تاثیر برخی روش‌های خاکورزی بر شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک در یک منطقه خشک و نیمه‌خشک

هادی عباسی[۱]، حبیب خداوردی‌لو[۱*]، شجاع قربانی دشتکی[۲] و پرویز احمدی‌مقدم[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۰

۱- گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۲- گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۳-گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
* مسئول مکاتبه E-mail: h.khodaverdiloo@urmia.ac.ir

چکیده

حفظ کیفیت خاک برای تولید پایدار غذا، تجزیه زباله‌ها و ... ضروری است. برای مدیریت پایدار خاک ضروری است که کیفیت خاک ارزیابی گردد. روش خاک‌ورزی یکی از مدیریت‌هایی است که به شدت بر کیفیت فیزیکی خاک تاثیر می‌نهد. از آنجا که خاک-ورزی سنتی موجب فرسایش خاک می‌شود استفاده از سایر روش‌های خاک‌ورزی در اراضی کشاورزی امری منطقی است. در این مقاله تأثیر سه نوع عملیات خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی سنتی (خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار)، خاک‌ورزی با گاوآهن چیزل و خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی همراه با تیمار شاهد بدون خاک‌ورزی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بر میزان جرم ویژه ظاهری، تخلخل، هدایت هیدرولیکی اشباع مزرعه‌ای، ماده آلی، توزیع اندازه خاکدانه‌ها و میزان پایداری خاکدانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که عملیات خاک‌ورزی در مقایسه با تیمار شاهد موجب کاهش معنی‌دار ماده آلی در سطح احتمال ۵ درصد، جرم ویژه ظاهری در سطح احتمال ۱ در صد و پایداری خاکدانه‌ها در سطح احتمال ۵ درصد شده است. همچنین عملیات خاک‌ورزی تخلخل را بطور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد افزایش داده است. عملیات خاک‌ورزی اثر معنی‌دار بر هدایت هیدرولیکی اشباع مزرعه‌ای و توزیع اندازه خاکدانه‌ها در سطح احتمال ۵ درصد نداشته است. بطور کلی تیمار شاهد در مقایسه با عملیات خاک‌ورزی بیشتر کیفیت فیزیکی خاک را حفظ کرده است و جهت حفظ کیفیت فیزیکی خاک در صورت امکان کشت و کار بدون عملیات خاک‌ورزی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: حفظ خاک، خاک‌ورزی، شاخص فیزیکی خاک، کیفیت خاک.

مقدمه

حفظ کیفیت خاک برای تولید پایدار غذا، تجزیه زباله‌ها و غیره ضروری است. وسعت محدودی از خاک‌های جهان برای تولید محصولات کشاورزی مناسب هستند و این محدودیت در مناطق خشک و نیمه‌خشک شدیدتر است. به کارگیری روش‌های مدیریتی نادرست می‌تواند کیفیت خاک‌های مناسب را از طریق فرسایش، آلودگی، فروسایی فیزیکی و غیره کاهش دهد.

کیفیت خاک به ظرفیت خاک در حفظ باروری بیولوژیکی، پایداری در تولید و عملکرد گیاهان اطلاق می‌گردد (دوران و پارکین، ۱۹۹۴). برای مدیریت پایدار خاک ضروری است که کیفیت خاک ارزیابی گردد. کیفیت خاک را نمی‌توان بطور مستقیم اندازه‌گیری کرد، بلکه باید آن را از شاخص‌های کیفی خاک استنتاج نمود. شاخص‌های کیفیت خاک، ویژگی‌هایی قابل اندازه‌گیری از خاک هستند. بهبود کیفیت خاک می‌تواند از راه حفظ یا بهبود هم‌زمان ویژگی‌های فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی باشد (عزیز و همکاران ۲۰۰۹). کاهش کیفیت فیزیکی خاک اثراتی زیان‌بار بر کیفیت بیولوژیکی و شیمیایی خاک نیز دارد و در نهایت موجب فروسایی کیفیت خاک می‌گردد (دکستر ۲۰۰۴). روش خاکورزی یکی از مدیریت‌هایی است که به شدت بر کیفیت فیزیکی خاک تاثیر می‌نهد.

عملیات خاکورزی به روش‌های گوناگونی انجام می‌شود که به طور کلی می‌توان آن‌ها را به دو روش خاک‌ورزی متداول یا سنتی و

خاک‌ورزی حفاظتی تقسیم کرد. در خاک‌ورزی سنتی اغلب از وسایلی مانند گاوآهن برگردان استفاده می‌شود. در این سیستم‌ها اغلب کم‌تر از ۱۵٪ بقایا در سطح خاک باقی می‌ماند. خاک‌ورزی حفاظتی در مقابل خاک‌ورزی سنتی قرار دارد که می‌تواند به روش-هایی گوناگون از جمله بدون خاکورزی، کم‌خاکورزی و ... صورت گیرد. در این خاکورزی اغلب بیش از ۳۰٪ بقایا در سطح خاک حفظ می‌شود که اغلب فرسایش آبی و بادی را کاهش می‌دهند. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در کوتاه مدت، از نظر تاثیر بر کیفیت خاک تفاوت معنی‌داری بین خاک‌ورزی‌های سنتی و حفاظتی وجود ندارد (شیرانی و همکاران ۲۰۰۲ و ماینارد و همکاران ۲۰۰۷). با این حال، بررسی های لال و همکاران (۱۹۹۴) و محبوبی و همکاران (۱۹۹۳) نشان داد که سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی مانند گاوآهن چیزل و بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی سنتی کیفیت فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشند. آنها همچنین بیان کردند که استفاده مداوم از ادوات خاک‌ورزی از عوامل اصلی تخریب زمین-های کشاورزی است.

