نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۱ شماره ۱ / سال ۱۴۰۰ صفحات ۳۶۳-۳۴۹

ارزیابی اقتصادی تولید گندم دیم تحت شرایط متفاوت عملیات خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن در شرایط دیم سرارود کرمانشاه

عبدالوهاب عبدالهی[۱]، هادی خرسندی[۲]*، رویا فردوسی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/٦
۱-عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
۲-محقق موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
۳-عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: : hkhorsandy@yahoo.com

چکیده

اهداف: مطالعه به‌منظور بررسی اقتصادی اثر کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی و مقادیر مختلف کود نیتروژن در عملکرد گندم در تناوب با نخود در شرایط دیم اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایشی با ۸ تیمار به روش آماری کرت‌های خرد شده براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی به مدت ٤ سال از پاییز ۱۳۹۳ تا پاییز ۱۳۹۷ در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه اجرا گردید. فاکتور اصلی خاک‌ورزی در ۲ سطح بدون خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی و فاکتور فرعی کود نیتروژن در ٤ سطح بدون مصرف کود نیتروژن و مصرف ۳۰، ٤٥ و ٦۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثرات خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن روی درصد کربن آلی، پایداری خاکدانه و درصد نیتروژن کل معنی‌دار نبود. بیشترین مقدار عملکرد در تیمار سال دوم، کم‌خاک‌ورزی و مصرف ٤٥ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اتفاق افتاد. نتایج ارزیابی اقتصادی نشان داد که هر تیمار به تنهایی از لحاظ اقتصادی سودآور است و در بین تیمارها، تیمار کم خاک‌ورزی و بدون مصرف کود نیتروژن دارای بیشترین نسبت منافع به هزینه‌ها است.

نتیجه‌گیری: در هر دو نظام بی‌خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی ملاحظه شد که با افزایش میزان مصرف نیتروژن نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال هزینه‌ها کاهش یافت. در نهایت، با توجه به نسبت تفاضل ارزش حال منافع به تفاضل ارزش حال هزینه‌ها، تیمار یعنی کشت گندم در تناوب نخود و سیستم کم خاک‌ورزی و مصرف ٤٥ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، به عنوان برترین تیمار از لحاظ اقتصادی در منطقه سرارود کرمانشاه شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: تناوب، نخود، خاک‌ورزی، دیم، سردمعتدل

Economic Evaluation of Wheat Production under Different Conditions of Tillage Operation and Nitrogen Fertilizer Application in Dryland Conditions of Kermanshah

Abdolvahab Abdulahi[1], Hadi Khorsandy[2*], Roya Ferdosi[3]

Received: January 25, 2021 Accepted: April 9, 2020
1-Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research Education and Extension (AREEO), Iran.
2-Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research Education and Extension (AREEO), Iran.
3-Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research Education and Extension (AREEO), Iran.
*Corresponding Author Email: : hkhorsandy@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: In this study, the effects of different levels of tillage and nitrogen fertilizer on wheat yield in rotation with chickpea were studied.

Materials and Methods: An experiment with 8 treatments in a split plot design based on randomized complete block design with two factors of tillage type including T0= low tillage and T1= no tillage and quantities of different nitrogen fertilizer application at four levels including N0= without nitrogen application, N30= 30, N45= 45 and N60= 60 $kg.ha^{-1}$ pure nitrogen for 4 years in 3 replicates from 2015 to 2019 in moderate-cold region of Kermanshah was conducted.

Results: Finally evaluated treatments technically and economically were. The highest amount of organic carbon (0.703%) belonged to T_0N_{45} treatment. The results of soil analysis showed that the effects of tillage and nitrogen fertilizer application. The results showed that the highest yield occurred in the second crop year in T_1N_{45} treatment. The results of economic evaluation showed that each treatment alone was economically profitable and among the treatments, T_1N_0 treatment had the highest benefit-to-expenditure ratio.

Conclusion: In both no tillage and low tillage systems, it was observed that the ratio of present value to interest expense decreased with increasing nitrogen use. Finally, considering the ratio of present benefit - cost ratio difference showed that T_1N_{45} treatment, namely rainfed wheat cultivar with low tillage and 45 kg/ ha nitrogen fertilizer, be known as the best economically treatment in Sararood region of Kermanshah.

Keywords: Chickpea, Dryland**,** Moderate Cold, Rotation, Tillage

مقدمه

غلات و بویژه گندم از جمله تولیدات راهبردی و مهم کشاورزی محسوب می‌شود و در الگوی غذایی بسیاری از کشورهای جهان از جمله ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشند، به طوری که در ایران بیش از ٤٥ درصد پروتئین و ٥٥ درصد از کالری مورد نیاز از گندم تأمین می‌شود لذا گندم غذای اصلی مردم محسوب می‌شود (گائو و همکاران ۲۰۱۲ و خمدی و همکاران ۲۰۱۵). برای تولید گندم به عنوان یک محصول استراتژیک، کشاورزی حفاظتی توصیه‌هایی را مبنی بر کم‌خاک‌ورزی و باقی ماندن بقایای محصول در مزارع ارائه کرده است. به اعتقاد پاپندیک و پار (۱۹۹۷) به‌دلیل

نقصان ماده آلی در مناطق دیم، سیستم کشاورزی براساس خاک‌ورزی متداول در دراز مدت پایدار نخواهد بود. تغییر در مدیریت بقایا، تأثیر فراوانی بر ویژگی های خاک و در نهایت عملکرد دانه دارد (تریپاتی ۲۰۰۷ و لیتورگیدی ۲۰۰۶). یافته های تحقیقاتی نشان می دهد که حداقل عملیات خاک ورزی با حفظ بقایا، رطوبت خاک را افزایش می‌دهد (سینگ و هیل ۲۰۰۷).

بقایای گیاهی و کودهای حیوانی منابع مهم مواد غذایی برای تولید محصولات کشاورزی می‌باشند (کایولا و همکاران ۲۰۰۹). با افزایش میزان بقایا از صفر به ۶۰ درصد، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه گندم به طور نسبی افزایش می یابد و خاک‌ورزی متداول با حفظ ۶۰ درصد بقایا عملکرد را افزایش می دهد (کمیلی و همکاران ۲۰۱۶). طبق گزارش لامپورلانز و همکاران (۲۰۱۶) حفظ بقایا در حد بهینه در شرایط دیم، از طریق فراهمی بهتر رطوبت حاصل از بارندگی‌ها می‌تواند اثر مثبتی بر عملکرد داشته باشد. اضافه نمودن مقدار کمی بقایای گیاهی در مقایسه با سوزاندن آن، عملکرد گیاه را تا ۵۰ درصد افزایش می‌دهد (شهباز و همکاران ۲۰۱۷). نظام‌های کشت بدون مدیریت صحیح و حفظ بقایا، با ایجاد شرایط زیستی و شیمیایی نامطلوب در خاک، باعث کاهش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک می‌گردند. نتایج یک آزمایش نشان داد که اثر کشاورزی مرسوم بر روی عملکرد خاک منفی و معادل ۰/۵ بوده و اثر کشاورزی حفاظتی روی عملکرد خاک مثبت ۰/۸۳–۰/۸ بوده است (قالی و همکاران ۲۰۱۸).

