



## معرفی سامانه خاک‌ورزی مناسب در تولید آفتابگردان دیم در شرایط بهره‌برداران شهرستان میامی

زین‌العابدین امیدمهر<sup>۱\*</sup>

۱- عضو هیات علمی بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران.

### چکیده

برای دستیابی به تولید پایدار در بخش کشاورزی، حفظ و بهبود عوامل موثر بر تولید از جمله خاک، ضروری است. خاک‌ورزی یکی از عوامل فرسایش خاک است، بنابراین کاهش تعداد و شدت عملیات خاک‌ورزی موجب کاهش خسارات وارده به خاک می‌شود. مقایسه دو روش خاک‌ورزی رایج (شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر) نشان می‌دهد که عملکرد و اجزای آن (قطر طبق، وزن دانه در طبق، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و ارتفاع بوته) در آفتابگردان روغنی رقم پروگرس در هر دو روش تهیه بستر یکسان بوده است. زمان انجام عملیات و مصرف سوخت در روش مرسوم نسبت به کم‌خاک‌ورزی به ترتیب ۴۸ و ۵۲ درصد بیشتر بود. از لحاظ اقتصادی، هزینه‌های مربوط به کم‌خاک‌ورزی، ۴۷ درصد کمتر از روش رایج بود. بنابراین با توجه به مزایای کم‌خاک‌ورزی، جایگزینی روش تهیه بستر مرسوم با روش کم‌خاک‌ورزی در کشت آفتابگردان رقم پروگرس در منطقه کالیپوش شهرستان میامی به صورت دیم توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** آفتابگردان، خاک‌ورزی، شخم، عملکرد، مصرف سوخت

---

\* نویسنده مسئول: [zshamabadi@gmail.com](mailto:zshamabadi@gmail.com)

## بیان مسئله

تاکنون هدف اصلی در تولید محصولات کشاورزی، عمدتاً بر افزایش عملکرد و تولید متمرکز بوده است. در حالیکه، امروزه تولید اقتصادی و پایدار با توجه به بهبود کیفیت محصول، کاهش مصرف نهاده‌ها، حفظ منابع طبیعی و محیط زیست از اهمیت بیشتری برخوردار است. برای افزایش پایداری و بهره‌وری تولید با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، تغییر روش‌های خاک‌ورزی لازم و ضروری می‌باشند. بهره‌برداری غیراصولی از خاک سبب بروز مشکلات عدیده زیست‌محیطی برای انسان شده است. طبق گزارش‌ها، میزان کل فرسایش خاک در جهان (در سطح ۳۵۰ میلیون هکتار) حدود ۲۶ میلیارد تن تخمین زده می‌شود و سهم ایران از آن در حدود ۲ میلیارد تن می‌باشد که زنگ خطر جدی برای بخش کشاورزی کشور می‌باشد (اسدی و صادقی، ۱۳۹۵). همچنین خاک‌ورزی رایج معایبی از قبیل صرف زمان و هزینه زیادی داشته و می‌تواند موجب تراکم خاک، افزایش فرسایش خاک، مستهلک شدن سریع ماشین‌های کشاورزی و کاهش قابلیت کشت‌پذیری خاک زراعی در درازمدت را دارد. استفاده از روش‌های نوین خاک‌ورزی در زراعت آفتابگردان علاوه بر انجام به موقع عملیات، موجب کاهش مصرف سوخت، حفظ و یا افزایش عملکرد محصول در مقایسه با خاک‌ورزی رایج می‌شود (امیدمهر، ۱۳۹۷). از طرف دیگر کاهش شدت شخم (کم‌خاک‌ورزی) و نگهداشت بقایای کشاورزی در سطح خاک موجب کاهش اثرات منفی تنش خشکی و در نتیجه حصول عملکرد مناسب آفتابگردان در شرایط دیم شده است (شر و همکاران، ۲۰۲۱).

خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند یک راهکار موثر برای مقابله با تخریب خاک ناشی از خاک‌ورزی مرسوم یا سنتی باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند به افزایش ذخیره رطوبت خاک و در نتیجه بهبود عملکرد محصولاتی مانند گندم منجر شود. در یک آزمایش، مقایسه عملکرد گندم در سه روش خاک‌ورزی (مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) نشان داد که روش کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با روش مرسوم، عملکرد بهتری داشته است (میری و همکاران، ۱۴۰۰). انتخاب مناسب‌ترین روش‌های خاک‌ورزی مهم‌ترین راهبرد مدیریتی برای دستیابی به تولید پایدار محسوب می‌شود. کشاورزی حفاظتی بر سه مولفه اصلی حداقل خاک‌ورزی، پوشش دائمی خاک با بقایای گیاهی و تناوب زراعی استوار بوده و به عنوان رویکردی نوین جهت مقابله با چالش‌های تولید محصولات زراعی، دستیابی به تولید پایدار و مدیریت پایدار منابع آب و خاک کشور مطرح و توسعه آن جزء سیاست‌های وزارت کشاورزی محسوب می‌شود (محضری و همکاران، ۱۴۰۲).

