



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



بررسی تغییرات مکانی کربن آلی و پایداری خاکدانه به عنوان عوامل مؤثر بر تراکم خاک در دشت سنجابی استان کرمانشاه

نوا کیانیان^۱، افسانه عالی نژادیان بیدآبادی^{۲*}، پرویز شکاری^۳

۱- دانش‌آموخته دکترای فیزیک و حفاظت خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران؛

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران؛

alinejadian@yahoo.com*

alinezhadian.a@lu.ac.ir

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

چکیده

تراکم خاک به دلیل اثرات منفی بر کیفیت خاک و تولید محصولات کشاورزی یکی از مسائل قابل توجه به‌شمار می‌آید. با توجه به تأثیر عوامل مختلف بر تراکم خاک، شناسایی این عوامل و مناطق مستعد تراکم ضروری به‌نظر می‌رسد. پایداری خاکدانه‌ها و مواد آلی خاک از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر بر تراکم است. آگاهی از نحوه پراکنش مکانی این ویژگی‌ها می‌تواند در حفظ و مدیریت صحیح منابع خاک مفید واقع شود. بر این اساس پژوهش حاضر در مساحت ۷۵۰۰۰ هکتاری از اراضی دشت سنجابی استان کرمانشاه به‌عنوان منطقه مطالعاتی انجام شد و نمونه‌برداری سطحی از موقعیت ۱۰۲ نقطه به روش شبکه‌ای منظم، صورت گرفت. رطوبت اشباع، کربن آلی و پایداری خاکدانه‌ها به دو روش الک خشک و تر تعیین شدند. پس از بررسی همبستگی ویژگی‌ها، نقشه توزیع مکانی آن‌ها به‌دست آمد. نتایج نشان داد که پراکنش ماده آلی با میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها مشابه بود. در الک خشک ذرات با قطر بیش‌تر و در الک تر ذرات با قطر کم‌تر درصد بیش‌تری از کل خاکدانه را به خود اختصاص دادند. کشت‌وکار زیاد همراه با عدم مدیریت بقایای گیاهی در اکثر نقاط دشت توانسته است با کاهش ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها را کاهش داده و با تخریب ساختمان خاک موجب تراکم خاک شود.

واژگان کلیدی: پایداری خاکدانه، پراکنش مکانی، تراکم خاک، کربن آلی.

مقدمه

تراکم خاک از بدترین نشانه‌های فروپاشی فیزیکی خاک به شمار می‌آید و با تأثیر بر وضعیت کیفیت خاک، بر مقدار سرمایه، وقت و سوخت مصرفی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی تأثیرگذار است (Raper et al, 2005; Rosolem and Pivetta, 2017). اثرات تراکم بر تولید محصول و محیط زیست غیرقابل انکار است. خاکی با خاکدانه‌های پایدار می‌تواند شرایط مطلوب نفوذ آب، زهکشی، تهویه، فعالیت میکروارگانیسم‌ها، چرخه غذایی و بقا گیاه را فراهم کند که به دنبال آن کیفیت و سلامت چرخه زندگی انسان تا حد چشم‌گیری تأمین خواهد شد. طی پژوهش صورت گرفته توسط Siddique و همکاران (2017)، پایداری خاکدانه در برآورد اندازه تراکم در دو خاک مختلف به کار برده شد و بیان گردید که ماده آلی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری خاکدانه و همچنین تراکم خاک است. پژوهشگران دیگری گزارش کردند که مقدار رطوبت خاک در حین تراکم بر پایداری خاکدانه‌ها مؤثر است و نتایج آنها حاکی از آن بود که حین تراکم، پیوند الکترواستاتیک بین ذرات در حالت مرطوب ضعیف‌تر از حالت خشک است (Powers and Skidmore, 1984). می‌توان بیان نمود که رفتار خاک در حین متراکم‌شدن وابستگی زیادی به وضعیت آب خاک دارد. Tate و Churchman (1987) همبستگی بالای کربن آلی با پایداری خاکدانه به روش الک تر را در نیوزیلند تایید کردند.