براساس مطالعات سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، منافع کشاورزی حفاظتی را می‌توان در سه گروه منافع اقتصادی، منافع زراعی و منافع زیست محیطی خلاصه کرد. در زمینه اقتصادی، کشاورزی حفاظتی به بهبود بهره‌وری تولید منجر می‌شود. سه مزیت اقتصادی کشاورزی حفاظتی عبارتند از، صرفه‌جویی در زمان و در نتیجه کاهش نیاز به نیروی کار، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری به مفهوم دستیابی به ستانده بیشتر در مقابل نهاده کمتر. در بعد زراعی، کشاورزی حفاظتی بهبود بهره‌وری خاک را به دنبال دارد. روی آوردن به کشاورزی حفاظتی منجر به حفاظت از خاک و آب می‌شود و ساختار خاک را بهبود می‌بخشد. با توجه به سطح درآمد پایین کشاورزان گندم‌کار، بایستی تدابیری اندیشیده شود تا با روش کشت مناسب، هزینه‌های تولید کاهش یافته و درآمد کشاورزان افزایش یابد و در عین حال اصول پایداری کشاورزی نیز رعایت گردد. به طور حتم سودآوری روش‌های کشاورزی حفاظتی از اهداف مهم برای برنامه‌ریزان و بهره‌برداران بخش کشاورزی است. مدیریت هزینه در مزرعه و اثربخشی آن عامل بسیار مهم برای کشاورزان جهت پذیرش روش‌های کشاورزی حفاظتی است. زیرا با تغییر روش‌های کشت، هزینه‌ها یا منافع تغییر می‌کنند.

نتایج برخی مطالعات انجام شده در زمینه بررسی روش‌های مختلف خاک‌وزری نشان داد که نظام بدون خاک‌ورزی مناسب نیست و باعث کاهش عملکرد می‌شود و مقدار سود خالص حاصل از خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار بیش از سایر روش‌های خاک‌ورزی است (حسینی و همکاران ۲۰۱۵). در حالی که نتایج برخی مطالعات انجام شده نشان داد که استفاده از گاوآهن برگردان دار در آماده سازی زمین علاوه بر مصرف انرژی زیاد، به دلیل زیر و رو کردن مداوم خاک موجب اتلاف رطوبت، تسریع اکسیداسیون مواد آلی و تخریب ساختمان خاک می‌گردد و استفاده از گاوآهن برگرداندار علاوه براین باعث خواهد شد که تمام بقایای گیاهی وارد خاک شده و از دسترس خارج شود و در نتیجه خاک در معرض فرسایش شدید آبی و خاکی قرار گیرد. همچنین میزان تبخیر ماهیانه رطوبت از خاک، در روش بی‌خاک‌ورزی کمتر است (اسپراگو و تریپلت ۱۹۸۶، شمس آبادی (۲۰۱۵). در مطالعه لوپز و همکاران (۱۹۹۶) در سال‌های خشک عملکرد گندم در روش بی خاک‌ورزی از روش‌های دیگر بیشتر بود.

برعکس روش خاک‌ورزی متداول در سالهای پر باران نتیجه بهتری داشت. مطالعه نوروود و کوری (۱۹۹۷)، نشان داد در روش بی‌خاک‌ورزی که علف‌های هرز فقط با استفاده از علفکش‌ها کنترل می‌شدند، موجب افزایش عملکرد دانه گندم به اندازه ۱۰ درصد و بازده ذخیره رطوبت خاک به اندازه ۹ درصد نسبت به روش مرسوم شد و روش‌های کم‌خاک‌ورزی عملکردی بین روش مرسوم و روش بی‌خاک‌ورزی داشت. دالال و همکاران (۱۹۹۸) اثرات مفید حاصل از تناوب نخود- گندم را در طی هشت سال در مقایسه با کشت ممتد گندم گزارش نمودند و دریافتند که تناوب نخود - گندم علاوه بر بالا بردن توان تولید خاک باعث افزایش ١٤ درصدی پروتئین دانه گندم می‌شود.

سارااوسکیز و همکاران (۲۰۱۲)، نتیجه گرفتند که در سیستم خاک‌ورزی عمیق و کشت معمولی زمان صرف شده برای انجام کار بیشتر است. در سیستم خاک‌ورزی معمولی میزان مصرف سوخت نسبت به سیستم بدون خاک‌ورزی و سیستم کم‌خاک‌ورزی بیشتر است. موایتزی و همکاران (۲۰۱۳)، نتیجه گرفتند که که خاک‌ورزی معمولی بالاترین زمان انجام کار وبالاترین نرخ مصرف سوخت را داشت. نتایج مطالعه لامپورلانز و همکاران (٢٠١٦)، نشان داد که استفاده از سیستم کم‌خاک‌ورزی در سلوانرا و سیستم بدون خاک‌ورزی در الکانس و آگرامونت منجر به حداکثر ذخیره آب در خاک شد. در سلوانرا میزان عملکرد در دو سیستم بدون خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی بیشتر بود. در الکانس تفاوت معنی داری در عملکرد سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی وجود نداشت.

نتایج مطالعات انجام شده در مورد کاربرد کود نیتروژن نشان می‌دهد که در شرایط کنترل علف‌های هرز، با دو برابر شدن مقدار نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن از ١/٨٦ به ٧/٤٣ افزایش یافت (محمددوست‌چمن‌آباد و همکاران ٢٠١٤). مطالعه قنبری و همکاران (٢٠١٤)، نشان می‌دهد که در تیمارهای کم آبیاری و دیم، با افزایش مقدار نیتروژن از عدم مصرف کود تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت. در حالی که در تیمارهای با آبیاری کامل با افزایش مصرف نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن نیز افزایش یافت. خیاط و همکاران (٢٠١٤) به این نتیجه رسیدند که تیمار کاربرد ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در لاین S78 بالاترین عملکرد دانه را داشته است. در مطالعه شهراسبی و همکاران ۲۰۱۵، کاربرد کود نیتراته در شرایط تنش و بدون تنش اثر معنی‌داری روی عملکرد گندم دارد. مصرف کودهای نیتروژنه، پروتئین گندم زمستانی را افزایش داده و کیفیت عوامل موثر در پخت را بهتر می‌کند. نتایج بررسی قبادی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که در گیاه ذرت با تأمین ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی، مصرف نیتروژن تأثیر مثبت بر اندازه بلال و افزایش عملکرد دارد و مصرف نیتروژن تا ۷۰ درصد مقدار توصیه شده باعث بهبود بهره‌وری اقتصادی آب شد. بیشترین عملکرد دانه و درآمد خالص در تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن به دست آمد. خرسندی و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی فنی و اقتصادی اثرات عملیات خاک‌ورزی و کود نیتروژن در عملکرد گندم در شرایط تناوب با نخود در منطقه مراغه به این نتیجه رسیدند که تیمار خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد نداشت. و تیمار بدون خاک‌ورزی با مصرف ٤٥ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به عنوان اقتصادی‌ترین تیمار برای مناطق سردسیر دیم شناخته شد.

