انجمن آبخیزداری ایران
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تخریب و احیاء اراضی طبیعی

"مقاله پژوهشی"

# مقایسه تاثیر عملیات خاک‌ورزی در توالی‌های زمانی مختلف بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی (مطالعه موردی: اراضی کشاورزی روستای قره بلاغ، شرق شهرستان آق قلا)

حمیدرضا عسگری[۱]، سپیده ورناصری[۲]، محمد عجمی[۳] و عبدالحسین بوعلی[۴]

۱- دانشیار گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران (نویسنده مسوول: hras2010@gmail.com)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳- مربی گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۱۸
صفحه: ۳۵ تا ۴۴

**چکیده**

**عملیات خاک‌ورزی موثرترین نقش را در افزایش عملکرد خاک از نظر اقتصادی دارد. بنابراین، هدف از انجام این تحقیق مقایسه تاثیر عملیات خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) و سیستم خاک‌ورزی مرسوم بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی در توالی‌های زمانی مختلف در منطقه آق‌قلا است. آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری و در سه تیمار بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم اجرا شد. در این مطالعه پارامترهای کربن آلی، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری، ترسیب کربن، درصد رس، سیلت و ماسه خاک در سه تیمار مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با مقایسه میانگین داده‌ها در سه تیمار مورد نظر با یکدیگر انجام شد. آزمون نرمال بودن داده‌ها نیز با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرونوف انجام پذیرفت. اختلاف بین میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۰/۰۵ و ۰/۰۱ محاسبه گردیده است. نتایج نشان داد بیش‌ترین میزان افزایش کربن آلی و ماده آلی خاک بر اثر تیمار کم‌خاک‌ورزی و به‌ترتیب ۱۱/۱۱ و ۱۱/۷۸ درصد می‌باشد. هم‌چنین میزان وزن مخصوص ظاهری خاک و ترسیب کربن در هر سه تیمار در طول زمان روند افزایشی را نشان داد. نتایج نشان دهنده تفاوت عملکرد خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم و پایین بودن عملکرد خاک‌ورزی حفاظتی در ابتدا و سپس افزایش آن در درازمدت بوده است. بنابراین تغییر در نحوه کشت محصولات از سیستم رایج گذشته به روش‌های نوین خاک‌ورزی می‌تواند راه‌کار مناسبی در طولانی مدت جهت بهبود شرایط زراعی خاک و افزایش راندمان تولید محصول در اراضی مذکور باشد.**

**واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، خاک‌ورزی، خصوصیات کیفی خاک، فرسایش‌پذیری**

## مقدمه

خاک مهم‌ترین عامل در تولید محصولات کشاورزی است و عملیات خاک‌ورزی موثرترین نقش را در افزایش عملکرد آن از نظر اقتصادی دارد (۱۱). کشور ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته که کمبود بارندگی و توزیع نامناسب آن و تبخیر زیاد از مشخصات اصلی اقلیمی آن محسوب می‌گردد. بخش وسیعی از اراضی کشاورزی کشور به صورت دیم مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که به‌شدت تحت تاثیر عوامل اقلیمی مذکور قرار گرفته است. بررسی‌های موجود نشان می‌دهد که سالانه ۵ تا ۷ میلیون هکتار از زمین‌های زراعی دنیا به‌علت عدم اطلاع کشاورزان از اصول صحیح کشاورزی، حاصل‌خیزی خود را از دست می‌دهند. بنابراین، کاربرد روش‌های مدیریتی مطلوب به‌منظور کاهش سرعت این روند ضروری است. از جمله این روش‌ها می‌توان به سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی اشاره کرد که یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار به‌شمار می‌آید (۹،۲۰). به‌طور کلی، خاک‌ورزی عبارتست از جابجایی فیزیکی خاک که برای ایجاد شرایط مناسب برای رشد گیاه از قبیل جوانه‌زنی، رشد جوانه و رشد و گسترش سیستم ریشه محصولات انجام می‌گردد (۱۹،۱۶). امروزه، فناوری‌های خاک‌ورزی برای به حداقل رساندن صدمات محیطی به‌سمت کاهش چشم‌گیر در عمق و تعداد عملیات خاک‌ورزی جهت‌گیری کرده است (۱۰،۲۷). خاک‌ورزی از جمله عوامل مدیریتی مهم است که می‌تواند موجب تخریب یا بهبود ساختمان خاک شود. بدین‌منظور روش‌های مدیریتی متعددی ابداع شده است. یکی از این روش‌ها که امروزه به‌صورت گسترده در دنیا استفاده می‌شود، روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) است. در این روش‌ها به‌هم خوردگی خاک به‌شدت کاهش می‌یابد و بخش زیادی از بقایای گیاهی بر سطح خاک باقی می‌ماند (۱۵،۲۴). سیستم بی‌خاک‌ورزی باعث افزایش ترسیب کربن و در مجموع بالا رفتن میزان مواد آلی در لایه‌های سطحی خاک و هم‌چنین کاهش فرسایش آبی می‌گردد (۱۴). تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک نشان‌دهنده این موضوع است که میانگین قطر وزنی، مقاومت به نفوذ آب در خاک و دانسیته و طول ریشه در سیستم بی‌خاک‌ورزی بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد (۱۹). در سال‌های اخیر در مناطق مختلف ایران از جمله استان گلستان، روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی جایگزین روش خاک‌ورزی مرسوم گردیده است (۱۳). در واقع، هدف از خاک‌ورزی حفاظتی کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی موجود در سطح خاک می‌باشد. هرگونه

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

تلاش در کم کردن شدت عملیات خاک‌ورزی، کاهش عمق شخم و یا سست و نرم کردن خاک بدون زیرورو (برگرداندن) کردن آن، خاک‌ورزی حفاظتی محسوب می‌گردد (۶،۲۶). در روش‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی ساختمان خاک دست‌نخورده باقی می‌ماند و یا دست‌خوردگی کمی پیدا می‌کند (۸).

بلور و همکاران (۴) تاثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در برخی از اراضی کشاورزی شهرستان کلاله در استان گلستان را بررسی نمودند. این مطالعه با سه تیمار خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی و در سه تکرار در قالب طرح کامل تصادفی بر روی اراضی زراعی با بافت سیلتی لومی به مرحله اجرا درآمد. نتایج این تحقیق نشان داد که اجرای سیستم بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم وزن مخصوص ظاهری را از ۱/۴۷ به ۱/۲۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش داده است. با بررسی اثرات فیزیکی و زیستی کم‌خاک‌ورزی، نشان داده شد که اثرات سیستم بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی مثبت بود و این سیستم‌ها در بسیاری از شرایط پدولوژیکی و اقلیمی اروپا می‌توانند جایگزین سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم شوند (۲۳).

