تاثیر بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر کربن آلی و حدود خمیرایی خاک

هدیه بهنام [۱]، احمد فرخیان فیروزی [۲] و عبدالامیر معزی [۳]
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲ - استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳ - دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
اغلب خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک حاوی کم تر از ۱ درصد ماده آلی هستند، در حالی که مواد آلی برای افزایش کیفیت خاک سودمند می‌باشند. کاربرد بیوچار و کمپوست می‌تواند به ارتقاء کیفیت خاک کمک کند. در این تحقیق اثر کاربرد سطوح صفر، ۲%، ۴% و ۶% (وزنی/ وزنی) بیوچار و صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ (تن در هکتار) کمپوست باگاس نیشکر بر حدود خمیرایی و کربن آلی بررسی شد. حدود خمیرایی با افزایش سطوح مواد آلی افزایش یافت اما این افزایش در شاخص خمیرایی به جز تیمار ۶% بیوچار تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش سطوح بیوچار و کمپوست میزان کربن آلی افزایش یافت.
واژه‌های کلیدی: بیوچار، کمپوست، حدود خمیرایی، کربن آلی

مقدمه
اغلب خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک حاوی کمتر از ۱ درصد ماده آلی هستند، ماده آلی اثرات مفیدی در حفاظت خاک، پایداری خاکدانه ها، بهبود خواص فیزیکی خاک و بالطبع رشد گیاه و تولید محصول دارد (کرمی و همکاران، ۲۰۱۲). خواص فیزیکی خاک مانند ترکیب بافت، توزیع اندازه ذرات و پویایی خاکدانه های درشت و ریز از عوامل مهم برای کیفیت کلی خاک به شمار می رود (ریکاردو و همکاران، ۲۰۱۳).
مقدار کربن آلی خاک، از جمله شاخص‌های کیفیت خاک محسوب می‌شود. یکی از روش‌های افزایش کیفیت خاک استفاده از اصلاح کننده‌های مناسب و مقرون به صرفه است. عمده‌ترین منابع تامین کننده مواد آلی و اصلاحگرها عبارتند از فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب‌ها و کمپوست زباله‌های شهری که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک و کاهش مشکلات زیست محیطی در کشاورزی پایدار بسیار مورد توجه قرار گرفته است (سیهانگ و همکاران، ۱۹۹۷). در واقع افزودن ماده آلی و بالطبع افزایش کربن آلی خاک، خصوصیات فیزیکی خاک از جمله کاهش وزن مخصوص ظاهری، افزایش نگهداشت آب (اعظم و همکاران، ۱۹۹۷)، بهبود ساختمان خاک، هدایت هیدرولیکی و همچنین تهویه خاک (شنگ و همکاران، ۲۰۱۴) و پایایی خاک (رینولد و همکاران، ۲۰۰۰) را تحت تاثیر قرار می‌دهد.
پایایی خاک در واقع مقاومت خاک در برابر نیرویی است که تمایل به تغییر شکل در طیف وسیعی از رطوبت را نشان می‌دهد. حدود خمیرایی یکی از ویژگی‌های پایایی خاک است که دراین حالت، خاک چسبنده است و در واقع نشان دهنده توانایی تغییر شکل خاک در اثر فشار وارد شده و حفظ شکل جدید پس از برداشته شدن فشار است (لال و همکاران، ۲۰۰۴).
آتربرگ شاخصی برای تعیین حدود خمیرایی می‌باشد (بایبوردی، ۱۳۸۸). شاخص خمیرایی [۱۳](PI) تفاوت بین حد بالای خمیرایی (UPL)[۱۴] و حد پایین خمیرایی (LPL)[۱۵] می‌باشد.
در تخمین حدود پایایی خاک در ۳۷ نمونه از خاک منتخب از منطقه‌ای در کرج با استفاده از توابع انتقالی، مشخص شد که شاخص خمیرایی با متغیرهایی نظیر کربن آلی خاک، درصد رس و چگالی ظاهری خاک همبستگی معنی‌داری دارد (میرخانی و همکاران، ۱۳۸۶). به نظر می‌رسد استفاده از بیوچار و کمپوست تهیه شده از باگاس نیشکر می‌تواند مشکل دفع این ماده (باگاس نیشکر) از مزارع نیشکر را مرتفع سازد و به عنوان مواد آلی ارزشمند برای ارتقاء کیفیت خاک مورد استفاده قرار گیرد. از طرف دیگر مطالعات اندکی درمورد کاربرد این دو نوع ماده آلی بر خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل حدود خمیرایی خاک صورت گرفته است. از این رو هدف از این تحقیق بررسی تاثیر کاربرد بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر روی کربن آلی و حدود خمیرایی خاک (حد بالای خمیرایی، حد پایین خمیرایی و شاخص خمیرایی) می‌باشد.

