سطوح مختلف آب آبیاری در کرت‌های فرعی قرار گرفت. در این تحقیق از رقم رایج و مناسب منطقه، به نام خرداد استفاده شد و از روش آبیاری قطره-ای به عنوان یک ابزار جهت توزیع یکنواخت و اندازه‌گیری دقیق آب استفاده شد. بیشترین عملکرد وش پنبه از بر همکنش تیمار خاک‌ورزی متداول با حفظ ۶۰٪ بقایا و تأمین ۷۵ درصد نیاز آب آبیاری (۳۵۷۶ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که با برهمکنش تیمار بی خاک‌ورزی × حفظ ۶۰٪ بقایا × تأمین ۷۵ درصد نیاز آب آبیاری (۲۵۶۸ کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری معنی‌دار نداشت. بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب پنبه از تیمار خاک‌ورزی متداول با حفظ ۶۰٪ بقایا و تأمین ۵۰ درصد نیاز آب آبیاری به میزان ۰/۵۸ کیلوگرم در مترمکعب حاصل شد. با توجه به کاهش غیر معنی‌دار عملکرد وش پنبه تحت تیمار ۷۵٪ نیاز آب آبیاری در مقایسه با شاهد و افزایش بهره‌وری مصرف آب تحت تیمار ۷۵٪ نیاز آب آبیاری نسبت به بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آب آبیاری، در صورت نیاز به صرفه‌جویی در مصرف آب (با توجه به کمبود منابع آب کشور) اعمال تیمار ۷۵٪ نیاز آب آبیاری برای گیاه پنبه در شرایط کشاورزی حفاظتی قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری مصرف آب، بی خاک‌ورزی، پنبه، کشاورزی حفاظتی، کم‌خاک‌ورزی

مقدمه

خاک‌ورزی حفاظتی از دهه ۱۹۴۰ در اروپا و آمریکا به‌عنوان یک سیستم جایگزین گاوآهن برگردان‌دار مورد توجه قرار گرفت. به علت خشکسالی‌های به‌وجود آمده و به‌منظور جلوگیری از فرسایش آبی و بادی و کشاورزی بدون شخم برای اولین بار خاک‌ورزی حفاظتی معرفی گردید. در شرایط کنونی سلامت مواد غذایی، حفظ طبیعت و محیط‌زیست، نگهداری از منابع آب و صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری و افزایش بهره‌وری مورد توجه کشورهای پیشرفته قرار گرفته است (تاکی و اسدی، ۱۳۸۸). تلاش‌های بشر برای تولید غذا ما را از محیط زیست غافل نموده است. تداوم استفاده از عملیات زراعی متداول و آن هم متکی بر شخم مداوم، به ویژه وقتی که با حذف کامل یا سوختن بقایای گیاهان زراعی توأم باشد، موجب فرسایش شدید خاک (به عنوان تنها منبع تولید مواد غذایی) می‌شود (Montgomery, 2007). یکی از معایب سیستم خاک‌ورزی رایج، برگرداندن خاک و در معرض هوا قرار دادن لایه‌های زیرین خاک است که باعث افزایش سهم تبخیر و اتلاف رطوبت می‌گردد. خاک‌ورزی مرسوم نیز به علت عدم امکان مدیریت بقایای گیاهی،

۱- 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- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم زراعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: mohammad_2203@yahoo.com)
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.2.1.3

شرایط محیطی را برای حفظ رطوبت خاک فراهم نمی‌سازد (روزبه، ۱۳۷۸؛ اسکندری، ۱۳۸۱؛ اسکندری و همت، ۱۳۸۲). هدف از کشاورزی حفاظتی کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی در قالب یک سیستم تناوبی می‌باشد. در این سیستم پس‌مانده‌های محصول قبلی تماماً یا قسمتی از آن در سطح یا نزدیک سطح خاک نگهداری می‌شود. این کار باعث حفظ رطوبت خاک، جلوگیری از شستشوی ذرات خاک بر اثر ضربات باران در اراضی شیب دار و کاهش فرسایش آبی می‌گردد، همچنین کاهش شدت برهم‌زدن خاک در سیستم کشاورزی حفاظتی از خردشدن و جابجایی زیاد ذرات خاک و پودرشدن آن جلوگیری کرده و باعث کاهش فرسایش بادی می‌گردد. بر این اساس انتظار می‌رود که سیستم کشاورزی حفاظتی به سبب کاهش عملیات خاک‌ورزی از یک سو و حفظ بقایای گیاهی از سوی دیگر سبب افزایش بهره‌وری آب و کاهش نیاز آب آبیاری محصول شود (Kaspar et al., 1990 and Guerif et al., 2001). چاجی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر مقدار آب مصرفی پنبه و بهره‌وری مصرف آب را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر زیرشکنی روی حجم کل آب آبیاری اول و عمق نفوذ ریشه با احتمال ۹۵٪ معنی‌دار است ولی روی درصد استقرار بوته، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب اثر معنی‌داری نداشته است. همچنین اثر فاکتور شخم روی حجم آب آبیاری با احتمال ۹۹٪ و روی عملکرد، عمق ریشه و بهره‌وری مصرف آب با احتمال ۹۵٪ معنی‌دار بود و روی درصد استقرار بوته و حجم کل آب در آبیاری اول اثر معنی‌داری نداشته است. قادری‌فر و همکاران (۱۳۹۰) روش‌های مختلف خاک‌ورزی را روی سه رقم پنبه مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری که در کلیه ارقام عملکرد وش، طول شاخه رویا، تعداد شاخه رویا و زایا، ارتفاع بوته و تعداد قوزه در سیستم خاک‌ورزی چیزل و دیسک (خاک‌ورزی حفاظتی) بیشتر از تیمار خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی بود. سردار و همکاران (۱۳۹۳) اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کنترل علف‌های هرز را بر عملکرد پنبه بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که بین روش‌های خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری وجود داشت به‌طوری که عملکرد وش، طول شاخه رویا، تعداد شاخه رویا و زایا، ارتفاع بوته و تعداد قوزه در روش کم‌خاک‌ورزی و روش بی‌خاک‌ورزی بیشتر از روش خاک‌ورزی مرسوم بود. فاضل نیاری و همکاران (۱۳۹۳) با مقایسه فنی برخی روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در تولید پنبه نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد محصول، بیشترین مصرف سوخت و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای مربوط به تیمار روش متداول منطقه بود. تیمار فقط دوبار دیسک با مصرف کمترین سوخت با عملکرد نهایی ۲۴۵۵ کیلوگرم در هکتار در رتبه دوم قرارگرفت. بیشترین کاهش مقاومت خاک در تیمارهای شامل گاوآهن چیزل به دلیل عمق بیشتر خاک‌ورزی اتفاق افتاد. بنابراین با در نظرگرفتن کلیه عوامل، یک سیستم کم‌خاک‌ورزی شامل چیزل و دیسک می‌تواند به عنوان جایگزین بجای عملیات خاک‌ورزی مرسوم منطقه در کشت پنبه پیشنهاد گردد. محمدی و افضلی‌نیا (۱۳۹۷) با مقایسه اقتصادی خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورزی مرسوم در تناوب گندم- پنبه نتیجه گرفتند که عملکرد گندم و پنبه در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در اکثر سال‌هایی که تحقیق ادامه داشته است، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی-خاک‌ورزی، در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، هزینه‌های تولید را به ترتیب ۵ و ۱۰ درصد کاهش داده‌اند. روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی-خاک‌ورزی، در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، مصرف سوخت را به ترتیب به میزان ۶۰ و ۷۷ درصد کاهش داده‌اند. در روش‌های کم-خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی ظرفیت مزرعه‌ای موثر افزایش چشم‌گیری داشت، به طوری که زمان عملیات تهیه زمین در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب ۶۲ و ۷۴ درصد کاهش یافته است. ارزش فعلی بازده برنامه‌ای در روش خاک ورزی مرسوم (۵۳۶۶۲ هزار ریال) نسبت به ارزش فعلی بازده برنامه‌ای در روش‌های کم‌خاک‌ورزی (۴۶۳۷۹ هزار ریال) و بی‌خاک‌ورزی (۳۸۱۴۹ هزار ریال) بیشترین مقدار است. با لحاظ‌کردن مجموعه‌ای از عوامل در تصمیم‌گیری، اولاً عملکرد در واحد سطح (۰/۳۱۲)، هزینه تولید (۰/۲۲۱) و مصرف آب (۰/۲۱۹) بیشترین وزن را در تصمیم‌گیری کشاورزان در انتخاب شیوه خاک-ورزی دارند و ثانیا سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در اولویت بالاتری قرار دارند. افضلی‌نیا و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد پنبه در تناوب پنبه- گندم را بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر حفظ رطوبت در خاک داشتند به طوری که تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم، مقادیر رطوبت خاک را به ترتیب ۱۵/۲۲ و ۵/۴۷ درصد افزایش دادند. روش خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر نفوذ تجمعی آب در خاک، پایداری خاکدانه‌ها و عملکرد پنبه نداشت. مقایسه اقتصادی تیمارهای خاک‌ورزی نیز نشان داد که خاک‌ورزی مرسوم دارای بیشترین بازده اقتصادی بود و روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک-ورزی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند، هر چند تولید تحت همه روش-های خاک‌ورزی اقتصادی (دارای سود) بود. بنابراین، چنانچه در جایگزینی خاک‌ورزی مرسوم با خاک‌ورزی حفاظتی در مناطق گرم استان فارس مدیریت مناسب اعمال شود، می‌توان از مزایای این روش در کشت پنبه استفاده نمود. خلیلیان در ایالات متحده پنج تیمار خاک‌ورزی شامل گاوآهن برگردان‌دار، چیزل، کولتیواتور مزرعه، دیسک و بیلچه باریک را برای پنبه مقایسه کردند. رطوبت خاک و شاخص مخروط خاک قبل و بعد از خاک‌ورزی و بعد از برداشت تعیین شد. نتایج نشان داد که شخم با گاوآهن برگردان‌دار و چیزل از نظر

