تاثیر نانو اکسیدآهن و کمپوست بر خصوصیات فیزیکی خاک تحت آبیاری با آب شور- سدیمی

عباس قدسی ، علی رضا آستارایی، حجت امامی[۱] *

کارشناسی ارشد خاکشناسی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

abbas.ghodsi@yahoo.com

دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

astaraei@um.ac.ir

استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

hemami@ um.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثرات نانو اکسید آهن و کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک در یک خاک شور-سدیمی، آزمایشی در قالب بلوک های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل در مقیاس مزرعه ای انجام شد. در این تحقیق از تیمارهای نانو اکسید آهن با دو سطح (صفر و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم) و کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی با دو سطح (صفر و ۱۵ تن در هکتار) هر کدام با سه تکرار استفاده شد. آب آبیاری دارای EC=۷/۱ dS/m و SAR=۱۵ می‌باشد. بعد از اعمال تیمارهای آزمایشی گیاه آفتاب گردان کشت و پس از برداشت گیاه سرعت نفوذ نهایی آب در خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه، جرم مخصوص ظاهری ، شاخص شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف آن، ظرفیت آب در دسترس گیاه و تخلخل تهویه ای اندازه‌گیری شد. کاربرد کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی موجب افزایش معنی‌دار تمامی پارامترهای فیزیکی مورد مطالعه به غیر از جرم مخصوص ظاهری در سطح پنج درصد گردید. همچنین کاربرد نانو اکسید آهن موجب افزایش معنی دار میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و شاخص شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف آن در سطح پنج درصد شد. کاربرد همزمان کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن موجب حداکثر افزایش در سرعت نفوذ نهایی، شاخص شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف آن، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری در سطح پنج درصد شد. با توجه به نتایج این پژوهش کاربرد همزمان کمپوست زباله شهری و اکسید آهن به علت فراهمی عناصر غذایی و بهبود ویژگی های فیزیکی خاک در شرایط شور-سدیمی توصیه می شود.

واژه های کلیدی: اصلاح کننده خاک، سرعت نفوذ، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها.

۱- آدرس نویسنده مسئول: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی گروه علوم خاک

* دریافت: مهر ۱۳۹۱ و پذیرش: آبان ۱۳۹۲

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سالهاست که عوامل مختلف از جمله کاربرد بیش از اندازه‌ی کودهای شیمیایی، شور و سدیمی شدن خاک‌ها، عدم مصرف کودهای آلی و تشکیل سخت لایه در اثر حرکت بی رویه ادوات در زمین‌های کشاورزی سبب تخریب ساختمان و کاهش کیفیت خاک‌های کشور شده است. همچنین وجود یون سدیم در خاک‌های شورسدیمی سبب پراکندگی ذرات رس و تخریب خاکدانه‌ها شده به طوری که ذرات رس بین منافذ خاک قرار گرفته و سبب مسدود شدن آنها می‌گردند.

نتیجه این فرایند کاهش کیفیت خاک می‌باشد. بروث و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از شاخص‌های مختلف، کیفیت خاک را به صورت کارایی خاک برای رشد گیاه بیان کردند. ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک که به منظور تعیین ثبات، کاهش یا افزایش کیفیت خاک به کار برده می‌شوند، شاخص‌های کیفیت خاک را تشکیل می‌دهند. جهت بررسی کیفیت فیزیکی خاک، شاخص‌های بسیار متنوعی به وسیله پژوهش‌گران مختلف در نظر گرفته شده است (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۸؛ سینگ و خرا، ۲۰۰۹).

رینولدز و همکاران (۲۰۰۸) از ویژگی‌های جرم مخصوص ظاهری، ظرفیت تهویه خاک، تخلخل درشت، درصد کربن آلی خاک، شاخص پایداری ساختمان خاک، میزان آب قابل استفاده گیاه، تخلخل کل و محتوای نسبی آب در نقطه ظرفیت مزرعه به عنوان پارامترهای شاخص کیفیت فیزیکی خاک استفاده کردند.

