شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/idaj.2024.365612.429

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر فشردگی خاک، تراکم علف‌های هرز و عملکرد دانه نخود دیم

احمد حیدری[۱*]، سید محسن سیدان[۲]، محمد خاوری دهقان[۳]

۱- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

۲- بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

۳- شرکت ماشین برزگر همدان، ایران.

چکیده مبسوط

مقدمه: نخود از حبوبات مهم مناطق دیم می‌باشد که می‌توان در تناوب گندم دیم قرار داد. با توجه به کمبود رطوبت در مناطق دیم و نیز کاهش حاصلخیزی خاک به دلیل استفاده مداوم از روش رایج خاک‌ورزی و عدم حفظ پوشش گیاهی، استفاده از سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در این مناطق با توجه به مزایای آن در حفظ رطوبت خاک، کاهش فرسایش خاک و افزایش حاصلخیزی خاک رو به گسترش می‌باشد. همچنین کشت نخود بدلیل اثرات آن در کشاورزی پایدار و کاهش مصرف کودهای ازته در سیستم تناوبی در حال توسعه است. به‌علاوه حبوبات را می‌توان برای بازیابی مناطقی که در آن خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در طول زمان پسروی داشته است، توصیه نمود.

روش شناسی: شش روش خاک‌ورزی و کاشت نخود در بقایای گندم شامل: T_1- کم‌خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب حفاظتی (چیزل‌پکر) + کاشت نخود با عمیق‌کار، T_2- خاک‌ورز مرکب مجهز به تیغه‌های زیرشکن، قلمی و غلتک+ کاشت نخود با عمیق‌کار، T_3- کشت نخود با خطی‌کار کشت مستقیم، T_4- خاک‌ورز مرکب مجهز به تیغه‌های زیرشکن، قلمی و غلتک + استفاده از دستگاه تسطیح‌کن غلتک‌دار + کاشت نخود با عمیق‌کار، T_5- استفاده از تسطیح‌کن غلتک‌دار + کشت نخود با خطی‌کار کشت مستقیم و T_6- روش مرسوم منطقه (دستپاشی و پوشاندن بذر با گاوآهن شش خیش) به عنوان شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصافی به مدت سه سال اجرا شد.

یافته‌های پژوهش: نتایج تجزیه مرکب سه ساله نشان داد که اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر عملکرد و اجزای عملکردی نخود معنی‌دار بود. کشت نخود با خطی‌کار کشت مستقیم با میانگین عملکرد ۶۰۸/۶ کیلوگرم در هکتار و تیمار مرسوم منطقه با میانگین عملکرد ۳۶۹/۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد نخود را به خود اختصاص دادند. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر وزن علف‌های هرز معنی‌دار بود. تیمارهای T_2، T_3 و T_5 کمترین مقدار علف‌های هرز و تیمارهای T_1 و T_6 بیشترین مقدار علف‌های هرز را به خود اختصاص دادند. از نظر اقتصادی، بیشترین ارزش ناخالص (۲۶۷۷۸۴۰۰۰ ریال در هکتار) و ارزش خالص (۲۶۱۷۸۴۰۰۰ ریال در

* نگارنده مسئول: heidari299@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۴

هکتار) مربوط به کشت نخود با خطی‌کار کشت مستقیم بود که بیشترین ارزش را در بین تیمارهای مورد بررسی نشان داد. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان روش کشت مستقیم نخود در بقایای گندم را برای شرایط مشابه با آزمایش حاضر توصیه کرد.

کلمات کلیدی: بی‌خاک‌ورزی، تراکم علف هرز، چیزل‌پکر، حبوبات، کم‌خاک‌ورزی

مقدمه

خاک‌ورزی به‌دلیل اثراتی که بر رشد ریشه (Boone and Veen, 1994) و کارآیی مصرف آب و عناصر غذایی (Davis, 1994) دارد می‌تواند بر عملکرد زراعی گیاه (Lal, 1993) تاثیر گذارد. افزایش طولی ریشه در لایه‌های فوقانی خاک در روش بی‌خاک‌ورزی (Martinez *et al*., 2008) و همچنین کم‌خاک‌ورزی (Lal, 1989) در مقایسه با روش خاک‌ورزی مرسوم به دلیل عدم تشکیل لایه شخم در سامانه‌های خاک-ورزی حفاظتی گزارش شده است. فشردگی بیشتر خاک در لایه‌های زیرین خاک در روش بی‌خاک‌ورزی ممکن است که توسعه مناسب ریشه را محدود کند. مال‌هی و لم‌کی(Malhi and Lemke, 2007) افزایش ۲۲ درصدی در حجم ریشه را تحت روش بی‌خاک-ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم گزارش کردند. افزایش تَرک‌ها، کانال‌های ایجاد شده بوسیله کرم‌ها و افزایش منافذ زیستی می‌تواند از دلایل این امر باشد (Francis and Knight, 1993) که ممکن است باعث تسهیل رشد ریشه در بی‌خاک‌ورزی باشد. همچنین گزارش شده است که حجم ریشه در روش بی‌خاک-ورزی به‌طور معنی‌داری کمتر از کرت‌های خاک‌ورزی شده است و فشردگی خاک در بی‌خاک‌ورزی مانع اصلی توسعه ریشه و انشعابات آن عنوان شده است (Martinez *et al*., 2008). در حالی‌که خاک‌ورزی مرسوم باعث نفوذ بیشتر ریشه می‌شود (Shirani *et al*., 2002)

شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد نقش مهمی در موفقیت روش بی‌خاک‌ورزی دارد (Wang *et al*., 2006). بر اساس گزارش فائو (FAO, 2012) یکی از مزایای روش بی‌خاک‌ورزی، سازگاری با شرایط آب و هوایی می‌باشد. در این گزارش آمده است که در سال ۲۰۱۲ که سالی خشک و دمای بالا در کشور قزاقستان بود، عملکردگندم کشت شده تحت بی-خاک‌ورزی بیشتر از روش خاک‌ورزی مرسوم بود. نتایج مطالعه‌ای در نروژ نشان داده است که خاک-ورزی حفاظتی، نتایج بهتری در سال‌های خشک در مقایسه با سال‌های مرطوب دارد (Riley *et al*., 1994).

اجرای کشاورزی حفاظتی در ایران با چالش‌هایی مواجه است. در مناطق نیمه‌خشک (بارندگی سالیانه ۳۰۰-۵۰۰ میلی‌متر)، موفقیت کشاورزی حفاظتی بستگی به توانایی کشاورزان در حفظ بقایای گیاهی و کنترل کافی علف‌های هرز دارد (Giller *et al*., 2009). در مناطق نیمه خشک، بقایای گیاهی یا توسط دام چرا شده یا برای فروش از مزرعه خارج می‌شوند، بارندگی‌ها نامنظم هستند و همچنین تناوب زراعی مشخصی رعایت نمی‌شود و کود کافی به‌دلیل قیمت بالا و عدم آگاهی کشاورزان در اختیار گیاه قرار نمی‌گیرد (Giller *et al*., 2009).