[۱۳] Plasticity index
[۱۴] Upper plasticity limits
[۱۵] Lower plasticity limits

مواد و روش‌ها

در این پژوهش خاک مورد نظر از مزرعه نیشکر واحد امیر کبیر واقع در جاده آبادان استان خوزستان از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری با بافت لوم رسی برداشته شد. بیوچار مورد استفاده با روش راجکویچ و همکاران (۲۰۱۲) تهیه گردید و کمپوست استفاده شده در این تحقیق از بانک ذخیره‌ای گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز استفاده شد.

اصلاح کننده‌های مورد استفاده به همراه خاک پس از عبور از الک ۲ میلی‌متر در سطوح مشخص، بیوچار ۲%، ۴% و ۶% (وزنی/ وزنی) و کمپوست ۱۰، ۲۰ و ۳۰ (تن در هکتار) مخلوط شده و به مدت ۶ ماه انکوبه شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار صورت گرفت. برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و اصلاح کننده‌های مورد نظر در جدول ۱ آورده شده است. رطوبت نمونه‌های خاک در محیط گلخانه با توزین هفتگی در اندازه ۷۰% ظرفیت مزرعه نگهداری شد.

جدول ۱ - برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده از خاک، بیوچار و کمپوست

پارامترهای مورد نظر	واحد اندازه گیری	خاک	بیوچار	کمپوست
کلاس بافت	-	لوم رسی	-	-
پی اچ *	-	۸/۱۳	۲/۲۸	۸/۰۹
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره	dS/m	۲/۲۲	۳/۱۸	۲۱/۱
کربن آلی	%	۰/۹۹	۶۶/۶۹	۲۰/۷۷
نیتروژن کل	%	۰/۰۷	۰/۴۲	۱/۳۳
C/N	-	۱۳/۷۵	۱۵۸/۴۰	۱۵/۶۰

***پی اچ و قابلیت هدایت االکتریکی خاک و بیوچار در حالت اشباع و کمپوست با نسبت ۱:۵ اندازه گیری شد.**

پس از گذشت ۶ ماه خاک ستون‌ها هوا خشک شد و سپس حدود خمیرایی (رطوبت حد بالای خمیرایی (UPL)، رطوبت حد پایین خمیرایی(LPL) به روش میرخانی و همکاران (۱۳۸۶) و شاخص خمیرایی (PI) از اختلاف این دو بدست آمد (بایبوردی، ۱۳۸۸). بافت خاک به روش هیدرومتری، کربن آلی خاک به روش والکی بلک (۱۹۳۴)، کربن و نیتروژن کمپوست و بیوچار با دستگاه آنالیز کننده CHNS مدل (VP ۱۴۵۵ LEO) و نیتروژن خاک با روش کجلدال اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SAS (۱/۹) و مقایسه تیمارها با آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر کاربرد بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر میزان کربن آلی خاک

نتایج نشان داد با کاربرد سطوح ۲%، ۴% و ۶% بیوچار، میزان کربن آلی به ترتیب ۷۵/ ۶۸ ، ۸۱/ ۱۰۷و ۶۲/ ۱۴۰ درصد در تمامی سطوح به صورت معنی‌داری (سطح ۵%) نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. (جدول ۲) این بررسی با نتایج هراد و همکاران (۲۰۱۴) و چان و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. کاربرد کمپوست در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار موجب افزایش کربن آلی خاک شد و این افزایش در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ تن در هکتاردر سطح ۵% معنادار بود. همچنین بین تیمار ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). این نتایج با بررسی‌های گلستان و همکاران (۱۳۷۵) و ملکوتی و همکاران (۱۳۸۱) مطابقت دارد.

