شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تأثیر کاربرد بیوچار و اصلاح‌کننده‌های معدنی بر خصوصیات فیزیکی یک خاک سدیمی

محسن فلاحتی [۱*]، محمد امیر دلاور [۲]، پریسا علمداری [۳]، معصومه پیشگیر [۴]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۴] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

اصلاح خاک‌ها، یکی از روش‌های توسعه اراضی کشاورزی محسوب می‌شود. وجود یون سدیم در کنار شوری می‌تواند موجب بروز مشکلات فراوانی در روند رویشی گیاهان گردد، بنابراین اتخاذ راهکارهای مناسب جهت اصلاح این خاک‌ها لازم و ضروری است. این تحقیق به‌منظور بررسی اثر بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک سدیمی شامل وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شد. برای این منظور بیوچار باگاس نیشکر همراه با افزودنی‌های معدنی گچ و سولفات آلومینیوم در سه سطح صفر، ۱/۲۵ و ۲/۵ در صد وزنی و سه دوره انکوباسیون ۲، ۴ و ۶ ماه استفاده گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطح بیوچار و زمان در سطح ۰/۱ درصد و اصلاح‌کننده‌ها در سطح یک درصد اختلاف آماری معنی‌داری داشتند. بیشترین کاهش در جرم مخصوص ظاهری در سطح ۲/۵ درصد و در رس قابل‌انتشار در سطح ۱/۲۵ درصد به ترتیب به میزان ۱۷/۶ و ۶۴ درصد بود. تیمار بیوچار + سولفات آلومینیوم در بازه زمانی شش ماهه در کاهش این دو پارامتر بیشترین تأثیر را نشان داد. سطح بیوچار به ترتیب با ۷۱/۷۶ و ۷۶/۴۹ درصد، بیشترین سهم نسبی را در کاهش وزن مخصوص ظاهری و رس قابل پراکنش داشت.

کلمات کلیدی: سولفات آلومینیوم، وزن مخصوص ظاهری، رس قابل‌انتشار.

مقدمه

تنش شوری و سدیمی یکی از شرایط دشواری است که تولید محصولات جهانی را تهدید می‌کند. وجود سدیم قابل‌تبادل بیش‌ازاندازه در خاک‌ها موجب کاهش کیفیت خصوصیات فیزیکی خاک‌ها می‌شود و روی حرکت آب‌وهوا در خاک تأثیر گذاشته و رشد گیاه و حاصلخیزی خاک دچار مشکل می‌شود (دلبری و همکاران ۱۳۹۱). ازاین‌رو دستیابی به روش‌هایی برای اصلاح این خاک‌ها دارای اهمیت است (Lashari و همکاران ۲۰۱۳). بیوچار، زغال تهیه‌شده از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که تولید آن‌ها در محیط فاقد اکسیژن یا دارای اکسیژن کم انجام می‌شود و با توجه به خصوصیات ذاتی آن، انتظار می‌رود که به‌طور قابل‌توجهی کربن را ترسیب کند و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود بخشد (Masto و همکاران ۲۰۱۳). اخیراً استفاده از بیوچار در زمین‌های کشاورزی به‌عنوان منبع تأمین‌کننده مواد آلی برای رشد گیاه و اصلاح‌کننده برای بهبود خصوصیات خاک رونق زیادی یافته است (Domene و همکاران ۲۰۱۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد بیوچار در خاک‌ها می‌تواند منجر به افزایش طولانی‌مدت در محتوای کربن آلی خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی، افزایش کیفیت خاک و تولید محصول شود (Akhtar و همکاران ۲۰۱۴). ساختار مولکولی بیوچار از کربن آروماتیک است، لذا نسبت به تجزیه میکربی مقاوم‌تر از مواد آلی غیر زغالی است (Liu و همکاران ۲۰۱۴). افزودن بیوچار به خاک سدیمی می‌تواند به اصلاح آن به‌وسیله اضافه کردن کلسیم و منیزیم، بهبود پایداری خاکدانه‌ها و بهبود هدایت هیدرولیکی کمک کند و در نتیجه باعث افزایش آبشویی سدیم شود (Chaganti و همکاران ۲۰۱۵)؛ بنابراین با توجه به مشکلات و محدودیت‌های خاک‌های سدیمی، این پژوهش با هدف بررسی امکان اصلاح ویژگی جرم مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار که از تأثیرگذارترین ویژگی‌های فیزیکی برای بهبود کیفیت خاک هستند، انجام شد.