با توجه به مطالعات انجام شده ملاحظه گردید که در کشت گندم دیم ارزیابی اقتصادی اثر همزمان مقادیر مختلف کود نیتروژن و انواع روش‌های خاک‌ورزی در تناوب با نخود، در شرایط سرد معتدل مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا با توجه به اینکه قدرت خرید کشاورزان پایین است و همواره به دنبال روش‌های کشتی هستند که افزایش درآمد آن‌ها را در پی داشته

باشد و در عین حال هزینه‌های تولید را کاهش دهد و کمترین آسیب را به محیط زیست وارد کند. بنابراین، در پی پاسخ به این سؤال که کدام تیمار می‌تواند از نظر فنی و اقتصادی برای گندم‌کاران منطقه سرارود کرمانشاه حداکثر بهره‌وری و سودآوری را داشته باشد، سعی گردید این اثرات با در نظر گرفتن شرایط مذکور در تناوب نخود در چهار سال زراعی و در سه تکرار در منطقه سرارود کرمانشاه آزمایش شود و روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مقادیر متفاوت مصرف کود نیتروژن از نظر اقتصادی با هم مقایسه شوند. با برآورد هزینه‌ها و درآمدهای تیمارهای مختلف و با استفاده از روش ارزش کنونی خالص شاخص نسبت منافع به مخارج۱ محاسبه گردد و سودمندترین تیمار انتخاب شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب اسپلیت پلات براساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به مدت چهار سال زراعی از سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ تا ۹۷-۱۳۹۶ در ۳ تکرار و در دو فاز نخود و گندم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش خاک‌ورزی در دو سطح بدون خاک‌ورزی (T0) و کم خاک‌ورزی (T1) در کرت‌های اصلی و سطوح مختلف کود نیتروژن در چهار سطح بدون کود نیتروژن (N0)، ۳۰ کیلوگرم در هکتار (N30)، ٤٥ کیلوگرم در هکتار (N45) و ٦٠ کیلوگرم در هکتار(N60) در کرت‌های فرعی بودند. برای اجرای پروژه در پاییز ۱۳۹۳ قطعه زمینی که در سال قبل مزرعه نخود رقم سارال بود انتخاب و گندم رقم باران در آن کشت گردید. در قطعه همجوار نیز نخود رقم سارال برای ایجاد فازهای تناوبی کشت شد. قبل از اعمال تیمارها از فاز نخود و فاز گندم نمونه خاک تهیه شد. نخود رقم سارال براساس۳۰ دانه در مترمربع و گندم رقم باران با تراکم ٤٠٠ دانه در متر مربع به صورت مکانیزه با قابلیت جایگذاری کود در زیر بذر در پاییز کشت شدند. عملیات کاشت در تیمار بدون خاک‌ورزی بصورت کشت مستقیم در داخل بقایای گیاهی و در تیمار کم خاک‌ورزی بعد از کاربرد گاوآهن قلمی غلطک‌دار صورت گرفت. نخود بطور مکانیزه و با فاصله ردیف ۵۰-۲۵ سانتیمتر کشت شد. کود نیتروژن از منبع اوره در تیمارهای مورد آزمایش مزرعه گندم به صورت تقسیط مصرف شد به طوریکه دو سوم آن همزمان با کاشت و مابقی در فصل بهار به صورت سرک مصرف گردید. همچنین کود فسفر بر اساس تجزیه خاک به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار در پاییز و همزمان با کاشت و از منبع سوپرفسفات تریپل مصرف شد. مبارزه با علف‌های هرز در فصل بهار به طور مکانیزه انجام شد. برداشت نخود به صورت مکانیزه با استفاده از دستگاه دروگر انجام گردید به طوری که ریشه نخود در خاک باقی ماند. در طول مدت اجرای آزمایش، کنترل علف‌های هرز و مبارزه با آفات انجام شد. در مراحل مختلف رشد و نمو گندم از صفات مهم زراعی یادداشت‌بردای بعمل آمد. برای تجزیه داده‌ها از برنامه Genstat ۱۲ و MSTATC و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. برای محاسبه انحراف استاندارد و رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

جهت بررسی اقتصادی این طرح از روش محاسبه شاخص نسبت منافع به مخارج استفاده شد. منافع ناخالص هر تیمار از حاصل‌ضرب عملکرد خالص گندم در قیمت گندم در همان سال مطابق رابطه ۱ به دست آمد. هزینه انجام طرح نیز از مجموع هزینه پرداخت شده بابت استفاده از عوامل تولید محاسبه می‌شود.

$$GB = NY.P$$
$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$

[رابطه ۱]

[1] Marginal Benefit - Cost Ratio

در رابطه فوق، GB: منافع ناخالص، NY: عملکرد خالص گندم دیم و P: قیمت گندم دیم در منطقه هستند. هزینه‌های متغیر۱ (C) نیز مجموع هزینه‌های خاکورزی با گاوآهن قلمی غلطک‌دار شامل هزینه نیروی کار مورد استفاده، هزینه استفاده از تراکتور (سوخت، استهلاک، نگهداری و تعمیرات، روغن و بهره سرمایه سالانه) و هزینه گاوآهن قلمی غلطک‌دار است(C_1)، هزینه کاشت با بذرکار شامل هزینه بذر، هزینه نیروی کار مورد استفاده و هزینه استفاده از بذرکار (سوخت، استهلاک، نگهداری و تعمیرات، روغن و بهره سرمایه سالانه) (C_2)، هزینه سمپاشی شامل هزینه سم، هزینه نیروی کار مورد استفاده و هزینه استفاده از دستگاه سمپاش در صورت سمپاشی مکانیکی (سوخت، استهلاک، نگهداری و تعمیرات، روغن و بهره سرمایه سالانه) (C_3)، هزینه کود (C_4) و هزینه برداشت با کمباین شامل هزینه نیروی کار مورد استفاده و هزینه استفاده از دستگاه کمباین (سوخت، استهلاک، نگهداری و تعمیرات، روغن و بهره سرمایه سالانه) (C_5) است. لازم به ذکر است که به دلیل یکسان بودن زمین مورد استفاده در تمامی تیمارها و در نتیجه یکسان بودن هزینه زمین در تمامی تیمارها از احتساب هزینه زمین در محاسبه هزینه‌ها صرف نظر گردید. برای محاسبه استهلاک نیز از روش نزولی استفاده شده است.

برای تعیین مناسب‌ترین تیمار از لحاظ اقتصادی از بین تیمارهای مورد بررسی جهت معرفی و توصیه به زارعین منطقه مورد مطالعه، ابتدا درآمد ناخالص هر تیمار از حاصلضرب عملکرد در هکتار محصول گندم در هر تیمار در قیمت گندم در منطقه در همان سال یعنی معادل ۱۱۵۵۰ ریال در سال زراعی۲۰۱۵-۲۰۱٤، معادل ۱۲۷۰۵ ریال در سال زراعی ۲۰۱٦-۲۰۱۵ و معادل ۱۳۰۰۰ ریال در سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱٦ و ۲۰۱۸-۲۰۱۷ محاسبه شد. برای ارزیابی اقتصادی تیمارها ابتدا ارزش حال۲ منافع ناخالص و ارزش حال هزینه‌ها با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

[رابطه ۲]

$$P = F(P/F, i\%, n) = F\frac{1}{(1+i)^n}$$

در این رابطه F: ارزش آتی هزینه‌ها و منافع، P: ارزش حال هزینه‌ها و منافع، i: نرخ تنزیل یا هزینه سرمایه‌گذاری با در نظر گرفتن تورم، ریسک و عدم قطعیت در جریان‌های نقدی آتی که برای سال زراعی۲۰۱۵-۲۰۱٤، معادل ۱۵درصد،برای سال زراعی ۲۰۱٦-۲۰۱۵ معادل ۱٦ درصدو برای سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱٦ و ۲۰۱۸-۲۰۱۷ معادل ۱۸ درصد در نظر گرفته شد. و n: مدت استفاده از سرمایه‌گذاری یا بعبارتی طول دوره آزمایش است. جهت تعیین ارزش حال هزینه تیمارها برای فاکتورهای خاکورزی و مصرف کود نیتروژن در هر سال زراعی مورد مطالعه، نمودار جریان نقدی۳ رسم شده است. با توجه به این که هزینه‌های داشت تقریباً شش ماه پس از عملیات خاکورزی و کاشت و هزینه‌های برداشت تقریباً پس از ۱۲ ماه از زمان خاکورزی و کاشت صورت می‌پذیرد، دوره‌های پرداخت و دریافت به صورت دوره شش ماهه در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، نرخ بهره مؤثر برای هر دوره از رابطه ۳ محاسبه می‌گردد. در نهایت برای همه تیمارها در هر سال، نمودارهای جریان نقدی به صورت نمودار ۱ ترسیم شد.