نخود از حبوبات مهم در مناطق دیم می‌باشد که می-تواند بجای آیش در تناوب با گندم قرار گیرد. کشت نخود بدلیل اثرات آن در کشاورزی پایدار در حال گسترش است، به‌دلیل اینکه وقتی حبوبات در تناوب با دیگر محصولات قرار می‌گیرند می‌توانند باعث کاهش مصرف کودهای ازته نیز شوند (Jensen & Hauggard-Nielsen, 2003). به‌علاوه حبوبات را می‌توان برای بازیابی مناطقی که در آن خواص

فیزیکی و شیمیایی خاک در طول سال‌ها بدتر شده توصیه کرد (Johansen *et al*., 2003). استان همدان در منطقه نیمه خشک قرار گرفته است. با توجه به اینکه نخود به تنش‌های رطوبتی حساس می‌باشد، استفاده از روش رایج خاک‌ورزی به دلیل مدفون کردن بقایای به داخل خاک و نیز برگردان کردن خاک باعث از دسترس خارج شدن رطوبت و افزایش تبخیر سطحی از خاک می‌شود. بنابراین حفظ رطوبت خاک در این شرایط اهمیت دارد. سامانه‌های خاک-ورزی حفاظتی بخصوص سامانه بدون خاک‌ورزی به-دلیل حفظ رطوبت خاک و نیز رطوبت قابل دسترس در فصل رشد می‌توانند جایگزین خاک‌ورزی مرسوم شوند. کاهش هزینه‌های تولید و عدم تخلیه رطوبت خاک با کاشت نخود بجای آیش با استفاده از سامانه-های خاک‌ورزی حفاظتی امکان‌پذیر است. همچنین در چند سال اخیر ماشین‌های جدیدی توسط شرکت‌های سازنده داخلی تولید شده‌اند (از جمله خاک‌ورز مرکب مجهز به زیرشکن، قلمی و غلتک، تسطیح‌کن غلتک‌دار)، که می‌بایست تاثیر آن‌ها بر عملکرد محصول در شرایط دیم بررسی شوند. بنابراین در تحقیق حاضر تلفیقی از روش‌های خاک-ورزی حفاظتی و روش‌های جدید در محصول نخود در شرایط دیم بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی تجرک (شهرستان کبودرآهنگ استان همدان) به مدت سه سال در شرایط دیم در قالب طرح آماری بلوک‌های تصادفی اجرا شد (جدول۱). تیمارهای خاک‌ورزی شامل شش تیمار به شرح زیر بودند.

T_1 - خاک‌ورز مرکب (چیزل‌پکر) + کاشت با عمیق-کار

T_2 - خاک‌ورز مرکب مجهز به تیغه‌های زیرشکن، قلمی و غلتک + کاشت با عمیق‌کار

T_3- کشت مستقیم نخود با بذرکار کودکار کشت مستقیم مخصوص اراضی دیم (روش بی‌خاک‌ورزی)

T_4- خاک‌ورز مرکب مجهز به تیغه‌های زیرشکن، قلمی و غلتک + تسطیح‌کن غلتک‌دار + کشت با خطی‌کار کودکار کشت مستقیم

T_5- تسطیح‌کن غلتک‌دار + کشت مستقیم نخود با بذرکار کودکار کشت مستقیم مخصوص اراضی دیم

T_6- دستپاشی و پوشاندن بذر با گاوآهن شش خیش (شاهد)

تصاویر و مشخصات فنی ماشین‌های مورد استفاده در شکل ۱ و جدول ۲ ارائه شده‌است. ابعاد هر پلات ۱۲×۲۵ متر بود. کود مصرفی بر اساس آزمایش خاک (نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد) و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب انجام شد (۵۰ کیلوگرم کود اوره و ۳۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیم در زمان کاشت با خطی‌کار در تیمارهای T_1 تا T_5 داده شد و در روش رایج، تیمار T_6 کود قبل از کاشت نخود با دست پاشیده شد). اعمال تیمارهای خاک‌ورزی در مهرماه هر سال اجرا می‌شد. رقم نخود پاییزه (منصور) با فاصله ردیف ۳۳ سانتی‌متر به مقدار ۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار در اواخر آذرماه هر سال کشت شد. در اردیبهشت سال بعد، برای مبارزه با علف‌های هرز از سم سوپر گالانت به مقدار یک لیتر در هکتار استفاده شد. همچنین یک مرحله وجین دستی به طور یکسان در تمام تیمارها برای کنترل علف‌های هرز نیز انجام شد. لازم به توضیح است هر سال قطعه‌ای زمین در ایستگاه تجرک که گندم دیم در آن کاشته شده بود انتخاب و پس از برداشت گندم در آن نخود به صورت انتظاری کشت می‌گردید.

تصاویر و مشخصات فنی ماشین‌های مورد استفاده در شکل ۱ و جدول ۲ ارائه شده‌است. ابعاد هر پلات ۱۲×۲۵ متر بود. کود مصرفی بر اساس آزمایش خاک (نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد) و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب انجام شد (۵۰ کیلوگرم کود اوره و ۳۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیم در زمان کاشت با خطی کار در

تیمارهای T_1 تا T_5 داده شد و در روش رایج (تیمار T_6) کود قبل از کاشت نخود با دست پاشیده شد.

a b c

d e f

شکل۱- ماشین‌های مورد استفاده (a- خاک‌ورز مرکب مجهز به تیغه‌های زیرشکن، قلمی و غلتک ، b- تسطیح‌کن غلتک‌دار، c- چیزل‌پکر، d- شش خیش و e- خطی‌کار کودکار کشت مستقیم و f- عمیق‌کار)

Figure 1. Machines used (a- compound tiller (subsoiler + chisel + roller), b- roller leveler, c- chisel packer, d- six bottom, e- direct drilling and f-rainfed drill

جدول ۱- مشخصات محل آزمایش
Table1. Specifications of the test site

محل Location	موقعیت جغرافیایی Geographical location	بافت خاک Soil texture	بارندگی در فصل زراعی (میلی متر) Precipitation in the cropping season (mm)			
			1399-1400	1400-1401	1401-1402	دراز مدت Long-term
ایستگاه تحقیقاتی تجرک Tajrek Research Station	۴۵ʻ و°۴۸ طول شرقی و ۱۴ʻ و°۳۵ عرض شمالی ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۰۰ متر 45ʻ and 48° east longitude and 14ʻ and 35° north latitude, its height above sea level is 1700 meters.	لوم رسی سیلت دار (۴۹٪ شن، ۲۵/۷٪ سیلت و ۲۵/۳٪ رس) Silty clay loam (49% sand, 25.7% silt and 25.3% clay)	227.1	169.0	251.5	277.2

اعمال تیمارهای خاک‌ورزی در مهرماه هر سال اجرا می‌شد. رقم نخود پاییزه (منصور) با فاصله ردیف ۳۳ سانتی‌متر به مقدار ۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار در اواخر آذرماه هر سال کشت شد. در اردیبهشت سال بعد، برای مبارزه با علف‌های هرز از سم سوپر گالانت به مقدار یک لیتر در هکتار استفاده شد. همچنین یک مرحله وجین دستی به طور یکسان در تمام تیمارها برای کنترل علف‌های هرز نیز انجام شد. لازم به توضیح است هر سال قطعه‌ای زمین در ایستگاه تجرک که گندم دیم در آن کاشته شده بود انتخاب می‌شد و پس از برداشت گندم در آن نخود به صورت انتظاری کشت می‌گردید.

تخمین مقدار کاه و کلش گندم بجای مانده بر سطح خاک بعد از کاشت نخود: بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی و کاشت، درصد پوشش بقایای گیاهی با روش برش عرضی خطی اندازه‌گیری شد (Shelton & Jasca, 2009). در این روش از یک طناب ۳۰ متری که ۱۰۰ گره به فاصله ۳۰ سانتی‌متر در آن زده شده استفاده شد. این طناب به صورت مورب (با زوایه ۴۵ درجه نسبت به خط عمود) در سطح مزرعه بعد از کاشت نخود قرار گرفته و تعداد گره‌هایی که در زیر آن کاه و کلش مشاهده شد یادا شت برداری می شد (شکل۲). به طور مثال اگر در زیر ۳۰ گره، کاه و کلش گندم مشاهده شد، درصد پوشش بقایا ۳۰ درصد گزارش می‌شود.

