

Research Article

Estimating the Economic Benefits of Conservation Agriculture in Wheat Fields (Case study: Golestan province)

S Mahzari¹, F Kiani^{2*}, M Esmail Asadi³, A Rezaee⁴, A Kassam⁵

Received: November 4, 2022

Accepted: December 30, 2022

Revised: December 27, 2022

Published online: December 22, 2023

1-Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

2-Assoc. Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

3-Assist. Prof., Dept. of Agricultural Engineering, Golestan Agricultural Research and Education Center, Iran

4-Assist. Prof., Dept. of Agricultural Economic, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource, Iran

5-Prof. of Agricultural School, Policy and Development, University of Reading, United Kingdom

*Corresponding Author, Email: kiani@gau.ac.ir

Abstract

Background and Objectives

Wheat plays a dominant role in global food security as it contributes almost 20% of the total dietary calories and proteins worldwide. Economic measures can promote the development of conservation agriculture (CA), and due to their correlation with socioeconomic sectors, CA measures can affect the whole socioeconomic system. Many studies have been conducted on the benefits of CA, but considering that economic factors are one of the important factors for accepting the principles of CA, however, many economic analyzes have not been conducted on the impact of CA on costs, especially in Iran. Knowledge of the profitability of agricultural management methods can be a suitable basis for making favorable decisions to move toward CA. Considering that financial profitability in the initial phase of CA (IP-CA) may be controversial, this study is aimed at estimating the cost of wheat production in two systems CT and IP-CA of Golestan province.

Methodology

Seven study sites Bandar Gaz, Kordkoy, Gorgan. Bandar Torkman, Agh Qala, Azad Shahr and, Galiksh, which have the largest area under cultivation and exploiting CA and CT (conventional tillage) were selected in Golestan province, north of Iran. In this study, the treatments included CA and CT, and it was possible to compare the treatments at the same time in 7 sites and 84 farmers who managed two CA and CT lands together and CA had been implemented in them for 3-6 years were selected and sites were in the initial phase of CA. Agricultural inputs, including the consumption of seeds, water, poisons, chemical fertilizers, labor, and agricultural machines, were considered as production costs. In this study, the profitability of each CA and CT system was investigated using cost and income information. Then, using the Translog Cost Function, the effect of CA technology on input demand and production costs was investigated.

Findings

The use of CA in the production of wheat has reduced the consumption of agricultural inputs other than poison; so, the largest decrease of 45.48% belongs to the labor force and the smallest decrease of 15.62% belongs to the seed. Greater production cost under CT respectively was due to higher labor force, use of agricultural machinery, and water cost. The amount of poison consumption was higher in CA than CT, except in Kordkoy sites. Generally, the cost of poisons under CT was the lowest than in CA. The highest weed control cost under CA could be associated with higher weed seed bank near the soil surface, and maximized germination potential of fresh weed seed due to residual burying. The use of CA has led to a reduction in the



use of chemical fertilizers; So, the biggest decrease of 33.33% is assigned to Agh Qala site. Conservation agriculture has led to a decrease in the workforce in all cities. The average production of wheat crops in

Golestan province in 2021 in CA was 8.45% higher compared to CT. The gross profit in CA and CT systems is calculated as approximately 122 and 94 million Rials per hectare respectively, which in CA is approximately 28 million Rials (30.50%) more than in CT. The average production cost of each kilogram of wheat in one hectare is 54,641 Rials under CT and 43,289 Rials under CA and in fact, the cost of producing one kilogram of wheat in CA decreased by almost 20% .

Conclusion

In this study, CA, on the one hand, as a result of reducing production costs, led to a reduction in production costs, and on the other hand, it increased income per hectare due to the higher production of wheat. IP-CA has been able to manage the use of agricultural institutions in a better way, which leads to a reduction in production costs and an increase in production IP-CA, in addition to saving wheat production costs, has indirect social benefits for farmers. Reducing the need for labor creates new economic opportunities for farmers, and saving time creates new businesses and generates non-agricultural income. If the economic benefits of CA, along with its numerous benefits such as reducing carbon dioxide, more water efficiency and, most importantly preserving the soil of this valuable trust, are all included in the calculations, it shows the very high value of CA for the economic and social future and environment.

Keywords: Conservation agriculture, Conventional tillage, No-tillage, Translog Cost Function, Wheat production

مقاله پژوهشی

برآورد منافع اقتصادی کشاورزی حفاظتی در مزارع گندم (مطالعه موردی: استان گلستان)

سمانه محضری^۱، فرشاد کیانی^{۲*}، محمد اسماعیل اسدی^۳، اعظم رضایی^۴، امیر کسام^۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۹

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۶

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۱۰/۰۱

- ۱- دانشجوی دکتری مدیریت منابع خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 - ۲- دانشیار گروه مهندسی آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 - ۳- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان
 - ۴- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 - ۵- استاد دانشکده کشاورزی، سیاست و توسعه، دانشگاه ردینگ، انگلستان
- *مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: kiani@gau.ac.ir

چکیده

پایداری به عنوان کلید سودآوری بلندمدت در کشاورزی در نظر گرفته می‌شود و امروزه کشاورزی حفاظتی در این زمینه بسیار مورد توجه قرار گرفته‌است. در این راستا مطالعه حاضر به برآورد هزینه تولید گندم به عنوان یکی از اصلی‌ترین غذاها، در سامانه کشاورزی حفاظتی و خاک‌ورزی مرسوم پرداخته است. اطلاعات مورد نیاز با استفاده از تکمیل پرسشنامه از ۸۴ کشاورز در ۷ شهرستان استان گلستان که از هر دو سامانه کشاورزی حفاظتی و مرسوم همزمان استفاده می‌کردند، استخراج شد. در این تحقیق از روش اقتصادسنجی رگرسیون به ظاهر نامرتبب تکراری استفاده شد. نتایج نشان داد که کشاورزی حفاظتی سبب کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی به غیر از سم شده است. به طوری که بیشترین و کمترین کاهش با ۴۸/۵٪ و ۶۲/۱۵٪ درصد به ترتیب به نیروی کار و مصرف بذر تعلق دارد. در کشاورزی حفاظتی متوسط عملکرد گندم و سود ناخالص به ترتیب ۴۵/۸٪ و ۳۰٪ درصد بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بدست آمد و هزینه تولید یک کیلوگرم گندم حدود ۲۰٪ درصد کاهش پیدا کرد. به طور کلی نتایج نشان داد که کشاورزی حفاظتی حتی اگر در فاز اولیه باشد، با کاهش هزینه‌های تولید و افزایش عملکرد، منجر به افزایش درآمد خالص می‌شود. با توجه به این که مطالعه تنها برای محصول گندم انجام شده است و از طرفی از دیدگاه کشاورزان منافع اقتصادی کشاورزی حفاظتی در فاز اولیه ملموس نیست، لذا نتایج این تحقیق لزوم آگاهی سازی منافع اقتصادی کشاورزی حفاظتی در فاز اولیه اجرای آن را گوشزد می‌کند تا کشاورزان و مروجین آگاهانه به اجرای کامل اصول کشاورزی حفاظتی بپردازند.

واژه‌های کلیدی: بی‌خاک‌ورزی، تابع هزینه ترانسلوگ، تولید گندم، کشاورزی حفاظتی، خاک‌ورزی مرسوم

مقدمه

گندم نقش اصلی را در امنیت غذایی ایفا می‌کند و تقریباً ۲۰ درصد کالری و پروتئین رژیم غذایی جهان را تشکیل می‌دهد (شیفراو و همکاران ۲۰۱۳). ایران به عنوان یک کشور برجسته کشاورزی در منطقه خاورمیانه، مدت‌هاست که برنامه بلندپروازنه‌ای را برای دستیابی به خودکفایی گندم دنبال می‌کند (هاشمی و همکاران، ۲۰۱۵). خودکفایی گندم ایران از سال ۱۹۹۰ آغاز شد (بی‌نام ۲۰۱۴)، اما نرخ پایین تولید و افزایش جمعیت، نیاز به واردات را به طور پایدار کاهش نداد. در ایران، افزایش سطح زیرکشت به ظرفیت تولید غذا به مقدار قابل توجهی اضافه نمی‌کند و افزایش تولید باید از طریق اتخاذ کشاورزی مدرن، حاصل شود (مسگران و همکاران ۲۰۱۷). بیش از ۷۰ درصد ایران با میانگین بارندگی سالانه ۲۴۱ میلی‌متر، در منطقه خشک و نیمه خشک است (گرگیان و قبادیان ۲۰۱۵، صائیمیان و همکاران ۲۰۲۲). در دو دهه اخیر، ایران در وضعیت بحران شدید مدیریت آب و محیط زیست قرار داشته است (میرزایی و همکاران ۲۰۱۹) که در آن عامل انسانی و تغییر اقلیم دخیل هستند (اشرف و همکاران ۲۰۱۹).