آماری عملکرد یکسانی داشتند و عملکرد آنها ۴۵٪ از سه تیمار دیگر بیشتر بود (Khalilian, 1983). آمد و هافار گزارش کردند که در سودان کشاورزان پنبه‌کار به شخم‌های عمیق اعتقاد دارند در حالی‌که هیچ تایید علمی برای این ندارند. تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده، نشان داده است که خاک‌ورزی کم‌عمق و کم‌خاک‌ورزی از خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی عمیق سودآورتر است (Ahmed and Haffer, 1993). پروزی و همکاران بیان کردند که از نظر اقتصادی سیستم‌های کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی اگر چه عملکرد محصول را به مقدار کمی کاهش می‌دهند ولی سود ناخالص را در مقایسه با خاک‌ورزی متداول افزایش داده و یا لااقل ثابت نگه می‌دارند (Peruzzi et al., 1996). شاوب و همکاران کاهش عملکرد ۱۰ درصدی، ایشاق و همکاران در پاکستان و پتگریو و جونز در آمریکا کاهش عملکرد ۱۱ درصدی پنبه تحت سیستم بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول را گزارش نمودند. همچنین سودمندی و بهبود عملکرد پنبه در شرایطی که بقایای محصول قبلی حفظ‌شده بود، بیشتر از شرایطی بود که بقایا حذف شده بودند. یکی از دلایل اصلی افزایش عملکرد در سیستم کشاورزی حفاظتی نسبت به شرایط متداول افزایش ماده آلی خاک بود (Schwab et al., 2002, Ishaq et al., 2001 & Pettigrew and Jones, 2001). در مطالعه دیگر که توسط بلاسی و راویندران طی ۵ سال انجام شد، مشاهده گردید که عملکرد پنبه در سه سال اول در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی به طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بود، در حالی که در دو سال آخر عملکرد پنبه در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی معادل با خاک‌ورزی مرسوم بود (Blaise and Rvindran, 2003). باکت و همکاران نیز گزارش نمودند در یک آزمایش طولانی‌مدت و در طی پنج سال عملکرد پنبه به میزان ۵ تا ۱۱٪ تحت سیستم کشاورزی حفاظتی بیشتر از سیستم متداول خاک‌ورزی بود (Boquet et al., 2004). بالکوم و همکاران تحت شرایط فاریاب و بر روی خاک سیلتی- لوم در آمریکا گزارش نمودند که عملکرد پنبه در شرایط بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی متداول ۱۳٪ افزایش داشته است (Balkcom et al., 2006). نتایج آزمایشات طولانی مدت در مکزیک (گوارتز و همکاران و سایری و هابز) چه در شرایط دیم و چه فاریاب نشان داد عملکرد گندم در سیستم بی‌خاک‌ورزی بیشتر از خاک‌ورزی متداول بود (Govaerts et al., 2006 & Sayre and Hobbs, 2004). رایت و همکاران اظهار داشتند که عملکرد پنبه در سیستم کم خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم بیشتر بود (Wright et al., 2005). تورسانف گزارش نمود که تیمارهای کشاورزی حفاظتی مشتمل بر خاک‌ورزی حد واسط (IT)[1]، پشته‌های دائمی (PB)[2] و بی خاک‌ورزی (ZT)[3] برای درصد سبز پنبه مناسب‌تر از خاک‌ورزی متداول (CT)[4] بود. از این تحقیق که در تاشکند ازبکستان انجام شده نتیجه‌گیری شد که در شرایط فاریاب نیز درصد سبز پنبه در شرایط کشاورزی حفاظتی بیشتر از سیستم متداول بوده است (Tursunov, 2009). ورهالست و همکاران در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که عملکرد وش پنبه تحت سیستم کشاورزی حفاظتی بیشتر از سیستم متداول بوده است (Verhulst et al., 2010). افضلی‌نیا و همکاران با بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی در کشت پنبه دریافتند که خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، باعث کاهش عملکرد پنبه به میزان ۱۵/۷ درصد می‌شود (Afzalinia et al., 2011). سینگ و همکاران اظهار داشتند عملکرد پنبه در تیمار-های پنبه بدون خاک‌ورزی و پنبه با خاک‌ورزی متداول مشابه بود، اما از نظر آماری نسبت به گندم با خاک‌ورزی متداول بالاتر بود. به‌طور متوسط وقتی که پنبه بدون خاک‌ورزی یا گندم با خاک‌ورزی متداول کشت گردید، عملکرد وش پنبه در سال ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ به ترتیب ۹/۲۵ و ۹/۰۶ درصد بالاتر در مقایسه با گندم با خاک‌ورزی متداول و پنبه با خاک‌ورزی متداول بود. دلیل عمده عملکرد بالاتر وش پنبه، تعداد برداشت بیشتر نسبت به گندم با خاک‌ورزی متداول بوده است. روند مشابه در عملکرد گندم نیز مشاهده شد. میانگین عملکرد گندم کاشته شده با بذرپاش بعد از پنبه بدون خاک‌ورزی و پنبه با خاک-ورزی متداول به ترتیب ۱۸/۵ و ۳۳/۶ درصد بالاتر از گندم با خاک-ورزی متداول بوده است که دلیل عمده آنرا می‌توان در درجه اول کاشت به موقع گندم دانست. از طرف دیگر نتایج آزمایشات کوتاه مدت (۲تا ۴ سال) متفاوت بوده است (Singh, et al., 2013). میچل و همکاران در تحقیقی طی ۱۲ سال با بررسی سیستم‌های شخم حفاظتی در کشت پنبه به این نتیجه رسیدند که هزینه‌های شخم در کشاورزی حفاظتی نسبت به روش شخم مرسوم، ۷۰ دلار در هر ایکر کاهش می‌یابد. این در حالی است که عملکرد پنبه نیز در کشاورزی حفاظتی نسبت به روش شخم مرسوم از نظر آماری افزایش معنی-داری داشته است (Mitchell et al., 2012). دوکوتا و همکاران در تحقیقی اثرات خاک ورزی، مدیریت بقایای گیاهی و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد و بهره‌وری آب پنبه، گندم زمستانه و ذرت در تناوب دو ساله تحت کشاورزی حفاظتی در مقایسه با روش‌های شخم معمول کشاورزان را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق، عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری مصرف آب پنبه تحت تاثیر خاک‌ورزی قرار نگرفت. اما عملکرد گندم و ذرت در کشاورزی حفاظتی نسبت به روش مرسوم و سنتی به ترتیب ۱۲ و ۴۲ درصد افزایش یافت و بهره‌وری مصرف آب هم، در گندم ۲۷ و در ذرت ۸۴

