

بررسی اثرات تناوب‌های زراعی مختلف گندم در خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک و عملکرد اقتصادی در شرایط دیم کرمانشاه

عبدالوهاب عبدالمهی*^۱، عادل نعمتی^۲ و غلامرضا ولیزاده^۳

- ۱- معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
- ۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
- ۳- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اقتصادی و برخی خصوصیات خاک در تناوب‌های زراعی مختلف گندم در شرایط دیم سرارود-کرمانشاه به مدت شش سال زراعی از پاییز ۱۳۸۵ تا تابستان ۱۳۹۱ انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو قطعه زمین مجاور هم اجرا شد و تیمارها شامل پنج تناوب زراعی گندم - گندم، آیش - گندم، نخود - گندم، ماشک - گندم و گلرنگ - گندم بود. نتایج نشان داد درصد کربن آلی خاک در ابتدا و انتهای دوره آزمایش متفاوت بود و تیمار ماشک - گندم با ۰/۱۸ درصد افزایش نسبت به اول دوره، بیشترین افزایش درصد کربن آلی را در میان تیمارها داشت. تناوب‌های گلرنگ - گندم و آیش - گندم به ترتیب کمترین و بیشترین میزان فشردگی خاک را در عمق ۲۰-۳۰ سانتیمتری خاک داشتند ولی در عمق‌های ۰-۲۰ و ۳۰-۴۰ سانتیمتری بین تیمارها از لحاظ میزان فشردگی خاک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج همچنین نشان داد میزان نفوذپذیری خاک در پایان آزمایش در تیمارهای گلرنگ - گندم و آیش - گندم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را داشتند. همچنین نتایج بررسی اقتصادی نیز نشان داد تناوب نخود - گندم در مقایسه با تیمارهای دیگر اقتصادی تر است. تناوب گلرنگ - گندم بعد از نخود - گندم در مقایسه با سایر تیمارها دومین تیمار اقتصادی است. از این مطالعه نتیجه‌گیری می‌شود اعمال تناوب نخود، ماشک و گلرنگ در افزایش و حفظ حاصلخیزی خاک موثر بوده و عملکرد اقتصادی را افزایش می‌دهد و برای تولید پایدار و اقتصادی اعمال این تناوب‌ها ضروری است.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، تناوب زراعی، دیم، فشردگی خاک، نفوذپذیری خاک

مقدمه

علوفه را نسبت به کشت مداوم گندم گزارش کرد و افزایش کیفیت دانه گندم را به قابلیت دسترسی بیشتر نیتروژن در تناوب نسبت داد. رحمتی و همکاران (۱۳۸۹) برای مطالعه اثرات تغییر تناوب‌های متداول به کشت ممتد گندم بر فاکتور فرسایش پذیری خاک در اراضی دیم کشاورزی، سه نقطه از دیم‌زارهای منطقه مراغه - هشترود را انتخاب و طی ۵ سال تناوب‌های کشت ممتد گندم-گندم، گندم - نخود و گندم- آیش را اجرا نمودند، نتایج حاکی از افزایش معنی‌دار فاکتور فرسایش پذیری در تیمار کشت ممتد گندم نسبت به دو تناوب دیگر بود، ولی کربن آلی، آهک و جرم مخصوص ظاهری خاک تحت تأثیر تناوب‌های مختلف قرار نگرفتند، در نهایت اظهار داشتند که کشت ممتد گندم در مزارع مورد مطالعه سرانجام به افزایش روان‌آب و فرسایش خاک منجر شده و حتی اگر از نظر درآمد اقتصادی نیز توجیه داشته باشد، در دراز مدت به تخریب خاک و اراضی دیمزار منجر خواهد شد. عدالت و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی برهمکنش تناوب‌های زراعی و سطوح نیتروژن بر خصوصیات خاک عنوان کردند که تناوب گندم - عدس میزان ماده آلی خاک را نسبت به تناوب گندم- آیش افزایش داد. برزنی و همکاران (۲۰۰۰) از اجرای بلند مدت تناوب زراعی، مصرف منابع تکمیلی کربن مانند کود حیوانی و بقایای گیاهی به عنوان راهکارهای افزایش پایداری خاکدانه‌ها، فعالیت‌های میکروبی، ظرفیت نگهداری آب خاک و بهینه نمودن محیط فیزیکی خاک برای گیاه زراعی نام بردند. گلرنگ به جهت داشتن ریشه‌های قوی و مستقیم برای نفوذپذیر سازی خاک مناسب است و می‌تواند در خاک‌های نسبتاً متراکم