جرم ویژه ظاهری و تخلخل خاک از شاخص‌های مهم متأثر از خاک‌ورزی می‌باشند. در برخی مطالعات مقدار جرم ویژه ظاهری در خاک‌ورزی حفاظتی بیش‌تر از خاک‌ورزی سنتی گزارش شده است (فرارز و همکاران ۲۰۰۰ و هامل ۱۹۸۹). با این حال، در مطالعاتی دیگر تفاوت معنی‌داری بین جرم ویژه ظاهری و تخلخل در خاک-ورزی سنتی و بدون خاک‌ورزی مشاهده نشده است (بلوینز و همکاران ۱۹۸۳ و اسحاق و همکاران ۲۰۰۲ و پوگت ۲۰۰۵). اسکالین (۲۰۰۵) در بررسی خاکورزی سنتی و حفاظتی از لحاظ جرم ویژه ظاهری، ساختمان و تخلخل کل بین دو سیستم تفاوت معنی‌داری مشاهده کرد. در آزمایش مک‌وایا (۲۰۰۶) جرم ویژه ظاهری در اثر استفاده از گاوآهن برگردان‌دار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در گزارش رحمان و حسینیور (۲۰۰۸) تخلخل کل خاک در خاک‌ورزی سنتی در مقایسه با خاک‌ورزی حفاظتی افزایش یافت و تعداد ماکروپورها (منافذ درشت) و پیوستگی منافذ کاهش یافت. به نظر برخی پژوهشگران در اثر عملیات خاک‌ورزی خاک سطحی سست شده و تخلخل کل خاک افزایش می‌یابد (میلر و همکاران ۱۹۹۸ و لاگس و همکاران ۱۹۹۹ و گرین و همکاران ۲۰۰۳).

سرعت نفوذ آب به خاک در همه سیستم‌های خاک‌ورزی با گذشت زمان کاهش می‌یابد گرچه در ابتدا سرعت نفوذ بین سیستم-های مختلف تفاوت چندانی ندارد (آچاریا و سود ۱۹۹۲). صلحجو و نیازی (۱۳۸۰) نشان دادند که زیرشکنی در خاک‌های متراکم، موجب کاهش جرم‌ویژه ظاهری خاک و افزایش سرعت نفوذ پایه آب به خاک به اندازه دو تا پنج برابر آن قبل از اعمال زیرشکن شده است. گرین و همکاران (۲۰۰۳) عقیده دارند با توجه به اثرات خاک‌ورزی بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، در شرایطی که خاک ساختمان خوبی دارد، عملیات خاک‌ورزی گوناگون همیشه در خاک‌ها و شرایط گوناگون منجر به نتیجه ثابتی نمی‌شود. سار و همکاران (۱۹۹۰) و خان و هنان (۱۹۹۳) و مک کارتی و همکاران (۲۰۰۰) بیش‌ترین هدایت هیدرولیکی را در شرایط عدم خاک‌ورزی مشاهده کردند. در پژوهش‌هایی دیگر کم‌ترین مقدار هدایت هیدرولیکی در روش بدون-خاک‌ورزی گزارش شده است (میلر و همکاران ۱۹۹۸ و اویت و همکاران ۱۹۹۹).

ماده آلی از شاخص‌های اصلی کیفیت خاک است که به شدت تحت تأثیر مدیریت کشاورزی می‌باشد. مهم‌ترین منبع ماده آلی خاک بقایای گیاهی هستند. مقدار ماده آلی موجود در خاک به شدت تحت تأثیر شیوه خاک‌ورزی است و روش‌های بدون‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حفاظتی باعث افزایش ماده آلی خاک می‌گردند (بیر و همکاران ۱۹۹۴ و یونگر ۱۹۸۴). در روش خاک‌ورزی مرسوم یا سنتی، به هم خوردن خاک باعث تجزیه بیش‌تر و سریع‌تر بقایای گیاهی شده و با تسریع فرایند معدنی شدن کربن و ازت، مواد آلی سریع‌تر از دست می‌رود (دیگ ۱۹۹۳ و بیر و همکاران ۱۹۹۴).

توزیع اندازه خاکدانه‌ها از دیگر ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است (اسکاجز و همکاران ۲۰۰۱). توزیع اندازه خاکدانه‌ها می‌تواند شاخص مناسبی برای تشخیص حساسیت خاک در برابر تشکیل سله، تولید رواناب و فرسایش آبی باشد (بارتز و همکاران ۲۰۰۸). تعیین توزیع اندازه خاکدانه‌ها به روش غربال خشک معمولاً وضعیت طبیعی و موجود خاکدانه‌ها و پایداری یا حساسیت آنها در برابر تنش‌های خشک مثل خاک‌ورزی را بیان می‌کند (یانگ و همکاران ۱۹۹۸). خاکورزی سنتی اغلب به طور مستقیم با اعمال تنش و یا به طور غیرمستقیم با کاهش کربن آلی خاک، خاکدانه‌های را تخریب می‌کند (کی ۱۹۹۰). با این حال، روش‌های بدون خاک‌ورزی و خاکورزی حفاظتی با دست‌کاری کم‌تر خاک و افزایش مواد آلی خاک، پایداری خاکدانه‌ها را بهبود می‌بخشند (پاستین و همکاران ۱۹۹۷).

