نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۸، ص. ۴۳۰-۴۱۷

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 3, Jul-Aug. 2019, p. 417-430

بررسی تأثیر پر مرغ، ورمی کمپوست و هومات پتاسیم بر روی خصوصیات فیزیکی خاک

محمدرضا دلالیان[1*]- فاطمه ذبیحی[2]- انورالسادات پاک نژاد[3]- مینا خوشخوان[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲

چکیده

یکی از راهکارهای اصلی بهبود شرایط فیزیکی خاک‌های تحت کشت، اضافه کردن اصلاح‌کننده‌های آلی و معدنی به خاک می‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سه نوع ماده اصلاحی شامل هومات‌پتاسیم، پرمرغ و ورمی‌کمپوست با درصدهای وزنی متفاوت بر روی خصوصیات فیزیکی خاک و در سطوح مختلف رطوبتی در شرایط مزرعه (تحت کشت گندم) اجراء گردید. طرح به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. مواد اصلاح‌کننده به طور یکنواخت تا عمق ۱۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط و تیمارهای رطوبتی اعمال شد. قبل و بعد از آزمایش از کرت‌ها نمونه‌برداری به عمل آمد. پارامترهای فیزیکی شامل: جرم مخصوص ظاهری (Bd)، رطوبت‌های ظرفیت مزرعه‌ای (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP)، پایداری خاکدانه‌های مرطوب (WAS)، هدایت هیدرولیکی اشباع (K_S)، مقاومت فروروی (PR)، شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (S_i)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) و بعد فراکتالی جرمی خاکدانه‌ها (D_m) محاسبه گردید. نتایج نشان داد مصرف موادآلی موجب کاهش Bd (۸۹٪) و افزایش PWP، FC (۸۷٪ و ۹۱٪) K_s و WAS (۳/۷ و ۲/۵ برابر) می‌گردد. با افزایش سطوح رطوبتی و مقدار مادهآلی بخصوص هومات پتاسیم، میزان S_i کاهش یافت (۱۰۱٪). PR با افزایش سطوح رطوبتی کاهش یافت. بر خلاف انتظار با افزایش میزان مادهآلی، D_m و MWD کاهش یافت. مواد آلی در زمان‌های طولانی‌تر و در رطوبت‌های بالا موجب بهبود پایداری خاکدانه‌ها می‌گردد. با توجه به تأثیر مثبت مواد آلی بر بسیاری از پارامترهای فیزیکی خاک، این مواد بخصوص پرمرغ بعلت ارزان‌تر و دردسترس بودن، برای اصلاح خاک‌ها پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پایداری خاکدانه‌ها، رطوبت خاک، ساختمان خاک، کودهای آلی، مواد اصلاح کننده

مقدمه

تخریب ساختاری خاک عموماً در اثر کاهش مواد آلی به سبب فعالیت‌های غیراصولی در امر کشاورزی به وجود می‌آید (۱۶). خاک های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، اکثراً دارای ماده آلی کمتر از یک درصد می‌باشد که منجر به تشکیل خاکدانه‌های ضعیف و ناپایداری ساختمان خاک در این مناطق گردیده است (۱۷ و ۳۶). از مشکلات عمده خاک‌های تحت کشت در کشور می‌توان به تخریب ساختمان و کاهش مواد آلی خاک در نتیجه عدم رعایت عملیات مناسب خاک‌ورزی، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و مصرف کم کودهای آلی نام برد. یکی از روش‌های مدیریتی برای حفظ و ثبات کشاورزی پایدار، افزودن مواد آلی است (۳).

مواد آلی از یک طرف شدت جایگزینی کلسیم محلول به جای سدیم تبادلی را افزایش داده و از طرف دیگر به دلیل بهبود شرایط ساختمان و افزایش نفوذپذیری خاک، تخلیه سدیم را سریع‌تر می‌کند (۴۱ و ۴۳). اگرچه نفوذ کُند آب از ویژگی‌های خاک‌های ریزبافت است، اما گزارشاتی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد در خاک‌های درشت بافت با ماده آلی ناچیز، به علت پایداری کم خاکدانه‌ها در آب و متلاشی شدن آنها طی آبیاری‌های متوالی، منافذ خاک مسدود گردیده و در نتیجه نفوذ آب به خاک کاهش می‌یابد (۲ و ۸). براساس گزارش بائور و بلک (۹) در اثر افزودن کربن آلی به خاک، رطوبت FC نسبت به PWP بیشتر افزایش یافته و منجر به افزایش ظرفیت آب قابل استفاده می‌گردد. نیامانگارا و همکاران (۲۷) گزارش کردند که در اثر اضافه کردن ۳۷/۵ تن در هکتار کود دامی به یک خاک شنی، پایداری خاکدانه‌ها در آب و ظرفیت نگهداری آب در فاصله مکش‌های ۵ تا ۲۰ کیلوپاسکال (آب سهل‌الوصول) به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین مواد آلی با افزایش کربن آلی خاک باعث افزایش فعالیت موجودات زنده به خصوص کرم‌های خاکی شده و در نتیجه باعث افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک می‌شود (۴). نتایج مطالعات برخی محققان مانند کای و وندن بایگارت (۲۰) و تجادا و گنزالز (۳۹)

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار و دانش آموختگان کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی خاک، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: mdalalian@iaut.ac.ir
DOI: 10.22067/jsw.v0i0.72579

www.SID.ir

Archive of SID

نشان می‌دهد که با کاربرد مواد آلی جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد. این پژوهشگران دریافتند که ماده آلی به عنوان عامل سیمانی کننده عمل کرده و در هم آوری ذرات برای تشکیل خاکدانه های مقاوم ضروری است.

مواد آلی را می‌توان در شکل‌های مختلفی به خاک اضافه نمود، اما تأثیر هر یک بر روی خصوصیات فیزیکی خاک متفاوت خواهد بود. هومات پتاسیم نمکی پتاسیمی از اسید هیومیک است. اسید هیومیک و نمک‌های آن از منابع مختلف طبیعی مانند: خاک، هوموس، پیت، لیگنیت و ذغال سنگ استخراج می‌شود (۳۶). افزودن هومات پتاسیم، به طور معنی‌داری باعث افزایشMWD و پایداری خاکدانه‌ها در خاک‌های اسیدی و قلیایی می‌شود . این به دلیل ماهیت ماندگاری طولانی ساختمان شیمیایی آن است که آنها را نسبت به تخریب خاکدانه ها توسط میکروارگانیسم های خاک، مقاوم تر می‌کند (۱۹). چنی و سویفت (۱۲) نتیجه گرفتند که استفاده از اسید هومیک در دوره‌های بلندمدت باعث شکل‌گیری خاکدانه‌های پایدار می‌گردد. پر مرغ حاوی اکثر عناصر غذایی و کراتین می‌باشد که می‌تواند گزینه مناسبی برای اصلاح خاک هم از نظر شیمیایی و هم از نظر فیزیکی باشد (۳۸). پرمرغ به آسانی از طریق مرغداری‌ها و کشتارگاه‌ها قابل دسترس و ماده‌ای بسیار ارزان می‌باشد. متأسفانه مقادیر قابل توجهی از این محصول با سوزاندن یا دفن کردن از بین می‌رود. لذا در صورت تأثیر مثبت بر روی خصوصیات فیزیکی خاک می‌تواند به صورت انبوه در مزارع به عنوان کود دامی مورد استفاده قرار گیرد. مصرف پیوسته پرمرغ در دراز مدت نه تنها به طرق مختلف بر رشد و عملکرد گیاهان تأثیر مثبت دارد بلکه تخلخل خاک را نیز به حد مطلوبی می‌رساند (۳۴). ورمی‌کمپوست متشکل از ورمی (کرم خاکی) و کمپوست (کود آلی) به معنای نوعی کود آلی است که از فعالیت کرم خاکی و عبور مداوم و آرام مواد آلی در حال پوسیدگی از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم‌های خاکی و دفع این مواد از بدن کرم ، حاصل می‌شود (۲۳). این کود کاملا ارگانیک، سازگار با محیط زیست، دارای قدرت جذب آب بالا، دارای ارزش غذایی زیاد، نوعی آفت کش بیولوژیکی، فاقد هر نوع آلودگی و یا بیماری برای انسان می‌باشد. وجود خلل و فرج فراوان در این کمپوست موجب پوک شدن خاک، افزایش ظرفیت تهویه، زهکشی و نگهداری آب در خاک می‌گردد (۶). آزرمی و همکاران (۷) تأثیر ورمی‌کمپوست بر روی خصوصیات فیزیکی خاک را مطالعه کردند. نتایج نشان دهنده افزایش تخلخل کل و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک بود. با توجه به اینکه تاکنون تأثیر ماده آلی پرمرغ بر روی خصوصیات مختلف خاک مورد بررسی قرار نگرفته و با عنایت به اینکه بیشتر خاک‌های زراعی با مشکل ساختمان مواجه هستند، فلذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر اضافه کردن مواد اصلاح کننده پر مرغ و مقایسه آن با هومات پتاسیم و ورمی‌کمپوست با درصدهای متفاوت وزنی و در شرایط رطوبتی مختلف خاک بر روی بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک تحت کشت گندم صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