تناوب زراعی در افزایش ماده آلی خاک (Campbell and Zentner, 1993; Bremer *et al.*, 2008) در بهبود ساختمان خاک (Raimbault and Vyn, 1991) و در افزایش کارایی مصرف آب (Roder *et al.*, 1989; Varvel, 2005) موثر است. بافت، ماده آلی، اندازه و پایداری ساختمان خاکدانه‌ها در لایه‌های بدون پوشش، نفوذ پذیری خاک سطحی و عمق لایه غیر قابل نفوذ از مهمترین خصوصیات خاک می‌باشند (رحمتی و همکاران، ۱۳۸۹). ماده آلی خاک، خاکدانه‌سازی و توزیع اندازه ذرات آنها و نفوذپذیری خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Stevenson, 1985). کشت ممتد یک محصول مانند گندم و جو اغلب موجب کاهش کربن آلی و نفوذپذیری خاک نسبت به آب و هوا می‌گردد (Kemper, 1993). این امر ممکن است به دلیل کاهش پایداری خاکدانه‌ها، پراکنده شدن ذرات و یا انسداد سطحی باشد. لگوم‌ها در تناوب زراعی مخصوصاً در دیمزارها نقش مهمی دارند، ماشک، عدس و نخود پاییزه به عنوان بهترین گیاهان در سیستم‌های تناوبی دو ساله بر پایه گندم پیشنهاد شده‌اند (Dogan *et al.*, 2008). ویلیامز و همکاران (۲۰۱۴) طبق یافته‌های تحقیقاتی شان عنوان کردند که متنوع کردن تناوب‌های زراعی در آلبرتای کانادا با استفاده از باقلا یا نخود فرنگی می‌تواند نیاز مصرف کود نیتروژنه را در تناوب‌های دو ساله برطرف کند و پایداری و تنوع سیستم‌های زراعی را بهبود بخشد. مارتینلو (۲۰۱۱) افزایش پارامترهای بیولوژیکی خاک، عملکرد و کیفیت دانه گندم در تناوب با

سموم برای کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماریها، و نیز سهولت دسترسی به کودهای شیمیایی، باعث شده تنش‌هایی که در گذشته از طریق کاربرد تناوب‌ها برطرف می‌شدند، امروزه از طریق استعمال این مواد، رفع شوند (مظاهری و مجنون حسینی، ۱۳۸۰). تناوب زراعی شرایط بهینه‌ای را برای مدیریت آفات، چرخش عناصر غذایی، استفاده از منابع را فراهم می‌کند و تنوع تولید را افزایش و وقوع تلفات را کاهش می‌دهد (حقیقت‌نیا و همکاران، ۱۳۸۷)

با در نظر گرفتن مزایای مختلف تناوب زراعی که اشاره گردید، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تناوب محصولات مختلف با گندم بر عملکرد اقتصادی محصولات و برخی خصوصیات خاک در شرایط دیم اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم - سرارود اجرا شد. طول و عرض جغرافیایی محل آزمایش به ترتیب $47^{\circ}19' E$ و $34^{\circ}20' N$ و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۱ متر است. بافت خاک محل آزمایش از نوع سیلت، رسی لوم بود. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار، در دو قطعه زمین مجاور هم به مدت شش سال از پاییز ۱۳۸۵ تا تابستان ۱۳۹۱ اجرا گردید. تیمارها شامل پنج تناوب زراعی گندم-گندم، آیش-گندم، نخود-گندم، ماشک-گندم و گلرنگ-گندم بود. در تمامی کشت‌ها جهت آماده‌سازی زمین یک‌بار شخم در آخر تابستان انجام و قبل از کاشت یک بار دیسک زده شد. کاشت گندم با عمیق‌کار با فاصله ۲۵ سانتیمتر انجام گردید. میزان کود از فرمول $N_{30}P_{30}$ از منابع سوپر فسفات

به خوبی توسعه یابد (خواجه پور، ۱۳۷۵). این ریشه‌های قوی و مستقیم می‌توانند تا عمق ۳-۲ متری رشد کند و در ایجاد تخلخل در این عمق کمک نماید (Kaya and Ipek, 2003) که می‌تواند در تناوب زراعی در ایجاد شخم بیولوژیکی موثر باشد.

میر-اورپیچ و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی تأثیر تناوب و خاک ورزی بر عملکرد اقتصادی سیستم های زراعی بر پایه ذرت عنوان کردند که تناوب زراعی با گیاهان متنوع درآمد خالص را در هر دو سیستم خاک ورزی برگردان و چیزل افزایش دادند. همچنین تناوب زراعی میزان ریسک درآمد و عملکرد را کاهش داد و با افزایش قیمت انرژی سیستم های زراعی با هزینه تولید کم از سیستم‌های زراعی با نهاده زیاد، بهتر بودند. ردی و سوداکارا (۲۰۰۳) در بررسی اقتصادی تناوب‌های زراعی مختلف بر پایه آفتابگردان با سورگوم، لپه هندی، بادام زمینی، آفتابگردان و کرچک گزارش کردند که تناوب آفتابگردان و بادام زمینی بیشترین درآمد خالص را تولید نمود و بعد از آن تناوب آفتابگردان با سورگوم قرار گرفت و تناوب آفتابگردان با بادام زمینی پایدارتر از تناوب آن با سورگوم بود. آنها دلیل افزایش عملکرد آفتابگردان در تناوب بادام زمینی را افزایش کارایی مصرف غذایی عنوان کردند. ریدل و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند که زراعت ذرت در تناوب های زراعی پیچیده که شامل لگوم های علوفه ای باشند زراعتی پایدارتر از کشت مداوم آن و تناوب های دو ساله با سویا است. در چند سال اخیر، کاربرد تناوب به دلیل پیشرفت‌های تکنولوژیکی، جذابیت خود را از دست داده و سیستم‌های ساده‌تر، جایگزین آنها شده‌اند. گسترش

