Research Paper

Print ISSN: 2251-7480
Online ISSN: 2251-7400

Journal of
Water and Soil Resources Conservation (WSRCJ)

Web site:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

Email:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

Vol. 14
No. 1 (53)

Received:
2023-11-04

Accepted:
2024-05-07

Pages: 101-113

Influence of the Type and Amount of Organic Material on the Soil Aggregation Process in Different Soil Textures in Wheat and Corn Rotation

Masoud Mirzabaki[1], Niazali Ebrahimipak[2]*, Ebrahim Pazira[3] and Saeed Samavat[4]

1) PhD Graduate of Islamic Azad University, Science and Research Department of Tehran.
2) Associate professor of Department of irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3) Professor of the Soil Science Department of Azada Islamic University, Tehran Science and Research Unit.
4) Associate Professor of Fertility Research Department, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

*Corresponding author emails: nebrahimipak@yahoo.com

Abstract:

Introduction: Many researchers have investigated the role of organic matter in the soil aggregation process, but each of them has used these characteristics for a limited area. In this research, the aim was to evaluate the effects in several climates and with two different types of organic fertilizers in different soil textures and in crop rotation for two years.

Methods: In order to investigate the effect of organic matter on the soil granulation process in this research in three types of soil texture and in 6 weight ranges of soil grain diameter including 75-105, 105-250, 250-500, 500-1000, 1000-2000 and 2000-4750 Micron, which has a relatively high comprehensiveness, including the smallest to the largest diameter of soil grains, was carried out under the influence of alternating years of cultivation (wheat and corn) on the weighted average of the diameter of soil grains in 11 regions of the country. Also, changes in the average weight of the diameter of the soil grains in the control state (before cultivation) and the first and second year of cultivation in wheat and corn plants were investigated. In this experiment, the effect of organic matter on the soil granulation process was investigated in 5 treatments: 10, 20 tons per hectare of animal manure, 10, 20 tons per hectare of compost and control in a factorial experiment in a completely randomized design.

Results: The results indicate the predominant accumulation of clay in the range of 250-500 (40% by weight) and 500-1000 (30%) for clay loam texture, 105-250 (25% by weight) and 250-500 (30% by weight) for loam texture. and 105-250 (40% by weight) for the texture of sandy loam before the start of cultivation, this range is due to the completely effective and positive role of clay in increasing soil granulation, improving soil structure and consequently the stability of soil pores. The increase of organic fertilizers increased the weight average diameter of soil grains and caused the formation of soil grains with sizes of 250-500 and 500-1000 microns. The results of the effect of alternative crops of wheat and corn on the weight average values of the diameter of soil grains compared to before cultivation, especially in the first year of cultivation, showed that with the increase of organic fertilizers, the formation of soil grains with a diameter of 500-1000 microns increased and the percentage of abundance of soil grains with Diameter 105-250 and 250-1000 decreased. Also, the results showed that the improvement of soil granulation with the increase of organic fertilizers was the highest in soil with sandy loam texture and the lowest in soil with clay loam texture. Also, in different treatments of animal manure and compost in none of the diameters of soil grains and in any of No significant difference was observed between tissue classes. And the results indicate that the application of different treatments of organic fertilizers has the greatest effect on sandy loam soil compared to loam and clay loam soil.

Conclusion: Generally and according to the statistical results, the addition of organic matter improves the soil granulation process, and also the soil with sandy loam texture is the most effective for the increase of organic fertilizers.

Keywords: soil structure, soil Texture, animal manure, compost, soil aggregate

مقاله پژوهشی

شاپا چاپی: ۷۴۸۰-۲۲۵۱
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۰-۲۲۵۰

نشریه حفاظت منابع آب و خاک

آدرس تارنما:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

پست الکترونیک:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

سال چهاردهم
شماره ۱ (۵۳)

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۸/۱۳

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۲/۱۸

صفحات: ۱۱۳-۱۰۱

تاثیر نوع و میزان ماده آلی برفرایند خاکدانه سازی دربافت‌های مختلف خاک در تناوب کشت گندم و ذرت[۱]

مسعود میرزا بیگی [۱]، نیازعلی ابراهیمی پاک[۲]، ابراهیم پذیرا [۳] و سعید سماوات[۴]

۱) دانش آموخته دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات. تهران، ایران.
۲) دانشیار بخش تحقیقات آبیاری، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳) استاد گروه خاکشناسی دانشگاه آزادا اسلامی، واحد علوم و تحقیقات. تهران، ایران.
۴) دانشیار بخش تحقیقات حاصل خیزی، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
* ایمیل نویسنده مسئول: nebrahimipak@yahoo.com

چکیده:

زمینه و هدف: بسیاری از پژوهشگران نقش مواد آلی در فرایند خاکدانه سازی را مورد بررسی قرار داده اند، لیکن هرکدام از آنها این ویژگی‌ها را برای منطقه محدودی به کاربرده اند. در این پژوهش هدف این بود که اثرات را در چند اقلیم و با دو نوع متفاوت کود آلی در بافت‌های مختلف خاک و در تناوب زراعی به مدت دو سال مورد ارزیابی قرار دهیم.

روش پژوهش: به منظور بررسی میزان تاثیر ماده آلی بر فرآیند خاکدانه سازی این پژوهش در سه نوع بافت خاک و در ۶ محدوده وزنی قطر خاکدانه‌ها شامل ۱۰۵-۷۵، ۲۵۰-۱۰۵، ۵۰۰-۲۵۰، ۱۰۰۰-۵۰۰، ۲۰۰۰-۱۰۰۰ و ۴۷۵۰-۲۰۰۰ میکرون که از جامعیت نسبتا بالایی شامل ریزترین تا درشت ترین قطر خاکدانه‌ها بود تحت تاثیر سال‌های تناوب کشت (گندم و ذرت) بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در ۱۱ منطقه کشورانجام شد. همچنین تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در حالت شاهد (قبل از کشت) و سال اول و دوم کشت در گیاهان گندم و ذرت به طور متوسط مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش تاثیر ماده آلی بر فرایند خاکدانه سازی در ۵ تیمار : ۱۰ ، ۲۰ تن در هکتار کود حیوانی، ۱۰ ، ۲۰ تن در هکتار کمپوست و شاهد در آزمایش فاکتوریل در غالب طرح کاملا تصادفی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: نتایج حاکی از تجمع غالب خاکدانها در محدوده ۵۰۰-۲۵۰(۴۰٪ وزنی) و ۱۰۰۰-۵۰۰ (۳۰٪) برای بافت لوم رسی، ۲۵۰-۱۰۵ (۲۵٪وزنی) و ۵۰۰-۲۵۰ (۳۰٪وزنی) برای بافت لوم و ۲۵۰-۱۰۵ (۴۰٪وزنی) برای بافت لوم شنی در پیش از آغاز کشت دارد که این محدوده با توجه به نقش کاملا موثر و مثبت رس در افزایش خاکدانه سازی، بهبود ساختمان خاک و به تبع آن پایداری منافذ خاک شده است. افزایش کودهای آلی موجب افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها شده و باعث تشکیل خاکدانه هایی با اندازه ۵۰۰-۲۵۰ و ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون شد. نتایج تاثیر کشت‌های متناوب گندم و ذرت بر مقادیر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در مقایسه با قبل کشت بخصوص در سال اول کشت نشان داد که با افزایش کودهای آلی، تشکیل خاکدانه هایی با قطر ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون بیشتر شد و درصد فراوانی خاکدانه‌های با قطر ۲۵۰-۱۰۵ و ۱۰۰۰-۲۵۰، کمترشد. هم چنین نتایج نشان داد که بهبود خاکدانه سازی با افزایش کودهای آلی در خاک با بافت لوم شنی بیشترین و در خاک با بافت لوم رسی کمترین شد. همچنین در تیمارهای مختلف کود حیوانی و کمپوست در هیچ یک از قطر خاکدانه‌ها و در هیچ یک از کلاسهای بافتی اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. و نتایج حاکی از این است که اعمال تیمارهای مختلف کودهای آلی بیشترین تاثیر را در خاک لوم شنی نسبت به خاک لوم و لوم رسی دارد.

نتیجه گیری: به طور کلی و با توجه به نتایج آماری افزودن مواد آلی سبب بهبود فرایند خاکدانه سازی می گردد و همچنین خاک با بافت لوم شنی بیشترین تاثیرپذیری را نسبت به افزایش کودهای آلی دارد.