هرگونه تلاش در برای افزایش تولید آفتابگردان در واحد سطح یا کاهش هزینه‌های تولید نقش مهمی را در اقتصاد کشاورزی در شرایط دیم ایفا خواهد کرد. افزایش قیمت سالانه محصول معمولاً کم بوده و مطابق نرخ تورم در نهاده‌ها افزایش ندارد از این رو برای حفظ سطح درآمد، کشاورزان باید هزینه‌های تولید خود را مدیریت کنند یکی از این هزینه‌ها هزینه عملیات تهیه بستر است. کاربرد مناسب امکانات زراعی در پایین آوردن هزینه تولید بسیار مهم و موثر خواهد بود.

### معرفی دستاورد (راهکار)

در این پژوهش اثر دو روش خاک‌ورزی رایج (شاهد) و کم‌خاک‌ورزی (چیزل‌پکر) در یک مزرعه ۵۰۰۰ متر مربعی که به دو قسمت مساوی تقسیم شده بود بررسی شد. عملیات آماده‌سازی زمین در خاک‌ورزی رایج، توسط شخم با گاوآهن برگرداندار (عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متر)، دو بار دیسک انجام شد. روش کم‌خاک‌ورزی توسط چیزل‌پکر و یک بار عبور در عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر بود. کاشت آفتابگردان رقم پروگرس به میزان هشت کیلوگرم در هکتار در اردیبهشت ماه و در عمق ۵-۳ سانتی‌متر توسط دستگاه ردیف‌کار انجام شد. عملیات داشت (کوددهی و مبارزه با علف‌های هرز) بر اساس توصیه کارشناسان مربوطه در همه تیمارها یکسان اعمال شد. طبق توصیه کارشناسان خاک‌شناسی کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان استارتر میزان، ۳۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار و ۴۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار در موقع کاشت به خاک اضافه شد. ادوات مورد استفاده در پروژه در شکل (۱) نشان داده شده است.



گاوآهن برگرداندار



دیسک



چیزل-پکر

شکل ۱- دستگاه‌های مورد استفاده در پروژه

عامل‌های مختلف مقدار سوخت مصرف شده در عملیات خاک‌ورزی، ظرفیت مزرعه‌ای و زمان انجام عملیات و هزینه عملیات خاک‌ورزی (مقایسه اقتصادی) در هر روش اندازه‌گیری شد. همچنین پارامترهای مربوط به عملکرد آفتابگردان و اجزای آن اندازه‌گیری شد. چون در هر روش تولید محصول، نوع عملیات ماشینی با یکدیگر تفاوت دارند. اطلاعات مربوط به هزینه‌های عملیات خاک‌ورزی و کاشت از کشاورزان و شرکت‌های خدمات مکانیزه در منطقه جمع‌آوری شد. بازدیدهای ترویجی در طول دوره رشد آفتابگردان از مزرعه صورت گرفت (شکل ۲).



شکل ۲) نمایی از مزرعه آفتابگردان

مزایای استفاده از کم‌خاک‌ورزی در مقایسه خاک‌ورزی رایج

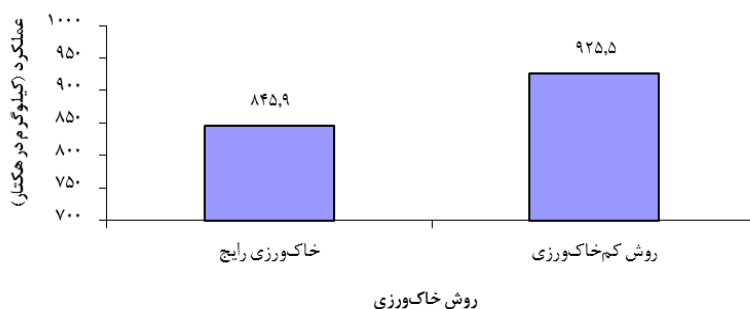
نتایج مربوط به آزمون مقایسه میانگین دو به دوی صفات مورد بررسی آفتابگردان (قطر طبق، وزن دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت) در دو روش خاک‌ورزی رایج و کم‌خاک‌ورزی در جدول یک نشان داده شده است.

