بررسی اثرات خاک‌ورزی حفاظتی و سنتی بر کربن آلی و پایداری خاکدانه‌ها

مهدی کوسه‌لو[۱]، ساناز هاشمی[۱]، آرش یداللهی[۱]، مهدی رحمتی[۱]، ایرج اسکندری[۲]
۱- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران ۲- سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی - موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور. مراغه، ایران

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر پایداری خاکدانه‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با ۵ تیمار شامل کاشت مستقیم در ته ساقه‌ها (NT_1)، کاشت مستقیم در کلیه بقایا (NT_2)، شخم قلمی + دیسک (CH)، کم خاک‌ورزی (MT) و شخم مرسوم (CT) با ۴ تکرار و در تناوب ماشک-گندم به مدت ۵ سال در ایستگاه تحقیقات دیم شهرستان مراغه اجرا شد. نمونه‌برداری‌های خاک در انتهای سال پنجم جهت آنالیز پارامترهای فیزیکی از جمله پایداری خاکدانه‌ها (WAS)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تر (MWD_{wet}) و خشک (MWD_{dry}) و کربن آلی (OC) برداشته شد. نتایج نشان داد که پارامترهای WAS و MWD_{dry} نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای خاک-ورزی بودند بطوری که تیمار NT_2 با WAS حدود ۵۰ درصد و تیمار NT_1 با MWD_{dry} حدود ۳ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دیگر نشان دادند. مقادیر OC و MWD_{wet} اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان ندادند.

واژه های کلیدی: عملیات خاک‌ورزی، پایداری خاکدانه‌ها، الک تر و خشک

مقدمه

به خاکدانه‌هایی که در برابر برخورد قطره‌های آب به هنگام بارندگی یا خیس شدن در حین آزمون الک‌تر متلاشی نمی-شوند و هویت خود را حفظ می‌کنند، خاکدانه‌های پایدار گفته می‌شود. تشکیل خاکدانه در افق‌های روئین بسیاری از خاک‌ها، تابعی از تجزیه و فساد میکروبی مواد آلی است. هر چه شرایط محیط برای فعالیت میکروب‌ها مناسب‌تر باشد، بازتاب مثبت آن در تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها بیشتر نمودار می‌شود. تاثیر مواد آلی در پایداری خاکدانه‌ها از فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک سرچشمه می‌گیرد. از اتصال ذرات رس و سیلت، خاکدانه‌های ریز شکل می‌گیرند، در حالی که خاکدانه‌های ریز و درشت می‌توانند به‌وسیله هیف‌های قارچی تشکیل خاکدانه‌های درشت‌تر را دهند (Bossuyt et al., 2001). تعیین میزان پایداری خاکدانه‌ها شاخص مهمی در کیفیت فیزیکی خاک محسوب می‌شود (Six et al., 2000). پایداری خاکدانه در کنار توزیع اندازه ذرات خاک، تأثیر قابل توجهی بر ویژگی‌های فیزیکی (تهویه، نفوذپذیری و قابلیت نگهداری آب) خاک دارند که این موضوع برای رشد گیاهان و ریزجانداران حیاتی است (Dominguez et al., 2001). برای طبقه‌بندی خاکدانه‌ها از نظر پایداری، از معیارهایی نظیر اندازه و مقاومت در برابر قطرات آب استفاده می‌شود (Marquez et al., 2004). راسیا و کای (Rasiah and Kay, 1994) عنوان کردند که رس عامل مهمی در پیوند دادن ذرات اولیه خاک به همدیگر و تشکیل خاکدانه‌ها می‌باشد. این محققان دریافتند که پایداری خاکدانه‌ها که با روش الک تر تعیین می‌شود، با افزایش میزان رس افزایش می‌یابد. دنف و همکاران (Denef et al., 2001) به این نتیجه رسیدند که مقدار کل و همچنین نسبت خاکدانه‌های پایدار در آب ممکن است به صورت تابعی از نوع خاک و کانی‌شناسی رس، افزایش و یا کاهش پیدا کند. دومینگوئز و همکاران (Dominguez et al., 2001) معتقدند که مقادیر بیشتر از ۳۵ درصد رس نقش غالب را در تشکیل و پایداری خاکدانه بازی می‌کند ولی در مواردی که میزان رس کمتر از ۱۰ درصد باشد، برای تشکیل خاکدانه، حضور موجودات خاکزی هم لازم است. اوپارا (Opara, 2009) ابراز داشت که مقادیر قابل ملاحظه رس، اثر مطلوبی روی خاکدانه‌سازی و پایداری خاکدانه دارد. در مقابل، برخی دیگر از محققان به نتایج متناقضی در این زمینه رسیده‌اند، بطوری که بارتز و همکاران (Barthes et al., 2008) عنوان کردند اندازه خاکدانه‌ها، متأثر از بافت خاک نیست. یکی از عوامل دیگری که بر پایداری خاکدانه تأثیرگذار است، کاربری و مدیریت اراضی

