شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فیزیک خاک و رشد گیاه

اثرات بلند مدت بیوچار حاصل از برگ خرما بر انواع تخلخل خاک لوم رسی شنی

پریا نسیمی[۱]، احمد کریمی[۲*]، زهرا گرامی[۳]

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

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[۳] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

بیوچار منبع مهمی از ماده آلی است که باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود، اما شناخت اثرهای طولانی مدت آن نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. به این منظور، این مطالعه با هدف بررسی اثرات بلند مدت بیوچار حاصل از برگ خرما بر انواع تخلخل خاک لوم رسی شنی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور ماده اصلاح کننده (بیوچار برگ خرما) در چهار سطح شامل شاهد، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی و فاکتور زمان در چهار سطح شامل ۱، ۳، ۶ و ۹ ماه پس از اعمال تیمارها با سه تکرار به صورت آزمایش گلدانی انجام شد و شاخص‌های تخلخل کل (F)، تخلخل مویین و تهویه‌ای اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که اثر اصلی زمان ($P<0.01$) و اثر متقابل زمان و سطح کاربرد ماده اصلاحی ($P<0.05$) بر تخلخل کل معنی‌دار بودند. اثر اصلی سطح کاربرد ($P<0.01$) بر تخلخل تهویه‌ای و همچنین اثر اصلی سطح کاربرد ماده اصلاحی و زمان ($P<0.01$) بر تخلخل مویین معنی‌دار گردیده است. بیشترین کارایی مصرف بیوچار برگ خرما بر تخلخل کل، تخلخل مویین خاک در کوتاه مدت بوده است و تغییرات تخلخل تهویه‌ای نسبت به زمان روند ثابتی ندارد. در نتیجه می‌توان از بیوچار برگ خرما برای مدیریت، اصلاح خاک و افزایش پایدار ماده آلی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی بهره برد.

کلمات کلیدی: بقایای گیاهی، تخلخل کل، تخلخل مویین، ماده آلی

مقدمه

وجود بقایای گیاهی پس از برداشت محصولات زراعی، یکی از مشکلات کشاورزی در ایران است که یکی از راهکارهای استفاده از این بقایا، تجزیه زیست توده در اثر حرارت است. هنگامی که این فرآیند در شرایط بدون اکسیژن یا با مقدار جزئی اکسیژن در دمای کم‌تر از ۹۰۰ درجه‌سانتی‌گراد انجام شود، بیوچار تولید می‌شود (مرادی و همکاران، ۱۳۹۶). بیوچار پایداری بالایی داشته و به منظور مدیریت ضایعات کشاورزی، تولید انرژی، کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و بهبود ویژگی‌های خاک تولید می‌شود که خصوصیات ویژه‌ی بیوچار، آن را به عنوان گزینه‌ی مناسبی برای مصرف در خاک به عنوان اصلاح‌کننده مطرح کرده‌است. بیوچار ویژگی‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را تحت تأثیر قرار داده و موجب بهبود حاصلخیزی خاک می‌شود (خادم و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از فواید افزودن بیوچار به خاک افزایش تخلخل خاک (Zhang و همکاران، ۲۰۱۹) است که تخلخل خاک شامل دو بخش مویین و تهویه‌ای است (برزگر، ۱۳۷۹) تخلخل مویین به بخشی از خلل و فرج گفته می‌شود که آب را با نیروی مویین نگهداری کرده و قطر آنها در حدود ۰/۶ میلی‌متر یا کمتر است و تخلخل تهویه‌ای آن بخش از تخلخل کل است که قطر حفره‌های آن بیشتر از ۰/۶ میلی‌متر باشد و در مکش ۵۰ سانتی‌متری ارتفاع آب از رطوبت خالی شود (برزگر، ۱۳۷۹) که افزودن بیوچار به خاک به دلیل تخلخل بالای ذاتی در بیوچار، کمک به افزایش منافذ درشت خاک، افزایش پایداری ساختمان خاک به علت وجود مواد آلی زیاد، باعث افزایش تخلخل و انواع آن می‌شود (نیک‌روش و همکاران، ۱۳۹۷). بیوچارها معمولاً جرم مخصوص ظاهری پایینی (حدود ۰/۳ گرم بر سانتیمتر مکعب) دارند، زیرا بیوچار در طول فرایند گرماکافت ساختار متخلخل پیدا کرده، سطح ویژه آن زیاد و جرم مخصوص ظاهری آن کم می‌شود، بنابراین به دلیل داشتن سطح ویژه و تخلخل بالا، باعث تغییر در توزیع اندازه منافذ و افزایش تخلخل خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شوند (Haefele و همکاران، ۲۰۱۱). از طرفی، تخلخل بیوچار به ماده اولیه‌ای که بیوچار از آن تولید می‌شود و شرایط تجزیه در اثر حرارت از جمله دمایی که در آن تولید می‌شود و مدت زمان تجزیه بستگی دارد (Glaser و همکاران، ۲۰۰۲).