[رابطه ۳]

$$i_e = (1+\frac{r}{t})^t - 1$$

مطابق شکل ۱، نمودار جریان نقدی برای تیمارهای بدون‌خاکورزی، نمادهای P_2، P_5، P_8 و P_{11}

[1] - Variable Cost

[2] - Present Value

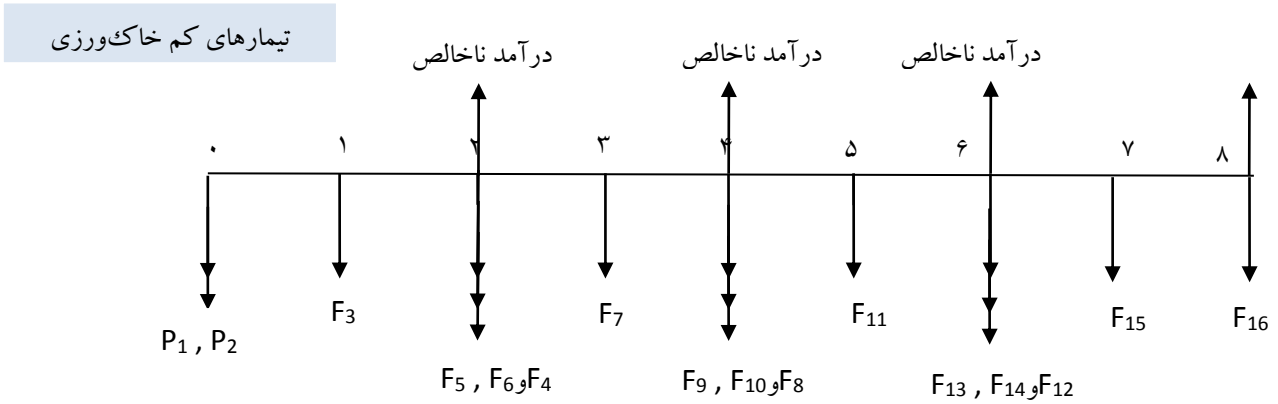
[3]- Cash Flow Diagram

نشان‌دهنده هزینه‌های کاشت در سال‌های اول، دوم، سوم و چهارم پروژه هستند. همچنین، نمادهای P_3، P_6، P_9 و P_{12} نشان‌دهنده هزینه‌های داشت و نمادهای P_4، P_7، P_{10} و P_{13} بیانگر هزینه‌های برداشت در چهار سال انجام پروژه هستند. همچنین، در نمودار جریان نقدی برای تیمارهای کم‌خاک‌ورزی، نمادهای P_1، P_5، P_9 و P_{13} نشان‌دهنده هزینه‌های خاک‌ورزی در سال‌های اول، دوم، سوم و چهارم پروژه و نمادهای P_2، P_6، P_{10} و P_{14} بیانگر هزینه‌های کاشت در سال‌های اول، دوم، سوم و چهارم پروژه هستند. همچنین، نمادهای P_3، P_7، P_{11} و P_{15} نشان‌دهنده هزینه‌های داشت و نمادهای P_4، P_8، P_{12} و P_{16} بیانگر هزینه‌های برداشت در چهار سال انجام پروژه هستند.

جهت ارزیابی اقتصادی هر یک از تیمارها از نسبت منافع به مخارج تیمارها استفاده شد و تیمارهایی که نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال هزینه‌های آن کوچکتر از یک باشند به عنوان تیمارهای غیر اقتصادی از بین تیمارها حذف شده تا از بین تیمارهای باقیمانده، تیماری که بیشترین توجیه اقتصادی را با توجه به نسبت B/C دارد انتخاب گردد. برای این منظور، تیمارهای باقیمانده بر اساس میزان هزینه‌ها از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند و اختلاف ارزش حال منافع هر تیمار با تیمار سطح پایین (ΔP.V.(B)) و همچنین، اختلاف ارزش حال هزینه تیمارهای مذکور (ΔP.V.(C)) محاسبه می‌گردد. در نهایت نسبت منافع به هزینه به صورت رابطه ٤ برای تیمارها محاسبه شد. در صورتی که پاسخ به دست آمده بزرگتر از ۱ باشد، تیمار با هزینه کمتر حذف شده و تیمار باقی‌مانده با تیمار سطح بعدی مقایسه می‌شود و در حالتی که پاسخ حاصل شده کمتر از ۱ باشد، تیمار با هزینه بیشتر حذف می‌شود و تیمار باقیمانده با تیمار بعدی مقایسه می‌گردد.

$$\frac{(\Delta \text{P.V.(B)})}{(\Delta \text{P.V.(C)})} \quad [\text{رابطه } ٤]$$

$$P = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12} + P_{13} \Rightarrow$$
$$P = P_2 + F_3(P/F, i_e\%, 1) + F_4(P/F, i_e\%, 2) + F_5(P/F, i_e\%, 2) + F_6(P/F, i_e\%, 3) + F_7(P/F, i_e\%, 4) + F_8(P/F, i_e\%, 4) + F_9(P/F, i_e\%, 5) + F_{10}(P/F, i_e\%, 6) + F_{11}(P/F, i_e\%, 6) + F_{12}(P/F, i_e\%, 7) + F_{13}(P/F, i_e\%, 8)$$



$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{14} + P_{15} + P_{16}$$
$$P = P_1 + P_2 + F_3(P/F, i_e\%, 1) + F_4(P/F, i_e\%, 2) + F_5(P/F, i_e\%, 2) + F_6(P/F, i_e\%, 2) + F_7(P/F, i_e\%, 3) + F_8(P/F, i_e\%, 4) + F_9(P/F, i_e\%, 4) + F_{10}(P/F, i_e\%, 4) + F_{11}(P/F, i_e\%, 5) + F_{12}(P/F, i_e\%, 6) + F_{13}(P/F, i_e\%, 6) + F_{14}(P/F, i_e\%, 6) + F_{15}(P/F, i_e\%, 7) + F_{16}(P/F, i_e\%, 8)$$

شکل ۱- جریان نقدی منافع و هزینه‌های تیمارهای بدون خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی

نتایج و بحث

نتایج داده‌های هواشناسی در منطقه سرارود نشان داد که در طول چهار سال اجرای آزمایش میزان بارندگی در مجموع ۲۰۲۵/٤ میلی‌متر بود. بیشترین میزان بارنگی در دومین سال زراعی (۱۳۹۵-۱۳۹٤) معادل ۷٤۰/۳ میلیمتر اتفاق افتاد. کمترین میزان بارندگی نیز به سال زراعی اول (۱۳۹٤-۱۳۹۳) با ۲۷۱ میلی‌متر تعلق داشت. در زمستان سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵میزان بالایی از بارندگی‌ها اتفاق افتاد که نشان می‌دهد در آغاز بهار و شروع فصل رشد رطوبت بالایی در اختیار گیاه بوده است. همچنین پراکنش بارندگی در سال دوم زراعی (۱۳۹۵-۱۳۹٤) و سال سوم زراعی (۱۳۹٦-۱۳۹۵) مناسب بوده و در طول فصل رشد، رطوبت مناسبی در اختیار گیاه بوده است.