جهت انجام تحقیق، قطعه زمینی به مساحت ۵۰۰ متر مربع از اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی واقع در طول جغرافیایی E "۳۵,۰۱ ` ۵۸ °۳۷ و عرض جغرافیایی N "۵۱,۳۶ ` ۲ °۴۶ و ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا واقع در منطقهٔ خسروشهر انتخاب گردید. این منطقه جزء مناطق نیمه خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد می‌باشد. میانگین حداکثر درجه حرارت در ماه‌های تیر–مرداد (July) °C ۳۲/۳ و میانگین حداقل درجه حرارت در ماه‌های دی–بهمن (January) °C ۳/۳– و مقدار بارندگی سالانه آن حدود ۳۲۰ میلی‌متر می‌باشد. اجرای آزمایش از اواخر فروردین ماه سال ۱۳۹۵ (19 April- 2016) آغاز و تا شهریور ماه همان سال (22 July- 2016) ادامه پیدا کرد. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک، اقدام به تهیه نمونه‌های بهم نخورده و همچنین نمونه‌های مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری از خاک محل گردید.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۷ تیمار در ۳ تکرار اجراء شد. فاکتور اول شامل سه نوع ماده آلی (هومات پتاسیم، ورمی‌کمپوست و پر مرغ)، فاکتور دوم شامل سه سطح مقدار ماده آلی(۰٪، ۲/۵٪ و ۵٪ وزنی) و فاکتور سوم شامل سه سطح رطوبتی (۰/۵ FC، ۰/۷ FC و ۰/۹ FC) بود. جهت آماده سازی، زمین مورد نظر شخم زده و سپس دیسک زده شد. سپس زمین مورد نظر به تعداد ۸۱ عدد کرت (۲۷ تیمار در۳ تکرار) به ابعاد ۱×۱ متر کادر بندی گردید. به منظور جلوگیری از تداخل آب کرت‌ها با یکدیگر، بین آنها یک متر فاصله در نظرگرفته شد. پس از آماده شدن کرت‌ها، مواد آلی هر یک با مقادیر مذکور با خاک کرت‌های مربوطه تا عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک به طور یکنواخت مخلوط گردید. برای کشت، از بذر گندم بهاره (رقم شیرودی) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کشت به صورت ردیفی، ردیف‌های محصور با کرت‌ها با دست انجام گرفت. کود براساس آزمون خاک و توصیه‌های منطقه‌ای به فرمول کودی $N_{120}P_{80}K_{80}$ اعمال شد. نیمی از کود ازته هنگام کشت و نیم دیگر آن به هنگام ساقه‌رفتن به صورت سرک مصرف گردید. پس از کشت، کلیه تیمارها یک نوبت به طور یکنواخت تا عمق یک متری بر اساس رطوبت موجود در خاک به هنگام آبیاری و تا رسیدن به رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای آبیاری شد. کنترل رطوبت خاک کرت‌ها در طول دوره تحقیق به صورت وزنی و همچنین با استفاده از تانسیومتر انجام گردید. پس از برداشت محصول، جهت تعیین میزان محصول (کاه و دانه) به آزمایشگاه

www.SID.ir

Archive of SID

منتقل گردید. همچنین به منظور ارزیابی تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی خاک، از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری کلیه تیمارها، نمونه های بهم نخورده از خاک تهیه گردید.

پارامترهای فیزیکی شامل: جرم مخصوص ظاهری خاک (Bd) با استفاده از استوانک‌های مخصوص با قطر ۷/۶ و ارتفاع ۴/۲ سانتی‌متر، رطوبت‌های ظرفیت مزرعه‌ای (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) با استفاده از دستگاه صفحات فشاری، پایداری خاکدانه‌های مرطوب (WAS) به روش کمپر و روسنا (۲۳)، هدایت هیدرولیکی اشباع (K_S) به روش مزرعه‌ای تک حلقه رینولدز اندازه‌گیری شد (۳۰). به منظور تعیین مقاومت خاک (PR)[1]، شاخص مخروط با استفاده از دستگاه فروسنج[2] الکترونیکی با مخروط استاندارد به زاویهٔ رأس ۶۰ درجه و قطر اسمی ۱۱/۲۸ میلی‌متر (سطح مخروط یک سانتی‌متر مربع) و سرعت نفوذ دستی بر حسب سانتی‌متر بر ثانیه تعیین گردید (۵). با توجه به رابطهٔ مستقیم کمیت شاخص مخروط با رطوبت خاک، همزمان با اندازه‌گیری این کمیت، رطوبت خاک نیز اندازه‌گیری شد. مقدار رطوبت هنگام اندازه‌گیری مقاومت خاک ۲۲٪ وزنی بود.

برای بدست آوردن شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف[3] (S_i) داده‌های منحنی رطوبتی خاک (مکش‌های ۰، ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوپاسکال) به نرم افزار RETC وارد و پس از تخمین پارامترهای معادله ونگنوختن (۴۲)، S_i از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$S_i = -n(\theta_s - \theta_r)[1+\frac{1}{m}]^{-(1+m)} \qquad (۱)$$

در معادله فوق θ_s و θ_r به ترتیب مقادیر رطوبت اشباع و باقیمانده ($cm^3.cm^{-3}$)، m و n پارامترهای تجربی هستند. برای محاسبه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) ابتدا خاک هوا خشک از الک ۶/۳۵ میلی‌متر عبور داده شده و مقدار ۲۰۰ گرم از این خاک در سری الک‌ها با شماره‌های ۴، ۶، ۱۰، ۱۶، ۳۰ و ۷۰ با قطر منافذ به ترتیب ۴/۷۶، ۳/۳۶، ۲، ۱/۲۰، ۰/۵۹۵ و ۰/۲۱ میلی‌متر ریخته شد و در دستگاه شیکر به مدت ۵ دقیقه در حالت خشک غربال گردید، سپس MWD از رابطه ۲ (۲۱) محاسبه شد.

$$MWD = \sum_{n}^{i=1} X_i W_i \qquad (۲)$$

که در آن، X_i متوسط قطر روزنه‌های دو غربال متوالی (الک i ام و i-1 ام) بر حسب میلی‌متر و W_i نسبت وزنی خاکدانه‌های باقیمانده در غربال i ام به وزن کل خاکدانه‌هاست. برای تعیین بعد فراکتالی جرمی[4] (D_m) خاکدانه‌ها، از مدل بیرد و همکاران (۱۰) (رابطه ۳) استفاده شد.

$$M_S(d \le d_i) = c d_i^{3-D_m} \qquad (۳)$$

در رابطه ۳، $M_S(d \le d_i)$ جرم تجمعی خاکدانه‌ها با قطر کوچکتر از d_i و c ثابت است. $3-D_m$ برای هر نمونه خاک برابر است با شیب خط رگرسیون رسم شده بین $\log M_S(d \le d_i)$ در محور Y و $\log(d_i)$ در محور X.

تجزیه‌های آماری از طریق به کارگیری نرم‌افزار SPSS، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل تیمارهای مختلف (مقدار ماده آلی، نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی) بر روی خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده در خاک در جدول ۲ آمده است.