مواد و روش‌ها

*ایمیل نویسنده مسئول: ghalati1992@gmail.com

به‌منظور اجرای این پژوهش از منطقه‌ای با گسترش خاک‌های با درجات مختلف سدیمی با طول جغرافیایی ۲۸۲۲۰۰ متر شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸۰۴۷۷۰ شمالی در نزدیکی روستای شوشاب شهرستان ملایر در استان همدان از اعماق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر جمع‌آوری گردید. نمونه خاک مرکب از اعماق فوق از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. سپس نمونه‌های ۵۰۰ گرمی از خاک با سطوح مختلفی از بیوچار با سطوح ۱/۲۵ و ۲/۵ درصد وزنی تیمار شدند (تیمارها شامل بدون کاربرد بیوچار، بیوچار باگاس نیشکر، بیوچار باگاس نیشکر +گچ به اندازه نیاز گچی، بیوچار باگاس نیشکر +سولفات آلومینیوم به اندازه نیاز گچی، بیوچار باگاس نیشکر +سولفات آلومینیوم + گچ). خاک‌های تیمار شده با بیوچار در گلدان‌های پلاستیکی کوچک همگن‌شده و به‌صورت جداگانه در سه تکرار آماده شدند. به‌منظور بررسی اثر تیمارها روی خواص فیزیکی، هر گلدان پلاستیکی با یک درپوش سوراخ‌دار برای محدود کردن تبخیر آب پوشش داده شد (با اطمینان از تبادل گازها) و در دمای ۱ ± ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۵ درصد ظرفیت نگهداری برای مدت‌زمان دو، چهار و شش ماه در تاریکی انکوباسیون شدند. کف گلدان‌ها توسط یک لایه ۲ سانتی‌متری از شن درشت برای جلوگیری از باقی ماندن آب ثقلی و جلوگیری از وضعیت غیرهوازی پوشانده شد. در تمام این آزمایش، مقدار رطوبت هر مخلوط با اضافه کردن آب و وزن گلدان به‌صورت هفتگی، در ۷۵ درصد ظرفیت نگهداری آب نگه‌داشته شد. بعد از انکوباسیون ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر فلزی (Gee and Bauder, 1986) و رس قابل‌انتشار به روش هیدرومتری (Rengasamy و همکاران ۱۹۸۴) اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از این اندازه‌گیری‌ها توسط نرم‌افزارهای SPSS و Excel مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سدیمی موردبررسی در جدول ۱ ارائه‌شده است. مقدار واکنش خاک برابر با ۹/۱۳، شوری خاک برابر با ۲/۲۸ دسی زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم برابر با ۱۶/۹ است. بر اساس طبقه‌بندی‌های موجود، این خاک جزء خاک‌های سدیمی است. هم‌چنین خاک موردبررسی به علت داشتن کربنات کلسیم معادل بالا در دسته خاک‌های آهکی قرار دارد (Ismail و همکاران ۲۰۰۲). بالا بودن مقدار کربنات کلسیم معادل و در نتیجه آهکی بودن خاک را می‌توان دلیلی بر بالا بودن مقدار واکنش خاک دانست. یون غالب در این خاک سدیم است که باعث بالا رفتن نسبت جذب سدیم در خاک شده است. عدم کشت شدن اراضی موجب کاهش مقدار کربن آلی در خاک گردیده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سدیمی

ویژگی	بافت	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	نسبت جذب سدیم	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)
خاک سدیمی	لوم	۹/۱۳	۲/۲۸	۰/۶۵	۳۰/۸	۱۶/۹	۱/۳۱