(شکل ۱) به همین دلیل در هر دو قطعه زمین اجرای آزمایش عملکردی حاصل نشد، و در نتیجه داده‌های دو دوره تناوب جهت بررسی اقتصادی مورد استفاده قرار گرفتند. برای بررسی اقتصادی مدیریت استفاده از منابع و عوامل تولید با توجه به اینکه پنج تیمار از نظر اقتصادی باهم ناسازگار می‌باشند، لذا از اصول روش سرمایه‌گذاری اضافی و نسبت B/C استفاده گردید. به دلیل اینکه هزینه‌های ثابت شامل هزینه نگهداری، اجاره زمین و کلیه هزینه‌های مربوط به گندم که در تمام تیمارها یکسان بوده لذا در تجزیه و تحلیل فقط هزینه متغیر شامل هزینه شخم، دیسک، کود مصرفی، بذر مصرفی، هزینه سموم، هزینه وجین و برداشت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. قیمت هزینه‌ها طبق قیمت بازار در فصل اجرا و قیمت محصولات از سایت وزارت جهاد کشاورزی در زمان برداشت محصول در نظر گرفته شده است. در این روش بررسی ابتدا نسبت B/C هر تیمار محاسبه می‌گردد که B و C به ترتیب درآمد و هزینه‌های هر تیمار هستند. اگر $B/C = 0.0$ باشد، سرمایه‌گذار مختار به سرمایه‌گذاری است، اگر $B/C < 1$ باشد، سرمایه‌گذاری مقرون به صرفه نیست و اگر $B/C > 1$ سرمایه‌گذاری به صرفه است. سپس در میان تیمارهایی که جهت سرمایه‌گذاری به صرفه هستند، مقایسه دو به دوی تیمارها طبق رابطه ۱ صورت می‌گیرد.

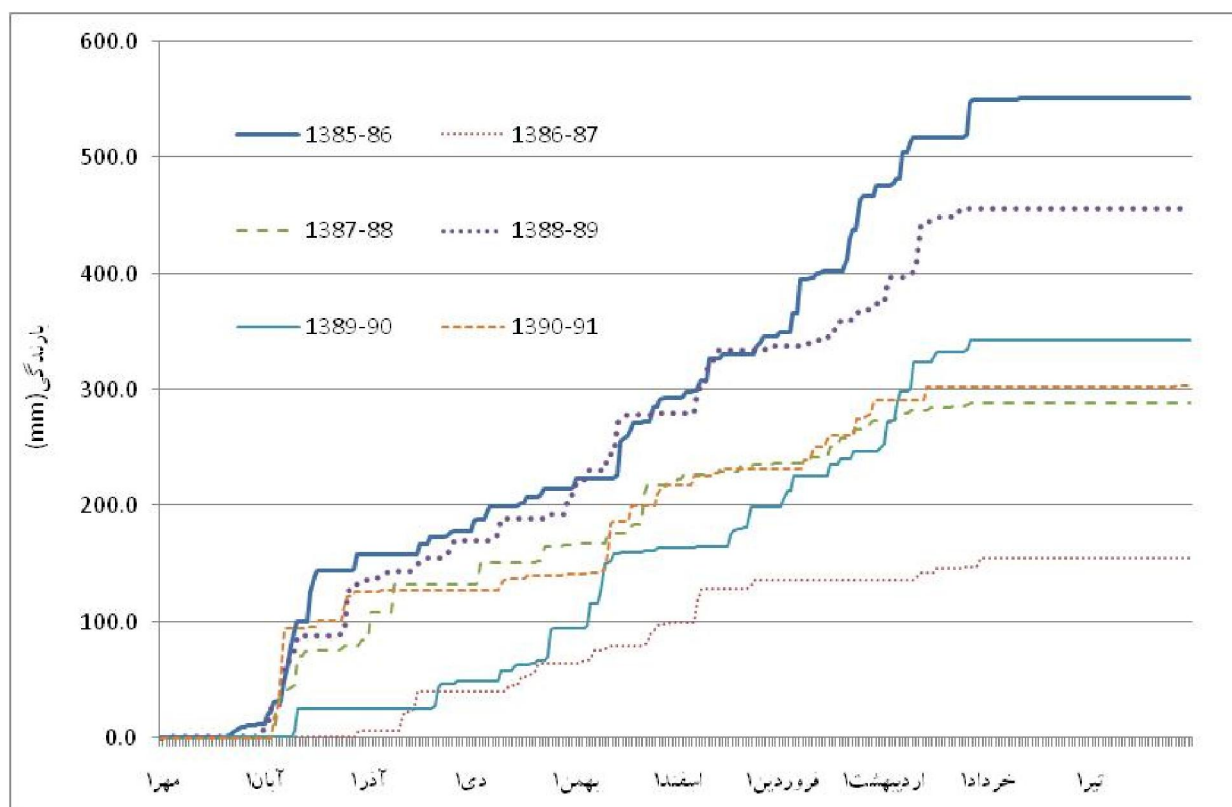
$$\Delta B/\Delta C = \Delta PWB/\Delta PWC \quad (1)$$