حلمی و همکاران (۱۲) به بررسی اثرات سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر ترسیب کربن و برخی شاخص‌های فرسایش‌پذیری خاک در دشت آق‌قلا واقع در استان گلستان پرداختند. این تحقیق در ۳ تیمار خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی، در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری خاک و در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد. نتایج تحقیق نامبرده نشان داد سیستم بی‌خاک‌ورزی توانایی بیشتری در ترسیب کربن به‌میزان (۷۲۱۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به خاک‌ورزی مرسوم (۵۶۰۵۲۰ کیلوگرم در هکتار) و کم‌خاک‌ورزی (۴۹۲۶۶۰ کیلوگرم در هکتار) داشت (۱۳).

باتوجه به شرایط اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک و وجود مشکلاتی نظیر محدودیت منابع آب، فقیر بودن خاک‌های این مناطق از مواد آلی و آسیب‌پذیر بودن ساختمان آن‌ها، و از سوی دیگر معایب استفاده از خاک‌ورزی مرسوم، لزوم توجه به خاک‌ورزی حفاظتی به‌عنوان یک سیستم جایگزین بایستی مورد توجه کشاورزان قرار گیرد. خوشبختانه در سال‌های اخیر به‌منظور افزایش راندمان تولید و بهبود خصوصیات خاک، عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در برخی از استان‌های کشور از جمله استان گلستان به مرحله اجرا درآمده است. بنابراین، هدف از انجام این تحقیق مقایسه تاثیر عملیات خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) و سیستم خاک‌ورزی مرسوم بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی در توالی‌های زمانی مختلف در منطقه آق‌قلا است.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی زراعی روستای قره‌بلاغ واقع در ۲۵ کیلومتری شرق شهرستان آق‌قلا در استان گلستان است. سطح منطقه بیشتر از مزارع و اراضی مرتعی پوشیده شده است. اراضی مورد نظر در بین طول جغرافیایی ″۲۷/۷۱ '۵۹ °۳۶ تا ″۳۲/۵۹ '۵۹ °۳۶ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ″۴۹/۸۲ '۴۴ °۵۴ تا″۱۹/۳۱ '۴۵ °۵۴ درجه شمالی قرار گرفته‌است. میانگین بارش سالانه در منطقه مورد مطالعه ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد. درجه حرارت نیز در منطقه مورد مطالعه بیش‌ترین مقدار سالانه را در فصل تابستان و مرداد ماه به‌میزان ۳۸/۳ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین مقدار سالانه را در فصل زمستان و بهمن‌ماه به‌میزان ۱/۸ درجه سانتی‌گراد دارد. مساحت محدوده مورد مطالعه حدود ۱۲ هکتار است. اغلب اراضی زراعی در منطقه به‌صورت زراعت دیم بهره‌برداری می‌شود. شیب محدوده کمتر از ۱۰ درصد است و در نتیجه چشم‌انداز منطقه هموار و صاف است. شوری نسبتاً بالا، مواد آلی کم و بافت مناسب از جمله ویژگی‌های خاک منطقه می‌باشد (۱۳).

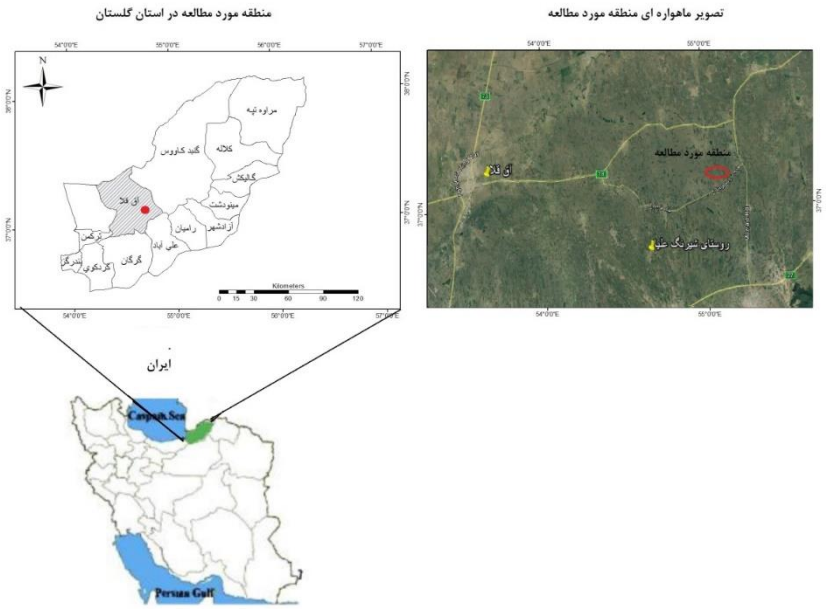
در اراضی تحت سیستم کم‌خاک‌ورزی طبق گفته‌ی مالک زمین در حدود ۱۸ سال پیش عملیات تسطیح اراضی توسط جهاد کشاورزی استان اجرا شده‌است. این عملیات، خاک اراضی را حتی در برخی نقاط تا عمق یک متر جابه‌جا کرده است و باعث اختلاط خاک سطحی با لایه‌های زیر سطحی خاک شده است. پس از عملیات تسطیح، چند سالی از خاک‌ورزی مرسوم و سپس از روش کم‌خاک‌ورزی برای زراعت استفاده شده است. سابقه کشت گندم دیم به‌صورت ممتد و با سیستم کم‌خاک‌ورزی در این اراضی حدود ۳ سال قدمت دارد. تیمار بی‌خاک‌ورزی در این منطقه دارای سابقه‌ی ۶ ساله و به‌صورت پیوسته به کشت محصول گندم دیم اختصاص یافته‌است. در این قطعه زمین نیز قبل از اجرای سیستم بی‌خاک‌ورزی، آماده‌سازی بستر کشت به‌صورت خاک‌ورزی مرسوم، بوده است. در طی این مدت (۶ سال) پس از برداشت محصول کل بقایای گندم در سطح خاک این اراضی باقی گذاشته شده‌است. در این روش هر ساله در زمان کاشت دستگاه بی‌خاک‌ورز بر روی بقایای بازمانده از سال گذشته، به‌صورت کشت مستقیم و با ایجاد ردیف در خاک و استقرار بذر در عمق مناسب، عملیات کشت را انجام می‌دهد. طبق سابقه تحقیق موجود در جهان در مورد نظام‌های خاک‌ورزی حفاظتی یک ابهام و تفاوت در استفاده طولانی مدت از این نظام‌ها وجود دارد. بنابراین تصمیم گرفته شد تا موضوعی با عنوان تأثیر توالی‌های زمانی بر فواید یا مضرات استفاده از نظام‌های خاک‌ورزی حفاظتی انتخاب و مورد بررسی قرار گیرد. زمانی که حلمی و همکاران (۱۲) در این اراضی مطالعه می‌کردند، عمر نظام بی‌خاک‌ورزی در آن قطعه زمین مورد نظر سه سال بود. طبق سابقه تحقیق موجود، این نظام‌ها برای این‌که تأثیر مثبتی بر پارامترهای خاک یا عملکرد محصول داشته باشند، حداقل باید بین سه تا پنج سال از شروع اجرای آنها می‌بایست گذشته باشد، در غیر این‌صورت در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی، تفاوت چندانی در پارامترهای خاک ایجاد نخواهد کرد. بنابراین، در این تحقیق دقیقاً در همان قطعات و همان پارامترها مورد بررسی قرار گرفت، البته در زمان انجام این مطالعه، شش سال از عمر این نظام‌ها در آن مزارع می‌گذشت.