همانطور که از نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) بر می‌آید، در صفت جرم مخصوص ظاهری خاک (Bd)، اثرات اصلی نوع ماده آلی و مقدار ماده آلی هریک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر دوگانه نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر دوگانه نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی (شکل ۱) نشان داد کمترین مقدار Bd در تیمار پرمرغ در تمام سطوح رطوبتی و تیمار ورمی‌کمپوست در سطح رطوبتی ۰/۹FC بود ($1/31 gr.cm^{-3}$). نتایج نشان دهندهٔ تأثیر مثبت پرمرغ و ورمی‌کمپوست در سطح رطوبتی نزدیک به ظرفیت زراعی (۰/۹FC و ۰/۷ FC) در کاهش Bd خاک است. همچنین مقایسه میانگین اثر اصلی مقدار ماده آلی (شکل۲) نشان داد با افزایش میزان مصرف مواد آلی ، Bd کاهش می یابد. بطوریکه کمترین مقدار Bd ($1/25 gr. cm^{-3}$) در تیمار ۵ درصد وزنی ماده آلی می‌باشد. تجادا و گنزالز (۴۰) نتیجه گرفتند که مصرف هر چهار نوع کود آلی (کمپوست ضایعات‌پنبه، کمپوست ضایعات‌زیتون، لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری) موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود. میرزایی تالارپشتی و همکاران (۲۶) نیز کاهش ۱۴ درصدی جرم مخصوص ظاهری خاک را در اثر مصرف کود ورمی کمپوست گزارش نمودند. پرمرغ بعلت دارابودن درصد بالایی از کراتین (۹۱ درصد) و تخلخل بالا، دارای خواص مکانیکی عالی و مقاوم در برابر تخریب فیزیکی-شیمیایی محیط است. بعبارتی در داخل خاک به آرامی تجزیه شده و اثر خود را بر خاک تحمیل می کند. از طرفی خصوصیات بافت آن موجب تأثیر بیشتر این ماده بر روی بهبود خصوصیات فیزیکی خاک های سنگین خواهد بود. فلذا در داخل خاک موجب ایجاد منافذ درشت‌تر شده، درنتیجه وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد. ورمی کمپوست که دارای خلل و فرج فراوانی است، از طرف دیگر ایجاد خاکدانه‌سازی در خاک را افزایش داده که این عوامل موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد (۳۳).

1- Penetration Resistance
2- Penetrometer
3- Retention curve slope at inflection point
4- Mass-size Fractal Dimension

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Chemical and physical properties of the studied soil

عمق Depth (cm)	EC_e (dS/m)	pH	SAR	Bd ($gr.cm^{-3}$)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	کلاس بافت خاک Soil texture	PWP (%)	FC (%)
0-30	5.20	7.90	7.11	1.35	23	25	52	لوم رسی شنی	۱۱/۲۲	۲۴/۰۰

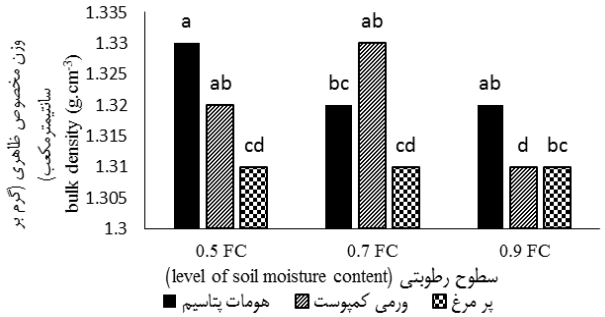
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر شاخص های اندازه‌گیری شده در خاک

Table 2- The variance analysis of different treatments on measured parameters of studied soil

منابع تغییر Sources	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean squares								
		Bd	FC	PWP	K_s	WAS	PR	S_i	MWD	D_m
بلوک	2	$^{**}0.002$	$^{ns}0.222$	$^{ns}0.351$	$^{*}0.009$	$^{ns}0.007$	$^{*}0.047$	$^{ns}0.000$	$^{ns}0.007$	$^{ns}0.003$
نوع ماده آلی	2	$^{**}0.001$	$^{**}2.834$	$^{ns}0.353$	$^{**}0.039$	$^{**}1.983$	$^{**}0.263$	$^{**}0.006$	$^{ns}0.132$	$^{*}0.116$
مقدار ماده آلی	2	$^{**}0.137$	$^{**}55.748$	$^{**}0.378$	$^{**}21.738$	$^{**}31.604$	$^{**}1.004$	$^{**}0.002$	$^{*}0.137$	$^{ns}0.078$
سطوح رطوبتی	2	$^{ns}0.000$	$^{**}1.157$	$^{ns}0.479$	$^{**}0.510$	$^{**}3.421$	$^{**}0.086$	$^{**}0.004$	$^{ns}0.085$	$^{**}0.205$
نوع ماده آلی × مقدار ماده آلی	4	$^{ns}0.000$	$^{**}0.971$	$^{ns}0.308$	$^{**}0.040$	$^{**}0.427$	$^{*}0.032$	^{ns} 0.00	$^{*}0.107$	$^{ns}0.036$
نوع ماده آلی × سطوح رطوبتی	4	$^{**}0.001$	$^{*}0.436$	$^{ns}0.064$	$^{*}0.005$	$^{**}0.082$	$^{ns}0.006$	$^{**}0.001$	$^{**}0.193$	$^{**}0.152$
مقدار ماده آلی × سطوح رطوبتی	4	$^{ns}0.000$	$^{ns}0.228$	$^{ns}0.163$	$^{**}0.121$	$^{**}0.355$	$^{ns}0.021$	$^{ns}0.00$	$^{ns}0.080$	$^{**}0.172$
نوع ماده آلی × مقدار ماده آلی× سطوح رطوبتی	8	$^{ns}0.000$	$^{ns}0.111$	$^{ns}0.258$	$^{**}0.130$	$^{**}0.221$	$^{ns}0.001$	^{ns} 0.00	$^{**}0.114$	$^{**}0.121$
اشتباه آزمایشی	52	0.000	0.150	0.240	0.002	0.015	0.001	0.00	0.037	0.032
ضریب تغییرات (درصد)		0.995	1.518	4.268	2.557	3.156	13.848	0.99	15.63	4.44

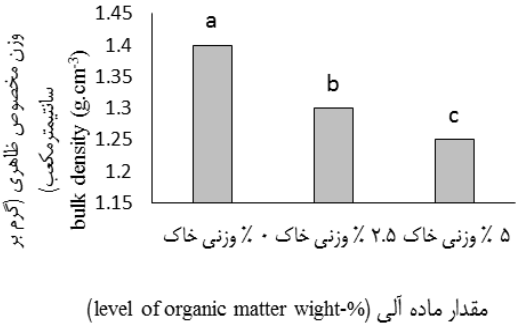
ns ,*, ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

ns, *, ** are non-significant, significant (P<0.05) and (P<0.01) respectively



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی بر روی Bd

Figure 1- Mean comparison of interaction effect of the type of organic matter and the level of soil moisture content on Bd



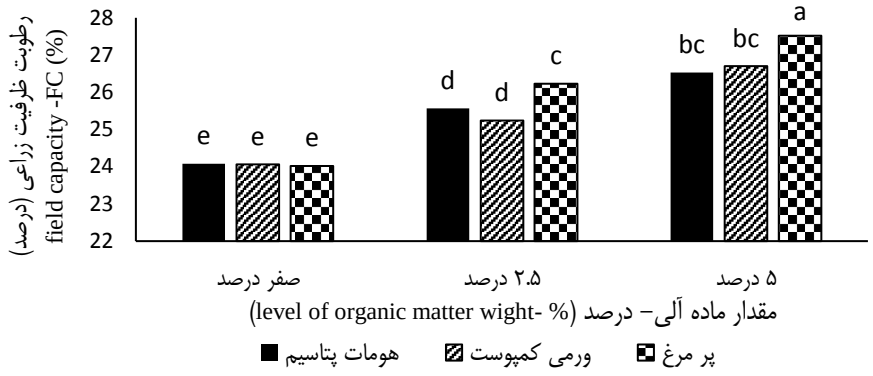
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر اصلی مقدار ماده آلی بر روی Bd

Figure 2- Mean comparison of main effect of the level of organic matter weight on Bd

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) در صفت رطوبت حد ظرفیت زراعی (FC)، اثرات اصلی نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی هریک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل دوگانه نوع ماده آلی و مقدار ماده آلی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل دوگانه نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطح احتمال پنج درصد نیز معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه نوع ماده آلی و مقدار ماده آلی (شکل ۳) نشان داد بیشترین مقدار FC (FC= ۲۷/۵۲ %) در تیمار ۵٪ وزنی پرمرغ و کمترین آن (FC=۲۴/۰۸%) در تیمارهای بدون مصرف مواد آلی (شاهد) بود. این نتیجه نشانگر اثر مثبت مصرف پر مرغ بر روی افزایش FC است. مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی (شکل ۴) نشان داد که بیشترین مقدار FC (FC= ۲۶/۱۴%) در تیمار پرمرغ در سطوح رطوبتی ۰/۹FC و ۰/۷ FC بود که نشان‌دهنده این است که ماده آلی پر مرغ در سطوح بالای رطوبتی تأثیر بیشتری بر روی