رطوبت خاک: رطوبت خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک در دو مرحله: ۱- زمان گلدهی و ۲- قبل از برداشت محصول اندازه‌گیری شد. رطوبت وزنی خاک به روش اندازه‌گیری مستقیم (برداشت نمونه و سپس خشک کردن در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) انجام شد.

شاخص مخروط خاک: عامل شاخص مخروط خاک جهت ارزیابی فشردگی خاک با استفاده از دستگاه فروسنج، مدل Sp1000 ساخت کشور اسکاتلند با قطر مخروط ۱۲/۸۳ میلی‌متر و زاویه راس۳۰ درجه در ۱۰ نقطه از هر پلات و تا عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک اندازه‌گیری شد. این پارامتر بعد از اولین بارندگی موثر اندازه‌گیری شد.

مقدار علف‌های هرز: در اوایل اردیبهشت‌ماه هر سال قبل از مبارزه با علف‌های هرز نخود با استفاده از کادر مربعی با ابعاد (۰/۵ متر × ۰/۵ متر) در ۱۰ نقطه از هر پلات، علف‌های هرز جمع‌آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه، وزن خشک پس از قرار گرفتن در آون (۴۸ ساعت با دمای ۷۵ سانتی‌گراد) اندازه-گیری و تعیین شد.

جدول۲- مشخصات فنی ماشین‌های مورد استفاده

Table1. Technical specifications of the machines used

نوع ماشین Machine kind	عرض کار (سانتی‌متر) Working witdth(cm)	مشخصات فنی Technical specification
تسطیح‌کن غلتک‌دار Roller leveler	295	نحوه اتصال به تراکتور: کششی How to connect to the tractor: traction حداقل و حداکثر فاصله تنظیم ارتفاع تیغه: ۲۰-۵ سانتی‌متر Minimum and maximum blade height adjustment distance: 5-20 cm وزن کل: ۱۱۵۰ کیلوگرم Total weight: 1150 kg توان مورد نیاز:۱۱۰-۹۰ اسب بخار Required power: 90-110 horsepower ساخت شرکت ماشین برزگرهمدان Manufactured by Barzgar Hamadan Machine Company
خاک‌ورز مرکب مجهز به تیغه‌های زیرشکن، قلمی و غلتک Compound tiller (subsoiler (+ chisel + roller	200	مجهز به تیغه قلمی، زیرشکن و غلطک Equipped with chisel blade, subsoiler and roller تعداد ساقه قلمی: ۴ عدد Number of chisel stems: 4 pcs تعداد ساقه زیرشکن: ۲ عدد Number of subsoiler stems: 2 pcs توان مورد نیاز: ۱۱۰-۹۰ اسب بخار Required power: 90-110 horsepower وزن کل: ۸۶۰ کیلوگرم Total weight: 860 kg ساخت شرکت ماشین برزگرهمدان Manufactured by Barzgar Hamadan Machine Company
خطی‌کار کودکار کشت مستقیم دیم Direct drilling	220	تعداد ردیف: ۱۱ Number of rows: 11 وزن کل: ۱۲۲۵ کیلوگرم Total weight: 1225 kg توان مورد نیاز: ۸۵-۶۵ اسب بخار Required power: 65-85 horsepower ساخت شرکت ماشین برزگر همدان Manufactured by Barzgar Hamadan Machine Company

شکل۲- تخمین مقدار کاه و کلش بجای مانده گندم بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی و کاشت

Figure 2. Estimation of the amount of wheat stubble remaining after tillage and planting treatments

عملکرد و اجزا عملکرد نخود: در انتهای فصل رشد (اوایل تیرماه هر سال)، از تمام کرت‌ها نمونه جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه نخود و اجزا عملکرد آن شامل تعداد بوته در مترمربع، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه برداشت شد. برای اندازه‌گیری تعداد بوته در مترمربع، قبل از برداشت نخود،کادر به ابعاد ۱×۱ مترمربع در ۱۰ نقطه از هر کرت به طور تصافی قرار داده شد و تعداد بوته در هر کادر شمارش شد. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در بوته، از هر کرت ۵۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد و پس از انتقال به آزمایشگاه تعداد دانه‌ها در بوته شمارش شد. جهت تعیین عملکرد نخود، بعد از حذف حاشیه‌ها (دو متر از هر طرف) تمام نخود برداشت و دانه از غلاف جدا و دانه نخود وزن شد.

تحلیل اقتصادی پروژه: در ارزیابی اقتصادی پروژه، با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی، اثرات اقتصادی ناشی از اعمال تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور اختلاف درآمد و هزینه تیمارها نسبت به شاهد محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. هزینه‌های مورد بررسی شامل هزینه‌های خاک‌ورزی و کاشت در قالب شش تیمار است. اختلاف در منافع تیمارها، ناشی از متفاوت بودن عملکرد نخود و منافع حاصل از کشت نخود است. در روش اول (بودجه بندی جزئی) پس از محاسبه منافع و هزینه‌های هر یک از تیمارها، از رابطه زیر جهت مقایسه تیمارها استفاده می‌شود.

(هزینه افزایش یافته+ منافع کاهش یافته) – (هزینه کاهش یافته + منافع افزایش یافته) = سود یا زیان تیمار

تیمارهای T_1 تا T_5 داده شد و در روش رایج، تیمار T_6 کود قبل از کاشت نخود با دست پاشیده شد). اعمال تیمارهای خاک‌ورزی در مهرماه هر سال اجرا می‌شد. رقم نخود پاییزه (منصور) با فاصله ردیف ۳۳ سانتی-متر به مقدار ۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار در اواخر آذرماه هر سال کشت شد. در اردیبهشت سال بعد، برای مبارزه با علف‌های هرز از سم سوپر گالانت به مقدار یک لیتر در هکتار استفاده شد. همچنین یک مرحله وجین دستی به طور یکسان در تمام تیمارها برای کنترل علف‌های هرز نیز انجام شد. لازم به توضیح است هر سال قطعه‌ای زمین در ایستگاه تجرک که گندم دیم در آن کاشته شده بود انتخاب می‌شد و پس از برداشت گندم در آن نخود به صورت انتظاری کشت می‌گردید.

تخمین مقدار کاه و کلش گندم بجای مانده بر سطح خاک بعد از کاشت نخود: بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی و کاشت، درصد پوشش بقایای گیاهی با روش برش عرضی خطی اندازه‌گیری شد (Shelton and Jasca, 2009). در این روش از یک طناب ۳۰ متری که ۱۰۰ گره به فاصله ۳۰ سانتی‌متر در آن زده شده استفاده شد. این طناب به صورت مورب (با زوایه ۴۵ درجه نسبت به خط عمود) در سطح مزرعه بعد از کاشت نخود قرار گرفته و تعداد گره‌هایی که در زیر آن کاه و کلش مشاهده شد یادا شت برداری می شد (شکل۲). به طور مثال اگر در زیر ۳۰ گره، کاه و کلش گندم مشاهده شد، درصد پوشش بقایا ۳۰ درصد گزارش می‌شود.

رطوبت خاک: رطوبت خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک در دو مرحله: ۱- زمان گلدهی و ۲- قبل از برداشت محصول اندازه‌گیری شد. رطوبت وزنی خاک به روش اندازه‌گیری مستقیم (برداشت نمونه و سپس خشک کردن در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) انجام شد.