جدول ۲- اثر کاربرد سطوح مختلف بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر کربن آلی خاک (درصد)

سطوح	شاهد	۲% بیوچار	۴% بیوچار	۶% بیوچار	شاهد	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کمپوست	۳۰ تن در هکتار کمپوست
کربن الی (%)	a* ۰/۷۸	b ۳۲/۱	c ۶۳/۱	d ۸۹/۱	۷۸/۰a	ab ۹۱/۰	b ۹۴/۰	c ۱۴/۱

***میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.**

اثر کاربرد بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر حدود خمیرایی آتربرگ

رطوبت حد بالای خمیرایی

در تمام تیمارهای حاوی بیوچار، رطوبت حد بالای خمیرایی نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت (سطح ۵%). که این افزایش نسبت به شاهد در تیمارهای ۲%، ۴%و ۶% به ترتیب ۱۶/ ۸، ۶۸/ ۱۲ و ۵۸/ ۵۴ درصد بوده است. اما بین تیمارهای ۲ و ۴ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). در تیمارهای کمپوست نیز در سطح ۵ درصد افزایش معنی‌دار رطوبت بالای خمیرایی نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. و در تیمار ۱۰،۲۰ و ۳۰ تن در هکتار به ترتیب ۲۵/ ۲، ۳۸/ ۴ و ۸۳/ ۸ درصد این افزایش مشاهده شد. اما در تیمارهای ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار این افزایش معنی‌دار نبود و با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار نداشتند.

تنها در تیمار ۳۰ تن در هکتار سطح معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). علت افزایش رطوبت در تیمارهای حاوی اصلاح کننده می‌تواند به خاطر افزایش مواد آلی باشد زیرا مواد آلی به علت داشتن سطح ویژه‌ی بیشتر نسبت به ذرات خاک می‌توانند آب بیشتری را جذب و حفظ کنند (علوی و همکاران ۱۳۹۱).

جدول ۲- اثر کاربرد سطوح مختلف بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر رطوبت حد بالای خمیرابی

سطوح	شاهد	۲% بیوچار	۴% بیوچار	۶% بیوچار	شاهد	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کمپوست	۳۰ تن در هکتار کمپوست
رطوبت حد بالای خمیرابی(%)	*a ۲۹/۰	b ۳۱/۰	b ۳۳/۰	c ۴۵/۰	a ۲۹/۰	a ۳۰/۰	ab ۳۰/۰	b ۳۲/۰

***میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.**

رطوبت حد پایین خمیرابی

نتایج نشان می‌دهد که کاربرد بیوچار در سطوح ۴% و ۶% نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته است و این افزایش به ترتیب ۲۹/ ۱۱ و ۵۲/۵۰ درصد بوده است. سطح ۲% بیوچار نیز نسبت به شاهد به میزان ۳۲/ ۵ درصد افزایش داشته ولی این افزایش معنی‌دار نبوده است. در تیمارهای حاوی کمپوست نیز میزان ۱۰ تن در هکتار نسبت به شاهد ۳۶/ ۲ درصد افزایش داشت اما معنی دار نبود. سطح ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار نسبت به شاهد به میزان ۸۵/۴ و ۵۶/۹ درصد در سطح ۵ درصد افزایش معنی‌دار داشته است. لازم به ذکر است بین سطوح ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). دی گانگ و همکاران (۱۹۹۰) نیز به این نتیجه دست یافتند که با افزایش سطوح ماده آلی میزان رطوبت حد پایینی نیز افزایش می‌یابد.

جدول۳- اثر کاربرد سطوح مختلف بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر رطوبت حد پایین خمیرابی

سطوح	شاهد	۲% بیوچار	۴% بیوچار	۶% بیوچار	شاهد	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کمپوست	۳۰ تن در هکتار کمپوست
رطوبت حد پایین خمیرابی(%)	*a ۱۹/۰	ab ۲/۰	b ۲۱/۰	c ۲۹/۰	a ۱۹/۰	ab ۱۹/۰	b ۲/۰	c ۲۱/۰

***میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.**

شاخص خمیرابی

نتایج نشان داد که کاربرد بیوچار فقط در سطح ۶% به میزان ۴۸/۶۲ درصد نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری دارد و در سایر تیمارها چنین تفاوتی مشاهده نشد. در هیچ یک از تیمارهای کمپوست مورد استفاده نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری در میزان شاخص خمیرابی مشاهده نشد (جدول ۴). این نتیجه با گزارش زانگ و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. علت تفاوت در معنی‌داری در تیمارها می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع و ویژگی‌های مواد آلی مورد استفاده باشد (علوی و همکاران ۱۳۹۱).