نتایج حاصل از تجزیه خاک نمونه های تهیه شده در پایان پروژه نشان می‌دهد که اثر اصلی خاک‌ورزی، اثر فرعی مقادیر مختلف کود نیتروژن و اثر متقابل فاکتورها بر روی درصد کربن آلی، پایداری خاکدانه و درصد نیتروژن کل معنی‌دار نبود. بیشترین مقدار کربن آلی به تیمار بدون خاک‌ورزی و مصرف ٤۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با ۰/۷۰۳ درصد تعلق داشت (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱- میانگین (± انحراف استاندارد) اثر اصلی خاک‌ورزی و اثر فرعی سطوح مختلف کود نیتروژن بر درصد کربن آلی، پایداری خاکدانه و درصد نیتروژن کل

فاکتورها	میانگین مربعات		
	کربن آلی (٪)	پایداری خاکدانه (mm)	نیتروژن کل (٪)
T_0	۰/۶۳۳ ± ۰/۰۸۵	۰/۷۲۷ ± ۰/۱۴۲	۰/۰۶۴ ± ۰/۰۱
T_1	۰/۶۵۴ ± ۰/۰۷۰	۰/۷۵۳ ± ۰/۰۵۹	۰/۰۶۸ ± ۰/۰۱
P_{df} =	۱۵/۹۴ ns	۰/۱۱ ns	۰/۵۱ ns
N_0	۰/۶۰۷ ± ۰/۰۹۷	۰/۷۳۲ ± ۰/۱۱۶	۰/۰۶۸ ± ۰/۰
N_{30}	۰/۵۹۰ ± ۰/۰۶۱	۰/۷۷۰ ± ۰/۰۹۴	۰/۰۶۲ ± ۰/۰۱
N_{45}	۰/۶۵۲ ± ۰/۰۸۷	۰/۷۰۷ ± ۰/۱۱۹	۰/۰۶۷ ± ۰/۰۱
N_{60}	۰/۵۸۵ ± ۰/۰۷۲	۰/۷۵۳ ± ۰/۱۱۷	۰/۰۶۸ ± ۰/۰۱
P_{df} =	۰/۹۰ ns	۰/۸۱ ns	۰/۵۶ ns

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد

جدول ۲- میانگین (± انحراف استاندارد) اثرات متقابل خاک‌ورزی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر درصد کربن آلی، پایداری خاکدانه و درصد نیتروژن کل

تیمارها	میانگین مربعات		
	کربن آلی (٪)	پایداری خاکدانه (mm)	نیتروژن کل (٪)
T_0N_0	۰/۶۸۰ ± ۰/۰۸۲	۰/۷۰۳ ± ۰/۱۷۶	۰/۰۷۰ ± ۰
T_0N_{30}	۰/۵۶۰ ± ۰/۰۵۲	۰/۸۲۰ ± ۰/۱۰۴	۰/۰۶۰ ± ۰/۰۱
T_0N_{45}	۰/۷۰۳ ± ۰/۰۲۹	۰/۶۶۰ ± ۰/۱۶۵	۰/۰۶۰ ± ۰/۰۱
T_0N_{60}	۰/۵۸۷ ± ۰/۰۸۵	۰/۷۲۷ ± ۰/۱۴۵	۰/۰۶۶۷ ± ۰/۰۲
T_1N_0	۰/۵۳۳ ± ۰/۰۲۹	۰/۷۶۰ ± ۰/۰۱	۰/۰۶۷ ± ۰/۰۱
T_1N_{30}	۰/۶۲۰ ± ۰/۰۶۲	۰/۷۲۰ ± ۰/۰۶	۰/۰۶۳ ± ۰/۰۱
T_1N_{45}	۰/۶۰۰ ± ۰/۱	۰/۷۵۳ ± ۰/۰۴۲	۰/۰۷۳ ± ۰/۰۱
T_1N_{60}	۰/۵۸۳ ± ۰/۰۷۵	۰/۷۸۰ ± ۰/۱۰۴	۰/۰۷۰ ± ۰/۰۲
P_{df} =	۲/۱۶ns	۱/۹۸ns	۰/۶۶ns

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳ اثرات دو فاکتور عملیات خاک‌ورزی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر روی عملکرد دانه را نشان می‌دهد و بر این اساس مشخص شد که در منطقه سرارود کرمانشاه بیشترین عملکرد در سال زراعی دوم اتفاق افتاد. در این سال زراعی تیمار T_1N_{45} (کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بیشترین مقدار عملکرد دانه را داشت. در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ تیمار بدون خاک ورزی و مصرف ۴۵ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (T_0N_{45}و T_0N_{60}) نسبت به میانگین تولید گندم دیم استان کرمانشاه به ترتیب عملکرد را ۲۸۸ و ۲۹۳ درصد افزایش دادند (آمارنامه کشاورزی، ۲۰۱۷). همچنین، در همین سال زراعی افزایش عملکرد تیمار کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۴۵ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (T_1N_{45} و T_1N_{60}) نسبت به میانگین تولید استان کرمانشاه به ترتیب ۳۲۳ و ۲۸۲ درصد بود (آمارنامه کشاورزی ۲۰۱۷). در سال سوم زراعی یعنی سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ تیمار بدون خاک‌ورزی و مصرف ۴۵ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (T_0N_{45} و T_0N_{60}) نسبت به میانگین تولید گندم دیم استان کرمانشاه به

ترتیب عملکرد را ۲۳ و ۳۳ درصد افزایش دادند. همچنین، تحت تأثیر تیمار کم‌خاک‌ورزی و مصرف ٤٥ و ٦٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (T_1N_{45}و T_1N_{60}) میزان تولید به ترتیب ٥٩ و ٤٢ درصد افزایش یافت (آمارنامه کشاورزی ۲۰۱۸) که بیان می‌کند تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی تأثیر مشابه در افزایش عملکردها نسبت به روش عدم رعایت تناوب و خاک‌ورزی‌های متعدد دارند.

مطابق رابطه (۱) درآمد ناخالص هر تیمار از حاصل‌ضرب عملکرد به دست آمده در قیمت محصول گندم که به صورت قیمت تضمینی در هر سال اعلام می‌شود محاسبه شد که در جدول (۳) نمایش داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌گردد در سال زراعی اول با قیمت تضمینی ۱۱۵۵۰ ریال تیمار کم‌خاک‌ورزی و مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار (T_1N_{30}) بیشترین درآمد را داشت. در این سال زراعی کمترین درآمد مربوط به تیمار بدون خاک‌ورزی با مصرف ٤٥ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (T_0N_{45}) است. در سال زراعی دوم با قیمت تضمینی ۱۲۷۰۵ ریال، بیشترین و کمترین درآمد مربوط به تیمارهای (T_1N_{45}) و (T_0N_0) است. در سال زراعی سوم مطالعه با قیمت تضمینی ۱۳۰۰۰ ریال، تیمار (T_0N_0) کمترین درآمد را داشت و تیمار (T_1N_{45}) بیشترین درآمد را به خود اختصاص داد. در سال زراعی چهارم با قیمت تضمینی ۱۳۰۰۰ ریال کمترین و بیشترین درآمد از تیمارهای (T_0N_0) و (T_1N_{45}) به دست آمد. برای ارزیابی اقتصادی تیمارها درآمد هر تیمار در طی چهار سال اجرای آزمایش در یک نقطه از زمان به دست آمد و با استفاده از رابطه (۲) و (۳) ارزش حال درآمد ناخالص هر تیمار محاسبه گردید (جدول ۳).