دکستر (۲۰۰۴) عنوان کرد که عمدتاً شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف یا شاخص S_{gi}، ناشی از تخلخل ساختمانی میکرو است و بنابراین بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی مهم خاک به طور مستقیم تحت تاثیر شاخص S_{gi} قرار می‌گیرند. بنابراین وجود منافذ ساختمانی و در نتیجه مقادیر S_{gi} بزرگ برای کیفیت خوب خاک ضروری هستند. ساختمان خاک یکی از مهمترین ویژگی های خاک است که تولید محصول را تحت تاثیر قرار می دهد زیرا تعیین کننده میزان نفوذ ریشه در خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک و میزان جابجایی آب و هوا در خاک می‌باشد.

پارامترهای کیفی متعددی در خاک از جمله جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، نفوذپذیری آب و هوا و ذخیره آب به شدت مرتبط با ساختمان خاک هستند (پاگلیای و همکاران، ۱۹۸۱؛ پاگلیای و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به اینکه کشور ما در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک قرار گرفته است کمبود ماده آلی در خاک به عنوان اصلاح کننده‌ی موثر خاک بیشتر از گذشته احساس می-شود. تحت این شرایط کاربرد اصلاح کننده‌های آلی جهت حفظ قوام و پایداری خاک ضروری می‌باشند.

یک راه حل مناسب استفاده از کودهای حیوانی و کود سبز می‌باشد ولی با این حال این منابع محدود بوده و جوابگوی نیاز خاک‌های کشاورزی کشور به کود آلی نیست از این رو استفاده از ضایعات آلی بخش‌های مختلف همانند کشاورزی، شهری و صنعت علاوه بر اینکه از لحاظ کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد کمک شایانی به افزایش ماده آلی در خاک خواهد کرد.

کاربرد ضایعات آلی در خاک مقدار کربن آلی خاک را افزایش می‌هد، افزایش کربن آلی خاک نیز منجر به افزایش خاکدانه‌سازی، کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش ظرفیت آب در دسترس گیاه و هدایت هیدرولیکی خاک می‌شود. دو اثر مهم کمپوست شامل بهبود ساختمان و نفوذپذیری آب درخاک می‌باشد، در نتیجه موجب افزایش آبشویی نمک، کاهش تبخیر سطحی و کاهش تجمع نمک در سطح خاک می‌شود و از سوی دیگر سبب آزادشدن دی اکسید کربن در طول تنفس و تجزیه میکروبی می‌گردد که منجر به افزایش حلالیت ترکیبات معدنی حاوی کلسیم و آزادسازی بیشتر یون کلسیم در خاک می‌شود (ملرو و همکاران، ۲۰۰۷).

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین ماده آلی اضافه شده به خاک سبب چسبندگی بیشتر ذرات خاک و در نتیجه افزایش پایداری خاکدانه در برابر آب، منافذ زیستی، گردش هوا در منافذ که جهت رشد گیاهان و میکرو ارگانیسم‌ها ضروری است می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است سطح ویژه بالای نانو ذرات سبب به وجود آمدن انرژی بسیار قوی سطحی بین ذرات می‌شود، لذا خاصیت هماوری بسیار بالایی دارند (ناندا و همکاران، ۲۰۰۳). از این خاصیت نانو ذرات می‌توان به عنوان عاملی پیونددهنده بین ذرات خاک و تشکیل خاکدانه استفاده کرد.

همچنین تحقیقات نشان داده است اکسید آهن به عنوان یکی از عوامل پیونددهنده ذرات خاک سبب هماوری ذرات خاک و افزایش پایداری خاکدانه می‌گردد (ایگوی و همکاران، ۱۹۹۵). هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی به عنوان یک اصلاح کننده آلی و نانواکسیدآهن به عنوان یک اصلاح کننده جدید بر خصوصیات فیزیکی خاک‌های شور-سدیمی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۸۹ در یکی از مزارع کشاورزی بخش قنوات شهرستان قم به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف پودر نانو اکسید آهن و کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی بر خصوصیات فیزیکی خاک تحت تاثیر آبیاری با آب شور-سدیمی بر روی گیاه آفتاب‌گردان انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی در دو سطح (صفر و ۱۵ تن در هکتار) و پودر نانو اکسید آهن در دو سطح (صفر و ۲۰ میلی گرم در کیلو گرم خاک) در کرت هایی به مساحت چهار متر مربع استفاده شد.