که در آن ΔPWB تفاوت منافع دو تیمار مورد مقایسه و ΔPWC تفاوت هزینه‌های دو تیمار مورد مقایسه می‌باشد. جهت اندازه‌گیری نفوذ پذیری آب در خاک از روش حلقه‌های مضاعف استوانه‌ای با قطرهای ۳۰ و ۶۰ سانتیمتری استفاده گردید و میزان

تریپل و اوره و میزان بذر ۴۰۰ دانه در متر مربع استفاده گردید و جهت کنترل علف‌های هرز از علفکش تو فور دی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. در تناوب آیش-گندم در سال آیش از خاک ورزی توصیه شده استفاده شد. کاشت ماشک پاییزه رقم مراغه با استفاده از خطی کار با فاصله خطوط کاشت ۲۵ سانتیمتر و ۲۰۰ دانه در متر مربع انجام گردید و کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی در فروردین ماه هر سال انجام شد. کاشت نخود پاییزه (رقم آرمان) با خطی کار و فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر با تراکم ۳۵ دانه در متر مربع انجام شد و مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در پاییز هنگام کاشت مصرف گردید. مبارزه با علف‌های هرز از طریق وجین دستی در فروردین ماه هر سال صورت گرفت. برای مبارزه با کرم پیله خوار از سم سوین به میزان ۲/۵ کیلوگرم در هکتار هر سال استفاده شد. کاشت گلرنگ با خطی کار و فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر و تعداد بذر ۴۵ دانه در متر مربع انجام شد. میزان کود مصرفی بر اساس توصیه ایستگاه از منابع سوپر فسفات تریپل و اوره هنگام کاشت استفاده شد. مبارزه با علف‌های هرز از طریق وجین دستی در فروردین ماه هر سال صورت گرفت. برای مبارزه با کرم غوزه خوار از سم سوین به میزان ۲/۵ کیلوگرم در هکتار هر سال استفاده شد. با توجه به اینکه گندم در همه تناوب‌ها وجود داشت در قطعه زمین اول در سال اول گندم کشت گردید و در قطعه زمین دوم سایر گیاهان زراعی که در تناوب با گندم قرار می‌گرفتند، کشت شدند، به طوری که در هر سال هر دو جزء تناوب وجود داشتند. سال دوم اجرای آزمایش (۸۷-۱۳۸۶) خشکسالی شدید حادث شد

۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۴۰ محاسبه و طبق قالب طرح تجزیه واریانس گردیدند و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. شاخص بهره‌وری بارش نیز از طریق نسبت عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و بارش سال (میلی‌متر) محاسبه گردید (توکلی و اویس، ۲۰۰۴).

کاهش ارتفاع آب در استوانه کوچکتر در چند فاصله زمانی تا ۶۰ دقیقه اندازه‌گیری شد و به این ترتیب میزان نفوذ تجمعی محاسبه گردید (علیزاده، ۱۳۷۱). فشردگی خاک در بهار سال آخر اجرای پروژه در قطعه زمینی که همه کرت‌ها گندم بود با استفاده از دستگاه Penetrometer در عمق ۰ تا ۴۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. این دستگاه در هر سانتی‌متر عمق خاک یک داده ثبت می‌کند، که میانگین عمق‌های



شکل ۱- نمودار تجمعی بارندگی سال‌های آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم - سرارود.

نشان داد که فشردگی خاک تیمارهای مختلف تناوبی در عمق ۲۰-۳۰ سانتیمتری خاک با هم اختلاف معنی‌دار داشتند ولی در سایر عمق‌ها تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین فشردگی خاک در عمق ۲۰-۳۰ سانتیمتری نشان داد که تیمار گندم - آیش دارای بیشترین فشردگی در این عمق

نتایج و بحث خصوصیات خاک

فشردگی خاک: میانگین فشردگی خاک در تیمارهای مختلف در سال آخر آزمایش در عمق‌های ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۴۰ سانتیمتری خاک اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس این داده‌ها

گردیده است. گزارش ویور و دیوکر (۲۰۰۷) نشان داد فشردگی خاک در تناوب مختلف متفاوت است. استفاده از این تناوب ها در کاهش فشردگی موثر خواهد بود. همبستگی فشردگی خاک، رشد ریشه گیاه زراعی و قابلیت دسترسی آب و عناصر غذایی گزارش شده است (Stelluti et al. 1998).

خاک و تیمار گندم - گلرنگ دارای کمترین فشردگی در عمق ۳۰-۲۰ سانتی متری خاک بود و فشردگی خاک بقیه تیمارهای تناوبی در بین این دو قرار گرفت (جدول ۲). از این نتایج مشاهده می شود که گلرنگ با داشتن ریشه های عمودی در ایجاد تخلخل تأثیر گذاشته و باعث کاهش فشردگی آن

جدول ۱: تجزیه واریانس سختی خاک در عمق های ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۴۰ سانتیمتری خاک.