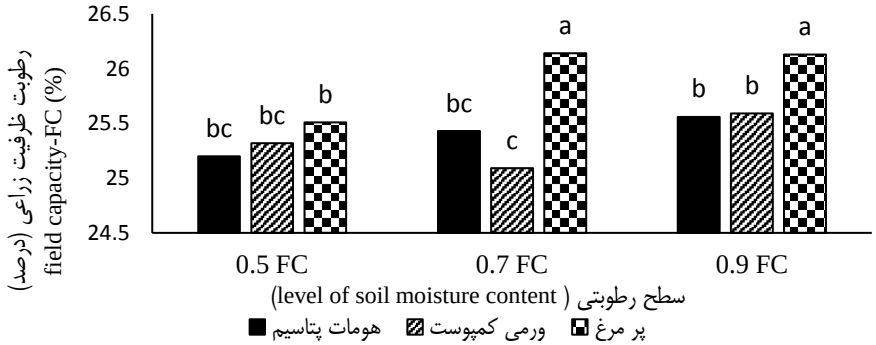
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل دوجانبه (نوع ماده آلی × مقدار ماده آلی) بر FC خاک

Figure 3- Mean comparison of interaction effect of the type of organic matter and the level of organic matter weight on FC



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل دوجانبه (نوع ماده آلی × سطوح رطوبتی) بر FC خاک

Figure 4- Mean comparison of interaction effect of the type of organic matter and the level of soil moisture content on FC

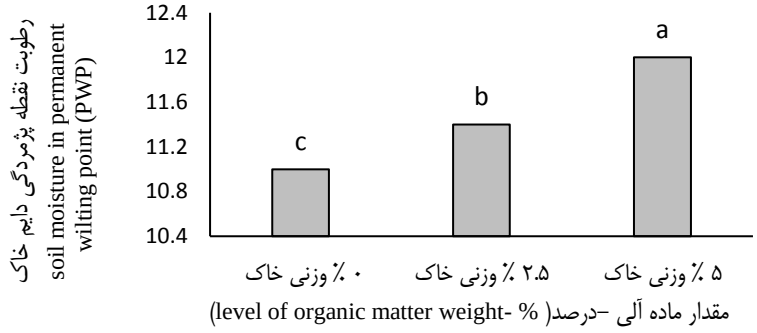
افزایش FC خاک دارد. همانطور که در بخش قبلی توضیح داده شد، پر مرغ بعلت ساختار کراتینه خود، مانند اسفنج عمل کرده و موجب افزایش تخلخل خاک و در نتیجه جذب رطوبت بیشتر، در نتیجه موجب افزایش ظرفیت زراعی (FC) خاک می‌گردد (۳۴). براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) برای صفت رطوبت نقطه پژمردگی دائم خاک (PWP)، تنها اثر اصلی مقدار ماده آلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین (شکل ۵) اثر مقدار ماده آلی نشان داد بیشترین مقدار PWP در سطح ۵ درصد ماده آلی و کمترین مقدار آن در سطح صفر درصد بود. این نتیجه حاکی از آنست که با افزایش میزان ماده آلی، PWP خاک افزایش یافت. در واقع با افزایش میزان ماده آلی در خاک، خاکدانه سازی و در پی آن تخلخل خاک افزایش یافته و در نتیجه میزان PWP خاک افزایش می‌یابد. همانطور که از نتایج جدول تجزیه واریانس بدست می‌آید، نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی تأثیری بر روی PWP خاک نداشت.

امرسون (۱۵) در تحقیقی نتیجه گرفت که با افزایش میزان ماده آلی، مقدار رطوبت در نقطه FC و PWP افزایش می‌یابد. بایور و بلک (۹) و بویوکاس (۱۱) نیز گزارش نمودند که افزایش رطوبت FC و PWP در اثر افزودن مواد آلی، در خاک‌های درشت‌بافت بیشتر از خاک‌های ریزبافت می‌باشد.

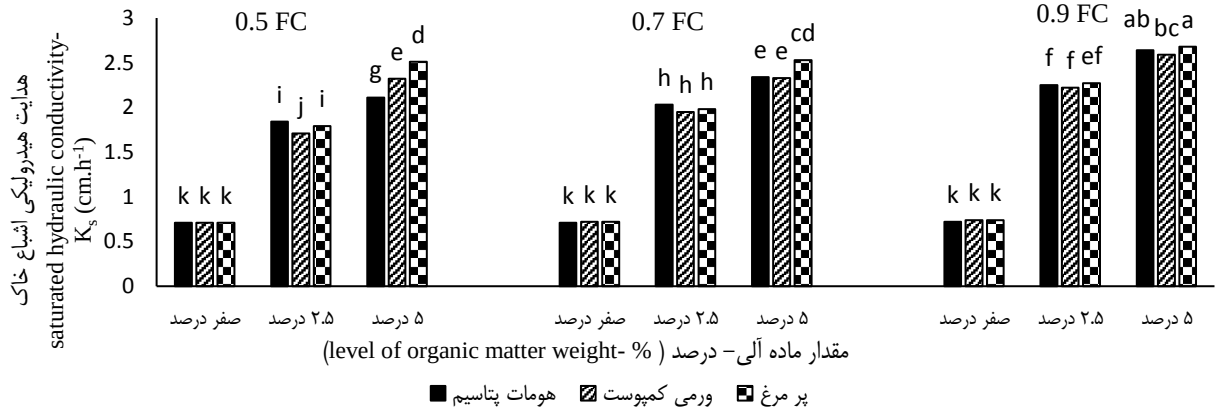
براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) برای صفت هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K_s)، اثرات اصلی نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی هر یک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل دوگانه نوع ماده آلی با مقدار ماده آلی، مقدار ماده آلی با سطوح رطوبتی هر یک در سطح احتمال یک درصد و نوع ماده آلی با سطوح رطوبتی در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل سه‌گانه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر اصلی مقدار ماده آلی بر رطوبت نقطه پژمردگی خاک
Figure 5-Mean comparison of main effect of the level of organic matter weight on PWP

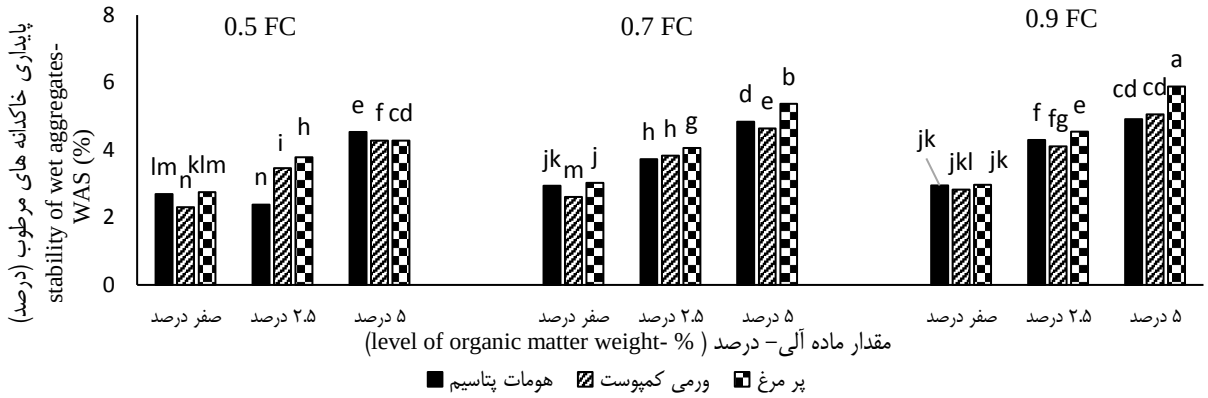


شکل ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K_s)
Figure 6- Mean comparison of interactive effect of the type of organic matter, the level of organic matter weight and the level of soil moisture content on soil saturated hydraulic conductivity (K_s)

مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی (شکل ۶) نشان داد که بیشترین مقدار K_s، در تیمارهای ۵ درصد وزنی پرمرغ و هومات پتاسیم هرکدام در سطح رطوبتی ۰/۹ FC (۲/۶۸ cm.h^{-1} و ۲/۶۴ به ترتیب) و کمترین مقادیر آن (۰/۷۱ cm.h^{-1}) در تیمارهای بدون مصرف مواد آلی (صفر درصد وزنی) در تمام سطوح رطوبتی بود. بنابراین نتایج نشانگر تأثیر مثبت پرمرغ و هومات پتاسیم با درصد وزنی بالا و سطح رطوبتی ۰/۹ FC بر روی افزایش K_s خاک است. پر مرغ به دلیل بافت کراتینه و فیبری که دارد، موجب ایجاد منافذ درشت، افزایش تخلخل و کاهش تراکم خاک گردیده، در نتیجه هدایت هیدرولیکی افزایش می‌یابد. هومات پتاسیم نیز به دلیل خاصیت چسبندگی که دارد، با اتصال ذرات خاک و افزایش خاکدانه‌سازی و به تبع آن بهبود ساختمان خاک، موجب افزایش K_s گردیده است. سرباز رشید و همکاران (۳۲) نیز تأثیر مثبت پرمرغ و هومات پتاسیم بر روی افزایش K_s خاک را گزارش نمودند. محققین مختلف افزایش K_s خاک را در اثر اضافه کردن کودهای دامی گزارش کرده‌اند (۳۶، ۴ و ۳۲). براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) برای صفت پایداری مرطوب خاکدانه‌ها (WAS) اثرات اصلی و متقابل تمام تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی (شکل ۷) نشان داد بیشترین مقدار WAS در تیمار ۵ درصد وزنی پرمرغ در سطح رطوبتی ۰/۹ FC و کمترین آن در تیمارهای بدون مصرف ماده آلی در تمام سطوح رطوبتی بود. این نتیجه بیانگر آنست که با افزایش میزان مصرف ماده آلی و همچنین افزایش سطح رطوبتی، درصد پایداری خاکدانه‌ها در هر سه نوع ماده آلی افزایش یافته است، که در ماده آلی پرمرغ این افزایش بیشتر بوده است. این مسئله را می‌توان به افزایش تخلخل در اثر استفاده از ماده آلی پرمرغ و حرکت مطلوب آب و هوا در خاک نسبت داد. افزایش معنی‌دار پایداری خاکدانه‌های مرطوب در اثر اضافه کردن مواد آلی به خاک توسط محققین مختلف (۲۷، ۳۸ و ۲۸) گزارش شده است، اما در این راستا نوع خاک، نوع ماده آلی، عوامل پیوندی و ... نیز تأثیرگذار است (۲۸).

www.SID.ir

Archive of SID

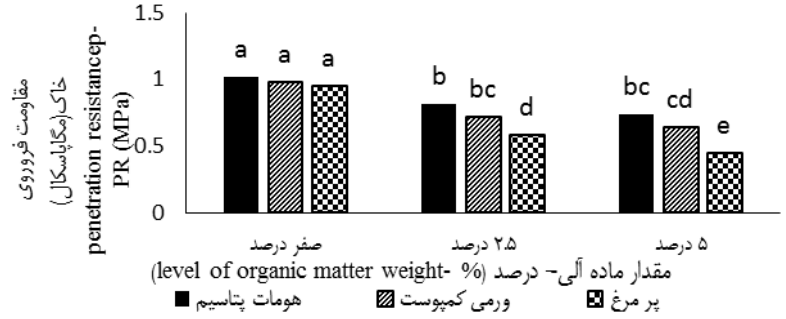


شکل ۷- مقایسه میانگین اثر سه جانبه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی بر WAS

Figure 7- Mean comparison of interactive effect of the type of organic matter, the level of organic matter weight and the level of soil moisture content on stability of wet aggregates (WAS)

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) برای صفت مقاومت فروروی خاک (PR) اثرات اصلی نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل دوگانه نوع و مقدار ماده آلی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه نوع و مقدار ماده آلی (شکل ۸) بر روی PR خاک نشان داد که تیمارهای بدون مصرف ماده آلی بیشترین مقاومت را در مقابل فروروی نشان داده و تیمار ۵ درصد وزنی پرمرغ کمترین مقاومت را در مقابل فروروی داشته است، که نشانگر تأثیر مثبت استفاده از مواد آلی بخصوص پرمرغ بر کاهش مقدار PR خاک است. پرمرغ بعلت کراتینه بودن و ایجاد تخلخل در خاک، موجب بهبود خواص مکانیکی خاک، من‌جمله کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک و به تبع آن کاهش مقاومت در برابر نفوذسنج می‌گردد (۳۴). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی (شکل ۹) نشان داد که کمترین PR خاک در تیمار رطوبتی ۰/۹ FC بوده است، که نشانگر تأثیر مثبت آبیاری سبک با تعداد دفعات بیشتر آبیاری بر کاهش PR خاک است. نگهداری رطوبت مزرعه نزدیک به FC باعث افزایش فعالیت میکروبی و در نتیجه افزایش کارآیی ماده آلی در افزایش تهویه و خاکدانه‌سازی و در نتیجه افزایش حالت الاستیسیته خاک و کاهش مقاومت فروروی آن می گردد. تأثیر مثبت افزودن مواد آلی در کاهش مقاومت فروروی خاک توسط محققین مختلف (۱ و ۲۹) گزارش شده است. اما این تأثیر بویژه در خاک‌های رسی که عملیات کشاورزی در آن‌ها در رطوبت-های زیاد و کم مشکل است، باعث سهولت مدیریت خاک می‌گردد (۲۹).

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) در خصوص شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (S_i) اثر متقابل نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی و اثر اصلی مقدار ماده آلی هریک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی (شکل ۱۰) نشان داد که با افزایش سطوح رطوبتی، مقادیر قدر مطلق S_i (اعداد شیب منحنی رطوبتی منفی می باشد، جهت رسم نمودار از مقادیر قدر مطلق استفاده شده است) افزایش می‌یابد، در واقع مقادیر S_i کاهش یافته است.

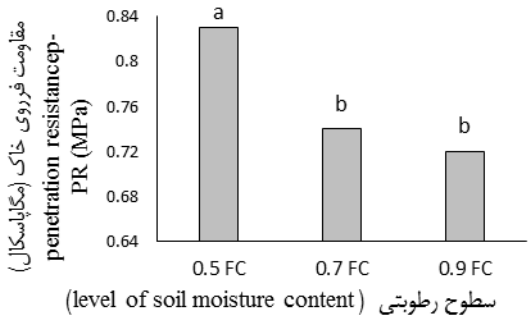


شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل دو جانبه نوع ماده آلی و مقدار ماده آلی بر شاخص PR خاک

Figure 8- Mean comparison of interaction effect of the type of organic matter and the level of organic matter weight on PR

www.SID.ir

Archive of SID

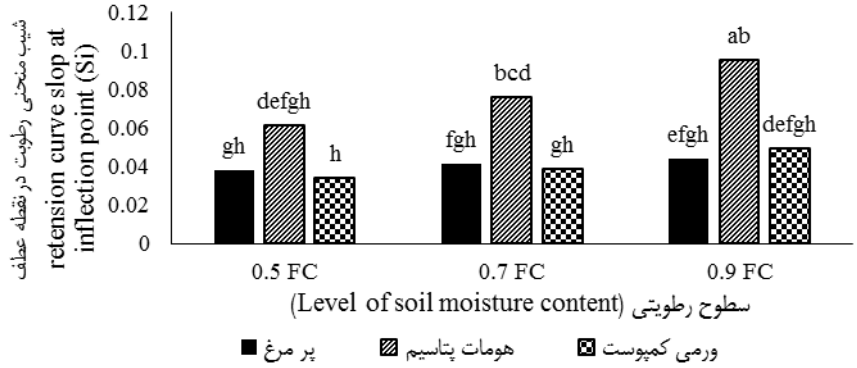


شکل ۹- مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی بر شاخص PR خاک

Figure 9- Mean comparison of main effect of the level of soil moisture content on PR