پودر اکسید آهن ضایعاتی از فرایند اسید شویی ورقه‌های فولاد حاصل می‌شود که ذرات قطری بین ۰/۰۲ تا ۰/۰۶ میلی‌متر دارند. این پودر توسط دستگاه آسیاب گلوله‌ای (Ball mill) به ذرات در مقیاس نانو (۲۵۰-۸۰ نانومتر) تبدیل گردید. کشت گیاه آفتاب گردان طبق عرف در خرداد ماه در دو ردیف و در هر کرت ۲۰ بوته (با تراکم ۵۰۰۰۰ بوته در هکتار) انجام شد. قبل از کاشت، از دو خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متری) و زیر سطحی (۶۰-۳۰ سانتی‌متری) به طور جداگانه نمونه برداری شد و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد و نتایج آن برای هر دو عمق در جدول (۱) ارائه شده است. همچنین از آب آبیاری مزرعه نمونه‌برداری شد و نتایج آن در جدول (۲) ارائه شده است.

بر اساس داده‌های جدول (۲) مشاهده می‌شود که آب آبیاری دارای EC=۷/۱ dS/m و SAR=۱۵ می‌باشد بنابراین آب آبیاری مورد استفاده شور- سدیمی می‌باشد. بعد از برداشت گیاه، سرعت نفوذ نهایی آب در خاک به روش استوانه تک حلقه بیرکن (لاساباتری و همکاران، ۲۰۰۶)، جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر (وایت، ۲۰۰۶) و میانگین وزنی قطر خاکدانه به روش الک تر اندازه‌گیری شدند (کمپر و روزنا، ۱۹۸۶). تخلخل تهویه‌ای، ظرفیت آب دسترس گیاه، جرم مخصوص ظاهری و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با استفاده از معادلات جدول (۳) محاسبه شدند.

جهت اندازه‌گیری S_{gi}، PAWC و AC از داده‌های منحنی رطوبتی استفاده شد. برای تهیه منحنی رطوبتی، مقادیر رطوبت در مکش‌های ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵ بار با استفاده ازدستگاه صفحات فشاری تعیین شد. همچنین مقدار رطوبت خاک در این هشت نقطه مکش خاک همراه با رطوبت اشباع خاک به عنوان مکش صفر، مجموعاً نه نقطه رطوبتی از نمونه‌های خاک به دست آمد. داده‌های منحنی رطوبتی در نرم‌افزار RETC (ون‌گنوختن و همکاران، ۱۹۹۰) با معادله منحنی رطوبتی وان‌گنوختن برازش داده شد، که شکل کلی این

Archive of SID

www.SID.ir

معادله به صورت زیر است (ون‌گنوختن و همکاران، ۱۹۸۰):

$$\theta = (\theta_s - \theta_r)[1+(\alpha h)^n]^{-m} + \theta_r \qquad (۱)$$

در این معادله θ رطوبت وزنی خاک، θ_s رطوبت وزنی اشباع خاک، θ_r رطوبت وزنی باقی‌مانده و $\alpha(hPa^{-1})$ عکس مکش در نقطه ورود هوا، h مکش رطوبتی خاک، m و n پارامترهای تجربی هستند، که $m = 1-(1/n)$ است. جهت تعیین شاخص S_{gi} از معادله (۲) استفاده شد (دکستر، ۲۰۰۴).

$$S_{gi} = \frac{d(\theta_i)}{d(\ln h_i)} = \left| -n(\theta_s - \theta_r)\left[1+\frac{1}{m}\right]^{-(m+1)} \right| \qquad (۲)$$

در این معادله θ_i و h_i به ترتیب رطوبت حجمی و مکش در نقطه‌ی عطف منحنی رطوبتی هستند. با برازش معادله (۱) به داده های آزمایشگاهی منحنی رطوبتی، مقادیر α, n, m و θ_r تعیین شد و سپس مقدار S_{gi}، از معادله (۲) به دست آمد (دکستر، ۲۰۰۴).