1- Intermediate technology

2- Permanent beds
3 - Zero tillage
4- Conventional tillage

درصد افزایش داشت. از طرفی دیگر مصرف آب هم در کشاورزی حفاظتی نسبت به روش سنتی در گندم و ذرت به ترتیب ۱۱ و ۲۳ درصد کاهش یافت. وقتی که مقدار کود نیتروژن از سطح صفر به مقدار متوسط افزایش یابد، افزایش قابل توجهی در عملکرد و بهره-وری مصرف آب هر سه محصول بوجود خواهد آورد. اما افزایش کود نیتروژن از سطح متوسط به سطح زیاد هم در کشاورزی حفاظتی و هم کشاورزی معمول، افزایش ناچیزی در عملکرد و بهره‌وری مصرف آب هر سه محصول داشت. لذا اثر مثبت کشاورزی حفاظتی و مدیریت بقایا بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گندم و ذرت و عدم تأثیر منفی بر عملکرد پنبه نشان داد که کشاورزی حفاظتی و مدیریت بقایا و کاربرد مناسب مقدار کود نیتروژن جایگزین مناسبی برای روش‌های کشاورزی مرسوم و ناپایدار در مناطق خشک می‌باشد. به شرط اینکه در درازمدت استفاده شوند (Devkota et al., 2013). داس و همکاران عملکرد و سود اقتصادی پنبه را تحت کشاورزی حفاظتی (در مقایسه با کشت مرسوم) در تناوب زراعی گندم – پنبه مورد بررسی قرار دادند. نتایج دو سال آخر آزمایش آن‌ها نشان داد که در کرت‌های تحت کشت بستر پهن (بدون جوی و پشته) بدون شخم با بقایای گیاهی در مقایسه با کرت‌های بدون شخم تحت کشت جوی و پشته و بدون بقایای گیاهی و کرت‌های با شخم سنتی و بستر صاف بدون بقایای گیاهی، میانگین عملکرد بذر پنبه به ترتیب ۲۴ و ۵۱ درصد و بازگشت خاص سرمایه به ترتیب ۳۶ و ۱۳ درصد بیشتر بوده است (Das et al., 2014). عباس و همکاران در تحقیقی دیگر به این نتیجه دست یافتند که برای بهبود عملکرد و کیفیت پنبه، باید از فناوری بی‌خاک‌ورزی استفاده شود. همچنین آن‌ها توصیه کردند که باید مطالعه بیشتری برای ارزیابی بی‌خاک‌ورزی به عنوان فن‌آوری بالقوه در مناطق مختلف با اقلیم‌های مختلف در سراسر دنیا انجام شود (Abbas et al., 2016). در سالیان اخیر سرمایه‌گذاری‌هایی در رابطه با استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار در مناطق مختلف کشور انجام شده که موجب بهبود نسبی بهره‌وری مصرف آب شده است، اما تغییر سیستم زراعی از متداول به کشاورزی حفاظتی می‌تواند نقش مهم و موثری در کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری مصرف آن داشته باشد. از این‌رو انجام فعالیت‌های تحقیقاتی در این زمینه از اهمیت بسیاری برخوردار است. به همین منظور در تحقیق حاضر تاثیر روش‌های کشاورزی حفاظتی به همراه حفظ مقادیر مختلفی از بقایای گیاهی در سطح خاک در مقایسه با روش متداول کشت بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در تناوب زراعی پنبه–گندم در منطقه معتدل خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت. لذا هدف از اجرای این تحقیق، بررسی اثر ارکان اصلی کشاورزی حفاظتی (حداقل جابجایی خاک و حفظ بخشی از پوشش بقایا) و درصد آب مصرفی بر عملکرد و بهره‌وری آب پنبه و در نهایت، در صورت سودمندی تاثیر تیمارهای مورد بررسی، کمک در جهت توسعه این راهکارها در عرصه تولید محصولات زراعی در نظام کشاورزی کشور بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین اثر کشاورزی حفاظتی بر میزان عملکرد وش، حجم آب مصرفی و بهره‌وری آب مصرفی پنبه در تناوب با گندم در منطقه گناباد، آزمایشی در قالب طرح کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی گناباد با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۶۰ متر از سطح دریا، با میانگین بارندگی سالیانه ۱۶۰ میلی‌متر در تناوب زراعی پنبه – گندم در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. لازم به ذکر است این آزمایش بخشی از یک طرح تحقیقاتی ۵ ساله (۱۳۹۶-۱۳۹۱) است که در قالب تناوب زراعی گندم – گندم – جو – پنبه – گندم در این منطقه اجرا گردید. این پژوهش با سه فاکتور: الف– روش خاک‌ورزی در سه سطح (بدون شخم، شخم متداول و شخم کاهش‌یافته) ب – مدیریت بقایا در سه سطح (بدون بقایا، حفظ ۳۰ درصد بقایا و حفظ ۶۰ درصد بقایا) ج – مقادیر آب آبیاری در سه سطح (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آب آبیاری) انجام شد. تیمار روش خاک‌ورزی در کرت اصلی، تیمار مدیریت بقایا در کرت فرعی و سطوح مختلف آب آبیاری در کرت‌های فرعی قرار گرفت. علت اینکه مقدار بقایا به‌صورت وزنی و کسری از مواد بیولوژیک باقی‌مانده در نظر گرفته شده این است که اولاً مقدار ماده خشک گیاهان مورد کشت در تناوب، با یکدیگر تفاوت دارد ثانیاً در سال‌های مختلف نیز برای یک گیاه مقدار ماده خشک تفاوت پیدا می‌کند. زمین آزمایش قبل از کاشت به‌صورت دقیق و کامل تسطیح شد و بقایای محصول قبلی بر اساس تیمارهای تعریف شده در تحقیق، در هر قطعه منظور گردید. به‌منظور اعمال تیمارهای خاک‌ورزی از ادواتی از جمله گاوآهن، دیسک و لولر استفاده شد و برای کشت مستقیم پنبه از بذرکار کشت مستقیم مدل برزگر همدان استفاده شد. همچنین از رقم رایج و تجارتی پنبه به نام خرداد که مناسب منطقه است، استفاده شد. پنبه در تاریخ ۹۴/۳/۲۵ با میزان بذر ۵۰ کیلوگرم در هکتار (بدون کرک) کشت شد. روش کشت به‌صورت مسطح و فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از سبزشدن بوته‌ها عملیات تنک کردن انجام گردید. مراقبت‌های زراعی و استفاده از کود سرک بر اساس عرف معمول منطقه انجام شد. مقادیر کود پتاسیم و فسفر و یک‌سوم نیتروژن موردنیاز بر اساس آزمون خاک قبل از کاشت به زمین داده شد. دو سوم باقی‌مانده کود نیتروژن در طول دوره رشد به‌صورت سرک به گیاه پنبه داده شد. مقدار ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص از منبع اوره (یک مرحله به‌صورت پایه و دو مرحله به‌صورت سرک) و ۷۵ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل به‌عنوان کود پایه استفاده شده