از طرفی در ماده آلی هومات پتاسیم، این تغییرات بیشتر به چشم می‌آید. هومات پتاسیم بعلت افزایش پایداری خاکدانه‌ها و بهبود ساختمان خاک موجب کاهش مقادیر S_i شده است. مقایسه میانگین اثر اصلی مقدار ماده آلی (شکل ۱۱) نشان داد که با افزایش مقدار ماده آلی، میزان S_i کاهش می یابد. لازم به ذکر است که هر چه S_i خاکی کمتر باشد، آن خاک از لحاظ فیزیکی در شرایط بهتری قرار دارد. مقادیر میانگین S_i بدست آمده از ۲۷ تیمار مورد آزمایش در محدوده ۰/۰۳۴ تا ۰/۱۱۴۵ بود که بر اساس طبقه‌بندی دکستر (۱۳) که کلاس‌های S_i< ۰/۰۲ خیلی ضعیف، S_i بین۰/۰۲ تا ۰/۰۳۵ ضعیف و S_i> ۰/۰۳۵ خوب را برای شاخص کیفیت فیزیکی خاک‌ها پیشنهاد کرد، خاک مورد آزمایش پس از اعمال تیمارها (اضافه کردن مواد آلی) در محدوده کلاس خوب قرار گرفته است. امامی و همکاران (۱۴) نتیجه گرفتند که بین S_i با بعضی از ویژگی‌های زود یافت خاک مانند درصد ماده آلی، کربنات کلسیم معادل، درصد رطوبت اشباع و درصد سیلت در خاک‌های غیر شور، شور و شور سدیمی همبستگی معنی‌دار مثبت و بین S_i با نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد شن و وزن مخصوص ظاهری همبستگی معنی‌دار منفی وجود دارد. در واقع با افزایش جرم مخصوص ظاهری میزان تخلخل میکرو و بافتی افزایش یافته و در نتیجه S_i کاهش می‌یابد.

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) برای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) اثر اصلی مقدار ماده آلی در سطح احتمال ۵ درصد، اثر دوگانه نوع ماده آلی و مقدار ماده آلی در سطح احتمال ۵ درصد، اثر دوگانه نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطح احتمال ۱ درصد و اثر سه‌گانه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر سه‌گانه نشان داد که بیشترین مقدار MWD در تیمار شاهد هومات پتاسیم و رطوبت ۰/۵FC و کمترین مقدار آن در تیمار پر مرغ ۵ درصد وزنی و رطوبت ۰/۵FC حاصل شد. بر خلاف انتظار با افزایش میزان مصرف ماده آلی، MWD کاهش یافته است. مواد آلی با اتصال ذرات خاک و خاکدانه‌سازی، خاکدانه‌های بزرگتری را تشکیل داده و این امر موجب افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها می‌گردد (۲۵). لی و شائو (۲۴) در تحقیقی نشان دادند که استفاده از کودهای حیوانی به طور معنی‌داری، MWD را افزایش می‌دهد، اما استفاده از بقایای گیاهی در ابتدا باعث کاهش MWD گردید، اما با گذشت زمان MWD افزایش یافت. در این تحقیق نیز به علت اینکه پس از چند ماه اضافه کردن مواد آلی به خاک، تأثیر آن‌ها بر روی خاک بررسی شده است، این نتیجه حاصل گردیده است.

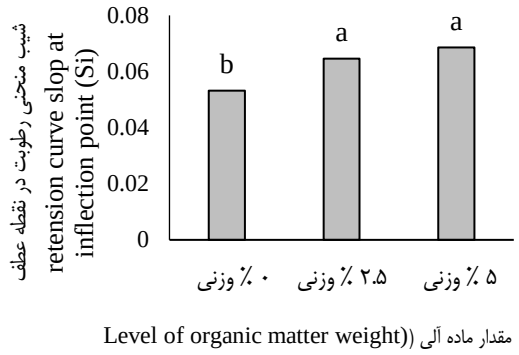


شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی بر روی S_i

Figure 10- Mean comparison of interaction effect of the type of organic matter and the level of soil moisture content on S_i

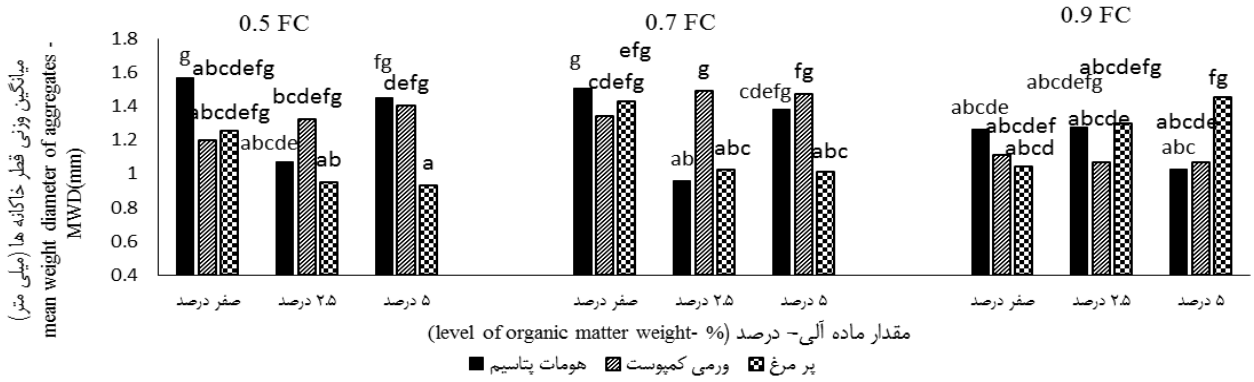
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر اصلی مقدار ماده آلی بر روی S_i

Figure 11- Mean comparison of main effect of the Level of ograinc matter weight on S_i



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه جانبه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی خاک برروی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)

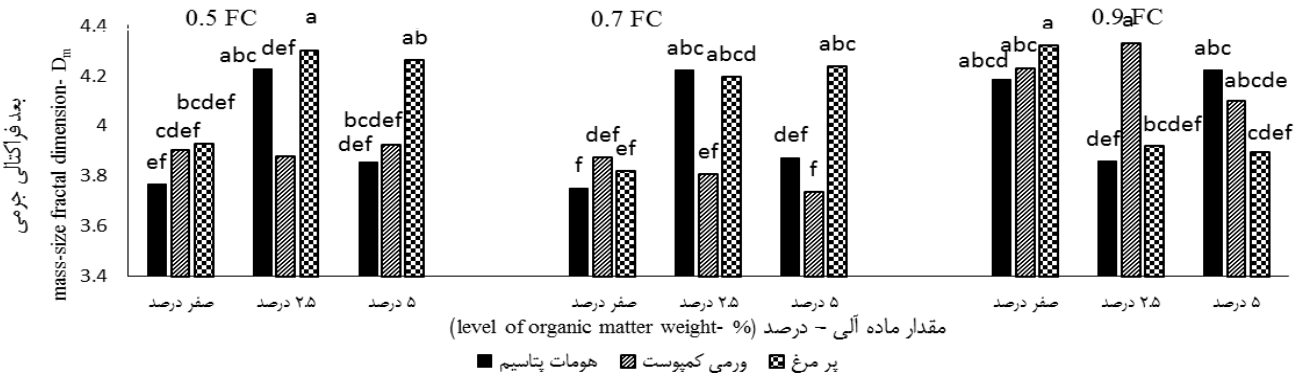
Figure 12- Mean comparison of interactive effect of the type of organic matter, the level of organic matter weight and the level of soil moisture content on MWD

در واقع مواد آلی فرصت کافی برای تجزیه و تأثیرگذاری بر روی خاکدانه‌های خاک را نداشته‌اند. از طرفی همانطور که گفته شد پرمرغ به علت ساختار کراتینه خود، دارای پایداری حرارتی بالا و مقاوم در برابر تخریب‌های فیزیکی- شیمیایی محیط می‌باشد، در نتیجه تأثیر آن بر روی خاک نیازمند زمان طولانی‌تر می‌باشد. ایمبوفه و همکاران (۱۸ و ۱۹) گزارش نمودند که کاربرد هومات پتاسیم باعث بهبودی پایداری خاکدانه‌ها گردیده و MWD را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد.