الگوسازی مکانی پایداری خاکدانه‌ها در ارزیابی و پیش‌بینی تأثیر انواع روش‌های مدیریتی خاک مفید است. معمول‌ترین روش ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها، تعیین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها^۱ (MWD) با استفاده از دو روش گذراندن خاک از الک‌های خشک و تر است که به روش دیلینهر و دیبوت (De leenheer and De boodt, 1959) معروف است. De-souza و همکاران (2009) تغییرات مکانی پایداری خاکدانه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو نوع خاک شمال شرق برزیل را با استفاده از زمین‌آمار بررسی و گزارش کردند که پایداری خاکدانه در نوع یک به دلیل بالا بودن مقدار ماده آلی و رس افزایش قابل توجهی دارد. از آنجا که تراکم خاک به ویژه در لایه‌های زیرین به آسانی قابل برطرف شدن نیست، بهترین راه رویارویی با این پدیده، پیشگیری از آن است (Jung et al, 2001). از این رو شناخت کمی ویژگی‌ها و عوامل مؤثر بر وضعیت تراکم خاک در راستای ارتقا مدیریت خاص مکانی که پایه و اساس کشاورزی دقیق است، ضروری به نظر می‌رسد.

دشت سنجابی استان کرمانشاه که یکی از دشت‌های وسیع کشاورزی در غرب کشور است، به دلیل دارا بودن انواع واحدهای فیزیوگرافی و حساسیت بسیاری از این مناطق به فرسایش و هدر رفت خاک، به‌ویژه در حفاظت خاک به توجه زیادی نیاز دارد. در این راستا بررسی این ویژگی پر مخاطره با صرف وقت و هزینه کم می‌تواند در اعمال مدیریت پایدار اراضی و بهبود عملکرد محصول با توجه به منابع موجود مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

محدوده‌ای در دامنه عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و به مساحت نزدیک به ۷۵/۰۰۰ هکتار که کل دشت سنجابی واقع در غرب استان کرمانشاه و مقداری از ارتفاعات اطراف را دربر می‌گرفت، به‌عنوان منطقه مطالعاتی برگزیده شد. اقلیم این پهنه، طبق رده‌بندی اقلیمی گوسن مدیترانه‌ای گرم (Thermomediterranean) است (Bagnouls and Gausson, 1957). موقعیت ۱۰۲ نقطه جهت نمونه‌برداری بر پایه روش سیستماتیک ساده در محیط R (Development, 2021) و به کمک بسته نرم‌افزاری SDDrawNPS (McDonald, 2015) مشخص شد. پس از یافتن مختصات نقاط، نمونه‌برداری سطحی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر انجام گردید. تعداد شش نقطه روی رخنمون سنگی قرار گرفتند و نمونه‌برداری ممکن نشد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، بخشی از نمونه‌ها هوا خشک شده و پس از کوبیدن از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شدند. درصد کربن آلی به روش تعدیل شده واکلی-بلک به‌دست آمد (Page et al, 1992b). درصد رطوبت اشباع نیز به روش وزنی تعیین شد. به‌منظور تعیین پایداری خاکدانه‌ها، بخش دیگری از نمونه‌های خاک هوا خشک شده از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد. تعیین پایداری خاکدانه‌ها به دو روش الک تر و الک خشک به صورت جداگانه به روش دیلینهر و دیبوت صورت گرفت (De leenheer and De boodt, 1959). تجزیه و

¹ Mean Weight Diameter

تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۵ تعیین شد. ضریب همبستگی به روش پیرسن^۲ همراه با آزمون همبستگی به دست آمد. سپس تحلیل زمین‌آمار شامل واریوگرافی و کریجینگ برای میان‌یابی و دستیابی به نقشه ویژگی‌ها در سطح منطقه انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس تجزیه و تحلیل آماری، کمینه (۰/۶)، بیشینه (۳) و میانگین کربن آلی (۱/۵) در لایه سطحی خاک بیانگر مقادیر کم تا متوسط در برخی نقاط در خاک منطقه بود. میانگین MWD و GMD در الک خشک به ترتیب (۱/۱-۰/۹) بیش‌تر از الک تر به ترتیب (۰/۷-۰/۶) به دست آمد که نشان‌دهنده ناپایداری بیش‌تر خاکدانه‌ها تحت شرایط رطوبتی بالا است. از میان مقادیر خاکدانه‌های باقی‌مانده در سری الک تر بیش‌ترین درصد مربوط به ذرات بین ۱-۰/۲۵ میلی‌متر (۵۹) و کم‌ترین درصد مربوط به ذرات بین ۲-۴ (۳/۹) میلی‌متر بود. نتایج نشان داد که در حالت مرطوب، شرایط شکست خاکدانه‌های بزرگ‌تر (۲-۴ میلی‌متر) به خاکدانه‌های کوچک‌تر بیش‌تر فراهم است و خاکدانه‌ها ناپایدارترند. این مقادیر در سری الک خشک مربوط به ذرات کوچک‌تر از ۰/۰۳۸ (۱/۳) و ذرات بین ۲-۰/۵ (۴۸/۹) میلی‌متر گزارش شد. خلاصه نتایج آزمون همبستگی میان ویژگی‌های مورد مطالعه در لایه سطحی خاک بر اساس ضریب همبستگی پیرسن در جدول ۱ ارائه شده است.