است. کلیه عملیات زراعی لازم از قبیل مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها در طول فصل رشد به طور یکسان و در زمان مناسب برای تمام تیمارها اعمال شد. در هر کرت برای هر تیمار ۵ پشته به طول ۵۰ متر زیر کشت قرار گرفت. آبیاری با روش قطره‌ای نواری (تیپ) با فواصل خروجی ۳۰ سانتی‌متر و با آبدهی ۸ لیتر در ساعت در هر متر طول انجام گردید. در این روش برای هر پشته یک خط لوله تیپ در نظر گرفته شد. در این تحقیق از روش آبیاری قطره‌ای به‌عنوان یک ابزار مناسب جهت توزیع یکنواخت و اندازه‌گیری دقیق آب استفاده شد، ولی دور آبیاری (بر مبنای آبیاری شیاری) ثابت و ۸ روز در نظر گرفته شد. دو نوبت اول آبیاری به‌منظور ایجاد شرایط مساوی در جوانه‌زنی و درصد سبز مزرعه، به‌صورت یکنواخت انجام گردید و تیمارهای سطوح مختلف آب در پنبه از نوبت سوم آبیاری اعمال شدند. از آنجایی که در محل اجرای تحقیق ایستگاه هواشناسی وجود نداشت، نیاز آبی و در نتیجه اعمال تیمارهای آبیاری بر اساس مقادیر ارائه شده در سند ملی آب کشور صورت گرفت. سپس بر اساس ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آب آبیاری، تیمارهای سطوح آبی محاسبه و اعمال گردید. حجم ناخالص آب موردنیاز (برحسب لیتر) در هر نوبت آبیاری بر اساس جدول عمق ناخالص آب آبیاری و با توجه به دور آبیاری، مساحت هر کرت و تیمار درصد آب آبیاری به دست آمد. همچنین به‌وسیله کنتور حجمی اندازه‌گیری آب نیز با دقت کنترل می‌گردید. لازم به ذکر است که راندمان آبیاری در روش آبیاری استفاده شده در این تحقیق، ۹۰ درصد منظور شده است (کرباسی و همکاران، ۱۳۷۹). محصول پنبه در تاریخ ۹۴/۸/۱۸ برداشت گردید. پس از برداشت محصول، میزان عملکرد، حجم آب مصرفی و بهره‌وری مصرف آب (عملکرد به‌ازای واحد آب مصرفی) و خصوصیات زراعی محصول در هر تیمار تعیین و با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد. در نهایت در زمینه صرفه‌جویی احتمالی در میزان آب مصرفی در نتیجه تغییر سیستم کشاورزی از متداول به حفاظتی و تعیین بهترین حجم آب مصرفی در منطقه گناباد نتیجه‌گیری به عمل آمد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام تحقیق در جدول ۱ آمده است. عمق ناخالص آبیاری در هر نوبت آبیاری برای محصول پنبه (بدون احتساب خاک آب) در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق لایه (cm)	درصد ذرات خاک			بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته گل اشباع	درصد کربن آلی	فسفر قابل‌جذب (mg/lit)	پتاسیم قابل‌جذب (mg/lit)	نیتروژن کل (%)
	شن	سیلت	رس							
۰-۳۰	۳۷	۳۵	۲۸	لوم‌رسی	۴/۲۱	۷/۷	۰/۳۷	۸/۸	۲۱۹	۰/۰۶۵
۳۰-۶۰	۳۵	۴۰	۲۵	لوم	۴/۳۰	۷/۸	۰/۳۲	۶/۴	۱۷۹	۰/۰۵۹

جدول ۲- عمق ناخالص آبیاری در هر نوبت برای محصول پنبه (بدون احتساب خاک آب)

تاریخ آبیاری	عمق ناخالص آب آبیاری (mm)		
	تیمار ۵۰ درصد	تیمار ۷۵ درصد	تیمار ۱۰۰ درصد
۹۴/۳/۲۷	۱۶/۵	۲۴/۷	۳۲/۹
۹۴/۴/۴	۲۲/۵	۳۳/۷	۴۴/۹
۹۴/۴/۱۲	۳۱/۴	۴۷/۱	۶۲/۹
۹۴/۴/۲۰	۳۶/۸	۵۵/۳	۷۳/۷
۹۴/۴/۲۸	۳۶/۶	۵۴/۹	۷۳/۳
۹۴/۵/۵	۳۵/۳	۵۲/۹	۷۰/۶
۹۴/۵/۱۳	۳۷/۱	۵۵/۷	۷۴/۲
۹۴/۵/۲۱	۴۰/۹	۶۱/۳	۸۱/۸
۹۴/۵/۲۹	۳۷/۰	۵۵/۵	۷۴/۰
۹۴/۶/۶	۳۲/۵	۴۸/۸	۶۵/۰
۹۴/۶/۱۴	۲۸/۲	۴۲/۳	۵۶/۴
۹۴/۶/۲۲	۲۳/۶	۳۵/۳	۴۷/۱
۹۴/۶/۳۰	۱۸/۲	۲۷/۳	۳۶/۴
۹۴/۷/۷	۱۴/۰	۲۱/۰	۲۸/۰
۹۴/۷/۱۵	۱۱/۶	۱۷/۳	۲۳/۱
جمع	۴۲۲/۲	۶۳۳/۱	۸۴۴/۴

میزان مصرف آب در تیمارهای مختلف سطوح آبیاری با احتساب دو نوبت آبیاری اولیه (مجموعاً به میزان ۶۴۵ مترمکعب در هکتار و یا به عمق ۶۴/۵ میلیمتر) که به‌منظور ایجاد شرایط مساوی در جوانه‌زنی و درصد سبز مزرعه به‌صورت یکنواخت انجام شده، در جدول ۳ آمده است. در شکل ۱ تصویری از محل اجرای آزمایش و در شکل ۲ شماتیک اجرای آزمایش نمایش داده شده است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد محصول وش پنبه و تعداد قوزه باز و بسته پنبه در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات این جدول، اثر تیمار آبیاری در سطح ۱٪ بر عملکرد وش، تعداد قوزه باز و بسته و بهره‌وری مصرف آب پنبه معنی‌دار شد. برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی × بقایا × آبیاری در سطح ۱٪ بر بهره‌وری مصرف آب و در سطح ۵٪ بر عملکرد وش پنبه معنی‌دار شد.

