Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No. 1, Spring 2019, p. 33-51

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۵۱-۳۳

ارزیابی اقتصادی تناوب‌های زراعی در کشاورزی حفاظتی منطقه معتدل- سرد مشهد

شجاعت زارع[۱] و علی اکبر مؤیدی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۲

زارع، ش.، و مؤیدی، ع.ا. ۱۳۹۸. ارزیابی اقتصادی تناوب‌های زراعی در کشاورزی حفاظتی منطقه معتدل- سرد مشهد. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱(۱):۵۱-۳۳.

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی اقتصادی دو تناوب زراعی و در قالب کشاورزی حفاظتی انجام شد. آزمایش‌های هر تناوب زراعی با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی در ۵ سال متوالی انجام شد. تیمارهای آزمایش، شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی در سه سطح شامل: شیوه متداول خاک‌ورز ی (شخم + دیسک + تسطیح + کاشت با بذرکار)، شخم کاهش یافته (چیزل پکر یا دیسک سبک + کاشت با بذرکار) و بدون شخم (کاشت مستقیم با بذرکار) در کرت‌های اصلی و مدیریت بقایای گیاهی در سه سطح بدون بقایا، حفظ ۳۰٪ بقایا و حفظ ۶۰٪ بقایای محصولات مختلف درکرت‌های فرعی قرار داده شدند. سیستم تناوب زراعی رایج این منطقه شامل گندم (*Triticum aestivum* L.) - ذرت (*Zea mays* L.) -گندم- خربزه (*Cucumis melo* L.)- گندم و سیستم تناوب زراعی پیشنهادی یا پایدار شامل گندم- کلزا (*Brassica napus* L.)-گندم-شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.)- گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.)- گندم هر کدام بصورت جداگانه با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی مورد بررسی اقتصادی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز شامل میزان و ارزش نهاده‌های استفاده شده در مراحل کاشت، داشت، برداشت و محصولات حاصل شامل محصول اصلی و کاه و کلش بود. نتایج نشان داد که منفعت خالص تناوب پایدار در مجموع، بیش از دو برابر منفعت خالص تناوب رایج است. در تناوب زراعی رایج تیمار شخم متداول با حفظ ۳۰٪ بقایای گیاهی با منفعت خالص ۲۴۶۳۷۱۵۸۰ ریال و نرخ بازده ۴۳۷ درصد بیشترین منفعت خالص و نرخ بازده را داشت. در صورتی‌که در نظام تناوب زراعی پایدار تیمار بدون شخم و بدون بقایا با منفعت خالص ۴۵۰۰۲۰۷۹۰ ریال بیشترین درآمد و کمترین هزینه را داشت. خالص ارزش تولید هر متر مکعب آب در تناوب پایدار ۵۶۱۵۹ ریال و در تناوب جاری ۲۷۱۵۷ ریال بود. این نتایج نشان داد، تناوب زراعی که کشاورزان استفاده می‌کنند از نظر اقتصادی توجیهی برای بکارگیری کشاورزی حفاظتی ندارد، اما اگر تناوب زراعی تغییر کند در آن صورت کشاورزی حفاظتی در قسمت حذف ماشین‌آلات آماده‌سازی زمین، اقتصادی است، اما تمایلی به حفظ بقایا ندارد.

واژه‌های کلیدی: بودجه‌بندی جزئی، کلزا، گندم، منفعت خالص، نرخ بازده

مقدمه

عملیات خاک‌ورزی و آماده‌سازی بستر به تنهایی بخش مهمی از هزینه‌های تولید محصولات زراعی را به خود اختصاص می‌دهد بطوری‌که بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۴، حدود یک‌نه درصد از کل هزینه در هکتار گندم آبی (۲۸ میلیون ریال) در کشور به شخم و دیسک اختصاص داشته است. از این‌رو جهت کاهش هزینه‌ها و مصرف انرژی و استهلاک ادوات، صرفه‌جویی در زمان اجرای عملیات، حفظ محیط‌زیست و پایداری سیستم تولید رویکرد به کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در دنیا بیشتر شده است. اجرای روش‌های کشاورزی حفاظتی در ایران از سال ۱۳۸۳ با تأمین چند دستگاه خاک‌ورز

۱- استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: moayediali@yahoo.com)

DOI: 10.22067/jag.v11i1.79348

www.SID.ir

Archive of SID

مرکب و یک دستگاه کارنده کشت مستقیم در استان‌های خوزستان و کرمانشاه آغاز شد (Latifi et al., 2017). اما توسعه این روش‌ها با موانعی همراه است که عمدتا می‌توان آنها را در سه دسته کلی شامل دسترسی به ماشین آلات، موانع اجتماعی و مسایل اقتصادی تقسیم‌بندی نمود. اگرچه دسترسی به ماشین‌آلات با تجهیز مزارع و شرکت‌ها به ماشین‌آلات جدید میسر می‌شود، اما شناسایی موانع اجنماعی و تأیید اقتصادی بودن روش‌های جدید نیاز به مطالعه و بررسی دارد. از جمله عوامل اجتماعی ویژگی‌های جامعه هدف می‌باشد. بررسی میدانی و تحقیق ازکشاورزان (دهستان شباب در استان ایلام) نشان داد که سن کشاورز، میزان مالکیت زمین‌های کشاورزی، سهم بخش کشاورزی از درآمد خانوار و روحیهٔ نوپذیری از عوامل مؤثر بر پذیرش کشاورزی حفاظتی بوده است (Jamshidi et al., 2014). به عقیده کارشناسان مهمترین بازدارنده‌های توسعه کشاورزی حفاظتی عبارتند از، هماهنگی اندک بین سازمان‌ها، دانش اندک دست‌اندرکاران ذیربط، نامناسب بودن سیاست‌های یارانه‌ای، وجود خاک‌های کمتر حاصلخیز و بازده کم اقتصادی محصول در سال‌های اولیه شروع کشاورزی حفاظتی (Latifi et al., 2017b). نتیجه بررسی و نظرسنجی از کارشناسان و دست‌اندرکاران کشاورزی حفاظتی بیانگر آن است که عوامل فرهنگ-سازی در سطح ملی و محلی، نهادی، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی، مداخلات بازار و زیرساخت‌ها، آموزش و ترویج، حمایت و تحقیق و توسعه به‌ترتیب مؤثرترین پیش‌برنده‌های توسعه کشاورزی حفاظتی هستند (Latifi et al., 2017a).

همانطور که اشاره شد، وجود خاک‌های کمتر حاصل‌خیز و بازده کم اقتصادی محصول در سال‌های اولیه از موانع توسعه کشاورزی حفاظتی است. در واقع یکی از عواملی که باعث شده اقتصادی بودن روش کشت حفاظتی از سوی کشاورزان مورد تردید قرار گیرد این است که کاهش درآمد ناشی از حذف برخی نهاده‌های تولید بخصوص نهاده‌های دخیل در تهیه بستر مناسب کاشت، بیش از کاهش هزینه‌های آن باشد. این موضوع زمانی پیچیده‌تر می‌شود که جهت داشتن یک کشاورزی پایدار لازم باشد تا علاوه بر کاهش عملیات خاک‌ورزی از تناوب‌های زراعی مناسبی نیز استفاده کرد. در اینجا دو نکته در تصمیم‌سازی کشاورزان تأثیر دارد یکی اینکه تناوب زراعی مناسب با حفظ محیط‌زیست و کشاورزی پایدار کدام است؟ و دیگر اینکه تناوبی که از این نظر مورد تأیید است تا چه میزان می‌تواند منافع اقتصادی کشاورزان را تأمین کند. در واقع توجه به تناوب زراعی، ممکن است کشاورز را از برخی منافع کوتاه مدت محروم سازد. زیرا الگوی کشت کشاورزان عمدتا تحت تأثیر منابع در دسترس، محدودیت‌های قانونی، محدودیت‌های اقلیمی و درآمد خالص تولید هر محصول قرار دارد و درآمد خالص با تغییر قیمت محصول، تغییر می‌کند. تحت چنین شرایطی ممکن است قیمت محصولات بواسطه تغییر در عوامل مؤثر بر تقاضا و یا عرضه به گونه‌ای افزایش و یا کاهش یابد که کشاورز جهت رعایت تناوب زراعی مناسب، متحمل هزینه‌های زیادی شود. از این رو بررسی و تحلیل اقتصادی توصیه‌های زراعی می‌تواند کشاورزان را در انتخاب الگوهای مناسب یاری کند.