جدول ۱- میانگین عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در خاک‌ورزی رایج و کم‌خاک‌ورزی

شاخص برداشت (درصد)	عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)		وزن هزاردانه (گرم)	وزن دانه در طبق (گرم)	قطر طبق (سانتیمتر)	ارتفاع بوته	روش خاک‌ورزی
	دانه	زیست توده					
۱۴/۸	۵۷۱۶	۸۴۵/۹	۴۴/۸	۱۳	۱۸/۸	۱۳۴/۲	خاک‌ورزی رایج
۱۶/۴	۵۶۴۴	۹۲۵/۵	۴۷/۷	۱۳/۵	۲۰/۱	۱۲۹/۶	کم‌خاک‌ورزی

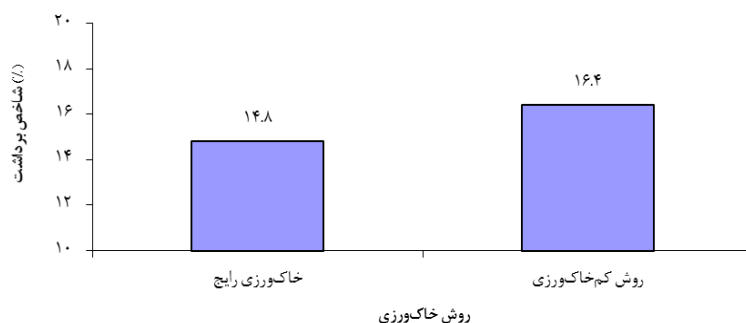
با دقت در جدول یک مشخص می‌شود که از نظر صفاتی چون قطر طبق، وزن دانه در طبق و وزن هزاردانه بین خاک‌ورزی رایج و کم‌خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، با این وجود، از نظر ارتفاع بوته، خاک‌ورزی رایج در مقایسه با کم‌خاک‌ورزی برتری داشت. ارتفاع بوته بیشتر در روش مرسوم ممکن است مربوط به تامین شرایط بهتر بستر بذر جهت رشد رویشی باشد. اما از نظر شاخص برداشت کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی رایج برتر بود. چون شاخص برداشت رابطه عکس با عملکرد زیست‌توده دارد، از طرفی در روش رایج ارتفاع بوته و عملکرد زیست‌توده بیشتر بود، مقدار شاخص برداشت در مقایسه با کم‌خاک‌ورزی کمتر شد (جدول ۱).

نتایج نشان داد که عملکرد دانه آفتابگردان در روش کم‌خاک‌ورزی نه تنها کمتر از خاک‌ورزی رایج نبود، بلکه نسبت به آن کمی بیشتر هم بود (شکل ۳). استفاده بیشتر از رطوبت خاک در روش کم‌خاک‌ورزی با چیزل‌پکر به دلیل تبخیر کمتر رطوبت، میتواند از دلایل اصلی این برتری باشد. معمولا اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر رشد محصول از طریق تغییر در خصوصیات خاک حاصل می‌شود که این روند آرام بوده و در دراز مدت حاصل می‌شود. بنابراین اثر مثبت کم‌خاک‌ورزی بر عملکرد محصول در سال‌های اول آزمایش کمتر ظاهر می‌شود. حتی ممکن است در سال‌های نخست کشت به شیوه کم‌خاک‌ورزی شاهد کاهش عملکرد باشیم. اساسا هدف از کشاورزی حفاظتی افزایش عملکرد نیست، بلکه پایداری در تولید مدنظر است. نتایج مشابهی توسط فعله‌گری و همکاران (۱۳۹۸) و امیدمهر و همکاران (۱۳۹۷) گزارش شده است.



شکل ۳) مقایسه عملکرد دانه آفتابگردان در خاک‌ورزی رایج و کم‌خاک‌ورزی

شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیست توده را نشان می‌دهد. بنابراین هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد، نشانه عملکرد بیشتر دانه و افزایش عملکرد اقتصادی می‌باشد. با توجه به عملکرد بیشتر دانه در کم‌خاک‌ورزی، مقدار شاخص برداشت در کم‌خاک‌ورزی (۱۶/۴ درصد) نسبت به خاک‌ورزی رایج (۱۴/۸ درصد) بیشتر بود (شکل ۴).