خاک‌ورزی مرسوم عموماً به شخم و وارونگی خاک گفته می‌شود که روشی برای آماده‌سازی بستر بذر و کنترل علف‌های هرز است (کسام ۲۰۲۰) و تاثیر منفی بر کیفیت خاک، آب و خدمات اکوسیستمی گذاشته است (کسام و همکاران ۲۰۲۰). شیوه‌های خاک‌ورزی مرسوم منجر به خروج کربن آلی و عناصر غذایی از خاک (تولیس و همکاران ۲۰۱۴)، نابودی خاک با اختلال در چرخه‌های آب و عناصر غذایی (لعل ۲۰۱۵) و فرسایش خاک (کسام ۲۰۲۲) شده‌است.

کشاورزان به فناوری‌هایی نیاز دارند که دارای مزایای کاهش هزینه‌های تولید و در عین حال افزایش

تولید بر مبنای کشاورزی پایدار باشد. شواهد نشان می‌دهد که کشاورزی حفاظتی می‌تواند هر دو نیاز را برطرف کند (جات و همکاران ۲۰۱۳؛ میشرای و همکاران ۲۰۲۱؛ گوش و همکاران ۲۰۲۲؛ دوکوتا و همکاران ۲۰۲۲). مزایای فردی و اقتصادی در مزرعه، محرک اصلی پذیرش کشاورزی حفاظتی است، درحالی که مزایای دیگر، حتی برای کشاورزانی که دارای روحیه نسبتاً خوبی هستند، یک محرک ثانویه است (سان و لی ۲۰۲۲). کشاورزی حفاظتی سه اصل به هم پیوسته دارد، عدم خاک‌ورزی یا حداقل بهم خوردگی خاک، حفظ بقایای گیاهی روی سطح خاک و تناوب زراعی (فائو ۲۰۱۴). این اصول باید به طور پیوسته به کار روند (کسام و همکاران ۲۰۱۸) و آزمایش‌های ۱ یا ۲ سال در قطعات کوچک را نمی‌توان به عنوان کشاورزی حفاظتی در نظر گرفت (کسام ۲۰۲۰). فرآیند پذیرش کشاورزی حفاظتی چهار مرحله است (بر اساس اظهار درپس ۲۰۰۷؛ کسام ۲۰۲۰) که شامل فاز اولیه^۱ (۵-۰ سال)، فاز انتقال^۲ (۱۰-۵ سال)، فاز تثبیت^۳ (۲۰-۱۰ سال) و فاز نگهداری^۴ (بیش از ۲۰ سال) است. ماهیت چند ساله بودن فرآیند تحول در کشاورزی حفاظتی باید مورد احترام قرار گیرد. در طی مراحل اولیه و انتقالی، خواص فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک بهبود می‌یابد (کسام ۲۰۲۰).

مطالعات مختلفی در مورد منافع کشاورزی حفاظتی در مقابل خاک‌ورزی مرسوم انجام شده‌است: عابدی و همکاران (۲۰۱۸) به تحلیل مالی کشاورزی حفاظتی در تولید گندم در استان فارس به روش اقتصادسنجی رگرسیون به ظاهر نامرتب تک‌مره پرداختند و اعلام کردند که سود ناخالص حاصل از هر هکتار کشاورزی حفاظتی، ۲/۵ برابر خاک‌ورزی مرسوم است و علت آن را بیشتر بودن عملکرد محصول و پایین بودن هزینه‌های تولید بیان کردند. هادی پور و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی اقتصادی کشاورزی حفاظتی به روش

1 Initial Phase

2 Transition phase

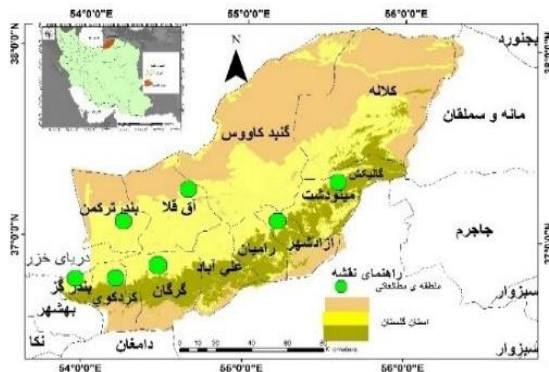
3 Consolidation phase

4 Maintenance phase

مورد فواید کشاورزی حفاظتی بدون پرداختن به تحلیل- های اقتصادی انجام شده است اما عوامل اقتصادی یکی از عوامل مهم پذیرش کشاورزی حفاظتی است (عطایی و همکاران ۲۰۲۱) و آگاهی از سودآوری مالی می‌تواند عامل مهمی برای تصمیم‌گیری باشد. با توجه به اینکه سودآوری در مراحل اولیه کشاورزی حفاظتی ممکن است بحث برانگیز باشد این مطالعه به منظور مقایسه هزینه تولید گندم در دو سامانه مرسوم و فاز اولیه کشاورزی حفاظتی در استان گلستان شکل گرفته است.

مواد و روش‌ها منطقه مطالعاتی

استان گلستان بین عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی واقع شده است (شکل ۱). در این استان، بارش در فاصله عرضی کمتر از ۸۰ کیلومتر، از ۳۰۰ تا ۹۰۰ میلی متر از شمال تا جنوب متغیر است. مقدار بارش در بندرگز، کردکوی، گرگان، بندرترکمن، آق قلا، آزادشهر و گالیکش به ترتیب حدود ۸۰۰، ۸۵۰، ۷۵۰، ۶۰۰، ۳۰۰، ۹۰۰ و ۸۰۰ میلی‌متر در سال است (بی‌نام ۲۰۲۲).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مطالعاتی.

در سال برای آماده‌سازی و کنترل علف هرز شخم زده- می‌شود. فروش کاه و کلش به عنوان خوراک دام است و کاه به خاک بر نمی‌گردد و کلش‌های محصول سوزانده می‌شود. در کشاورزی حفاظتی خاک برگردان نمی‌شود و علف هرز با استفاده از علف‌کش مدیریت می‌شوند. بذر

تحلیل مالی و فرآیند سلسله مراتبی در شیراز پرداختند و به این نتیجه رسیدند که هر هکتار کشاورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم از ۲۱/۷۶ درصد درآمد بیشتر برخوردار است. ناصری (۲۰۱۹) با مقایسه شاخص انرژی و اقتصادی کشاورزی حفاظتی و مرسوم در شمال غرب ایران، اعلام کرد که بیشترین سود خالص انرژی و بهره‌وری انرژی مربوط به کشاورزی حفاظتی است. دوکوتا و همکاران (۲۰۲۲) شاخص‌های اقتصادی و حاصلخیزی خاک را در کشاورزی حفاظتی و مرسوم از طریق آزمایش‌های مزرعه‌ای و مدل‌سازی برای یک منطقه در مراکش ارزیابی کردند و نشان دادند که کشاورزی حفاظتی ۲۰ درصد عملکرد گندم را افزایش و ۱۳ درصد هزینه کل را کاهش داد. جاکوبز و همکاران (۲۰۲۲) ویژگی‌های خاک، عملکرد گندم و هزینه‌های تولید را در دو سامانه حفاظتی و مرسوم در می‌سی‌سی‌پی مقایسه کردند و اعلام کردند که میانگین هزینه تولید در کشاورزی حفاظتی ۴۳ درصد کمتر بدست آمد و ماده آلی خاک و عملکرد محصول در سامانه حفاظتی طی دوره سه ساله تغییری نکرد.