خاک آزمایشی دارای هدایت الکتریکی dS/m ۸/۶ pH معادل ۸/۲ و SAR معادل ۱۵/۴ بود. درنهایت آنالیز داده ها با نرم افزار SAS 9.1 و رسم نمودارها با استفاده از Excel صورت گرفت. میانگین دادها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۵٪ مقایسه شدند.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک سطحی و زیر سطحی قبل از کاشت

ویژگی‌های خاک	عمق خاک (cm)	
–	۰-۳۰	۳۰-۶۰
بافت	CL	CL
pH	۸/۲	۸/۲
EC (dS/m)	۸/۶	۹/۳
SAR	۱۵/۴	۱۶
OC (%)	۰/۸۱	۰/۶۵
Bd (gcm^{-3})	۱/۲۷	۱/۳۵

جدول ۲ـ نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

ویژگی‌های آب آبیاری	مقادیر
pH	۸/۰
EC (dS/m)	۷/۱
$CO_3^{=}$ (mmol/l)	–
HCO_3^{-} (mmol/l)	۴/۲
Cl^{-} (mmol/l)	۵۲/۴
$SO_4^{=}$ (mmol/l)	۳۱/۳
$Ca^{2+}+Mg^{2+}$ (mmol/l)	۳۴/۱
Na+ (mmol/l)	۶۰/۲
SAR	۱۵

جدول۳- تعاریف و حدود بهینه شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک

شاخص مورد نظر	تعریف	منبع
تخلخل تهویه‌ای (AC)	$AC = \theta_S(\psi = 0) - \theta_{FC}(\psi = -1m)$	وایت (۲۰۰۶)
ظرفیت آب در دسترس گیاه (PAWC)	$PAWC = \theta_{FC}(\psi = -1m) - \theta_{PWP}(\psi = -150m)$	وایت (۲۰۰۶)
جرم مخصوص ظاهری (BD)	$BD = M_S / V_b$	هاوو و همکاران (۲۰۰۸)
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (MWD)	$MWD = \sum_{i=1}^{n} X_i w_i$	کمپر و روزنا (۱۹۸۶)

Archive of SID

www.SID.ir

θ_S رطوبت اشباع خاک (m^3/m^3)، θ_{FC} رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه (m^3/m^3)، $\psi(m)$ مکش آب، θ_{PWP} رطوبت نقطه پژمردگی دائم خاک (m^3/m^3)، $M_s(mg)$ جرم خاک خشک شده در آون ، $V_b(m^{-3})$ حجم خاک دست نخورده است، w_i نسبت جرمی خاکدانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک، x_i قطر میانگین هر کلاس (mm) و n تعداد کلاس‌های اندازه خاکدانه ها در آزمایش الک تر.

نتایج و بحث

کاربرد ۱۵ تن در هکتار کمپوست گرانوله گوگردی سبب افزایش معنی‌دار پارامترهای فیزیکی مورد مطالعه شد، در حالی که جرم مخصوص ظاهری به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۵). هانی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند با کاربرد کمپوست زباله شهری به عنوان ماده اصلاحی در خاک، نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب در خاک به طور معنی داری افزایش ولی جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش داشت.

همچنین ونگ و یانگ (۲۰۰۳) کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک را در اثر کاربرد کمپوست در خاک گزارش کردند. از جمله شاخص‌های پایدرای ساختمان خاک شاخص S_{gi} می‌باشد که حدود بهینه آن برای خاک‌های زراعی $S_{gi} \geq 0.035$ است (دکستر، ۲۰۰۴). با کاربرد کمپوست زباله شهری گرانوله گوگردی به خاک نسبت منافذ ماکرو به میکرو و در نتیجه شیب منحنی رطوبتی در نقطه‌ی عطف یعنی شاخص S_{gi} افزایش یافته است.