است که در این زمینه سیستم کشت نقش مهمی را در پایداری خاکدانه و توزیع اندازه ذرات ثانویه ایفا می‌کند (Lebron et al., 2002). توزیع اندازه خاکدانه‌ها و پایداری آن‌ها می‌تواند به‌طور قابل توجهی با سیستم خاک‌ورزی تغییر کند. به همین دلیل پیگزوتو و همکاران (Peixoto et al., 2006) عنوان داشتند که توزیع اندازه ذرات تحت تأثیر عملیات خاک‌ورزی مختلف، متفاوت است. لال و همکاران (Lal et al., 1994) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که پایداری خاکدانه‌ها (WAS) و خاکدانه سازی تحت تاثر نوع تناوب زراعی و شخم می‌باشند. هرنانز و همکاران (Hernanz et al., 2002) در تحقیق خود که دو تناوب گندم-ماشک و کشت ممتد گندم را به همراه سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی، خاک‌ورزی کمینه و کشت مستقیم بدون خاک‌ورزی در طول ۱۳ سال مقایسه کردند به این نتیجه رسیدند که درصد خاکدانه‌های پایدار در تناوب گندم- ماشک به همراه خاک‌ورزی حفاظتی و خاک‌ورزی کمینه به طور معنی‌داری (در سطح احتمال ۰/۰۵) بیشتر از کشت ممتد گندم به همراه این دو نوع سیستم خاک‌ورزی بود ولی در روش کشت بدون خاک‌ورزی درصد خاکدانه‌های پایدار در تیمار کشت ممتد گندم به طور معنی داری بیشتر از تناوب گندم- ماشک بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه با طول جغرافیایی ۴۶/۱۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷/۱۵ درجه شمالی اجرا شد. این ایستگاه در ارتفاع ۱۷۲۰ متری از سطح دریا قرار دارد. حداکثر مطلق درجه حرارت ایستگاه ۳۷ درجـه سانتی‌گراد، حداقل مطلق ۲۵- درجه و متوسط سالیانه آن ۹/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

قالب آماری طرح و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با ۵ تیمار شامل کاشت مستقیم در ته ساقه‌ها (NT_1)، کاشت مستقیم در کلیه بقایا (NT_2)، شخم قلمی + دیسک (CH)، کم خاک‌ورزی (MT) و شخم مرسوم (CT) با ۴ تکرار و در تناوب ماشک-گندم به مدت ۵ سال در ایستگاه تحقیقات دیم شهرستان مراغه اجرا شد. نمونه‌های خاک در انتهای فصل زراعی پنجم در هر کرت از سه نقطه به صورت نمونه‌های مرکب از عمق شخم برداشته شد. نمونه‌ها در درون کیسه‌هایی پلاستیکی نگهداری و پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا هوا خشک و سپس خصوصیات فیزیکی مورد نظر شامل فراوانی نسبی اندازه ذرات به روش هیدرومتری (Gee and Or, 2002) و میانگین وزنی اندازه قطر خاکدانه‌ها (Yoder, 1986) به روش سری الک‌های تر (MWD_{wet}) و خشک (MWD_{dry})، پایداری خاکدانه‌های ۱ تا ۲ میلیمتری (WAS) با استفاده از دستگاه الک تر (John and Kim, 2002) و کربن آلی خاک با روش اکسایش تر (Nelson and Sommers, 1996) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ پارامترهای آماری ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شده را گزارش می‌کند. اندازه‌گیری بافت خاک نشان داد که کلاس بافت در منطقه مورد مطالعه لوم رسی بود (رس ۳۹ درصد، سیلت ۳۶ درصد و شن ۲۵ درصد). همانطور که در بخش مواد و روش‌ها اشاره شد، توزیع اندازه خاکدانه‌ها با دو روش الک‌تر (MWD_{wet}) و الک خشک (MWD_{dry}) ارزیابی می‌شود. روش الک خشک بیشتر برای بررسی تأثیر خاک‌ورزی بر خردشدگی و نرم‌شدگی خاک و ارزیابی فرسایش‌پذیری خاک در برابر باد به کار می‌رود. در مقابل روش الک تر عموما برای تعیین پایداری خاکدانه‌های درشت در برابر تنش‌های آبی استفاده می‌شود (Kempe and Rosenau, 1986). به طور کلی مقادیر MWD_{dry} در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده مقادیر پایین آن و حساسیت خاک منطقه در مقابل فرسایش بادی می‌باشد. با این وجود به نظر می‌رسد خاک‌های منطقه مورد مطالعه نسبتا از پایداری و مقاومت بیشتری در مقابل فرسایش آبی برخوردار می‌باشند (جدول ۱). همچنین مشابه با اکثر خاک‌های کشور، خاک‌های منطقه مورد مطالعه نیز از فقر ماده آلی رنج می‌برند.