جدول ۳- حجم آب مصرفی محصول پنبه

سطح آب آبیاری	حجم آب مصرفی (m^3/ha)
۵۰ درصد نیاز آب آبیاری (I50)	۴۸۵۹
۷۵ درصد نیاز آب آبیاری (I75)	۶۹۷۶
۱۰۰ درصد نیاز آب آبیاری (I100)	۹۰۸۸

شکل ۱- تصویری از محل اجرای آزمایش

جدول ٤- جدول تجزیه واریانس داده‌ها

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد وش	تعداد قوزه باز	تعداد قوزه بسته	بهره‌وری مصرف آب
تکرار	۲	۷۱۳۶۵۳/۷۱۶ns	۱۶/۱۲۸ ns	۳۱/۲۱۱ns	۰/۰۱۸
خاک‌ورزی	۲	۱۴۷۴۴۸۸۳/۳۰۹ ns	۵۴۸/۱۷۰*	۱۹/۱۳۳ ns	۰/۳۳۸ ns
خطا	۴	۳۸۷۱۲۲۹/۷۱۶	۶۲/۶۱۴	۸/۸۸۶	۰/۰۹۰
بقایا	۲	۱۷۰۰۶۱۴/۲۳۵ ns	۳/۰۷۹ ns	۲/۸۶۳ ns	۰/۰۴۳ ns
خاک‌ورزی × بقایا	۴	۱۱۲۳۷۱۳/۹۰۱ ns	۱۳/۲۸۷ ns	۳/۵۴۵ ns	۰/۰۲۵
خطا	۱۲	۱۵۳۸۳۶۸/۶۹۸	۲۵/۸۷۰	۲/۸۰۸	۰/۰۳۳
آبیاری	۲	۱۹۸۲۱۸۶/۸۶۴**	۲/۸۴۵**	۰/۱۳۳**	۰/۰۷۷**
خاک‌ورزی × آبیاری	۴	۸۶۵۶۴/۳۶۴ ns	۰/۱۱۸ ns	۰/۰۱۶ ns	۰/۰۱۰**
بقایا × آبیاری	۴	۲۶۲۹۸۵/۹۸۵ ns	۰/۰۶۸ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۶**
خاک‌ورزی×بقایا× آبیاری	۸	۱۱۶۱۳۳/۰۹۳ *	۰/۰۴۵ ns	۰/۰۱۰ ns	۰/۰۰۶**
خطا	۳۶		۰/۰۷۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (%)		۱۷/۰۶	۳/۳۴	۴/۰	۱۸/۰۸

*و ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی‌دار

۱	بدون بقایا	شخم متداول	تکرار ۱
۲	حفظ ۳۰٪ بقایا		
۳	حفظ ۶۰٪ بقایا		
۴	حفظ ۳۰٪ بقایا	شخم کاهش یافته	
۵	بدون بقایا		
۶	حفظ ۶۰٪ بقایا		
۷	حفظ ۶۰٪ بقایا	بدون شخم	
۸	حفظ ۳۰٪ بقایا		
۹	بدون بقایا		
۱۰	بدون بقایا	شخم کاهش یافته	تکرار ۲
۱۱	حفظ ۳۰٪ بقایا		
۱۲	حفظ ۶۰٪ بقایا		
۱۳	حفظ ۳۰٪ بقایا	بدون شخم	
۱۴	بدون بقایا		
۱۵	حفظ ۶۰٪ بقایا		
۱۶	حفظ ۶۰٪ بقایا	شخم متداول	
۱۷	حفظ ۳۰٪ بقایا		
۱۸	بدون بقایا		
۱۹	بدون بقایا	شخم کاهش یافته	تکرار ۳
۲۰	حفظ ۶۰٪ بقایا		
۲۱	حفظ ۳۰٪ بقایا		
۲۲	حفظ ۶۰٪ بقایا	شخم متداول	
۲۳	حفظ ۳۰٪ بقایا		
۲۴	بدون بقایا		
۲۵	حفظ ۳۰٪ بقایا	بدون شخم	
۲۶	بدون بقایا		
۲۷	حفظ ۶۰٪ بقایا2		

شکل ۲- نقشه تیمارهای مختلف خاک ورزی و مدیریت بقایا در سیستم تناوب زراعی گندم-نخود-گندم در منطقه معتدل (گناباد)

اثر خاک‌ورزی بر عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی خصوصیات پنبه

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد وش پنبه (به میزان ۲۸۳۷ کیلوگرم در هکتار)، تعداد قوزه باز (۱۳/۰۸ عدد) و بهره‌وری مصرف آب (۰/۴۲۵ کیلوگرم در مترمکعب) از تیمار خاک‌ورزی متداول و بیشترین تعداد قوزه بسته (۸/۵۸۵ عدد) از تیمار بی‌خاک‌ورزی به دست آمد. البته بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از نظر عملکرد وش، تعداد قوزه بسته و بهره‌وری مصرف آب اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. اما اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر تعداد قوزه باز در بوته معنی‌دار شد (جدول ۵).

جدول ۵- اثر خاک‌ورزی بر عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی خصوصیات پنبه

تیمار خاک‌ورزی	تعداد قوزه باز در بوته
خاک‌ورزی متداول	۱۳/۰۸ a
کم خاک‌ورزی	۴/۱۵۶ b
بی خاک‌ورزی	۷/۵۴۴ ab
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	۵/۹۷۹

اثر مقادیر بقایا بر عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی خصوصیات پنبه

اثر مقادیر بقایا بر عملکرد وش پنبه، تعداد قوزه باز، بهره‌وری مصرف آب و تعداد قوزه بسته معنی‌دار نشد. اما بیشترین عملکرد وش، تعداد قوزه باز و بسته و بهره‌وری مصرف آب پنبه از تیمار حفظ ۶۰٪ بقایا حاصل شد که البته از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف بقایا مشاهده نشد.