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) برای صفت بعد فراکتالی جرمی (D_m) اثرات اصلی نوع ماده آلی در سطح احتمال پنج درصد، سطوح رطوبتی در سطح احتمال یک درصد و اثر دوگانه نوع ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطوح احتمال یک درصد، اثر مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطح احتمال یک درصد و اثر سه‌گانه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر سه‌گانه نشان داد که در رطوبت‌های پایین (۰/۵FC و ۰/۷FC) با افزایش درصد وزنی ماده آلی اضافه شده (بخصوص پرمرغ)، بر خلاف انتظار مقادیر D_m افزایش یافته است، اما در رطوبت‌های بالا (۰/۹FC) با افزایش درصد وزنی ماده آلی، مقادیر D_m کاهش یافته است. در واقع پر مرغ بعلت خاصیت کراتینه و دیر تجزیه‌پذیر بودن آن، جهت تأثیر بر روی خصوصیات فیزیکی خاک بخصوص خاکدانه‌ها، نیازمند زمان طولانی تر و رطوبت‌های نزدیک ظرفیت مزرعه‌ای می‌باشد. در مورد هومات پتاسیم، تقریباً در تمام سطوح رطوبتی و در ۲/۵ درصد وزنی ماده آلی، مقادیر D_m کاهش یافته است. لازم به یادآوری است که هرچه D_m کمتر باشد، پایداری خاکدانه‌ها بیشتر است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۳- مقایسه میانگین اثر سه جانبه نوع ماده آلی، مقدار ماده آلی و سطوح رطوبتی خاک بر روی بعد فراکتالی جرمی (Dm)

Figure 13- Mean comparison of interactive effect of the type of organic matter, the level of organic matter weight and the level of soil moisture content on Dm

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تأثیر سه نوع ماده اصلاحی از جمله پر مرغ، ورمی‌کمپوست و هومات پتاسیم بر روی خصوصیات فیزیکی خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد مصرف مواد آلی موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک (۸۹٪)، افزایش حد رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک (۸۷٪ ، ۹۱٪)، افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و افزایش پایداری خاکدانه‌های مرطوب (۳/۷ و ۲/۵ برابر) گردید. بعبارت دیگر موجب بهبود شرایط فیزیکی خاک گردیده است. با افزایش سطوح رطوبتی و مقدار ماده آلی اضافه شده، میزان S_i کاهش یافت. (۱۰۱٪) از بین مواد آلی مصرفی، هوامت پتاسیم تأثیر بیشتری بر روی کاهش S_i داشت. مقاومت فروروی خاک نیز با افزایش سطوح رطوبتی کاهش یافت. بر خلاف تصور با افزایش میزان مصرف ماده آلی، MWD کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که در رطوبت‌های پایین، بر خلاف انتظار با افزایش ماده آلی اضافه شده، D_m افزایش یافته است، اما در رطوبت های بالا با افزایش ماده آلی، مقادیر D_m کاهش یافته است. بنابراین در زمان‌های طولانی‌تر و در رطوبت‌های بالا بایستی انتظار داشت تا اضافه کردن مواد آلی موجب بهبود پایداری خاکدانه‌ها گردد. با توجه به تأثیر مثبت مواد آلی بخصوص پرمرغ بر بسیاری از پارامترهای فیزیکی خاک، این ماده برای اصلاح و حاصلخیزی خاک منطقه پیشنهاد می‌گردد. برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌گردد که تأثیر پر مرغ، هومات پتاسیم و ورمی‌کمپوست بر روی خصوصیات شیمیایی خاک و همچنین در خاک‌هایی با بافت مختلف مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع

1- Aggelides S.M., and Londra P.A. 2000. Effects of compost produced from town wasted and sewage sludge on the physical properties of a loamy and clay soil. Bioresource Technology 71: 253-259.
2- Ajwa H.A., and Trout T.J. 2006. Polyacrylamid and water quality effects on infiltration in sandy loam soils. Soil Science Society. American Journal 70:643-650.
3- Allison F.E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevir. Newyork.
4- Arriaga F.J., and Lowery B. 2003. Soil physical properties and crop productivity of an eroded soil amended with cattle manure. Soil Science. Copyright @ by Lippincott Williams. Inc.0038-075X/03/16812:888-898.
5- ASAE standard S 313.2.1995. Soil cone penetrometer Agricultural Engineering Year Book. P 683.
6- Atiyeh R.M., Lee S., Edwards C.A., Aroncon N.Q., and Metzger J.D. 2002. The influence of humic acids derived from earth worm processed organic wastes on plant growth. Bioresour. Technol. 84: 7-14.
7- Azarmi R., Torabi M., and Didar R. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato field. African Journal of Biothecnology 7: 2397-2401.
8- Bagarllo V., and Sgroi A. 2007. Using the simplified falling head technique to detect temporal changes in field-saturated hydrolic conductivity at the surface of a sandy loam soil. Soil Tillage Research 44: 283-294.
9- Bauer A., and Bluck A.L. 1992. Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups. Soil Science. American Journal 56: 248-254

www.SID.ir

Archive of SID

10- Bird N.R.A., Perrier E., and Rieu M. 2000. The water retention function for a model of soil structure with pore and solid fractal distribution. Europ J Siol Sci. 51: 55-63.
11- Bouyoucos G.J. 1993. Effected of organic matter on waterholding capacity and the wilting point of mineral soils. Soil Science 47: 377-383.
12- Chaney K., and Swift R.S. 1986. Studies on aggregate stability: II. The effect on Humic substances on the stability of re-formed soil aggregates. Soil Science Journal 37: 337-343.
13- Dexter A.R. 2004. Soil physical quality. Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory, Geoderma, 120:227-239.
14- Emami H. 2009. Determination of some hydraulic and mechanical properties using Soil Physical Quality Index (Si), Ph.D. Thesis, Department of Soil Science, Agricultural Faculty, Tehran University, Iran. (In Persian)
15- Emerson W.W. 1995. Water retention, organic carbon and soil texture. Australian Journal of soil Research 17: 45-56.
16- Grandy A.S., Porter G., and Erich M.S. 2002. Organic amendment and rotation crop effects on three covery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. Soil Science Society of American Journal 66: 1311-1314.
17- Hajabbasi M.A., and Hemmet A. 2000. Tillage impact on aggregate stability and crop productivity in a clay loam soil in central Iran. Soil and Tillage Research 56: 205-212.
18- Imbufe A.U., Patti A.F., Surapaneni A., and. Jackson W.R. 2004. Effects of brown coal derived materials on pH and electrical conductivity of an acidic vineyard soil. http:// www. Regional. Org. au.
19- Imbufe A.U., Patti A.F., Burrow D., Jackson W.R., and Milner A.D. 2005. Effects of potassium Humate on aggregate stability of two soils from Victoria. Australian Journal. Geoderma 125: 321-330.
20- Kay B.D., and Van Den Baygaurt A.J. 2002. Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. Soil Tillage Research 66: 107-118.
21- Kemper W. D., and Chepil W.S. 1965. Size distribution of aggregates. Pp: 499-510. In Black CA (ed.) Methods of Soil Analysis. Part1, Physical and Mineralogical Properties. 1 st edition. ASA, Madison. WI.
22- Kemper W.D., and Rosenau R.C. 1986. Size distribution of aggregates. In: Klute, A. Ed, Method of soil Analysis. Part 1, (2 ed.). Agron. Monogr. Vol 9. ASA-SSSA. Madison. WI.PP: 425-442.
23- Krishnamoorthy R.V., and Vajranabhaiah S.N. 1986. Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promotor leves in the casts. Proceeding of the India Acrlemy of Sciences (Animal Science) 95: 341-351.
24- Li Y.Y., and Shao M.A. 2006. Change of soil physical properties under long-term natural vegetation restoration in the loess plateau of china. Arid Environments 64: 77-96.
25- Mamedov A.I., Beckmann S., Huang C., and Levy G.J. 2007. Aggregate stability as affected by polyacrylamid molecular weight, soil textureand water quality. SSSA J. 71(6): 1909-1918.
26- Mirzaee Talarposhti R., Kambodia J., Sabahi H., and Mahdavi Damgani A. 2009. Effect of organic fertilizers on physicochemical properties of soil and production of tomato dry matter. Iranian Journal of Agricultural Research 7(1): 257-267. (In Persian with English abstract)
27- Nyamangara J., Gotosa J., and Mpofu S.E. 2001. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbabwe. Soil Tillage Research 62: 157-162.
28- Neyshabouri M.R., Mirzajani M., and Oustan Sh. 2013. The effect of polyacrylamide and organic matter on three structural stability indexes in fine and medium soil texture with different wet and dry cycles, Journal of Water and Soil Science 22(4): 161-172. (In Persian with English abstract)
29- Ohu J.O., Ekwue E.I., and Folorunso D.A. 1994. The effect of addition of organic matter on the compaction of a vertisol from northern Nigeria. Soil Technolgy 7: 155-162.
30- Reynolds W.D., Elrick D.E. 1990. Ponded infiltration from a single ring. I. Analysis of steady flow. Soil Science Society American Journal 54: 1233-1241.
31- Safadoost A., Mosaddeghi M.R., Mahboobi A.A., Nouroozi A., and Asadian G. 2007. Effect of short-term tillage and manure on structural properties of soil. J.sci.and Tech. Agriculture and Natural Resource41: 91-100 (In Persian).
32- Sarbazrashid S., Dalalian M.R., and Darbandi S. 2014. Effect of potassium humate and feather with leaching on physical and chemical specifications of saline-sodic soils, M.Sc. Thesis. Department of Soil Science, Agriculture College of Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. (In Persian)
33- Sadegi S., Eslahi N., and Dadashian F. 2015. Recycling chicken feather fibers for the production of absorbent porous keratin foam. The 10th National Conference on Textile Industry of Iran, Isfahan, Faculty of Textile Engineering, Isfahan University of Technology (In Persian).
34- Schoenau J.J. 2006. Benefits of long-term application of manure. Advance in Pork Production 17: 153-158.
35- Sebahattin A., and Necdet C. 2005. Effects of different levels and application times of humic asid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.) Agronomy Journal 4: 130-133.
36- Shirani H., Hajabbasi M.A., Afyuni M., and Hemmat A. 2002. Effect of farmyard and tillage systems on soil