بررسی مطالعات گذشته نشان داده که بررسی اقتصادی تناوب‌های زراعی همواره مورد توجه محققین بوده است (Hansen & Krause, 1989; Zentner et al., 1992; Shafiq et al., 1993; Hughes et al., 1995; Chaudhary et al., 2006). نتیجه این مطالعات نشان داده که تناوب‌های زراعی مورد مقایسه دارای اختلاف درآمدی قابل ملاحظه‌ای بوده‌اند؛ به طوری‌که در مطالعه ۱۲ ساله تناوب زراعی در کانادا، متوسط درآمد خالص تناوب زراعی دانه‌های روغنی- گندم (*Triticum aestivum* L.)- گندم، ۴۶ درصد بیش ازتناوب آیش- گیاهان دانه‌های روغنی- گندم بوده و مدیریت خاک‌ورزی نیز بر آن بی‌تأثیر بوده است(Zentner et al., 1992). در ایران نیز نتایج مشابه‌ای بدست آمده است. بررسی بازده اقتصادی نظام‌های زراعی متداول و اکولوژیک در تناوب‌های مختلف با گندم در استان خراسان نشان داد که درآمد خالص نظام‌های زراعی ارگانیک و کم‌نهاده نسبت به پرنهاده به ترتیب ۳۱ و ۲۷ درصد کمتر بوده و کارایی اقتصادی نظام کم‌نهاده ۱۸ درصد بیش از نظام پرنهاده بود و با نظام ارگانیک تفاوتی نداشته است(Zarea Feizabadi, 1998). نتایج مطالعه‌ای بر روی ارزیابی فنی و اقتصادی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) سیستم‌های زراعی کم‌نهاده، متوسط نهاده و پرنهاده و حذف دور آبیاری بعد از سبز شدن در استان خراسان نشان داد، اگر چه سیستم زراعی پرنهاده دارای بالاترین عملکرد بود، اما سیستم کم نهاده بالاترین راندمان آب مصرفی و سیستم متوسط نهاده بالاترین بازده اقتصادی را داشت (Zare & Shahbazi, 2006). ارزیابی اقتصادی تناوب زراعی گندم در اقلیم سرد (جلگه رخ استان خراسان رضوی) نشان داد که تناوب زراعی (گندم- چغندرقند- گندم- سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)- گندم)، از نظر اقتصادی بالاترین نرخ بازده نسبی (۹۰ درصد) را داشت و معرفی چند تناوب زراعی اقتصادی باعث شد تا مدیر مزرعه با گزینه‌های انعطاف‌پذیری جهت انتخاب تناوب زراعی روبرو باشد (Zare et al., 2014). نتیجه ارزیابی مالی کاربرد کشاورزی حفاظتی در تولید گندم در استان فارس مؤید سودآوری کشاورزی حفاظتی بود به طوری‌که سود ناخالص حاصل از هر هکتار کشت بی‌خاک‌ورزی گندم ۲/۵ برابر سود ناخالص حاصل از کشت مرسوم گندم بدست آمد. دلیل افزایش سودآوری کشت حفاظتی بیشتر بودن بازدهی محصول در تکنولوژی حفاظتی و کاهش هزینه‌های کاشت بود به طوری‌که، با پذیرش تکنولوژی حفاظتی، هزینه کل تولید به میزان ۳۶ درصد کاهش داشت (Abedi et al., 2018). با اجرای شیوه‌های کشاورزی حفاظتی در تولید گندم آبی زمستانه در ازبکستان، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی ۵۳ درصد کاهش و هزینه کشاورزی بدون خاک‌ورزی و حداقل خاک‌ورزی

www.SID.ir

Archive of SID

به ترتیب ۵۲ و ۷۱ درصد کشاورزی متداول بود در حالی‌که عملکرد به ترتیب حدود ۳۷ و ۳۳ درصد افزایش نشان می‌داد. ارزیابی اقتصادی این تیمارها نشان داد که سودآوری کشاورزی بدون خاک‌ورزی و حداقل خاک‌ورزی به ترتیب ۳ و ۲/۷ برابر کشاورزی متداول بدست آمد (Rustamova, 2016). بررسی تأثیر تیمارهای کشاورزی حفاظتی در تناوب برنج (*Oryza sativa* L.)- ذرت (*Zea mays* L.)- کود سبز، در هند نشان داد که تیمار خاک‌ورزی معمولی برای هر دو محصول، با وجودی‌که ۱۴/۱ درصد هزینه‌ها را افزایش داد ولیکن به دلیل عملکرد بیشتر محصول، دارای بیشترین نسبت منفعت به هزینه (۲/۵۳) بوده و تیمار خاک‌ورزی متداول برای برنج و بدون خاک‌ورزی برای ذرت با نسبت ۲/۳۸۵ بعد از آن قرار دارد. کمترین نسبت منفعت به هزینه نیز برای تیمارهای بدون خاک‌ورزی (کشت مستقیم) بود (Rani & Yakadri, 2017).

بررسی مطالعات گذشته نشان داد که در تناوب‌های زراعی به دلیل تنوع محصولات لازم است تا جهت انتخاب تناوب برتر، تیمارها مورد ارزیابی اقتصادی قرار گیرند. همچنین در روش‌های کشت حفاظتی کاهش هزینه‌های تولید نمی‌تواند دلیلی بر برتری تیمارهای با حداقل خاک‌ورزی بوده و لازم است این تیمارها از نظر اقتصادی نیز ارزیابی شوند. بنابراین، این پژوهش با هدف ارزیابی بازده اقتصادی سیستم کشاورزی حفاظتی و مقایسه آن با شیوه متداول زراعی در دو سیستم تناوبی رایج و پایدار اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی (مشهد، منطقه معتدل سرد) و در یک دوره پنج ساله (۹۵-۱۳۹۰) به مرحله اجرا درآمد. شروع هر دو تناوب رایج و پایدار با کشت گندم در پاییز سال ۱۳۹۰ و با هدف اجرای بقایا در هر یک از کرت‌های آزمایشی بوده و یادداشت‌برداری‌های آماری از سال دوم زراعی (پاییز ۱۳۹۱) برای هر یک از تناوب‌ها آغاز شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از:

شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی به عنوان عامل کرت‌های اصلی در سه سطح شامل شیوه متداول خاک‌ورزی (شخم + دیسک + تسطیح + ایجاد فارو + کاشت با بذرکار)، شخم کاهش یافته (چیزل پکر یا دیسک سبک + ایجاد فارو + کاشت با بذرکار) و بدون شخم (کاشت مستقیم با بذرکار). مدیریت بقایای گیاهی در کرت‌های فرعی در سه سطح شامل بدون بقایا، حفظ ۳۰٪ بقایا و حفظ ۶۰٪ بقایای گیاهی محصول قبلی در تناوب، انجام شد. توالی محصولات در سیستم تناوبی رایج به عنوان آزمایش اول منطقه شامل: گندم، ذرت، گندم، خربزه، گندم و توالی محصولات در سیستم تناوبی پایدار پیشنهادی برای منطقه شامل: گندم، کلزا، گندم، شبدر ایرانی، گوجه‌فرنگی، گندم بود. این تناوب بر اساس ایجاد تنوع در گیاهان کشت شده و استفاده از گیاهان وجینی و غیروجینی و همچنین استفاده از گیاهان خانواده بقولات انتخاب شد. در کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) قبل از کشت هیچ‌گونه عملیات خاک‌ورزی انجام نشد و با یک بار حرکت مستقیم بذرکار، کشت انجام شد. در کم‌خاک‌ورزی از یک دستگاه دیسک یا چیزل- پکر استفاده شد و عملیات خاک‌ورزی در یک مرحله انجام شد و برای کشت غلات از بذر کار کشت مستقیم و برای محصولات ردیفی از ردیف کار چغندرقند استفاده شد. در روش مرسوم، خاک‌ورزی توسط گاوآهن برگردان‌دار و دیسک انجام و سپس کشت غلات با خطی‌کار انجام شد. در تیمار حفظ بقایا از عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاهان زراعی برای محاسبه میزان بقایا بر روی سطح خاک استفاده شد، بدین صورت که با تغییر ارتفاع برداشت توسط کمباین بخشی از بقایا بصورت ایستاده و مابقی بر روی سطح خاک پخش شد. در دو آزمایش مورد نظر از ارقام رایج و تجاری محصولات زراعی برای کشت استفاده شد. ابعاد هر کرت آزمایشی ۳۰×۲۰ متر (۶۰۰ متر مربع) بود که محصولات مختلف در پشته‌هایی با فاصله ۶۵ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شد، همچنین بین هر دو کرت آزمایشی، دو متر فاصله در نظر گرفته شد. جهت رسیدن به تراکم مورد نظر برای هر محصول، تعداد ردیف‌های مناسب در هر پشته مشخص شد و کشت در این ردیف‌ها و با فواصل مناسب بین بوته‌ها انجام شد. مساحت هر کرت اصلی ۱۸۰۰= ۶۰۰ × ۳ متر مربع بود. در طی دوره رشد و نمو هر گیاه از صفات زراعی و مرفولوژیک یادداشت‌برداری‌های لازم برای محصولات مختلف برابر استانداردهای مؤسسات تحقیقات اصلاح و نهال و بذر در زمان مناسب انجام شد. میزان نهاده‌های مورد استفاده به تفکیک هر محصول در دو سیستم تناوبی مورد مطالعه به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۱ ارائه شده است.

به منظور انجام بررسی اقتصادی نتایج آزمایشات از روش بودجه‌بندی جزئی و تحلیل مارجینالی استفاده گردید. کل هزینه‌ها و درآمدهای هر محصول به قیمت سال کاشت و برداشت محاسبه شد. بطور مثال هزینه‌های کاشت و بخشی از هزینه‌های داشت گندم بر اساس قیمت‌های نیم سال دوم و سایر هزینه‌ها و ارزش درآمد بر اساس قیمت‌های نیمه اول سال بعد از کاشت محاسبه گردید.

ارزش هزینه و درآمدهای سال‌های قبل از سال پایانی، از معادله زیر محاسبه گردید(McKinney & Savitsky, 2006).

$$F= P(1+i)n \quad , \quad F=(F/P , i , n) \qquad \text{معادله (۱)}$$

در این رابطه F: ارزش آتی هزینه و درآمدها (ارزش در سال ۱۳۹۵)، P: ارزش هزینه و درآمد در سال اجرا (سال‌های ۹۱ تا ۹۴)، i: نرخ رجحان (ارزش زمانی پول، نرخ تنزیل و بهره) و n: تعداد سال‌های تنزیل است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میزان نهادهای مورد استفاده در هکتار در تیمارهای تناوبی رایج

Table 1- Amount of inputs in hectare in conventional crop rotation treatments

عملیات Activities	نهاده Input	واحد Unit	ذرت Corn			گندم Wheat			خربزه Melon		
			بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced	شخم رایج Conventional tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced	شخم رایج Conventional tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced	شخم رایج Conventional tillage
آماده سازی زمین Land preparation	نیروی انسانی Human Labour	ساعت hr	64	64	64	64	64	64	2	2	2
کاشت Planting			10	10	10	5.5	5.5	5.5	6	4	4
وجین Weeding			40	40	40	27	27	27	32	26	24
آبیاری Irrigation			80	80	80	95	95	95	32	16	16
کود پاشی Fertilizer spray			10	10	10	6	6	6	1	1	1
عملیات برداشت و انتقال Harvest and transfer			20	20	20	10	10	10	30	30	30
آمادهسازی زمین Land preparation	ماشین آلات Machinery	ساعت hr	0	5	10	0	4	6.9	0.33	0.67	2
کاشت Planting			4	4	4	4.3	4.3	4.3	1	1	1
وجین Weeding			3	3	3	0	0	0	0	0	0
کودپاشی Fertilizer spray			2	2	2	0	0	0	1	1	1
عملیات برداشت و انتقال Harvest and transfer			5	5	5	19.75	19.75	19.75	0.5	1	1

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱- میزان نهاده‌های مورد استفاده در هکتار در تیمارهای تناوبی پایدار

Table 1- (continue) Amount of inputs in hectare in conventional crop rotation treatments

عملیات Activities	نهاده Input	واحد Unit	ذرت Corn			گندم Wheat			خربزه Melon		
			بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced	شخم رایج Conventional tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced	شخم رایج Conventional tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced	شخم رایج Conventional tillage
-	اوره Urea	کیلوگرم kg	200	200	200	350	350	350	100	125	150
-	سوپرفسفات Super phosphate		0	0	0	0	0	0	70	100	125
-	سولفات پتاسیم Potassium sulfate		200	200	200	180	180	180	100	100	100
-	عناصر میکرو Micro elements		0	0	0	40	40	40	5.5	5.5	10.5
-	هیومیک اسید Humic acid		0	0	0	6	6	6	5	5	7.5
	علف‌کش Herbicide	کیلوگرم/لیتر $kg.L^{-1}$	4	4	4	1.5	1.5	1.5	4	2	2
-	قارچ‌کش Fungicide		0	0	0	0	0	0	1	1	1
-	حشره‌کش Insecticide		0	0	0	0	0	0	3	3	3
-	آب Water	متر مکعب m^3	9600	9600	9600	4350	4350	4350	5500	5500	5500
-	بذر Seed	کیلوگرم kg	36	36	36	170	170	170	0.42	0.42	0.42

Source: Research data

ماخذ: اطلاعات تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میزان نهادههای مورد استفاده در هکتار در تیمارهای تناوبی پایدار

Table 2- Amount of Inputs In hectare In sustalnable crop rotation treatments

عملیات Actlvitles	نوع نهاده Input	واحد Unit	کلزا Rapeseed			گندم Wheat			شبدر Clover			گوجهفرنگی Tomato		
			بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced tillage	شخم رایج Convent lonal tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced tillage	شخم رایج Conven tional tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced tillage	شخم رایج Conven tional tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced tillage	شخم رایج Conven tional tillage
آماده سازی زمین Land preparation	نیروی انسانی Human labour	ساعت hr	60	60	60	64	64	64	4	8	12	1	1	1
کاشت Planting			6	6	6	5.5	5.5	5.5	4	4	4	10	8	4
وجین Weeding			23	23	23	27	27	27	0	0	0	38	24	12
آبیاری Irrigation			83	83	83	95	95	95	30	30	30	32	16	16
کود پاشی Fertilizer spray			12	12	12	6	6	6	4	4	4	1	1	1
عملیات برداشت و انتقال Harvest and transfer			15	15	15	10	10	10	6	6	6	30	30	30
آماده سازی زمین Land preparation	ماشین آلات Machinery	ساعت hr	0	7	8	0	4	6.9	4	8	12	0.33	0.67	2
کاشت Planting			3	3	3	4.3	4.3	4.3	4	4	4	0	0	0
کود پاشی Fertilizer spray			3	3	3	0	0	0	4	4	4	1	1	1
عملیات برداشت و انتقال Harvest and transfer			7	7	7	19.75	19.75	19.75	4	4	4	0.5	1	1

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۲- میزان نهاده های مورد استفاده در هکتار در تیمارهای تناوبی پایدار

Table 2- (continue) Amount of Inputs in hectare in sustainable crop rotation treatments