کلمات کلیدی: ساختمان خاک، بافت خاک، کود دامی، کمپوست و خاکدانه

[۱] برگرفته از رساله دکتری

مقدمه

ساختمان‌خاک تأثیر مهمی در حرکت هوا و آب در خاک، فعالیت زیست‌شیمیایی و رشد ریشه گیاه دارد. خاک یکی از پیچیده ترین مواد شناخته شده است و عامل اصلی این پیچیدگی ساختارخاک است که تعداد زیادی از منافذ را با اندازه‌های مختلف جهت واکنش با عناصر مختلف ایجاد می کند. این امر درک و مدل‌سازی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی یا اکولوژیکی در سیستم‌های خاک را به یک تلاش چالش برانگیز تبدیل می‌کند، زیرا همه آنها به شدت به ساختارهای خاک بستگی دارند.

خاکدانه‌ها ذرات ثانوی هستند که در اثر هماوری ذرات اولیه رس، سیلت و شن به همراه موادآلی و عوامل‌سیمانی و اتصال‌دهنده تشکیل می‌شوند (Bronick and Lal, 2005). ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی بر توزیع اندازه ذرات و پایداری خاکدانه‌ها موثرند. پایداری خاکدانه‌ها متأثر از ویژگیهایی مانند میزان رس، اکسیدهای‌آهن، کربنات‌کلسیم و موادآلی میباشد (Barthes,et al 2008).در این بین، یکی از مهمترین عوامل خاکدانه‌سازی و پایداری خاکدانه، ماده‌آلی است (Angers, 1998).به دلیل مقدار کم ماده آلی در خاکهای مناطق خشک و نیمه‌خشک، معمولاً این خاکها از پایداری به نسبت ضعیفی برخوردارند (Khazaiet al, 2008). در پژوهشی نشان دادند که از بین ویژگیهای مؤثر بر توزیع اندازه ذرات، بیشترین نقش مربوط به ماده‌آلی است(Dominguez et al,2001). نتایج بررسی‌ها نشان داد که از بین سه ویژگی ماده‌آلی، رس و کربنات کلسیم، تأثیر ماده‌آلی به مراتب بیشتر از دو ویژگی دیگر است(Angers,1998). وهمچنین درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، به میزان کربن‌آلی و نیتروژن‌خاک بستگی دارد (Green et al,2007). موادآلی حاصل از منابع گیاهی و میکروبی با ایجاد پل در فضای بین ذرات، نقش کلیدی در پایداری خاکدانه‌های کوچک ایفاء میکنند(Hajabbasi et al,2007). نقش ماده‌آلی در ایجاد خاکدانه‌های پایدار نسبت به سایر ویژگیهای خاک بارزتر است(khazai et al,2008). یکی از عوامل دیگری که بر پایداری خاکدانه موثر است، کاربری و مدیریت اراضی بوده که در این زمینه سیستم کشت نقش مهمی را در پایداری خاکدانه و توزیع اندازه ذرات ایفا میکند (Lebron et al 2002؛ Yousofi et al 2007). توزیع اندازه خاکدانه‌ها و پایداری آنها میتواند به طور قابل توجهی با روش خاکورزی تغییر کند (Beare et al, 1994). به همین دلیل عنوان داشتند که توزیع اندازه ذرات تحت تأثیر عملیات خاکورزی مختلف، متفاوت است(Peixoto et al, 2006).

به کارگیری مدیریت‌های مناسب بقایای گیاهی در کشور ایران، اثراتی مثبت بر میزان ماده‌آلی و به تبع آن بر نگهداری آب در خاک دارد و ماده‌آلی بهترین ماده اصلاحی برای افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک می باشد (Yazdanpanah et al, 2013). با افزایش ماده‌آلی و بهبود وضعیت نفوذپذیری خاک و ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های شنی می تواند سبب صرفه جویی در مصرف آب و بهبود راندمان آبیاری گردد. به منظور بهبود وضعیت خاک از کاربرد کودسبز، استفاده از مالچ‌گیاهی و مصنوعی، کاه و کلش، پوشش گیاهی و استفاده از مواد اصلاح کننده ای مانند: تورب، ورمیکولایت، بنتونیت و پرلیت امکان پذیر و استفاده می شود (Shorafa et al,1987). تناوب زراعی در بهبود خصوصیات فیزیکی و آب قابل استفاده گیاه نقش موثری دارد و در پژوهشی نشان داد که تیمار گندم-آیش نسبت به کشت ممتد گندم اثر بهتری در افزایش رطوبت قابل استفاده گیاه داشته است(Rahmati et al, 2008). در بررسی ۴ خاک با بافت مختلف در گلخانه پژوهش دانشگاه صنعتی اصفهان گزارش کردند که کوددامی در خاک‌های با بافت لوم‌شنی، لوم‌رسی و لومی سبب افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و افزایش پایداری آن‌ها شد(Rahiminaini et al, 2004). در بررسی تاثیر کاربرد موادآلی بر توزیع اندازه ذرات ثانویه خاک نتیجه گرفتند که در بین تیمار کاه و کلش و کوددامی، تیمار کاه و کلش در سطح ۵ درصد، بیشترین تاثیر بر فراوانی ذرات در اجزای اندازه بزرگتر از ۱ میلی متر و ۰/۲۵ تا ۱ میلی متر را داشت(Mahmoodabadi,2011) . در ارزیابی پایداری خاکدانه ها در چندین استان ایران گزارش کردند که میانگین پایداری خاکدانه‌ها در مازندران، گلستان، کرمانشاه و آذربایجان غربی به ترتیب از بیشترین به کمترین بوده است و در تحلیل رگرسیونی برای مجموع مناطق و برای هر منطقه بصورت جداگانه نیز نشان داد که در مجموعه مناطق، تغییرات پایداری خاکدانه‌ها متاثر از مقدار ماده آلی است(Tajic, 2004). در بررسی اثرهای مالچ بر خصوصیات فیزیکی خاک شامل جرم ویژه ظاهری خاک، جرم ویژه حقیقی خاک، تخلخل خاک، درصد رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی، به این نتیجه رسیدند که استفاده از مالچها سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و افزایش تخلخل کل خاک می شود و با گذر زمان جز در تیمار سوپرجاذب، میزان جرم مخصوص ظاهری خاک روند افزایشی و تخلخل کل خاک روند کاهشی داشت. اثر زمان، مالچ و خاکورزی بر میزان جرم مخصوص حقیقی خاک معنی دار نشد Ahmadi) (Moghadam et al, 2016. تأثیر پیوندهای آلی- معدنی به عنوان عوامل پیوند دهنده در خاکدانه‌های کوچک تر از ۲۵۰میکرون، توسط بسیاری از پژوهشگران مورد تأکید قرار گرفته است (Rodriguez et al 2006 & Hamblin 1977).