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
عمق ۳۰-۴۰	عمق ۲۰-۳۰	عمق ۱۰-۲۰	عمق ۰-۱۰		
سانتیمتر	سانتیمتر	سانتیمتر	سانتیمتر		
۰/۳۵۰۴ ^{ns}	۰/۱۲۴۰ ^{ns}	۰/۲۱۴۰ ^{ns}	۰/۰۷۵۳ ^{ns}	۳	تکرار
۱/۳۰۵۹ ^{ns}	۱/۵۴۷۶ ^{**}	۰/۴۱۵۲ ^{ns}	۰/۰۱۶۳ ^{ns}	۴	تیمار
۰/۵۹۰۸	۰/۲۶۴۳	۰/۱۶۹۲	۰/۰۳۵۹	۱۲	خطای (تیمار در تکرار)
۰/۷۰۳۴	۰/۵۱۲۳	۰/۲۲۸۰	۰/۰۳۸۰	۱۹	کل

^{ns} و ^{**} به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

جدول ۲: مقایسه میانگین فشردگی خاک (پاسکال) در عمق های مختلف خاک در تیمارهای مختلف تناوب زراعی در سال آخر

تیمار	عمق ۰-۱۰ سانتیمتر	عمق ۱۰-۲۰ سانتیمتر	عمق ۲۰-۳۰ سانتیمتر	عمق ۳۰-۴۰ سانتیمتر
گندم - گندم	۰/۴۹	۱/۱۷	۱/۹۰	۲/۴۲
گندم - آیش	۰/۵۲	۱/۶۸	۳/۰۷	۳/۶۱
گندم - نخود	۰/۴۳	۱/۲۳	۲/۴۳	۲/۹۴
گندم - ماشک	۰/۵۳	۱/۳۹	۲/۴۸	۳/۴۱
گندم - گلرنگ	۰/۳۸	۰/۷۹	۱/۴۴	۲/۳۴
LSD5%	۰/۲۹	۰/۶۳	۰/۷۹	۱/۱۸

داشتند (جدول ۴). این تیمارها به ترتیب دارای کمترین و بیشترین میزان فشردگی خاک بودند بطوریکه هر چه فشردگی خاک بیشتر بوده برعکس نفوذپذیری خاک کمتر شده است. این امر را می توان به توانایی نفوذ بیشتر ریشه گلرنگ در خاک نسبت به سایر گیاهان مورد بررسی دانست، که باعث کاهش فشردگی خاک گردیده است. چن و همکاران

نفوذ پذیری خاک: تجزیه واریانس میزان نفوذپذیری خاک در سال آخر (۱۳۹۱) نشان داد که اثر تناوب زراعی بر این صفت معنی دار بوده است (جدول ۳). مقایسه میانگین نفوذپذیری تیمارهای مختلف تناوب زراعی نشان داد که تناوب زراعی گندم - گلرنگ دارای بیشترین میزان نفوذپذیری و تیمار گندم-آیش کمترین میزان نفوذپذیری را

(۲۰۱۴) عنوان کردند که نفوذپذیری خاک با افزایش فشرده‌گی خاک کاهش یافت و کاشت کلزا و گیاهان پوششی در تناوب زراعی نفوذپذیری خاک را از طریق ایجاد کانال هایی در خاک بوسیله ریشه افزایش داد.

جدول ۳: تجزیه واریانس میزان نفوذ پذیری خاک (میلیمتر در ۶۰ دقیقه) در سال در ۱۳۹۱ در سایت شرقی و بهره‌وری آب باران در سال آخر هر دو سایت بطور جداگانه و میانگین

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییر
بهره‌وری باران (میانگین دو قطعه)	بهره‌وری باران (قطعه زمین غربی)	بهره‌وری باران (قطعه زمین شرقی)	نفوذپذیری خاک	
۰/۰۶۲ ^{ns}	۰/۰۸۴ ^{ns}	۰/۵۷۱ [*]	۲۷/۶ ^{ns}	تکرار ۳
۱/۳۸۳ ^{**}	۰/۹۱۲ ^{**}	۲/۳۶۱ ^{**}	۴۷/۲ [*]	تیمار ۴
۰/۰۹۱	۰/۱۳۴	۰/۱۴۵	۱۳/۸	خطای (تیمار در تکرار) ۱۲
۰/۳۵۹	۰/۲۹	۰/۶۷۹	۲۳/۰	کل ۱۹

^{ns} و * به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪.

جدول ۴: میانگین نفوذپذیری خاک (میلیمتر در ۶۰ دقیقه) و بهره‌وری بارش ($\text{Kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$) تیمارهای مختلف در سال آخر

بهره‌وری باران	بهره‌وری باران	بهره‌وری باران	نفوذپذیری خاک	تیمار
۱/۶	۱/۷	۱/۴	۱۷/۴	گندم - گندم
۲/۸	۲/۹	۲/۷	۱۱/۴	گندم - آیش
۳/۰	۲/۵	۳/۵	۱۶/۳	گندم - نخود
۳/۰	۲/۹	۳/۱	۱۵/۴	گندم - ماشک
۲/۴	۲/۳	۲/۵	۲۰/۹	گندم - گلرنگ
۰/۵	۰/۶	۰/۶	۵/۷	LSD5%