نوع و شدت تاثیر روش خاک‌ورزی بر کیفیت فیزیکی خاک به نوع مدیریت، مدت زمان استفاده از یک نوع خاکورزی، نوع خاک و شرایط منطقه بستگی دارد. بررسی منابع فوق که با تاکید بر مناطق خشک و نیمه‌خشک ارایه شده است، نشان می‌دهد که حتی در این مناطق نیز تاثیرات می‌تواند متفاوت باشد. همچنین، تاثیر خاک‌ورزی بر ویژگی‌های خاک در درازمدت می‌تواند متفاوت از اثرات کوتاه‌مدت باشد. لذا، برای پایش اثرات روش خاکورزی و برگزیدن روش خاک-ورزی مناسب در هر منطقه نیاز است که شاخص‌های فیزیکی حساس که در کوتاه‌مدت این اثرات را نشان دهند، شناسایی گردند. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیرات کوتاه‌مدت روش‌های خاک‌ورزی سنتی و حفاظتی متداول در منطقه بر برخی شاخص‌های فیزیکی خاک و تعیین حساسیت ویژگی‌های مورد مطالعه در بیان این تاثیرات در یک خاک تیپیک در منطقه خشک و نیمه‌خشک ارومیه بود.

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ در بخشی از مزارع دانشگاه ارومیه انجام گرفت. این بخش از مزرعه طی سال‌ها تحت کشت متناوب گندم و جو بوده است. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- بدون خاکورزی، ۲- خاکورزی حفاظتی که شامل دو نوع شخم با گاو آهن چیزل و بشقابی بود، ۳- خاکورزی سنتی (گاو آهن برگردان-دار). تیمارهای آزمایشی در کرت‌هایی به طول ۳۰ و عرض ۴ متر و در ۴ تکرار اعمال شدند.

نمونه‌برداری بعد از یک بار خاکورزی بصورت دست خورده و دست نخورده انجام شد. از هر کرت سه نمونه و بصورت تصادفی برداشته شد. بافت خاک با روش هیدرومتری اندازه گیری گردید (بایکوس ۱۹۳۵). برای تعیین مقدار ماده آلی از روش والکلی- بلک (۱۹۳۴) استفاده گردید. برای تعیین جرم ویژه ظاهری و تخلخل خاک، از عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر نمونه‌هایی دست نخورده با استفاده از نمونه‌بردار مغزه‌گیر برداشته شد و این ویژگی‌ها با روش بلک و هارتج (۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد. هدایت هیدرولیکی اشباع مزرعه‌ای (K_{fs}) به صورت درجا با روش تک استوانه‌ای و با الگوی بار ثابت چندگانه تعیین شد (ری نولدز ۲۰۰۶). در این روش، K_{fs} به کمک روابط ۱ و ۲ تعیین گردید:

$$K_{fs} = \frac{T(q_2 - q_1)}{(H_2 - H_1)} \qquad (۱)$$

$$T = C_1 d + C_2 a \qquad (۲)$$

در این روابط:

H_1 و H_2 ارتفاع آب معادل q_1 و q_2 (سانتی‌متر)

a شعاع داخلی استوانه (سانتی‌متر)

d عمق جایگذاری استوانه (سانتی‌متر)

C_1 و C_2 به ترتیب $0/316\pi$ و $0/184\pi$

q_1 و q_2 مقدار سرعت نفوذ شبه پایدار در ارتفاع متناظر

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD[1]) به روش الک خشک اندازه‌گیری شد:

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} difi \qquad (۳)$$

که در آن :

d_i متوسط قطر یا اندازه خاکدانه‌ها در هرکلاس اندازه‌ای

f_i نسبت وزن خاکدانه‌ها بر روی هر الک به وزن کل نمونه خاک

شاخص درصد پایداری خاکدانه‌ها (ASI) با دو بار الک کردن هر نمونه خاک و به صورت درصد نسبت MWD در الک کردن نوبت دوم (MWD_2) به MWD در الک کردن نوبت اول (MWD_1) تعیین شد:

$$ASI = \frac{MWD_2}{MWD_1} \times 100 \qquad (۴)$$

داده‌ها در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی توسط نرم-افزار آماری MSTATC تجزیه شد. مقدار میانگین هر ویژگی در تیمارهای مورد آزمایش با آزمون LSD مقایسه گردید.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مورد مطالعه بر تخلخل و جرم ویژه ظاهری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف خاکورزی نسبت به تیمار بدون خاکورزی تخلخل خاک را به طور معنی‌داری ($P\leq0.05$) افزایش دادند. کم‌ترین مقدار تخلخل در تیمار بدون - خاکورزی (۴۸ درصد) بود. بین تیمار های خاکورزی حفاظتی از نظر مقدار تخلخل تفاوت معنی‌داری ($P\leq0.05$) مشاهده نشد (شکل ۱-الف). بیش‌ترین مقدار جرم ویژه ظاهری خاک (۱/۲۱ گرم بر سانتی متر مکعب) در تیمار شاهد (بی‌خاکورزی) مشاهده شد که به طور معنی‌داری نسبت به دیگر تیمار ها بیش‌تر بود ($P\leq0.01$). خاکورزی با گاوآهن بشقابی کم‌ترین مقدار جرم ویژه ظاهری را داشت (شکل ۱-ب). میلر و همکاران (۱۹۹۸) و لاگس‌دان و همکاران (۱۹۹۹) و گرین و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که اعمال روش-های گوناگون خاکورزی نسبت به بدون‌خاکورزی تخلخل کل را افزایش داده است و بیش‌ترین تغییر در خاکورزی با گاوآهن برگردان دار مشاهده شد. این نتایج با یافته‌های حاج‌عباسی و همکاران (۲۰۰۰) هم‌خوانی دارد، این پژوهشگران نیز گزارش دادند که تیمار بدون‌خاکورزی بیش‌ترین و تیمار خاکورزی با گاوآهن بشقابی کمترین مقدار جرم ویژه ظاهری را داشته‌اند. افزایش تخلخل خاک در اثر خاکورزی امری بدیهی می‌باشد چون ادوات خاکورزی، سختی خاک را کاسته و خاک را سست می‌کنند که کاهش جرم ویژه ظاهری را بدنبال خواهد داشت. از طرفی دیگر در خاکورزی مرسوم بعد از انجام عملیات حجم خاک نسبت به روش‌های دیگر افزایش بیشتری داشته که خود به کاهش جرم‌ویژه ظاهری می‌انجامد. هم-چنین ازدیاد حجم خاک خود دلیل مبرهنی است بر افزایش ماکروپروزیته خاک که افزایش تخلخل خاک را بدنبال خواهد داشت. تیمارهای آزمایشی بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی‌داری نداشتند (جدول۱). شکل (۱-ج) مقادیر هدایت هیدرولیکی را در تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد. این نتایج با یافته‌ها سایر پژوهشگران ازجمله مسینگ و جارویس (۱۹۹۳) و اویت و همکاران (۱۹۹۹) و میلر و همکاران (۱۹۹۸) هم-

[1] Mean weight diameter

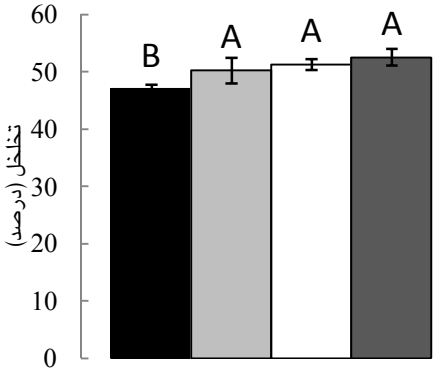
خوانی ندارد. این پژوهشگران تفاوت معنی‌داری بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی مشاهده کرده بودند، همچنین بنا به گزارش این پژوهشگران عملیات خاک‌ورزی نسبت به بی خاک‌ورزی هدایت هیدرولیکی را افزایش داده بود. یکی از اصلی‌ترین دلیل برای بالا بودن میزان هدایت هیدرولیکی اشباع مزرعه‌ای را می‌توان به درز و شکاف‌های زیاد خاک در زمان اندازه‌گیری نسبت داد.

جدول (۱): تجزیه واریانس میانگین مربعات و ضریب تغییرات

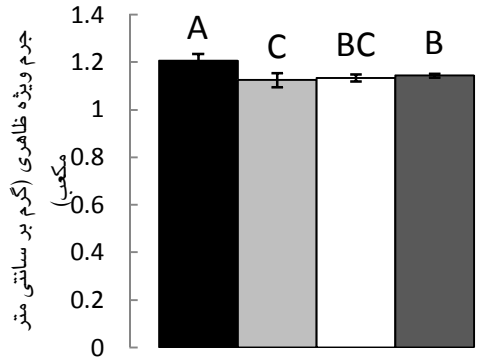
منابع تغییرات	جرم ویژه ظاهری	تخلخل	هدایت هیدرولیکی اشباع	ماده آلی	توزیع اندازه خاکدانه ها	پایداری
تکرار	۰.۰۰۱ ns	۱.۱۰۴ ns	۲۰.۸۳۷ ns	۰.۱۵ **	۰.۰۷ *	۱.۲۳۳ ns
تیمار	۰.۰۰۶ **	۲۱.۹۳۶ **	۲۵.۸۴۱ ns	۰.۰۰۷ *	۰.۰۱ ns	۱.۶۸۳ *
خطا	۰.۰۰۰	۲.۴۷۷	۱۵.۴۷۵	۰.۰۰۱	۰.۰۱۱	۰.۳۵۷
ضریب تغییرات	٪۱.۷۴	٪۳.۱۳	٪۱۴.۳۷	٪۲.۱۲	٪۸.۴	٪۰.۶۳