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]
[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

## روش جمع‌آوری اطلاعات

### جمع‌آوری اطلاعات و اسناد و مدارک موجود در رابطه با منطقه مورد مطالعه

موقعیت کاربری‌های مورد مطالعه از سازمان جهاد کشاورزی شهرستان آق‌قلا به‌صورت نقشه تهیه و سپس اطلاعات مربوط به هواشناسی منطقه از اداره هواشناسی آن شهرستان جمع‌آوری شد. برای شناسایی مکانی کاربری‌های مورد مطالعه به منطقه قره‌بلاغ در شرق شهرستان آق‌قلا مراجعه و بازدید میدانی از منطقه انجام گرفت. سپس در اواخر فصل پاییز و با مساعد شدن شرایط، نمونه‌برداری از خاک در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری تیمارهای مورد نظر (سیستم بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) بر اساس طرح کاملاً تصادفی انجام شد. بدین‌ترتیب که نمونه‌ها از تیمار کم‌خاک‌ورزی در ۳ ترانسکت (تعداد ۱۵ نمونه) و از تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم در ۲ ترانسکت (۱۰ نمونه) برداشت شدند. در منطقه موردنظر سه سیستم خاک‌ورزی اجرا می‌شود که عبارتند از: خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن+ دیسک)، کم‌خاک‌ورزی (چیزل+ دیسک)، بی‌خاک‌ورزی با دستگاه مخصوص بدون خاک‌ورزی MSD-C که بدون برگردان خاک و فقط با ایجاد شیار جهت قرار دادن بذر در خاک کشت انجام می‌گیرد.




شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه کشور، استان گلستان و دشت آق‌قلا
Figure 1. Location of the study area on the map of Iran, Golestan province and Aq Qala plain

### مطالعات آزمایشگاهی

نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک شده و بر اساس نوع آزمایش فیزیکی یا شیمیایی از الک مورد نظر عبور داده شد. برای انجام آزمایشات شیمیایی بر روی نمونه، باید قطر ذرات کمتر از ۲ میلی‌متر باشد. برای این منظور ابتدا نمونه‌ها با الک ۲ میلی‌متری، الک شده و بعد با توجه به نوع آزمایش مقدار مورد نظر از هر نمونه توزین شد (۱۲).

### آزمایشات فیزیکی خاک

بافت خاک براساس روش هیدرومتری اندازه‌گیری شد (۴). جهت تعیین میانگین وزنی قطر (MWD) خاک‌دانه‌ها، از دستگاه الک تر[1] استفاده شد. در این روش ابتدا نمونه‌های خاک خشک شده را از الک ۴/۶ میلی‌متر عبور داده و درون آون به‌مدت ۲۴ ساعت با درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس ۵۰ گرم از نمونه خاک‌ها را وزن و بر روی یک‌سری الک (۲، ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر) ریخته شد. مجموع الک‌ها در نوسان عمودی و به‌مدت ۱۰ دقیقه در آب مقطر حرکت داده شد، سپس مقدار ذرات باقی‌مانده روی هر الک پس از خشک کردن در آون (با حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) توزین گردید. در مرحله آخر با قرار دادن نتایج به‌دست آمده در معادله (۱)، میانگین وزنی قطر برای هر نمونه به‌دست آمد (۱۲):

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \overline{X} W_i \qquad (۱)$$

X: میانگین قطر خاک‌دانه‌های باقی‌مانده بر روی الک، n: تعداد الک‌ها، Wi: نسبت وزن خاک‌دانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک به وزن کل نمونه.

1- Wet Sieving Apparatus

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]
[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

وزن مخصوص ظاهری نیز در تیمارها به‌روش کلوخه و پارافین بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. معادله این روش، (۲) می‌باشد (۷):

$$Bd = \frac{(d_w w_s)}{\left\{ w_a - w_w + w_p - \frac{(w_p d_w)}{d_p} \right\}} \quad (۲)$$

dw: دانسیته آب، dp: دانسیته پارافین (۰/۹)، Ws وزن کلوخه در آون خشک شده، Wp: وزن پوشش پارافینی Wa: وزن کلوخه در هوای آزاد خشک شده، W: وزن کلوخه + پارافین در آب.

آزمایشات شیمیایی خاک برای به‌دست آوردن میزان کربن آلی خاک، به‌روش والکلی و بلاک[1] (۲۵) مورد استفاده قرار گرفت. این روش با اکسیداسیون کربن آلی توسط دی‌کرومات‌پتاسیم در مجاورت اسیدسولفوریک غلیظ صورت گرفت، سپس توسط آمونیوم فروسولفات نیم‌نرمال در مجاورت معرف ارتوفنانترولین با روش تیتراسیون مقدار کربن باقی‌مانده اندازه‌گیری شد. پس از انجام آزمایش طبق این روش، درصد کربن آلی با استفاده از معادله (۳) به‌دست آمد.

$$\%OC = \frac{(B-S) \times MofFe^{2+} \times 12 \times 100}{gofsoil \times 4000} \quad (۳)$$

B: mL محلول $Fe^{2+}$ استفاده شده برای تیتراسیون نمونه شاهد

S: mL محلول $Fe^{2+}$ استفاده شده برای تیتراسیون نمونه مورد نظر

۱۲/۴۰۰۰: میلی اکی والان وزن کربن در گرم

درصد کل ماده‌ی آلی که کربن آلی جزئی از آن است، با استفاده از معادله‌ی (۴) ارائه شده توسط والکلی و بلاک (۲۵) محاسبه گردید.