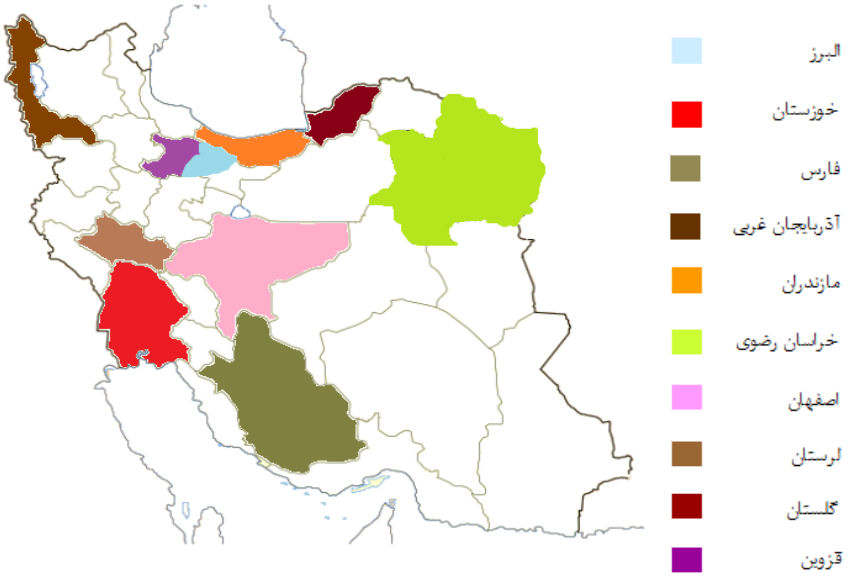
مواد آلی با تجزیه تدریجی در خاک، موجب تولید انواع متابولیت‌ها و اسیدهای آلی در خاک شده که از یک سو باعث چسبندگی بیشتر ذرات خاک و از سوی دیگر با افزایش فشار جزیی گاز دی اکسیدکربن، باعث افزایش حلالیت بیشتر ترکیبات معدنی کلسیم دار در خاک می شوند و نتیجه آن افزایش هماوری ذرات رس، پایداری خاکدانه‌ها و افزایش خاکدانه‌های بزرگ تر می شود (Barral et al, 2007). کود به طور گسترده برای بهبود ساختار خاک و حاصلخیزی خاک به دلیل موادآلی اضافی و ورودی موادمغذی شناخته شده است. با این حال، شوری کود حیوانی ممکن است اثر مخربی بر تجمع‌خاک داشته باشد. با مطالعه اثرات استفاده طولانی مدت کود حیوانی بر تجمع‌خاک وعوامل اتصال دهنده (کربن آلی خاک، SOC و پروتئین خاک مربوط به گلومالین، GRSP) و عوامل پراکنده کننده مانند(Na^+) دریافتند که کاربرد طولانی مدت کودحیوانی ممکن است ساختارخاک را از طریق تجمع Na^+ تخریب کند(Zichun et al, 2019). برای جلوگیری از پشخیدگی خاکدانه‌ها، آستانه مقدار ماده‌آلی حدی معادل دو درصد است(Greenland et al 1975)، در صورتی که kandish در سال (1976) مقدار بهینه ماده آلی جهت ایجاد خاکدانه پایدار را چهار درصد وزنی معرفی کرد. با بررسی پراکنش وسیعی از خاک‌ها به لحاظ بافت‌های مختلف نتیجه گرفتندکه پایداری خاکدانه‌ها به ترتیب در خاک با بافت رسی، لوم‌رسی، لوم و لوم‌شنی، کاهش پیدا می کند (Mbagwu,1989). مواد آلی پوسیده با گروه‌های عاملی فراوان که قدرت پیچیده کردن کاتیونهای چند ظرفیتی را دارند در تشکیل پیچیده آلی-معدنی و در نتیجه در پایداری خاکدانه‌های کوچک تر از ۲۵۰ میکرون نقش عمده‌ای را ایفا می کنند (1982 Tisdal & Oades). هم چنین بر اساس نتایج به دست آمده علاوه بر موادآلی پوسیده، موادآلی زود تجریه شونده، پلی ساکاریدهای میکروبی که در اثر تجریه ماده‌آلی تولید می شوند و موسیلاژهای سطح ریشه گیاه نیز در پایداری خاکدانه‌های کوچک نقش اساسی ایفا می کنند (Tisdal & Oades 1980).در خاک هایی با پتانسیل ماتریک بالا، ماده‌آلی خاک بر وزن مخصوص ظاهری تاثیر گذاشته و سبب اثرگذاری بر ظرفیت نگهداری آب در خاک می شود. هم چنین در پتانسیل‌ماتریک کم، ظرفیت جذب که آب به صورت مستقیم از مواد آلی خاک صورت می گیرد، و تاثیرگذاری بر ظرفیت نگهداری آب در خاک می شود(Jang et al,2014).

تشکیل خاک کشور در شرایط اقلیمی گرم و نیمه‌خشک تا خشک و بدنبال آن کمی نزولات آسمانی و عدم پراکنش مناسب آن، موجب فقر مواد آلی در خاک شده است .کمبود و یا فقدان پوشش گیاهی در اکثر مناطق به همراه سایر عوامل موثر از قبیل کمی آب، عدم اعمال روشهای صحیح آبیاری و مدیریت صحیح و بالاخره عدم توجه کافی به میزان، نحوه و زمان مصرف موادآلی در خاک به این مشکل دامن زده است و باعث شده که کیفیت فیزیکی خاکها وضعیت نامساعدی داشته باشند و توان تولید خاکهای کشور در ظرفیت مناسبی قرار نگیرند مقدار مواد آلی در خاک متغیر و نسبی است و شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک که از عوامل مهم در حفظ قدرت باروری و حاصلخیزی خاک به شمار می رود متکی به ماده آلی است، که درک و شناخت هر یک از خواص مزبور بدون مطالعه و توجه به کمیت و کیفیت ماده آلی میسر نخواهد بود.

مواد و روش ها

الف) مناطق مورد مطالعه: به منظور بررسی تاثیر مواد آلی بر خصوصیات فیزیکی و دستیابی به توصیه مناسب استفاده از کودهای آلی در مزارع، آزمایشی در استان‌های مختلف کشور بر اساس تقسیم بندی Agro Ecological Zone(AEZ)۱ اجرا شد. این آزمایش در ایستگاه‌های تحقیقاتی موسسه تحقیقات آب و خاک کرج ، شاوور اهواز ، حسن آباد داراب ، میاندوآب ، بایع کلا بابل ، طرق ، کبوترآباد ، بروجرد ، عراقی محله گرگان و اسماعیل آباد قزوین با خصوصیات اقلیمی و خاک با بافت‌های متفاوت اجرا گردید (شکل ۱).

ب) طرح آزمایش: کشت گندم– ذرت، در کرت‌های آزمایشی شامل چهار تیمار مختلف کودی (۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کودحیوانی، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست) و تیمار شاهد به اجرا شد. کود کمپوست گیاهی شامل کاه و کلش محصولات زراعی، علف‌های هرز، برگ درختان، چوب‌های هرس شده و سایر ضایعات قابل بازیافت کشاورزی تهیه شد. در تیمار کود دامی نیز از مخلوط کود گاوی و گوسفندی به میزان ۱ به ۵ استفاده گردید. براساس آزمون خاک برای دستیابی به عملکرد ۵ تن در هکتار گندم همزمان با کشت، کودهای فسفر، پتاسیم و روی به ترتیب در مقادیر ۱۰۰، ۵۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار از منابع سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و سولفات روی مشخص و به طور یکسان برای تمام کرتها از طریق نواری در فاصله ۵×۵ سانتی متر کنار و زیر خطوط کشت جایگزین گردیدند. برداشت گندم و ذرت نیز به ترتیب در ابتدای تیر و اوایل آبان صورت گرفت. قبل از اجرای آزمایش از قطعه مورد نظر، نمونه مرکب خاک از عمق ۳۰- ۰ سانتی متری تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل فراوانی نسبی ذرات خاک به روش هیدرومتری بایکاس (Bouyoucos،1962)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) با روش الک (Kemper and Rosenau, 1986)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور (Bower et al. 1952)، اسیدیته گل اشباع (pH) با دستگاه PH سنج، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC) با دستگاه ECمتر، نفوذپذیری با روش دابل رینگ (Bertrand، 1965)



شکل ۱. نقشه مناطق مورد مطالعه

درصد کربن آلی با روش والکلی بلک (Black, 1982) درصد کربنات کلسیم معادل (TNV) روش کلسیمتری (Nelson and Sommers, 1982) وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه و تخلخل نیز با استفاده از رابطه وزن مخصوص ظاهری و حقیقی به دست آمد. (Sparks e al. 1996) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کود دامی پوسیده و کمپوست مورد آزمایش نیز توسط آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. پس از کشت گندم و ذرت در سال اول و دوم، نمونه‌های دست نخورده از روی پشته‌های کشت برای اندازه گیری‌های ظرفیت نگهداری آب در خاک در مکش‌های صفر (اشباع)، ۰/۰۵، ۰/۳۳ (ظرفیت‌زراعی) و ۱۵ اتمسفر (نقطه پژمردگی دائم) برداشت شدند و با دستگاه تحت فشار (پرشر پلیت) مورد اندازه گیری قرار گرفتند. برای تعیین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها نیز از روش الک استفاده گردید. در نهایت نتایج حاصل از اندازه گیری‌های مختلف در آزمایش فاکتوریل و در غالب طرح کاملا تصادفی توسط نرم افزارهای SPSS و EXCELL مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح ۱ درصد نشان داده شد.