****، * و ns: به ترتیب بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌دار در این سطوح است.**

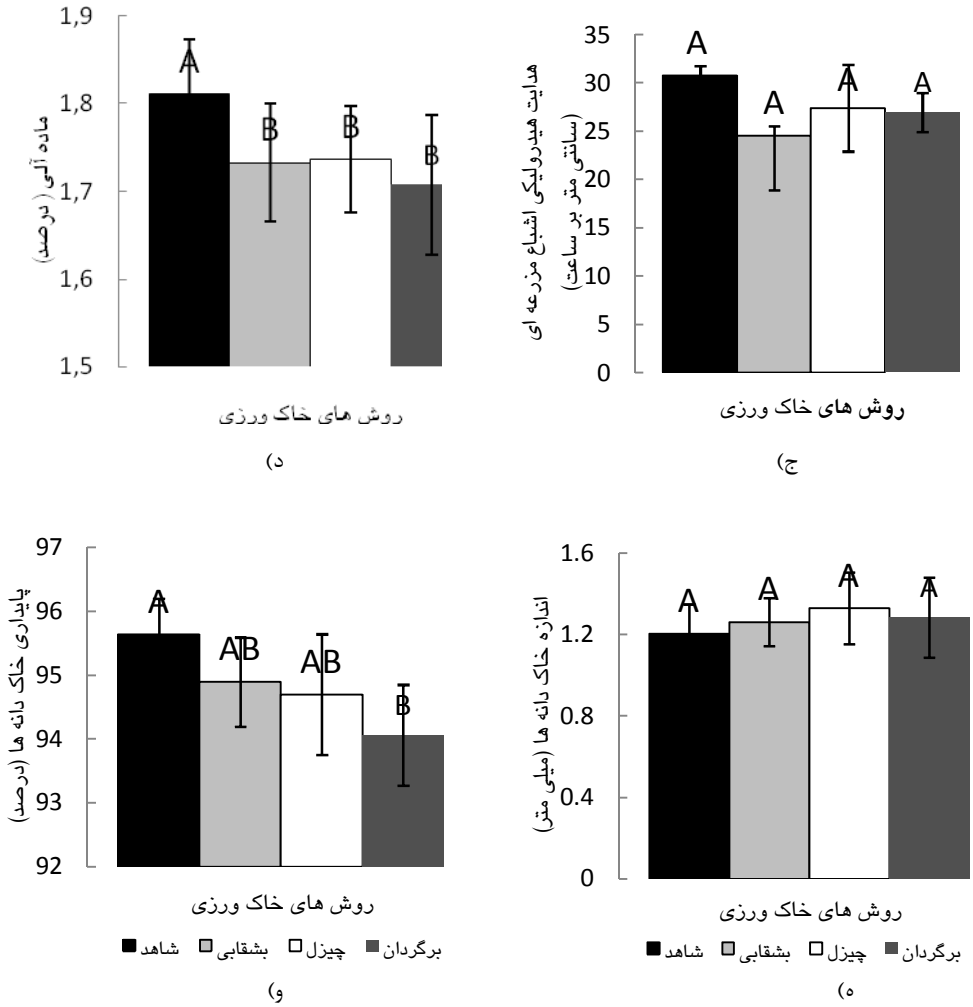
در تیمار شاهد ریشه‌دوانی گیاهان و وجود ریشه‌راه‌ها و منافذ بیولوژیکی می‌تواند موجب افزایش جریان ترجیحی آب در خاک وافزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک گردد. هر چند که عملیات خاک‌ورزی عمدتاً موجب افزایش نسبی تعداد مزوپورها در خاک می‌گردد و قاعدتاً باید موجب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع گردد ولی چون از طرفی دیگر موجب تخریب منافذ درشت ناشی از ریشه‌راهه‌ها و منافذ بیولوژیکی می‌گردد از تأثیر آن بر افزایش هدایت هیدرولیکی کاسته می‌شود. لذا علی‌رغم افزایش تخلخل و کاهش جرم ویژه ظاهری در اثر خاک‌ورزی در این پژوهش، احتمالاً بدلیل کاهش نسبی اندازه منافذ، عملیات خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر هدایت هیدرولیکی خاک نشان نداده است. یکی از اصلی‌ترین دلیل کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع مزرعه‌ای در تیمارهای تحت خاک‌ورزی از بین رفتن پیوستگی منافذ خاک می‌باشد. همچنین در اثر عبور ادوات خاک‌ورزی در عمقی که خاک‌ورزی صورت گرفته است یک لایه نسبتاً سفت وسختی ایجاد می‌شود که حرکت عمودی آب در خاک را کند می‌کند این مسئله بخصوص در مورد گاوآهن برگردان‌دار و گاوآهن بشقابی بیشتر صادق است.



