تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۳/ شماره ۸۲/تابستان ۱۴۰۱/ص ۹۸-۸۷
سایت مجله: https://www.amsr.areeo.ac.ir

مقاله علمی– پژوهشی

ارزیابی اقتصادی روش‌های خاک‌ورزی و کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق در تولید گندم آبی

ابراهیم زارع[1*] و علی‌اکبر صلح‌جو[2]

۱ و ۲- به ترتیب: دانشیار بخش تحقیقات اقتصادی- اجتماعی؛ و استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶

چکیده

ایجاد کلوخه در زمان تهیهٔ بستر بذر در شرایط خاک خشک، بر کارآیی خطی‌کارها اثرگذار است. برای افزایش کارآیی خطی‌کارها در شرایط خاک خشک، نیاز است تا شیاربازکن‌های جدیدی برای خطی‌کارها طراحی شود. این مطالعه برای ارزیابی اقتصادی روش مناسب خاک‌ورزی برای کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق و اثر آنها بر عملکرد گندم آبی اجرا شده است. پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار اجرا شد. تیمارها به ترتیب شامل کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق (بی‌خاک‌ورزی)، خاک‌ورز کج‌ساق + کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق (کم‌خاک‌ورزی)، شخم با خاک‌ورز مرکب + دیسک + کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق (خاک‌ورزی مرسوم) و شخم با خاک‌ورز مرکب + دیسک + کاشت با خطی‌کار مرسوم (شاهد) بود. به منظور بررسی اثرهای اقتصادی روش‌های خاک‌ورزی و کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق بر عملکرد گندم، درآمد و هزینهٔ تیمارها اندازه‌گیری شد و با استفاده از روش تحلیل نهایی سود خالص، نرخ بازده اقتصادی سرمایه‌گذاری هر یک از روش‌ها در مقایسه با روش دیگر به دست آمد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که تیمار مناسب از لحاظ اقتصادی، تیمار خاک‌ورز کج‌ساق + کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق است. یافته‌ها نشان داد که فناوری جدید خاک‌ورز کج‌ساق + خطی‌کار کج‌ساق، پتانسیل افزایش عملکرد محصول را دارد و می‌تواند باعث افزایش سود خالص کشاورز شود.

واژه‌های کلیدی

بازدهی، درآمد، کم‌خاک‌ورزی

مقدمه

با توجه به خشکسالی‌های اخیر و اجرای عملیات خاک‌ورزی و تهیهٔ بستر بذر در خاک خشک، مزرعه دارای کلوخه می‌شود که وضعیت را برای کاشت با دستگاه خطی‌کار سخت می‌کند. بنابراین نیاز است تا در خصوص طراحی و ساخت دستگاه خطی‌کاری تحقیق شود تا بتوان در خاک خشک نیز بذرکاری کرد. مطالعات نشان می‌دهد که پارامترهای مؤثر بر نیروی کشش و به هم‌خوردگی خاک شامل: شرایط خاک (بافت، رطوبت و ساختمان خاک)، تنظیمات

*نگارنده مسئول: Email: zare2970@yahoo.com
http://10.22092/AMSR.2023.360524.1429

مزرعه‌ای تیغه (سرعت پیشروی و عمق کار) و شکل هندسی (طراحی) شیاربازکن است (Godwin, 2007; Godwin & O'Dogherty, 2007; Solhjou *et al*., 2014; Askari *et al*., 2017; Al-Neama & Herlitzius, 2017). در فرآیند خاک‌ورزی، تیغه‌ها معمولاً خاک را در سه جهت پیشروی، جانبی و عمودی حرکت می‌دهند. شکل هندسی تیغه‌ها از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در نیروی کشش مصرفی و حرکت خاک است. یکی از مهم‌ترین پارامترهای شکل هندسی شیاربازکن، زاویهٔ تمایل[1] است. زاویهٔ تمایل تیغه روی نیروی کششی مورد نیاز و شکست خاک و مخلوط شدن لایه‌های خاک مؤثر است (Solhjo *et al*., 2012; Barr *et al*. 2020). افزایش زاویهٔ تمایل باعث کاهش سطح مقطع شیار می‌شود (Solhjou *et al*., 2012).

محققان در تحقیقات خود روی دستگاه خاک‌ورز کج‌ساق در رطوبت‌های ۱۰-۷، ۱۳-۱۰ و ۱۶-۱۳ درصد و سرعت پیشروی ۵، ۷/۵ و ۱۰ کیلومتر در ساعت با فاصلهٔ بین تیغه‌های کج‌ساق ۱۲، ۱۶ و ۲۰ سانتی‌متری نشان دادند که سرعت پیشروی تراکتور، فاصلهٔ بین تیغه‌های کج‌ساق و درصد رطوبت خاک در زمان خاک‌ورزی بر میانگین قطر وزنی ذرات خاک (MWD) مؤثر هستند. با افزایش سرعت پیشروی تراکتور و رطوبت خاک و کاهش فاصلهٔ بین تیغه‌های کج‌ساق، میزان MWD کاهش می‌یابد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که فناوری خاک‌ورز جدید کج‌ساق، پتانسیل افزایش سرعت پیشروی در عملیات خاک‌ورزی را به همراه کاهش کلوخه ایجاد شده دارد و می‌تواند باعث بهبود شرایط کاری و کاهش زمان تهیهٔ بستر بذر شود (Solhjou & Alavimanesh, 2020). تحقیقات همچنین نشان داد که تیغهٔ کج‌ساق نیروی کشش را کاهش می‌دهد (Bar *et al*., 2020; Solhjou & Shaker, 2022).

روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت از طریق تغییر در شرایط فیزیکی بستر بذر، یعنی مشخصه‌های حرارتی، رطوبتی، تهویه‌ای و مقاومتی خاک می‌توانند بر نحوهٔ سبز شدن بذر مؤثر باشند (Godwin,1990). جوانه‌زنی و سبز شدن سریع و کامل بذر گندم، احتمال دستیابی به عملکرد خوب را بهبود می‌بخشد (Hemmat, 1996). خاک‌ورزی به طور مستقیم بر خرد شدن و توزیع بقایای گیاهی در خاک و به طور غیرمستقیم بر شرایط محیطی تأثیر می‌گذارد که می‌تواند بر تجزیهٔ بقایای گیاهی، جوانه‌زدن بذر و خروج دانه از سطح خاک مؤثر باشد. هنوز بحث بین استفاده از روش‌های بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی حفاظتی و خاک‌ورزی مرسوم در حال پیشرفت و بهبود است، زیرا برای همهٔ موقعیت‌ها راه‌حل واحد وجود ندارد (Guerif *et al*., 2001). ترکیبات زیادی از روش‌های خاک‌ورزی برای آماده‌سازی بستر بذر، کنترل علف‌های هرز، مدیریت بقایای گیاهی و کنترل فرسایش استفاده می‌شود که باید با توجه به محدودیت‌های محلی (اقلیم، خاک، روش‌ها و محدودیت اقتصادی- اجتماعی) انتخاب گردند (Guerif *et al*., 2001). روش‌های مختلف خاک‌ورزی ممکن است بر عملکرد و در نتیجه درآمد ناخالص محصولات اثر معنی‌دار نداشته باشد، ولی می‌تواند با تغییر در هزینهٔ کاشت بر سود کشاورزان مؤثر باشد (Gilani & Loveimi, 2021).

تحلیل اقتصادی اثرهای توسعهٔ فناوری و مکانیزاسیون بر تولید بخش کشاورزی استان قزوین

1- Rake Angle

در دورهٔ ۹۰-۱۳۷۰ با استفاده از تحلیل رگرسیونی و برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، نشان داد که استفاده از مکانیزاسیون بر عملکرد کلیهٔ محصولات زراعی در این استان اثر مثبت و معنی‌دار داشته است. اعمال سناریوی تلفیقی افزایش ۱۰ درصد در مصرف کودهای شیمیایی، ۱۵ درصد کاهش سموم و ۲۰ درصد افزایش در ساعت‌های استفاده از ماشین‌های کشاورزی نسبت به سال پایه باعث ۳۹/۷ درصد افزایش سود ناخالص کشاورزان این استان نسبت به سال پایه شد (Parizkari & Sabihi, 2014). تحلیل اقتصادی اثرهای کولتیواتور کج‌ساق در تولید محصول چغندرقند نشان داد که تیمار مناسب از لحاظ اقتصادی، تیمار کولتیواتور کج‌ساق با عرض تیغهٔ ۶۵ میلی‌متر + فاروئر است و می‌تواند باعث افزایش سود خالص کشاورز شود (Solhjou *et al.*, 2020).

بررسی اثرهای فناوری خاک‌ورزی حفاظتی بر متغیرهای پیوسته‌ای مانند عملکرد گندم، فقر و میزان آب مصرفی، با استفاده از مدل رگرسیون سوییچینگ درونزا (ESR) در منطقهٔ زرقان استان فارس نشان داد که با به کارگیری فناوری خاک‌ورزی حفاظتی از سوی کشاورزان، عملکرد گندم ۱/۰۵ تن در هکتار افزایش و شکاف فقر و مصرف آب به ترتیب به میزان ۲۰ درصد و ۹۱۰ مترمکعب در هکتار کاهش خواهد یافت (Motalebani *et al.*, 2020). تحلیل اثرهای پذیرش تکنولوژی خاک‌ورزی حفاظتی بر میزان و احتمال وقوع کارایی فنی در شهرستان دزفول، با استفاده از مدل دو مرحله‌ای هکمن و داده-های مقطعی در سال زراعی ۹۵- ۱۳۹۴، نشان داد که خاک‌ورزی حفاظتی، در مقایسه با روش خاک‌ورزی مرسوم، عملکرد و سود ناخالص را در هر هکتار به ترتیب ۲۰/۲۲ و ۲۱/۴۴ درصد افزایش می‌دهد. متغیر پذیرش فناوری خاک‌ورزی حفاظتی با اثر نهایی ۰/۴۸ واحدی نیز بیشترین اثر را بر افزایش کارایی فنی داشته است. به طور میانگین کارایی فنی تولیدکنندگانی که از فناوری‌های خاک‌ورزی حفاظتی استفاده کرده‌اند به میزان ۰/۳۵ از سایر واحدها بزرگ‌تر است. با افزایش استفاده از فناوری خاک‌ورزی حفاظتی و فراهم آوردن ماشین‌های مخصوص این نوع فناوری، احتمال افزایش کارایی فنی در تولید گندم وجود دارد. می‌توان با بالا بردن آگاهی کشاورزان نسبت به مزایای کشت خاکورزی حفاظتی و اعطای تسهیلات به کشاورزان برای پذیرش این فناوری، آنها را به سمت استفاده از فناوری‌های خاک‌ورزی حفاظتی ترغیب کرد (Tanursaz *et al.*, 2021).