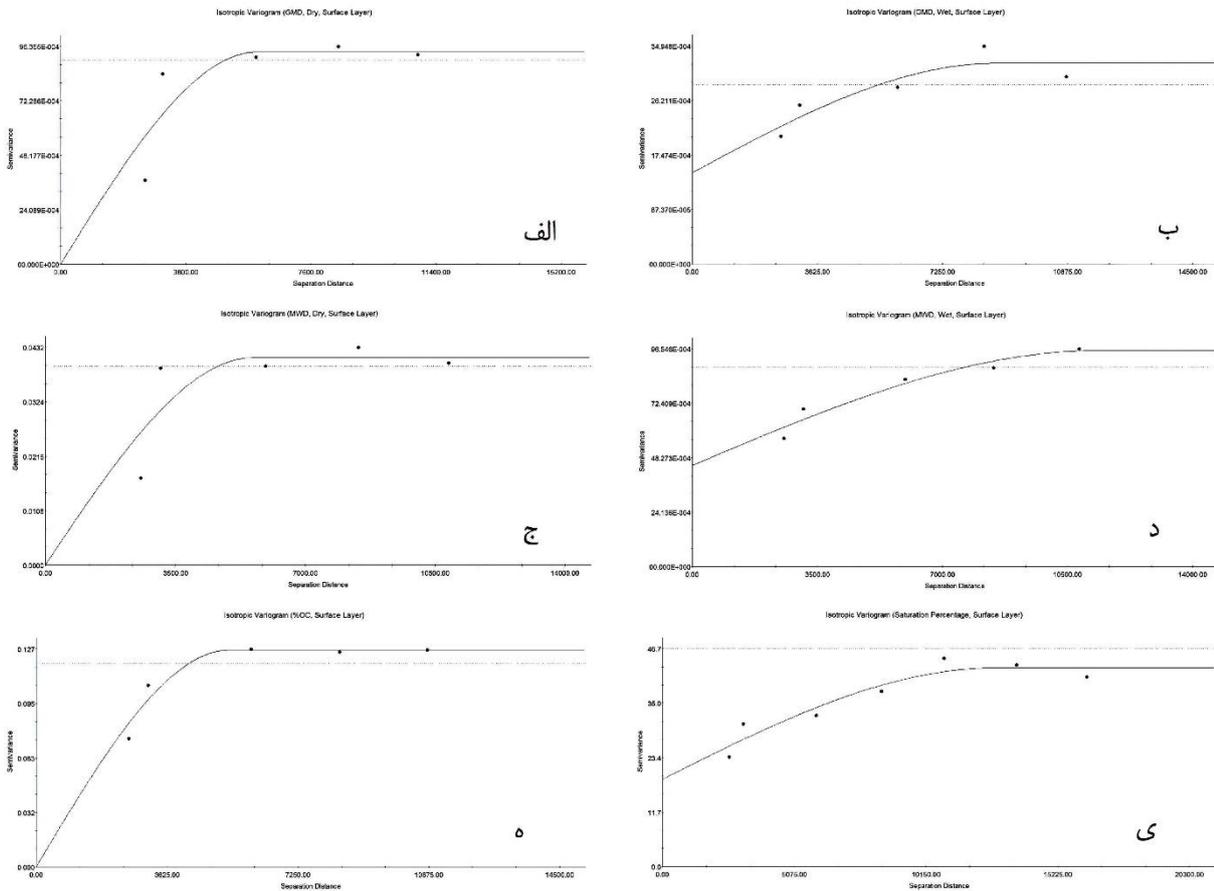
جدول ۱. خلاصه نتایج آزمون همبستگی پیرسن بین برخی ویژگی‌های لایه سطحی خاک در منطقه