جدول ۱- پارامترهای توصیفی ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شده

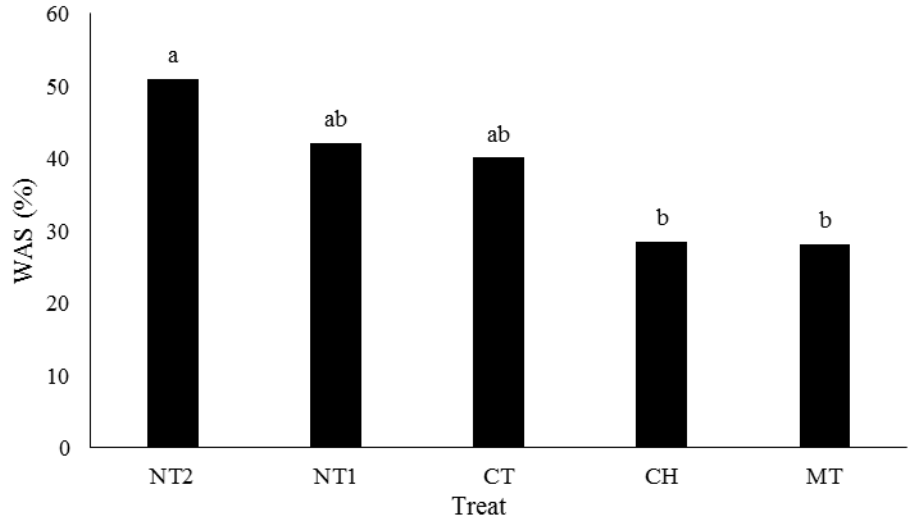
متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف استاندارد
MWD به روش الک خشک (میلیمتر)	۲/۲۴۵۳	۱/۰۲	۴/۵۴	۰/۹۴۴۷۳
MWD به روش الک تر (میلیمتر)	۰/۳۴۶۷	۰/۱۸	۰/۵۲	۰/۸۹۷۹
WAS (درصد)	۳۷/۹۵۲۱	۲۰/۱۳	۷۵/۱۶	۱۶/۲۴۳۲۹
OC (درصد)	۰/۸۹۲۱	۰/۶۲	۱/۰۵	۰/۱۱۹۲۹