گلرنگ - گندم به ترتیب ۰/۰۴، ۰/۰۵ و ۰/۰۶ درصد افزایش نسبت به اول دوره داشتند ولی درصد کربن آلی در تیمار آیش - گندم ۰/۰۸ درصد نسبت به اول دوره کاهش داشت. هالورسون و همکاران (۲۰۰۲) نیز با حذف آیش در تناوب زراعی، افزایش کربن آلی خاک را گزارش نمودند. گزارش عدالت و همکاران (۱۳۸۵) نیز این نتایج را تأیید می‌نماید. دیگران نیز نتایج مشابهی در کاهش کربن آلی خاک

کربن آلی: میانگین کربن آلی اندازه‌گیری شده حاصل از چهار نمونه مخلوط در سال اول (ابتدای دوره) ۱/۰۲ درصد بود. در سال ششم (انتهای دوره) میانگین کربن آلی به ۱/۰۷ درصد افزایش یافت که ۰/۰۵ درصد نسبت به ابتدای دوره افزایش مشاهده گردید. تیمار ماشک - گندم با ۰/۱۸ درصد افزایش نسبت به اول دوره بیشترین افزایش درصد ماده آلی را داشت و تیمارهای گندم - گندم، نخود - گندم و

نسبت منفعت به هزینه کمتر از یک می‌باشد، لذا این تیمار از نظر اقتصادی به صرفه نبوده و به ازای هر یک ریال هزینه، کمتر از یک ریال درآمد حاصل خواهد شد ولی بقیه تیمارها دارای B/C بزرگتر از یک می‌باشند که برای مقایسه تیمارها و معرفی اقتصادی‌ترین تیمار ابتدا تیمارها را بر اساس هزینه مرتب کرده و سپس با استفاده از روش $\Delta PWB/\Delta PWC$ مقایسه دو به دو انجام شد که نتایج آن به شرح ذیل می‌باشد.

بر اساس جدول (۵)، اولین مقایسه (الف) مقایسه بین تیمار آیش-گندم و گلرنگ-گندم:

$$\begin{aligned} \Delta PWB &= 7768.5 - 4162.5 = 3606 \\ \Delta PWC &= 4020 - 1840 = 1740 \\ \Delta B/\Delta C &= 3606/2180 = 1.19 \end{aligned}$$

با توجه به اینکه حاصل تغییرات منفعت به هزینه بزرگتر از یک می‌باشد تیماری اقتصادی است که دارای هزینه اولیه بیشتری است لذا تیمار گلرنگ-گندم اقتصادی تر از تیمار آیش-گندم می‌باشد.

دومین مقایسه (ب) مقایسه تیمار گلرنگ-گندم با تیمار ماشک-گندم:

$$\begin{aligned} \Delta PWB &= 6299.5 - 7768.5 = -1469, \\ \Delta PWC &= 4790 - 4020 = 770, \Delta B/\Delta C = -1.9 \end{aligned}$$

با توجه به اینکه حاصل تغییرات منفعت به هزینه کوچکتر از یک می‌باشد تیماری اقتصادی است که دارای هزینه اولیه کمتری است لذا تیمار گلرنگ-گندم اقتصادی تر از تیمار ماشک-گندم می‌باشد.

سومین مقایسه (ج) مقایسه تیمار گلرنگ-گندم با تیمار نخود-گندم:

$$\begin{aligned} \Delta PWB &= 20188.5 - 7768.5 = 12420, \\ \Delta PWC &= 6390 - 4020 = 2370, \Delta B/\Delta C = 5.24 \end{aligned}$$

در تناوب‌های شامل آیش گزارش کرده‌اند (Campbell and Zentner, 1993; Bremer *et al.*, 2008; Ryan *et al.*, 2008).

بهره‌وری بارش: آب مصرفی گیاه زراعی شامل بارش، آبیاری یا آبیاری + بارش می‌باشد. بهره‌وری آب مصرفی نسبت عملکرد گیاه زراعی به مقدار آب مصرفی آن تعریف می‌شود (توکلی و اوپس، ۲۰۰۴). در این بررسی شاخص بهره‌وری بارش برای گندم در سال پایانی در هر دو قطعه زمین اجرای آزمایش و میانگین هر دو قطعه تجزیه واریانس گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که اثر تیمارهای تناوبی بر شاخص بهره‌وری بارش معنی‌دار بود و بهره‌وری بارش در کشت گندم در تناوب با نخود، ماشک و آیش در کلاس بالاتر از گندم-گندم قرار گرفتند (جدول ۴). با توجه به بهبود خصوصیات خاک در تناوب زراعی نسبت به کشت مداوم گندم، در نتیجه شرایط استفاده بهتر از بارش جهت رشد گندم فراهم شده که باعث افزایش عملکرد گردیده است. افزایش عملکرد گندم در تناوب‌های زراعی مورد بررسی نسبت به کشت مداوم باعث افزایش شاخص بهره‌وری بارش در تناوب زراعی گردیده است. دیگران نیز برتری تناوب زراعی را در کارایی مصرف آب با توجه به بهبود شرایط رشد در تناوب زراعی نسبت به کشت متوالی گزارش کرده‌اند (Roder *et al.*, 1989; Varvel, 1994; Tanaka *et al.*, 2005).