جدول ۳- عملکرد و منافع ناخالص گندم دیم رقم باران در خاک‌ورزی متفاوت و مقادیر مختلف کود نیتروژن

	سال زراعی	T_0N_0	T_0N_{30}	T_0N_{45}	T_0N_{60}	T_1N_0	T_1N_{30}	T_1N_{45}	T_1N_{60}
عملکرد دانه ($Kg.ha^{-1}$)	اول	۱۱۵۰	۱۰۷۷	۱۰۵۹	۱۰۷۲	۱۱۹۹	۱۲۳۱	۱۲۲۱	۱۱۱۸
	دوم	٤۳۰۹	٤٦۰۳	٤٥۱۳	٤٥۷۷	٤٥٦٤	٤٤٨۲	٤۹۲۷	٤٤٥۳
	سوم	۱۹۷۸	۲۰٦۷	۲۰۰۷	۲۱۷۰	۲۱۸۱	۲۱٦۰	۲٥۹۰	۲۳۲۷
	چهارم	۱۱٥۹	۱۲٦٥	۱٦۱٥	۱۳٤٤	۱۲٦۲	۱۲۷۷	۱۹۰۸	۱٥۲۳
درآمد ناخالص (1000 Rials)	اول	۱۳۲۸۲	۱۲٤۳۹	۱۲۲۳۱	۱۲۳۸۱	۱۳۸٤۸	۱٤۲۱۸	۱٤۱۰۲	۱۲۹۱۳
	دوم	٥٤۷٤٦	٥۸٤۸۱	٥۷۳۳۸	٥۸۱٥۱	٥۷۹۸٦	٥٦۹٤٤	٦۲٥۹۸	٥٦٥۷٦
	سوم	۲٥۷۱٤	۲٦۸۷۱	۲٦۰۹۱	۲۸۲۱۰	۲۸۳٥۳	۲۸۰۸۰	۳۳٦۷۰	۳۰۲٥۱
	چهارم	۱٥۰٦۷	۱٦٤٤٥	۲۰۹۹٥	۱۷٤۷۲	۱٦٤۰٦	۱٦٦۰۱	۲٤۸۰٤	۱۹۷۹۹
ارزش حال منافع (1000 Rials)		٥٦۰۹٥	٥۸٤۷۳	٥۸۷۷۷	٥۹۱۲۸	٥۹۸٥۹	٥۹٤۹۹	٦۷٤۹۳	٦۰۲۲۹

هزینه صرف شده در هر مرحله از تولید محصول برای هر تیمار با استفاده از رابطه (۱) و براساس توضیحاتی که برای اقلام مورد استفاده در هر مرحله از تولید داده شد، محاسبه گردید. سپس، ارزش حال هزینه‌های متغیر نیز برای هر تیمار که دارای خاک‌ورزی‌های متفاوت و مقادیر مختلف کود نیتروژن مصرفی هستند با توجه به قیمت نهاده‌های اولیه و ادوات کشاورزی و همچنین نرخ دستمزد کارگر روزمزد در سال‌های مورد نظر طبق جدول ٤ به دست آمد. ملاحظه می شود که تنها تیمارهای کم‌خاک‌ورزی دارای هزینه آماده‌سازی هستند. مطابق جدول ٤ هزینه کاشت شامل هزینه بذر، کود نیتروژن، کود فسفر، دستمزد نیروی کار و هزینه

استفاده از بذرکار است. مطابق نتایج بدست آمده، هزینه کاشت تیمارهای (T_0N_{60}) و (T_1N_{60}) بیشتر از سایر تیمارها است که دلیل آن مصرف بیشتر کود نیتروژن می باشد. هزینه مرحله داشت شامل هزینه استفاده از سم، دستگاه سمپاش و دستمزد نیروی کار است که برای تمامی تیمارها هزینه یکسانی دارد. هزینه برداشت محصول در هر تیمار است که دربرگیرنده هزینه استفاده از کمباین و دستمزد نیروی کار است که هزینه برداشت نیز برای تمامی تیمارها یکسان محاسبه گردیده است. طبق نتایج حاصل شده، ارزش حال کل مخارج در تیمار (T_1N_{60}) بیشتر از سایر تیمارها است و تیمار (T_0N_0) کمترین ارزش حال مخارج را در بین تیمارها دارد (جدول ٤).

جدول ۴- ارزش حال مخارج گندم دیم رقم باران در خاک‌ورزی متفاوت و مقادیر مختلف کود نیتروژن

تیمار	ارزش حال هزینه خاک‌ورزی (Rial)	ارزش حال هزینه کاشت (Rial)	ارزش حال هزینه داشت (Rial)	ارزش حال هزینه برداشت (Rial)	ارزش حال کل مخارج (1000 Rials)
T_0N_0	۰	۸۸۰۹۳	۳۲۳۶۳	۶۵۵۹	۱۲۷
T_0N_{30}	۰	۱۵۶۱۱۴	۳۲۳۶۳	۶۵۵۹	۱۹۵
T_0N_{45}	۰	۱۹۰۱۲۳	۳۲۳۶۳	۶۵۵۹	۲۲۹
T_0N_{60}	۰	۱۹۳۸۵۷	۳۲۳۶۳	۶۵۵۹	۲۳۳
T_1N_0	۷۰۹۸	۸۸۰۹۳	۳۲۳۶۳	۶۵۵۹	۱۳۴
T_1N_{30}	۷۰۹۸	۱۵۶۱۱۴	۳۲۳۶۳	۶۵۵۹	۲۰۲
T_1N_{45}	۷۰۹۸	۱۹۰۱۲۳	۳۲۳۶۳	۶۵۵۹	۲۳۶
T_1N_{60}	۷۰۹۸	۱۹۳۸۵۷	۳۲۳۶۳	۶۵۵۹	۲۴۰

در مرحله بعد برای همه تیمارها، نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج محاسبه شد که نتایج آن در جدول (۵) مشاهده می‌شود. براساس نتایج بدست آمده تمامی تیمارها دارای نسبت منافع به مخارج بالاتر از یک هستند و بنابراین هر تیمار به تنهایی از لحاظ اقتصادی سودآور است. و در بین تیمارها، تیمار T_1N_0 دارای بیشترین نسبت منافع به مخارج است. در هر دو نظام بی خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی ملاحظه شد با افزایش میزان مصرف نیتروژن نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج کاهش یافت. به طوری که نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج تیمارهای T_0N_{60}، T_0N_{45}و T_0N_{30} نسبت به تیمار T_0N_0 به ترتیب ۷۳/۸۵، ۷۲/۰۹ و ٤۷/۳ درصد کاهش یافته‌اند. همچنین، نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج تیمارهای T_1N_{60}، T_1N_{45} و T_1N_{30} نسبت به تیمار T_1N_0 به ترتیب ۷۷/۷٤، ٥٦/۱٦ و ٥۱/٦ درصد کاهش داشته‌اند.

جدول ۵- نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج تیمارهای گندم باران

	T_0N_0	T_0N_{30}	T_0N_{45}	T_0N_{60}	T_1N_0	T_1N_{30}	T_1N_{45}	T_1N_{60}
نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج ($\frac{PVB}{PVC}$)	۴۴۱/۶	۲۹۹/۸	۲۵۶/۶	۲۵۴	۴۴۶/۳	۲۹۴/۴	۲۸۵/۸	۲۵۱/۱

برای مقایسه بین تیمارها از نظر صرفه اقتصادی و انتخاب اقتصادی‌ترین تیمار، ابتدا تیمارها از حداقل هزینه به حداکثر هزینه مرتب شدند و سپس نسبت تفاضل ارزش حال منافع دو تیمار اول به تفاضل ارزش حال هزینه دو تیمار اول به دست آمد که نتایج حاصل در جدول (٦) ارائه شده‌اند. اولین مقایسه بین دو تیمار T_0N_0 و T_1N_0 انجام شد. با توجه به اینکه نسبت تفاضل ارزش حال منافع دو تیمار T_0N_0 و T_1N_0 به تفاضل ارزش حال هزینه‌هایشان مثبت شد بنابراین تیماری که دارای هزینه کمتر بود از بین تیمارها حذف شد و تیمار باقی‌مانده یعنی تیمار (T_1N_0) با تیمار ردیف بعدی در جدول یعنی تیمار (T_0N_{30}) مورد مقایسه و بررسی اقتصادی قرار گرفت. مطابق نتیجه به دست آمده نسبت تفاضل ارزش حال منافع این دو تیمار به تفاضل ارزش حال هزینه‌هایشان عددی منفی است، بنابراین، تیماری که دارای هزینه بیشتر بود (T_0N_{30}) از بین تیمارها حذف و تیمار باقی‌مانده با تیمار بعدی مقایسه گردید و مقایسه بین تیمارها به همین روال انجام شد. نتایج به دست آمده از مقایسه تمامی تیمارها در جدول (٦) نشان می‌دهد که در نهایت، تیمار T_1N_{45} یعنی کشت گندم رقم باران در تناوب نخود با خاک‌ورزی کم و با مصرف ٤٥ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن خالص، به عنوان برترین تیمار از لحاظ شاخص‌های ارزیابی مالی در منطقه سرارود کرمانشاه شناخته شد. خرسندی و همکاران نیز در زراعت گندم مصرف ٤٥ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و بدون خاک ورزی را توصیه کرده اند (خرسندی و همکاران ۲۰۲۰).