شکل ۴) مقایسه شاخص برداشت در خاکورزی رایج و کم خاکورزی

**مقایسه زمان انجام عملیات و مقدار مصرف سوخت**

روش کم خاکورزی ظرفیت زراعی بیشتر و مدت زمان کمتر برای انجام عملیات زراعی در مقایسه با روش مرسوم دارد (جدول ۲). ظرفیت زراعی کمتر در گاوآهن برگرداندار به سرعت عملیات و عرض کار کمتر (به دلیل انرژی خواه بودن عملیات شخم) می‌باشد. از طرف دیگر در آماده‌سازی زمین به روش رایج (گاوآهن برگرداندار) به دلیل ایجاد کلوخ تعداد عملیات خاکورزی (حداقل دو بار دیسک‌زنی و لولر) در مقایسه با کم خاکورزی بیشتر است. افزایش تعداد عملیات خاکورزی در روش رایج، موجب شد، زمان انجام عملیات نسبت به کم خاکورزی ۴۸ درصد افزایش یابد (جدول ۲).

**جدول ۲- مقایسه متوسط ظرفیت مزرعه‌ای و میزان مصرف سوخت در خاکورزی رایج و کم خاکورزی**

عملیات انجام شده در هر روش	ظرفیت مزرعه‌ای موثر (هکتار بر ساعت)	زمان انجام عملیات (ساعت بر هکتار)	مصرف سوخت (لیتر در هکتار)
روش رایج شخم (برگرداندار) + دیسک‌زنی (۲)	۰/۱۷	۵/۹	۷۰
روش کم خاکورزی چیزل‌پکر	۰/۲۵	۴	۴۶

مقدار مصرف سوخت در خاکورزی رایج نسبت به کم خاکورزی ۵۲ درصد افزایش یافت (جدول ۲). مصرف بیشتر سوخت برای تولید آفتابگردان، به دلیل استفاده بیشتر از ماشین‌های کشاورزی، انجام عملیات زراعی بیشتر می‌باشد. بنابراین استفاده از روش کم خاکورزی علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف سوخت، موجب کاهش زمان عملیات خاکورزی و انجام به موقع آن می‌شود. نتایج مشابه توسط پژوهشگران دیگر گزارش شد (ظریف‌نشاط و همکاران، ۱۳۹۸؛ دویتا و همکاران، ۲۰۰۷).

### نتایج و دستاوردهای اقتصادی

کشاورزی پایدار و خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی رایج به دلایل جلوگیری از فرسایش خاک و کاهش هزینه‌های تولید در دنیا بطور گسترده مورد استقبال قرار گرفته‌اند. میانگین هزینه‌های مربوط به آن جهت مقایسه در جدول (۳) نشان داده شده است.

**جدول ۳- هزینه عملیات آماده‌سازی زمین و کاشت محصول در روش‌های مختلف**

هزینه کل		هزینه (هزار ریال در هکتار)	
هزینه کل	هزینه (هزار ریال در هکتار)	هزینه (هزار ریال در هکتار)	هزینه (هزار ریال در هکتار)
روش آماده‌سازی و کاشت گاوآهن برگرداندار چیزل پکر دیسک بذرکار	۲۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
خاک‌ورزی رایج	۴۴۰۰۰	۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
روش کم‌خاک‌ورزی	-	۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰

مطابق جدول (۳)، هزینه‌های تهیه بستر و کاشت در روش کم‌خاک‌ورزی با چیزل‌پکر، ۴۷ درصد نسبت به روش رایج کمتر بود. نتایج مشابه توسط سیدان و حیدری (۱۴۰۱) و شریفی و همکاران (۱۴۰۰) گزارش شد. صرف هزینه تولید کمتر در روش کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی رایج، به منزله افزایش درآمد بهره‌برداران و پایداری در تولید محصول می‌باشد.