نهاده Input	واحد Unit	کلزا Rapeseed			گندم Wheat			شبدر Clover			گوجه فرنگی Tomato		
		بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced tillage	شخم رایج Conventional tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced tillage	شخم رایج Convention al tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced tillage	شخم رایج Conventional tillage	بدون شخم No tillage	حداقل شخم Reduced tillage	شخم رایج Conventional tillage
اوره Urea	کیلوگرم kg	134	134	134	300	300	300	50	50	50	75	125	150
سوپرفسفات Super phosphate		0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	75	125
سولفات پتاسیم Potassium sulfate		67	67	67	146	146	146	150	150	150	100	100	100
فسفات آمونیوم Ammonium phosphate		0	0	0	146	146	146	200	200	200	0	0	0
عناصر میکرو Micro elements		0	0	0	40	40	40	0	0	0	12.5	12.5	17.5
هیومیک اسید Humic acid		0	0	0	6	6	6	0	0	0	5	5	7/5
علف کش Herbicide	کیلوگرم/لیتر $kg.L^{-1}$	0	0	0	1.5	1.5	1.5	0	0	0	4	2	2
قارچ کش Fungicide		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.25	1.25	1.25
آب Water	متر مکعب m^3	3125	3125	3125	4350	4350	4350	3790	3790	3790	8950	8950	8950
بذر Seed	کیلوگرم kg	6	6	6	170	170	170	10	10	10	0	0	0

ماخذ: اطلاعات تحقیق

Source: Research data

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه اسلاملوییان و استاد زاد (۱۳۹۳) نرخ تنزیل در ایران را بطور متوسط ۲/۳۸ درصد بدست آورده است، اما از آنجا که در این مطالعه از قیمت‌های روز نهاده‌ها و محصولات استفاده شده است، لذا با در نظر گرفتن تورم، نرخ رجحان زمانی میانگینی از نرخ سود بانکی ۴-۲ ساله در سال ۹۱ که بین ۱۷ تا ۲۰ درصد بوده محاسبه و ۱۸/۵ درصد در نظر گرفته شد. پس از محاسبه هزینه و درآمد تیمارهای مختلف، منافع خالص از تفاضل کل ارزش عملکرد و هزینه‌هایی که اختلاف تیمارها در آن می‌باشد محاسبه می‌شود (لذا ممکن است بیانگر درآمد خالص در هکتار واقعی نباشد). در مرحله سوم کل تیمارها بر اساس هزینه‌ها و از کم به زیاد مرتب می‌شوند (لذا مخرج کسر همواره مثبت است) و روابط زیر برای تیمارها محاسبه شد (Perrin et al., 1988; Zare et al., 2014).

$$MGBba = \frac{GBb - GBa}{Cb-Ca}$$ معادله (۲)

در این رابطه، a وb: تیمارهائی هستند که باید با هم مقایسه شوند. GB: منافع ناخالص تیمار است که از حاصل ضرب تولید در هکتار و قیمت محصول محاسبه می‌شود. MGBba: منافع ناخالص نهائی تیمار b نسبت به a بوده و بیانگر افزایش در درآمد کل به ازای یک واحد افزایش در هزینه می‌باشد، لذا اگر میزان منفعت نهائی کمتر از یک گردد، تیمار b رد می‌گردد. C: بیانگر هزینه غیر مشترک تیمارها است. پس از حذف تیمارهای مردود شده از جدول، انجام مقایسات و محاسبات مجدداً با تیمارهای باقی‌مانده انجام می‌شود. این کار تا بزرگتر از یک شدن منافع خالص کلیه تیمارهای باقی مانده ادامه می‌یابد تا با استفاده از معیار نرخ بازده، انتخاب نهایی صورت گیرد. جهت محاسبه نرخ بازده نهایی ابتدا منافع خالص نهایی محاسبه می‌شود.

$$MNBba= NBb-NBa$$ معادله (۳)

در این رابطه، MNBba: بیانگر منافع خالص نهایی تیمار b نسبت به a بوده نشان‌دهنده افزایش منافع خالص ناشی از اجرای تیمار B به جای تیمار A می‌باشد. نرخ بازده نهایی (MRRb) یک تیمار که بیانگر درصد منافع خالص یک تیمار در قبال مازاد هزینه اجرای آن نسبت به تیمار a است (بازده خالص سرمایه‌گذاری)، نیز از معادله ۴ محاسبه است.

$$MRRb = \frac{MNBba}{Cb-Ca} \times ۱۰۰$$ معادله (۴)

در جدول ۳ مبانی محاسباتی نشان داده شده است. در جدول‌های ۴ و ۵ درآمد محصولات در تیمارهای مورد مطالعه در تناوب‌های جاری و پایدار ارائه شده است.

تناوب زراعی پایدار در مجموع ارزش تولید بالاتری نسبت به تناوب رایج دارد. بطوری‌که مقایسه ستون ارزش کل تولیدات در جدول-های ۴ و ۵ نشان می‌دهد که نسبت بین ارزش تولیدات تناوب پایدار به تناوب جاری، بین ۱/۶۴ تا ۲/۱ و بطور متوسط ۱/۸ برابر و نسبت هزینه‌ها با دامنه تغییرات اندک ۱/۰۸ می‌باشد، اما مقایسه ستون منفعت خالص در جدول‌های ۶ و ۸ نشان می‌دهد که نسبت منفعت خالص در تیمارهای تناوب پایدار به رایج بین ۱/۹ تا ۲/۶ و بطور متوسط ۲/۱ می‌باشد که نشان می‌دهد نقش هزینه‌ها در تناوب‌های زراعی کم بوده و ارزش تولیدات اختلافات را تشدید می‌کند و باعث می‌شود تا در مجموع تیمار پایدار بر رایج ارجحیت داشته باشد. دو تناوب مورد مطالعه از نظر نوع گیاهان کشت شده با هم اختلاف دارند. به لحاظ اقتصادی هر یک از تناوب‌ها دارای یک محصول با ارزش تولید بالا (خربزه و گوجه‌فرنگی) هستند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که میانگین ارزش خالص منافع گوجه‌فرنگی در کل تیمارها ۳ برابر خربزه می‌باشد. همچنین ارزش تولید کلزا ۱/۷ برابر ذرت در سال ۹۲ است و شبدر نیز در تناوب پایدار حضور دارد در صورتی که در تناوب جاری همتایی ندارد. لذا درآمد تناوب پایدار بیشتر از تناوب جاری می‌باشد. اما اگر چه از نظر هزینه‌ها ۸ درصد بین این دو تناوب اختلاف وجود دارد، اما از نظر مصرف آب این اختلاف ۳ درصد است (۷۱۴۰۰ متر مکعب در تناوب رایج در مقابل ۷۳۶۹۵ متر مکعب در تناوب پایدار) به عبارت بهتر، در تناوب پایدار خالص ارزش تولید هر متر مکعب ۵۶۱۵۹ ریال بوده در صورتی‌که در تناوب جاری ۲۷۱۵۷ ریال است.

بنابراین، تناوب پایدار بر تناوب جاری اولویت دارد. در تناوب رایج، به استثنای تیمار بدون شخم با حفظ ۶۰ درصد بقایا، با افزایش بقایا درآمد اصلی زیاد شده و کاهش درآمد فرعی نیز در کلیه تیمارها دیده می‌شود. حداکثر سهم درآمد اصلی از کل درآمد ۹۲ درصد و متعلق به تیمارهای حفظ ۶۰ درصد بقایا است و بیشترین سهم درآمدهای فرعی نیز متعلق به تیمارهای بدون بقایا با ۲۰ درصد است. در تیمارهای تناوب پایدار اگر چه وضعیت منظمی از نظر افزایش درآمد اصلی با افزایش بقایا دیده نمی‌شود (فقط در تیمارهای شخم متداول، با افزایش بقایا، درآمد اصلی زیاد می‌شود) اما بیشترین درصد درآمد اصلی که بین ۸۹ تا ۹۲ درصد است، متعلق به تیمارهایی است که ۶۰ درصد بقایا در آن حفظ شده است. بیشترین درآمد فرعی نیز در تیمار بدون بقایا دیده می‌شود. در تیمار شخم متداول با افزایش بقایا درآمد اصلی افزایش یافته است، اما این افزایش نتوانسته است کاهش درآمد ناشی از بازگشت بقایا را جبران کند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- قیمت نهاده‌ها و ستاده‌ها در سال‌های اجرای طرح (۱۰ ریال)

Table 3- Price of input and output in the years of design implementation (10 Rials)