جدول ۶- مرتب‌سازی تیمارها براساس سیر صعودی هزینه‌ها و انتخاب اقتصادی‌ترین تیمار

تیمار	ارزش حال مخارج (1000 Rials)	ارزش حال منافع (1000 Rials)	تیمارهای مورد مقایسه	$\frac{(\Delta P.V.(B))}{(\Delta P.V.(C))}$	تیمار منتخب
T_0N_0	۱۲۷	٥٦۰۹٥	T_1N_0–T_0N_0	٥۳۷/۷	تیمار با هزینه بیشتر (T_1N_0)
T_1N_0	۱۳٤	٥۹۸٥۹	T_1N_0–T_0N_{30}	-۲۲/۷۲	تیمار با هزینه کمتر (T_1N_0)
T_0N_{30}	۱۹٥	٥۸٤۷۳	T_1N_0 –T_1N_{30}	-٥/۲۹	تیمار با هزینه کمتر (T_1N_0)
T_1N_{30}	۲۰۲	٥۹٤۹۹	T_1N_0–T_0N_{45}	-۱۱/۳۹	تیمار با هزینه کمتر (T_1N_0)
T_0N_{45}	۲۲۹	٥۸۷۷۷	T_1N_0–T_0N_{60}	-۷/۳۸	تیمار با هزینه کمتر (T_1N_0)
T_0N_{60}	۲۳۳	٥۹۱۲۸	T_1N_0–T_1N_{45}	۷٤/۸٤	تیمار با هزینه بیشتر (T_1N_{45})
T_1N_{45}	۲۳٦	٦۷٤۹۳	T_1N_{45}–T_1N_{60}	-۱/۸۲	تیمار با هزینه کمتر (T_1N_{45})
T_1N_{60}	۲٤۰	٦۰۲۲۹	-	-	-

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج تجزیه خاک در آزمایش حاضر نشان داد که اثرات خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن روی درصد کربن آلی، پایداری خاکدانه و درصد نیتروژن کل معنی‌دار نشد. بیشترین مقدار کربن آلی (معادل ۰/۷۰۳ درصد) متعلق به تیمار بدون خاک‌ورزی و مصرف ٤٥ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بود. رعایت تناوب نخود در طول سال‌های متمادی باعث کاهش مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار شد. این نتایج با پژوهش شمس آبادی، ۲۰۱۵ مطابقت دارد. همچنین، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که عملکرد دانه در تیمار بی‌خاک‌ورزی نسبت به تیمار کم خاک‌ورزی به مقدار ٦/٤ درصد کاهش داشته است. همچنین افزایش مقدار مصرف نیتروژن از ٤٥ کیلوگرم به ٦۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش ٦/۷٥ درصدی در عملکرد دانه شده است و تغییری در وزن هزاردانه

نداشته است. در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ تیمارهای T_0N_{45}و T_0N_{60} نسبت به میانگین تولید گندم دیم استان کرمانشاه به ترتیب عملکرد را ۲۸۸ و ۲۹۳ درصد افزایش دادند. همچنین، در همین سال زراعی افزایش عملکرد تیمارهای T_1N_{45}و T_1N_{60}نسبت به میانگین تولید استان کرمانشاه به ترتیب ۳۲۳ و ۲۸۲ درصد بود. در سال سوم زراعی یعنی سال ۱۳۹٦-۱۳۹۵ تیمارهای T_0N_{45}و T_0N_{60} نسبت به میانگین تولید گندم دیم استان کرمانشاه به ترتیب عملکرد را ۲۳ و ۳۳ درصد افزایش دادند که نشان دهنده تأثیر مثبت مدیریت تناوب، و خاک‌ورزی مناسب و مدیریت میزان کود مصرفی در مقایسه با مدیریت سنتی است.

از نقطه نظر اقتصادی، تمامی تیمارها دارای نسبت منافع به مخارج بالاتر از یک هستند و بنابراین هر تیمار به تنهایی از لحاظ اقتصادی سودآور است و در بین تیمارها، تیمار T_1N_0 دارای بیشترین نسبت منافع به مخارج است. در هر دو نظام بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی ملاحظه شد با افزایش میزان مصرف نیتروژن نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج کاهش یافته است. به طوری که نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج تیمارهای T_0N_{60}، T_0N_{45}و T_0N_{30} نسبت به تیمار T_0N_0 به ترتیب ۷۳/۸۵، ۷۲/۰۹ و ٤۷/۳ درصد کاهش یافته‌اند. همچنین، نسبت ارزش حال منافع به ارزش حال مخارج تیمارهای T_1N_{60}، T_1N_{45} و T_1N_{30} نسبت به تیمار T_1N_0 به ترتیب ۷۷/۷٤، ٥٦/۱٦ و ٥۱/٦ درصد کاهش داشته‌اند. بنابراین، کاهش مصرف کود نیتروژن نه تنها باعث کاهش هزینه‌های تولید می‌شود بلکه باعث حفظ محیط زیست و تولید محصولات سالم‌تر و با کیفیت بالاتر خواهد بود و از طرفی، به دلیل این که این تحقیق به دنبال کاهش خاک‌ورزی و کاهش مصرف کود نیتروژن بود همسو با اهداف کشاورزی حفاظتی و اهداف سازمان بوده و دارای اثربخشی کافی است. در نهایت، نتایج نسبت تفاضل ارزش حال منافع به تفاضل ارزش حال مخارج تیمارها نشان داد که تیمار T1N45 یعنی کشت گندم رقم باران با خاک‌ورزی کم و مصرف ٤٥ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، به عنوان برترین تیمار از لحاظ مالی در منطقه سرارود کرمانشاه شناخته شد. لذا پیشنهاد می‌شود کشاورزان منطقه سرارود کرمانشاه در کشت گندم اولاً تناوب با گیاهان لگومینوز مثل نخود را رعایت کنند. دوماً از خاک‌ورزی چشم‌پوشی و یا کم خاک‌ورزی نمایند تا ضمن پایبندی به اصول کشاورزی پایدار، به دلیل کاهش در هزینه‌ها از سود بیشتری نیز برخوردار شوند. سوماً میزان مناسب کود نیتروژن برای کشت گندم در تناوب نخود در این منطقه معادل ٤٥ کیلوگرم در هکتار توصیه می شود و بهتر است کشاورزان برای افزایش سود خالص خود طبق آن عمل نمایند.

سپاسگزاری

در پایان لازم است از حمایت‌های موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور برای فراهم نمودن امکانات مورد نیاز در اجرای پروژه تشکر و قدردانی نمایم.