جدول ۴ ـ تاثیر کمپوست گرانوله گوگردی بر پارامترهای فیزیکی خاک

کمپوست گرانوله گوگردی (ton/ha)	سرعت نفوذ نهایی (cm/hr)	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (mm)	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	شاخص S_{gi} -	ظرفیت آب قابل دسترس گیاه (m^3/m^3)	تخلخل تهویه‌ای (m^3/m^3)
صفر	۴/۳ b	۱/۸ b	۱/۲۷ a	۰/۰۷۳ b	۰/۱۷ b	۰/۱۹ b
۱۵	۹/۴ a	۳/۰ a	۱/۱۲ b	۰/۰۸۸ a	۰/۲۳ a	۰/۲۴ a

تفاوت اعداد با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

کاربرد ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نانو اکسید آهن موجب افزایش معنی‌دار میانگین وزنی قطر خاکدانه و شاخص S_{gi} شد در حالی که تاثیر قابل توجهی بر سایر پارامترهای فیزیکی اندازه‌گیری شده نداشت جدول (۶). کاتیون‌های چند ظرفیتی همانند Fe^{3+} و Al^{3+} می‌توانند از طریق تشکیل پل‌های کاتیونی بین ذرات خاک و تشکیل ترکیبات آلی فلزی سبب هماوری ذرات خاک و تشکیل خاکدانه و بهبود ساختمان خاک شوند (ایگوی و همکاران، ۱۹۹۵).بهبود ساختمان خاک حاصل بهبود پارامترهای کیفیت خاک است. نتیجه این فرآیند افزایش پایداری خاکدانه و سایر پارامترهای فیزیکی خاک است. جدا از اینکه اکسید آهن به عنوان عاملی پیوند دهنده بین ذرات خاک شناخته می‌شود احتمالاً نیروی قوی سطحی بین نانو ذرات موجب هماوری ذرات خاک شده است که در نتیجه، پایداری و تشکیل خاکدانه افزایش یافته است.

جدول ۵ـ تاثیر نانو اکسید آهن بر پارامترهای فیزیکی خاک

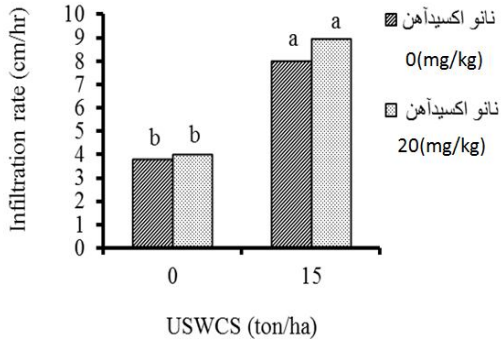
نانو اکسید آهن (mg/kg)	سرعت نفوذ نهایی (cm/hr)	میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	شاخص S_{gi} -	ظرفیت آب قابل دسترس گیاه (m^3/m^3)	تخلخل تهویه‌ای (m^3/m^3)
صفر	۵/۹ a	۲/۰b	۱/۲۷a	۰/۰۷۱b	۰/۱۹a	۰/۲۱a
۲۰	۶/۴ a	۲/۴a	۱/۱۹a	۰/۰۷۹a	۰/۲۰a	۰/۲۱a

تفاوت اعداد با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

Archive of SID

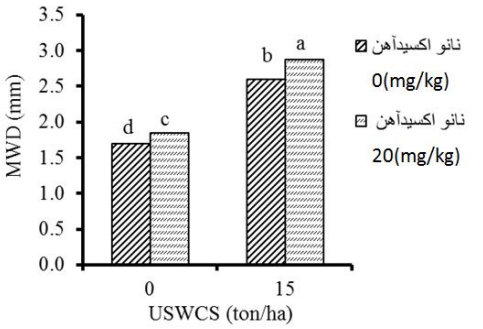
www.SID.ir

نتایج نشان دادکه کاربرد همزمان کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن سبب حداکثر افزایش در سرعت نفوذ نهایی و میانگین وزنی خاکدانه‌ها می‌شود (شکل ۱ و۲). بویل و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند



شکل ۱- اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن بر سرعت نفوذ نهایی خاک

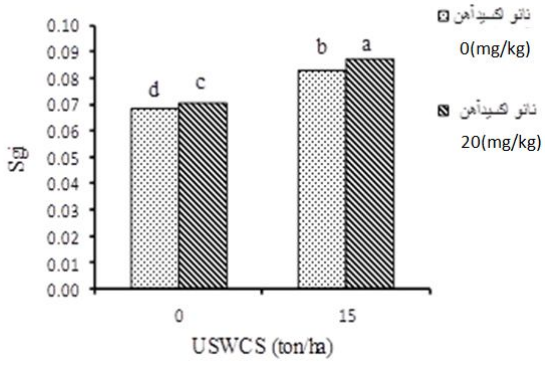
افزایش ماده آلی موجب پایداری خاکدانه‌ها، نفوذپذیری بهتر آب در خاک، تهویه بهتر و افزایش درصد خلل و فرج خاک می‌شود.