در استان گلستان زمین‌های کشاورزی برای کنترل علف هرز ۴ تا ۵ بار در سال شخم زده می‌شوند که منجر به تخریب خاک، کاهش عملکرد و سودآوری شده است (اسدی ۲۰۲۰). استان گلستان دارای زمین‌های نسبتاً خوب تا بسیار خوب است (مسگران و همکاران ۲۰۱۷) و با تولید گندم ۶۴۹۹۸۱ تن (بی‌نام ۲۰۲۱) یکی از استان‌های مهم تولید کننده گندم است. طبق گزارشات پایش فقر سال ۱۳۹۹، نرخ فقر در استان گلستان ۴۲ درصد و طبق رتبه‌بندی شاخص ترکیبی، پنجمین استان محروم ایران است (بی‌نام ۲۰۱۹). مطالعات بسیاری در

تیمارها

در این مطالعه، تیمارها شامل کشاورزی حفاظتی و مرسوم بود. در خاک‌ورزی مرسوم زمین ۴ یا ۵ بار

محصولات، مقدار عملکرد محصول اصلی و فرعی، اجاره بهای زمین و ارزش محصول و غیره جمع آوری شد.

مدل رگرسیونی تابع هزینه ترانسلوگ

در این مطالعه اطلاعات هزینه، درآمد، تابع هزینه و سودآوری جهت بررسی تاثیر کشاورزی حفاظتی بر تقاضای نهاده و هزینه تولید بررسی شدند. رابطه ۱ تابع هزینه (C_i) را نشان می‌دهد که تابعی از مقدار محصول (y_i) ، بردار قیمت نهاده‌ها (W_i) و بردار مشخصات مزرعه (Z_i) ، است. بردار Z شامل متغیر d_i است که نشان‌دهنده تصمیم کشاورز در انتخاب نوع سامانه کشت است (ازاوا ۱۹۶۲؛ لاکانن و ناگس ۲۰۱۱؛ عابدی و همکاران ۲۰۱۷).

$$C_i = C(y_i, w_j, z_i) \quad [1]$$

متغیر d_i غیر قابل مشاهده است و برای کشاورزانی که از سامانه حفاظتی استفاده می‌کنند، یک و برای خاکورزی مرسوم، صفر می‌باشد. برای بررسی تاثیر سامانه کشت از تابع هزینه ترانسلوگ به دلیل برخورداری از خصوصیات نظری و آماری مناسب استفاده شد که به شکل لگاریتم خطی می‌باشد (رابطه ۲):

$$\ln C_t = \beta_0 + \beta_y \ln y + \sum_j \lambda_j \ln w_j + \sum_r \gamma_r \ln z_r + \frac{1}{2} \beta_{yy} \ln y \ln y + \frac{1}{2} \sum_j \sum_m \lambda_{jm} \ln w_j \ln w_m + \sum_j P_j \ln y_t \ln w_j + \sum_j \sum_r \eta_{jr} \ln w_j \ln z_r + \mu_i \quad [2]$$

وقتی که قیمت نهاده‌های تولید داده شده است، ارائه می‌کند (ازاوا ۱۹۶۲؛ لاکانن و ناگس ۲۰۱۱؛ عابدی و همکاران ۲۰۱۷). S_j سهم هزینه نهاده z شامل بذر، ماشین‌آلات، کود، سم، آب و نیروی کار و q تقاضای مشتق شده از نهاده‌ی z است. همچنین برای رفع همبستگی معادلات سهم هزینه تولید، تعداد آن‌ها به پنج معادله کاهش یافت.

$$\frac{w_j q_j}{C} = S_j = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_j} = \lambda_j + \sum_m \lambda_{jm} \ln w_m + \sum_r \eta_{jr} \ln z_r \quad [4] \quad j=1,2,\dots,6$$

برای تحقق اهداف تحقیق از روش اقتصادسنجی به ظاهر نامرتبب تکراری^۱ و نرم‌افزار Eviews.10 استفاده شد. هزینه تولید گندم (تومان) به عنوان متغیر وابسته در نظر

محصول توسط یک بذرکار مستقیم در خاک دفن شده و کاه و کلش محصول قبلی به مقدار ۱ تا ۴ تن در هکتار روی سطح خاک باقی می‌ماند و سامانه کشت شامل گندم در تناوب با سویا/ذرت و یا سایر محصولات است.

جامعه آماری و حجم نمونه

جامعه آماری تحقیق شامل کشاورزانی بود که همزمان کشاورزی حفاظتی و خاکورزی مرسوم را در استان گلستان اجرا می‌کردند. بیش از ۳۰۰ کشاورز در شهرستان‌های آزادشهر، آق‌قلا، بندرترکمن، بندرگز، کردکوی، گالیکش و گرگان انتخاب شدند و مزارعی که کشاورزی حفاظتی در آن به مدت ۳ تا ۶ سال اجرا شده بود، در نظر گرفته شدند. به دلیل تعداد کم کشاورزان واجد شرایط، از روش تمام شماری استفاده شد. از ۸۴ کشاورز انتخاب شده، اطلاعاتی از قبیل دفعات استفاده و هزینه شخم، دیسک، تسطیح، دفعات مصرف و قیمت کود و سم، نفر در روز کار، هزینه حمل و نقل، بذرکاری و کودپاشی، سم‌پاشی، آبیاری، سطح زیر کشت، بیمه

در رابطه ۲ W_j قیمت نهاده z ، y سطح تولید و z شامل متغیرهای موهومی است. تابع هزینه همگن و از نوع درجه یک می‌باشد یعنی هر تغییر در قیمت عوامل تولید، هزینه را نیز به همان نسبت تغییر می‌دهد. شرط همگنی، محدودیت رابطه ۳ را بر پارامترهای تابع هزینه ترانسلوگ وارد می‌کند (ازاوا ۱۹۶۲؛ لاکانن و ناگس ۲۰۱۱؛ عابدی و همکاران ۲۰۱۷).

$$\sum_j \lambda_j = 1 \quad \sum_j \lambda_{jm} = \sum_m \lambda_{mj} = \sum_j \eta_{jr} = 0 \quad [3]$$

رابطه ۴ مشتق جزئی تابع هزینه ترانسلوگ نسبت به عوامل تولید z ، توابع تقاضای سهم نهاده‌های z را

گرفته شده‌اند. در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ قیمت هر کیلوگرم کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم با احتساب ارز نیمایی به ترتیب ۱۳۰۳۲، ۸۴۶۰۰ و ۱۰۸۸۵۰ ریال بود. قیمت هر کیلوگرم بذر بین ۷۰۰۰۰ تا ۸۵۰۰۰ ریال، قیمت نیروی کار از ۸۰۰۰۰۰ تا ۱۸۰۰۰۰۰ ریال متفاوت بود. همچنین قیمت خرید یک کیلوگرم گندم ۱۱۵۰۰۰ ریال بوده است (بی‌نام ۲۰۲۲).

با استفاده از سهم هزینه نهاده، کشش آلن بدست آمد. کشش‌های آلن روش مناسب برای تفسیر رابطه جانشینی یا مکملی بین نهاده‌های تولید می‌باشد که در حالت خودی و متقاطع تعریف می‌گردد (سورل ۲۰۰۸).

$$AES_{ji} = \frac{(\beta_{ji} + S_i S_j)}{(S_i S_j)} \quad [5]$$

$$AES_{jj} = \frac{(\beta_{jj} + S_j(S_j - 1))}{S_j^2} \quad [6]$$

متقاطع آلن اگر بزرگتر از صفر باشد ($AES_{ji} > 0$) نشان‌دهنده رابطه جانشینی بین دو نهاده و اگر کوچکتر از صفر باشد ($AES_{ji} < 0$) نشان‌دهنده رابطه مکملی بین دو نهاده است (کوردا ۱۹۸۷).

هزینه تولید بیشتر در خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب به دلیل نیروی کار، استفاده از ماشین‌آلات و هزینه آب بود. با اجرای کشاورزی حفاظتی و ادامه‌ی آن، کربن آلی افزایش یافته و چرخه آب و عناصر غذایی بهبود می‌یابد و استفاده از نهاده‌های کشاورزی کاهش می‌یابد، نه به این دلیل که مصرف آن‌ها ممنوع هستند، بلکه به این علت که دیگر نیازی به مصرف آن‌ها نیست (فردریش ۲۰۲۲).