نام Name	نوع Kind	واحد Unit	سال Years				
			2012	2013	2014	2015	2016
گندم Wheat	ستاده Output	کیلوگرم kg	–	–	1050	–	1241
کاه گندم Wheat Straw			-	–	394	–	315
کلزا Canola			980	1634	-	–	-
گوجه فرنگی Tomato			-	-	-	332	-
کلش گوجه فرنگی Tomato straw			-	-	-	50	-
ذرت علوفه‌ای Corn			-	102	-	164	-
میوه خربزه Melon			-	-	-	538	-
کلش خربزه Melon straw			-	-	-	50	-
شبدر خشک Dry clover			-	-	596	617	-
بذر گندم Wheat seed	نهاده Input	کیلوگرم kg	–	890	–	1362	–
بذر کلزا Canola seed			2273	3789	-	–	-
بذر گوجه فرنگی Tomato seed			-	-	-	201000	-
بذر ذرت علوفه‌ای Corn seed			-	4722	-	7600	-
بذر خربزه Melon seed			-	-	-	200000	-
بذر شبدر Clover seed			-	-	16299	16866	-
اوره Urea			420	785	785	785	-
فسفات آمونیوم Ammonium phosphate			570	1040	1040	1040	-
سولفات پتاسیم Potassium sulfate			500	893	893	893	-
ریزمغذی Micro elements			9500	16700	16700	16700	-

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳- قیمت نهاده‌ها و ستاده‌ها در سال‌های اجرای طرح (۱۰ ریال)

Table 3- (Continue) Price of input and output in the years of design implementation (10 Rials)

نام Name	نوع Kind	واحد Unit	سال Years				
			2012	2013	2014	2015	2016
برق Electricity	نهاده Input	کیلووات kw	13.11	13.34	17.76	19.55	22
شخم پاییزه Fall plowing		هکتار ha	51697	67102	78196	107547	119032
دیسک پاییزه Fall disk plowing			19861	27218	34085	40257	44843
شخم بهاره Spring Plowing			-	57263	63913	101908	-
دیسک بهاره Spring disk Plowing			-	24530	31892	39426	-
تسطیح Leveling			41551	53932	62849	86000	95671
کرت بندی Split classification			11595	15051	17539	24000	26699
بذرپاشی Seeding			21742	28220	32886	45000	50060
سمپاشی Toxin spray			24157	31356	36540	50000	55622
کودپاشی Fertilizer spray			16910	21949	25578	35000	38936
برداشت گندم wheat harvesting			65891	110497	143190	155787	164223
برداشت کلزا Canola harvesting			-	110648	143386	156000	-
برداشت شبدر Clover harvesting			-	-	520233	566000	-
برداشت ذرت Corn harvesting			-	259597	-	366000	-
علف‌کش Herbicide		کیلوگرم/ لیتر $kg.L^{-1}$	16400	17200	22000	32000	43200
حشره‌کش Insecticide			5000	9800	24000	34000	45900
قارچ‌کش Fungicide			5000	5900	10000	18000	24300
نیروی کار زن Female worker		ساعت hr	1533	2205	2854	3076	3314
نیروی کار مرد Male worker			2058	2967	3623	3925	4248

ماخذ: مرکز آمار ایران– اداره آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی

Source: Statistics center of Iran, Statistics and information bureau of agricultural Jihad organization of Khorasan Razavi

www.SID.ir

Archive of SID

میزان درآمد فرعی در تیمارهای بدون حفظ بقایا در تناوب جاری بین ۱۸ تا ۲۰ درصد و در تناوب پایدار بین ۱۲ تا ۱۵ درصد است که این مقدار برای بسیاری از کشاورزان که مقدار زمین زراعی آنها کم است، قابل توجه می‌باشد. در یک خانواده روستایی چهار نفره، درآمد سرانه هر هکتار در ماه در تیمار پایدار (که دو برابر تیمار جاری درآمد خالص دارد)، بطور متوسط ۲۳۹۵۰۲۰ ریال بدست می‌آید. حداقل حقوق ماهانه کارگر در سال ۹۵، ۸۱۲۱۶۶۰ ریال اعلام شده است که با احتساب هزینه بیمه که کارفرما پرداخت می‌نماید تقریبا معادل درآمد یک هکتار می‌شود. بنابراین، درآمد هر هکتار زمین کشاورزی در شرایط خوب کشاورزی پایدار در حد حداقل حقوق کارگر روزمزد است. از طرف دیگر، بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۳، متوسط زمین سرانه هر بهره‌بردار کشاورزی در استان خراسان رضوی ۶ هکتار بوده که سرانه برای هر خانوار روستایی ۴ نفره، ۱/۵ هکتار است، که ۳۸ درصد آن آیش است. با توجه به توزیع ناهمگن زمین بین بهره‌برداران، بطور متوسط ۹۴ درصد از خانوارهای روستایی ۳/۲۴ هکتار در اختیار دارند که سرانه آنها کمتر از یک هکتار است. همچنین ۳۷/۵ درصد از بهره‌برداران کشاورزی استان، ۵ درصد زمین‌های زراعی را در اختیار دارند. بنابراین درآمدی که کشاورزان از طریق محصولات زراعی دریافت می‌کنند از حداقل حقوق و دستمزد هم کمتر است. بنابراین ترغیب بسیاری از روستاییان به کشاورزی پایدار بدون توجه به تأمین حداقل درآمد، کاری دشوار خواهد بود. از این‌رو ترویج و توسعه کشاورزی حفاظتی به سمت بزرگ مالکان امکان موفقیت بیشتری دارد.

در تناوب جاری با تغییر عملیات خاک‌ورزی از بدون خاک‌ورزی به خاک‌ورزی متداول، مقدار افزایش هزینه‌ها ناچیز بوده، به طوری‌که انتخاب تیمار شخم کاهش یافته و شخم متداول بجای بدون شخم، به ترتیب ۰/۶ و ۶/۴ درصد هزینه‌ها را افزایش می‌دهد اما منفعت به ترتیب ۸/۸ و ۲۱/۳ و و منفعت خالص ۱۳ و ۲۸/۸ درصد افزایش می‌یابد.

بنابراین، در تناوب جاری، انتخاب عملیات خاک‌ورزی متداول توجیه اقتصادی دارد، به طوری‌که نرخ بازده انتخاب تیمار شخم متداول به جای تیمار بدون شخم، حدود ۸۸۰ درصد است. به عبارت دیگر، به ازای هر ریال افزایش هزینه، بطور متوسط ۸/۸ ریال منفعت خالص به دست می‌آید اما در تناوب پایدار این‌گونه نیست، به‌طوری‌که با انتخاب تیمار شخم کاهش یافته و شخم متداول بجای بدون شخم به ترتیب ۰/۳ و ۶/۴ درصد هزینه‌ها افزایش می‌یابد اما به منفعت به ترتیب ۳/۱- و ۱/۹ و منفعت خالص ۳/۹- و ۰/۹ درصد افزوده می‌شود. بنابراین، از نظر اقتصادی انتخاب تیمار شخم کاهش یافته به جای بدون شخم در تناوب پایدار زیان‌آور است، اما انتخاب شخم متداول به جای بدون شخم، اگر چه اقتصادی است، اما نرخ بازده آن ۶۰ درصد است (افزایش ۰/۶ ریال به منفعت خالص به ازای هر واحد هزینه) این نرخ بازده اگر چه اقتصادی و قابل قبول است، اما نسبت به تناوب جاری بسیار کمتر می‌باشد به‌طوری‌که با اصلاح نرخ انرژی و کاهش یارانه آن، استفاده از تیمار بدون شخم، اقتصادی و شخم متداول غیراقتصادی خواهد شد. اصلاح یارانه انرژی بر روی تناوب جاری نیز تأثیر مشابه خواهد داشت. از آنجا که تناوب پایدار سودآورتر می‌باشد. بنابراین تناوب پایدار با تیمارهای بدون شخم، هم در جهت کشاورزی حفاظتی بوده و هم اقتصادی است

شکل ۱ تغییر درآمد در هر یک از تیمارهای خاک‌ورزی در تناوب جاری را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، با افزایش فعالیت‌های خاک‌ورزی، درآمد افزایش می‌یابد که بیانگر تأثیر مخلوط شدن بهتر بقایا با خاک و اثر آن بر افزایش عملکرد است (شکل ۱).