از آنجاکه خطی‌کار کج‌ساق، خطی‌کاری جدید است و در خصوص اثر فنی و اقتصادی روش‌های خاک‌ورزی و کاشت با آن در مزرعهٔ گندم آبی هنوز تحقیق نشده، لازم بود تا این تحقیق در شرایط مزرعه و با هدف افزایش عملکرد محصول و درآمد کشاورز اجرا شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان فارس و در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. زرقان در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۷ دقیقهٔ شمالی واقع و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۱۵ متر و میانگین بارندگی سالیانهٔ آن ۲۴۲ میلی‌متر است. بافت خاک محل آزمایش لوم رسی است.

در این مقاله جنبه‌های اقتصادی پژوهشی مبتنی بر تعیین شرایط بهینهٔ تهیهٔ بستر بذر و کاشت با خطی‌کار کج‌ساق (خطی‌کار

مجهز به شیاربازکن کج‌ساق) بر عملکرد گندم بررسی شده است. در این تحقیق، شیاربازکن‌های کج‌ساق برای کاهش جابه‌جایی خاک طراحی و ساخته شد. در طراحی شیاربازکن کج‌ساق برای کاهش نیروی کشش مصرفی و جابه‌جایی خاک، سطح جلو آن زاویه‌دار انتخاب و ساق آن به صورت خارج از مرکز (°۴۵) در نظر گرفته شد.

تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار در خاک خشک (۷/۷ درصد رطوبت بر اساس وزن خشک) اجرا شد. تیمارها به ترتیب شامل ۱- کاشت با خطی‌کار دارای شیاربازکن کج‌ساق-T1 (بی‌خاک‌ورزی)، ۲- خاک‌ورز کج‌ساق + کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق-T2 (کم‌خاک‌ورزی)، ۳- شخم با خاک‌ورز مرکب + دیسک + کاشت با خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق-T3 (خاک‌ورزی مرسوم) و ۴- شخم با خاک‌ورز مرکب + دیسک+ کاشت با خطی‌کار مرسوم-T4 (شاهد) بودند. این آزمایش در کرت‌هایی به ابعاد ۲۰×۳ متر و در زمین شخم‌نخورده به اجرا درآمد و کلیهٔ عملیات به غیر از تهیهٔ بستر بذر و کاشت برای همهٔ تیمارها یکسان بود. در عملیات خاک‌ورزی با خاک‌ورز کج‌ساق (شکل ۱) و برای تیمار T2 از تراکتور سبک چهارسیلندر ITM-285 و در عمق ۱۵-۱۳ سانتی‌متر استفاده شد. در عملیات خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب اوروم[1] و برای تیمارهای T3 و T4 از تراکتور سنگین شش سیلندر والترا و در عمق ۲۰-۱۸ سانتی‌متر استفاده شد. به علت کلوخه‌ای بودن سطح مزرعه در تیمارهایی که از خاک‌ورز مرکب استفاده شده بود (T3 و T4)، از دو بار عملیات دیسک نیز برای نرم‌تر شدن خاک استفاده شد. برای کاشت گندم در تیمارهای T1، T2 و T3 از خطی‌کار کج‌ساق (شکل ۲) و برای تیمار T4 (شاهد) از خطی‌کار مرسوم استفاده شد. مشخصات ماشین‌های استفاده شده در جدول ۱ آمده است.

میزان کود مصرفی فسفات آمونیم و اوره به ترتیب ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و کود اوره در دو مرحله به مزرعه داده شد. از رقم گندم پارسی به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار برای کشت استفاده شد. پارامترهای عملکرد گندم، درآمد و هزینه تیمارها اندازه‌گیری شد.