بررسی اقتصادی: با توجه به اینکه هزینه اجرای تیمارهای مختلف با یکدیگر متفاوت می‌باشند لذا جهت ارزیابی اقتصادی از روش $\Delta PWB/\Delta PWC$ (نسبت منفعت به هزینه) استفاده شده است. با توجه به جدول ۵ ملاحظه می‌شود که تیمار گندم-گندم دارای

از این نتایج استنباط می شود تناوب‌های مختلف اثرات متفاوت در خواص فیکریکو شیمیایی خاک دارند. اعمال تناوب های نخود، ماشک و گلرنگ در مقایسه با تناوب گندم- گندم در افزایش کربن آلی خاک، نفوذپذیری خاک، افزایش بهره‌وری بارش و از لحاظ اقتصادی بهتر می باشد. تناوب گلرنگ با داشتن ریشه‌های عمودی در ایجاد تخلل تأثیر گذاشته و فشردگی خاک را کاهش داده و نفوذ پذیری خاک را برای آب افزایش می دهد. تناوب ماشک در مقایسه با تیمار های دیگر درصد ماده آلی خاک را افزایش می دهد.

با توجه به اینکه حاصل تغییرات منفعت به هزینه بزرگتر از یک می باشد تیماری اقتصادی است که دارای هزینه اولیه بیشتری است لذا تیمار نخود-گندم اقتصادی‌تر از کلیه تیمارها می باشد. اگر اولویت های تناوب با گندم در استان کرمانشاه به زارعین معرفی شوند که دارای بیشترین سود برای آنها باشد، پیشنهاد تناوب نخود-گندم در رتبه اول بعد از آن گندم-گلرنگ در اولویت می‌باشد. بنابراین زارعین دیم کار با اجرای این دو تناوب بیشترین سود را از یک هکتار زمین دیم در استان کرمانشاه بدست خواهند آورد.

نتیجه گیری

جدول-۵: میانگین عملکرد (kg ha^{-1})، درآمد ناخالص و هزینه (هزار ریال در هکتار) تیمارها به ترتیب هزینه

B/C	هزینه دوساله	درآمد دوساله	متوسط عملکرد محصول دیگر	متوسط عملکرد گندم	تیمار
۲/۲۶	۱۸۴۰	۴۱۶۲/۵	۰	۱۱۸۸/۹	آیش-گندم
۰/۹	۳۵۸۰	۳۳۱۵	۶۵۹/۷	۷۸۸/۱	گندم - گندم
۱/۹۳	۴۰۲۰	۷۷۶۸/۵	۱۴۹/۹	۱۱۴۹/۷	گلرنگ-گندم
۱/۳۱	۴۷۹۰	۶۲۹۹/۵	۲۵۸/۳	۱۲۸۳/۴	ماشک-گندم
۳/۱۵	۶۳۹۰	۲۰۱۸۸/۵	۹۶۱/۴	۸۱۲/۴	نخود-گندم

منابع

حقیقت نیا، حسن، دستفال، منوچهر، و براتی، وحید. ۱۳۸۷. اثر نظام های مختلف تناوب گیاهی بر عملکرد گندم و برخی ویژگی های خاک. نهال وبذر ۲۴: ۲۸۰-۲۶۵.

خواجه پور، محمد رضا. ۱۳۷۵. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۲۵۱ صفحه.

رحمتی، مهدی، نیشابوری، محمد رضا، اوستان، شاهین، و فیضی اصل، ولی. ۱۳۸۹. اثرات تغییر تناوب های گندم-آیش و گندم-نخود به کشت ممتد گندم بر خصوصیات فیزیکی مرتبط با فاکتور فرسایش پذیری خاک. مجله پژوهش های خاک (علوم آب و خاک). جلد ۲۴ شماره ۲: ۱۶۳-۱۵۵.

عدالت، محسن، غدیری، حسین، کامگار حقیقی، علی اکبر، امام، یحیی، رونقی، عبدالمجید، و آساد، محمد تقی .
۱۳۸۵. برهمکنش دو تناوب زراعی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزا عملکرد دو رقم گندم در شرایط دیم
در شیراز. مجله علوم زراعی ایران. جلد هشتم، شماره ۲: ۱۲۰-۱۰۶.

مظاهری، داریوش، و مجنون حسینی، ناصر . ۱۳۸۰. مبانی زراعت عمومی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰ صفحه.

Berzsenyi, Z., Gyorffy, B., Lap, D.Q. 2000. Effect of crop rotation and fertilisation on maize and wheat yields and yield stability in a long-term experiment. *European Journal of Agronomy* 13: 225–244

Bremer, E., H.H. Janzen, B.H. Ellert, and R.H. McKenzie. 2008. Soil organic carbon after twelve years of various crop rotations in an Aridic Boroll. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72:970–974.

Campbell, C.A., and R.P. Zentner. 1993. Soil organic matter as influenced by crop rotations and fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:1034–1040.

Chen, G., Weil, R.R., and Hill, R.L. 2014. Effects of compaction and cover crops on soil least limiting water range and air permeability. *Soil & Tillage Research* 136: 61–69.