جدول ۶ مقایسه زوجی تیمارهای تناوب زراعی رایج، جهت انتخاب اقتصادی‌ترین تیمار را نشان می‌دهد. نگاهی به ستون منافع ناخالص نهایی نشان می‌دهد که در تیمار بدون خاک‌ورزی با افزایش بقایا درآمد ناخالص کاهش می‌یابد اما در تیمارهای شخم کاهش یافته و یا متداول، افزایش بقایا به ۳۰ درصد منجر به افزایش درآمد شده و با افزایش بقایا به ۶۰ درصد مجدد کاهش می‌یابد. هر چند این تغییرات کم است اما نشان می‌دهد از نظر اقتصادی حد بهینه بقایا به مقدار ۳۰ درصد، از دو تیمار دیگر (۰ و ۶۰ درصد) بهتر است (جدول ۶).

به منظور تعیین اقتصادی‌ترین تیمار، تیمارها دو به دو مقایسه می‌شوند. همانطور که ملاحظه می‌شود، تیمارهایی که منفعت خالص نهایی آنها منفی است نسبت به تیمار قبل از خود اقتصادی نبوده و حذف می‌شوند. زیرا افزایش هزینه در آنها بیش از افزایش درآمد است و یا در شرایط مساوی بودن هزینه، درآمد کمتری دارند. تیمارهای اقتصادی باقی مانده در جدول ۷ آمده است.

در این جدول از ۹ تیمار ۵ تیمار اقتصادی است. از آنجا که اگر دو تیمار پیاپی هزینه‌های یکسان داشته باشند هزینه نهایی آنها صفر و نرخ بازده قابل محاسبه نیست، لذا برای اینگونه تیمارها، مقایسه با یک تیمار قبل‌تر آنها انجام و نرخ بازده محاسبه شد. همانطور که ملاحظه می‌شود، آخرین تیمار اقتصادی‌ترین تیمار است، زیرا نسبت به تیمار قبل از خود (ردیف ۴) دارای منفعت خالص نهایی بزرگ‌تر از یک بوده و نرخ بازده آن نیز نسبت به تیمار قبل تر خود (ردیف ۴) بیشتر است، بطوری‌که تیمار آخر نسبت به ردیف ۳ دارای نرخ بازده ۴۳۷ درصد بوده ولی تیمار ردیف ۴ نسبت به ردیف ۳ نرخ بازده ۳۵۹ درصد است (جدول ۷)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- درامد در هکتار تیمارهای تناوب زراعی رایج (۱۰ ریال)

Table 4- Benefit of conventional crop rotation treatments in hectare (10 Rials)

نظام‌های خاک‌ورزی Tillage systems	تیمار Treatment	بقایا* Residue (%)	ذرت Corn	گندم Wheat		خربزه Melon		گندم Wheat		ارزش تولید پس از تنزیل در سال ۹۵ The discounted production value in 2016			درصد درآمد	درصد درآمد فرعی
			کامل Total	دانه Seed	کاه Straw	عملکرد Yield	کاه Straw	دانه Seed	کاه Straw	اصلی Main	فرعی Minor	کل Total	اصلی The main revenue percentage	The minor benefit percentage
بدون شخم No tillage		0	1966670	7288246	2916487	4453026	77518	7124488	2479837	24310447	6027733	30338180	80	20
		30	2404840	8047942	2414218	4551480	85045	6677656	1555019	25609641	4516645	30126286	85	15
		60	1467360	8079620	1396599	3597606	36464	6289160	970886	22568370	2669066	25237436	89	11
شخم کاهش یافته Reduced Tillage		0	2017620	7221144	3138394	5891100	28247	6594496	2274077	25489838	6026546	31516384	81	19
		30	2313130	6872690	2084157	6967100	37261	7546496	1563841	27795710	4077721	31873432	87	13
		60	1966670	7919415	1332067	5858820	15022	7637104	1006681	27236864	2602982	29839846	91	9
شخم متداول Conventional Tillage		0	1650780	6973740	2823340	8263680	203772	7612280	2475741	28415532	6062869	34478400	82	18
		30	2150090	7022449	1878322	9194420	230685	7699164	1929326	30493917	4428499	34922416	87	13
		60	2262180	7779761	1287015	8640280	114634	8572968	1112051	31794999	2773006	34568005	92	8

*درصد باقی‌مانده از کاه و کلش محصول قبل در تناوب

* The percentage of straw of previous crop in rotation

ماخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ - درآمد در هکتار تیمارهای تناوب زراعی پایدار (۱۰ ریال)

Table 5- Benefit of sustainable crop rotation treatments per hectare (10 Rials)

تیمار Treatment		کلزا Canola	گندم Wheat		شبدر Clover		گوجه فرنگی Tomato		گندم Wheat		ارزش تولید پس از تنزیل در سال ۹۵ Discounted production value in 2016			درصد درآمد	درآمد فرعی
نظام‌های خاک ورزی Tillage systems	بقایا* Residue (%)	دانه Seed	دانه Seed	کاه Straw	عملکرد Yield	کاه Straw	عملکرد Yield	کاه Straw	دانه Yield	کاه Straw	اصلی Main	فرعی Minor	کل Total	اصلی Main benefit percentage	Minor benefit percentage
بدون شخم No tillage	0	4489682	7405320	4606290	4799410	18883681	5274	7360316	2791786	54346526	9266303	63612829	85	15
	30	3627036	7462042	3038655	6021620	16064231	2245	6702480	1705006	50708100	4745907	55454007	91	9
	60	3017629	7650063	1793225	5930401	15490390	2534	6553536	853291	49001030	2649050	51650080	95	5
شخم کاهش یافته Reduced tillage	0	4236443	7046083	4217314	4851279	15822090	30537	6317708	2265569	48822929	6513421	55336349	88	12
	30	3252896	7274020	3013577	5480867	18011310	12916	7161724	1480025	51828697	4506518	56335215	92	8
	60	3437515	6945245	1596532	5696095	16727631	7105	7791012	1036427	51084588	2640065	53724653	95	5
شخم متداول Conventional Tillage	0	3635205	7213097	4709833	4757676	18253451	76125	7472024	2949336	51961027	7735295	59696322	87	13
	30	2367376	7344397	3055742	5451653	18940070	24255	8064076	2118134	52415922	5198131	57614053	91	9
	60	3063375	7282423	2084563	5554795	18585151	14233	8105036	1256619	53252260	3355414	56607674	94	6

*درصد باقی مانده از کاه و کلش محصول قبل در تناوب

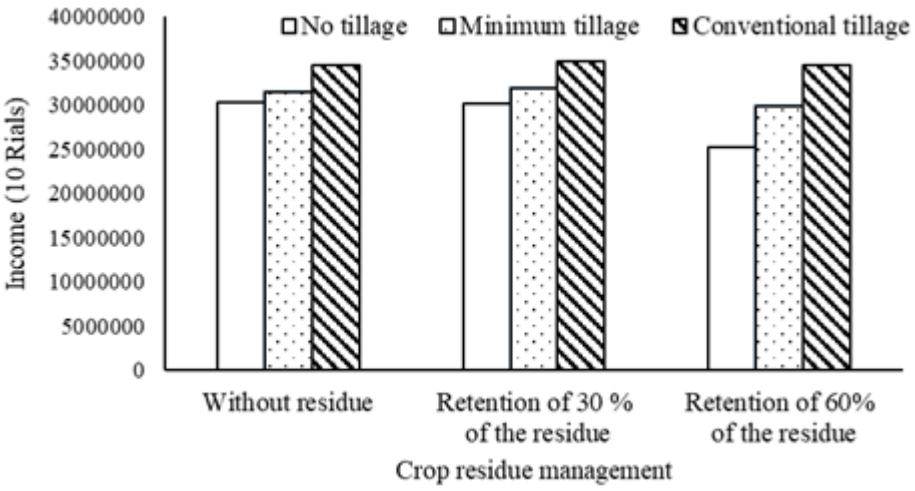
* The percentage of straw of previous crop in rotation

ماخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تأثیر خاک‌ورزی بر درآمد خالص در تیمار باقی‌مانده بقایا در تناوب جاری

Fig. 1- Effect of tillage treatments on net income in residue retention treatment in conventional crop rotation

جدول ٦- هزینه و درآمد تیمارهای تناوب زراعی رایج (۱۰ ریال)

Table 6- Cost and benefit of conventional crop rotation treatments in hectare (10 Rials)

تیمار Treatments		هزینه Cost	منفعت Benefit	منفعت خالص Net benefit	منفعت ناخالص نهایی Marginal gross benefit	منفعت خالص نهایی Marginal net benefit	هزینه نهایی Marginal cost
نظام‌های خاک ورزی Tillage systems	بقایا* Residue (%)						
بدون شخم No tillage	0	9663069	30338180	20675111			
	30	9663069	30126286	20463216	-211894	-211894	0
	60	9663069	25237436	15574367	-4888850	-4888850	0
شخم کاهش یافته Reduced tillage	0	9717803	31516384	21798581	115	6224214	54734
	30	9717803	31873432	22155629	357048	357048	0
	60	9717803	29839846	20122042	-2033586	-2033586	0
شخم متداول Conventional tillage	0	10285258	34478400	24193143	8	4071100	567454
	30	10285258	34922416	24637158	444016	444016	0
	60	10285258	34568005	24282747	-354411	-354411	0

*درصد باقی‌مانده از کاه و کلش محصول قبل در تناوب

* The percentage of straw of previous crop in rotation

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- تیمارهای اقتصادی باقی مانده در مقایسات اقتصادی تیمارهای زراعی تناوب رایج (۱۰ ریال)

Table 7- Remained economic treatments in economic comparing of conventional crop rotation treatments (10 Rials)

تیمار Treatments		هزینه Cost	منفعت Benefit	منفعت خالص Net benefit	منفعت ناخالص نهایی Marginal gross benefit	منفعت خالص نهایی Marginal net benefit	هزینه نهایی Marginal cost	نرخ بازده نهایی Marginal rate of return (%)
نظام‌های خاک‌ورزی Tillage systems	بقایا* Residue (%)							
بدون شخم No tillage	0	9663069	30338180	20675111	-	-	-	-
شخم کاهش یافته Reduced tillage	0	9717803	31516384	21798581	22	1123470	54734	2053
شخم کاهش یافته Reduced tillage	30	9717803	31873432	22155629	357048	357048	0	-
شخم متداول Conventional tillage	0	10285258	34478400	24193143	5	2037514	567454	359
شخم متداول Conventional tillage	30	10285258	34922416	24637158	444016	444016	0	-

*درصد باقی‌مانده از کاه و کلش محصول قبل در تناوب

* The percentage of straw of previous crop in rotation

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول ۸- هزینه و درآمد تیمارهای تناوب زراعی پایدار (۱۰ ریال)

Table 8- Cost and benefit of sustainable crop rotation treatments in hectare (10 Rials)

تیمار treatments		هزینه Cost	منفعت Benefit	منفعت خالص Net benefit	منفعت ناخالص نهایی Marginal gross benefit	منفعت خالص نهایی Marginal net benefit	هزینه نهایی Marginal cost	نرخ بازده نهایی Marginal rate of return %
نظام‌های خاک ورزی Tillage systems	بقایا* Residue (%)							
بدون شخم No tillage	0	10451928	63612829	53160900	–	–	–	–
	30	10451928	55454007	45002079	-8158822	-8158822	0	–
	60	10451928	51650080	41198152	-3803927	-3803927	0	–
شخم کاهش یافته Reduced tillage	0	10488341	55336349	44848008	101	3649856	36413	10024
	30	10488341	56335215	45846873	998866	998866	0	–
	60	10488341	53724653	43236312	-2610562	-2610562	0	–
شخم متداول Conventional tillage	0	11116725	59696322	48579597	10	5343286	628383	850
	30	11116725	57614053	46497328	-2082269	-2082269	0	–
	60	11116725	56607674	45490949	-1006379	-1006379	0	–

*درصد باقی‌مانده از کاه و کلش محصول قبل در تناوب

* The percentage of straw of previous crop in rotation

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه ارزیابی اقتصادی تیمارهای تناوب زراعی پایدار در جدول ۸ آمده است. همانطور که ملاحظه می‌شود بیشترین درآمد و کمترین هزینه مربوط به تیمار بدون شخم و بدون بقایا است. از آنجا که تیمارهای بعدی همگی نسبت به اولین تیمار هزینه بیشتر و درآمد کمتری دارند، لذا اولین تیمار که تیمار بدون شخم و بدون بقایا می‌باشد، برترین تیمار است. به عبارت بهتر، با حذف تیمارهایی که منفعت خالص نهایی آنها منفی است، تیمارهایی که بصورت نسبی دارای منفعت نهایی مثبت بوده‌اند نیز منفی شده و از گردونه مقایسات حذف می‌شوند و در نهایت اولین تیمار باقی خواهد ماند (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان داد که در تناوب زراعی رایج بیشترین درآمد خالص و نرخ بازده متعلق به تیمار شخم متداول و حفظ ۳۰٪ بقایای گیاهی بود. در صورتی‌که در نظام تناوب زراعی پایدار بیشترین درآمد و کمترین هزینه مربوط به تیمار بدون شخم و بدون بقایا بود. این نتایج نشان می‌دهد که تناوب زراعی که کشاورزان استفاده می‌کنند از نظر اقتصادی توجیهی برای بکارگیری کشاورزی حفاظتی ندارد زیرا اکثر کشاورزان در درجه اول به اقتصادی بودن فعالیتشان توجه دارند. اما اگر تناوب زراعی رایج به پایدار تغییر کند در آن صورت کشاورزی حفاظتی در قسمت حذف ماشین‌آلات آماده‌سازی زمین، اقتصادی است اما تمایلی به حفظ بقایا ندارد. این در حالی است که کشاورزی پایدار در مجموع ارزش تولید بالاتری نسبت به کشاورزی رایج دارد. بطوری‌که نسبت بین ارزش تولیدات تناوب پایدار به تناوب جاری، بین ۱/۶۴ تا ۲/۱ و بطور متوسط ۱/۸ برابر و نسبت منفعت خالص در تیمارهای تناوب پایدار به رایج بین ۱/۹ تا ۲/۶ و بطور متوسط ½ می‌باشد. اگر چه هزینه‌های تناوب پایدار هشت درصد بیشتر از تناوب جاری است، اما از نظر مصرف آب این اختلاف سه درصد است لذا ارزش بهره‌وری هر متر مکعب در تناوب پایدار بیشتر از جاری است (در تناوب پایدار خالص ارزش تولید هر متر مکعب ۵۶۱۵۹ ریال بوده در صورتی که در تناوب جاری ۲۷۱۵۷ ریال است). بنابراین تناوب پایدار بر تناوب جاری اولویت دارد. از نظر اقتصادی حد بهینه بقایا به مقدار ۳۰ درصد، از دو تیمار دیگر (۰ و ۶۰ درصد) بهتر است. در بین تیمارهای تناوب پایدار، تیمار سوم که بقایا ۶۰ درصد و بدون شخم است از نظر زیست‌محیطی و کشاورزی پایدار برترین گزینه است، زیرا حداکثر بقایا را برگردانده و حداقل خاک‌ورزی را دارد. این تیمار با اولین تیمار که برترین تیمار اقتصادی است (بقایا صفر –بدون شخم)، ۱۱۹۶۲۷۴۹۰ ریال که ۲۲/۵ درصد درآمد خالص تیمار اول می‌باشد اختلاف درآمد خالص دارد. که در واقع هزینه انجام کشاورزی در شرایط پایدار می‌باشد. که انتظار می‌رود در سال‌های آتی با افزایش کیفیت خاک جبران شود، اما در کوتاه مدت دیده نشده و برای جامعه کشاورزی با درآمد پایین قابل اغماض نیست. از این رو سودآوری فعالیت‌های کشاورزی باید به اندازه‌ای باشد که انگیزه چشم‌پوشی از این هزینه برای کشاورزان فراهم شود و ترغیب بسیاری از روستاییان به کشاورزی پایدار بدون توجه به تأمین حداقل درآمد کاری دشوار خواهد بود. از این‌رو جامعه هدف جهت توسعه کشاورزی حفاظتی به سمت بزرگ مالکان امکان موفقیت بیشتری دارد.