### توصیه ترویجی

در کشور ایران به دلیل وجود مسائلی مانند کمبود و بهره‌وری پایین آب در کشاورزی، تغییرات اقلیمی، نیاز به حفظ منابع برای استفاده در درازمدت، افزایش هزینه‌های تولید و عملکرد پایین به علت کاهش تدریجی کیفیت خاک‌های زراعی، توسعه کشاورزی حفاظتی یک امر ضروری می‌باشد. در شرایط دیم کالپوش کم‌خاک‌ورزی نه تنها موجب کاهش آفتابگردان عملکرد نشد، بلکه مزایای دیگری از جمله، صرفه‌جویی در زمان و انجام بموقع عملیات، کاهش مقدار مصرف سوخت و هزینه‌های تولید به همراه داشت. به طوری که کم‌خاک‌ورزی با چیزل‌پکر به ترتیب موجب کاهش ۴۸ و ۵۲ درصدی زمان عملیات و مصرف سوخت شد. همچنین کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با روش رایج موجب کاهش ۴۷ درصدی هزینه‌های آماده‌سازی بستر بذر شد. بر این اساس کم‌خاک‌ورزی (همچنین خاک‌ورزی حفاظتی) یکی از راهبردهای مدیریتی مناسب در انجام به موقع عملیات و بهبود عملکرد محصول در راستای تقویت امنیت غذایی و تحقق اقتصاد مقاومتی است. از طرفی کاهش شدت شخم در راستای برنامه حفاظت از خاک و کاهش ایجاد گرد و غبار و کاهش مصرف سوخت در راستای کاهش مخاطرات زیست‌محیطی بویژه آلودگی هوا می‌باشد. بنابراین با توجه به مزایای کم‌خاک‌ورزی در مقایسه خاک‌ورزی رایج، به نظر می‌رسد که استفاده از این روش می‌تواند جایگزین مناسبی برای خاک‌ورزی رایج در تولید آفتابگردان در منطقه دیم کالپوش باشد.

## منابع

- اسدی، م. ا.، صادقی، س. ۱۳۹۵. خاک‌های سالم با کشاورزی حفاظتی. چاپ و نشر نوروزی. گرگان. ایران. ۱۳۰ ص.
- امیدمهر، ز. ۱۳۹۷. اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر مصرف سوخت، برخی خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد محصول در تناوب آفتابگردان-گندم در شرایط دیم (گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج. ایران.
- سیدان، س. م. حیدری، ا. ۱۴۰۱. ارزیابی اقتصادی اثر به‌کارگیری روش‌های مختلف خاک‌ورزی و تناوب زراعی در کشت گندم دیم. ماشین‌های کشاورزی. ۱۲ (۳): ۳۶۷-۳۷۷. doi: 10.22067/jam.2021.68182.1008
- شریفی، م.، سودمندمقدم، ش.، ایزدی، م.، عباس‌زاده، ر. ۱۴۰۰. تحلیل شاخص‌های اقتصادی و انرژی در روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی در کشت گندم (کشت و صنعت دشت ناز ساری). بوم‌شناسی کشاورزی. ۱۳ (۲): ۲۱۰-۱۹۵. doi: 10.22067/jag.v13i2.81534
- ظریف نشاط، س.، سعیدی‌راد، م. ح.، صفری، م. ۱۳۹۸. اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم بر برخی خصوصیات ماشین و خاک در منطقه سرد استان خراسان رضوی. مهندسی بیوسیستم ایران. ۵۰ (۴): ۹۴۹-۹۳۹. doi: 10.22059/ijbse.2019.268169.665106
- فعله‌گری، ش.، نائل، م.، حمزه‌ئی، ج.، ۱۳۹۸. تأثیر کوتاه مدت خاک‌ورزی حفاظتی و گیاه پوششی کلزا بر برخی شاخص‌های زیستی
- کیفیت خاک و عملکرد آفتابگردان در منطقه دستجرد (همدان). تحقیقات کاربردی خاک. ۷ (۱): ۳۰-۱۶.
- محضری، س.، کیانی، ف.، اسدی، م. ا.، رضایی، ا.، کسام، ا. ۱۴۰۲. برآورد منافع اقتصادی کشاورزی حفاظتی در مزارع گندم (مطالعه موردی: استان گلستان). دانش آب و خاک. ۳۳ (۴): ۱۵۶-۱۵۰. doi: 10.22034/ws.2023.54017.2496
- میری، س.، صیدی، ج.، نیازی، ع. ۱۴۰۰. خاک‌ورزی حفاظتی و تأثیر آن بر ذخیره رطوبت. پنجمین همایش بین‌المللی دانش و فناوری مهندسی برق. کامپیوتر و مکانیک ایران. تهران. <https://civilica.com/doc/1238034>
- DeVita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N. and Pisante, M., 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil Tillage Res.* 92: 69-78.
- Sher, A., Arfat, MY., Allah, S., Sattar, A., Ijaz, M. and Manaf, A., 2021. Conservation tillage improves productivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under reduced irrigation on sandy loam soil. *PLoS ONE* 16(12): 260673. Available at <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260673>.