شاخص مخروط خاک: عامل شاخص مخروط خاک جهت ارزیابی فشردگی خاک با استفاده از دستگاه فروسنج (مدل Sp1000 ساخت کشور اسکاتلند) با قطر مخروط ۱۲/۸۳ میلی‌متر و زاویه راس۳۰ درجه در ۱۰ نقطه از هر پلات و تا عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک اندازه‌گیری شد. این پارامتر بعد از اولین بارندگی موثر اندازه‌گیری شد.

مقدار علف‌های هرز: در اوایل اردیبهشت‌ماه هر سال قبل از مبارزه با علف‌های هرز نخود با استفاده از کادر

مربعی با ابعاد (۰/۵ متر × ۰/۵ متر) در ۱۰ نقطه از هر پلات، علف‌های هرز جمع‌آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه، وزن خشک پس از قرار گرفتن در آون (۴۸ ساعت با دمای ۷۵ سانتی‌گراد) اندازه‌گیری و تعیین شد.

عملکرد و اجزا عملکرد نخود: در انتهای فصل رشد (اوایل تیرماه هر سال)، از تمام کرت‌ها نمونه جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه نخود و اجزای عملکرد آن شامل تعداد بوته در مترمربع، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه برداشت شد. برای اندازه‌گیری تعداد بوته در مترمربع، قبل از برداشت نخود،کادر به ابعاد ۱×۱ مترمربع در ۱۰ نقطه از هر کرت به طور تصافی قرار داده شد و تعداد بوته در هر کادر شمارش شد. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در بوته، از هر کرت ۵۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد و پس از انتقال به آزمایشگاه تعداد دانه‌ها در بوته شمارش شد. جهت تعیین عملکرد نخود، بعد از حذف حاشیه‌ها (دو متر از هر طرف) تمام نخود برداشت و دانه از غلاف جدا و دانه نخود وزن شد.

تحلیل اقتصادی پروژه: در ارزیابی اقتصادی پروژه، با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی، اثرات اقتصادی ناشی از اعمال تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور اختلاف درآمد و هزینه تیمارها نسبت به شاهد محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. هزینه‌های مورد بررسی شامل هزینه‌های خاک‌ورزی و کاشت در قالب شش تیمار است. اختلاف در منافع تیمارها، ناشی از متفاوت بودن عملکرد نخود و منافع حاصل از کشت نخود است. در روش اول (بودجه بندی جزئی) پس از محاسبه منافع و هزینه‌های هر یک از تیمارها، از رابطه زیر جهت مقایسه تیمارها استفاده می‌شود.

(هزینه افزایش یافته+ منافع کاهش یافته) – (هزینه کاهش یافته + منافع افزایش یافته) = سود یا زیان تیمار

نتایج و بحث

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر شاخص مخروط خاک: اثر روش‌های خاک‌ورزی وکاشت بر شاخص مخروط خاک در اعماق ۵ تا ۴۰ سانتی‌متری خاک معنی‌دار شد (جدول۳). تیمار T_2 (خاک‌ورز مرکب مجهز به زیرشکن، قلمی و غلتک + کاشت با عمیق‌کار) بیشترین اثر را بر کاهش شاخص مخروط خاک داشت (جدول ۴ و شکل۲).

علت کاهش شاخص مخروط خاک در این وسیله می‌تواند به‌دلیل وجود واحد زیرشکن باشد که توانسته است باعث گسیختگی مناسب در خاک شود. صلح‌جو گزارش نمود که زیرشکنی خاک باعث کاهش شاخص مخروط خاک به میزان ۲۵ درصدمی‌شود (Solhjou, 2015). محققین دیگری (Eskandari, Eskandari *et* Ansari and Asoudar, 2007; 1997 Roozbeh and Niazi, 2015; *al*., 2009; نیز اعلام کردند که زیرشکنی باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و شاخص مخروط خاک می‌شود.

با توجه به مقدار شاخص مخروط تا عمق ۳۵ سانتی‌متری خاک که در تمام تیمارها کمتر از ۲ مگاپاسگال است (جدول۴)، در نتیجه ریشه نخود توانسته است بدون هیچ محدویتی در خاک نفوذ و توسعه یابد. ریشه اکثر گیاهان می‌توانند در خاک‌هایی با مقاومت ۲ تا ۳ مگاپاسگال نفوذ کنند (Stalham *et al*., 2007).

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر مقدار علف‌های هرز: اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر مقدار علف‌های هرز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). تیمارهای T_2، T_3 و T_5 کمترین مقدار علف‌های هرز را به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار علف هرز مربوط به تیمار T_1 و T_6 بود (جدول ۶).

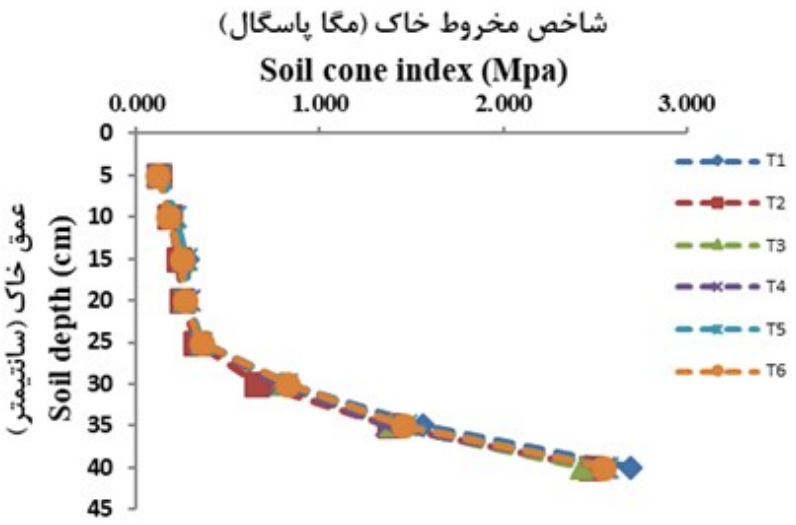
کمترین مقدار علف هرز در روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی با خاک‌ورز مجهز به زیرشکن ، قلمی و غلتک حاصل شد. علت کاهش مقدار علف‌های هرز

در خاک‌ورز مجهز به زیرشکن ، قلمی و غلتک می‌تواند به‌دلیل عمق خاک‌ورزی و شدت خاک‌ورزی باشد که باعث دفن کردن بذور علف‌های هرز به لایه‌های زیرین خاک باشد و در نتیجه بذور علف‌های هرز قادر به جوانه زدن و سبزشدن با مساعد شدن هوا نشده‌اند.

همچنین در روش بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) به‌دلیل اینکه بذور علف‌های هرز درون خاک قرار نگرفته‌اند و به دلیل شرایط آب و هوایی فصل زمستان، احتمالاً این بذرها از بین رفته و یا قوه نامیه‌شان کم شده و در نتیجه قادر به جوانه‌زنی و سبزشدن نشده‌اند. گوهان و همکاران (Ghauhan *et al*., 2006) اعلام نمودند که روش بی‌خاک‌ورزی بیشترین تعداد بذور علف‌هرز را در روی سطح خاک یا نزدیک به آن رها می‌کند.

مقدار بیشتر علف‌های هرز در روش‌های خاک‌ورزی با چیزل‌پکر و روش دستپاشی و پوشاندن بذر با شش خیش ممکن است به این دلیل باشد که بذور علف‌های هرز در لایه‌های سطحی خاک مدفون شده و در نتیجه با مساعد شدن شرایط آب و هوایی اقدام به جوانه‌زنی و سبزشدن کرده‌اند.