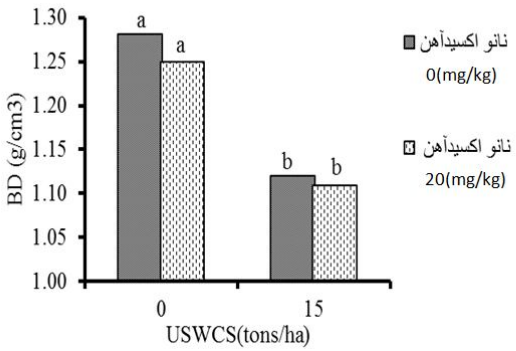
شکل ۲- اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن بر میانگین وزنی قطر خاکدانه

افزایش معنی‌دار در شاخص S_{gi} خاک با کاربرد همزمان کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن مشاهده شد شکل(۳). همچنین جرم مخصوص ظاهری خاک نیز با کاربرد همزمان کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن یک روند کاهشی نشان داد، اما معنی‌دار نشد شکل(۴). در واقع با کاربرد کمپوست گرانوله گوگردی در خاک که نتیجه آن بهبود ساختمان خاک و افزایش تخلخل ساختمانی و ماکرو می‌باشد، شاخص S_{gi} افزایش و جرم مخصوص ظاهری کاهش یافته است. در

تحقیق آگیلدس و همکاران (۲۰۰۰) روی تاثیر کمپوست زباله شهری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های لومی رسی مشخص شد که در اثر استفاده از کمپوست زباله شهری جرم مخصوص ظاهری به طور معنی‌داری کاهش و ظرفیت تبادل کاتیونی و نفوذپذیری خاک‌ها به طور معنی-داری افزایش یافت. آنها همچنین گزارش کردند اکسیده شدن کمتر و وزن مولکولی بیشتر اسید هومیک حاصل از تجزیه کمپوست موجب پایداری بیشتر خاکدانه‌ها می‌شود.



شکل ۳- اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن بر شاخص S_{gi}

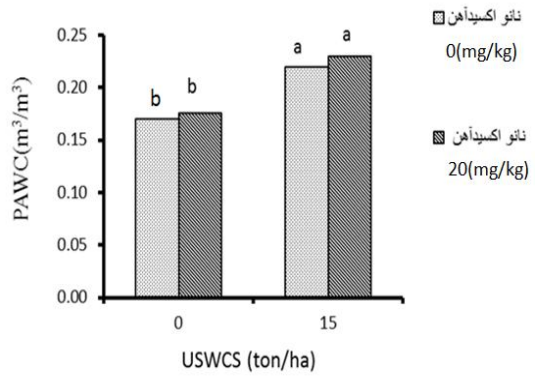


شکل ۴- اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن بر جرم مخصوص ظاهری

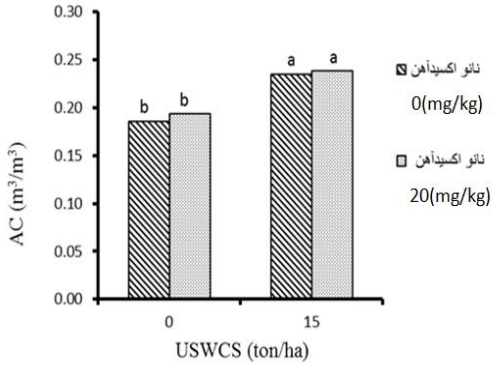
Archive of SID

www.SID.ir

اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن بر ظرفیت آب دسترس گیاه و تخلخل تهویه ای معنی‌دار نشد. با وجود افزایش قابل توجهی در این دو پارامتر نسبت به کاربرد جداگانه کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن مشاهده شد (شکل‌های ۵ و۶). آلبایک و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند با کاربرد کمپوست در خاک درصد منافذ درشت و در نتیجه تخلخل تهویه‌ای افزایش می‌یابد.