شکل ۱- دستگاه خاک‌ورز کج‌ساق

Fig. 1- The bent leg tillage implement

1- Overum

جدول ۱- ویژگی‌های فنی ماشین‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 1- Technical characteristics of machines that used in research

نوع ماشین Type of machine	عرض کار (متر) Working width (m)	مشخصات Characteristics
خاک‌ورز مرکب Combined tillage	3.0	کششی، دارای هفت عدد تیغهٔ پنجه غازی، سه عدد دیسک و یک عدد غلتک میله‌ای، ساخت کارخانه Overum-اتریش. Drown, seven sweep blades, three disks and one roller, made in Overum-Austria.
خاک‌ورز کج‌ساق Bent leg tillage	1.53	سوارشونده، دارای نه عدد تیغه کج‌ساق، فاصلهٔ دو تیغه متوالی از یکدیگر ۱۷ سانتی‌متر، ساخت صلح جو-ایران. Mounted, nine bent leg blades, with 17 cm lateral spaces, made in Solhjou-Iran.
هرس بشقابی Disk harrow	3.5	کششی، دوزانویی افست با ۳۲ بشقاب، قطر بشقاب‌ها ۵۵ سانتی‌متر، بشقاب‌های ردیف جلو کنگره‌ای و ردیف عقب صاف، ساخت کارخانهIlgitarim -ترکیه. Drown, double-offset with 32 disk blades, disk diameter of 55 cm, notched disk blades on front and plain disk blades on rear, made in Ilgitarim-Iran.
خطی‌کار کج‌ساق Bent leg grain drill	1.87	سوارشونده، دارای ۱۱ عدد شیاربازکن کج‌ساق، فاصلهٔ دو شیاربازکن متوالی از یکدیگر ۱۷ سانتی‌متر، ساخت مشترک صلح جو و سازه کشت بوکان-ایران. Mounted, 11 bent leg openers, with 17 cm lateral spaces, made in Solhjou and Sazehkesht Bokan-Iran.
خطی‌کار مرسوم Sazehkesht Bokan grain drill	2.55	سوارشونده، دارای ۱۵ عدد شیاربازکن تی معکوس، فاصلهٔ دو شیاربازکن متوالی از یکدیگر ۱۷ سانتی‌متر، ساخت کارخانهٔ سازه کشت بوکان-ایران. Mounted, 15 inverted T openers, with 17 cm lateral spaces, made in Sazehkesht Bokan-Iran.

شکل ۲- دستگاه خطی‌کار مجهز به شیاربازکن کج‌ساق

Fig. 2- The grain drill with bent leg furrow opener

یازده شیاربازکن با ضخامت ۱۰ میلی‌متر ساخته و روی یک خطی‌کار نصب گردید و در عمق کار ۱۰ سانتی‌متر به کار گرفته شد. برای تعیین عملکرد گندم در هر تیمار، حاشیه‌های هر کرت حذف و به فاصلهٔ طولی ۱۰ متر محصول برداشت شد. برای محاسبات آماری مربوط به عملکرد و سایر پارامترهای زراعی از روش تجزیهٔ واریانس و با استفاده از نرم‌افزار SAS و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد استفاده شد.

تیمارهای آزمایش اثرهای درآمدی و هزینه‌ای متفاوتی دارند. بنابراین، برای پیشنهاد اقتصادی‌ترین تیمار، که معیار مهمی در ترویج یافته‌های تحقیق است، لازم است تا بهترین تیمار که بالاترین منفعت اقتصادی را دارد معرفی شود. در این آزمایش دو عامل تحت تأثیر قرار می‌گیرند که می‌توانند بر هزینه و درآمد کشاورزان اثر بگذارند. عامل اول تغییر در دفعات استفاده از تراکتور، در مقایسه با تیمار شاهد، است که موجب تغییر در هزینهٔ استفاده از تراکتور می‌شود و عامل دوم عملکرد گندم است. شاخص محاسبات، نتایج به دست آمده از تیمار شاهد است و نتایج سایر تیمارها با تیمار شاهد مقایسه شد. هزینهٔ تهیهٔ زمین در مزارع کشاورزان تابعی از تعداد عملیات و قدرت مورد نیاز برای به کار بردن آنهاست. در محاسبات مربوط به هزینهٔ تهیهٔ زمین، تیمار شاهد که بیشترین فراوانی استفاده در مزارع کشاورزان را دارد، به عنوان شاخص مقایسه مد نظر قرار گرفت و مقدار آن مطابق با عرف منطقه زرقان در نظر گرفته شد.

عامل مؤثر بر درآمد در این آزمایش عملکرد گندم است. بدین منظور و برای محاسبهٔ درآمد ناخالص هر کرت، میزان تولید گندم در هر یک از کرت‌ها در قیمت تضمینی گندم ضرب شد. با توجه به ثابت بودن سایر شرایط آزمایش با کسر هزینهٔ عملیات خاک‌ورزی، بازده برنامه‌ای هر کرت آزمایش محاسبه شد. با استفاده از این اطلاعات، بازده برنامه‌ای هر تیمار بر حسب هکتار نیز برآورد گردید.

پارامترهای اقتصادی شامل درآمد ناخالص، هزینهٔ عملیات خاک‌ورزی و بازده برنامه‌ای در هر تیمار، مقایسه و تیماری معرفی شد که از نظر آماری بالاترین بازده برنامه‌ای را داشت.