نتایج و بحث

میانگین متغیرهای فیزیکی و شیمیایی پایه ای خاک

میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت گیاه گندم در سال شامل متغیرهای فیزیکی میانگین وزنی قطر خاکدانه ها، فراوانی نسبی ذرات تشکیل دهنده خاک (رس، سیلت و شن)، میزان نفوذپذیری، درصد تخلخل و میزان وزن مخصوص ظاهری خاک و عوامل شیمیایی خاک شامل ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، درصد ماده آلی، آهک و مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک در ۳ نوع خاک با بافت لوم رسی، لوم و لوم شنی اندازه گیری شدند (جدول ۱). بررسی اجمالی میانگین مقادیر به دست آمده حاکی از اختلاف معنی دار در غالب عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک در بافت‌های مختلف دارد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، درصد رس و سیلت، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی، درصد تخلخل و متوسط وزن مخصوص ظاهری خاک‌ها در غالب موارد از خاک با بافت لوم رسی به سمت خاک با بافت لوم و سپس لوم‌شنی کاهش معنی داری داشته است در حالی که میانگین درصد شن، نفوذپذیری و هدایت الکتریکی کاهش معنی داری را در خاک لوم‌رسی نسبت به خاک لوم‌شنی نشان داده اند. در این میان عوامل نظیر درصد آهک و اسیدیته خاک از روند ثابت و یا اختلاف معنی داری در خاک با بافت‌های مختلف خاک تبعیت نمی کنند. با توجه به طبقه بندی مقادیر مختلف ذرات تشکیل دهنده خاک در مثلث بافت خاک بسیار مشخص است که مقادیر رس در خاک لوم رسی و مقادیر شن در خاک لوم شنی میزان قابل توجهی را نشان می دهند. میزان رس و نوع رس از عوامل موثر بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و به طبع آن پایداری خاکدانه‌ها است و با افزایش مقادیر رس میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها افزایش می یابد، نقش رس در افزایش موادآلی خاک به این صورت توجیه می گردد که کانیهای رسی به دلیل برخورداری از سطح ویژه و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، نقش مهمی در ایجاد اشکال پایدار با ماده آلی و تشکیل خاکدانه ایفا می کنند (Denef and Six, 2005). این عمل از طریق ایجاد پیوند با مولکول‌های آلی و غیر قابل دسترس شدن این مواد برای میکروارگانیسم‌ها صورت می گیرد (Pronk et al. 2012). در انتها وزن مخصوص ظاهری خاک‌های ریزبافت نسبت به

خاک‌های درشت‌بافت بیشتر می باشد که ناشی از وجود خاکدانه ها و منافذ بیشتر در خاک است .مثلاً در خاک‌های لومی‌سیلتی یا لومی‌رسی که اغلب همراه با موادآلی بیشتر هستند به علت وجود خاکدانه‌های بیشتر و خلل و فرج زیادتر دارای وزن مخصوص ظاهری کمتر بوده و بین ۱ تا ۱/۶گرم بر سانتی متر مکعب است در صورتی که در خاک‌های شنی به علت نزدیک بودن ذراتشان به هم و کاهش منافذ بین آنها دارای وزن مخصوص ظاهری زیادتری هستند که معمولاً در خاک‌های شنی و یا شنی لومی بین ۱/۸ تا ۲ نوسان دارد.

جدول ۱. میانگین عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک در بافتهای مختلف قبل از اجرای آزمایش

ویژگی‌های خاک	واحد اندازه گیری	لوم رسی	لوم	لوم شنی
میانگین وزنی قطر خاکدانه ها	میلی متر	۰،۵۲	۰،۳۵	۰،۱۷
رس	درصد	۲۸،۸۵	۲۳،۵۰	۱۳،۷۵
سیلت	درصد	۳۲	۲۹،۵	۲۵،۱۵
شن	درصد	۳۹،۱۵	۴۷	۶۱،۱۰
CEC	meq/100gr	۱۵،۵	۱۲،۸۰	۹،۳۵
نفوذپذیری	Cm/hr	۱،۱۴	۱،۳۷	۱،۹۳
ماده آلی	درصد	۱،۸۱	۱،۳۹	۱،۱۵
آهک	درصد	۱۱،۸۱	۱۳،۷۳	۱۳،۴۱
EC	ds/m	۴،۸۱	۵،۱۹	۷،۳۷
pH	-----	۷،۳۴	۷،۴۵	۷،۴۸
تخلخل	درصد	۴۸	۴۴	۴۱
وزن مخصوص ظاهری	gr/cm^3	۱،۴۳	۱،۴۰	۱،۳۲

تاثیر اعمال تیمارهای ماده‌آلی و سال‌های تناوب کشت بر فرآیند خاکدانه‌سازی در خاک با بافت‌های مختلف خاک

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در ۳ نوع خاک با بافت‌خاک و در ۶ محدوده وزنی قطر خاکدانه‌ها شامل ۱۰۵-۷۵، ۲۵۰-۱۰۵، ۵۰۰-۲۵۰، ۱۰۰۰-۵۰۰، ۲۰۰۰-۱۰۰۰ و ۴۷۵۰-۲۰۰۰ میکرون که از جامعیت نسبتا بالایی شامل ریزترین تا درشت ترین قطر خاکدانه‌ها بود مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در حالت شاهد (قبل از کشت) و سال اول و دوم کشت در گیاهان گندم و ذرت به طور متوسط مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در ۶ طبقه در خاک با بافت‌های مختلف خاک قبل و بعد از کشت در سطح ۱٪ آورده شده است (جدول ۲). تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در تیمارهای مختلف مواد آلی شامل بدون کود آلی، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کودحیوانی و ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست در جدول ۲ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که تجمع غالب خاکدانه‌ها در محدوده ۵۰۰-۲۵۰(۴۰٪ وزنی) و ۱۰۰۰-۵۰۰ (۳۰٪) برای خاک با بافت لوم‌رسی، ۲۵۰-۱۰۵ (۲۵٪وزنی) و ۵۰۰-۲۵۰ (۳۰٪وزنی) برای خاک با بافت لوم و ۲۵۰-۱۰۵ (۴۰٪وزنی) برای خاک با بافت‌لوم شنی در پیش از آغاز کشت دارد که این محدوده با توجه به نقش کاملا موثر و مثبت رس در افزایش خاکدانه سازی، بهبود ساختمان خاک و به تبع آن پایداری منافذ خاک شده است . در مقابل، کمترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها برای خاک با بافت لوم‌رسی و لوم در محدوده ۱۰۵-۷۵ و ۴۷۵۰-۲۰۰۰ میکرون با ۵٪ وزنی قرار داشت. این تجمع در خاک لوم‌شنی در محدوده بالاتر از ۵۰۰ میکرون با درصد فراوانی ۱۰-۵ درصد مشاهده گردید.

تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها پس از اعمال تیمارهای کود آلی نشان داد که در خاک با بافت لوم‌رسی به غیر از محدوده ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون که با افزایش معنی دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها شد، در بقیه تیمارها اختلاف معنی داری در درصد فراوانی ذرات خاک در تیمارهای مختلف نسبت به یکدیگر و نسبت به حالت شاهد در سطح ۱٪ وجود نداشت و در خاک با بافت لوم در محدوده ۵۰۰-۲۵۰ میکرون با کاهش معنی دار فراوانی قطر خاکدانه‌ها از ۳۱ درصد در حالت شاهد به حدود ۲۵ درصد در تیمارهای ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود حیوانی و کمپوست شد. ولی این اختلاف مابین تیمار کودهای آلی با مقادیر متفاوت مشاهده نگردید. در مقابل در کلاس۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون خاک لوم، درصد فراوانی از ۲۲ درصد حالت شاهد به نزدیک ۲۶-۲۵ درصد مقادیر متفاوت کودحیوانی و کمپوست افزایش یافته بود. به غیر از دو محدوده مورد بحث در باقی محدوده میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بین حالت شاهد با مقادیر متفاوت کود حیوانی و کمپوست و مابین مقادیر متفاوت کودهای آلی اختلاف معنی داری وجود نداشت. در خاک لوم‌شنی بیشترین اختلافات در قطر خاکدانه‌ها پس از اعمال تیمارهای متفاوت کود آلی شد. به غیر از محدوده ۱۰۵-۷۵ و ۴۷۵۰-۲۰۰۰ میکرون که در هیچ یک از تیمارها شاهد اختلاف معنی داری وجود نداشت، در محدوده‌های ۲۵۰-۱۰۵ و ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرون با کاهش درصد فراوانی تیمارهای کودآلی نسبت به حالت وجود داشت و در حالی که درصد فراوانی خاکدانه‌های با محدوده ۵۰۰-۲۵۰ و ۱۰۰۰-۵۰۰ پس از اعمال مقادیر متفاوت کود حیوانی و کمپوست نسبت به حالت شاهد (بدون کود آلی) افزایش معنی داری را نشان داد.

تاثیر سال‌های تناوب کشت بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها پس از کشت گیاهان در سال اول و دوم پس از کشت نشان داد که برخلاف محدوده‌های ۱۰۵-۷۵، ۲۰۰۰-۱۰۰۰ و ۴۷۵۰-۲۰۰۰ که اختلاف معنی داری وجود ندارد و محدوده ۲۵۰-۱۰۵ و ۵۰۰-۲۵۰ کاهش معنی داری را در سال اول پس از کشت نسبت به

قبل از کشت نشان داد در حالی که این مقادیر در سال دوم کشت با وجود کاهش اندکی که در اکثر محدوده‌ها مشاهده گردید، معنی دار نشد. برخلاف محدوده‌های فوق، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در محدوده ۱۰۰۰-۵۰۰ در سال اول کشت افزایش معنی داری را نسبت به قبل از کشت وجود داشت و سپس این افزایش در سال دوم کشت تغییر چندانی را نشان نداد. روند مربوط به تیمار بدون کود آلی در غالب موارد برای سایر تیمارها نیز به وقوع پیوست و در سال دوم کشت تغییر معنی داری در میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در غالب تیمارها در هیچ یک از کلاس خاک با بافت وجود ندارد. نقش مثبت کشت یونجه بر افزایش مقادیر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها دست پیدا کرد(Safadoust et al, 2013).در واقع بهم نخوردن خاک در طی 11 سال در این کشت، سبب افزایش مواد آلی گردید و در نتیجه افزایش مقادیر شاخص‌های اندازه گیری شده را در پی داشت. اختلاف معنی داری در میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بین مزارعی با ۵۰ سال سابقه زراعت مکانیزه و دیگر مزارع مورد بررسی با ۴۰، ۱۵ و ۵ سال سابقه در عمق اول وجود دارد (Moradi et al, 2013) .