شکل ۵- اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن بر ظرفیت آب قابل دسترس خاک



شکل ۶- اثر متقابل کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسد آهن بر تخلخل تهویه‌ای

افزودن ماده آلی به خاک سبب تشکیل خاکدانه-ها شده و ظرفیت نگهداری رطوبت، هدایت هیدرولیکی، جرم مخصوص ظاهری، درجه تراکم، حاصلخیزی خاک و مقاومت در برابر فرسایش آبی وبادی را بهبود می‌بخشد (بای‌بوردی، ۱۳۷۲). قدیر و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند با افزودن ماده آلی به خاک آبشویی سدیم تسریع یافته و درصد سدیم تبادلی، هدایت الکتریکی خاک کاهش می‌یابد که موجب افزایش پایداری خاکدانه می شود.

هزینه‌ی انهدام کمتر، چرخه عناصر غذایی در خاک و جبران کاهش ماده آلی در خاک از جمله دلایل اصلی کاربرد کمپوست در کشاورزی است. کاربرد کمپوست زباله شهری در زمین‌های کشاورزی علاوه بر بهبود کیفیت شیمیایی و حاصلخیزی خاک می‌تواند در بهسازی خصوصیات فیزیکی خاک نیز اثرات مثبت زیادی داشته باشد. با توجه به شرایط حاضر و کمبود ماده آلی در خاک‌های شور- سدیمی کشور و با توجه به شرایط این خاک‌ها که کیفیت نامناسبی در نتیجه مدیریت رایج دارد، کاربرد مواد آلی در این خاکها نقش تعیین کننده‌ای در بهبود کیفیت خاک و افزایش حاصلخیزی آنها خواهد داشت. نتایج نشان داد کاربرد نانو اکسیدآهن به عنوان ماده اصلاحی جدید در این خاک‌ها که دارای شرایط فیزیکی نامطلوبی هستند، تاثیر بسزایی در بهبود شرایط فیزیکی این خاک‌ها دارد. با این وجود نحوه و نوع کاربرد آن نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در اثر استفاده از ۱۵ تن در هکتار کمپوست گرانوله گوگردی غیر از جرم مخصوص ظاهری سایر پارامترهای فیزیکی مورد مطالعه افزایش معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد داشتند. همچنین کاربرد ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نانو اکسید آهن فقط موجب افزایش معنی‌دار میانگین وزنی قطر خاکدانه و شاخص S_{gi} شد ($p < 0.05$). با کاربرد همزمان کمپوست گرانوله گوگردی و نانو اکسید آهن افزایش معنی‌دار درپارامترهای فیزیکی مورد مطالعه مشاهده شد و

Archive of SID

www.SID.ir

تنها جرم مخصوص ظاهری نسبت به شاهد کاهش معنی-داری در سطح پنج درصد نشان داد. کاربرد کمپوست زباله شهری در زمین‌های کشاورزی علاوه بر بهبود کیفیت شیمیایی و حاصلخیزی خاک می‌تواند در بهسازی خصوصیات فیزیکی خاک نیز اثرات مثبت زیادی داشته باشد. با توجه به شرایط حاضر و کمبود ماده آلی در خاک های شور- سدیمی کشور و با توجه به شرایط این خاک ها که کیفیت نامناسبی در نتیجه مدیریت رایج دارد، کاربرد مواد آلی در این خاکها نقش تعیین کننده‌ای در بهبود کیفیت خاک و افزایش حاصلخیزی آنها خواهد داشت. نتایج نشان داد کاربرد نانو اکسیدآهن به عنوان ماده اصلاحی جدید در این خاک‌ها که دارای شرایط فیزیکی نامطلوبی هستند، تاثیر بسزایی در بهبود شرایط فیزیکی این خاک‌ها دارد. با این وجود نحوه و نوع کاربرد آن نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه دارد.