گرفته شده که از مقدار تولید گندم (تن)، قیمت واحد کود (تومان به ازای هر کیلوگرم)، قیمت واحد سم (تومان به ازای هر لیتر)، قیمت واحد نیروی کار (تومان به ازای نفر در روز)، قیمت واحد ماشین‌آلات (تومان به ازای هر ساعت) و قیمت واحد آب (تومان به ازای هر متر مکعب) تشکیل شده است. متغیر موهومی T بیانگر کاربرد یا عدم کاربرد کشاورزی حفاظتی است و اگر کشاورزان از کشاورزی حفاظتی استفاده کرده باشند مقدار یک و در غیر این صورت، صفر می‌شود. همچنین متغیر موهومی I بیانگر منطقه‌ی تحقیق (بر مبنای تأیید خودهمبستگی بین باقیمانده‌ها، عملکرد و زون‌بندی منطقه‌ای، آب و هوایی و بخش‌های مدیریتی شهرستان‌ها) می‌بایهد. اگر زون ۱ مد نظر باشد رقم یک و در غیر این صورت صفر می‌شود. گرگان، آق‌قلا، بندرترکمن و کردکوی به‌عنوان زون ۱ و آزادشهر، گالیکش و بندرگز به‌عنوان زون ۲ در نظر

در روابط ۵ و ۶ AES_{ji} کشش جزئی متقاطع آلن، AES_{jj} کشش جزئی خودی آلن، β_{ji} ضریب مربوط به نهاده i ام در معادله سهم نهاده j ام، S_i سهم هزینه نهاده i ام و S_j سهم هزینه نهاده j ام می‌باشد. کشش جزئی

نتایج و بحث

میانگین مصرف نهاده‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. بکارگیری کشاورزی حفاظتی در تولید گندم منجر به کاهش مصرف همه‌ی نهاده‌های کشاورزی به جز سم شده است. بیشترین کاهش با ۴۵/۴۸ درصد به نیروی کار و کمترین با ۱۵/۶۲ درصد به بذر تعلق دارد.

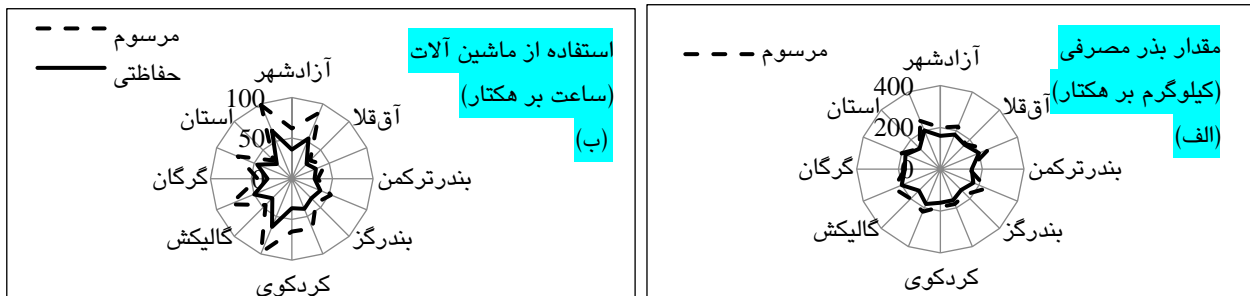
جدول ۱- مقایسه مقادیر مصرف نهاده‌ها در هر هکتار از دو سامانه کشاورزی حفاظتی و مرسوم در استان گلستان.

عامل تولید	کشاورزی حفاظتی	خاک‌ورزی مرسوم	درصد تغییر در استفاده از نهاده	جهت اثر بر پایداری	نوع پایداری
بذر (کیلوگرم)	۱۶۹/۷۶	۲۰۱/۱۹	-۱۵/۶۲	+	اقتصادی
ماشین‌آلات (ساعت)	۳۹/۰۰	۵۹/۰۰	-۳۳/۸۹	+	محیط زیستی - اقتصادی
سموم شیمیایی (لیتر)	۲/۹۰	۲/۷۰	+۷/۴۰	+	محیط زیستی - اقتصادی
کود شیمیایی (کیلوگرم)	۱۹۴/۰۰	۲۴۶/۰۰	-۲۱/۱۳	+	محیط زیستی - اقتصادی
نیروی کار (نفر-روزکار)	۹/۴۲	۱۷/۲۸	-۴۵/۴۸	+	اجتماعی

آب مصرفی (مترمکعب) ۳۰۴۲/۸۶ ۴۱۱۴/۲۹ -۲۶/۰۴ + محیط زیستی- اقتصادی

مرسوم نشان می‌دهد. به منظور همگن کردن هزینه‌ها، با استفاده از متوسط قیمت یک ساعت عملیات ماشینی، این هزینه‌ها به واحد ساعت در هکتار تبدیل شده‌است.

مدیریت کشاورزی و مقدار بذر مصرفی و ماشین‌آلات
شکل ۲ مقدار بذر گندم مصرفی (الف) و مقدار
استفاده از ماشین‌آلات (ب) را در کشاورزی حفاظتی و



۲- مقدار بذر مصرفی (الف) و زمان استفاده از ماشین‌آلات (ب) در دو سامانه کشاورزی حفاظتی و مرسوم.

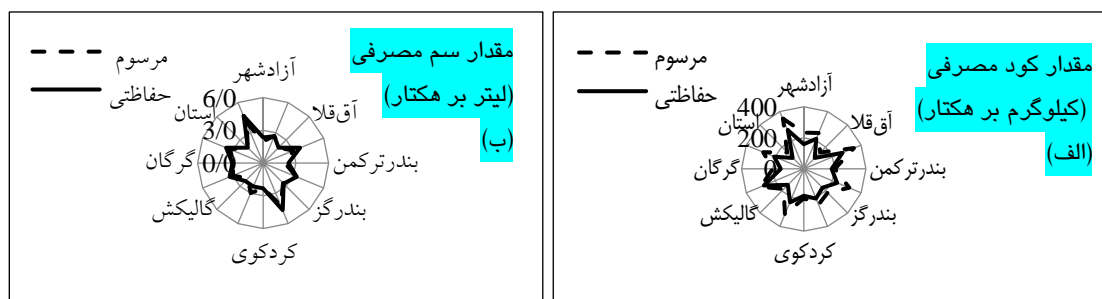
به کردکوی و آزادشهر اختصاص دارد. کاهش مصرف بذر اثر اقتصادی و کاهش مصرف ماشین‌آلات، اثر مثبت اقتصادی-زیست محیطی دارد (کنولر و همکاران ۲۰۰۷)

سموم پرکاربرد و کودهای سوپر فسفات تریپل، اوره، سولفات پتاسیم و عناصر کم مصرف روی، آهن، منگنز و مس، کودهای پرکاربرد منطقه می‌باشند. در این بخش میانگین مصرف کود و سموم مورد بررسی قرار گرفت.

در تمام شهرستان‌ها، کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش مصرف بذر از ۱۴۰ الی ۲۵۰ به ۱۴۰ الی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و ماشین‌آلات شده است. بیشترین کاهش استفاده از ماشین‌آلات به ترتیب با ۴۴ و ۴۱ درصد

مدیریت کشاورزی و مقدار سم و کود مصرفی

شکل ۳ مقدار سم (الف) و کود (ب) مصرفی را نشان می‌دهد. سموم علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش



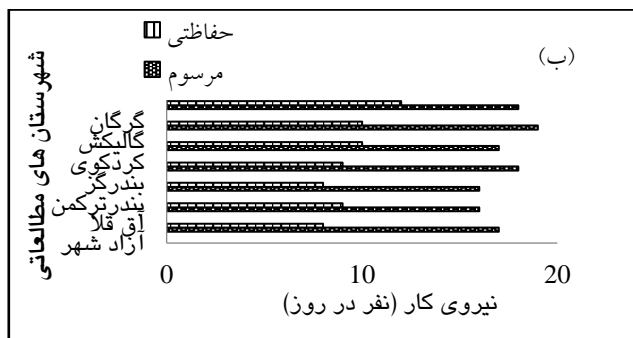
شکل ۳- مقدار کود مصرفی (الف) و سم مصرفی (ب) در دو سامانه کشاورزی حفاظتی و مرسوم.

کشاورزی حفاظتی مربوط به بانک بذر علف هرز (کارتر و ایوانی ۲۰۰۶) و حداکثر پتانسیل جوانه زنی آن در لایه سطحی خاک، مرتبط دانست که با نتایج موهلر و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش

مصرف سم در کشاورزی حفاظتی بیشتر از مرسوم بوده‌است. بیشینه مصرف سم با ۴/۲ لیتر به بندرگز تعلق دارد که در کشاورزی حفاظتی به ۴/۷ لیتر افزایش یافته‌است. هزینه بیشتر کنترل علف هرز در

حفاظتی، بهبود حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کود همسو است (پال و همکاران ۲۰۱۸، چاندهری و همکاران ۲۰۲۲؛ دوکوتا و همکاران ۲۰۲۲).