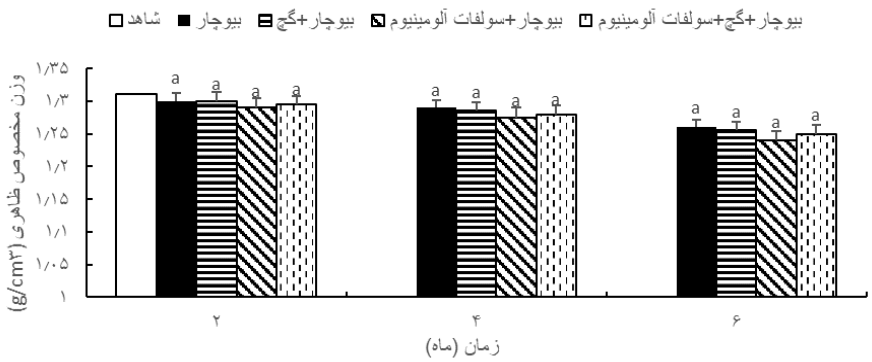
نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان داده‌شده است بر این اساس تأثیر سطح بیوچار و زمان انکوباسیون در سطح ۰/۱ درصد و نوع منبع اصلاح‌کننده در سطح یک درصد بر ویژگی‌های وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار اختلاف آماری معنی‌داری را نشان دادند.. اثر متقابل سطح بیوچار و زمان در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار بوده، ولی اثر متقابل سطح بیوچار با اصلاح‌کننده و اثر متقابل اصلاح‌کننده با زمان اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. سطح بیوچار با ۷۱/۷۶ درصد و بعدازآن مدت‌زمان انکوباسیون با ۲۵ درصد از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر وزن مخصوص ظاهری خاک بودند. برای رس قابل‌انتشار نیز سطح بیوچار و مدت‌زمان انکوباسیون به ترتیب ۷۶/۴۹ و ۱۶/۲۰ درصد بیشترین تأثیر را داشتند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس بر وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		وزن مخصوص ظاهری	رس قابل‌انتشار
سطح بیوچار	۲	۰/۱۷(۷۱/۷۶)***	۱۰۰۳۵/۷۴(۷۶/۴۹)***
زمان	۲	۰/۰۶(۲۵)***	۲۱۲۶/۲۳(۱۶/۲)***
اصلاح‌کننده	۳	۰/۰۰۱(۰/۴۳)**	۹۰/۴۳(۱/۰۳)**
سطح بیوچار × زمان	۴	۰/۰۰۲(۲/۵۸)***	۳۰۲/۳۵(۴/۶)***
سطح بیوچار × اصلاح‌کننده	۶	۰/۰۰۰۱(۰/۰۸)^{ns}	۱۳/۱۴(۰/۳۱)^{ns}
زمان × اصلاح‌کننده	۶	۰/۰۰۰۱(۰/۰۰۴)^{ns}	۲/۷۸(۰/۰۰۶)^{ns}
اشتباه آزمایش	۷۲	۰/۰۰۷	۲۱/۴۶
ضریب تغییرات		۵/۴۳	۳۱/۳۵

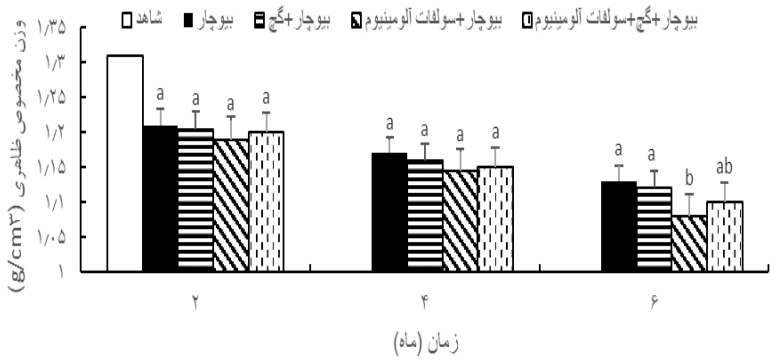
به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

نتایج نشان داد وزن مخصوص ظاهری در هر سه بازه زمانی انکوباسیون کاهش داشته، اما این کاهش بین بازه‌های انکوباسیون و تیمار شاهد معنی‌دار نبود. بیشترین تأثیر بر کاهش وزن مخصوص ظاهری در سطح ۱/۲۵ درصد بعد از شش ماه انکوباسیون، در تیمار بیوچار همراه با سولفات آلومینیوم مشاهده شد که مقدار این ویژگی را نسبت به شاهد ۵/۵ درصد کاهش داد. کم‌ترین عامل مؤثر در کاهش وزن مخصوص ظاهری نیز در تیمار بیوچار باگاس مشاهده شد. از طرفی در کاهش وزن مخصوص ظاهری در سطح ۱/۲۵ درصد بیوچار، بین تیمارهای مواد افزودنی اصلاح‌کننده اختلاف آماری معنی‌داری در بازه‌های زمانی (دو، چهار و شش ماه) مشاهده نگردید (شکل ۱).