الف)



ب)

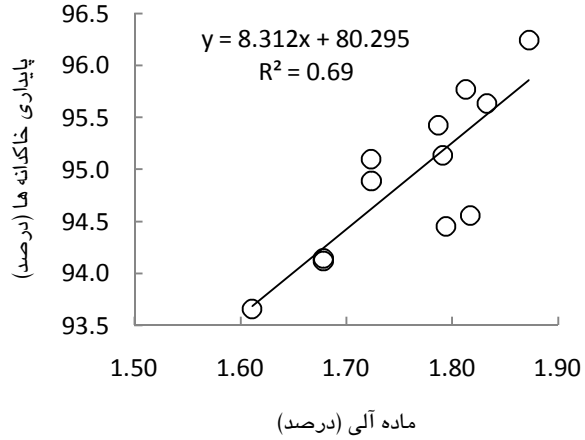


شکل(۱): تأثیر روش‌های گوناگون خاک‌ورزی بر تخلخل خاک (الف)، جرم ویژه ظاهری خاک (ب)، هدایت هیدرولیکی اشباع مزرعه‌ای (ج)، ماده آلی خاک (د)، اندازه خاکدانه‌ها (ه) و درصد پایداری خاکدانه‌ها (و)

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان ماده آلی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). شکل (۱-د) مقایسه میانگین ماده آلی در تیمارهای مختلف نشان داد که خاک‌ورزی صرف‌نظر از نوع روش آن باعث کاهش معنی‌دار ($P\leq0.05$) ماده آلی خاک شد. بیش-ترین مقدار ماده آلی را تیمار بدون‌خاک‌ورزی و کم‌ترین مقدار ماده آلی را تیمار خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار داشت. علت حفظ بیشتر ماده آلی در تیمار بدون‌خاکورزی و خاک‌ورزی حفاظتی را می‌توان به عدم به‌هم خوردن خاک و به‌هم خوردگی کم‌تر خاک دانست. رایت و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد روش بدون‌خاک‌ورزی، باعث افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی خاک سطحی گردید. بر پایه پژوهش‌های دیگ (۱۹۸۳) و بیر و همکاران (۱۹۹۴) در روش خاک‌ورزی مرسوم، به هم خوردن خاک باعث تجزیه بیشتر و سریع‌تر بقایای گیاهی گشته و کربن و ازت موجود در ماده آلی خاک زودتر معدنی و در نتیجه ماده آلی سریع‌تر از دست می‌رود.

از نظر توزیع اندازه خاکدانه‌ها بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). مقایسه میانگین مقادیر توزیع اندازه خاکدانه‌ها در شکل (۱-ه) نشان داده شده است. با این حال، بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر پایداری خاکدانه‌ها در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). این نتایج نشان می‌دهد که عملیات خاک‌ورزی موجب سست شدن خاکدانه‌ها شده است و در بین عملیات خاک‌ورزی نیز گاوآهن برگردان‌دار مقاومت خاکدانه‌ها را در برابر عوامل تنش‌زا از جمله فرسایش بادی بیش‌تر کاهش داده است. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار پایداری خاکدانه‌ها را به ترتیب تیمارهای بدون خاک‌ورزی و شخم با گاوآهن برگردان‌دار داشتند (شکل ۱-و). این نتایج نشان می‌دهد که شخم با گاوآهن برگردان‌دار موجب افزایش حساسیت خاک به عوامل فرساینده از جمله فرسایش بادی می‌شود. یکی از علل اصلی افزایش حساسیت به تنش و کاهش پایداری خاکدانه‌ها در شخم با گاوآهن برگردان‌دار را می‌توان به زیر ورو شدن کامل خاک در این نوع از خاک‌ورزی دانست. بطور کلی شخم با گاوآهن برگردان-

دار یا خاک‌ورزی مرسوم پایداری خاکدانه‌ها را کاهش می‌دهد. با توجه به اینکه تیمار شاهد بیش‌ترین ماده آلی را داشته است می‌توان گفت که پایداری خاکدانه‌ها نیز به‌شدت به میزان ماده آلی خاک وابسته است. شکل (۲) رابطه رگرسیونی بین ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها را نشان می‌دهد. ماده آلی یکی از مهم‌ترین عوامل خاکدانه‌سازی می‌باشد. همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد همبستگی مناسبی بین ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها وجود دارد و با افزایش ماده آلی پایداری خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد. این نتایج با یافته‌های داکر (۲۰۰۶) و کی (۱۹۹۰) همخوانی دارد.



شکل (۲): رابطه بین ماده آلی خاک و شاخص درصد پایداری خاکدانه‌ها

۴- نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک از جمله تخلخل، جرم ویژه ظاهری، ماده‌ی آلی و پایداری خاکدانه‌ها تحت تأثیر روش‌های گوناگون خاک‌ورزی قرار گرفته است. در مجموع عملیات خاک‌ورزی موجب تنزل کیفیت فیزیکی خاک شده است. همچنین از بین عملیات خاک‌ورزی مختلف نیز خاک‌ورزی حفاظتی (که به دو صورت خاک‌ورزی با گاوآهن چیزل و خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی انجام گرفته بود) نسبت به خاک‌ورزی سنتی بیشتر کیفیت فیزیکی خاک را حفظ کرده است. با توجه به این‌که خاک-ورزی حفاظتی و بدون خاک‌ورزی میزان ماده‌ی آلی و پایداری خاکدانه‌ها را افزایش داده است در این منطقه و در مناطق مشابه در صورت وجود اداواتی که بتوان به روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و بدون عملیات خاک‌ورزی کشت و کار را انجام داد عملیات کشاورزی به روش حفاظتی و بدون عملیات خاک‌ورزی پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

صلح جو ع ا، و نیازی ج، ۱۳۸۰. **بررسی تأثیر عملیات زیرشکن روی تولید محصول گندم**. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ۱۹۵.