مطالعاتی				
GMD.Dry	GMD.Wet	MWD.Dry	MWD.Wet	رطوبت اشباع کربن آلی
۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۳۶**
۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۴۰**	۱
۰/۲۷**	۰/۷۴**	۰/۲۹**	۱	
۰/۹۶**	-۰/۰۵	۱		
۰/۰۲	۱			
۱				

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

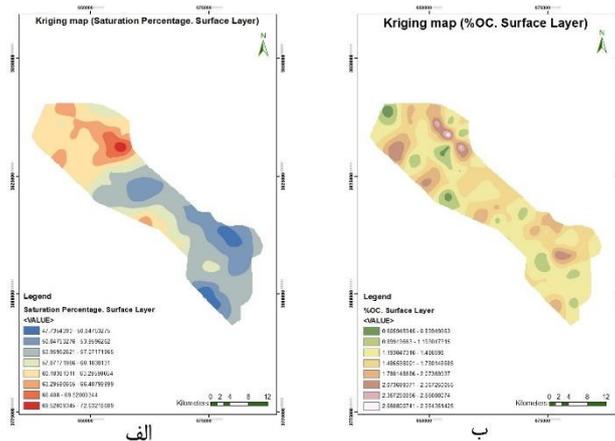
نتایج نشان می‌دهد که ماده آلی نقش به‌سزایی در ایجاد پایداری خاکدانه‌ها به ویژه در حالت مرطوب ایفا می‌کند. نیم‌تغییرنمای برازش داده شده بر برخی ویژگی‌ها در شکل ۱ آمده است. بر اساس مدل زمین‌آماري برازش داده‌شده بر ویژگی‌ها، در اکثر ویژگی‌ها ضریب تبیین بسیار بالا گزارش شده است که نشان از صحت تشریح پراکنش متغیر وابسته توسط متغیر مستقل است. تمامی ویژگی‌ها با مدل کروی تشریح شدند. تمامی ویژگی‌ها به جز درصد اشباع با همبستگی مکانی متوسط، در کلاس همبستگی قوی دسته‌بندی شدند. در ادامه نقشه پراکنش مکانی کربن آلی و رطوبت اشباع خاک سطحی منطقه مطالعاتی در شکل ۲ ارائه شده است.

² Pearson



Scanned with CamScanner

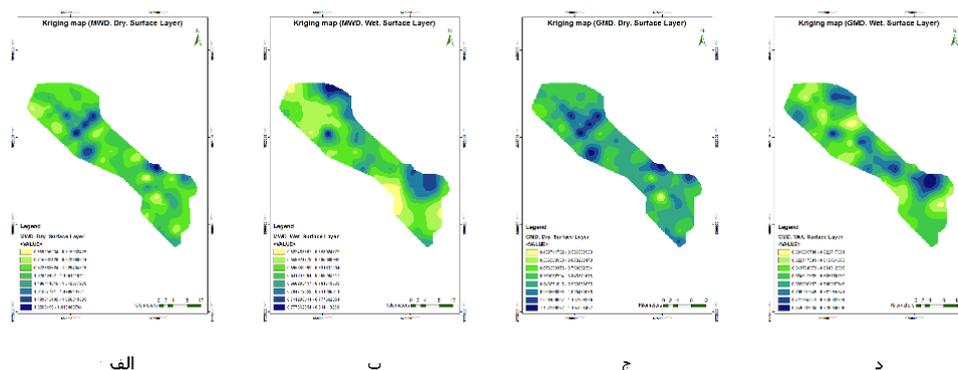
شکل ۱. نیم تغییرنمای برازش داده شده بر برخی ویژگی های لایه سطحی خاک، (الف) GMD, Dry، (ب) GMD, Wet، (ج) MWD, Dry، (د) MWD, Wet، (ه) کربن آلی، (ی) رطوبت اشباع