از شرط‌های پذیرش فناوری‌های نوین توسط کشاورزان، پایین بودن ریسک آن است (Zare & Shahrokhnia, 2012). در این تحقیق، به منظور تحلیل ریسک پذیرش تیمارهای غالب، از روش تحلیل حداقل بازدهی استفاده شد. با استفاده از این روش می‌توان ریسک نسبی صدمات احتمالی ناشی از تیمارها را ارزیابی کرد. اگر گزینهٔ پیشنهادی به کشاورزان بر پایه تحلیل نهایی بازده برنامه‌ای با ریسک بیشتری نسبت به سایر تیمارها مواجه نباشد، درصد اطمینان به توصیه پیشنهادی بیشتر خواهد بود. در این روش، از اطلاعات بازده برنامه‌ای کلیهٔ کرت‌های آزمایش استفاده شد و میانگین پایین‌ترین بازده برنامه‌ای دو کرت هر تیمار مبنای محاسبهٔ نرخ بازده نهایی (MRR) قرار گرفت. چنانچه تیمار پیشنهادی در حالت قبل در این شرایط نیز به عنوان تیمار برتر انتخاب گردد، می‌توان با اطمینان بالا آن را معرفی کرد وگرنه باید با مقایسهٔ آن با سایر تیمارهای غالب، تیمار برتر را معرفی کرد. با استفاده از رابطهٔ ۱ نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری هر تیمار، در مقایسه با تیمار قبل از آن، محاسبه شد.

$$MRR = \frac{\Delta B_{ij}}{\Delta C_{ij}} \quad (۱)$$

که در آن،
MRR= نرخ بازده نهایی؛ ΔB= تغییرات منافع؛ و ΔC= تغییرات هزینهٔ دو تیمار. نرخ بازده به دست آمده در هر مرحله با هزینهٔ فرصت سرمایه‌گذاری سالانه، که معمولاً معادل با نرخ سود بانکی سپرده‌های یک‌ساله است، مقایسه شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق، به جز نوع خاک‌ورز، عملیات دیسک و کاشت با خطی‌کار، سایر عملیات و مصرف انواع نهاده‌ها یکسان بود (جدول ۲). ضمن اینکه در تیمارهای T1 و T2 برای همهٔ عملیات از تراکتور چهار سیلندر و در دو تیمار دیگر برای خاک‌ورزی و دیسک از تراکتور شش سیلندر استفاده شد. تعداد کارگر در مرحلهٔ کاشت نیز اندکی تفاوت دارد که هزینهٔ آن نیز لحاظ شده است. هزینهٔ استفاده از ادوات و دستمزد کارگر بر اساس قیمت‌های رایج در منطقهٔ زرقان و محاسبات انجام شده در سال ۱۳۹۹ تعیین شد (جدول ۳). این قیمت‌ها مبنای محاسبات هزینه تولید قرار گرفت.

جدول ۲- تعداد عملیات ماشینی استفاده شده در تیمارهای مختلف

Table 2- The number of using machine operation in different treatments

T4	T3	T2	T1	عملیات ماشینی استفاده شده The used machine operation	
1	1	1	0	Tillage	خاک‌ورزی
2	2	0	0	Disk	دیسک
1	1	1	1	Planting	کاشت

جدول ۳- هزینهٔ عملیات مختلف در منطقهٔ زرقان استان فارس

Table 3- The cost of different operation in Zarghan region of Fars province

مقدار هزینه Cost amount	نوع هزینه Type of cost
1870	هزینهٔ خاک‌ورز کج‌ساق با تراکتور چهار سیلندر (هزار ریال ـ هکتار) The cost of bent leg tillage with four cylinder tractor (thousands Rials/ha)
3000	هزینهٔ خاک‌ورز مرکب با تراکتور شش سیلندر (هزار ریال ـ هکتار) The cost of combined tillage with six cylinder tractor (thousands Rials/ha)
2430	هزینهٔ کاشت با خطی‌کار کج‌ساق با تراکتور چهار سیلندر (هزار ریال ـ هکتار) The cost of planting with bent leg grain drill with four cylinder tractor (thousands Rials/ha)
1800	هزینهٔ کاشت با خطی‌کار معمول با تراکتور چهار سیلندر (هزار ریال ـ هکتار) The cost of planting with Sazehkesht grain drill with four cylinder tractor (thousands Rials/ha)
3200	هزینهٔ دو نوبت دیسک با استفاده از تراکتور شش سیلندر (هزار ریال – هکتار) The cost of two passes of disk harrow with six cylinder tractor (thousands Rials/ha)
1200	دستمزد کارگر در منطقه (هزار ریال ـ نفر روز) The cost of worker in region (thousands Rials-person per day)

با استفاده از داده‌های به دست آمده از آزمایش و قیمت‌های رایج در منطقه، هزینه‌های غیرمشترک تیمارهای آزمایش محا سبه شد. نتایج ن شان داد که تیمار T3 بیشترین هزینه را دارد.