شکل ۱- تأثیر بیوچار بر وزن مخصوص ظاهری خاک سدیمی در سطح ۱/۲۵ درصد

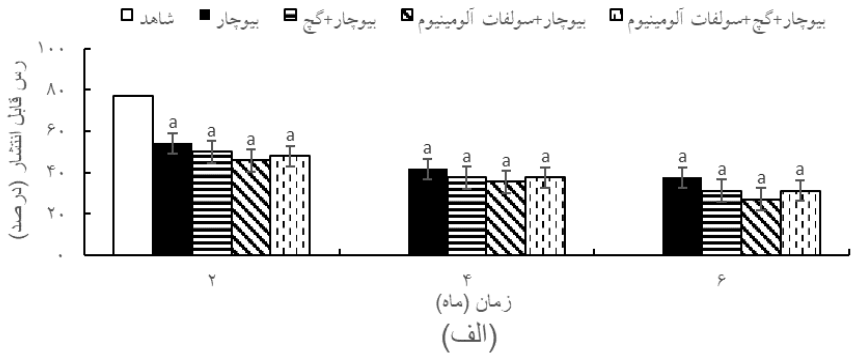
بررسی نتایج سطح ۲/۵ درصد نشان داد که همانند سطح ۱/۲۵ درصد بین مواد افزودنی اصلاح‌کننده در هر یک از بازه‌های زمانی تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). در سطح ۲/۵ درصد، بیشترین و کمترین کاهش در وزن مخصوص ظاهری در هر سه بازه زمانی انکوباسیون به ترتیب در تیمار بیوچار همراه با سولفات آلومینیوم بعد شش ماه و بیوچار بعد دو ماه مشاهده گردید که در مقایسه با شاهد موجب کاهش ۱۷/۶ و ۷/۶۵ درصدی این ویژگی شدند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان بیان نمود که بیوچار به دلیل داشتن ساختار کربنی مقاوم‌تر (آروماتیک)، برای تجزیه شدن در خاک نیاز به مدت‌زمان طولانی‌تری دارد (Liu و همکاران ۲۰۱۴) تا در خاک موجب خاکدانه سازی و افزایش تخلخل و کاهش جرم مخصوص ظاهری گردد. در بین تیمارها، تنها تیمار بیوچار + سولفات آلومینیوم در سطح پنج درصد بعد از گذشت شش ماه در مقایسه با شاهد معنی‌دار گردید ($p\leq$۰/۰۵). Luo و همکاران (۲۰۱۸) و Wang و همکاران (۲۰۱۴) نیز نتایجی مشابه مبنی بر کاهش جرم مخصوص ظاهری در اثر کاربرد بیوچار گزارش کردند.



شکل ۲- تأثیر بیوچار بر وزن مخصوص ظاهری خاک سدیمی در سطح ۲/۵ درصد

اثرات کاربرد مواد بهساز بر مقدار رس قابل‌انتشار خاک

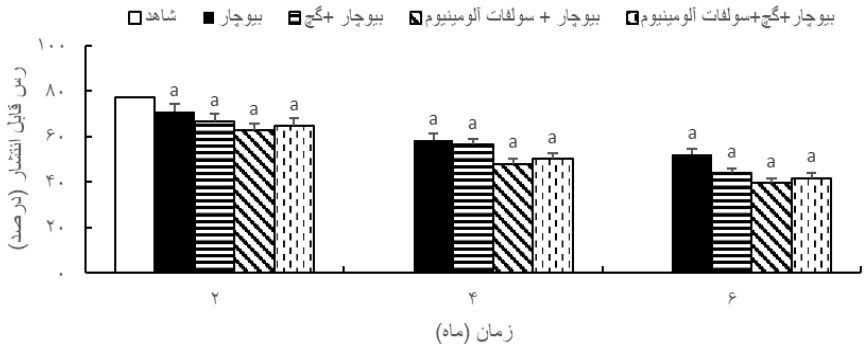
بررسی نتایج اثر بیوچار باگاس بر مقدار رس قابل‌انتشار در خاک سدیمی برای تیمارهای مختلف نشان داد که این ماده اثر کاهشی بر مقدار رس قابل‌انتشار در خاک دارد (شکل ۳). بررسی سطوح ۱/۲۵ درصد بیوچار باگاس نشان داد که در تمام تیمارهای مواد افزودنی اصلاح‌کننده و در هر سه بازه زمانی (دو، چهار و شش ماه) پس از شروع دوره انکوباسیون اثر کاهشی و معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) نسبت به تیمار شاهد وجود دارد. بیشترین تأثیر در بازه زمانی شش‌ماهه در تیمار بیوچار + سولفات آلومینیوم حدود ۶۴ درصد بوده و کمترین تأثیر در بازه زمانی دو ماهه در تیمار کاربرد بیوچار به‌تنهایی حدود ۲۹ درصد مشاهده گردید.