$$\%\text{Organic Matter} = \%OC \times 1.72 \quad (۴)$$

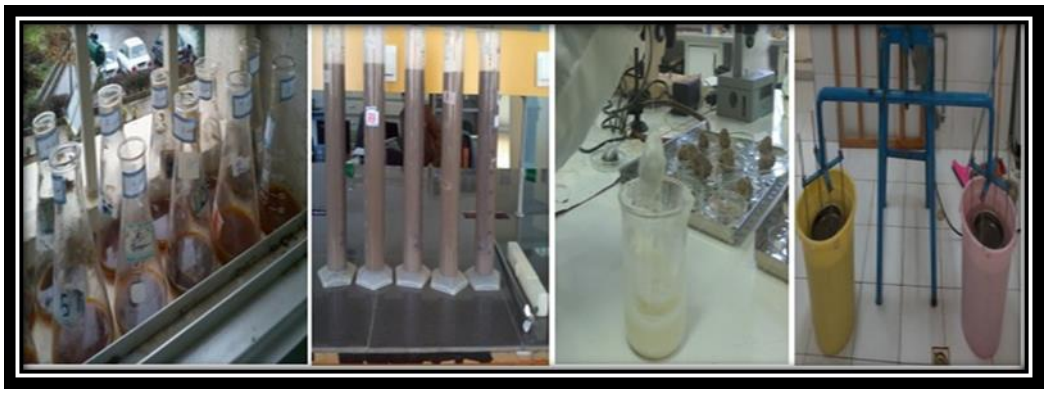
برای محاسبه مقدار ترسیب کربن بر حسب کیلوگرم بر هکتار در هر سیستم خاک‌ورزی، کربن آلی و وزن مخصوص ظاهری (در بخش آزمایشات فیزیکی) را باید محاسبه نمود و سپس در معادله (۵) قرار داد.

$$CS = 10000 \times (\%)OC \times BD \times e \quad (۵)$$

CS: مقدار ترسیب کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

OC (%): درصد کربن آلی، e: عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)

BD: وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر متر مربع)



د ج ب الف

شکل ۲- اندازه‌گیری پارامترهای خاک‌شناسی مورد مطالعه در آزمایشگاه
الف- ماده آلی خاک، ب- بافت خاک، ج- کربن آلی خاک و د- اندازه ذرات خاک
Figure 2. Measurement of soil parameters studied in the laboratory
A. Soil organic matter, B. Soil texture, C. Soil organic carbon and D. Soil particle size

## آنالیز آماری داده‌ها

آزمایشات فیزیکی و شیمیایی در قالب طرح کاملاً تصادفی در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری و در سه تیمار بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم اجرا گردید. در این مطالعه تجزیه و تحلیل داده‌ها با مقایسه میانگین داده‌ها در سه تیمار مورد نظر با یکدیگر انجام می‌شود، سپس نتایج حاصل با نتایج به‌دست آمده توسط حلمی (۱۳) مقایسه خواهد شد. پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در محیط نرم‌افزاری Excel، برای آنالیز آماری از نرم‌افزار SPSS V20 استفاده شد. آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرونوف انجام پذیرفت. اختلاف بین میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۰/۰۵ و ۰/۰۱ محاسبه گردیده است.

## نتایج و بحث

همان‌طورکه اشاره گردید در این تحقیق به تاثیر عملیات خاک‌ورزی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در توالی‌های زمانی مختلف پرداخته شد. نتایج حاصل از داده‌های اندازه‌گیری شده با آن‌چه در سه سال گذشته در همین قطعات از زمین‌های کشاورزی و توسط حلمی (۱۳) به‌دست آمده است مورد مقایسه قرار گرفته تا تاثیر گذشت زمان بر کارایی روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی مشخص شود.

1- Walkely and black

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]
[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

## تجزیه و تحلیل پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی

نتایج تجزیه و تحلیل آماری کربن آلی نشان داد که اثر تیمار بی‌خاک‌ورزی با میانگین ۲/۳ درصد در سطح (a) قرار دارد و سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی به‌ترتیب با میانگین‌های ۱/۷۵ و ۱/۷ درصد در سطح (b) قرار گرفته است (جدول۱). مقایسه نتایج این آزمایش با نتایج سه سال گذشته (۱۲) نشان‌داد که میزان کربن آلی خاک در هر سه تیمار افزایش یافته که بیش‌ترین میزان افزایش بر اثر اجرای کم‌خاک‌ورزی (۱۱/۱۱ درصد) مشاهده شد. هم‌چنین نتایج آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که تاثیر تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی باعث شده اختلاف معنی‌داری بین میانگین داده‌های کربن آلی خاک در سطح یک درصد بوجود آید اما تاثیر خاک‌ورزی مرسوم اختلاف معنی‌داری بین میانگین داده‌ها ایجاد نکرد. سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان ماده آلی خاک تاثیر معنی‌داری داشتند به‌طوری‌که این تفاوت بین سیستم بی‌خاک‌ورزی با دو سیستم دیگر (کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) مشاهده شد (جدول۲). بر این اساس میزان مواد آلی خاک در زمینی که در آن تیمار بی‌خاک‌ورزی اجرا گردید ۳/۹۸ درصد و در سطح (a) و در مقابل میزان مواد آلی در اراضی که از روش خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی برای آماده‌سازی بستر کاشت استفاده گردید به‌ترتیب ۳ و ۲/۹ درصد و در سطح (b) قرار گرفتند. هم‌چنین در تیمار خاک‌ورزی مرسوم میزان این فاکتور در سال (۱۳۹۲) نسبت به سال (۱۳۹۰) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما در دو تیمار دیگر در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد. میزان ماده آلی خاک نسبت به سه سال گذشته در هر سه تیمار افزایش یافته است، به‌طوری‌که بیش‌ترین افزایش در مقدار مواد آلی خاک بر اثر اجرای سیستم کم‌خاک‌ورزی با ۱۱/۷۸ درصد مشاهده گردید. نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌های مربوط به وزن مخصوص ظاهری خاک بیانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد بدین‌صورت که این اختلاف بین سیستم کم‌خاک‌ورزی با خاک‌ورزی مرسوم در سطح ۵ درصد است (جدول۳). بر این اساس سیستم خاک‌ورزی مرسوم در سطح (a)، کم‌خاک‌ورزی در سطح (b) و بی‌خاک‌ورزی در دو سطح (a) و (b) قرار گرفتند. اجرای تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری بین میانگین‌ها ایجاد نکرد اما در تیمار خاک‌ورزی مرسوم تفاوت معنی‌داری را (در سطح ۱ درصد) در میانگین وزن مخصوص خاک ایجاد نمود. هم‌چنین میزان وزن مخصوص ظاهری خاک در هر سه تیمار در مقایسه با سال (۱۳۹۰) روند افزایشی را نشان داد.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌کربن آلی خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در توالی‌های زمانی مختلف

Table 1. Comparison of soil organic carbon mean in different tillage systems in different time sequences

| سال | بی‌خاک‌ورزی (٪) | کم‌خاک‌ورزی (٪) | خاک‌ورزی مرسوم (٪) |
|---|---|---|---|
| سال ۱۳۹۰(۳ ساله) | ۲/۲ ± ۰/۰۲ a | ۱/۵۳ ± ۰/۰۱ c | ۱/۷۳ ± ۰/۰۰۲ b |
| سال ۱۳۹۲(۵ ساله) | ۲/۳ ± ۰/۰۲ a | ۱/۷ ± ۰/۰۲ b | ۱/۷۶ ± ۰/۰۶ b |
| A (کربن آلی (٪)) | ۴/۵۴ | ۱۱/۱۱ | ۱/۷۳ |
| (P) | ۰/۰۰۲ ** | ۰/۰۰** | ۰/۶۷ ns |

*و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد، ns: عدم معنی‌داری

میانگین‌های هر سطر که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. A = (کربن آلی خاک در ۱۳۹۲ – کربن آلی خاک در ۱۳۹۰) / کربن آلی خاک در ۱۳۹۰.