جدول ٤ – هزینه‌های غیر مشترک تیمارها

Table 4- The uncommon costs for treatments

T4	T3	T2	T1	هزینهٔ هر تیمار (هزار ریال – هکتار) The cost of each treatment (Thousands Rials/ha)	
3000	3000	1870	0	Tillage cost	هزینهٔ خاک‌ورزی
3200	3200	0	0	Disk cost	دیسک
1800	2430	2430	2430	Planting cost	کاشت
210	284	284	284	worker cost at planting time	کارگر در مرحلهٔ کاشت
8210	8914	4584	2714	Total costs	جمع هزینه‌ها

برای به دست آوردن درآمد ناخالص هر تیمار، ابتدا میزان تولید حاصل از هر کرت آزمایشی به مقیاس کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. با ضرب عملکرد در قیمت خرید تضمینی گندم (۲۵۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم) درآمد ناخالص هر تیمار بر حسب هکتار به دست آمد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که بیشترین میانگین درآمد ناخالص مربوط به تیمار کم‌خاک‌ورزی با خاک‌ورز کج‌ساق و کاشت با خطی‌کار کج‌ساق (T2) است (جدول ۵). استفاده از کولتیواتور کج ساق در کشت چغندرقند نتایج مشابهی داشته است (Solhjou *et al*., 2020).

جدول ٥- درآمد ناخالص تیمارها

Table 5- The gross income of treatments

T4	T3	T2	T1	تکرار Replication	پارامترهای اندازه‌گیری شده Measured parameters
5044.8	5267	5687	4765	1	
5027.8	5181	5584	4997	2	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
5177.6	5120	5729	4642	3	Yield (kg/ha)
4996.8	5433	5601	4891	4	
25000	25000	25000	25000		قیمت گندم (ریال- کیلوگرم) Wheat price (Rial/kg)
126120	131675	142175	119125	1	
126820	129525	139600	124925	2	درآمد ناخالص (هزار ریال- هکتار)
129440	128000	143225	116050	3	Gross income (thousands Rials/ha)
124920	135825	140025	122275	4	
126825	131256	141256	120594		میانگین درآمد ناخالص در هر هکتار (هزار ریال ـ هکتار) Mean of gross income per hectare (thousands Rials/ha)

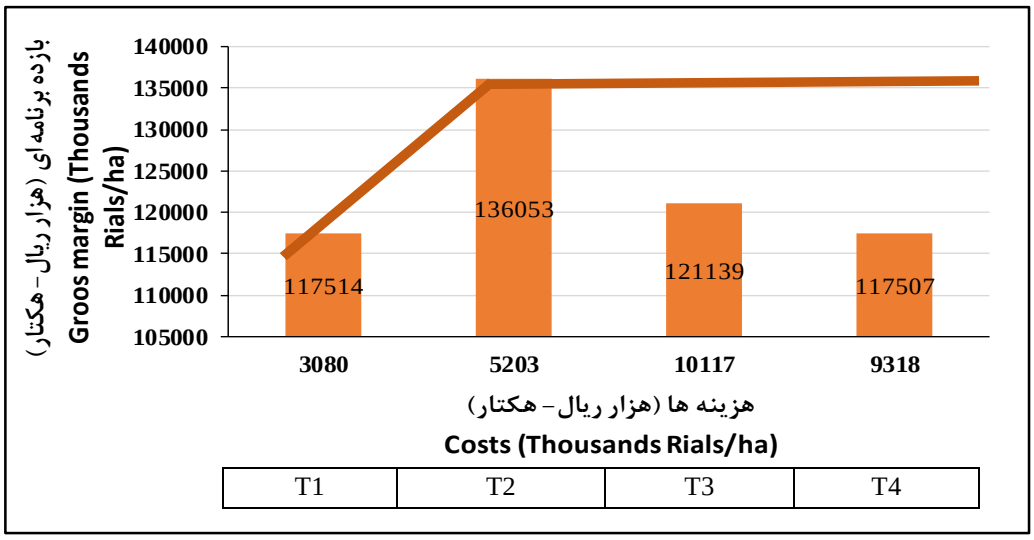
با کسر کردن هزینه‌های متغیر از درآمد ناخالص، بازده برنامه‌ای (سود ناخالص) هر تیمار به دست آمد (جدول ۶). در برآورد هزینهٔ متغیر، سود سرمایه در گردش عملیات بر مبنای نرخ سود ۱۸ درصد سالیانه و برای ۹ ماه محاسبه و به هزینه عملیات اضافه گردید. نتایج تحقیق نشان داد که تیمار T2 بیشترین بازده برنامه‌ای را دارد و بر اساس داده‌های به دست آمده در این آزمایش، برای معرفی به کشاورزان اولویت دارد.

جدول ٦- بازده برنامه‌ای تیمارها (هزار ریال ـ هکتار)

Table 6- The gross margin of treatments (thousands Rials/ha)

T4	T3	T2	T1	پارامترهای اندازه‌گیری شده Measured parameters	
126825	131256	141256	120594	Gross income mean	میانگین درآمد ناخالص
9318	10117	5203	3080	Total costs	جمع هزینه‌ها
117507	121139	136053	117514	Gross margin	بازده برنامه‌ای
4	2	1	3	Treatments prioritize	اولویت‌بندی تیمارها

برای تعیین تیمارهای غالب، منحنی سود ناخالص رسم شد (شکل ۳). این نمودار نشان داد که تیمارهای T3 و T4 غیرغالب هستند. زیرا با هزینهٔ متغیر بیشتر، بازده برنامه‌ای کمتری دارند. از بین دو تیمار غالب نیز تیمار T2 به دلیل بیشترین بازده برنامه‌ای برترین تیمار می‌باشد.