خاک‌ورزی می‌تواند عامل‌های رشد (دما، رطوبت، تهویه و عناصر غذایی خاک) که روی آلودگی علف‌های هرز موثرند را تغییر دهد (El-Titi, 2003). در مطالعات دیگری، دستپاشی و پوشاندن بذر با گاوآهن برگرداندار عملکرد بهتری در مقایسه با روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در کنترل علف‌های هرز داشته است (Porheidar ; Ghahremaian *et al*., 2023; Khademi *et al*., 2006; Ghafari *et al*., 2022).



شکل۲- اثر تیمارهای مورد مطالعه بر شاخص مخروط خاک

Figure 2. The effect of the studied treatments on soil cone index

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) اثر تیمارهای مورد مطالعه بر شاخص مخروط خاک

Analysis of compound variance (mean squares) of the studied treatments on soil cone index

منابع تغییر Source of variations	درجه آزادی df	عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)							
		5	10	15	20	25	30	35	40
سال Year	2	0.077^{ns}	0.063^{ns}	1.335**	0.025^{ns}	1.691*	43.263**	239.144**	485.442**
خطا Error	6	0.017	0.027	0.088	0.016	0.317	0.521	0.746	1.569
تیمار Treatment	5	0.062 **	0.334 **	0.269 **	0.046 **	0.765 **	4.316 **	8.879 **	13.116 **
تیمار × سال Treatment×Year	10	0.027^{ns}	0.183**	0.264^{ns}	0.141**	0.705**	4.515**	4.276**	15.512**
خطا Error	30	0.014	0.009	0.010	0.008	0.072	0.125	0.229	0.210
ضریب تغییرات٪ CV%		7.27	3.71	2.86	2.53	5.86	3.44	2.52	1.36

^{ns}، * و** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ و تفاوت معنی‌دار در سطح۱٪.

^{ns}, * and ** None significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۴- میانگین شاخص مخروطی خاک (مگاپاسگال) در تیمارهای مورد مطالعه

Table 4. Average soil cone index (MPa) in the studied treatments

تیمار Treatment	عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
T_1	0.120 ab	0.191 b	0.277 a	0.275 a	0.349 a	0.798 ab	1.564 a	2.694 a
T_2	0.122 ab	0.182 b	0.228 cd	0.249 ab	0.324 b	0.659 c	1.383 c	2.482 c
T_3	0.125 ab	0.207 a	0.261 bc	0.267 abc	0.362 a	0.785 ab	1.389 c	2.433 c
T_4	0.117 b	0.196 b	0.270 d	0.285 bc	0.349 a	0.778 ab	1.366 c	2.550 b
T_5	0.133 a	0.215 a	0.270 ab	0.265 bc	0.356 a	0.823 a	1.473 b	2.574 b
T_6	0.116 b	0.175c	0.246 d	0.260 c	0.354 a	0.825 a	1.458 b	2.549 b

اعداد هر ستون که دارای حرف‌های یکسانی هستند تفاوت آماری بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح ۱٪ ندارند.

The numbers of each column that have the same letters showed no statistical difference based on Duncan's multi-range test at the 1% level.

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) اثر تیمارهای مورد مطالعه بر وزن علف‌های هرز

Table 5. Analysis of compound variance (mean square) of the effect of the studied treatments on the weigh

منابع تغییر Source of variations	درجه آزادی df	وزن خشک علف‌های هرز Dry weight of weeds
سال Year	2	178283.959*
خطا Error	6	22122.533
تیمار Treatment	5	3167.559*
تیمار × سال Treatment×Year	10	64018.677**
خطا Error	30	1336.587
ضریب تغییرات ٪ CV%		11.20

ns، * و** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ و تفاوت معنی‌دار در سطح۱٪.

ns, * and ** None significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول۶- میانگین وزن علف‌های هرز در تیمارهای مورد مطالعه

Table 6. The average weight of weeds in the studied treatments

تیمار Treatment	وزن خشک علف‌های هرز (کیلوگرم در هکتار) Dry weight of weeds (kg/hectare)
T_1	353.1 a
T_2	311.9 b
T_3	312.0 b
T_4	322.4 ab
T_5	312.3 b
T_6	346.8 a

اعداد هر ستون که دارای حرف‌های یکسانی هستند تفاوت آماری بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح ۵٪ ندارند.

The numbers of each column that have the same letters have no statistical difference based on Duncan's multiple range test at the 5% level.

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر عملکرد نخود و اجزا عملکردی آن: نتایج تجزیه واریانس مرکب سه ساله و مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد شامل (وزن صد دانه، تعداد بوته در مترمربع و تعداد دانه در بوته) در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت در جداول ۷ و ۸ ارائه شده است. همانگونه که از ارقام جداول مذکور مشاهده می‌شود اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی شامل: وزن صد دانه، تعداد بوته در مترمربع و تعداد دانه در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. با توجه به جدول۸، تیمار T_3 (کشت مستقیم) با میانگین عملکرد ۶۰۸/۶ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد را نسبت به دیگر روش‌های خاک‌ورزی به خود اختصاص داد. تیمار T_4 (با میانگین عملکرد ۳۵۹ کیلوگرم در هکتار)کمترین عملکرد دانه را داشت. بیشترین وزن صد دانه (۳۲/۷ گرم)، تعداد بوته در متر مربع (۱۴/۳) و تعداد دانه در بوته (۱۳/۲) مربوط به تیمارT_3 بود. افزایش عملکرد در روش کشت مستقیم می‌تواند به‌دلیل باقی گذاشتن بقایای گیاهی بیشتری بر سطح خاک (۶۹ درصد) و در نتیجه حفظ رطوبت بیشتر در خاک (جدول ۹) باشد. درصد بقایای گیاهی (کاه و کلش گندم) در سطح خاک بعد از کاشت نخود در تیمارهایT_1، T_2، T_3، T_4،T_5، T_6 به ترتیب ۴۳، ۴۸، ۶۹، ۲۳، ۲۵ و ۶ درصد بود. بکارگیری ماشین تسطیح‌کن غلتک‌دار در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی (تیمارهایT_4 و T_5) منجر به جمع‌آوری

بقایای گیاهی (کاه و کلش) و اِشکال در کار آن می‌شود (شکل۳). راتور و همکاران (Rathore *et al*., 1998) و میلر و همکاران (Miller *et al*., 2001) حفظ رطوبت خاک و رطوبت قابل دسترس در زمان رشد را از مزایای کشت مستقیم دانسته‌اند. کوردالی (Kurdali, 1996) نیز گزارش نمود که نخود دیم اغلب به تنش‌های رطوبتی حساس بوده و این تنش‌ها می‌تواند روی عملکرد و پایداری تولید اثر منفی بگذارد. سو و همکاران (Su *et al*., 2007) و حاج عباسی (Hajabbasi, 2005) نیز گزارش کردند که ذخیره رطوبت خاک در روش بی‌خاک‌ورزی بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد.کارگاس و همکاران (Kargas *et al*., 2012) نیز مشاهده کردند که کرت‌های شخم نخورده رطوبت بیشتری نسبت به کرت‌های شخم خورده نگه می‌دارند. فابریزی و همکاران (Fabrizzi *et al*., 2005) و سیلبورن و همکاران (Silborn *et al*., 2007) نیز توصیه کردند که برای بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک و افزایش کارآیی مصرف آب، خاک‌ورزی حفاظتی جایگزین خاک‌ورزی مرسوم شود. محققین دیگری نیز بر نفوذ بیشتر آب به خاک و افزایش رطوبت خاک در روش بی‌خاک‌ورزی و حفظ بقایا تاکید کردند (Heshmati *et al*., 2022; Saraei *et al*., 2016; Mohin Khawam Busari and Rasmussen, Salako, 2012; Shukla *et al*., 2003; Pikul and Aase, 1995; 1999). تراکم کمتر علف‌های هرز تا زمان مبارزه با آن در تیمار کشت مستقیم نیز می‌تواند یکی از دلایل افزایش عملکرد نخود در این روش باشد. رحیم‌زاده و همکاران (Rahimzadeh *et al*., 2023) توصیه کردند در صورت دسترسی به ادوات مناسب کشاورزی حفاظتی، می‌توان از روش بی‌خاک‌ورزی در تناوب نخود - گندم، البته با کنترل علف‌های هرز در فاز نخود استفاده کرد. در رابطه با بهبود عملکرد نخود در روش بی‌خاک‌ورزی نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران (Saraei *et al*., 2022; Pezeshkpour, 2023; Dalal Saxena, 1987; Eskandari, 2004; *et al*., 1986) گزارش شده است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