جدول ۲.مقایسه میانگین کلاس‌های مختلف میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک با بافت‌های مختلف قبل و بعد از کشت

خاک با بافت	میانگین وزنی قطر خاکدانه بر حسب میکرون	سال کشت	بدون کود آلی	۱۰ تن در هکتار کود حیوانی	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کود حیوانی	۲۰ تن در هکتار کمپوست
لوم رسی	۱۰۵-۷۵ میکرون	پیش از کشت	a۵	-----	------	--------	--------
		اول	a۵	a۴	a۴	a۴	a۴
		دوم	a۵	a۴	a۴	a۴	a۴
	۲۵۰-۱۰۵ میکرون	پیش از کشت	a۱۰	-----	------	--------	--------
		اول	b۷	a۶	a۶	a۶	a۶
		دوم	b۶	a۵	a۵	a۵	a۵
	۵۰۰-۲۵۰ میکرون	پیش از کشت	a۴۰	-----	------	--------	--------
		اول	b۳۲	a۳۲	a۳۲	a۳۱	a۳۱
		دوم	b۳۰	a۳۱	a۳۱	a۳۰	a۳۰
	۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون	پیش از کشت	b۳۰	-----	------	--------	--------
		اول	a۴۰	a۴۴	a۴۴	a۴۴	a۴۴
		دوم	a۴۲	a۴۵	a۴۵	a۴۵	a۴۵
	۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرون	پیش از کشت	a۱۰	-----	------	--------	--------
		اول	a۱۱	a۱۰	a۱۰	a۱۱	a۱۱
		دوم	a۱۱	a۱۰	a۱۰	a۱۱	a۱۱
	۴۷۵۰-۲۰۰۰ میکرون	پیش از کشت	a۵	-----	------	--------	--------
		اول	a۵	a۴	a۴	a۴	a۴
		دوم	a۶	a۵	a۵	a۵	a۵
لوم	۱۰۵-۷۵ میکرون	پیش از کشت	a۱۰	-----	------	--------	--------
		اول	b۷	a۷	a۷	a۷	a۷
		دوم	b۷	a۶	a۷	a۶	a۶
	۲۵۰-۱۰۵ میکرون	پیش از کشت	a۲۵	-----	------	--------	--------
		اول	b۲۰	a۲۰	a۱۹	a۱۹	a۱۹
		دوم	b۲۰	a۱۹	a۲۰	a۱۹	a۱۹
	۵۰۰-۲۵۰ میکرون	پیش از کشت	a۳۵	-----	------	--------	--------
		اول	b۳۱	a۲۵	a۲۵	a۲۵	a۲۵
		دوم	b۳۱	a۲۶	a۲۵	a۲۶	a۲۵
	۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون	پیش از کشت	b۱۵	-----	------	--------	--------
		اول	b۲۲	a۲۵	a۲۵	a۲۶	a۲۶
		دوم	a۲۲	a۲۶	a۲۵	a۲۶	a۲۶
	۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرون	پیش از کشت	b۱۰	-----	------	--------	--------
		اول	a۱۵	a۱۸	a۱۹	a۱۸	a۱۸
		دوم	a۱۵	a۱۸	a۱۸	a۱۸	a۱۹
	۴۷۵۰-۲۰۰۰ میکرون	پیش از کشت	a۵	-----	------	--------	--------
		اول	a۵	a۵	a۵	a۵	a۵

خاک با بافت	میانگین وزنی قطر خاکدانه بر حسب میکرون	سال کشت	بدون کود آلی	۱۰ تن در هکتار کود حیوانی	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کود حیوانی	۲۰ تن در هکتار کمپوست
لوم شنی	۷۵-۱۰۵	دوم	a۵	a۵	a۵	a۵	a۵
		پیش از کشت	a۱۵	-----	------	--------	--------
		اول	a۱۶	a۱۷	a۱۷	a۱۷	a۱۷
		دوم	a۱۶	a۱۷	a۱۷	a۱۷	a۱۷
	۱۰۵-۲۵۰	پیش از کشت	a۴۰	-----	------	--------	--------
		اول	b۳۱	a۲۶	a۲۶	a۲۶	a۲۶
		دوم	b۲۹	a۲۵	a۲۵	a۲۵	a۲۵
		پیش از کشت	b۲۰	-----	------	--------	--------
	۲۵۰-۵۰۰ میکرون	اول	a۲۵	a۲۸	a۲۸	a۲۸	a۲۸
		دوم	a۲۶	a۲۸	a۲۸	a۲۸	a۲۸
	۵۰۰-۱۰۰۰ میکرون	پیش از کشت	b۱۰	-----	------	--------	--------
		اول	a۱۳	a۱۵	a۱۵	a۱۵	a۱۵
		دوم	a۱۴	a۱۶	a۱۶	a۱۶	a۱۶
	۱۰۰۰-۲۰۰۰	پیش از کشت	a۱۰	-----	------	--------	--------
		اول	a۱۰	a۹	a۹	a۹	a۹
		دوم	a۱۰	a۹	a۹	a۹	a۹
	۲۰۰۰-۴۷۵۰	پیش از کشت	a۵	-----	------	--------	--------
		اول	a۵	a۵	a۵	a۵	a۵
		دوم	a۵	a۵	a۵	a۵	a۵

حروف لاتین مشابه و غیرمشابه به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف و اختلاف معنی دار در سطح ۱ % می باشد

تاثیر تیمارهای کود آلی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها

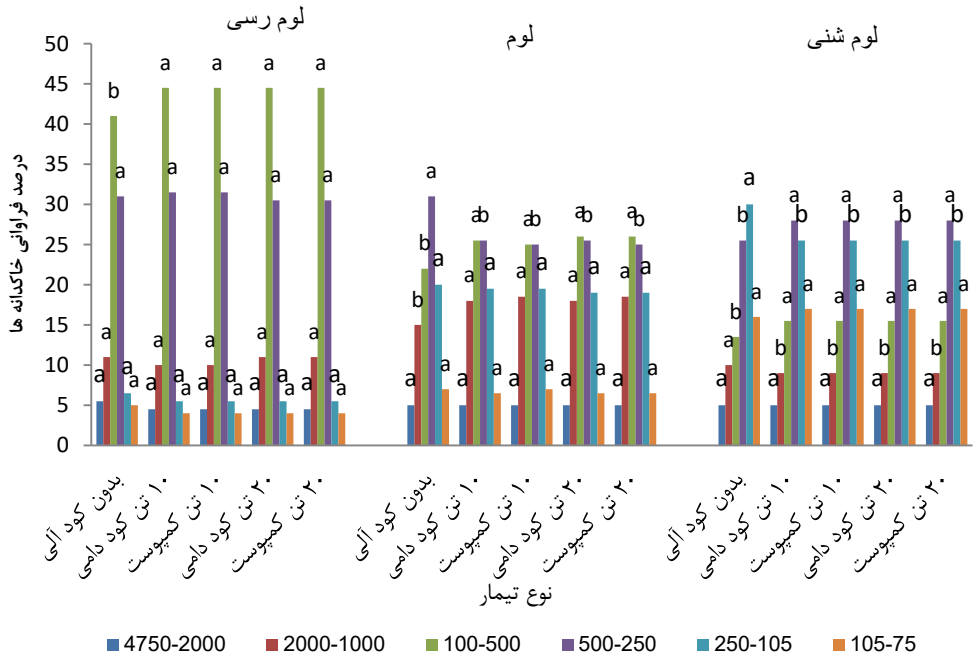
مقایسه میانیگن وزنی قطر خاکدانه‌ها در ۶ محدوده مختلف از ۷۵ تا ۴۷۵۰ میکرون پس از اعمال تیمارهای مختلف کودهای آلی در جدول۳ و شکل ۱ ارائه شده است نتایج نشان دادکه در خاک با بافت لوم‌رسی به غیر از محدوده ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون که با افزایش معنی دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از تیمار بدون کود آلی با ۴۱ درصد به مقادیر مختلف کودهای حیوانی و کمپوست با ۴۴ درصد شد در بیقه تیمارها اختلاف معنی داری در درصد فراوانی ذرات خاک در تیمارهای مختلف نسبت به یکدیگر و نسبت به حالت شاهد در سطح ۱ %وجود نداشت .در خاک با بافت لوم در محدوده- ۲۵۰-۵۰۰ میکرون با کاهش معنی دار فراوانی قطر خاکدانه‌ها از ۳۱ درصد در حالت شاهد به حدود ۲۵ درصد در تیمارهای ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود حیوانی و کمپوست وجود داشت ولی این اختلاف معنی داری در بین تیمار کودهای آلی با مقادیر متفاوت وجود نداشت .در مقابل در کلاس۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون خاک لوم، درصد فراوانی از ۲۲ درصد حالت شاهد به نزدیک ۲۶-۲۵ درصد مقادیر متفاوت کود حیوانی و کمپوست افزایش یافته بود .به غیر از دو محدوده مورد بحث در بقیه محدوده میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بین حالت شاهد با مقادیر متفاوت کود حیوانی و کمپوست و مابین مقادیر متفاوت کودهای آلی اختلاف معنی داری وجود نداشت .در خاک با بافت لوم شنی بیشترین اختلافات در قطر خاکدانه‌ها پس از اعمال تیمارهای متفاوت کود آلی بود .به غیر از محدوده ۱۰۵-۷۵ و ۴۷۵۰-۲۰۰۰ میکرون که در هیچ یک از تیمارها اختلاف معنی داری نبود، در محدوده‌های ۲۵۰-۱۰۵ و ۲۰۰۰۰-۱۰۰۰ میکرون با کاهش درصد فراوانی تیمارهای کودآلی نسبت به حالت شاهد بود در حالی که درصد فراوانی خاکدانه‌های با محدوده ۵۰۰-۲۵۰ و ۱۰۰۰-۵۰۰ پس از اعمال مقادیر متفاوت کود حیوانی و کمپوست نسبت به حالت شاهد افزایش معنی داری را نشان داد. نمودارهای توزیع فراوانی اندازه خاکدانه‌ها در خاک با بافت‌های مختلف در تیمار شاهد (شکل ۲)، ۱۰ تن در هکتار کود حیوانی (شکل ۳)، ۱۰ تن در هکتار کمپوست (شکل ۴)، ۲۰ تن در هکتار کود حیوانی (شکل ۵) و ۲۰ تن در هکتار کمپوست (شکل ۶) به طور کامل موید نتایج توضیح داده شده می باشد.