اثر سطوح آب آبیاری بر عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی خصوصیات پنبه

بیشترین عملکرد وش پنبه به تیمار آبیاری کامل (۱۰۰٪ نیاز آب آبیاری گیاه) اختصاص یافت که با تیمار کم آبیاری (تأمین ۷۵٪ نیاز آب آبیاری) از تفاوت آماری معنی‌دار برخوردار نبود. اعمال تیمار آبیاری ۵۰٪ موجب شد عملکرد وش پنبه به میزان ۲۹/۷ درصد نسبت به تیمار آبیاری ۱۰۰٪ (شاهد) به طور معنی‌داری کاهش یابد (جدول ۶). کاهش عملکرد ناشی از اعمال تیمار ۷۵٪ آبیاری فقط حدود ۳/۳ درصد بود که به لحاظ آماری غیر معنی‌دار و ناچیز بود. اما صرفه‌جویی در مصرف آب حدود ۲۱۰۰ مترمکعب در هکتار در تیمار تأمین ۷۵٪ نیاز آب آبیاری نسبت به تیمار تأمین ۱۰۰٪ نیاز آب آبیاری اتفاق افتاده است (جدول ۳). همچنین بیشترین تعداد قوزه باز و بسته پنبه و کمترین مقدار بهره‌وری مصرف آب از تیمار آبیاری کامل حاصل شد (جدول ۶).

جدول ٦- اثر سطوح آب آبیاری بر عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی خصوصیات پنبه

تیمار آبیاری	عملکرد وش پنبه (kg/ha)	تعداد قوزه باز در بوته	تعداد قوزه بسته در بوته	بهره‌وری مصرف آب (kg/m^3)
(I100)	۲۱۸۸a	۸/۴۸۹a	۲/۴۰۴a	۰/۲۴۱c
(I75)	۲۱۱۷a	۸/۴۰۴a	۲/۳۸۷a	۰/۳۰۳b
(I50)	۱۶۸۷b	۷/۸۸۹b	۲/۲۷۵b	۰/۳۴۷a
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	۱۸۸/۱	۰/۱۵۲	۰/۰۵۲۴	۰/۰۳۰

بیشترین عملکرد وش پنبه و تعداد قوزه باز پنبه از برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی متداول × حفظ ۳۰٪ بقایا × آبیاری کامل به دست آمد که البته عملکرد وش این بر همکنش با بر همکنش تیمارهای خاک‌ورزی متداول × حفظ ۶۰٪ بقایا × ۷۵٪ نیاز آبی تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. همچنین در تیمار بی خاک‌ورزی بیشترین عملکرد وش پنبه به ترتیب از تیمار بی خاک‌ورزی × حفظ ۶۰٪ بقایا × سطح آبیاری ۷۵٪ (۲۵۶۸ کیلوگرم در هکتار) و تیمار بی خاک‌ورزی × حفظ ۶۰٪ بقایا × سطح آبیاری ۱۰۰٪ (۲۳۳۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. این میزان عملکرد وش پنبه در مقایسه با بر همکنش تیمار خاک‌ورزی متداول × حفظ ۶۰٪ بقایا × سطح آبیاری ۱۰۰٪ و همچنین بر همکنش تیمار خاک‌ورزی متداول × حفظ ۶۰٪ بقایا × سطح آبیاری ۵۰٪ و بر همکنش تیمار خاک‌ورزی متداول × بدون

بقایا × سطح آبیاری ۱۰۰٪ از اختلاف آماری معنی‌دار برخوردار نبود (جدول ۷). در همین حال بیشترین تعداد قوزه بسته پنبه از بر همکنش تیمارهای بی خاک‌ورزی × حفظ ۶۰٪ بقایا × ۷۵٪ نیاز آب آبیاری تعلق داشت (جدول ۷)؛ لذا عملکرد وش پنبه با تعداد قوزه باز همبستگی مثبت و با تعداد قوزه بسته همبستگی منفی داشته است چنانچه همواره با افزایش تعداد قوزه باز عملکرد وش نیز افزایش نشان داده است. بیشترین بهره‌وری مصرف آب نیز از بر همکنش تیمارهای خاک‌ورزی متداول × حفظ ۶۰٪ بقایا × ۵۰٪ نیاز آب آبیاری به دست آمد. هرچند که اثر روش‌های خاک‌ورزی و نیز مدیریت بقایا در سطوح آماری یک یا پنج درصد معنی‌دار نبود، ولی حتی در صورت نبود تأثیر قابل‌توجه بر عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب، به علت کاهش هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از حذف قسمتی از عملیات خاک‌ورزی می‌تواند دلیلی منطقی بر توصیه کاربرد کشاورزی حفاظتی باشد.

نتایج آزمایش‌های کوتاه‌مدت (۲ تا ۴ سال) در این زمینه و در مناطق مختلف متفاوت بود. شاوب و همکاران کاهش عملکرد ۱۰ درصدی (Schwab et al., 2002)، ایشاق و همکاران در پاکستان (Ishaq et al., 2001) و پتگریو و جونز در آمریکا (Pettigrew and Jones, 2001) کاهش عملکرد ۱۱ درصدی و افضلی‌نیا و همکاران (۲۰۱۱) کاهش ۱۵/۷ درصدی عملکرد پنبه تحت سیستم بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول را گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

جدول ۷- بر همکنش اثر تیمارهای خاک‌ورزی × بقایا × آبیاری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و بهره‌وری مصرف آب پنبه

خاک‌ورزی	تیمار بقایا	آبیاری	عملکرد وش پنبه (kg/ha)	بهره‌وری مصرف آب (kg/m^3)
خاک‌ورزی متداول	بدون بقایا (صفر ٪)	(I100)	۲۸۲۹ bc	۰/۳۱۱ defg
		(I75)	۱۹۳۴ de	۰/۲۷۷ efgh
		(I50)	۱۹۱۱ def	۰/۳۹۳ cd
	حفظ ۳۰٪ بقایا	(I100)	۳۵۱۴ a	۰/۳۸۷ cd
		(I75)	۳۲۵۳ ab	۰/۴۶۶ bc
		(I50)	۲۷۷۹ bc	۰/۵۷۲ a
	حفظ ۶۰٪ بقایا	(I100)	۲۹۰۲ bc	۰/۳۲۰ def
		(I75)	۳۵۷۶ a	۰/۵۱۳ ab
		(I50)	۲۸۳۱ bc	۰/۵۸۲ a
کم خاک‌ورزی	بدون بقایا (صفر ٪)	(I100)	۱۶۷۳ efgh	۰/۱۸۴ hi
		(I75)	۱۴۴۰ efgh	۰/۲۰۶ ghi
		(I50)	۱۳۴۰ efgh	۰/۲۷۶ efgh
	حفظ ۳۰٪ بقایا	(I100)	۱۵۲۰ efgh	۰/۱۶۷ i
		(I75)	۱۸۴۴ def	۰/۲۶۵ efgh
		(I50)	۱۱۰۵ gh	۰/۲۲۸ fghi
	حفظ ۶۰٪ بقایا	(I100)	۱۵۵۸ efgh	۰/۱۷۲ hi
		(I75)	۱۲۴۲ fgh	۰/۱۷۸ hi
		(I50)	۱۲۸۵ efgh	۰/۲۶۵ efghi
بی خاک‌ورزی	بدون بقایا (صفر ٪)	(I100)	۱۷۴۵ defg	۰/۱۹۲ hi
		(I75)	۱۵۸۶ efgh	۰/۲۲۷ fghi
		(I50)	۱۰۱۳ h	۰/۲۰۸ ghi
	حفظ ۳۰٪ بقایا	(I100)	۱۶۰۸ efgh	۰/۱۷۷ hi
		(I75)	۱۶۰۷ efgh	۰/۲۳۰ fghi
		(I50)	۱۳۵۶ efgh	۰/۲۷۹ efgh
	حفظ ۶۰٪ بقایا	(I100)	۲۳۳۹ cd	۰/۲۵۷ fghi
		(I75)	۲۵۶۸ c	۰/۳۶۸ cde
		(I50)	۱۵۶۱ efgh	۰/۳۲۱ def
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)			۵۶۴/۳	۰/۰۹۱