نتایج تجزیه واریانس پارامترهای مختلف خاک در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج بیانگر این است که تیمارهای خاک-ورزی پس از گذشت پنج سال زراعی تأثیر معنی‌داری بر مقدار کربن آلی و MWD_{wet} خاک نداشت (جدول ۲). با این وجود نتایج نشان دهنده اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال ۱۰ درصد) بین پارامترهای WAS و MWD_{dry} در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بود. عموما وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در سطوح احتمال ۱ یا ۵ درصد بررسی می-شود. ولی با توجه به اینکه انجام مقایسات میانگین در سطح احتمال ۱ یا ۵ درصد نشان دهنده اختلاف معنی دار نبود و همچنین به خاطر اینکه اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریتی معمولا در طولانی مدت نمایان می‌شود لذا به نظر رسید بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱۰ درصد می‌تواند در ارزیابی اثرات کوتاه مدت خاک‌ورزی بر روی کیفیت خاک مناسب باشد. از این رو، نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱) در سطح احتمال ۱۰ درصد بیانگر این است که مقدار WAS در تیمار NT_2 (حدود ۵۱ درصد) به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. افزایش WAS در تیمار NT_2 می‌تواند از باقی ماندن کلیه بقایا و افزایش بخش‌های مختلف ماده آلی خاک و فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها ناشی شود. در واقع ماده آلی باعث بالا رفتن مقاومت خاکدانه‌ها در برابر تنش‌های محیطی شده و میزان رس به عنوان عامل مهمی در پیوند دادن ذرات اولیه خاک به همدیگر باعث افزایش پایداری ساختمان خاک می‌شوند. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۲) بیانگر این است که مقدار MWD_{dry} در تیمار NT_1 به طور معنی‌داری بیشتر از بقیه تیمارهای مورد آزمایش می‌باشد. افزایش MWD_{dry} در تیمارNT_1 در دراز مدت ناشی از ماده آلی و هوموس می‌باشد به طوری‌که در الک خشک در شرایطی که خاکدانه‌ها در مجاورت آب قرار ندارند، تأثیر ماده آلی بر پایداری پیوندهای بین ذرات خاک بیشتر است. به عبارتی دیگر می‌توان بیان داشت سیستم‌های خاک‌ورزی به دلیل به هم ریختن خاک و تأثیر بر مقدار ماده آلی و توزیع آن در نیمرخ خاک می‌تواند بر پایداری خاکدانه‌ها مؤثر باشد. طبق شکل ۲ کمترین مقدار WAS در تیمارهای CH و MT می‌تواند ناشی از خرد شدن زیاد ذرات توسط دیسک در شخم چیزل و بهم خوردن و ریز شدن ذرات توسط غلتک در شخم مرکب باشد. همچنین نتایج مقایسه میانگین (شکل ۲) نشان می‌دهد که کمترین مقدار MWD_{dry} مربوط به تیمار CT می‌باشد که این مقدار می‌تواند ناشی از بهم‌خوردگی زیاد، خرد شدن بیشتر ذرات، وزن زیاد گاوآهن سنتی و کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک‌زی در اثر شخم سنتی باشد.

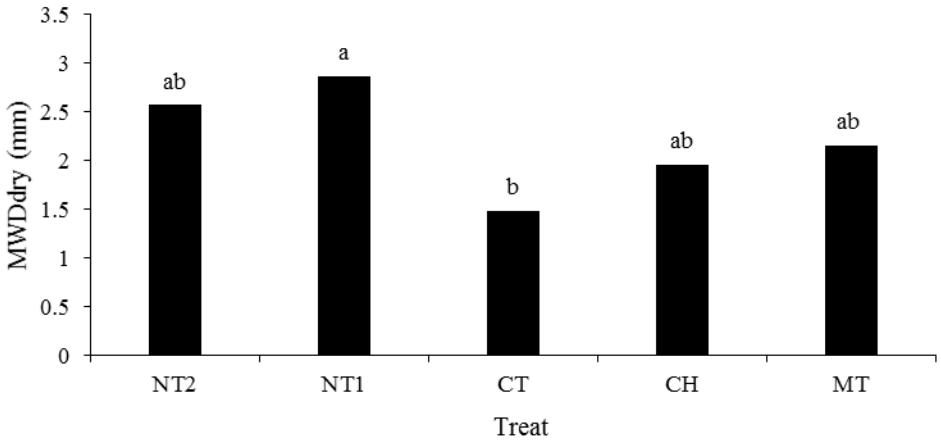
جدول ۲- تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده برای تیمارهای آزمایشی

منبع تغییر		میانگین مربعات			
	درجه آزادی	MWD الک تر	MWD الک خشک	WAS	OC
بلوک	۳	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۸۳۹^{ns}	۱۰۰/۲۴۲^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}
تیمار	۴	۰/۰۰۸^{na}	۱/۱۷۵*	۳۷۷/۴۷۲*	۰/۰۰۸^{ns}
خطای آزمایش	۱۲	۰/۰۰۹	۰/۸۵۸	۲۶۶/۸۶۹	۰/۰۱۶
ضریب تغییرات		۰/۰۸۹۷۹	۰/۹۴۴۷۳	۱۶/۲۴۳۲۹	۰/۱۱۹۲۹

ns : غیرمعنی دار و * معنی‌داری در سطح احتمال ۱۰ درصد



شکل ۱: مقایسه میانگین WAS در بین تیمارهای مختلف



شکل ۲: مقایسه میانگین MWD_{dry} در بین تیمارهای مختلف

منابع

Barthes BG, Kouoa Kouoa E, Larre-Larrouy MC, Razafimbelo TM, de Luca EF, Azontonde A, Neves CS, de Freitas PL and Feller CL, 2008. Texture and sesquioxide effects on water stable aggregates and organic matter in some tropical soils. Geoderma 143: 14-25.