سطوح	شاهد	۲% بیوچار	۴% بیوچار	۶% بیوچار	شاهد	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کمپوست	۳۰ تن در هکتار کمپوست
شاخص خمیرابی(%)	*۹۹/۰a	۱۱/۰a	۱۱/۰a	۱۶/۰b	۹۹/۰a	۱۰/۰a	۱۰/۰a	۱۰/۰a

***میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.**

منابع

بایبوردی، م. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

علوی، ف.، ثامنی، ع.، کریمیان، ن. ع.، موسوی، ع. ا.، زارعی، م. ۱۳۹۱. اثر کاربرد لجن فاضلاب بر کربن آلی و حدود خمیرایی یک خاک آهکی. صفحه‌های ۸-۱. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.
گلستان، م.، حسنی لنگرودی، م. ۱۳۷۵. فرایند کمپوست از ضایعات نیشکر از سری مقالات نیشکر و تازه‌های آن. انتشارات وزارت کشاورزی.
محمدیان، م. ملکوتی، م. ۱۳۸۱. ارزیابی تاثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۶، شماره ۲. صفحه‌های ۱۴۹- ۱۴۳.
میرخانی، ر.، سعادت، س.، شعبان‌پور شهرستانی، م.، آریا، پ. و.، یگانه، م. ۱۳۸۶. برآورد حدود پایداری خاک با استفاده از ویژگی‌های زودیافت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۲۱، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۲۰۷-۲۰۵.
Azam F., Yosef M. ۱۹۹۱. Response of *sesbania aculeta Lpers* to compost application and its long-term effect for improvement of soil fertility. Sarhad Journal of Agricultures, ۷۲ : ۱۵۳-۱۶۰.
De Gong E., Acton D. F., Stonehouse H. B. ۱۹۹۰. Estimating the atterberg limits of southern Saskatchewan soils from texture and carbon contents. Canadian journal of Soil Science. ۷۰ : ۵۴۳-۵۵۴.
Herath H. M. S. K., Camps-Arbestain M., Hedley M., Van Hale R., Kaal J. ۲۰۱۴. Fate of biochar in chemically- and physically-defined soil organic carbon pools. Organic Geochemistry. ۷۳ : ۳۵-۴۶.
Lal R., Shukla M. R. ۲۰۰۴. Principles of Soil Physics. Marcel Dekker, New York, NY, USA
Rajkovich S., Enders A., Hanley K., Hyland C., Zimmerman A. ۲۰۱۲. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. Biol Fertil Soils. ۴۸: ۲۷۱-۲۸۴.
Reynolds W. D., Bowman B. T., Dury C. F., Tan C. S., & Lux. ۲۰۰۷. Indicators of soil physical quality: density and storage parameter. Geoderma, ۱۱۰ : ۱۳۱-۱۴۶.
Riccardo S., Alessandro P. ۲۰۱۳. Effects of field managements for soil organic matter stabilization on water-stable aggregate distribution and aggregate stability in three agricultural soils. Geochemical Exploration, ۱۲۹ : ۴۵-۵۱.
Sheng G., Fang-Fang S., Tong Z. ۲۰۱۴. Effect of rice husk biochar and coal fly ash on some physical properties of expansive clayey soil (Vertisol). Catena, ۱۱۴ : ۱۷-۴۴.
Sihang D., Singh J. P., ۱۹۹۷. Effect of organic materials on ammonia volatilization losses from urea under submerged condition. Journal of the Indian Society Soil Science, ۸۲۲ : ۸۲۲-۸۲۵.
Walkey A., Black T. A. ۱۹۳۴. An examination of the Degljarell method for determinating soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, ۳۷ : ۲۹-۳.
Zong Y., Chen D. ۲۰۱۴. Impact of biochars on swell-shrinkage behavior, mechanical strength, and surface cracking of clayey soil. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. ۰۰۰ : ۱-۷.

Abstract

Most soils in arid and semi-arid regions contain less than ۱% organic matter, while the organic matters are useful for soil quality. Application of biochar and compost can improve soil quality. In this research soil was amended at different rates of ۲% ۴% and ۶% biochar and ۱۰, ۲۰ and ۳۰ t/h sugarcane bagasse compost and its plasticity limits and organic carbon were analyzed. Plasticity limits increased by adding organic matters, but except for the treatment of biochar ۶%, this increasing were not significant in other treatments. By adding biochar and compost amount of organic carbon was increased.