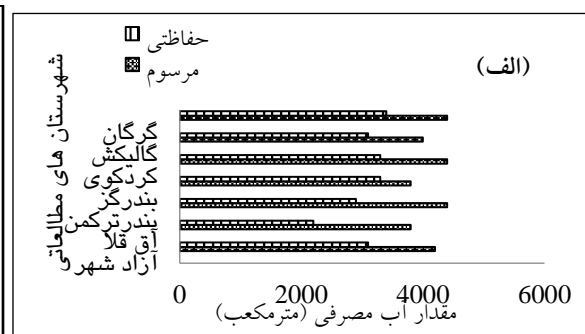
اطلاعات دفعات، مدت و دبی آبیاری تعیین شده است. منظور از نیروی کار نیروی کارگری ساده است و شامل راننده ماشین آلات و نیروی سمپاشی نمی باشد.



مصرف کودهای شیمیایی شده است که بیشترین کاهش با ۳۳/۳۳ درصد به آق قلا اختصاص دارد. نتایج این بخش با مطالعات گسترده در مورد مزایای کشاورزی

مدیریت کشاورزی و مقدار آب مصرفی و نیروی کار

شکل ۴ مقدار مصرف آب و نیروی کار را در دو سامانه کشت نمایش می دهد. مقدار مصرف آب با



شکل ۴- مقدار آب مصرفی (الف) و نیروی کار (ب) در دو سامانه کشاورزی حفاظتی و مرسوم.

تاثیر مدیریت کشاورزی بر مقدار هزینه، درآمد، سود و عملکرد گندم

ارزیابی اقتصادی دو سامانه کشت در جدول ۲ ارائه شده است. عملکرد گندم در کشاورزی حفاظتی ۸/۴۵ درصد بیشتر از مرسوم بدست آمد. هزینه تولید کل گندم در هر هکتار به روش در خاکورزی مرسوم ۷/۲۱ درصد بیشتر از حفاظتی است. تغییر از خاکورزی مرسوم به حفاظتی، منجر به صرفه جویی هزینه‌ی تولید ۱۷/۹۴ میلیون ریال در هکتار شد. هزینه متغیر تولید که با کسر هزینه‌های ثابت مانند ارزش زمین و بیمه، بدست آمد، در خاکورزی مرسوم و حفاظتی به ترتیب ۱۲۱ و ۹۹ میلیون ریال است. درآمد هر هکتار گندم از حاصلضرب قیمت در عملکرد به دست آمد که با توجه به ثابت در نظر گرفتن قیمت محصول در دو سامانه و بالاتر بودن عملکرد در حفاظتی، درآمد ۳/۰۹ درصد بیشتر از مرسوم است. سود ناخالص نیز از کسر هزینه کل از درآمد کل بدست آمد که در کشاورزی حفاظتی حدود

بیشترین کاهش مصرف آب با ۴۲ و ۳۴ درصد به ترتیب به آق قلا و بندرترکمن تعلق دارد. آق قلا و بندرترکمن در اقلیم خشک قرار دارند و این موضوع اهمیت کشاورزی حفاظتی در مناطق خشک را گوشزد می کند. این نتایج با یافته‌های جات و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. برای استفاده پایدار از آب، کشاورزی حفاظتی ضروری است (کومارا و همکاران ۲۰۲۰).

با توجه به شکل ۴ کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش نیروی کار شده است و بیشینه نیروی کار با ۱۹ نفر در روز به گالیکش تعلق دارد که در حفاظتی به ۱۰ نفر در روز کاهش یافت. نگویرا و همکاران (۲۰۱۲) کاهش ۲۷ درصدی نیروی کار را در کشاورزی حفاظتی اعلام کردند. چوداری و همکاران (۲۰۲۲) اظهار داشتند که کشاورزی حفاظتی منجر به اوقات فراغت بیشتر، زمان بیشتر برای خانواده و کسب و کار جدید می شود و خاطرنشان کردند که کودکان در آینده در مزرعه زحمت نخواهند کشید و کارگر در دسترس نخواهند بود و باید به روش‌های مدیریت بی خاکورزی روی آورد.

۱۲۲ میلیون ریال در هکتار است و حدود ۲۸ میلیون ریال (۳۰/۵۰ درصد) از مرسوم بیشتر است. همچنین، متوسط هزینه‌ی تولید هر کیلوگرم گندم در یک هکتار در سامانه مرسوم و حفاظتی به ترتیب ۵۴۶۴۱ و ۴۳۲۸۹ ریال است و هزینه تولید یک کیلوگرم گندم حدود ۲۰ درصد کاهش پیدا کرد.

جدول ۲- ارزیابی اقتصادی دو سامانه کشت حفاظتی و مرسوم برای تولید یک هکتار گندم در استان گلستان.

متغیرها	کشاورزی حفاظتی	خاک‌ورزی مرسوم	درصد تغییرات
عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	۵۳۷۸/۵۷	۴۹۵۹/۵۲	+۸/۴۵
هزینه کل (هزار ریال/هکتار)	۲۳۰۹۲۵	۲۴۸۸۶۷	-۷/۲۱
هزینه متغیر (هزار ریال/هکتار)	۹۹۰۰۵	۱۲۱۰۹۷	-۱۸/۲۴
درآمد کل (هزار ریال/هکتار)	۳۵۲۹۲۰	۳۴۲۳۴۷	+۳/۰۹
سود ناخالص (هزار ریال/هکتار)	۱۲۱۹۹۵	۹۳۴۸۱	+۳۰/۵۰
هزینه به ازای هر کیلوگرم گندم (ریال/هکتار)	۴۳۲۸۹	۵۴۶۴۱	-۲۰/۷۸

نتیجه رسیدند که کشاورزی حفاظتی بهره‌وری و سودآوری را به ترتیب ۱۰ و ۳۰ درصد افزایش می‌دهد.

تاثیر مدیریت کشاورزی بر مقدار نهاده‌های کشاورزی و هزینه‌های تولید به تفکیک زون

جدول ۳ مصرف نهاده‌ها به تفکیک زون را نشان می‌دهد. کشاورزی حفاظتی در هر زون منجر به کاهش مصرف نهاده‌ها به جز سم شده‌است و بیشترین تفاوت مربوط به استفاده از ماشین‌آلات در زون ۲ بود.

کشاورزی حفاظتی با کاهش هزینه تولید و افزایش عملکرد، باعث افزایش درآمد شده‌است. مزارع مطالعاتی در فاز اولیه کشاورزی حفاظتی بودند و سودآوری فاز اولیه کشاورزی حفاظتی نامشخص است (ساریخانی خرمی و همکاران، ۲۰۱۹)، بنابراین سود-آوری در آینده بیشتر هم شود. این نتایج در تناقض با نتایج نگویرا و همکاران (۲۰۱۲) است که اظهارداشتند کشاورزی حفاظتی هزینه‌های متغیر بیشتری از خاک-ورزی مرسوم دارد. سینگ و همکاران (۲۰۲۲) به این

جدول ۳- میانگین مصرف نهاده‌های کشاورزی در هر هکتار به تفکیک زون‌های تعیین شده.

عامل تولید	زون ۱		زون ۲	
	خاک‌ورزی مرسوم	کشاورزی حفاظتی	خاک‌ورزی مرسوم	کشاورزی حفاظتی
بذر (کیلوگرم)	۱۹۱/۵۰	۱۷۰/۱۳	۲۰۶/۵۷	۱۶۶/۹۰
آب (مترمکعب)	۴۲۵۰/۰۰	۲۹۵۰/۰۰	۴۰۰۰/۰۰	۳۱۰۰/۰۰
سموم شیمیایی (لیتر)	۲/۷۰	۲/۸۰	۲/۸۰	۳/۰
کود شیمیایی (کیلوگرم)	۲۵۱/۰۰	۱۹۳/۰۰	۲۳۹/۰۰	۱۹۵/۰۰
نیروی کار (نفر-روزکار)	۱۸/۰۰	۹/۰۰	۱۶/۳۳	۹/۰۰
ماشین‌آلات (ساعت)	۵۵/۰۰	۳۸/۰۰	۶۴/۰۰	۴۱/۰۰

کل در زون ۱ و ۲ به ترتیب ۱/۲۲ و ۱۴/۰۲ درصد و در مورد هزینه‌ی متغیر ۱۹/۳۵ و ۱۸/۱۴ درصد است.

کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش هزینه‌های تولید می‌شود (جدول ۴). مقدار کاهش در مورد هزینه‌ی

جدول ۴- ارزیابی اقتصادی سامانه‌های کشت حفاظتی و مرسوم به تفکیک زون‌های تعیین شده.