Acharya, C.L., Sood, M,C. 1992. *Effect of tillage methods on soil physical properties and water expense of rice on an acidic Alfisol*. J. Indian Soc. Soil Sci. 40: 409-414.

Auskalnis, A. 2005. *Different soil tillage regimes on sandy loam cambisols. In Romaneckas, K. (ed): Recent results and future challenges in soil tillage research*. International scientific seminar. Lithuanian University of Agriculture, Akademija, Lithuania, pp. 6–9.

Aziz, I., T. Mahmood, Y. Raut, W. Lewis, R. Islam and R.R. Weil. 2009. *Active Organic Matter as a Simple Measure of Field Soil Quality*. ASA Internation Meetings, Pittsburg, PA.

Barthes, B.G., Kouoa Kouoa, E., Larre-Larrouy. M.C., Razafimbelo, T.M., de Luca, E.F., Azontonde, A., Neves, C.S., de Freitas, P.L. and Feller, C.L. 2008. *Texture and sesquioxide effects on water stable aggregates and organic matter in some tropical soils*. Geoderma. 143: 14-25.

Bear, M.H., Hendrix and, P. F., Coleman, D.C. 1994. *Water stable aggregates and organic matter fraction in conventional and no-tillage*. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 777-786.

Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk density, In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis,* Part 1: Physical and Mineralogical Methods, Second ed. American Society of Agriculture, Soil Science Society of America, Madison, USA, pp. 363–375.

Blevins, RL., Smith, M.S., Thomas, GW. and Frye, W.W. 1983. *Influence of conservation tillage on soil properties*. J. Soil Water Conserv. 38:301-305.

Bouyoucos, G.J. 1935. *The clay ratio as a criterion of susceptibility of soils to erosion.* J. Am. Soc. Agron. 27:738–741.

Bronick, C.J., and Lal, R. 2005. *Manuring and rotation effects on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils in northeastern Ohio*. USA, Soil Till. Res. 81: 239-252.

Campbell, C.A., Souster, W., 1982. *Loss of organic carbon and potentially mineralizable nitrogen from Saskachewan soils due to dropping.* Can. J. Soil Sci. Soc. 62, 651–656.

Chan, K.Y., Heenan, D.P., 1993. *Surface hydraulic properties of a red earth under continuous cropping with different management practices*. Aust. J. Soil Res. 31, 13–24.

Dexter, A. 2004. *Soil physic quality part III: unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory*. Geoderma, 120: 227-239.

Dick, W.A. 1983. *Organic carbon N, P concentration and pH in soil profiles as affected by tillage intensity*. Soil Sci. Soc Am. J. 47 : 102-107.

Doran, J.W., and T.B. Parkin. 1994. *Defining and assessing soil quality* p. 3–21. In J.W. Doran, D.C., Coleman, D.F., Bezdicek, and B.A. Stewart (ed.) Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Spec. Publ. 35. SSSA, Madison, WI.

Duiker SW 2006 *Aggregation. In: Encyclopaedia of Soil Science,* 2nd ed. Penn- sylvania State Univ., University Park, PA, USA.

Evett, S.R., Peters, F.H., Jones, O.R., Unger, P.W. 1999. *Soil hydraulic conductivity and retention curves from tension infiltrometer and laboratory data.* In: van Genuchten, M.T., Leij, F.J., Wu, L. (Eds.), characterization and Measurement of the Hydraulic Properties of Unsaturated Porous Media. Part 1. USDA, Riverside, California, pp. 541–551.

Ferreras, L.A., Costa, J.L., Garcia, F.O., Pecorari, C., 2000. *Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern "Pampas" of Argentina*. Soil Till. Res. 54, 31–39.

Green, R.T., Ahuja, L.R., Benjamin, J.G., 2003. *Advances and challenges in predicting agricultural management effects on soil hydraulic properties*. Geoderma 116, 3–27.

Hajabbasi, M.A., Hemmat, A. 2000. *Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a clay-loam soil in central Iran*. Soil Till. Res. 56, 205–212.

Hammel, J.E. 1989. *Long-term tillage and crop rotation effects on bulk density and soil impedance in northern Idaho.* Soil Sci. Soc. Am. J. 53, 1515–1519.

Hasinur, Rahman, M., A., S., Sugiyama, Okubo, Mayland, H.F. 2008. *Physical, chemical and microbiological properties of an Andisol as related to land use and tillage practice*. Soil Till. Res. 101: 10–19.

Ishaq, M., Ibrahim, M., Lal, R. 2002. *Tillage effects on soil properties at different levels of fertilizer application in Punjab,* Pakistan. Soil Till. Res. 68: 93–99.

Kay BD 1990. *Rates of change of soil structure under different cropping systems*. Adv. Soil Sci. 12, 1-52.

Lal, R., Mahboudi, A.A., Faussey, N.R. 1994. *Long-term tillage and rotation effects on properties of a Central Ohio soil*. Soil Sci. Soc. Am. J. 58, 517–522.

Logsdon, S.D., Kaspar, T.C., Cambardella, C.A. 1999. *Depth-incremental soil properties under no-till or chisel management*. Soil Sci. Soc. Am. J. 63, 197–200.