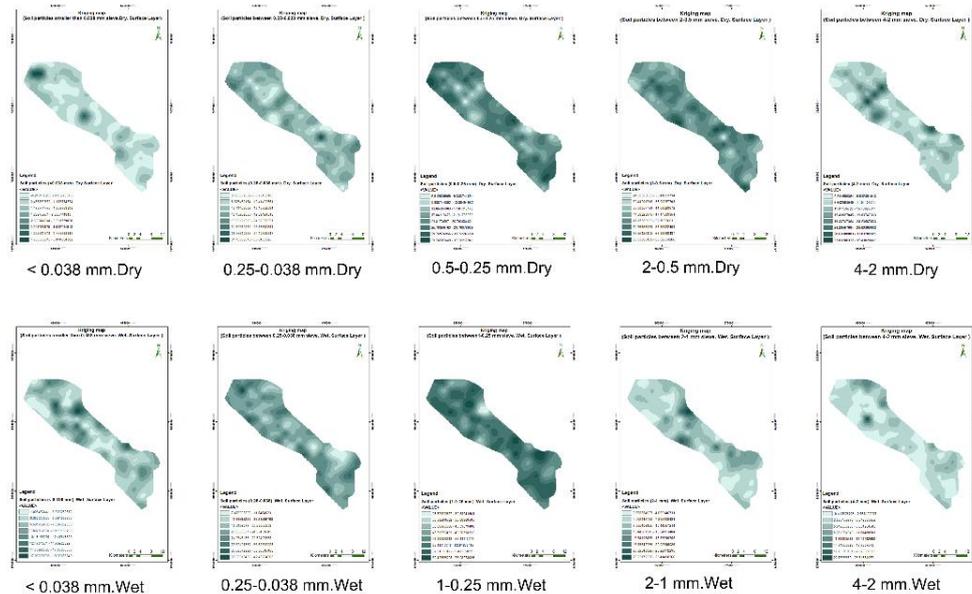
شکل ۲. نقشه توزیع مکانی (الف) رطوبت اشباع و (ب) کربن آلی در لایه سطحی خاک منطقه مطالعاتی

همچنین نقشه پراکنش مکانی میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه و ذرات باقی مانده روی الکها در دو حالت خشک و تر در شکل های ۳ و ۴ ارائه شده است. پراکنش مکانی کربن آلی با میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه در لایه سطحی خاک مشابه بود. ارتباط چشم گیر کربن آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه در نواحی نیمه خشک مرکزی ایران حاکی از اهمیت کربن آلی در پایداری خاکدانه در مناطق نیمه خشک است (Safaei et al, 2019). بر اساس شکل ۲، مناطق شمال، شمال غرب تا امتداد شرق منطقه دارای مقادیر بالای کربن آلی است. از سویی ارتفاعات شامل مقادیر کم کربن آلی است. عدم تکامل

پروفیلی خاک در ارتفاعات می‌تواند از عوامل بروز این مسأله باشد. مقادیر کم کربن آلی در لایه سطحی خاک می‌تواند به دلیل کشت‌وکار زیاد و به‌دنبال آن شکستن خاکدانه‌ها و قرارگیری ماده آلی در معرض حمله میکروبی و تجزیه آن باشد که در مطالعات گذشته به آن اشاره شده است (Eynard et al, 2004; Singh et al, 2016). از سویی خروج بقایا از مزارع، عدم مصرف کود آلی و عدم جایگزینی عناصر مغذی که مجموعه سوء مدیریت اراضی است را می‌توان دلیل دیگر کاهش این ویژگی دانست (Assis et al, 2010). بخشی از کاهش موضعی ماده آلی در نقشه توزیع مکانی را می‌توان مربوط به اراضی دیم دانست. در ارزیابی کیفیت خاک در استان زنجان مشخص شد که مقدار کربن آلی در اراضی دیم در ۳۰ سانتی‌متر اول خاک ۳۳/۸۷ درصد و در ۳۰ سانتی‌متر دوم خاک ۳۱/۴۳ درصد نسبت به اراضی آبی کم‌تر است (Hamidi Nehrani et al, 2020). این مسأله می‌تواند به دلیل استفاده کم‌تر از کودهای آلی در اراضی دیم باشد. البته در خلاف این موضوع نیز می‌توان اظهار داشت که تردد زیاد ادوات کشاورزی در اراضی آبی و تخریب خاکدانه‌ها از عوامل مهم در تجزیه و کاهش ماده آلی به‌شمار می‌آید. از سوی دیگر حذف بقایا از طریق سوزاندن جهت کشت مجدد در همان سال نیز می‌تواند به شدت این مسأله بیافزاید. Ohu و همکاران (1985) کاهش پایداری خاکدانه در اثر حذف بقایای گیاهی را گزارش کردند. به نظر می‌رسد در قسمت‌های شمال و شمال‌غرب در امتداد شرق منطقه، افزایش ماده آلی از طریق اتصال ذرات رس باعث خاکدانه‌سازی و ایجاد خاکدانه‌های بزرگ‌تر و در نتیجه افزایش پایداری خاکدانه شده است. با توجه به شکل ۳ بیش‌ترین مقدار MWD در الگ خشک مربوط به شمال تا شمال‌غرب در امتداد مرکز و قسمت‌هایی از شمال‌شرق منطقه است. این مناطق دارای مقدار ماده آلی بالا بود. پراکنش GMD در الگ خشک نیز همانند MWD.Dry بود. در الگ تر قسمت‌های شمال تا شرق منطقه و همچنین مرکز منطقه دارای مقادیر بالای MWD و GMD است. افزایش پایداری خاکدانه و افزایش میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه در آب در خاک‌های تیمار شده با کمپوست موادی تأیید شده است (Pagliai et al, 1981; Karami et al, 2012). به‌نظر می‌رسد پایداری خاکدانه و ماده آلی به شدت تحت تأثیر عوامل مدیریتی و کاربری اراضی است. افزایش MWD در قسمت‌های شمال و جنوب‌شرق منطقه را می‌توان به مراتعی که در ارتفاعات قرار دارند، نسبت داد. بر اساس مطالعات Nazmi و همکاران (2012)، MWD تحت تأثیر سیستم کشت در اراضی مرتعی مقادیر بالایی را به خود اختصاص می‌دهد که آن هم احتمالاً به دلیل وجود مقادیر بالای ماده آلی در مراتع است. بقایای گیاهی تازه و غنی از کربن در تشکیل و پایداری خاکدانه‌های درشت مؤثر است (John et al, 2005). پوشش گیاهی می‌تواند ساختمان خاک را از طریق توزیع ماده آلی به‌وسیله افزودن لاشبرگ، برگشت ریشه گیاه و ترشحات ریشه تحت تأثیر قرار دهد.