در این زمینه Karhu و همکاران (۲۰۱۱) با کاربرد ۹ تن در هکتار بیوچار حاصل از گرماکافت بقایای گیاهی در یک خاک کشاورزی متوجه افزایش ۳/۸ درصدی جرم مخصوص ظاهری و ۳/۷ درصدی تخلخل خاک شدند. نتایج بررسی‌های Obia و همکاران (۲۰۱۶) در یک آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که

* ایمیل نویسنده مسئول: karimiahmad1342@yahoo.com

افزودن بیوچار تهیه شده از بلال ذرت، در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در یک خاک لوم شنی، جرم مخصوص ظاهری را ۳ تا ۵ درصد به ازای هر درصد بیوچار اضافه شده، کاهش و تخلخل خاک را ۲ درصد به ازای هر درصد بیوچار اضافه شده، افزایش داد. Burrell و همکاران (۲۰۱۶) نیز اثر بیوچار تولید شده از خرده چوب در دمای ۵۲۵ درجه سانتی‌گراد را بر جرم مخصوص ظاهری و آب قابل دسترس در سه نوع خاک با بافت‌های لوم شنی، سیلتی لوم و لوم رسی بررسی کردند. بیوچار به میزان ۳ درصد وزنی به خاک‌ها اضافه شد. نتایج آنها نشان داد که افزودن بیوچار به خاک‌های لومی شنی و سیلتی لوم و لوم رسی به ترتیب کاهش ۳/۱۳، ۳/۱۰ و ۹/۹ درصدی جرم مخصوص ظاهری شد. بیوچار به دلیل سطح ویژه بالایی که دارد، افزایش آب قابل دسترس در توزیع اندازه ذرات و تخلخل خاک ایجاد کرده است. در همین راستا، در یک آزمایش گلخانه‌ای با افزودن مقدار ۴ درصد وزنی بیوچار تولید شده از ساقه گندم در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد به یک خاک ماسه‌ای، به ترتیب افزایش ۶/۵۹، ۲۷ و ۶/۶۵ درصد رطوبت در حد ظرفیت زراعی، سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری می‌شود (Chen و همکاران، ۲۰۱۱)، چون در یک واحد حجم خاک بیوچار وزن خاک را کاهش می‌دهد و همچنین سبب افزایش حجم منافذ خاک نیز می‌شود. Ouyang و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان داد که بیوچار به علت تخلخل بالا به طور مستقیم و از طریق افزایش ماده آلی خاک به طور غیر مستقیم رطوبت قابل دسترس را افزایش می‌دهد.

مصرف بیوچار، به عنوان روش مدیریتی در خاک‌های کشاورزی، نیازمند شناخت تغییرات ایجاد شده در خاک دارد که تولید این ماده و مصرف آن در خاک‌های ایران که کمبود ماده آلی در آنها شایع است و پایداری بالای آن جهت حفظ سطح ماده آلی خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها با گذشت زمان، می‌تواند به عنوان یکی از بهترین روش‌ها مد نظر قرار گیرد. در مناطق جنوبی کشور، با وجود میلیون‌ها اصله نخل و هرس سالانه‌ی آنها این امکان فراهم است که از این بقایا جهت تولید بیوچار برگ خرما استفاده شود تا علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باعث کاهش ضایعات درخت خرما شود. بر این اساس در این پژوهش تأثیر بیوچار حاصل از برگ خرما بر انواع تخلخل در یک خاک لوم رسی شنی به منظور بررسی عملکرد بیوچار در طولانی مدت انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش نمونه خاکی از محوطه دانشگاه شهرکرد از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه خاک پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری برای تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی عبور داده شد که نتایج آزمایش‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ – برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی

عامل	Sand	Silt	clay	ρb	ps	porosity
واحد	درصد	درصد	درصد	گرم بر سانتی‌متر مکعب		درصد
مقدار	۵۱/۵	۲۶/۵	۲۲	۱/۳۷	۲/۵۸	۴۸/۵