منابع مورد استفاده

Agriculture-Iran-Statistic, 2017. Ministry of agriculture – jehad. 1. Agronomy Crop. (In Persian).

Agriculture-Iran-Statistics, 2018. Ministry of agriculture – jehad. 1. Agronomy Crop. (In Persian).

Cayuela ML, Sinicco T and Mondini V, 2009. Mineralization dynamics and biochemical properties during initial decomposition of plant and animal residues in soil. Applied Soil Ecology, 48: 118–127

Dalal RC, Strong WM, Weston EJ, Cooper JE, Wildermuth GB, Lehane KJ, King AJ and Holmes CJ,1998. Sustaining productivity of a vertisol at Warra, Queensland, with fertilisers, No-Tillage, or Legumes. 5.

Wheat Yields, Nitrogen Benefits and Water-use Efficiency of Chickpea-Wheat Rotation. Australian-Journal-of-Experimental –Agriculture, 38(5): 489-501; 33 ref.

Eskandari I, 2003. Effects of different tillage and planting methods on soil moisture and seed yield of Chickpea in dryland conditions. Seed and Plant Improvment Journal, 19(4): 479-511 (In Persian).

FAO, 2004. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization. Rome.

Griffin, T., M. Liebman, M., Jemison, J, 2000. Cover crops for sweet corn production in a short-season environment. Agronomy Journal, 92:144–151.

Gao X, Lukow M and Grant A, 2012. Grain concentrations of protein, iron and zinc and bread making quality in spring wheat as affected by seeding date and nitrogen fertilizer management. Journal of Geochemical Exploration, 121: 36–44.

Ghaley B, Rusu T, Sanden T, Spiegel H, Menta C, Visioli G, Osullivan L, Trinsoutrot Gattin I, Delgado A, Liebig M, Vrebos D, Szegi T, Micheli E, Cacovean H and Henriksen CH, 2018. Assessment of benefits of conservation agriculture on soil functions in arable production systems in Europe. Sustainability Journal, 10(3): 794.

Ghanbari A, Fakheri B, Amiri E and Tavassoli A, 2014. Evaluation nitrogen and radiation use efficiency of wheat (*Triticum Aestivum*) under irrigation levels. Journal of Crop Ecophysiology, 8(1): 41-56 (In Persian).

Ghobadi R, Ghobadi M, Jalali Honarmand S, Mondani F and Farhadi B, 2017. Economic analysis of effect of water and nitrogen levels on grain yield and yield components of Maize (*Zea mays L*.) cv. SC 704. Iranian Journal of Crop Sciences, 19(3): 220-238 (In Persian).

Hosseini M, Movahedi Naeini SAR, Shamsabadi H, Darijani A and Kheiri-Nataj-Firozjahi M, 2015. Economic evaluation of rain-fed wheat yield in Gorgan (Iran) after different tillage methods. Agriculture Mechanization, 3 (1): 13-24 (In Persian).

Khamadi F, Mesgarbashi M, Hasibi P, Farzaneh M and Enayatzamir N, 2013. Influence of crop residue and nitrogen levels on nutrient content in grain wheat. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 109: 158-166 (In Persian).

Khayat SH, Mojadam M and Alavi Fazel M, 2014. Effect of nitrogen rates on grain yield and nitrogen use efficiency of durum wheat genotypes in khouzestan. Crop Physiology Journal. Islamic Azad University, Ahvaz Branch, 6(21): 103-113 (In Persian).

Khorsandi H, Ferdosi R, Abdulahi AV. 2020. Technical and economic evaluation of different tillage and nitrogen levels in dryland wheat. Iranian Journal Of Dryland Agriculture. 9(1): 91-135 (In Persian).

Komeili HR, Rezvani Moghaddam P, Ghodsi M, Nassiri Mahallati M and Jalal Kamali MR, 2016. Effect of different tillage methods and the rate of crop residues on yield, yield components and economic efficiency of wheat. Cereal Research, 6(3): 323-337 (In Persian).

Lampurlanés J, Plaza-Bonilla D, Alvaro-Fuentes J and Cantero-Martínez C, 2016. Long-term analysis of soil water conservation and crop yield under different tillage systems in mediterranean rainfed conditions. Field Crops Research, 189(15): 59–67.

Lithourgidis AS, Dhima KV, Damalas CA, Vasilakoglou IB and Eleftherohorinos IG, 2006. Tillage effects on wheat emergence and yield at varying seeding rates and on labor and fuel consumption. Crop Science, 46: 1187-1192.

Lopez-Bellido RJ and Lopez-Bellido L, 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under mediterranean conditions: Effect of tillage: Crop rotation and N fertilization. Field Crops Research, 71: 31–46.

Mirzashahi K and Bazargan K, 2015. Soil organic matter management. Soil and Water Research Institute. Technical Journal, 535 (In Persian).

Mohammaddoust Chamanabad HR, Pourmorad Kaleibar B, Asghari A and Mehdizadeh M, 2014. Evaluation of nitrogen rate and weed interference duration on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. Journal

of Agricultural Science and Sustainable Production, 24(2): 85-93 (In Persian).

Moitzi G, Szalay T, Schüller M, Wagentristl H, Refenner K, Weingartmann H, Liebhard P, Boxberger J and Gronauer A, 2013. Effects of tillage systems and mechanization on work time, fuel and energy consumption for cereal cropping in Austria. Agric Eng Int: CIGR Journal Open Access at http://www.cigrjournal.org Vol. 15, No.4

Norwood CA and Currie RS, 1997. Dryland corn vs. grain sorghum in western Kansas. Journal of Production Agriculture (USA), 10 (1): 152-157.

Papendick RI and Parr JF, 1997. No-till farming: The way of the future for a sustainable dryland agriculture. Ann. Arid Zone, 36(3): 193-208.

Safahani-Langeroodi AR, Dadgar T, Pasandi R and Alavian M, 2016. Effect of long term residue management, tillage and application of nitrogen fertilizer on grain yield of maize (*Zea Mays* L.) and soil properties. Iranian Journal of Crop Sciences, 18(1): 32-48. (In Persian).

Sarauskis E, Buragiene S, Romaneckas K, Sakalauskas A, Jasinskas A, Vaiciukevicius E and Karayel D, 2012. Working time, fuel consumption and economic analysis of different tillage and sowing systems in Lithuania. contents of proceedings of 11th international scientific conference. Engineering for rural development. May 24 – 25, 2012. Jelgava, Latvia, 52-59.

Shahbaz M, Kuzyakov Y, Sanaullah M, Heitkamp F, Zelenev V, Kumar A and Blagodatskaya E, 2017. Microbial decomposition of soil organic matter is mediated by quality and quantity of crop residues: Mechanisms and thresholds. Biology and Fertility of Soils, 53: 287-301.

Shahrasbi S, Emam Y, Ronaghi A and Pirasteh-Anosheh H, 2016. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer on grain yield and agronomic nitrogen use efficiency of wheat (*Triticum Aestivum* L. cv. Sirvan) in Fars province, Iran conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 17(4): 349 -363. (In Persian).

Shamabadi Z, 2015. The effect of conservation tillage on fuel consumption productivity and rainfed wheat yield. Iranian Journal of Dryland Agriculture, 4(1): 17-28

Singh BR and Haile M, 2007. Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (eragrostis tef (Zucc.) trotter) and soil properties. Soil and Tillage Research, 94: 55-63.

Sprague MA and Triplett GB, 1986. No -tillage and surface tillage agriculture. Publ. John Wiley, New York, 467 pp.

Tripathi RP, Sharma P and Singh S, 2007. Influence of tillage and crop residue on soil physical properties and yields of rice and wheat under shallow water table conditions. Soil and Tillage Research, 92: 221-227.