شکل ۳. نقشه پراکنش مکانی (الف) MWD.Dry، (ب) MWD.Wet، (ج) GMD.Dry و (د) GMD.Wet در لایه سطحی خاک منطقه مطالعاتی



شکل ۴. نقشه توزیع مکانی قطر ذرات خاک در آزمایش پایداری خاکدانه در دو حالت تر و خشک در لایه سطحی خاک منطقه مطالعاتی

در الک خشک ذرات با قطر بیش تر و در الک تر ذرات با قطر کم تر درصد بیش تری از کل خاکدانه را به خود اختصاص دادند. این مسأله نشان می دهد که پایداری خاکدانه ها در حالت مرطوب کم تر از حالت خشک است. به نظر می رسد که مقدار رطوبت در حین خاکورزی و عملیات کشت و کار از عوامل مهم و تأثیرگذار بر پایداری خاکدانه ها است. با توجه به شکل ۳ و ۴ نحوه پراکنش میانگین وزنی قطر خاکدانه در دو حالت تر و خشک همسو با پراکنش قطر بزرگ ترین و پایدارترین ذرات خاک (۲-۴ میلی متر) بود. بر اساس شکل ۲ و ۴ نحوه توزیع ماده آلی با خاکدانه های درشت همسو بود که نشان از تأثیر ماده آلی بر پایداری خاکدانه است. تراکم خاک ابتدا حفرات درشت را از بین می برد و منافذ ریز به دلیل هم اندازه شدن ذرات خاک همچنان باقی می ماند.