شکل ۳- جمع شدن کاه و کلش گندم در جلوی ماشین تسطیح‌کن غلتک‌دار

Figure 3. Gathering straw and wheat stubble in front of the roller leveling machine

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) اثر تیمارهای مورد مطالعه بر عملکرد و برخی صفات زراعی نخود دیم

Table 7. Analysis of composite variance (mean square) of the studied treatments effect on the yield and some agricultural characteristics of rainfed chickpea

منابع تغییر Source of variations	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	وزن صد دانه Weight of one hundred grains	تعدادبوته در مترمربع The number of plants per square meter	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant
سال Year	2	41717.425**	3.082*	46.685*	56.056**
خطا Error	6	1109.337	0.599	2.056	1.981
تیمار Treatment	5	74691.231**	14.317**	18.652**	10.878**
تیمار × سال Treatment×Year	10	15854.511**	4.167**	14.574**	3.833**
خطا Error	10	361.27	0.334	1.167	0.937
مجموع Total	53	-	-	-	-
ضریب تغییرات ٪ CV%		4.42	1.91	8.95	8.10

ns، * و** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ و تفاوت معنی‌دار در سطح۱٪.

ns, *and ** None significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۸- میانگین عملکرد دانه و برخی صفات زراعی نخود دیم در تیمارهای مورد مطالعه

Table 8. Average seed yield and some agricultural characteristics of rainfed chickpea in the studied treatments

تیمار Treatment	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) grain yield (kg per hectare)	وزن صد دانه (گرم) Weight of one hundred grains (gram)	تعدادبوته در مترمربع The number of plants per square meter	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant
T_1	406.3b	30.3 ab	11.8 bc	12.2 a
T_2	424.4 b	30.0 ab	11.6 cd	12.2 a
T_3	608.6 a	32.7 a	14.3 a	13.2 a
T_4	359.0 c	29.6 b	10.2 d	12.1 a
T_5	412.9 b	29.8 b	11.4 cd	12.0 a
T_6	369.3 c	29.1 b	13.1 ab	9.9 b

اعداد هر ستون که دارای حرف‌های یکسانی هستند تفاوت آماری بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح ۱٪ ندارند.

The numbers of each column that have the same letters have no statistical difference based on Duncan's multi-range test at the 1% level.

تحلیل اقتصادی: برای مقایسه اقتصادی شش تیمار مورد بررسی در پروژه و اثر روش های مختلف آماده‌سازی بستر بذر و کاشت بر تغییرات درآمد و هزینه و در نهایت تغییرات درآمد خالص از روش بودجه بندی استفاده شده است. در این روش به محاسبه تغییرات در هزینه و درآمد تیمارهای مختلف پرداخته و مناسب‌ترین آن ها از منظر درآمدی انتخاب می‌شود. در جدول شماره ۱۰ و ۱۱ ارزش ناخالص و ارزش خالص و هزینه های اعمال تیمارهای مختلف مشخص شده است. همانطور که نشان داده شده، بیشترین ارزش ناخالص و ارزش

خالص مربوط به تیمار شماره T_3 (کشت نخود با خطی‌کارکشت مستقیم) می‌باشد.

در این روش ارزش ناخالص در هکتار برابر با ۲۶۷۷۸۴۰۰۰ ریال است که پس از کسر هزینه، ارزش خالص برابر با ۲۶۱۷۸۴۰۰۰ می باشد که بیشترین ارزش را در میان تیمارهای مورد بررسی نشان می‌دهد.

محققین زیادی (Shamabadi, 2016; Lahmar, Ribeiro *et al*. 2007; Dumanski *et al*., 2010 2006;) نیز اعلام کردند که روش های خاک‌ورزی حفاظتی بخصوص روش بی‌خاک‌ورزی در صورت کنترل موفق علف‌های هرز، باعث کاهش هزینه‌های تولید و افزایش درآمد کشاورزان می‌شود.

جدول ۹- میانگین درصد رطوبت وزنی خاک در تیمارهای مورد مطالعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک

Table 9. The average weight percentage of soil moisture in the studied treatments at a depth of 0-30 cm in the soil

تیمار Treatment	سال زراعی Crop year	بعد از گل‌دهی After flowering	قبل از برداشت Before harvest
T_1	1399-1400	12.2	6.8
	1400-1401	11.1	5.8
	1401-1402	11.8	6.1
	میانگین Average	11.7	6.2
T_2	1399-1400	12.8	6.7
	1400-1401	11.5	5.5
	1401-1402	11.1	6.2
	میانگین Average	11.8	6.1
T_3	1399-1400	13.4	7.9
	1400-1401	12.9	7.2
	1401-1402	13.6	8.5
	میانگین Average	13.3	7.9
T_4	1399-1400	9.9	5.8
	1400-1401	9.2	4.9
	1401-1402	10.3	5.5
	میانگین Average	9.8	5.4
T_5	1399-1400	10.1	5.4
	1400-1401	9.1	5.1
	1401-1402	10.8	4.8
	میانگین Average	10	5.1
T_6	1399-1400	8.5	4.1
	1400-1401	7.7	3.7
	1401-1402	8.1	4
	میانگین Average	8.1	3.9

جدول ۱۰- ارزش ناخالص محصول نخود در تیمارهای مورد مطالعه
Table 10. Gross value of chickpea crop in the studied treatments

تیمار Treatment	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) grain yield (kg per hectare)	قیمت (ریال در کیلوگرم) Price (riyals per kilogram)	ارزش ناخالص (ریال در هکتار) gross value (riyals per hectare)
T_1	406.3	440000	178772000
T_2	424.4	440000	186736000
T_3	608.6	440000	267784000
T_4	359.0	440000	157960000
T_5	412.9	440000	181676000
T_6	369.3	440000	162492000

جدول ۱۱- ارزش خالص محصول نخود در تیمارهای مورد مطالعه
Table 11. Net value of chickpea crop in the studied treatments

تیمار Treatment	ارزش ناخالص (ریال در هکتار) gross value (riyals per hectare)	هزینه خاک ورزی + کاشت (ریال در هکتار) The cost of tillage + planting (riyals per hectare)	ارزش خالص (ریال در هکتار) net value (riyals per hectare)
T_1	178772000	8000000	170772000
T_2	186736000	10000000	176736000
T_3	267784000	6000000	261784000
T_4	157960000	13000000	144960000
T_5	181676000	9000000	172676000
T_6	162492000	11000000	151492000

نتیجه‌گیری

۱- اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر شاخص مخروط خاک معنی‌دار شد و تیمار T_2 بیشترین تاثیر را بر کاهش مقدار شاخص مخروط خاک داشت. البته با توجه به مقدار این شاخص در تیمارهای مختلف که کمتر از ۲ مگاپاسگال بود، عاملی جهت محدودیت رشد و توسعه نفوذ ریشه نخود در تیمارهای مختلف نبود.