به طور کلی مابین تیمارهای مختلف کود حیوانی و کمپوست در هیچ یک از قطر خاکدانه‌ها و در هیچ یک از کلاسهای خاک با بافت اختلاف معنی داری وجود نداشت. هم چنین نتایج نشان داد که اعمال تیمارهای مختلف کودهای آلی بیشترین تاثیر را در خاک لوم شنی نسبت به خاک لوم و لوم رسی دارد. (Rahiminaini et al, 2004) گزارش کردند که با افزایش کود دامی در تمامی بافت‌های خاک باعث افزایش ماده آلی ذره ای خاک شد در حالی که در خاک با بافت لوم رسی با افزایش کود دامی تاثیری بر ماده آلی خاک نداشت و کود دامی هم چنین در خاک‌های لوم شنی، لوم رسی و لومی باعث افزایش

جدول ۳. مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در با بافت‌های مختلف خاک پس از اعمال تیمار کودهای آلی

خاک با بافت	میانگین وزنی قطر خاکدانه	۷۵-۱۰۵ میکرون	۱۰۵-۲۵۰ میکرون	500-250 میکرون	1000-500 میکرون	2000-1000 میکرون	4750-2000 میکرون
	بدون کود آلی	5a	5.6a	31a	41b	11a	5.5a
	کود حیوانی (۱۰ تن در هکتار)	4a	5.5a	5.31a	5.44a	10a	5.4a
لوم رسی	کمپوست (۱۰ تن در هکتار)	4a	5.5a	5.31a	5.44a	10a	5.4a
	کود حیوانی (۲۰ تن در هکتار)	4a	5.5a	5.30a	5.44a	11a	5.4a
	کمپوست (۱۰ تن در هکتار)	4a	5.5a	5.30a	5.44a	11a	5.4a
	بدون کود آلی	7a	20a	31a	22b	15b	5a
	10تن در هکتار کود حیوانی	5.6a	5.19a	5.25b	5.25a	18a	5a
لوم	10تن در هکتار کمپوست	7a	5.19a	25b	25a	5.18a	5a
	20تن در هکتار کود حیوانی	5.6a	19a	5.25b	26a	18a	5a
	20تن در هکتار کمپوست	5.6a	19a	25b	26a	5.18a	5a
	بدون کود آلی	16a	30a	5.25b	5.13b	10a	5a
	10تن در هکتار کود حیوانی	17a	5.25b	28a	5.15a	9b	5a
لوم شنی	10تن در هکتار کمپوست	17a	5.25b	28a	5.15a	9b	5a
	20تن در هکتار کود حیوانی	17a	5.25b	28a	5.15a	9b	5a
	20تن در هکتار کمپوست	17a	5.25b	28a	5.15a	9b	5a

حروف لاتین مشابه و غیرمشابه به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف و اختلاف معنی دار در سطح ۱ %می باشد

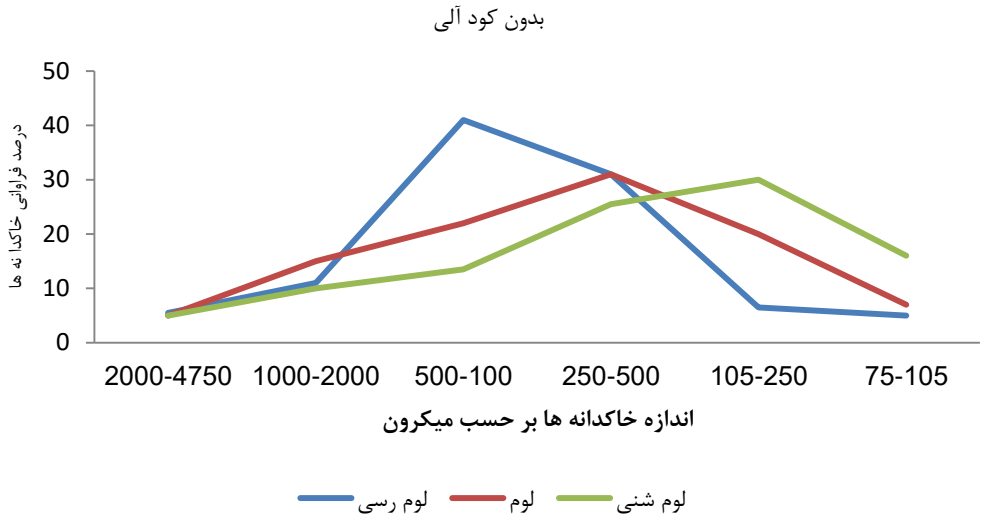


نمودار ۱. نمودار تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک با بافت های مختلف پس از اعمال تیمار کودهای آلی

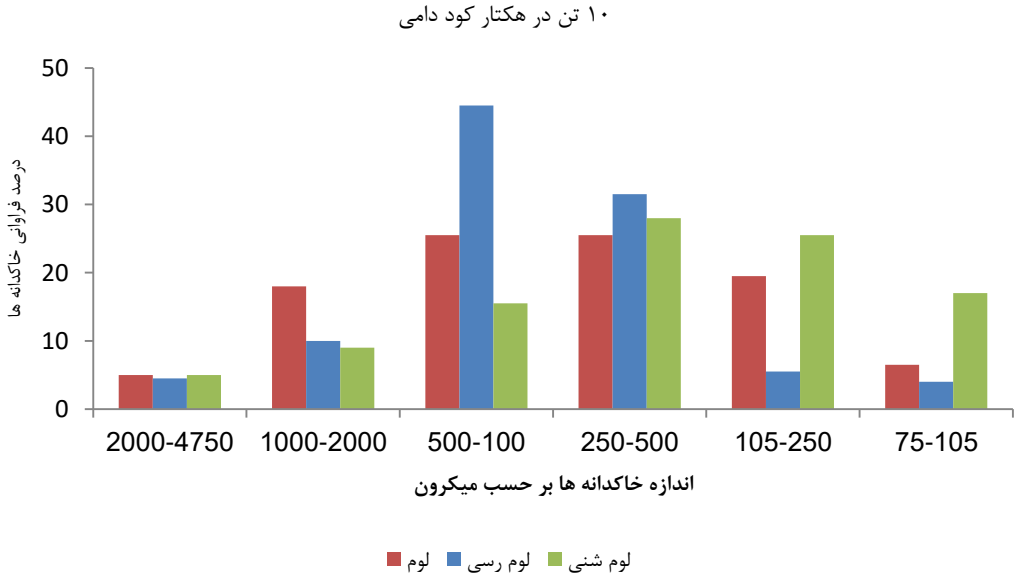
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و افزایش پایداری خاکدانه‌ها می شود. اضافه کردن مواد آلی مختلف مانند کودسبز، کوددامی، کمپوست و مواد زاید حاصل از صنایع غذایی تا ۵۰ تن در هکتار باعث بهبود ساختمان خاک‌های سدیمی در مزرعه گردید (Kanwar et al. 1965; Chand et al., 1977; Robbins, 1986; Singh and Singh, 1989; More, 1994).