Dogan, R., Goksoy, T.A., Yagdi, K., Turan, M.Z. 2008. Comparison of the effects of different crop rotation systems on winter wheat and sunflower under rain-fed conditions. *Afri. J. Biotech.* 7: 4076-4082.

Halvorson, A.D., Peterson, G.A, and Reule, C.R. 2002. Tillage system and crop rotation effects on dryland crop yields and soil carbon in the central Great Plains. *Agron. J.* 94:1429–1436

Kaya, M. D. and Ipek, a. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turk. J. Agric. For.* 27: 221-227.

Kemper, W.D. 1993. Effects of soil properties on precipitation use efficiency. *Irrig. Sci.* 14: 65-73.

Martiniello, P. 2011. Cereal–forage rotations effect on biochemical characteristics of topsoil and productivity of the crops in Mediterranean environment. *Europ. J. Agronomy*, 35: 193– 204.

Meyer-Aurich, A., Janovicek, K., Deen, W., and Weersink, A. 2006. Impact of tillage and rotation on yield and economic performance in corn-based cropping systems. *Agron. J.*, 98: 1204-1212.

Raimbault, B.A., and T.J. Vyn. 1991. Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agron. J.* 83:979–985.

Ryan, J., Masri, S., Ibrikci, H, Sing, M., Pala, M., and Harris, H.C. 2008. Implications of Cereal-Based Crop Rotations, Nitrogen Fertilization, and Stubble Grazing on Soil Organic Matter in a Mediterranean-Type Environment. *Turk. J. Agric. For.* 32 : 289-297

Reddy, B. N., and Sudhakara, B.S.N. 2003. Sustainability of sunflower-based crop sequences in rainfed alfisols. *HELIA*, 26: 117-124.

Riedell, W.E., Pikul, J.L., Jaradat, A.A., and Schumacher, T.E. 2009. Crop rotation and nitrogen input effects on soil fertility, maize mineral nutrition, yield, and seed composition. *Agron. J.* 101:870–879

Roder, W., S.C. Mason, M.D. Clegg, and Kneip, K.R. 1989. Yield-soil water relationships in sorghum-soybean cropping systems with different fertilizer regimes. *Agron. J.* 81:470–475.

- Stelluti, M., Maiorana, M., and DeGiorgio, D. 1998. Multivariate approach to evaluate the penetrometer resistance in different tillage systems. *Soil Tillage Res.* 46:145–151.
- Stevenson F.J., 1985. Cycles of Soil. In: *Geochemistry of soil Humic Substances in Soil, Sediment, and Water* (EDs G.R. Aiken, D.M. McKnight, R.L. Wershaw and P. MacCarthy, Editors.). Soil and Water conservation Society. Wiley, New York.
- Tanaka, D.L., R.L. Anderson, and S.C. Rao. 2005. Crop sequencing to improve use of precipitation and synergize crop growth. *Agron. J.* 97:385–390.
- Tavakkoli, A.R. and T.Y.Oweis, 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. *Agric. Water Manage.* 65:225-236.
- Varvel, G.E. 1994. Monoculture and rotation system effects on precipitation use efficiency of corn. *Agron. J.* 86:204–208.
- Weaver, J.L., and Duiker, S.W. 2007. Crop rotation effects on soil physical quality. International annual meetings, a century of integrating crops, soils and environment. New Orleans Louisiana, nov. 4-8, 2007.
- Williams, C. M., King, J. R., Ross, S. M., Olson, M. A., Hoy, C. F., and Lopetinsky, K. J. 2014. Effects of three pulse crops on subsequent barley, canola, and wheat. *Agron. J.* 106:343–350

Study on effects of different crop rotations based on wheat on soil physicochemical properties and economical performance in dryland condition of Kermanshah

A. Abdolahi^{1*}, A. Nemati² and G.R. Valizadeh³

1-Dryland Agricultural Research Sub-Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

2- Kermanshah Agricultural and natural resource research center, AREEO, Kermanshah, Iran

3- Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran

Abstract

This study was conducted to investigate economic aspect and some soil properties in different crop rotations of wheat in dryland conditions in Sararood - Kermanshah during six years 2006-2012. The experiment carried out based on randomized complete block design (RCBD) with four replications in two neighbor sites. Treatments were wheat-wheat, fallow - wheat, chickpea-wheat, vetch-wheat and safflower-wheat. Soil organic carbon percentage in vetch - wheat treatment increased (0.18%) in the end of rotation period in compare to the first of period. Mean comparison of soil compaction in 20-30 cm depth of soil showed fallow - wheat treatment had highest and safflower - wheat the lowest soil compaction. Soil permeability results in the end of experiment period showed effect of crop rotation was significant and safflower-wheat and fallow-wheat had the highest and the lowest permeability, respectively. Results of economical analysis showed the most economical treatment was chickpea-wheat and after that safflower-wheat was economical. Therefore, in Kermanshah province continuous wheat couldn't be recommend but to increase and reserve soil productivity and to access higher income biannual rotation of wheat with vetch, chickpea or safflower crops can be proposed.

Kew word: Crop rotation, Dryland, Economical performance, Soil Organic Carbon, WUE