زون (۲)		زون (۱)		عامل تولید
کشاورزی حفاظتی	خاک‌ورزی مرسوم	کشاورزی حفاظتی	خاک‌ورزی مرسوم	
۲۱۱۵۶۵	۲۴۶۰۷۶	۲۵۰۲۶۶	۲۵۳۳۶۴	هزینه کل (هزار ریال/هکتار)
۸۶۴۱۶	۱۰۵۵۷۱	۱۱۱۳۱۶	۱۳۸۰۲۸	هزینه متغیر (هزار ریال/هکتار)
۳۴۹۴۷۰	۳۶۰۵۲۶	۳۵۲۱۵۱	۳۲۵۸۳۱	درآمد کل (هزار ریال/هکتار)
۱۳۷۹۰۵	۱۱۴۴۵۰	۱۰۱۸۸۵	۷۲۴۶۷	سود ناخالص (هزار ریال/هکتار)

نظرسنجی از ۱۹۰۱ خانوار در مراکش نشان داد که کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش هزینه و افزایش سودآوری مزارع گندم می‌شود (دوکوتا و یگزو ۲۰۲۰).

برابر با ۰/۹۲ به دست آمد بنابراین مدل تخمین زده شده از برآزش مناسبی برخوردار می‌باشد.

به طور کلی با توجه به تفاوت‌هایی که در هر زون وجود دارد، نتایج بخش زون‌بندی می‌تواند در مدیریت شهرستان‌ها بسیار کمک کننده باشد. یافته‌های یک نتایج برآورد مدل رگرسیونی تابع هزینه ترانسلوگ

نتایج مدل رگرسیونی تابع هزینه ترانسوگ در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه به مقدار R^2

جدول ۵- نتایج برآورد تابع هزینه ترانسلوگ.

مقدار ضریب	متغیر	مقدار ضریب	متغیر
-۰/۰۲	اثر متقابل قیمت کود و قیمت ماشین‌آلات	۳/۷۱	عرض از مبدا
-۰/۰۱*	اثر متقابل قیمت کود و قیمت آب	-۰/۵۲	قیمت کود شیمیایی
-۰/۰۱	اثر متقابل قیمت سموم و قیمت نیروی کار	۰/۰۰	قیمت سموم
-۰/۲۶***	اثر متقابل قیمت سموم و ماشین‌آلات	۰/۴۹	قیمت نیروی کار
۰/۰۰۳	اثر متقابل قیمت سموم و قیمت آب	۱/۴۷	قیمت ماشین‌آلات
۰/۰۱	اثر متقابل قیمت نیروی کار و قیمت ماشین‌آلات	-۰/۴۴	قیمت آب
۰/۰۸	اثر متقابل قیمت نیروی کار و قیمت آب	-۰/۲۴	تولید
-۰/۰۴***	اثر متقابل قیمت ماشین‌آلات و آب	-۲/۰۳	متغیر موهومی کاربرد کشاورزی حفاظتی
۰/۰۴	اثر متقابل قیمت کود شیمیایی و زون ۱	۰/۰۴***	توان دو قیمت کود شیمیایی
-۰/۱۶*	اثر متقابل قیمت سم و زون ۱	۰/۱۳*	توان دو قیمت سموم
-۰/۰۱	اثر متقابل قیمت نیروی کار و زون ۱	-۰/۰۲	توان دو قیمت نیروی کار
-۰/۰۲	اثر متقابل قیمت ماشین‌آلات و زون ۱	۰/۱۲*	توان دو قیمت ماشین‌آلات
۰/۰۴*	اثر متقابل قیمت کود شیمیایی و زون ۱	۰/۰۱*	توان دو قیمت آب
-۰/۰۳	اثر متقابل قیمت کود شیمیایی و کشاورزی حفاظتی	-۰/۰۳	توان دو تولید
-۰/۰۳	اثر متقابل قیمت سم و کشاورزی حفاظتی	۰/۰۳*	اثر متقابل تولید قیمت کود
۰/۰۱*	اثر متقابل قیمت نیروی کار و کشاورزی حفاظتی	-۰/۰۴	اثر متقابل تولید و قیمت سم
-۰/۱۲	اثر متقابل اثر متقابل قیمت ماشین‌آلات و کشاورزی حفاظتی	۰/۰۰۱	اثر متقابل تولید و قیمت نیروی کار
-۰/۰۲***	اثر متقابل قیمت آب و کشاورزی حفاظتی	۰/۰۶*	اثر متقابل تولید و قیمت ماشین‌آلات
-۰/۰۰۱	اثر متقابل کشاورزی حفاظتی و تولید	-۰/۰۰۴	اثر متقابل قیمت آب و تولید
۱/۶۹	متغیر موهومی زون‌بندی	-۰/۰۱	اثر متقابل قیمت کود و قیمت سم
		۰/۰۱***	اثر متقابل قیمت کود و قیمت نیروی کار
	$R^2=۰/۹۲$		Durbin-Watson=۱/۹۷

***، ** و * معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهد

آماره d دوربین واتسون مقدار خود همبستگی بین باقیمانده‌ها را نشان می‌دهد و مقدار آماره همواره بین ۰ تا ۴ قرار می‌گیرد (ابریشمی ۲۰۱۵). محدوده‌ی قابل قبول برای این آماره بین ۱/۵ تا ۲/۵ می‌باشد که در این مطالعه ۱/۹۷ و مناسب به دست آمد. همچنین شرط همگنی نیز برقرار می‌باشد، یعنی مجموع ضرایب متغیرهای مربوط به قیمت نهاده‌های کود شیمیایی، قیمت سموم، قیمت نیروی کار، ماشین‌آلات و قیمت آب به ترتیب، ۰/۵۲، ۰/۰۰، ۰/۴۹، ۱/۴۷ و ۰/۴۴ - برابر با یک به دست آمد. متغیر موهومی T در این مطالعه ۲/۰۳ - به دست آمد و در واقع با صرف هزینه کمتر در کشاورزی حفاظتی، امکان بدست آوردن محصول وجود دارد. البته مقدار ضریب آن معنی‌دار نشد. لازم به ذکر است اثر متقابل منفی و معنی‌دار قیمت آب و کشاورزی حفاظتی نشان می‌دهد که در صورت اجرای کشاورزی حفاظتی، سهم هزینه آب کاهش می‌یابد. همچنین اثر متقابل مثبت و معنی‌دار قیمت نیروی کار و کشاورزی حفاظتی، بیانگر افزایش سهم هزینه نیروی کار در صورت اجرای کشاورزی حفاظتی است. همچنین ضریب متغیر موهومی I مثبت به دست آمد. بنابراین با تغییر منطقه از زون ۲ به زون ۱ هزینه‌های تولید افزایش می‌یابد که با نتایج جدول ۴ مطابقت دارد. گوش و همکاران (۲۰۲۲) نتیجه گرفتند که کشاورزی حفاظتی باعث افزایش عملکرد گندم در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم می‌شود. ساروالهو و لورنکو (۲۰۱۴) اعلام کردند که بی‌خاک‌ورزی حتی با حذف کاه، سود خالص را از طریق کاهش هزینه‌های خاک‌ورزی و افزایش جزئی در عملکرد، بهبود می‌بخشد.

جدول ۶ درصد تغییر کشتش تقاضای نهاده در اثر تغییر کشاورزی حفاظتی به مرسوم را نشان می‌دهد و همانطور که مشاهده می‌شود کشتش خود قیمتی تقاضای نهاده‌ها، علامت مورد انتظار منفی را دارند و بدین معناست که بین قیمت و مقدار تقاضا رابطه عکس وجود دارد. کشتش خود قیمتی بین کود شیمیایی- کود شیمیایی، سموم کشاورزی- سموم کشاورزی، نیروی کار- نیروی کار، ماشین‌آلات- ماشین‌آلات و آب- آب منفی هستند یعنی زمانی که قیمت نهاده‌ها زیاد شود به دلیل اینکه هزینه تولید زیاد می‌شود تقاضا برای آن نهاده کم خواهد شد. مقدار قدر مطلق کشتش خود قیمتی نهاده کود بیشتر از دیگر نهاده‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر، حساسیت تقاضای نهاده کود به تغییرات قیمت خود بیشتر از دیگر نهاده‌ها می‌باشد. نهاده‌های نیروی کار، آب، ماشین‌آلات و سموم به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند. کشتش خود قیمتی تقاضا مربوط به نهاده کود، (۰/۵۵) است که بدان معناست که با افزایش یک درصد در قیمت نهاده کود، تقاضا برای کود به مقدار ۰/۵۵ درصد کاهش می‌یابد درحالی‌که با افزایش یک درصد در قیمت نهاده سم، تقاضا برای نهاده سم ۰/۱۱ درصد کاهش می‌یابد. همچنین کشتش بین دو نهاده متفاوت، کشتش متقاطع می‌باشد به عنوان مثال کشتش متقاطع بین سموم و نیروی کار برابر ۴/۶۰- است و بین کود شیمیایی و نیروی کار ۰/۴۸ است که زمانیکه مثبت باشند دو نهاده جانشین هم و زمانی که منفی باشند دو نهاده مکمل هم هستند.