www.SID.ir

Archive of SID

physical properties and corn yield in central Iran. Soil Tillage Research. 68:101-108.
37- Sloan D.R., Kidder G., and Jacobs R.D. 2003. Poultry manure as a fertilizer. University of Floria Journal. Htt://edis.ifas.ufl.edu.
38- Tajik F., Rahimi H., and Pazira E. 2003. Effect of electrical conductivity and sodium adsorption ratio of water on aggregate stability in soils with different organic matter content. Journal Agriculture Science Technology 5: 67-75.
39- Tejada M., and Gonzalez J.L. 2006. Crushed cotton gincompost on soil biological properties and rice yield. Europ. Journal Agronomy 25: 22-29.
40- Tejada M., and Gonzalez J.L. 2007. Influence of organic amendments on soil structure and soil loss under simulated rain. Soil and Tillage Research 93: 197-205
41- Vance W.H., Tisdell J.M., and Mckenzie B.M. 1998. Residual effects of surface application of organic matter and calcium salts on the sub-soil of a red-brown earth. Australian Journal of Experimental Agriculture 38: 595-600.
42- Van Genuchten M.Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 892-898.
43- Walker D.J., and Bernal M.P. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. Biores. Thechnol. 99: 396-403.

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 3, Jul-Aug. 2019, p. 417-430

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۸، ص. ۴۳۰-۴۱۷

Investigating the Impact of Chicken Feather, Vermicompost and Potassium Humate on the Physical Properties of Soil

M.R. Dalalian[1*]- F. Zabihi[2]- A.S. Paknejad[3]- M. Khoshkhan[4]

Received: 09-06-2018
Accepted: 02-06-2019

Introduction: Destruction of soil structure and reduction of soil organic matter are major problems of cultivated soils which result from improper tillage operations, excessive consumption of chemical fertilizers and low consumption of organic and green fertilizers. One method for maintaining sustainable agriculture is to add organic and inorganic amenders. By producing resistant aggregates, organic matters improve soil structure and enhance soil permeability, FC moisture and water availability capacity. Furthermore, through enhancing organisms' activities, especially earthworms, organic matters improve soil hydraulic conductivity and reduce bulk density. Organic matters may be added to soil through different way, however, the effect of each one on the soil's physical properties is different. Chicken feather (CF) is readily available through henhouses and slaughterhouses, however, significant amounts of CF are destroyed by burning and burying them. Potassium Humate (PH) is a potassium salt from humic acid. Humic acid is extracted from various natural sources such as humus, peat, lignite and coal. Vermicompost (VC) is a compost which is produced by a non-thermal process. The impact of CF on different soil properties has not been studied yet. Accordingly, we investigated the impact of adding differing weight percentages of three types of amenders (PH, CF and VC) on the physical properties of soil under wheat cultivation at different moisture levels.

Materials and Methods: The experiment was conducted in factorial form based on randomized complete block design with 27 treatments in three replications. The first factor included the above-mentioned amenders; the second factor included three weight levels of these amenders (0%, 2.5% and 5%); the third factor included three moisture levels (0.5FC, 0.7FC and 0.9FC). The amenders were uniformly mixed with the soil up to the depth of 10 cm; then, wheat seeds were planted and moisture treatments were carried out during the growth period (from late April 2016 to September 2016). The soil moisture of the plots was controlled during the experiment period using the gravimetric method. For investigating the changes in the soil's physical properties, samples (disturbed and undisturbed) were taken from the plots before and after the experiment. The following physical parameters were measured: bulk density (BD), soil moisture in field capacity (FC), permanent wilting point (PWP), wet aggregate stability (WAS), saturated hydraulic conductivity (K_S), penetration resistance (PR), retention curve slope at inflection point (S_i), mean weight diameter of aggregates (MWD) and mass-size fractal dimension of aggregates (D_m). Statistical analysis was done by SPSS software and means were compared via Duncan test. Tables and graphs were generated by Excel software.

Results and Discussion: Variance analysis and means comparison indicated that using amenders reduced bulk density for 89%. Reduced bulk density was caused by high keratin (91%) in CF, high porosity and the production of coarse pores in soil. On the other hand, VC with many pores led to increased aggregation and reduced bulk density.

Results revealed that consuming CF increased soil moisture to field capacity (FC) (87%). CF had more significant impacts on increasing FC at high moisture levels. Thanks to its keratin structure, feather operates like a sponge which enhances soil porosity; hence, it absorbs more moisture and improves FC. Furthermore, results indicated that increasing the amounts of amenders led to increased soil moisture in PWP (91%). By increasing the amount of amenders in soil, aggregation and soil porosity increased which led to enhanced PWP.

Large amounts of CF, PH and soil moisture (0.9FC) resulted in 3.7 times enhancement of K_s. CF led to the production of large soil pores and reduced soil density which resulted in improved soil structure and increased K_s. Thanks to its adhesion properties, PH increased K_s.

Increasing the amount of amenders and the level of soil moisture in all three types of organic matters (especially CF) caused the 2.5 times enhancement of WAS.

The results revealed that increasing soil moisture and amenders led to reduced S_i (101%). Given all three types of amenders, PH had the highest impact on the reduction of S_i. Moreover, soil penetration resistance (PR) was reduced as a function of increasing the soil moisture level.

1, 2, 3 and 4- Assistant Professor and M.Sc. Graduated in Soil Science Department of Soil, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: mdalalian@iaut.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

Contrary to the expectation, MWD was reduced as a result of increasing amenders. Furthermore, it was found that, given little soil moisture, increasing the amount of amenders resulted in increased D_m; however, given high soil moisture, increasing the amount of amenders led to decreased D_m. Thus, it should be noted that adding amenders improved the stability of aggregates over long time periods and at high soil moisture levels.

Conclusion: One major strategy for improving soil physical and chemical properties is using modifiers, especially organic matters. In this study, we investigated the impact of chicken feather on physical properties of soil and compared its effect with those of potassium humate and vermicompost under different levels of soil moisture and wheat cultivation.

The results indicated that consuming amenders resulted in reduced Bd but increased FC, PWP, K_s and WAS. In other words, it improved physical properties of soil. Moreover, S_i decreased as a result of increasing soil moisture and organic matters. Among the three types of amenders, potassium humate had the highest impact on reducing S_i. PR was reduced as a function of increasing soil moisture. However, increasing organic matter led to decreased MWD. Furthermore, it was unexpectedly found that, given low soil moisture, D_m increased as a result of increasing the organic matters weight. Nevertheless, in high levels of soil moisture, D_m decreased as a function of increasing organic matter. Thanks to positive impacts of organic matters (especially CF which is cheaper and more accessible than other amenders) on soil's physical properties, they are highly recommended for soil improvement. Regarding future studies, investigation of the effect of these amenders on soil chemical properties under different soil textures is suggested.

Keywords: Amenders, Organic fertilizers, Soil moisture, Soil structure, Stability of aggregates

www.SID.ir