۲- اثر روش خاک‌ورزی بر مقدار علف‌های هرز معنی‌دار بود. کمترین مقدار علف هرز در روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب مجهز به زیرشکن و قلمی + غلتک حاصل شد.

۳- اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی شامل: وزن صد دانه، تعداد بوته در مترمربع و تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود. تیمارT_3 (کشت مستقیم) با میانگین عملکرد ۶۰۸/۶ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد را نسبت به دیگر روش های خاک‌ورزی به خود اختصاص داد.

۴- بیشترین ذخیره رطوبت خاک در زمان گلدهی و قبل از برداشت مربوط به تیمار T_3 بود.

۵- بیشترین ارزش ناخالص و ارزش خالص مربوط به تیمار T_3 (کشت نخود با خطی‌کار کشت مستقیم) می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصل می‌توان نخود را با روش بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) در بقایای گندم کا شت. همچنین ا ستفاده از تسطیح‌کن غلتک‌دار با توجه به جمع‌آوری درصد زیادی از کاه و کلش گندم از سطح مزرعه و نیز عدم تاثیر مثبت بر عملکرد نخود در مقایسه با روش کشت مستقیم توصیه نمی‌شود و از این دستگاه می‌توان برای تسطیح اراضی دیم قبل از ورود به سامانه خاک‌ورزی حفاظتی استفاده کرد.

منابع

Ansari MR, Asoudar MA. 2007. The effects of subsoiling on soil physical properties and wheat yield. Proceedings of the 10th Congress of Soil Sciences of Iran, 22-26 August, Karaj, Iran (In Persian).

Boone FR, Veen DE. 1994. Mechanisms of crop responses to soil compaction. In: Soane BD, Van Ouwerkerk C. Eds. Soil compaction in crop production, Elsevier, New York, pp. 237-264

Busari MA, Salako FK. 2012. Effect of tillage and poultry manure application on soil infiltration rate and maize root growth in a sandy Alfisol. Agro-science. Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension 11: 24–31

Dalal RC, Strong WM, Doughton JA, Weston EJ, Mcnamara GT, Cooper JE. 1997. Sustaining productivity of a Vertisol of Warra Queensland with fertilizers, no-tillage for legumes. 4. Nitrogen fixation, water use and yield of chickpea. Australian Journal of Experimental Agriculture 37: 667-676

Davis JG. 1994. Managing plant nutrients for optimum water use efficiency and water conservation. Advances in Agronomy 53: 85–120

Dumanski J, Peiretti R, Benetis J, McGarry D, Pieri C. 2006. The paradigm of conservation tillage. Proceedings of World Association of Soil and Water Conservation, FAO, Rome, pp 58–64

El-Titi A. 2003. Soil tillage in agroecosystems. Soil and Tillage Research 100: 1-14.

Eskandari I, Afzalinia S, Bakhtiari MR, Yavari E. 2009. Investigating the effects of using subsoiler on some of soil physical properties and wheat yield in rainfed conditions. Final Report 953, Dryland Agricultural Research Institute, Maragheh, Iran (In Persian)

Eskandari I. 1997. Investigating the effects of using sub-soiler on wheat yield in rainfed conditions. Final Report 525, Dryland Agricultural Research Institute, Maragheh, Iran (In Persian)

Eskandari I. 2004. Effects of different tillage and planting methods on soil moisture and seed yield of chickpea in dryland conditions. Seed and Plant Journal 19(4): 497-511

Fabrizzi KP, Garcia FO, Costab JL, Picone LI. 2005. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to reduced and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. Soil and Tillage Research 81: 57–69.

FAO. 2012. Advancement and impact of conservation agriculture/no-till technology adoption in Kazakhstan. FAO Information note. Available at http://www.fao.org/ag/ca/doc/Importance_Zero_Tillage_Northern_Kazakhstan.pdf

Francis GS, Knight TL. 1993. Long-term effects of conventional and no-tillage on selected soil properties and crop yields in Canterbury, New Zealand. Soil and Tillage Research 26: 193–210

Ghahremanian G, Fazlalipour M, Salehi F, Alizadeh Dizj K, Ebadpour A, Pourhaider Ghaffari S, Ferdowsi R, Pouralibaba HR, Jafarzadeh J, Sediq L, Szaghieh V, Ghiashi R, Dastbari R. 2023. Investigating the mechanized control of chickpea weeds in Zarein rainfed fields of East Azarbayjan province. The final report of the research-extension project. Agricultural Education and Promotion Institute. Registration number 63481, Tehran, Iran (In Persian)

Ghauhan BS, Gill G, Preston C. 2006. Influence of tillage systems on vertical distribution, seeding recruitment and persistence of rigid rye grass (*Lolium rigidum*) seed bank. Weed Science 54: 669-676

Giller KE, Witter E, Corbeels M, Tittonell P. 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. Field Crop Research 114: 14–23.

Hajabbasi MA. 2005. Soil physical properties due to different tillage systems in dryland regions of Northwestern Iran. Caspian Journal of Environment Sciences 3(2): 89-97.

Heshmati M, Ghaitouri M, Parvizi Y, Yavari I, Pourdad S. 2022. Comparison of the effects of several protective farming methods on soil characteristics and crop yield in the rainy conditions of Seraroud

station, Kermanshah province. Final Report. 63039. Research Institute of Soil Protection and Watershed Management. Maragheh, Iran (In Persian)

Jensen ES, Hauggaard-Nielsen H. 2003. How can increased use of biological N2 fixation in agriculture benefit the environment? Plant and Soil 252: 177–186

Johansen C, Saxena NP, Saxena NP. 2003. Introduction. In: Saxena, N.P. (Ed.), Management of Agricultural Drought. Agronomic and Genetic Options. Science Publishers Inc., Enfield, NH, pp. vii–ix

Kargas G, Kerkides P, Poulovassilis A. 2012. Infiltration of rain water in semi-arid areas under three land surface treatments. Soil and Tillage Research 120: 15–24

Khademi AM, Rafiei M, Khademi K, Khorgami A. 2006. Effects of different tillage systems on weed control in rainfed chickpea fields. The first Iranian weed conference. Mashhad. Iran. (In Persian)

Kurdali F. 1996. Nitrogen and phosphorus assimilation, mobilization and partitioning in rainfed chickpea (Cicer arietinum L.). Field Crops Research 47: 81–92

Lahmar R. 2010. Adoption of conservation agriculture in Europe: Lessons of the KASSA project. Land Use Policy 27:4–10

Lal R. 1989. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropics vs. temperate environments. Advances in Agronomy 42: 85–197

Lal R. 1993. Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, and sustainability. Soil and Tillage Research 27: 1–8

Malhi SS, Lemke R. 2007. Tillage, crop residue and N fertilizer effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality and nitrous oxide gas emissions in a second 4-yr rotation cycle. Soil and Tillage Research 96: 269–283

Martınez E, Fuentes J, Silva P, Valle S, Acevedo E. 2008. Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. Soil and Tillage Research 99: 232–244

Miller PR, McDonald CL, Derksen DA, Waddington J. 2001. The adaptation of seven broadleaf crops to the semiarid prairie. Candian Journal of Plant Science 81: 29–43

Mohin Khawam M, Asoudar MA, Marzian Ghiathabadi A, Ghasminejad Naini M. 2016. The effect of different levels of residues, tillage methods and the effect of the presser wheel on the yield of dry peas. International development conference focusing on agriculture, environment and tourism. Tabriz, Iran (In Persian)