Bossuyt H, Denef K, Six J, Frey SD, Merckx R and Paustian K, 2001. Influence of microbial populations and residue quality on aggregate stability. Appl. Soil Eco 16: 195-208.

Denef K, Six J, Paustian K and Merckx R, 2001. Importance of macroaggregate dynamics in controlling soil carbon stabilization: shotr-term effects of phyisical disturbance induced by dry-wet cycles. Soil Bio Bioch 33: 2145-2153.

Dominguez J, Negrin MA and Rodriguez CM, 2001. Aggregate water stability, particle size and soil solution properties in conducive and suppressive soils to Fusarium wilt of banana from Canary island (Spain). Soil Bio Bioch 33:449-455.

Gee, G.W. and Or, D. 2002. Particle-size analysis. In: J.H. Dane and G. C. Topp (eds.). Methods of Soil Analysis: Physical Methods, Part 4. Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI, USA, pp. 255-295.

Hernanz, J.L., Lopez, R., Navarrete, L. and Giron, V.S. 2002. Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central Spain. Soil Till. Res., 66: 129–141.

John, R.N. and Kim, S.P. 2002. Aggregate stability and size distribution. In: H.D. Jacob and G. Clarke Topp, Co-editor (Ed.). pp. 201-414. Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods. Soil Sci. Soc. A., Madison, WI. , USA.

Kempe, W. D. and Rosenau, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A.(Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph. No. 9, 2nd edition, ASA/SSSA, Madison, WI. pp. 425-442.

Lal, R., Mahboubi, A.A. and Fausey, N.R. 1994. Long-Term Tillage and Rotation Effects on properties of Central Ohio soil. Soil Sci. Soc. Am. J., 58: 517-523.

Lebron I, Suarez D and Yoshida T, 2002. Gypsum effect on the aggregate size and geometry of three sodic soils under reclamation. Soil Sci Soc Am J 66: 92-98.

Marquez CO, Garcia VJ, Cambardella CA, Schultz RC and Isenhart TM, 2004. Aggregate size stability distribution and soil stability. Soil Sci Soc Am J 68: 725-735.

Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: D.L. Sparks (Ed.). Methods of Soil Analyses. Part 3. Chemical Methods. SSSA. Madison, WI. pp. 961-1010.

Opara CC, 2009. Soil microaggregates stability under different land use types in southeastern Nigeria. Catena 79: 103-112.

Peixoto RS, Coutinho HLC, Madari B, Machado PL, Rumjanek NG, Van Elsas JD, Seldin L and Rosado AS, 2006. Soil aggregation and bacterial community structure as affected by tillage and cover cropping in the Brazilian Cerrados.Soil Till Res 90: 16-28.

Rasiah V and Kay BD, 1994. Characterizing changes in aggregate stability subsequent to introduction of forages. Soil Sci Soc Am J 58: 935-942.

Six J, Elliotte E, and Paustian K, 2000. Soil structure and soil organic matter: II. A normalized stability index and the effect of mineralogy. Soil Sci Soc Am J 64: 1042-1049

Yoder, R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis and a study of a physical nature of erosion losses. J. Am. Agron., 28: 337-351.

Evaluating the effects of conservation and conventional tillage on soil organic carbon and aggregate stability

M. Kousehlou[1], S. Hashemi[1], A. Yadolahi[1], M. Rahmati[1], I. Eskandari[2]
1) Dept. Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
2) Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization Maragheh, Iran

Abstract

The current research was aimed to evaluate the effects of different tillage systems on aggregate stability applying an experiment in the randomized complete block design (RCBD) with 5 treatments including no-till in standing residue (NT_1), no-till in whole residue (NT_2), chisel plow plus disc harrow (CH), minimum tillage (MT), and conventional tillage (CT) with 4 replications under wheat- vetch rotation for 5 years in dryland agricultural research institute (DARI) in Maragheh, Iran. Soil sampling was carried out in the last year in order to analyze several soil characteristics including wet-aggregate stability (WAS), mean weight diameters of aggregates with wet-sieving (MWD_{wet}) and dry-sieving (MWD_{dry}) procedures, organic carbon (OC), and soil texture. The results revealed that although tillage systems has no significant effects on evaluated parameters at probability level of 5 percent, WAS and MWD_{dry} showed significant differences among tillage systems. Where, NT_2 with WAS around 50 % and NT_1 with MWD_{dry} around 3 mm were significantly higher than other treatments.

Keywords: Tillage operations, Aggregate stability, Dry and wet sieving