فهرست منابع

۱. بای‌بوردی، م. ۱۳۷۲. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ویرایش پنجم. ۶۷۱ صفحه. تهران، ایران.

2. Aggelides, S.M., and Londra, P.A. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technology*. 71: 253-259.

3.Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., and Ingelmo, F. 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of diferent amendments to a horticultural soil. *Bioresource Technology*. 76: 125-129.

4. Boyle, M., Frankenberger, W.T., and Stolzy, L.H. 1989. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. *Journal of production agriculture*. 2:290–299.

5. Brus, D.J., Lame, F.P.J., and Nieuwenhuis, R.H. 2009. National baseline survey of soil quality in the Netherlands. *Environmental Pollution*. 30:1–10.

6. Dexter, A.R. 2004. Soil physical quality, Part III: Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. *Geoderma*. 120: 227–239.

7.Hanay, A., Biiyiiksonmez, F., Kiziloglu, F.M., and Canbolat, T.M.Y. 2004. Reclamation of Saline-Sodic Soils with Gypsum and MSW Compost. Compost Science and Utilization. 12 (2):175-179.

8.Hao, X., Ball B.C., Culley, J.L.B., Carter, M.R., and Parkin, G.W. 2008. Soil density and porosity, In: Carter, M.R., Gregorich, E.G. (Eds.), Soil Sampling and Methods of Analysis, 2nd edition. Canadian Society of Soil Science. Taylor and Francis, LLC, Boca Raton, FL, pp. 743–759.

9.Igwe, C.A., Akamigbo, F.O.R., and Mbagwu, J.S.C. 1995. Physical properties of soils of southeastern Nigeria and the role of some aggregating agents in their stability. *Soil Science*. 160:431–441.

10. Kemper, W.D., and Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part 1, 2nd Ed. American Society of Agronomy, Soil Science Society of American, Madison, WI: 425 – 442.

11. Lassabatère, L., Angulo-Jaramillo, R., Soria Ugalde, J.M., Cuenca, R., Braud, I. and Haverkamp, R. 2006. Beerkan Estimation of Soil Transfer parameters through infiltration experiments - BEST. *Soil Science Society of America Journal*. 70: 521-532.

12. Melero, S., Madejon, E., Ruiz, J.C., and Herencia. J.F. 2007. Chemical and biochemical properties of a clay soil under dryland agriculture system as affected by organic fertilization. *European Journal of Agronomy*. 26:327–334.

13. Nanda, K. K., Maisels, A., Kruis, F. E., Fissan, H., and Stappert, S. 2003. Higher Surface Energy of Free Nanoparticles. *Physics Review Literature*. 91:102-106.

Archive of SID

www.SID.ir

14. Pagliai, M., Guidi, G., LamaRca, M., Giachetti, M., and LuCamante, G. 1981. Effects of sewage sludge's and composts on soil porosity and aggregation. *Journal of Environmental Quality*. 10: 556- 561
15. Pagliai, M., VignOzzi, N., and Pell Egrini, S. 2004. Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research*. 79:131-143
16. Qadir, M., Ghafoor, A., and Murtaza, G. 2001.Use of saline–sodic waters through phytoremediation of calcareous saline–sodic soils. Agricultural Water Manage. 50:197–210.
17. Reynolds, W.D., Drury, C.F., Yang, X.M., and Tan. C.S. 2008. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. *Geoderma*. 146:466–474.
18. Singh, M. J., and Khera, K. L. 2009. Physical Indicators of Soil Quality in Relation to Soil Erodibility Under Different Land Uses *Arid Land Research and Management*. 23:152–167.
19. Van Genuchten, M.Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of American Journal*. 44:892–898.
20. Van Genuchten, M.Th., Leij, F.J. and Yates, S.R. 1990. The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of the Unsaturated Soils. Research. Report. 6002-91065. USEPA, Ada, OK.
21. Wang, M.C., and Yang, C.H. 2003. Type of fertilizer applied to a paddy–upland rotation affects selected soil quality attributes. *Geoderma*. (1-2): 93-108.
22. White, R.E. 2006. Principles and Practice of Soil Science, 4th edition. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

Archive of SID

www.SID.ir