روستا و همکاران گزارش کردند که یک ماه پس از کاربرد ۱۰ و ۴۰ تن در هکتار کاه و کلش، درصد فراوانی خاکدانه‌های با قطر ۵۰۰-۲۵۰ میکرون در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری وجود داشت و می تواند ناشی از اتصال خاکدانه‌های با قطر ۲۵۰-۱۰۶ میکرون به یکدیگر و در نتیجه تشکیل خاکدانه‌های بزرگتر باشد (Roosta et al. 2001). هم چنین نتایج اندازه گیری‌ها پس از یک ماه نشان داد که کاربرد توام کاه و کلش

باعث افزایش معنی دار فراوانی خاکدانه‌های بزرگتر از ۵۰۰ میکرون شود و همین امر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را از ۰/۴۱۵در شاهد به۰/۵۱۲ افزایش داد .هم چنین کاربرد ۴۰ تن در هکتار کاه و کلش باعث افزایش معنی دار خاکدانه‌های بزرگتر از ۱۰۰۰ میکرون شود .و نتایج نشان داد پس از گذشت ۴ ماه از اعمال تیمارهای مختلف درصد فراوانی خاکدانه‌های با قطر ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون را تنها در کاربرد توام کود دامی و سیمان افزایش داشت و استفاده تنها از کاه و کلش در افزایش درصد فراوانی قطر خاکدانه‌ها موثر نبود و کاربرد سطوح مختلف کود دامی در مراحل اولیه تاثیر معنی داری در افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها نداشت ولی با گذشت زمان این تاثیر بیشتر شد . به طوریکه ۴ ماه پس از کاربرد مواد آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی داری نشان داد .نتایج حاصل از این ازمایش با نتایج، نشان داد که با پژوهش‌های کاربردی مطابقت زیادی دارد.

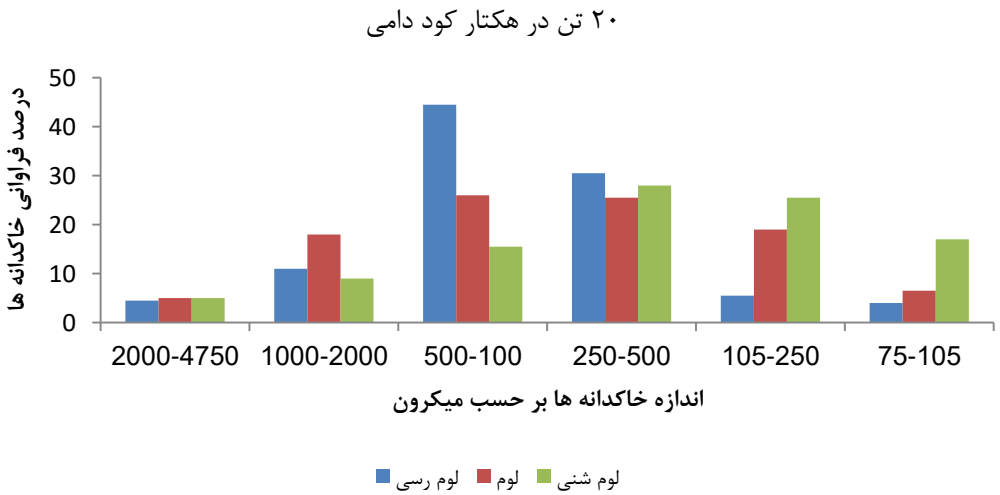


نمودار ۲ .نمودار توزیع فراوانی اندازه خاکدانه‌ها در خاک با بافت‌های مختلف در تیمار بدون کود آلی (شاهد)

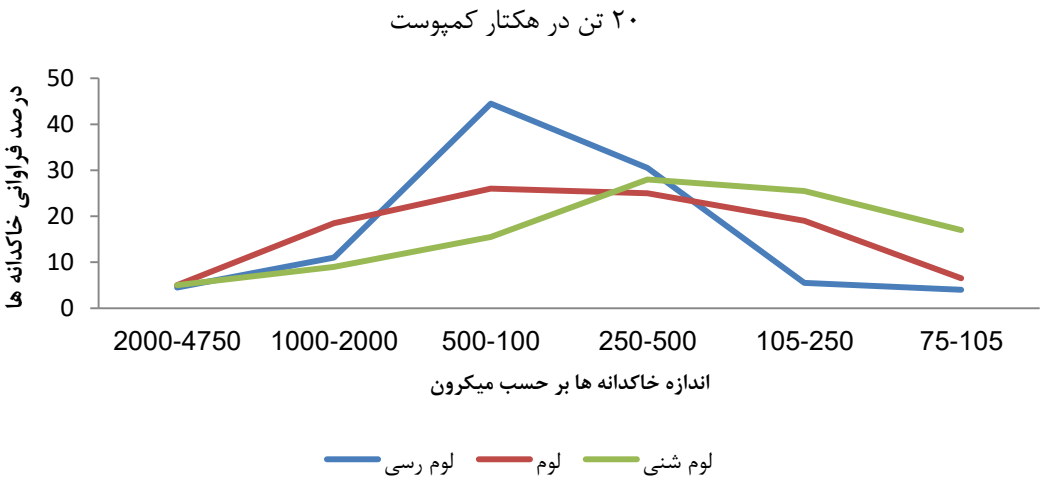


نمودار ۳ .نمودار توزیع فراوانی اندازه خاکدانه‌ها در خاک با بافت‌های مختلف در تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی

نمودار ۴.-نمودار توزیع فراوانی اندازه خاکدانه‌ها در خاک با بافت‌های مختلف در تیمار ۱۰ تن در هکتار کمپوست



نمودار ۵.نمودار توزیع فراوانی اندازه خاکدانه‌ها در خاک با بافت‌های مختلف در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی



نمودار ۶ .نمودار توزیع فراوانی اندازه خاکدانه‌ها در خاک با بافت‌های مختلف در تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست

نتیجه گیری

با افزایش تیمارهای مختلف کودهای آلی به خاک موجب بهبود خاکدانه‌سازی و افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها شد . تغییرات در خاک با بافت لوم‌شنی نسبت به خاک با بافت لوم و سپس لوم‌رسی به مراتب بیشتر بود. به طور کلی در خاک با بافت لوم‌رسی، در حالی که پیش از اعمال تیمارهای کودهای آلی، بیشترین درصد فراوانی قطر خاکدانه‌ها به ترتیب در محدوده ۱۰۰۰-۵۰۰ و ۵۰۰-۲۵۰ میکرون بود ، پس از افزایش کودهای آلی، روند افزایش درصد فراوانی قطر خاکدانه‌ها و افزایش معنی دار ذرات بزرگتر از ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون و کاهش غیر معنی دار ذرات ۵۰۰-۲۵۰ میکرون شد. در خاک لوم، با افزایش کودهای آلی با کاهش معنی دار درصد فراوانی قطر ذرات در محدوده ۵۰۰-۲۵۰ میکرون و افزایش درصد فراوانی قطر ذرات در محدوده ۱۰۰۰-۵۰۰ و ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرون روبرو شد. در خاک با بافت لوم‌شنی که بیشترین تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها پس از افزایش کودهای آلی را به خود اختصاص داده بود، با افزایش کودهای آلی از فراوانی قطر ذرات در محدوده ۲۵۰-۱۰۵ و ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرون کاهش پیدا کرده و فراوانی قطر ذرات در محدوده‌های ۵۰۰-۲۵۰ و ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون افزایش داشت .نتایج نشان داد که درصد فراوانی قطر خاکدانه‌ها در محدوده‌های ۱۰۵-۷۵ و ۴۷۵۰-۲۰۰۰ میکرون در هیچ یک از بافت‌های خاک تغییر معنی داری نداشت. به طور کلی می توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش مقادیر مختلف کودهای حیوانی و کمپوست، بافت‌های مختلف خاک مورد مطالعه تمایل به افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، بخصوص برای محدوده‌های ۵۰۰-۲۵۰ و ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون که بیشترین درصد فراوانی را داشتند.