منابع

Abedi, S., Yazdani, S., and Salami, H. 2018. Financial evaluation of conservation agriculture technology in wheat production of Fars province: Translog cost function approach. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 48: 573-584. (In Persian with English Summery)

Chaudhary, V., Gangwar, B., and Pandey, D. 2006. Auditing of energy use and output of different cropping systems in India. Agricultural Engineering International: CIGR Journal 8: 1-13.

Hansen, B., and Krause, M. 1989. Impact of agronomic and economic factors on farm profitability. Agricultural Systems 30: 369-390.

Hughes, D., Butcher, W., Jaradat, A., and Penaranda, W. 1995. Economic analysis of the long-term consequences of farming practices in the barley cropping area of Jordan. Agricultural Systems 47: 39-58.

Jamshidi, A., Nouri, S.H., Jamshidi, M., and Jamini, D. 2014. Investigation of social factors affecting the use of tillage conservation practices: A case study of Shabab county farmers in Ilam province. Journal of Rural Development Strategies 1: 99-117. (In Persian with English Summery)

Latifi, S., Raheli, H., Yadavar, H., and Saadi, H.A. 2017a. Identification and analysis of driving factors of conservation agriculture development in Iran. Iranian Agricultural Extension and Education Journal 13: 105-125.

Latifi, S, Raheli, H., Yadavar, H., and Saadi, H. 2017b. Analysis of the barriers to development of conservation agriculture in Iran. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 26: 167-184. (In Persian with English Summery)

McKinney, D.C., and Savitsky, A.G. 2006. Basic Optimization Models for Water and Energy Management. Thechnical report from the University of Texas at Austin. Available at

www.SID.ir

Archive of SID

<http://www.caee.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/lectures/McKinneySavitsky_ver8_e.pdf> (accessed 22 February 2019).

Perrin, R., Anderson, J., Winkelmann, D., and Moscardi, E. 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economics Training Manual. CIMMYT,Economics Program International Maize Wheat Improvement Center.

Rani, P.L., and Yakadri, M. 2017. Economic evaluation of rice-maize-green manure cropping system under different tillage and weed management practices in conservation agriculture. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6: 2363-2368.

Rustamova, I. 2016. Evaluation of economic efficiency of using resource saving technologies (Conservation Agriculture) in irrigated lands. Journal of Global Economics 4: 197.

Shafiq, M., Azeem, M., and Longmire, J. 1993. Diagnosing alternatives in conventional crop rotations: sunflowers as an alternative to wheat in the cotton-based cropping systems of Pakistan's Punjab. Agricultural Systems 42: 245-264.

Zare Fizabadi, A. 1998. Evalovation on efficiency of energy and economical output of conventional and ecological agronomic systems in different crop rotations based on wheat. PhD Dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Zare, S., and Shahbazi, H.A. 2006. Economic analysis of water allocation in Khorasan sugar beet crop systems. Journal of Sugar Beet 22: 91-108. (In Persian with English Summery)

Zare, S., Zare Fizabadi, A., and Sabouhi, M. 2014. Investigation of yield and economic analysis of wheat- based crop rotation systems. Seed and Plant Production Journal 30-2: 19-33. (In Persian with English Summery)

Zentner, R., Brandt, S., Kirkland, K., Campbell, C., and Sonntag, G. 1992. Economics of rotation and tillage systems for the Dark Brown soil zone of the Canadian Prairies. Soil and Tillage Research 24: 271-284.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.1, Spring 2019, p. 33-51

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۵۱-۳۳

Economic Evaluation of Crop Rotations in Conservation Agriculture System in Temperate-cold Climatic Zone of Mashhad

S. Zare[1] and A.A. Moayyedi[2*]

Submitted: 23-02-2019
Accepted: 23-04-2019

Zare, S., and Moayyedi, A.A. 2019. Economic evaluation of crop rotations in conservation agriculture system in temperate-cold climatic zone of Mashhad. Journal of Agroecology. 11(1): 33-51.

Introduction

Tillage and preparation of soil, alone account for a significant part of the crop production costs, which according to statistic of Ministry of Jihad-e-Agriculture in 2015, about 9% of the total cost per hectare of wheat (28 million Riyal) has been allocated to plowing and discs. Therefore, in order to reduce costs, energy consumption, equipment depreciation, saving during operation, maintaining the environment and sustainability of the production system, the approach to low tillage and no tillage has grown further. However, the development of these methods is accompanied by barriers that can be largely categorized into three broad categories: access to machinery, social barriers and economic issues. Farmers are worried that reducing the income resulting from the elimination of some inputs, especially tillage is more than reducing its costs. Here are two points that affect farmers' decision-making: One is which crop rotation is sustainable for sustainable farming? And the other is which sustainable crop rotation, can serve the economic interests of farmers? The past studies have shown that in agronomic rotations, because of the variety of products, it is necessary to evaluate the treatments in order to select the best alternatives. In addition, in conservation methods, reducing production costs cannot be a reason for the superiority of treatments with minimum tillage and it is necessary to evaluate these treatments economically.

Material and methods

This research was carried out with the aim of evaluating the economic efficiency of conservation agricultural system and comparing it with conventional agricultural practice in two crop rotations include conventional and sustainable systems. Experiments were conducted using a split-plot design based on randomized complete block with three replications in research station of Torogh Mashhad during 2011-16 growing seasons. Main factor was three tillage methods include 1-Conventional Tillage: Plow + Disc + Leveling + Faro + Seed planter, (CT), 2-Reduced Tillage : Disc +Faro + Seed planter, (RT) and 3-No Tillage: direct plant by Seed planter (NT)) were allocated in main plots and three residue management (Zero (R_0), 30% (R_1) and 60% (R_2) of residue retention) were assigned in sub plots. Experimental treatments were compared and valuated by using partial budgeting method.

Results and discussion

Results showed that sustainable crop rotation, SCR, has a higher overall production value than conventional crop rotation, CCR,. The ratio of the production value of SCR to CCR is between 1.64 to 2.1 and 1.8 on average, and the ratio of costs is almost 1.08, but the net profit ratio of SCR to CCR is from 1.9 to 2.6 and 2.1on average. However, the difference between cost of two crop rotation is almost 8%, but the difference in their water consumption is 3% (71400 cubic meters in the CCR versus 73695 cubic meters in the SCR), in other words, in the SCR The value of production per cubic meter is 56159 Rials, in the event that in the CCR is 27157 Rials. Increasing tillage, increase the benefit of treatments. Nevertheless, increasing in residue retention in NT, decrease benefit. Although, in RT and CT increasing in residue retention to R_1 increase and to R_2 decrease benefit. Therefore, in RT and CT, economical treatment is R_1. In the CCR, the highest net income and rate of return treatment was CT + R_1. In the event that in SCR, the highest income and the lowest cost treatment was NT + R_0. In the CCR, the treatment of CT + R_1, with the net benefit of 246371580 Rials and a rate of return, ROR, 437%, had the highest net benefit and ROR. In the event that in the SCR, the treatment of NT + R_0, with the

1- Assistant Professor of Economic, Social and Extension Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: moayediali@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jag.v11i1.79348

www.SID.ir

Archive of SID

net benefit of 450020790 Rials had the highest income and the lowest cost. These results indicate that applying conservation agriculture in the CCR isn't economical. But if the crop rotation changes, then the conservation agriculture in the field of no tillage is economical, and isn't for residue retention.

Conclusion

Results showed that SCR has a higher overall production value than CCR. In the CCR, the highest net income and rate of return treatment was CT + R_1. In the event that in SCR, the highest income and the lowest cost treatment was NT + R_0.

Key words: Net benefit, Partial budgeting, Rapeseed, Rate of return, Wheat.

www.SID.ir