Pezeshkpour P. 2023. Investigating the effect of different tillage methods on the growth and yield of chickpeas and lentils in dryland conditions in the innovation base of Lorestan province. Final Report 62601. Dryland Agricultural Research Institute, Maragheh, Iran (In Persian)

Pikul JL, Aase JK. 1995. Infiltration and soil properties as affected by annual cropping in the northern Great Plains. Agronomy Journal 87: 656–662

Porheidar Ghafari S, Rasaei A, Jafarzadeh J, Abdulahi A, Gahramanian G, Ferdosi R. 2022. The effect of different tillage methods and herbicides on weeds control of rainfed chickpea and economic evaluation. Iranian Dryland Agronomy Journal 11(2): 215-234 (In Persian)

Rahimzadeh R, Sharifi Malvajerdi A, Javadi A. 2009. Effect of tillage method on chickpea yield in cold dryland conditions. Journal of Agricultural Engineering Research 10(3): 57-68

Rahimzadeh R, Valizadeh Osalo G, Golkari S, Siyar R, Zalghi F, Mahdieh M. 2023. Investigating the effect of conservation agriculture model in improving soil fertility and crop yield in Maragheh dry conditions. 2023. Final Report 62077. Research Institute of Soil Protection and Watershed Management, Maragheh, Iran (In Persian)

Rasmussen KJ. 1999. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. Soil and Tillage Research 53: 3–14

Rathore AL, Pal AR, Sahu KK.1998. Tillage and mulching effects on water use, root growth and yield of rain fed mustard and chickpea grown after lowland rice. Journal of food and Agriculture 78: 149-161

Ribeiro MFS, Denardin JE, Bianchini A, Ferreira R, Flores CA, Kliemann HJ, Kochhann RA, Mendes IC, Miranda GM, Montoya L, Nazareno N, Paz C, Peiretti R, Pillon C N, Scopel E, Skora NF. 2007. Comprehensive inventory and assessment of existing knowledge on sustainable agriculture in the Latin American platform of KASSA. In: Lahmar R, Arrue JL, Denardin JE, Gupta RK, Ribeiro MFF, de Tourdonnet S (eds) Knowledge Assessment and Sharing on Sustainable Agriculture. CIRAD, Montpellier, p 58.

Riley H, Berresen T, Ekeberg E, Rydberg T. 1994. Trends in reduced tillage research and practice in Scandinavia. In: M. R. Carter (Ed.), Conservation tillage in temperature agro ecosystems, pp 23–45

Roozbeh M, Niazi J. 2015. Evaluation and comparison of different tillage methods in improving soils affected by salinity in wheat production. Iranian Journal of Field Crops Research 13(1):140-145 (In Persian)

Saraei F, Jasmi M, Jozian A, Mirzaei A. 2022. Evaluation of the direct drilling of chickpeas by conventional method in the dry conditions of Chardol farmers. Final Report 59808. Research Institute of Soil Protection and Watershed Management, Maragheh, Iran (In Persian)

Saxena MC. 1987. Agronomy of chickpea. In: Saxena, M.C., Singh, K.B. (Eds.), the Chickpea. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp 207–232

Shamabadi Z. 2016. Study the effect of conservation tillage on fuel consumption productivity and rain-fed wheat yield. Iranian Dryland Agronomy Journal 4(1): 17-28 (In Persian)

Shelton DP, Jasca PJ. 2009. Estimating percent residue cover using the line- transect method. University of Nebraska. http:\ extension. Unl.edu/publications

Shirani H, Hajabbasi MA, Afyuni M, Hemmat A. 2002. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. Soil and Tillage Research 68: 101–108

Shukla MK, Lal RB, Owens L, Unkefer, P. 2003. Land use management impacts on structure and infiltration characteristics of soils in the north Appalachian region of Ohio. Soil Science 168: 167–177

Silburn DM, Freebairn DM, Rattray DJ. 2007. Tillage and the environment in sub-tropical Australia—Tradeoffs and challenges. Soil and Tillage Research 97: 306–317

Solhjou AA. 2015. The effect of susoilng on yield of irrigated wheat in different intervals from open drainage. Journal of Iran Biosystem engineering 46(2): 193-199 (In Persian)

Stalham MA, Allen EJ, Rosenfeld AB, Herry FX. 2007. Effects of soil compaction in potato (Solanum tuberosum) crops. The Journal of Agricultural. Science 145(4): 295–312.

Su Z, Zhang J, Wu W, Cai D, Lv J, Jiang G. 2007. Effects of conservation tillage practices on winter wheat water-use efficiency and crop yield onthe Loess Plateau, China. Agricultural Water Management 87: 307–314

Wang X, Dian-Xiong C, Hoogmoed WB, Oenema O, Perdok UD. 2006. Potential effect of conservation tillage on sustainable land use: A review of global long-term studies. Pedosphere 16: 587–595

DOI: 10.22092/idaj.2024.365612.429

Effect of different methods of tillage on soil compaction, weed density and grain yield of chickpea

Ahmad Heidari[1*], Seid Mohsen Seyedan[2], Mohammad Khavari Deghan[3]

1- Department of Agricultural Engineering, Hamadan Agricultural Research and Natural Resource Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Hamadan, Iran.
2- Department of Economic, Social and Extension Research, Hamadan Agricultural Research and Natural Resource Center, Agricultural Research, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran.
3- Hamedan Machine Barzegar Company, Hamedan, Iran.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Chickpea is one of the important legumes of dry regions, which can be replaced by fallow in rotation with wheat. Due to the lack of moisture in the dryland areas and the decrease in soil fertility due to continuous use of the common method of tillage and not maintining crop residuals, the use of conservation tillage systems in these areas are important due to the advantages of this method (preserving soil moisture, reducing soil erosion and increasing soil fertility, preserving the environment, reducing production costs, etc.). Also, chickpea cultivation is expanding due to the interest in sustainable agriculture, because when legumes are planted in rotation with other crops, they can reduce the consumption of nitrogen fertilizers. In addition, legumes can be recommended to restore areas where the physical and chemical properties of the soil have been deteriorated over years.

Methodology: Six methods of tillage and planting chickpea in wheat residue including T_1- reduced tillage with conservaion compound tiller (chisel-packer) + planting chickpeas with seed drill, T_2- compound tiller (subsoiler + chisel + roller) + planting chickpeas with seed drill, T_3- no till (plant of chickpeas with a direct seeder), T_4- Three-level tiller (subsoiler + chisel + roller) + use of a roller leveling device + planting chickpeas with a seeder, T_5 - using a leveling roller + plant of chickpea with a direct seeder and T_6- the conventional method of the region (broadcasting chickpea by hand + plowing with a moldboard plow) as control were implemented as a randomized complete block design in three replications for three years.

Research findings: The results of this experiment showed that the effect of different tillage methods on the chickpea grain yield and its components were significant ($P<0.05$). Treatment T_3 with an average grain yield of 608.6 $kgha^{-1}$ and treatment T_6 with an average 369.3 kg ha^{-1} had the highest and lowest grain yields, respectively. The effect of different tillage methods on weed weight were significant ($P<0.05$). Treatments T_2, T_3 and T_5 had the lowest amount of weeds and treatments T_1 and T_6 had the highest amount of weeds. From the economic point of view, the highest gross value (267784000 Rials per hectare) and net value (261784000 Rials per hectare) was related to T_3 treatment, which shows the highest value among the examined treatments. Based on the obtained results, direct planting of chickpeas in wheat residues was recommend for conditions similar to the present experiment.

Keywords: Chisel –Packer, Density of weeds, Legumes, No-tillage, Reduced tillage

* Corresponding author*: heidari299@gmail.com*
Submit date: 2024/04/28 Accept date: 2024/09/14