نتیجه گیری

در منطقه مطالعاتی پژوهش حاضر به نظر می رسد در آن قسمت هایی که کشاورزی مکانیزه با شدت زیاد صورت می گیرد، مشکلات شدید تراکم مشهود است. بر اساس مصاحبه حضوری با برخی از کشاورزان منطقه، مشخص شد که سرنوشت بقایای گیاهی پس از برداشت محصول، خروج از مزرعه، مورد مصرف چرای دام و یا سوزانده شدن است. سوزاندن بقایای گیاهی که یکی از منابع تامین ماده آلی به شمار می آید باعث کاهش این ویژگی تا کم تر از یک درصد در منطقه شده است. در اکثر نواحی منطقه، استفاده از گاوآهن برگردان دار در یک عمق ثابت سبب ایجاد لایه متراکم و غیرقابل نفوذ شده است که موجب مشکلاتی از قبیل عدم نفوذ ریشه جهت تغذیه، عدم نفوذ آب به خاک و ایجاد رواناب سطحی در فصول پر باران می شود. از سویی به دلیل قرارگیری منطقه در اقلیم خشک و نیمه خشک استفاده از ادوات کشاورزی باعث ایجاد کلوخه های نسبتاً بزرگ شده که برای خرد کردن آن ها جهت تهیه بستر بذر، استفاده مجدد از ماشین آلات کشاورزی لازم است. در اثر شخم مکرر لایه مرطوب زیرین خاک بالا آمده و آب ذخیره شده در خاک تلف می شود. طی بررسی کیفیت اراضی مرکزی استان آذربایجان غربی با کشت رایج گندم و آفتابگردان تحت خاکورزی مرسوم و ماشین آلات سنگین، نتایج حاکی از آن بود که استفاده بیش از اندازه از ادوات کشاورزی، خاکورزی در رطوبت نامناسب، ماده آلی کم و کشت فشرده توانسته است موجب افزایش تراکم خاک شود (عثمانی و همکاران، ۱۳۹۹). به نظر می رسد در مقیاس محلی به علت ویژگی های ذاتی و مینرالوژیکی یکسان، نوع مدیریت و کاربری اراضی عامل تعیین کننده در مقدار ماده آلی خاک، خاکدانه سازی و به صورت کلی ساختمان خاک است که با نتایج حاصل از مطالعات پیشین هماهنگ است (Barthes et al, 2008). از سویی می توان گفت تأثیر عوامل مدیریتی بر

ویژگی‌های خاک به دلیل پویایی محیط و تغییرات تدریجی ویژگی‌ها طی گذشت چندین سال قابل مشاهده و اندازه‌گیری است که در حیطه پژوهش حاضر نبود. استفاده بهینه از ادوات کشاورزی، خاکورزی در رطوبت مناسب، حفظ ماده آلی خاک، کشت متناوب و کوددهی منطقی به نوبه خود می‌تواند کلید اجرای مدیریت پایدار خاک، کاهش تراکم و حفظ کیفیت اراضی باشد.

فهرست منابع

۱. عثمانی، ا.، عسگرزاده، ح.، اسدزاده، ف. (۱۳۹۹). مقایسه شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک سطحی و زیرسطحی زیر کشت آفتابگردان و گندم. پژوهش‌های خاک. الف. جلد ۳۴. شماره ۳.
2. Assis, C. P., de Oliveira, T. S., da Nóbrega Dantas, J. D. A. and de Sá Mendonça, E. (2010). Organic matter and phosphorus fractions in irrigated agroecosystems in a semi-arid region of Northeastern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 138(1-2): 74-82.
3. Bagnouls, F. and Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leurs classifications. *Annales de Géographie*, 66,193-220.
4. Barthes, B. G., KouoaKouoa, 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.
5. Churchman, G. J. and Tate, K. R. (1987). Stability of aggregates of different size grades in allophonic soils from volcanic ash in New Zealand. *Journal of Soil Science*, 38, 19-27.
6. De Leenheer, L. and De Boodt, M. (1959). Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. In: *Proceedings of the International Symposium on Soil Structure*, Ghent, Belgium. pp: 300-290.
7. De Souza, Z. M. Junior, J. Pereira, T. and Sanchez Sanes, C. M. (2009). Spatial variability of aggregate stability in latosols under sugarcane. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Vol,33, No, 2.
8. Development, R. Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0. Available: <http://www.R-project.org>.
9. Eynard, A., Schumacher, T. E., Lindstrom, M. J. and Malo, D. D. (2004). Aggregate sizes and stability in cultivated South Dakota prairie Ustolls and Usterts. *Soil Science Society of American Journal* 68: 1360-1365.
10. Hamidi Nehrani, S., Askari, M. S., Saadat, S., Delavar, M. A. and Taheri, M. (2020). Evaluation of soil quality under conventional agricultural management methods in Zanjan province. *J of Soil Management and Sustainable Production*, Vol. 9(4).
11. John, B., Yamashita, T., Ludwig, B. and Flessa, H. (2005). Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. *Geoderma*, 128: 63–79.
12. Jung, H. D., Moncrieff J. F., Voorhees, W. B. and Swan, J. B. (2001). Soil compaction: causes, effects, and control. Section I: Soil compaction, causes and consequences. Section II: Surface compaction, (density effects due to tillage). 20p.
13. Karami, A., Homaei, M., Afzalnia, S., Ruhipour, H. and Basirat, S. (2012). Organic resource management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physico-chemical properties. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 148: 22– 28.
14. McDonald, T. (2015). SDrawNPS: A version of the SDraw R package developed for the National Park Service. [<https://github.com/tmcd82070/SDrawNPS>]
15. Nazmi, L., Asadi, H., Manukyan, R. and Naderi, H. (2012). Influence of tillage displaced soil on the productivity and yield components of barley in northwest Iran. *Can. Soil Sci. J.* 92(4), 665– 672. DOI: 10.4141/cjss2011-096.
16. Ohu, J. O., Raghavan, G. S. V. and McKyes, E. (1985). Peatmoss effect on the physical and hydraulic characteristics of compacted soils, *American Society Agriculture Engineering* 28: 420-424.
17. Page, A. L., Miller, R. H. and Jeeney, D. R. (1992b). *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and mineralogical properties*. SSSA Pub., Madison. 1159 p.
18. Pagliai, M. G., Guidi, G., Lamarea, M., Giachetti, M. M. and Lucamanate, L. (1981). Effect of sewage sludge and compost on soil porosity and aggregation. *J. Environ. Qual.* 10: 556-561.
19. Powers, D. H. and Skidmore, E. L. (1984). Soil structure as influenced by simulated tillage. *Soil. Sci. Soc. Amer. J.* 48: 897-884.
20. Raper, R. L., Schwab, E. B., Balkcom, K. S., Burmester, C. H. and Reeves, D. W. (2005). Effect annual, biennial, and triennial in-row subsoiling on soil compaction and cotton yield in southeastern U.S. slit loam soils. *Appl. Eng. Agric.* 21, 337–343.