جدول ۶- درصد کاهش کشتش‌های خود قیمتی و متقاطع آن.

نام متغیر	کود شیمیایی	سموم کشاورزی	نیروی کار	ماشین‌آلات	آب
کود شیمیایی	-۰/۵۵	۰/۰۲	۰/۴۸	۱/۵۰	-۰/۴۳
سموم کشاورزی	-۴/۶۱	-۰/۱۱	-۴/۶۰	-۱۰۸/۷۶	۰/۸۱
نیروی کار	-۰/۵۰	-۰/۰۲	-۰/۴۹	۱/۴۹	-۰/۲۹
ماشین‌آلات	-۰/۵۳	-۰/۱۸	۰/۵۰	-۰/۳۶	-۰/۴۷
آب	-۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۳۲	۱/۵۶	-۰/۴۶

و کار جدید، ایجاد درآمدهای غیرکشاورزی و درنهایت منافع اجتماعی برای کشاورزان شود. کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش ۲۶/۰۴ درصدی مصرف آب نسبت به - خاک‌ورزی مرسوم شد و با توجه به محدودیت شدید منابع آب کشور، کشاورزی حفاظتی می‌تواند باعث حرکت به سمت توسعه پایدار باشد. کاهش تبخیر از سطح خاک، حفظ رطوبت بیشتر خاک پس از بارندگی و درنهایت کاهش مصرف آب می‌تواند کمک بسیار بزرگی برای مقابله با خشکسالی و کم آبی در استان گلستان باشد. هزینه تولید بیشتر در خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب به نیروی کار مورد نیاز بیشتر، استفاده از ماشین‌آلات و هزینه آب بود سود ناخالص کشاورزی حفاظتی حدود ۳۰ درصد بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بدست آمد و هزینه تولید هر کیلوگرم گندم ۲۰/۷۸ درصد کاهش یافت که با توجه به رتبه‌ی بالای شاخص فقر در استان گلستان، این کاهش هزینه‌ها در تولید گندم می‌تواند به معیشت کشاورزان کمک کند. به علاوه، کاهش هزینه‌ها در سال‌های ابتدایی کشاورزی حفاظتی توسط کشاورزان ملموس نیست و کشاورزان و مروجین اغلب تصور می‌کنند که شاید به دلیل مصرف بیشتر سموم در سال‌های ابتدایی اجرای کشاورزی حفاظتی، هزینه‌های تولید افزایش یابد درحالی‌که نتایج تحقیق نشان داد که کشاورزی حفاظتی حتی در فازهای اولیه هم می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌ها و افزایش عملکرد شود. لذا توصیه می‌شود آگاه‌سازی از منافع اقتصادی کشاورزی حفاظتی توسط مروجین انجام شود.

با توجه به کم بودن حاشیه سود کشاورزی هزینه‌های کامل حفاظت از خاک را نباید بر عهده کشاورزان، مروجین و فعالان محیط زیست گذاشت. تخصیص یارانه‌های هدفمند مانند؛ مشارکت کشاورزان در تعاونی‌های تولید روستایی، تقویت مهارت‌های شغلی، خدمات آموزشی، بهداشتی و درمانی برای کشاورزانی که اصول کشاورزی حفاظتی را اجرا می‌کنند و دوستدار

این نکته مهم را باید یادآور شد که مزارع در فاز اولیه کشاورزی حفاظتی بودند و با نتایج کلی، به‌نظر می‌رسد حتی در دوره‌های زمانی کوتاه، کشاورزی حفاظتی باعث سودآوری می‌شود. این نتایج با مطالعه تسما و همکاران (۲۰۱۵) در تضاد است که اظهار داشتند کشاورزی حفاظتی به نفع کشاورزان نیست. طبق نظر فردریش (۲۰۲۲)، برخی از مقالات بدون در نظر گرفتن تعریف کامل کشاورزی حفاظتی و با بررسی مزارع یک تا دو ساله، اظهار داشتند که کشاورزی حفاظتی نتایج مناسب با ادعاهای مطرح شده را بدست نمی‌آورد (پیتلکو و همکاران ۲۰۱۴، گیلر و همکاران ۲۰۰۹) و در برابر مزایای اثبات شده کشاورزی حفاظتی (کسام ۲۰۲۲) ایستادگی می‌کنند و در ادامه اعلام می‌کند که کشاورزی پایدار، که به نظر دست نیافتنی می‌رسید، با کشاورزی حفاظتی امکان پذیر است و جستجو برای کشاورزی پایدار به پایان رسیده‌است و نفوذ لابی‌های تجاری، مانند تولیدکنندگان تراکتور و کود شیمیایی، سیاستمداران را از حمایت از کشاورزی حفاظتی باز می‌دارد.

نتیجه گیری کلی

یکی از عوامل پذیرش کشاورزی حفاظتی، منافع مالی است که در سال‌های اول، بحث برانگیز است لذا، این تحقیق به بررسی فواید مالی فاز اولیه کشاورزی حفاظتی پرداخته‌شد. در مطالعات مختلف به مزایای زیست محیطی کشاورزی حفاظتی پرداخته شده‌است که این مزایا کمتر مورد توجه کشاورزان، مجریان و متولیان کار است در حالی‌که نتایج این تحقیق منافع اقتصادی کشاورزی حفاظتی را در سال‌های اولیه نشان داد.

فاز اولیه کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش مصرف نهاده‌ها به غیر از سم شده‌است، بیشترین کاهش با ۴۵/۴۸ درصد به نیروی کار و کمترین کاهش با ۱۵/۶۲ درصد به مقدار بذر مصرفی تعلق دارد. کاهش نیروی کار در کشاورزی حفاظتی ممکن است باعث ایجاد کسب

کشاورزی حفاظتی بودند نشان داد، لذا برای مشخص شدن منافع بیشتر، پیشنهاد می‌شود این مطالعه برای دیگر محصولات و در مزارعی که در فازهای انتقال و تثبیت هستند نیز اجرا شود تا ارزش بالای کشاورزی حفاظتی برای آینده اقتصادی کشاورزی مشخص شود.

خاک و محیط زیست هستند، می‌تواند راهگشا باشد. همچنین ارائه تخفیف در حق بیمه محصولات کشاورزی، در نظر گرفتن برچسب و خرید محصولات کشاورزی حفاظتی با قیمت بالاتر به عنوان محصولات خاک دوستدار، برای ترویج کشاورزی حفاظتی می‌تواند مفید فایده باشد. سرانجام با توجه به اینکه نتایج این مطالعه منافع اقتصادی تولید گندم را مزارعی که در فاز اولیه