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری ندارند

بعضی از محققان نیز گزارش نموده‌اند که یک دوره انتقالی چندساله، قبل از ایجاد تغییرات قابل‌توجه در خصوصیات خاک که توسط تغییرات مدیریتی رخ می‌دهد، موردنیاز می‌باشد تا فواید اقتصادی کشاورزی حفاظتی نمایان شود (Montgomery, 2007; De Vita et al., 2007; Hobbs et al., 2008).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان عملکرد وش پنبه از بر همکنش تیمار خاک‌ورزی متداول با حفظ ۶۰٪ بقایا و تأمین ۷۵ درصد نیاز آب آبیاری به میزان ۳۵۷۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با بر همکنش تیمار بی خاک‌ورزی × حفظ ۶۰٪ بقایا × سطح آبیاری ۷۵٪ (۲۵۶۸ کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری معنی‌دار نداشت. از طرف دیگر بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب پنبه از تیمار خاک‌ورزی متداول با حفظ ۶۰٪ بقایا و سطح آبیاری ۵۰ درصد به میزان ۰/۵۸ کیلوگرم در مترمکعب حاصل شده است. نتایج نشان داد، بیشترین عملکرد وش پنبه از تیمارهای خاک‌ورزی متداول و حفظ ۶۰٪ بقایا به دست آمد. بدین مفهوم که بین تیمارهای خاک-ورزی با وجود عدم اختلاف معنی‌دار، بیشترین عملکرد پنبه به تیمار خاک‌ورزی متداول اختصاص یافت. یکی از دلایل عمده کاهش عملکرد پنبه تحت تیمارهای کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی به دلیل شرایط خاک محل انجام آزمایش بود. طی سال‌های متمادی عملیات خاک‌ورزی متداول و شخم با گاوآهن در این خاک اعمال شده و موجب کوبیدگی و ایجاد لایه سخت زیرین شده است. عمق این سخت لایه به‌صورت میانگین در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد (که شخم عمیق زده شده است) حدود ۳۰ سانتی‌متر بود. به همین دلیل نفوذ ریشه‌های عمیق پنبه با مشکل مواجه شده و عملکرد وش پنبه در تیمار خاک‌ورزی متداول بهتر از دو تیمار دیگر خاک‌ورزی بوده است. البته نتایج تحقیقات اکثر محققین در سراسر دنیا نیز نشان داده که در آزمایش‌های کوتاه‌مدت (۲ تا ۴ سال) نه‌تنها اعمال تیمارهای کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی باعث افزایش عملکرد در پنبه نشده است بلکه در اکثر آن‌ها کاهش عملکرد نیز وجود داشته است. نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف عملکرد وش پنبه تحت تیمارهای خاک‌ورزی متداول و بی خاک‌ورزی از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. با توجه به کاهش غیر معنی‌دار عملکرد وش پنبه تحت تیمار ۷۵٪ نیاز آب آبیاری در مقایسه با شاهد و افزایش بهره‌وری مصرف آب تحت تیمار ۷۵٪ نیاز آب آبیاری نسبت به بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آب آبیاری، در صورت نیاز به‌صرفه‌جویی در مصرف آب (با توجه به کمبود منابع آب در کشور) اعمال تیمار ۷۵٪ نیاز آب آبیاری برای گیاه پنبه در شرایط کشاورزی حفاظتی قابل توصیه می‌باشد.

منابع

اسکندری، ا. ۱۳۸۱. مقایسه روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی عملکرد گندم دیم بعد از برداشت نخود. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۳ (۱۱): ۵۷- ۷۳.

اسکندری، ا. و همت، ع. ۱۳۸۲ اثر زیر شکنی بر حفظ و ذخیره رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۴ (۱۸):۱۴-۱.

افضلی نیا، ص.، کرمی، ع. د. و محمدی، د. ۱۳۹۷. تأثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد پنبه در تناوب پنبه – گندم. نشریه مکانیزاسیون کشاورزی. ۴(۲): ۱۴۱-۱۵۲.

تاکی، ا. و اسدی، ا. ۱۳۸۸. خاک‌ورزی حفاظتی در مناطق خشک و لزوم آن در کشاورزی پایدار. نشریه ترویجی، شورای انتشارات مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی اصفهان، شماره نشریه ۵/۱۰۷.

چاجی، ح.، افشار، ه. و جمیلی، ح. ۱۳۸۹. بررسی فنی و اقتصادی روش‌های مختلف خاک‌ورزی و اثر آن بر مقدار آب مصرفی پنبه در منطقه کاشمر. گزارش پژوهشی نهایی. مرکز اسناد و مدارک کشاورزی. شماره ثبت ۸۹/۹۴۴، انتشارات مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۳۶ صفحه.

روزبه، م. ۱۳۷۸. ارزیابی و مقایسه میزان انرژی موردنیاز روش‌های مختلف خاک‌ورزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی. ۷۷ صفحه.

سردار، م.، بهدانی، م. ع.، اسلامی، س. و. و محمودی، س. ۱۳۹۳. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد پنبه در کشت دوم بعد گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۴): ۷۸۴-۷۹۲.

فاضل‌نیاری ض.، عادل‌زاده، ر. و دیده باز، ق. ۱۳۹۳. مقایسه فنی برخی روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در تولید پنبه، سومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم، اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، https://www.civilica.com/Paper-NCOCA03-NCOCA03_113.html

قادری فر، ف.، قجری، ع.، صادق نژاد، ح. ر. و قرنجیکی، ع. ر. ۱۳۹۰. اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد پنبه بعد از کلزا در گرگان، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران .۹ (۳): ۴۱۶.

کرباسی، ع. ر.، دانشور، م. و میر لطیفی، م. ۱۳۷۹. بررسی ارزیابی مالی طرح‌های آبیاری قطره‌ای در استان خراسان. مجله اقتصاد

کشاورزی و توسعه. ۸(۳۲): ۱۳۴-۱۱۷.

محمدی، د. و افضلی‌نیا، ص. ۱۳۹۷. مقایسه اقتصادی خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورزی مرسوم در تناوب گندم پنبه. مجله تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی. ۱۹(۷۱): ۱۲۴-۱۰۹.

Afzalinia, S., Behaeen, M. A., Karami, A., Dezfuli, A. and Ghasari, A. 2011. Effect of conservation tillage on the soil properties and cotton yield. Proceedings of the 11th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. Sep. 21-23, Istanbul, Turkey.

Abbas, H. G., Mahmood, A. and Ali, Q. 2016. Zero tillage: a potential technology to improve cotton yield. Genetika. 48 (2):761 -776.

Ahmed, M. H. and Haffer, I. 1993. Comparison of five tillage systems for cotton production in Rahad Scheme, Sudan. Journal of AMA. 24: 17- 20.

Balkcom, K. S., Reeves, D. W., Shaw, J. N., Burmester, C. H. and Curtis L. M. 2006. Cotton yield and fiber quality from irrigated tillage systems in the Tennessee valley. Agronomy Journal. 98: 596-602.