شکل ۳- تأثیر بیوچار بر رس قابل‌انتشار خاک سدیمی در سطح ۱/۲۵ درصد

بررسی سطح ۲/۵ درصد بیوچار باگاس نشان داد که تمام تیمارهای مواد افزودنی اصلاح‌کننده در هر سه بازه زمانی (دو، چهار و شش ماه) پس از شروع دوره انکوباسیون اثر کاهشی و معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. بیشترین کاهش در بازه زمانی شش ماه حدود ۴۸ درصد در تیمار بیوچار باگاس + سولفات آلومینیوم و کمترین کاهش در بازه زمانی دو ماه با حدود هشت درصد در تیمار بیوچار باگاس نسبت به شاهد مشاهده شد. سطح ۲/۵ درصد بیوچار باگاس بر مقدار رس قابل‌انتشار در خاک سدیمی نسبت به سطح ۱/۲۵ درصد روند کاهشی کمتری را نشان داد. استفاده از بیوچار باگاس همراه با مواد افزودنی اصلاحی در سطوح مختلف دارای اثر کاهشی بر مقدار رس قابل‌انتشار در خاک سدیمی است.

رس قابل‌انتشار در آب یکی از شاخص‌های نشان‌دهنده پایداری ساختمان خاک است. هر عاملی که سبب افزایش پایداری خاکدانه‌ها در خاک شود، می‌تواند مقدار رس قابل‌انتشار در آب را کاهش دهد. با افزایش حجم بیوچار باگاس قدرت تجزیه در خاک کمتر شده و توانایی اتصال پیوند میان رس‌های خاک جهت تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر و بالا بردن پایداری خاکدانه و کاهش مقدار رس قابل‌انتشار کمتر شده است. طی گذشت زمان در مقادیر رس قابل‌انتشار در سطوح ۱/۲۵ و ۲/۵ درصد در تیمارهای مختلف نسبت به حالت شروع (بازه زمانی دو ماهه) روند کاهشی مشاهده‌شده است، ولی این روند کاهشی با بالا رفتن سطح مصرفی بیوچار کمتر بود. در همین راستا نتایج پژوهش‌هایی نشان داده است که با طولانی‌تر شدن بازه‌های زمانی، بیوچار بیشتر تجزیه‌شده و اثرگذاری بالاتری دارد (Soinne و همکاران ۲۰۱۳). Amoakwha و همکاران (۲۰۱۷) و Dokoohaki و همکاران (۲۰۱۷) نیز نتایجی مشابه مبنی بر بهبود پایداری خاکدانه‌ها و کاهش رس قابل‌انتشار در اثر کاربرد بیوچار گزارش کردند.



شکل ۴- تأثیر بیوچار بر رس قابل‌انتشار خاک سدیمی در سطح ۲/۵ درصد

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در خاک سدیمی، هر دو پارامتر وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار با ماده آلی ارتباط دارند، به‌گونه‌ای که با افزایش سطح مصرفی مواد آلی، وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار روند کاهشی داشتند. علاوه بر آن استفاده توأم از اصلاح‌کننده‌های معدنی (گچ و سولفات آلومینیوم) همراه با مواد آلی (بیوچار)، تأثیر بیشتری در ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های سدیمی دارد. بیشترین سهم نسبی در کاهش وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار، مربوط به سطح مصرف بیوچار و بعدازآن مدت‌زمان انکوباسیون بود. نتایج نشان داد که تیمار بیوچار باگاس همراه با سولفات آلومینیوم بعد از شش ماه انکوباسیون، به‌عنوان اثرگذارترین تیمار در کاهش وزن مخصوص ظاهری و مقدار رس قابل‌انتشار بود. کاهش مقدار رس قابل‌انتشار و جرم مخصوص ظاهری در خاک سدیمی موجب تشکیل خاکدانه‌های پایدارتر و بهبود کیفیت خاک می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت که با طولانی کردن دوره انکوباسیون می‌توان اثرگذاری بیوچار بر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک را بالا برد.

منابع

Akhtar, S. S., Li, G., Andersen, M. N. and Liu, F. 2014. Biochar enhances yield and quality of tomato under reduced irrigation. Agricultural Water Management, 138, 37-44.