منابع مورد استفاده

- 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* 49(2):179-190. (In Persian with English abstract)
- Abrishami H, 2015. *Basic Econometrics*. Tehran University.
- Anonymous, 2014. *Conservation Agriculture Adoption Worldwide, AQUASTAT: FAO-CA*.
- Anonymous, 2019. Ministry of Cooperatives, Labour, and Social Welfare, Islamic Republic of Iran.
- Anonymous, 2021. Abstract of the Agriculture Statistics Plan, Statical Center, Islamic Republic of Iran.
- Anonymous, 2022. *Statistics and Information of Rainfall Station, Regional Water Company of Golestan Province, Islamic Republic of Iran*.
- Anonymous, 2022. *Wheat Production and Costs Report Golestan Province. Ministry of Agriculture-Jahad, Islamic Republic of Iran*.
- Asadi ME and Sadeghi S, 2020. *Healthy soils with Conservation Agriculture Systems. Gorgan Virast*.
- Ashraf SA, AghaKouchak A, Nazemi A, Mirchi M, Sadegh HR, Moftakhari E, Hassanzadeh CY, Miao K, Madani M and Mousavi Baygi M, 2019. Compounding effects of human activities and climatic changes on surface water availability in Iran. *Climatic Change* 152(3):379-391.
- Ataei P, Sadighi H, Aenis Th, Chizari M and Abbasi E, 2021. Challenges of applying conservation agriculture in Iran: An overview on experts and farmers perspectives. *Air, Soil and Water Research* 14(1):1-14.
- Carter MR and Ivany JA, 2006. Weed seed bank composition under three long-term tillage regimes on a fine sandy loam in Atlantic Canada. *Soil and Tillage Research* 90:29-38.
- Carvalho M and Lourenço E, 2014. Conservation agriculture—a Portuguese case study. *Journal of Agronomy and Crop Science* 200(5): 317-324.
- Chaudhary A, Timsina P, Suri B, Karki E, Sharma A, Sharma R and Brown B, 2022. Experiences with conservation agriculture in the eastern Gangetic Plains: farmer benefits, challenges, and strategies that frame the next steps for wider adoption. *Frontiers in Agronomy* 3(3): 1-13.
- Derpsch R, 2007. No-tillage and conservation agriculture: a progress report. Pp 7-39. In: Goddard T, Zoebisch M, Gan Y, Ellis W, Watson A and Sombatpanit S (eds). *No-Till Farming Systems. Special Pub. No. 3. World Association of Soil and Water Conservation (WASWAC), Bangkok*.
- Devkota M and Yigezu YA, 2020. Explaining yield and gross margin gaps for sustainable intensification of the wheat-based systems in a Mediterranean climate. *Agriculture System* 185(1): 1-16.
- Devkota M, Devkota KP and Kumar S, 2022. Conservation agriculture improves agronomic, economic, and soil fertility indicators for a clay soil in a rainfed Mediterranean climate in Morocco. *Agricultural Systems* 201(1): 103-117.
- Friedrich T, 2022. The ongoing search for sustainable agriculture. *Journal of Plant Science and Phytopathology* 6: 133-134.
- Ghosh S, Das TK, Shivay YS, Bhatia A, Sudhishri S and Yeasin M, 2022. Impact of conservation agriculture on wheat growth, productivity and nutrient uptake in maize/wheat/mungbean. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management* 13(4): 422-429.
- Giller KE, Witter E, Corbeels M and Tittonell P, 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. *Field Crops Research* 114(1): 23-34.
- Gorjian S and Ghobadian B, 2015. Solar desalination: A sustainable solution to the water crisis in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 48:571-584.

- Hadipoor H, Mosavi SN and Najafi B, 2019. Evaluation of stability indicators of protected agricultural technology: A case study of wheat crop in Marvdasht county. *Agricultural Economics Research* 11(43): 41-72. (In Persian with English abstract)
- Hashemi H, 2015. Climate change and the future of water management in Iran. *Middle East Critique* 24(3): 307-323.
- Jacobs AA, Evans RS, Allison JK, Garner ER, Kingery WL and McCulley RL, 2022. Cover crops and no-tillage reduce crop production costs and soil loss, compensating for lack of short-term soil quality improvement in a maize and soybean production system. *Soil and Tillage Research* 218: 105-111.
- Jat ML, Gathala MK, Saharawat YS, Tatarwale JP, Gupta R and Singh Y, 2013. Double no-till and permanent raised beds in maize-wheat rotation of northwestern Indo Gangetic plains of India: Effects on crop yields, water productivity, profitability and soil physical properties. *Field Crops Research* 149: 291-299.
- Kassam A, 2022. *Advances in Conservation Agriculture: Adoption and Spread*. Cambridge, UK.
- Kassam A, Friedrich T and Derpsch R, 2018. Global spread of conservation agriculture. *International Journal of Environmental Studies* 76(1): 29-51.
- Kassam A, Gonzalez-Sanchez E, Goddard T, Hongwen L, Mello I, Mkomwa S, Shaxson F and Friedrich T, 2020. *Harnessing ecosystem services with conservation agriculture*. Advances in Conservation Agriculture. Cambridge, UK.
- Keil A, Mitra A, McDonald A and Malik RK, 2020. Zero-tillage wheat provides stable yield and economic benefits under diverse growing season climates in the eastern Indo-Gangetic Plains. *Journal of Agricultural Sustainability* 18(6): 567-593.
- Knowler D and Bradshaw B, 2007. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy* 32(1): 25-48.
- Kuroda Y, 1987. The Production structure and demand for labor in postwar Japanese agriculture. *American Journal of Business Management* 4(6): 1126-1130.
- Kumara TK, Kandpal A and Pal S, 2020. A meta-analysis of economic and environmental benefits of conservation agriculture in South Asia. *Journal of Environmental Management* 269: 110-173.
- Lal R, 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability* 7: 5875-5895.
- Laukkanen M and Nauges C, 2011. Environmental and production cost impacts of no-till: estimates from observed behavior. *Land Economics* 87(3): 508-527.
- Madani K, 2014. Water management in Iran: what is causing the looming crisis? *Journal of Environmental Studies and Sciences* 4: 315-328.
- Mesgaran M, Madani K, Hashemi H and Azadi P, 2017. Iran's land suitability for agriculture. *Nature Scientific Reports* 7(1): 1-12.
- Mirzaei A, Saghafian B, Mirchi A and Madani K, 2019. The groundwater-energy-food nexus in Iran's agricultural sector: Implications for water security. *Water* 11(9): 18-35.
- Mishra JS, Poonia SP, Kumar R, Dubey R, Kumar V, Mondal S, Dwivedi SK, Rao KK, Kumar R, Tamta M and Verma M, 2021. An impact of agronomic practices of sustainable rice-wheat crop intensification on food security, economic adaptability, and environmental mitigation across eastern Indo-Gangetic Plains. *Field Crops Research* 267: 108-164.
- Mohler CL, Frisch, JC and McCulloch CE, 2006. Vertical movement of weed seed surrogates by tillage implements and natural processes. *Soil and Tillage Research* 86: 110-122.
- Nasseri A, 2019. Energy use and economic analysis for wheat production by conservation tillage along with sprinkler irrigation. *Science of the Total Environment* 648: 450-459.
- Ngwira AR, Aune JB and Mkwinda S, 2012. On-farm evaluation of yield and economic benefit of short-term maize legume intercropping systems under conservation agriculture in Malawi. *Field Crops Research* 132: 149-157.
- Pittelkow C, Xinqiang L, Lindquist B, van Groenigen KJ, Lee J, Lundy ME, van Gestel N, Six J, Venterea RT and van Kessel C, 2014. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature* 517: 365-368.
- Saemian P, Tourian MJ, AghaKouchak A, Madani K and Sneeuw N, 2022. How much water did Iran lose over the last two decades? *Journal of Hydrology: Regional Studies* 41(2): 1-18.

- Sarikhani Khorrami S, Kazemeini SA, Zare E and Bahrani MJ, 2019. Evaluation of wheat genotypes under tillage practices: application of technique for order preference by similarity to ideal solution method. *Iran Agricultural Research* 38(2): 55-64. (In Persian with English abstract)
- Shiferaw B, Smale M, Braun HJ, Duveiller E, Reynolds M and Muricho G, 2013. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security* 5(3): 291-317.
- Singh SK, Patra A, Chand R, Jatav HS, Luo Y, Rajput VD, Sehar S, Attar SK, Khan MA, Jatav SS and Minkina T, 2022. Surface seeding of wheat: A sustainable way towards climate resilience agriculture. *Sustainability* 14(12): 60-74.
- Sorrell S, 2008. *Energy-Capital Substitution and the Rebound Effect*. St. John's College, Oxford.
- Sun Y and Li Ch, 2022. Effects of circular-agriculture economic measures on environmental conservation and socioeconomic development. *Journal of Cleaner Production* 379: 134-140.
- Tessema Y, Asafu-Adjaye J, Rodriguez D, Mallawaarachchi T and Shiferaw B, 2015. A bio-economic analysis of the benefits of conservation agriculture: The case of smallholder farmers in Adami Tulu district, Ethiopia. *Ecological Economics* 120: 164-174.
- Tolessa D, Du Preez, CC and Ceronio GM, 2014. Effect of tillage system and nitrogen fertilization on organic matter content of Nitisols in Western Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research* 9(42): 3171–3184.
- Uzawa H, 1962. Production functions with constant elasticities of substitution. *The Review of Economic Studies* 29(4): 291-299.