شکل ۳- منحنی سود ناخالص تیمارها

Fig. 3- The curve of treatments net profit

این نتایج نشان می‌دهد که روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر منافع تولیدکننده تأثیر دارد. در مطالعات دیگر (Parizkari & Sabihi, 2014; Tanursaz *et al.*, 2021) نیز بر این موضوع تأکید شده است. برای به دست آوردن نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری در افزایش هزینه‌های متغیر، تیمارهای غالب T1 و T2 با هم مقایسه شدند.

مقایسه تیمارهای T1 و T2 $= \frac{\Delta B_{ij}}{\Delta C_{ij}} = \frac{۱۳۶۰۵۳-۱۱۷۵۱۴}{۵۲۰۳-۳۰۸۰} =$ ۸/۷۳

تحلیل نهایی بازده سرمایه‌گذاری نشان می‌دهد که با فرض یکسان بودن سایر هزینه‌ها، افزایش هزینهٔ متغیر ناشی از استفاده همزمان از خاک‌ورز و خطی‌کار کج‌ساق، در مقایسه با کشت مستقیم با خطی‌کار کج‌ساق، بازدهی بیش از ۸۷۰ درصد دارد و اجرای تیمار با هزینهٔ بیشتر کاملاً اقتصادی است.

برای تحلیل ریسک نتایج آزمایش، از روش حداقل بازدهی استفاده شد. نتیجهٔ تحلیل حداقل بازدهی تیمارها نیز نشان داد که تیمار T2 در این حالت نیز بالاترین بازده برنامه‌ای را دارد (جدول ۷). بنابراین، با اطمینان خاطر می‌توان این تیمار را به بهره‌برداران توصیه کرد.

جدول ۷- مقایسهٔ میانگین حداقل بازدهی تیمارها

Table 7- Mean comparison of the lowest gross margin for treatments

T4	T3	T2	T1	پارامترهای اندازه‌گیری شده Measured parameters
115602	117883	134397	112970	پایین‌ترین بازده برنامه‌ای The lowest gross margin
116802	119408	134822	116045	پایین‌ترین بازده برنامه‌ای بعدی The next of lowest gross margin
116202	118646	134610	114508	میانگین Mean

نتیجه‌گیری

در این تحقیق نتایج استفاده از چند روش خاک‌ورزی از نظر اقتصادی ارزیابی شد. به جز نوع خاک‌ورز، دیگر عملیات و مصرف نهاده‌ها یکسان بود. نتایج تحقیق نشان داد که تیمار T3 (شخم با خاک‌ورز مرکب + دیسک + کاشت با خطی‌کار دارای شیاربازکن کج‌ساق) بیشترین هزینه را دارد. بیشترین میانگین درآمد ناخالص مربوط به تیمار T2 (خاک‌ورز کج‌ساق+ کاشت با خطی‌کار دارای شیاربازکن کج‌ساق) است. با کسر هزینه‌های متغیر از درآمد ناخالص، بازده برنامه‌ای (سود ناخالص) هر تیمار به دست آمد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که تیمار T2 بالاترین بازده برنامه‌ای به میزان ۱۳۶۰۵۳ هزار ریال در هکتار دارد و بر اساس داده‌های به دست آمده در این آزمایش، برای معرفی به کشاورزان در اولویت است. بر اساس منحنی سود ناخالص تیمارهای T3 و T4 (شخم با خاک‌ورز مرکب+ دیسک + کاشت با خطی‌کار مرسوم) غیرغالب هستند زیرا با هزینهٔ متغیر بیشتر، بازده برنامه‌ای کمتری دارند. از بین دو تیمار غالب نیز تیمار T2 به دلیل بیشترین بازده برنامه‌ای برترین تیمار است.

تحلیل نهایی بازده سرمایه‌گذاری نشان داد که با فرض یکسان بودن سایر هزینه‌ها، استفادهٔ هم‌زمان از خاک‌ورز و خطی‌کار کج‌ساق، در مقایسه با کشت مستقیم با خطی‌کار کج‌ساق، کاملاً اقتصادی است. تحلیل حداقل بازدهی تیمارها نیز نشان داد که تیمار T2 در این حالت نیز بالاترین بازده برنامه‌ای را دارد و بنابراین با اطمینان خاطر می‌توان این تیمار را به بهره‌برداران توصیه کرد.

مراجع

Al-Neama, A. K., & Herlitzius, T. (2017). Draft forces prediction model for standard single tines by using principles of soil mechanics and soil profile evaluation. *Landtechnik*, *72*(3), 157-164.

Askari, M., Shahgholi, G., & Abaspour-Gilandeh, Y. (2017). The effect of tine, wing, operating depth and speed on the draft requirement of subsoil tillage tines. *Research Agricultural Engineering*, *63*(4), 160-167.