جدول ۲- مقایسه میانگین ماده آلی خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در توالی‌های زمانی مختلف

Table 2. Comparison of soil Organic matter mean in different tillage systems in different time sequences

| سال | بی‌خاک‌ورزی (٪) | کم‌خاک‌ورزی (٪) | خاک‌ورزی مرسوم (٪) |
|---|---|---|---|
| سال ۱۳۹۰(۳ ساله) | ۳/۷۸ ± ۰/۰۳ a | ۲/۶۳ ± ۰/۰۲۸ c | ۲/۹۷ ± ۰/۰۰۵ b |
| سال ۱۳۹۲(۵ ساله) | ۳/۹۸ ± ۰/۰۳ a | ۲/۹۴ ± ۰/۰۴ b | ۳/۰۳ ± ۰/۱۱ b |
| A (ماده آلی(٪)) | ۵/۲۹ | ۱۱/۷۸ | ۲/۰۲ |
| (P) | ۰/۰۰۲** | ۰/۰۰** | ۰/۶۴ ns |

جدول ۳- مقایسه میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در توالی‌های زمانی مختلف

Table 3. Comparison of soil Specific gravity mean in different tillage systems in different time sequences

| سال نمونه‌برداری | بی‌خاک‌ورزی (٪) | کم‌خاک‌ورزی (٪) | خاک‌ورزی مرسوم (٪) |
|---|---|---|---|
| سال ۱۳۹۰ (۳ ساله) | ۱/۶۲ ± ۰/۰۳ a | ۱/۶۱ ± ۰/ ۰۳ a | ۱/۶۲ ± ۰/۰۳ a |
| سال ۱۳۹۲ (۵ ساله) | ۱/۷ ± ۰/۰۳ ab | ۱/۶۲± ۰/۰۴ b | ۱/۷۸ ± ۰/۰۳ a |
| A (وزن مخصوص ظاهری (٪)) | ۴/۹۳ | ۰/۶۲ | ۹/۸۷ |
| (P) | ۰/۲۶ ns | ۰/۸ ns | ۰/۰۰۲** |

تاثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر ترسیب کربن خاک در سال (۱۳۹۲) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۴). این تفاوت بین تیمار بی‌خاک‌ورزی با دو تیمار دیگر (کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) رخ داده است. تیمار بی‌خاک‌ورزی با ۹۸۲۰۴۶/۴ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و تیمار خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی به‌ترتیب با ۷۷۵۷۴۷/۱۵ و ۷۵۳۱۳۵/۲ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین میزان ترسیب کربن در خاک را به‌خود اختصاص دادند. هم‌چنین

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

نتایج حاصل از میانگین ترسیب کربن خاک در هر سه تیمار در سال (۱۳۹۲) در مقایسه با سال (۱۳۹۰) تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان داد. نتایج حاصل بیان‌گر روند افزایشی ترسیب کربن در خاک در طی زمان در هر سه سیستم خاک‌ورزی است. در رابطه با متغیر وزن و قطر خاکدانه‌ها به‌دلیل تفاوت در دستگاه‌های اندازه‌گیری در تحقیق حلمی و تحقیق حاضر و احتمال بروز خطا در نتایج حاصل از مقایسه داده‌های میانگین وزن و قطر خاکدانه‌ها در تیمارها، امکان مقایسه مقادیر این متغیر بین دو توالی زمانی مختلف وجود نداشت، بنابراین تنها به تجزیه و تحلیل مقادیر میانگین وزن و قطر خاکدانه‌ها در این تحقیق و در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری پرداخته شد. طبق نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس این متغیر (جدول۵) بین میانگین وزن و قطر خاکدانه‌ها در سه سیستم خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. نتایج آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در جدول (۶) ارائه شده است. جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی با خاک‌ورزی مرسوم در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری وجود دارد به‌طوری‌که تیمار کم‌خاک‌ورزی بیش‌ترین و خاک‌ورزی مرسوم کم‌ترین پایداری خاکدانه‌ها را دارا بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین ترسیب کربن خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در توالی‌های زمانی مختلف
Table 4. Comparison of soil Carbon sequestration mean in different tillage systems in different time sequences

| سال نمونه‌برداری Sampling year | بی‌خاک‌ورزی (kg.ha-1) No tillage | کم‌خاک‌ورزی (kg.ha-1) Low tillage | خاک‌ورزی مرسوم (kg.ha-1) Conventional tillage |
|---|---|---|---|
| سال ۱۳۹۰ (۳ ساله) | ۷۲۱۶۰۰ ± ۲۵۸۱/۹۹[a] | ۴۹۲۶۶۰ ± ۲۰۱۵/۶[c] | ۵۶۰۵۲۰ ± ۴۲/۶۸[b] |
| سال ۱۳۹۲ (۵ ساله) | ۹۸۲۰۴۶/۴ ± ۲۴۹۴۶/ ۱۸[a] | ۷۵۳۱۳۵/۲۳ ± ۱۲۹۰۸/۹[D] | ۷۷۵۷۴۷/۱۵ ± ۲۳۱۸۵/۵۹[D] |
| A (ترسیب کربن (٪)) | ۳۶/۰۹ | ۵۲/۸۷ | ۳۸/۳۹ |
| (P) | ۰/۰۰** | ۰/۰۰** | ۰/۰۰** |

جدول ۵- آنالیز واریانس تغییرات میانگین وزن– قطر در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی
Table 5. Analysis of variance the weight-diameter mean changes in different tillage systems

| متغیر | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | F value | (P) |
|---|---|---|---|---|---|
| میانگین وزن– قطر خاکدانه‌ها | ۲ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۰۸* | ۹/۱۲۸ | ۰/۰۰۱ |

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین پارامتر وزن– قطر در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی با استفاده از آزمون دانکن
Table 6. Comparison of mean weight-diameter parameter in different tillage systems using Duncan test

| تیمار | میانگین وزن– قطر (میلی‌متر) |
|---|---|
| بی‌خاک‌ورزی | ۰/۱۳a |
| کم‌خاک‌ورزی | ۰/۱۵a |
| خاک‌ورزی مرسوم | ۰/۱۰b |