21. Rosolem, C. A. and Pivetta, L. A. (2017). Mechanical and biological approaches to alleviate soil compaction in tropical soils: Assessed by root growth and activity (Rb uptake) of soybean and maize grown in rotation with cover crops. *Soil Use Manag.* 33, 141–152.
22. Safaei, M., Bashari, H., Mosaddeghi, M. R. and Jafari, R. (2019). Assessing the impacts of land use and land cover changes on soil functions using landscape function analysis and soil quality indicators in semi-arid natural ecosystems. *Catena*, 177: 260-271.
23. Siddique, M. N. A., Sultana, J. and Abdullah, M. R. (2017). Aggregate stability: An indicator of quality and resistivity of arable soil. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 1(2): 1-7.
24. Singh, A. K., Rai, A. and Singh, N. (2016). Effect of long term land use systems on fractions of glomalin and soil organic carbon in the Indo-Gangetic plain. *Geoderma*, 277: 41-50.

Investigation of spatial changes in organic carbon and soil aggregate stability as factors affecting soil compaction in Sanjabi Plain, Kermanshah Province

Nava Kianian¹, Afsaneh Alinejadian-Bidabadi^{2*}, Parviz Shekaari³

¹ Ph.D graduated in Soil physics and conservation, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran;

² Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran, *alinejadian@yahoo.com; alinezhadian.a@lu.ac.ir

³ Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Soil compaction is an important issue due to its negative effects on soil quality and agricultural production. Considering the various factors affecting soil compaction, it seems important to identify these factors and areas susceptible to compaction. The soil aggregate stability and soil organic matter is among the most important characteristics affecting compaction. Knowledge of the spatial distribution of these characteristics can be useful in the conservation and proper management of soil resources. In this study, an area of 75,000 hectares of Sanjabi Plain in Kermanshah Province was considered as a study area. Surface sampling was carried out from 102 points using a regular grid method. Saturation moisture, organic carbon, and soil aggregate stability were determined using two methods: dry and wet sieving. After examining the correlation of the characteristics, their spatial distribution map was obtained. The results showed that the distribution of organic matter was similar to the MWD and GMD. In dry sieving, particles with a larger diameter and in wet sieving, particles with a smaller diameter accounted for a higher percentage of the total soil aggregate. Intensive cultivation and lack of management of plant remains in most parts of the plain have reduced organic matter, reduced the soil aggregates stability, and caused soil compaction by destroying soil structure.

Keywords: Aggregate stability, spatial distribution, soil compaction, organic carbon.