تاثیر کشت‌های تناوب گندم و ذرت بر مقادیر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در مقایسه با حالت قبل از کشت نشان داد که با افزایش کودهای آلی، خاکدانه‌ها تمایل به تشکیل خاکدانه هایی با قطر ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون دارند و از درصد فراوانی خاکدانه‌های با قطر ۲۵۰-۱۰۵ و ۱۰۰۰-۲۵۰، می کاهد . این تغییرات در سال اول کشت به وضوح قابل مشاهده بود ولی در سال دوم کشت تغییر چندانی در فراوانی قطر خاکدانه‌ها نداشت.

Reference:

Ahmadi Moghadam, z . The Effects of Different Mulches on Temporal Changes on The Some Soil Physical Properties 10.22055-jise.2016.12119.ris. [in Persian]

Angers, A.D. 1998. Water stable aggregation of Quebec silty clay soils: some factors controlling its dynamics. Soil Till. Res. 47: 91-96.

Barral, M.T., Bujan, E., Devesa, R., Iglesias, M.L., and Velasco-Molina, M. 2007. Comparison of the structural stability of pasture and cultivated soils. Science of the Total Environment, 378: 174-178.

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.

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

Bertrand, A. R. 1965. Rate of water intake in the field. In Methods of soil analysis, part I, 1 ed. C. A. Black et al., 197–209. Madison, Wisc.: ASA and SSSA.

Black, C.A. 1982. Method of soil analysis, Chemical and microbiological properties, American Society of Agronomy DOI:10.2134/agronmonogr9.2.2ed. 1965.

Bouyoucos GJ, 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron J 54: 464-465.

Bower, C.A., Reitmeir, R.F., and Fireman, M. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Sci. 73: 251-261.

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.

Chand, M., Abrol, I.P., and Bhumbla, D. R. 1977. A comparison of the effect of eight amendments on soil properties and crop growth in highly sodic soil. Indian Journal of Agricultural Science. 47: 348-354.

Denef K, and Six J, 2005. Clay mineralogy determines the importance of biological versus abiotic processes for macroaggregate formation and stabilization. European Journal of Soil Science 56: 469-479.

Dominguez, J., Negrin, M.A., and Rodriguez, C.M. 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. Biochem. 33: 449-455.

Green, V.S., Stott, D.E., Cruz, J.C. and Curi, N. 2007. Tillage impacts on soil biological activity and aggregation in a Brazilian cerrado oxisols. Soil Till. Res. 92: 114-121.

Greenland, D.J., Rimmer, D., and Payne, D. 1975. Determination of the structural stability class of English & Welsh soils, using a water coherence test. J. Soil Sci., 2 6: 294-303.

Hajabbasi, M.A., Basalatpour, A. and Maleki, A.R. 2007. Effect of shifting rangeland to farmland on some physical and chemical properties of south and southwest soils of Isfahan. J. Sci. Tech. of Agri. Natural Resou., 11(42): 525- 534.

Hamblin, A.P. 1977. Structural features of aggregates in some East Anglian silt soils. J. Soil Sci. 28: 23-28.

Jang, F., Zhang, G.L., Yang, J.L., Li, D.C., Zhao, Y.G., Liu, F., Yang, R.M. and Yang, F. 2014. Organic matter controls of soil water retention in an alpine grassland and its significance for hydrological processes. Journal of Hydrology. 519: 3086-3093.

Kandiah, A. 1976. Influence of organic matter on the erodibility of a saturated illitic soil. Mededelingen-van-de-faculteit-landbouwwetenschappen. 41: 397-406.

Kanwar, J.S., Bhumbla, D. R. and Singh, N.T. 1965. Studies on the reclamation of saline and sodic soils in the Punjab. Indian Journal of Agricultural Science. 35: 43-51.

Kemper, W.D, and R.C. Rosenau. 1986. Aggregate stability and size distribution, in: Methods of Soil

Khazai, A., Mosadeghi, M.R. and Mahboubi, A.R. 2008. Effect of laboratory condition, organic matter content, clay and calcium carbonates on mean weight diameter and tensile strength of aggregates in some Hamadan soils. J. Sci. Tech. of Agri. Natural Resource 12(44): 123-134.

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.

Mahmoodabadi, M. 2011. Consecutive Application of Organic Matter and Sodicity on Secondary Particle Size Distribution. E.E.R.Journal-article-75-ris. [in Persian]

Mbagwu, J.S.C. 1989. Specific dispersion energy of soil aggregates in relation to field and laboratory measured stability indeces and physical properties. E. Afr.Agric. for.J. 54: 173-183.

Moradi, F. 2013. Long-Term Effects of Mechanized Cultivation on Some Soil Physical Properties
in Some Khozestan Sugarcane Agro-Industries. Journal of Water and Soil
Vol. 27, No. 6, Jan.-Feb. 2014, p. 1153-1165. [in Persian]

More, S.D. 1994. Effect of farmwastes and organic manures on soil properties, nutrient availability and yield of rice-wheat grown on sodic Vertisol. J. Indian. Soc. Soil Science. 42: 253-256.

Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In Methods of soil analysis, part 2, 2nd ed., ed. A. L. Page, R. H. Miller, and D. R. Keeney, 539–580.

Peixoto, R.S., Coutinho, H.L.C., Madari, B., Machado, P.L., Rumjanek, N.G., Van Elsas, J.D., Seldin, L., and Rosado, A.S. 2006. Soil aggregation and bacterial community structure as affected by tillage and cover cropping in the Brazilian Cerrados. Soil Till. Res. 90: 16-28.

Pronk GJ, Heister K, Ding GC, Smalla K, and Kögel-Knabner I, 2012. Development of biogeochemical interfaces in an artificial soil incubation experiment; aggregation and formation of organo-mineral associations.Geoderma 189: 585-594.

Rahmati, m, 2008. Crop Rotation Effects on Soil Physico-chemical Properties and Rain Fed Wheat Crop Yield. CAB-Int 2009; 20(1): 73-86. [in Persian]

Rahiminaini, m, 2004. Compaction, Moisture and Farmyard Manure Effects on Carbon Sources and Structural Characteristics of Different Soils under Corn. Pajouhesh & Sazandegi No:63 pp: 21-29. [in Persian]

Rbbins, C.W., 1986. Sodic calcareous soil reclamation as affected by different amendments and crops. Agron. J. 78: 916-920.

Rodríguez, A.R., Arbelo, C.D., Guerra, J.A., Mora, J.L., Notario, J.S. and Armas, C.M. 2006. Organic carbon stocks and soil erodibility in Canary Islands Andosols. Catena, 66: 228-235.

Roosta, mj. 2001. Investigating the effect of organic materials and calcium-containing mineral compounds on the size distribution of soil grains and the amount of dispersible clay in a sodium soil. https://sid.ir/paper/357772/fa. [in Persian]

Safadoust, A.2013. Effect of Crop Management and Texture on Some Soil Structural Properties. 10.22092-ijsr.2013.126260.ris

Shorafa, M.1987. The effect of perlite and hydroplus on porosity, moisture holding capacity and water permeability of soils. [in Persian]

Singh, M.V. and Singh, K.N. 1989. Reclamation techniques for improvement of sodic soils and crop yield. Indian Journal of Agricultural Science. 59: 495-500.

Sparks, D. L., A. L. Page, P. A. Helmke, R. H. Leoppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, G. T. Johnston, and M. E. Ummer. 1996. Methods of soil analysis. Madison, Wisc.: Soil Science Society of America.

Tajik, F. Evaluation of Soil Aggregate Stability in Some Regions of Iran. jwss 2004; 8 (1) :107-123. [in Persian]

Tisdall, J.M., and J.M. Oades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soil. J. Soil Sci. 33: 141-163.

Tisdall, J.M. and Oades, M. 1980. The management of ryegrass to stabilize aggregates of a red-brown earth. Aust. J. Soil. Res. 18: 415-422.

Yazdanpanah, N., Pazira, E., Neshat, A., Mahmoodabadi, M., and Rodríguez Sinobas, L. 2013. Reclamation of calcareous saline sodic soil with different amendments (II): Impact on nitrogen, phosphorous and potassium redistribution and on microbial respiration. Agricultural Water Management. 120: 39-45.

Yousofi, M., Shariatmadari, J. and Hajabbasi, M.A. 2007. Measurement of some available organic carbon stocks as soil quality index. J. Sci. Tech. of Agri., Natural Resour., 11(42): 429-439.

Zichun G, Jiabao Z, Jun F, Xueyun Y, Yanli Y, Xiaori H, Daozhong W, Ping Z, Xinhua P.2019. Does animal manure application improve soil aggregation? Insights from nine long-term fertilization experiments