بافت خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی نیز مورد بررسی قرار گرفت که براساس آن سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم دارای بافت خاک رسی و سیستم بی‌خاک‌ورزی دارای بافت رسی و لومی- رسی بودند. به‌منظور بررسی اجزای فیزیکی بافت خاک بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی هر یک از متغیرهای رس، سیلت و ماسه در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متر، مورد تجزیه تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌های رس خاک (جدول ۷) نشان‌گر تفاوت معنی‌دار میانگین این متغیر در بین تیمارها می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین تغییرات درصد رس براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که تغییرات درصد رس خاک در هر سه نوع تیمار دارای تفاوت معنی‌دار آماری شده است که بر اساس آن سیستم کم‌خاک‌ورزی در گروه (a)، خاک‌ورزی مرسوم در گروه (b) و بی‌خاک‌ورزی در گروه (c) قرار گرفته‌اند. در بررسی تیمارها در گذر زمان نیز در هیچ کدام از تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس سیلت (جدول ۷) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین این متغیر در بین تیمارها می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین تغییرات درصد سیلت بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که تفاوت معنی‌داری از لحاظ درصد سیلت در بین سیستم کم‌خاک‌ورزی با خاک‌ورزی مرسوم مشاهده نشد. در حالی‌که از لحاظ آماری، تغییرات درصد سیلت در تیمار بی‌خاک‌ورزی با سایر تیمارها در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری داشت. در مقایسه تیمارها در سال (۱۳۹۲) نسبت به سال (۱۳۹۰) نیز در تیمارهای بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج حاصل از آنالیز واریانس تغییرات درصد ماسه (جدول ۷) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد در بین سه سیستم مختلف خاک‌ورزی می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین این فاکتور براساس آزمون دانکن نشان داد که تفاوت معنی‌داری از لحاظ درصد ماسه بر اثر اجرای هر سه نوع تیمار دارای تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد شده است که بیش‌ترین درصد ماسه در سیستم بی خاک‌ورزی و کم‌ترین میزان آن در سیستم کم‌خاک‌ورزی می‌باشد. در مقایسه تیمارها در گذر زمان نیز، در هیچ‌یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]
[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

جدول ۷- مقایسه میانگین درصد رس، سیلت و ماسه خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در توالی‌های زمانی مختلف
Table 7. Comparison of average soil clay, silt and sand percentage in different tillage systems in different time sequences

| پارامتر | سال نمونه‌برداری | بی‌خاک‌ورزی (٪) | کم‌خاک‌ورزی(٪) | خاک‌ورزی مرسوم (٪) |
|---|---|---|---|---|
| درصد رس | سال ۱۳۹۰ (۳ ساله) | ۴۰ ± ۰/۰۱ c | ۵۴ ± ۰/ ۱۵ a | ۴۸ ± ۰/۱۹ b |
| | سال ۱۳۹۲ (۵ ساله) | ۳۹/۶۵ ± ۰/ ۱۶ c | ۵۳/۷۶± ۰/۱۱ a | ۴۷/۷۷ ± ۰/ ۲۴ b |
| | A (درصد رس (٪)) | -۰/۸۷۵ | -۰/۴۴ | -۰/۴۸ |
| | (P) | ۰/۰۸ ns | ۰/۲۵ ns | ۰/۴۷ns |
| درصد سیلت | سال ۱۳۹۰ (۳ ساله) | ۳۱ ± ۰/۰۸ a | ۲۷ ± ۰/ ۲۵ c | ۲۸ ± ۰/۳۷ b |
| | سال ۱۳۹۲ (۵ ساله) | ۳۱/۶۶ ± ۰/ ۲۴ a | ۲۷/۴ ± ۰/۱۳ b | ۲۷/۵۳ ± ۰/ ۳۲ b |
| | A (درصد سیلت (٪)) | ۲/۱۲ | ۱/۴۸ | -۱/۶۷ |
| | (P) | ۰/۰۵۷ ns | ۰/۱۷ ns | ۰/۳۴ns |
| درصد شن | سال ۱۳۹۰ (۳ ساله) | ۲۹ ± ۰/۰۱ a | ۱۹ ± ۰/ ۲۱ c | ۲۵ ± ۰/۲۶ b |
| | سال ۱۳۹۲ (۵ ساله) | ۲۸/۶۹ ± ۰/ ۱۹ a | ۱۸/۸۳ ± ۰/۱۵ c | ۲۴/۷ ± ۰/ ۳۵ b |
| | A (درصد ماسه (٪)) | -۱/۰۶ | -۰/۸۹ | -۱/۲ |
| | (P) | ۰/۱۷ ns | ۰/۵۲ ns | ۰/۵۱ ns |