Amoakwah, E., Frimpong, K. A., Okae-Anti, D. and Arthur, E. 2017. Soil water retention, air flow and pore structure characteristics after corn cob biochar application to a tropical sandy loam. Geoderma, 307, 189-197.

Chaganti, V. N., Crohn, D. M. and Šimůnek, J. 2015. Leaching and reclamation of a biochar and compost amended saline–sodic soil with moderate SAR reclaimed water. Agricultural Water Management, 158, 255-265.

Dokoohaki, H., Miguez, F. E., Laird, D., Horton, R. and Basso, A. S. 2017. Assessing the Biochar Effects on Selected Physical Properties of a Sandy Soil: An Analytical Approach. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48(12), 1387-1398.

Domene, X., Mattana, S., Hanley, K., Enders, A. and Lehmann, J. 2014. Medium-term effects of corn biochar addition on soil biota activities and functions in a temperate soil cropped to corn. Soil Biology and Biochemistry, 72, 152-162.

Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis 1. Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods, (methodsofsoilan1), 383-411.

Ismail, A. F., Hassan, A. R. and Cheer, N. B. 2002. Effect of shear rate on the performance of nanofiltration membrane for water desalination. Songklanakarin J. Sci. Technol, 24, 879-889.

Lashari, M. S., Liu, Y., Li, L., Pan, W., Fu, J., Pan, G. and Yu, X. 2013. Effects of amendment of biochar-manure compost in conjunction with pyroligneous solution on soil quality and wheat yield of a salt-stressed cropland from Central China Great Plain. Field Crops Research, 144, 113-118.

Liu, Z., Chen, X., Jing, Y., Li, Q., Zhang, J. and Huang, Q. 2014. Effects of biochar amendment on rapeseed and sweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil. Catena, 123, 45-51.

Luo, C., Deng, Y., Inubushi, K., Liang, J., Zhu, S., Wei, Z. and Luo, X. 2018. Sludge Biochar Amendment and Alfalfa Revegetation Improve Soil Physicochemical Properties and Increase Diversity of Soil Microbes in Soils from a Rare Earth Element Mining Wasteland. International journal of environmental research and public health, 15(5), 965.

Masto, R. E., Kumar, S., Rout, T. K., Sarkar, P., George, J. and Ram, L. C. 2013. Biochar from water hyacinth (Eichornia crassipes) and its impact on soil biological activity. Catena, 111, 64-71.

Rengasamy, P., Greene, R. S. B. and Ford, G. W. 1984. The role of clay fraction in the particle arrangement and stability of soil aggregates—a review. Clay Res, 3(2), 53-67.

Soinne, H., Hovi, J., Tammeorg, P. and Turtola, E. 2014. Effect of biochar on phosphorus sorption and clay soil aggregate stability. *Geoderma*, *219*, 162-167.

Wang, L., Sun, X., Li, S., Zhang, T., Zhang, W. and Zhai, P. 2014. Application of organic amendments to a coastal saline soil in north China: effects on soil physical and chemical properties and tree growth. PloS one, 9(2),89-185

ic for submission: Soil quality and sustainable soil management

Effect of Biochar and Mineral Amendments on Physical Properties of Sodic Soil

Falahati[*1], M., Delavar[2], M.A., Alamdari, P.[3], Pishgir, M[4]

[1] M. Sc. Graduated Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[3] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[4] Ph.D student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

soils remediation is one of the methods of agricultural land development. The presence of sodium ion along with salinity can cause many problems in plant growth process. Therefore, it is necessary to adopt suitable methods for correcting these soils. This research was carried out to investigate the effect of biochar sugarcane on some physical properties of sodium soil in a completely randomized design. Also, along with biochar sugarcane, mineral additives including gypsum and aluminium sulfate in three levels (0, 1.25 and 2.5 g / kg soil) and three incubation periods (2, 4 and 6 months) also use It turned out. The results of analysis of variance showed that there was a statistically significant difference between the biochar and time levels at 0.1% level and the amendment factors at 1% level. The highest reduction was observed in the bulk density at 2.5% and in the dispersible clay at 1.25%, respectively, by 17.6% and 64%, respectively. Biochar treatment with aluminium sulfate showed a significant effect on the reduction of these two parameters over a six-month period. Biochar with 71.76 and 76.49% respectively, had the highest relative contribution to reducing bulk density and dispersible clay.

Keywords: Aluminium sulfate, Incubation, Bulk density, Dispersible clay.

[*] Corresponding author, Email: ghalati1992@gmail.com