Blaise, D. And Rvindran, C. D. 2003. Influence of tillage and residue management on growth and yield of cotton grown on a vertisol over 5 years in a semi-arid region of India. Soil and Tillage Research. 7: 163-173.

Boquet, D. J., Hutchinson, R. L. and Breitenbeck, G. A. 2004. Long-term tillage, cover crop, and Nitrogen rate effects on cotton: yield and fiber properties. Agronomy Journal. 96: 1436-1142.

Das, T. K., Bhattacharyya, R., Sudhishri, S., Sharma, A. R., Saharawat, Y. S., Bandyopadhyay, K. K., Sepat, S., Bana, R. S., Aggarwal, P., Sharma, R. K., Bhatia, A., Singh, G., Datta, S. P., Kar, A., Singh, B., Singh, P., Pathak, H., Vyas, A. K. and Jat, M. L. 2014. Conservation agriculture in an irrigated cotton-wheat system of the western Indo-Gangetic Plains: crop and water productivity and economic profitability. Field Crops Research. 158: 24–33.

De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N. and Pisante, M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil and Tillage Research. 92: 69–78.

Devkota, M., Martius, C., Lamers, J. P. A., Sayre, K. D., Devkota, K. P., Gupta, R. K., Egamberdiev, O. and Vlek, P. L. G. 2013. Combining permanent beds and residue retention with nitrogen fertilization improves crop yields and water productivity in irrigated arid lands under cotton, wheat and maize. Field Crops Research. 149: 105–114.

Govaerts, B., Sayre, K. D., Ceballos-Ramirez, J. M., Luna-Guido, M. L., Limon-Ortega, A., Deckers, J. and Dendooven, L. 2006. Conventionally tilled and permanent raised beds with different crop residue management: effects on soil C and N dynamics. Biomedical and Life Sciences and Earth and Environmental Science. 280 (1-2): 143-155.

Guerif, J., Richard, G., Durr, C., Machet, J. M., Recous, S. and Roger-Estrade, J. 2001. A review of tillage effects on crop residue management, seed bed conditions and seedling establishment. Soil and Tillage Reseach. 61: 13-32.

Hobbs, P.R., Sayre, K. and Gupta, R. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B 363, 543 –555.

Ishaq, M., Ibrahim, M. and Lal, R. 2001. Tillage effect on nutrient uptake by wheat and cotton as influenced by fertilizer rate. Soil and Tillage Research. 62: 41-53.

Kaspar, T. C., Erbach, D. C. and Cruse, R. M. 1990. Corn response to seed-row residue removal. Soil Science Society of America Journal. 54: 1112-1117.

Khalilian, A. 1983. Soil strength and cotton yields from five tillage systems. Paper, ASAE. No, 83. 1023, 17pp.

Mitchell, J. P., Carter, L., Munk, D., Klonsky, K., Hutmacher, R., Shrestha, A., DeMoura, R. and Wroble, J. 2012. Conservation tillage systems for cotton advance in the San Joaquin Valley. California Agriculture. 66: 108-115.

Montgomery, D. R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 104: 13268-13272.

Pettigrew, W. T. and Jones, M. A. 2001. Cotton growth under no-till production in the Lower Mississippi River Valley Alluvial Flood Plain, Agronomy Journal. 93: 1398-1404.

Peruzzi, M., Taffaelli, M., and Ciolo, S. D. 1996. Evaluation on the performamces of a peculiar combined machine for direct drilling and two no-till drills for hard winter wheat and maize cultivation. International conference on Agricultural Engineering. Madrid.

Sayre, K. and Hobbs, P. 2004. The raised-bed system of cultivation for irrigated production conditions, in: Sustainable Agriculture and the Rice-Wheat System, Lal R, Hobbs P, Uphoff N and Hansen DO (Eds), Ohio State University, Columbia, Ohio, USA. 337-355.

Schwab, E. B., Reeves, D. W., Burmester, C. H. and Raper, R. L. 2002. Conservation tillage systems for cotton in the tennessee valley, soil science society of america journal. 66: 569-577.

Singh, R. J., Ahlawat, I. P. S. and Kumar, K. 2013. Productivity and profitability of the transgenic cotton-wheat production system through peanut intercropping and FYM addition. Experimental Agriculture. 49(3): 321-335.

Tursunov, M. 2009. Potential of conservation agriculture for irrigated cotton and winter wheat

production in Khorezm, Aral Sea Basin, Tashkent, Uzbekistan. 94 pages. http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online elektronisch publiziert.

Verhulst, N., Goverts, B., Verachtert, E., Castellanos-Navarrete, A., Mezzalma, M., Wall, P., Deckers, J. and Sayre, K. D. 2010. Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems? In: Lal, R., Stewart, B.A. (Eds), Advances in Soil Science: Food Security and Soil Quality, CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 137-208.

Wright, A. L., Hons, F. M. and Matocha, J. E. 2005. Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations. Applied Soil Ecology. 29(1): 85-92.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 15, Jan.-Jul. 2021, p. 245-257

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۵، خرداد - تیر ۱۴۰۰، ص. ۲۵۷-۲۴۵

Effect of Different Irrigation Regimes, Residues and Tillage on Yield, Yield Components and Ccotton Water Productivity in the Temperate Zone of Khorasan Razavi

M. Karimi[1]*, M. Ghodsi[2]

Recived: Feb.19, 2020 Accepted: Mar.01, 2021

Abstract

Effects of different irrigation levels on yield, water consumption, water use efficiency and agronomic characteristics of cotton-wheat crop rotation system products under the conservation agriculture system were examined in the temperate zone of Khorasan Razavi. The study was conducted in agricultural and natural resources research station of Gonabad using split split plot based on a randomized complete block with three replications in 2015. This research with three factors: a- tillage method at three levels (no-till, conventional tillage and reduced tillage) b- Residue management at three levels (without residue, maintain 30 percent of the debris and keep 60% residue) c- different levels of water irrigation at three levels (50, 75 and 100% of irrigation water requirement). The tillage method was treated in the main plot, the residue management treatment in the sub-plot and the different levels of irrigation water in the sub-plots. In this study, the common and suitable cultivar of the region, called Khordad, was used and drip irrigation method was used as a tool for uniform distribution and accurate measurement of water. In this study, drip irrigation was used as a suitable tool for uniform distribution and accurate water measurement. The results showed that the highest grain yield of cotton wheat was obtained from treatment of conventional tillage with 60% residue and applying 75% of the irrigation water requirement as 3576 kg/ha that there was no statistically significant difference with treatment of no tillage with 60% residue and applying 75% of the irrigation water requirement as 2568 kg/ha. The highest water use efficiency of cotton was obtained from treatment of conventional tillage with 60% residue and %50 of the irrigation water requirement as 0.58 kg/m3. Regarding the non-significant of reduction in cotton yield under 75% of the irrigation water requirement was compared to the control, and due to the increased in water use efficiency under 75% of the irrigation water requirement was compared to the control, if needed to save water consumption (Due to lack of water resources in the country) application of 75% irrigation water requirement for cotton is recommended in agricultural conservation conditions.

Keywords: Conservation agriculture, Cotton, No-till, Reduced tillage, Water productivity

1- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Mashhad, Iran
2- Associate Professor, Horticultural Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran
(*-Corresponding Author Email: mohammad_2203@yahoo.com)