خاک‌ورزی از جمله عوامل مدیریتی مهم است که می‌تواند موجب تخریب یا بهبود ساختمان خاک شود. بدین‌منظور روش‌های مدیریتی متعددی ابداع شده است. یکی از این روش‌ها که امروزه به‌صورت گسترده در دنیا استفاده می‌شود، روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) است. روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی سال‌هاست در اکثر نقاط جهان به‌کار گرفته می‌شوند اما هنوز در ایران جایگاه ویژه خود را نیافته است. مطالعه این روش‌ها در ایران و کارایی و احتمالا مزیت آن‌ها نسبت به روش‌های سنتی ضروری است. اگرچه نتایج اغلب مطالعات به نقش قدمت اجرای این روش‌ها (مدت زمان سپری شده از شروع انجام روش‌های حفاظتی خاک‌ورزی) بر خصوصیات فیزیکی خاک تاکید زیادی شده است ولی تاثیر کوتاه مدت آنها نیز در مطالعات متعدد دیگر گزارش شده است (۱۹،۲۷). براساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر در منطقه مورد مطالعه، سیستم بی‌خاک‌ورزی به افزایش مقادیر بیش‌تری از کربن آلی در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری خاک منتهی شده است که دلیل آن اجرای این روش به‌طور متوالی و در نتیجه انباشته شدن بیش از ۳۰ درصد بقایای گندم دیم در هر سال بر روی سطح خاک است و در نتیجه باعث برتری این روش نسبت به خاک‌ورزی مرسوم شده است(۱). نتایج کربن آلی بدست آمده در سال (۱۳۹۲) با آن‌چه از نتایج حلمی در سال (۱۳۹۰) به‌دست آورده مطابقت دارد تنها با این تفاوت که پس از گذشت سه سال از سپری شدن این سیستم، میزان کربن آلی خاک در سیستم کم‌خاک‌ورزی با افزایش نسبی برخوردار شده و منجر به بهبود کلاس این فاکتور از سطح (c) در سال (۱۳۹۰) به سطح (b) در سال (۱۳۹۲) شده است (۷،۳). بیش‌ترین میزان افزایش ماده آلی خاک در تیمار کم‌خاک‌ورزی با ۱۱/۷۸ درصد مشاهده شده که منجر به بهبود کلاس این فاکتور از سطح (c) در سال (۱۳۹۰) به سطح (b) در سال (۱۳۹۲) شده است. علت نتایج حاصله را می‌توان دست نخوردن خاک و عدم سوزاندن و برگرداندن بقایای گیاهی به افق‌های سطحی خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی استناد کرد (۲). از دیدگاه زیست‌محیطی نیز افزایش میزان مواد آلی خاک در اثر اعمال روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی قابل تامل است، زیرا با اعمال این روش‌ها در سطح وسیع می‌توان بخشی از کربن موجود در اتمسفر را به‌صورت ماده آلی در خاک‌ها ذخیره نمود. در این مطالعه بیش‌ترین میزان ترسیب کربن در سیستم بی‌خاک‌ورزی (kg.ha-1 ۹۸۲۰۴۶/۴) و کم‌ترین میزان آن در سیستم کم‌خاک‌ورزی (kg.ha-1 ۷۵۳۱۳۵/۲) با میزان اختلاف کمی از خاک‌ورزی مرسوم مشاهده گردید. نتایج بدست آمده با آن‌چه حلمی در سه سال گذشته بدست آورده بود مطابقت داشت تنها با این تفاوت که در اثر گذشت زمان، اجرای سیستم کم‌خاک‌ورزی در منطقه مورد مطالعه منجر به بهبود شرایط ترسیب کربن در این تیمار شده و باعث شده تا تیمار کم‌خاک‌ورزی در کلاس بهتری (b) نسبت به گذشته (c) قرار گیرد و نسبت به دو تیمار دیگر (بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) افزایش بیش‌تری را در میزان این فاکتور نشان دهد (۵،۱۷،۲۴). بالا بودن سطح ترسیب کربن در اراضی کشاورزی تحت سیستم خاک‌ورزی حفاظتی را می‌توان به باقی ماندن بقایای گیاهی بیش‌تر و هم‌چنین کاهش نرخ اکسیداسیون مواد آلی به‌علت رطوبت بالا و درجه حرارت پایین‌تر خاک نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم نسبت داد (۲،۲۱،۱۸). نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری داده‌های وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری بیان‌گر تفاوت میانگین‌های این پارامتر بین دو تیمار کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم است. میزان این فاکتور در خاک‌ورزی‌های مختلف نسبت به آن‌چه حلمی در سه سال گذشته گزارش کرده بود، افزایش یافته است و در بین تیمارها، بیش‌ترین افزایش مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم با ۹/۸۷ درصد شاهد بودیم. نتایج تحقیقات متعدد نشان داده که پس از اعمال خاک‌ورزی، چگالی ظاهری خاک کاهش می‌یابد ولی پس از گذشت مدت زمانی مقدار چگالی ظاهری به حالت اولیه بازگشته و یا بعضاً حتی بیش‌تر از اول نیز می‌شود، که علت آن خرد شدن خاک و جای‌گیر شدن ذرات ریز در خلل و فرج درشت می‌باشد (۲۲). گرانت و لافوند (۱۹۹۳) نیز اظهار داشتند که در خاک‌های رسی و لومی پس از ۸ سال مطالعه چگالی ظاهری خاک در روش بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم تغییر زیادی مشاهده نشده است. نتایج حاصل از تجزیه آماری اندازه‌گیری میانگین وزن- قطر خاکدانه‌ها نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار نوع عملیات خاک‌ورزی بر این پارامتر در سطح ۵ درصد است. تیمارهای خاک‌ورزی

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]
[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

حفاظتی به‌علت حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و در نتیجه ایجاد یک مالچ پوششی و به‌دنبال آن افزایش نفوذ آب در خاک، میانگین وزن ـ قطر خاکدانه‌ها را در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی مرسوم افزایش دادند. با توجه به تاثیر بقایای گیاهی از جمله کاه و کلش در تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها، در سیستم خاک‌ورزی مرسوم به‌علت برگرداندن خاک، کلش باقی‌مانده از محصول از بین می‌رود که این امر موجب از بین رفتن مواد خاک و در پی آن تخریب خاک نیز می‌شود. تجزیه و تحلیل پارامترهای فیزیکی بافت خاک نشان داد سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم دارای بافت خاک رسی و سیستم بی‌خاک‌ورزی دارای بافت رسی و لومی – رسی بودند. همچنین نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های رس خاک بیان‌گر تفاوت معنی‌دار آن در هر سه سیستم خاک‌ورزی بود. با توجه به شرایط یکسان بافت خاک در سه سیستم خاک‌ورزی و عدم تغییر کلاس بافت نسبت به سه سال گذشته، سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی (بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی) با دارا بودن مقادیر بالای کربن آلی و پایداری خاکدانه‌ها، برتری خود را در کاهش فرسایش نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم حفظ می‌کنند. همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، سیستم بی‌خاک‌ورزی که کم‌ترین بهم خوردگی و جابجایی را در سطح خاک ایجاد می‌کند، سطح بیش‌تری از کربن را در عمق سطحی ۲۵–۰ سانتی‌متری به‌خود اختصاص داده است. اجرای صحیح این سیستم، استمرار اجرای آن به‌مدت ۶ سال، انباشته شدن بیش از ۳۰ درصد بقایای محصول گندم دیم در هرسال بر سطح اراضی مذکور و حذف اثرات مخرب برگردان کردن خاک بر کربن آلی موجب برتری این روش نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم گردید. با توجه به فواید ذکر شده در رابطه با کاربرد سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی (بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی)، کاربرد این روش‌ها بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک حائز اهمیت است. از طرفی با توجه به تفاوت عملکرد خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم و پایین بودن عملکرد خاک‌ورزی حفاظتی در ابتدا و سپس افزایش آن در درازمدت، به‌نظر می‌رسد تغییر در نحوه کشت محصولات از سیستم رایج گذشته به روش‌های نوین خاک‌ورزی می‌تواند راهکار مناسبی جهت بهبود شرایط زراعی خاک و افزایش راندمان تولید محصول در اراضی مذکور باشد.