Barr, J., Desbiolles, J., Ucgul, M., & Fielke, J. (2020). Bentleg furrow opener performance analysis using the discrete element method. *Biosystems Engineering*, *189*, 99-115.

Gilani, A. A., & Loveimi, N. (2021). Evaluation of different tillage-planting methods and different seed rates under dry seeding of rice. *Agricultural Mechanization and Systems Research, 22*(77), 85-100. (in Persian)

Godwin, J. R. (1990). Agricultural engineering in development: Tillage for crop production areas of low rainfall. *Bulletin 83*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, 124P.

Godwin, R. J. (2007). A review of the effect of implements geometry on soil failure and implement forces. *Soil and Tillage Research*, *97*(2), 331-340.

Godwin, R. J., & O'Dogherty, M. J. (2007). Integrated soil tillage force prediction models. *Journal of Terramechanics*, *44*(1), 3-14.

Guerif, J., Richard, G., Durr, C., Machet, J. M., Recous, S., & Roger-Estrade, J. (2001). A review of tillage effects on crop residue management, seedbed conditions and seeding establishment. *Soil and Tillage Research*, *61*, 13-32.

Hemmat, A. (1996). Effects of seedbed preparation and planting methods on emergence of irrigated winter wheat. *Journal of Agricultural Sciences*, *27*(4), 55-68.

Motalebani, S., Zibaie, M., & Sheikhzeinoddin, A. (2020). Effects of conservation tillage technology adoption on wheat yield, water use and household poverty. *Journal of Water and Soil Science. 24*(3), 160-178. (in Persian)

Parizkari A., & Sabihi, M. (2014). Effects of technology development and mechanization on agricultural production in Qazvin province. *Journal of Agricultural Economics Research*, *5*(20), 1-23.

Solhjou, A., & Alavimanesh, S. M. (2020). Effect of soil moisture content, forward speed and bent leg blade spaces on soil pulverization. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, *20*(73), 83-92. (in Persian)

Solhjou, A., & Shaker, M. (2022). Field evaluation of a bent leg tillage implement. *Iran Agricultural Research*, *40*(2), 51-60.

Solhjou, A., Fielke, J., & Desbiolles, J. (2012). Soil translocation by narrow openers with various rake angles. *Biosystems Engineering*, *112*(1), 65-73.

Solhjou, A., Zare, E., & Bazrafshan, M. (2020). Economic effects of bent leg cultivator on sugar beet crop production. *Journal of Sugar Beet*, *36*(1), 47-55. (in Persian)

Solhjou, A., Fielke, J., Desbiolles, J., & Saunders, C. (2014). Soil translocation by narrow openers with various bent leg geometries. *Biosystems Engineering*, *127*, 41-49.

Tanursaz, A., Bakhshoodeh, M., & Azarm, H. (2021). Economic effects of tillage methods and planting with bent leg grain drill on irrigated wheat production. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 31*(1), 331-348. (in Persian)

Zare, E., & Shahrokhnia, M. A. (2012). The using AHP method for selecting the best irrigation planning method in citrus orchards in Fars Province. *Third National Symposium of Comprehensive Management of Water Resources*. Sep. 11-12. Sari Agriculture and Natural Resources University. Sari, Iran. (in Persian)

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.23/No.82/Summer 2022/P:87-98
Journal Home Page: https://amsr.areeo.ac.ir

Research Paper

Economic Effects of Tillage Methods and Planting with Bent Leg Grain Drill on Irrigated Wheat Production

E. Zare* and A. A. Solhjou

*Corresponding Author: Associate Professor, Economic, Social and Extension Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran. Email: zare2970@yahoo.com
Received: 8 November 2022, Accepted: 5 February 2023
http://doi: 10.22092/AMSR.2023.360524.1429

Abstract

Grain drill performance can be affected by creating clods during seedbed preparation in dry soil conditions. To increase performance of grain drill in dry soil conditions need to design the new opener for grain drills. This study has been carried out for the economic evaluation of the suitable tillage method for planting by grain drill equipped with a bent leg furrow opener and their effect on the yield of irrigated wheat. This study was a randomized complete block experimental design with four treatments and four replications. Treatments were seeding winter wheat by a grain drill with bent leg furrow opener in three tillage practices of no-tillage (T1), reduced tillage (T2), and conventional tillage (T3). Seeding wheat by conventional grain drill in the conventionally tilled plots was also used as control treatment (T4). In order to investigate the economic effects of tillage and planting methods by the bent leg grain drill on wheat yield, the income and cost of treatments were measured, and using the marginal net profit analysis method, the economic rate of return on investment of each method. The results of showed that the most suitable treatment from the economic point of view is the bent leg tillage treatment + planting with a grain drill equipped with a bent leg furrow opener. The findings showed that the bent leg tillage + the bent leg grain drill, as a new technology, has the potential to increase crop yield and can increase the farmer's net profit.

Keywords: Income, Rate of Return, Reduced Tillage

© 2022 Agricultural Mehanization and Systems Research, Karaj, Iran. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)