Mahboubi, A., Lal, R., Fausey, N.R. 1993. *Twenty-eight years of tillage effects on two soils on Ohio*. Soil Sci. Soc. Am. J. 57, 506–512.

Maynard, J.L.J., Umiker, K. J., and Guy. S.O. 2007. *Earthworm dynamics and soil physical properties in the first three years of no till management.* Soil Till. Res. 94, 338- 345.

McGarry, D., Bridge, B.J., Radford, B.J., 2000. *Contrasting soil physical properties after zero and traditional tillage of an alluvial soil in the semi-arid subtropics.* Soil Till. Res. 53 (2), 105–115.

Mc-Vaya, K.A., Buddea, J.A., Fabrizzia, K., Mikhab, M., Ricea, C.W., Schlegelc, A.J., Petersona, D.E., Sweeneyd, D.W., and Thompson, C. 2006. *Management effects on soil physical properties in long-term tillage studies in Kansas.* Soil Sci. Soc Am. J. 70: 434-438.

Messing, I., Jarvis, N.J. 1993. *Temporal variation in the hydraulic conductivity of a tilled clay soil as measured by tension infiltrometers.* Soil Sci. Soc Am. J. 44, 11–24.

Miller, J.J., Sweetland, N.J., Larney, F.J., Volkmar, K.M. 1998. *Unsaturated hydraulic conductivity of conventional and conservation tillage soils in southern* Alberta. Can. J. Soil Sci. 78, 643–648.

Paustian, K., Collins, H.P., Paul, E.A. 1997. *Management contols in soil carbon. In Paul et al Eds, Soil Organic Matter in Temperate Ecosystems:* Long term Experiments North America, CRC Press, 15-49.

Puget, P., Lal, R., 2005. *Soil organic carbon and nitrogen in a Mollisoil in central Ohio as affected by tillage and land use.* Soil Till. Res. 80: 201–213.

Reynolds W.D. 2006. *Saturated hydrolic properties: Ring infiltrometer*. p. 1043–1056. In Carter MR and Gregorich EG. Soil sampling and methods of analysis. Part 77. 2nd ed. Taylor & Francis Group, LLC Published.

Sauer, T.J., Clothier, B.E., Daniel, T.C. 1990. *Surface measurements of the hydraulic properties of a tilled and untilled* soil. Soil Till. Res. 15, 359–369.

Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni, M., and Hemmat, A. 2002. *Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran.* Soil Till. Res. 68, 101-108.

Skaggs, T.H., Arya, L.M., Shouse, P.J., and Mohanty, B.P. 2001. *Estimating particle size distribution from limited soil texture data*. Soil Sci. Soc. Am. J. 65: 1038-1044.

Unger, P.W., 1984. *Tillage systems for soil and water conservation*. FAO Soils Bulletin No. 54, 278 pp.

Walkley, A., and Black, I.A. 1934. *An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method.* Soil Sci. Soc. Am. J. 37: 29–38.

Wright, A.L., Dou, F., and Hons, F.M. 2007. *Soil organic C and N distribution for wheat cropping systems after 20 years of conservation tillage in central Texas.* Agric. Ecosyst. Environ. J. 121: 736-744.

Wright, A.L., Dou, F., and Hons, F.M. 2007. *Soil organic C and N distribution for wheat cropping systems after 20 years of conservation tillage in central Texas*. Agric. Ecosyst. Environ. J. 121: 736-744.

Yang, X.-M., Wander, M.M., 1998. *Temporal changes in dry aggregate size and stability: tillage and crop effects on a silty loam mollisol in Illinois.* Soil Till. Res. 49 (3): 173–183.

The Effects of Some Tillage Methods on Soil Physical Quality Index in Arid and Semiarid Region

H. Abbasi[1], H. Khodaverdiloo[1*], Sh. Ghorbani Dashtaki[2] and P. Ahmadi Moghaddam[3]

Received: 16 Dec 2013 Accepted: 10 Jun 2014

[1]Department of Soil Science, Urmia University, Urmia, Iran.
[2]Department of Soil Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
[3]Department of Biosystem Mechanic Engineering, Urmia University, Urmia, Iran.
*Corresponding author: E-mail: h.khodaverdiloo@urmia.ac.ir

Abstract

Soil quality maintenance is essential for sustainable food production, waste decomposition and etc. For sustainable management of soil, it is necessary to evaluated soil quality. Soil physical quality drastically affect by tillage methods. Since conventional tillage increases soil erosion, it is better to replace other farming tillage methods. In this study effect of three tillage methods including conventional tillage (tillage with moldboard), chisel plow and disk plow with no-tillage as controlled treatment on the bulk density, porosity, saturated hydraulic conductivity field, organic matter, aggregate size distribution, soil aggregates stability investigated. Complete randomized blocks were used as statistical design for field experiments. The results showed tillage operations compared with controlled treatment decreased organic matter, bulk density and aggregates stability in the soil surface layer (0-10 cm) significantly ($p \leq 0.01$). Tillage operations increased soil porosity in the soil surface layer (0-10 cm) significantly. The treatments effects on saturation hydraulic conductivity and aggregate size distribution were not significant. Generally no-tillage or the controlled treatment maintains more soil physical quality compare with other tillage operations. In order to maintain soil physical quality, cultivation without tillage is recommended.

Keywords: Soil quality, Soil physical index, Tillage.