## منابع

1. Asgari, H.R. 2014. Effect of agronomic practices on the aggregate stability and organic carbon of soil (case study: the northern of Aq Qala). Journal of Environmental Resources Research, 2(2): 95-106.
2. Asgari, H.R., A. Gholami, GH. Ghiami, Z. Saeeidifar and F. Ghaderifar. 2014. Effect of Subsoil Compaction Constraints on Some Morphological, P. hysiological and Agronomic Properties of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Under Rain-Fed Farming. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(5): 1657-1669.
3. Abedi, A. and M. Davari. 2006. Economic study of reducing soil erosion by tillage operations, 120-110 (In Persian).
4. Boloor, A. 2012. Investigation of the effect of different tillage systems on some physical and chemical properties of soil. Master Thesis. Gorgan University, 72 (In Persian).
5. Boloor, E., H.R. Asgari and F. Kiani. 2015. The effect of tillage systems on soil nutrients (Case study: Some agricultural lands of Kalaleh, Golestan Province). Journal of Soil Management and Sustainable Production, 4(4): 355-360.
6. Blanco, H. and R. Lal. 2008. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: an ao-farm assessment. Soil Sci. Soc. Am J, 72: 693-710.
7. Gholami, A. 2013. The effect of tillage systems on soil carbon sequestration, aggregate stability and wheat yield. Master Thesis, Gorgan, 88 pp (In Persian).
8. Gholami, A., H.R. Asgari and E. Zeinali. 2014. Effect of different tillage systems on soil physical properties and yield of wheat (Case study: Agricultural lands of Hakim Abad village, Chenaran township, Khorasan Razavi. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 5(2): 1513-1524.
9. Gosai, K., A. Arunachalam and B.K. Dutta. 2009. Influence of conservation tillage on soil physicochemical properties in a tropical rainfed agricultural system of northeast India. Soil & Tillage Research, 103: 63-71.
10. Grant, C.A. and G.P. Lafond. 1993. The effects of tillage and crop sequence on bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. Can. J. Soil Sci, 73: 223-232.
11. Hazarika, S., R. Parkinson, R. Bol, L. Dixon, P. Russell, S. Donovan and A. Debbie. 2009. Effect of tillage system and straw management on organic matter dynamics. Agron. Sustain. Dev, 29: 525-533.
12. Helmi, E., N. Basirani, M. Rouhi, H.R. Asgari and A. Fakhire. 2014. Effect of tillage systems on carbon sequestration in Aq Qala region, Golestan Province. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 4(2): 265-272.
13. Helmi, M.A. 2012. The effect of tillage systems on carbon sequestration and some soil erodibility indices in Aq Qala plain. Master Thesis. Zabol University, 101 pp (In Persian).
14. Haj Abbasi, M.A., A. Mirlohi and M. Sadrarhami. 2001. The effect of tillage methods on some physical properties of soil and corn yield in Lorek research field. Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, 3(3): 13-23 (In Persian).
15. MacLaren, C., J. Labuschagne and P. A. Swanepoel. 2020. Tillage practices affect weeds differently in monoculture vs. crop rotation. Soil and Tillage Research, 205(111): 104-115.

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]
[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

16. Roldan, A., J.R. Salinas-Garsia, M.M. Alguacil and F. Caravaca. 2007. Soil sustainability indicators following conservation tillage practices under subtropical maize and bean crops. Soil & Tillage Research, 9(3): 273-282.
17. Six, J., K. Paustian, E.T. Elliott and C. Combrink. 2000. Soil structure and organic matter: I. Distribution of aggregates – size classes and aggregates associated carbon. Soil Sci. Soc. Am J, 37: 509-513.
18. Slowinska, A. 1994. Changes in structure and physical properties of soil during spring tillage operations. Soil and Tillage Res, 29: 397-407.
19. Shojaei, M., M. Ahmadi, H. Mobser and A. Eftekhari. 2007. The effect of different tillage methods on grain yield components of three maize ultivars.10th Iranian Soil Science Congress. Karaj. Campus of Agriculture and Natural Resources. University of Tehran (In Persian).
20. Saeedifar, Z. and H.R. Asgari. 2014. Effects of soil compaction on soil carbon and nitrogen sequestration and some physico-chemical features (case study: north of Aq Qala). Ecopersia, 2(4): 743-755.
21. Sadeghnejad, H. and K. Islami. 2006. Comparison of wheat yield with change of tillage method. Journal of Agricultural Sciences. Twelfth year. Number one (In Persian).
22. Shahraki, F., H. Naqavi and H. Najafinejad. 2009. The effect of tillage method and wheat residue management on some soil properties and grain yield. Journal of Modern Agricultural Knowledge, 6(19): 1-9 (In Persian).
23. Tebrugge, F. and R.A. During. 1999. Reducing tillage intensity- a review of results from a long-term study in Germany. Soil and Tillage Research, 53: 15-28.
24. Taki, A. and A. asadi. 2009. Construction and evaluation of direct grain planting machine in an tillage system equipped with active groove opener. Journal of Agricultural Engineering Research, 10(1): 80-69 (In Persian).
25. Tadesse, H.K., D.N. Moriasi, P.H. Gowda, P. Wagle, P.J. Starks, J.L. Steiner and A.M. Nelson. 2020. Comparison of Evapotranspiration and Biomass Simulation in Winter Wheat under Conventional and Conservation Tillage Systems using APEX Model. Ecohydrology & Hydrobiology, 12(46): 1-11.
26. Walkely, A. and A. Black. 1934. An examination of Detjareff methods of determining soil organic matter and proposed modifications of chromic acid titration methods. Soil, 37(11): 29-38.
27. Wang, S., H. Wang, M.B. Hafeez, Q. Zhang, Q. Yu, R. Wang and J. Li. 2020. No-tillage and sub soiling increased maize yields and soil water storage under varied rainfall distribution: A 9-year site-specific study in a semi-arid environment. Field Crops Research, 55(13): 67-87.

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]

# Comparison of the Effect of Tillage Operations in Different Time Sequences on Physical and Chemical Properties of Surface Soil (Case Study: Agricultural lands of Qarabolagh village, east of Aq Qala City)

**Hamid Reza Asgari[1], Sepideh Varnaseri[2], Mohamad Ajami[3] and Abdolhossein Boali[4]**

1- Associate Professor, Department of Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran (Corresponding authur: hras2010@gmail.com)
2- Graduated M.Sc. Student in Desert Regions Management Department, University of Agriculture and Natural Recourses Sciences of Gorgan, Gorgan, Iran
3- Instructor of Soil Science Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4- Ph.D. Student in Desert Management and contorol, University of Agriculture and Natural Recourses Sciences of Gorgan, Gorgan, Iran
Received: September 17, 2020 Accepted: November 8, 2020

## Abstract

Tillage operations have the most effective role in increasing soil yield economically. Therefore, the purpose of this study is to compare the effect of conservation tillage operations (No tillage e and Low tillage) and conventional tillage system on physical and chemical properties of topsoil in different time sequences in Aqqala region. The experiments were performed in a completely randomized design at a depth of 0-25 cm in three treatments without tillage, low tillage and conventional tillage. In this study, data analysis is performed by comparing the mean of the data in the three treatments. Data normality test was performed using Kolmogorov-Smirnov test. The difference between the means was calculated using Duncan's test at the confidence level of 0.05 and 0.01. In this study, the parameters of organic carbon, organic matter, bulk density, carbon sequestration, percentage of clay, silt and soil sand were evaluated in three treatments. The results showed the difference between the performance of conservation tillage and conventional tillage and the low yield of conservation tillage at the beginning and then its increase in the long run. Therefore, changing the way crops are grown from the previous conventional system to modern tillage methods can be a good solution to improve soil cultivation conditions and increase crop production efficiency in these lands.

**Keywords:** Aq Qala, Carbon sequestration, Erodibility, Soil quality characteristics, Tillage

[ Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23 ]

[ DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.3.4 ]