به‌منظور تولید بیوچار، برگ خرما از مرکز تحقیقات استان خوزستان تهیه شد و نمونه‌های برگ پس از هوا خشک شدن و خرد کردن در لوله-های فلزی مناسب ریخته و در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت تقریباً ۲ ساعت در داخل کوره قرار داده شد تا فرآیند گرماکافت انجام شود. نمونه-های مخلوط خاک و بیوچار به مدت یک ماه در داخل کیسه‌های نایلونی، در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با رطوبت ثابت خوابانده شدند و سپس بیوچار آماده‌شده که از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده بود، به گلدان‌های پلاستیکی ۳ کیلوگرمی منتقل گردید. آزمایش با اندازه‌گیری رطوبت ظرفیت زراعی خاک در ابتدای آزمایش، رطوبت همه تیمارها به حد ظرفیت زراعی رسانده شد و در طول دوره آزمایش آبیاری بر اساس کسر ۵۰ درصد آب قابل استفاده انجام شد. در نهایت برخی ویژگی‌های فیزیکی از قبیل جرم مخصوص ظاهری (ρb)، جرم مخصوص حقیقی (ps)، تخلخل کل (F)، تخلخل مویین و تهویه‌ای اندازه‌گیری شد. درصد تخلخل کل خاک با توجه به مقادیر جرم مخصوص ظاهری و جرم مخصوص حقیقی از رابطه ۱ محاسبه شد که در آن ρb، جرم مخصوص ظاهری، ps، جرم مخصوص حقیقی با واحد گرم بر سانتی‌مترمکعب و F درصد تخلخل کل خاک است. جرم مخصوص ظاهری به روش استوانه فلزی نمونه برداری از خاک، جرم مخصوص حقیقی خاک به روش پیکنومتر (Black و Hartge، ۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد.

$$F = \left(1 - \frac{\rho b}{ps}\right) * 100 \qquad (۱)$$

تخلخل مویین خاک با استفاده از قرار دادن نمونه‌ها در دستگاه صفحه فشاری تحت مکش (۵ کیلو پاسکال) و اندازه‌گیری رطوبت باقیمانده در منافذ میکرو خاک تحت مکش، از طریق تعیین درصد رطوبت نمونه‌ها که با قرارگیری در آون و تعیین اختلاف وزن مرطوب و خشک نمونه‌ها تعیین شد و از تفاضل بین تخلخل کل و مویین تخلخل تهویه‌ای محاسبه شد (علیزاده، ۱۳۸۸).

برای بررسی اثرات بیوچار و زمان بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک، آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ماده اصلاح کننده (بیوچار) با چهار سطح (شاهد، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی معادل صفر، ۱۸، ۳۶ و ۷۲ تن در هکتار) و زمان نیز با چهار سطح (۱، ۳، ۶ و ۹ ماه) در ۳

تکرار در گلدان انجام گرفت. برای پی بردن به اثر تیمارها از جدول تجزیه واریانس (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از چند روش دامنه‌ای دانکن به کمک نرم‌افزار STATISTICA10 انجام شد.

نتایج و بحث

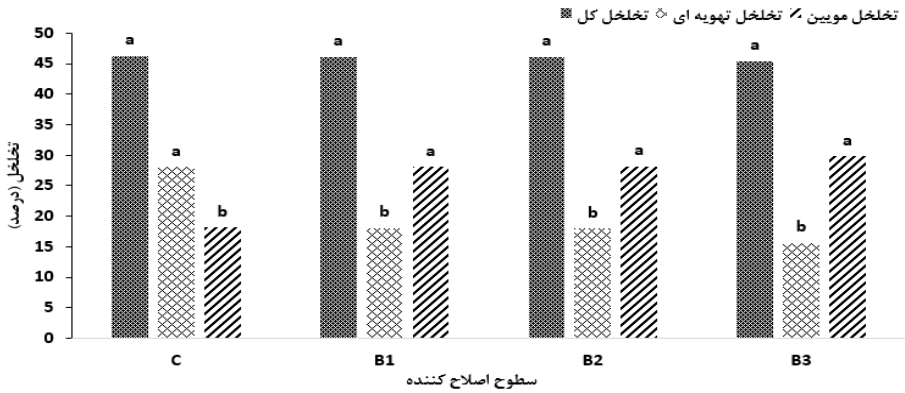
نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر بیوچار برگ خرما بر تخلخل کل، تخلخل تهویه‌ای و تخلخل مویین نشان می‌دهد (جدول ۲) که اثر اصلی زمان ($P<0.01$) و اثر متقابل زمان و سطح کاربرد ماده اصلاحی ($P<0.05$) بر تخلخل کل معنی‌دار شده‌اند اما اثر اصلی سطح کاربرد ماده اصلاحی بر تخلخل کل معنی‌دار نشده است. اثر اصلی سطح کاربرد ماده اصلاحی ($P<0.01$) بر تخلخل تهویه‌ای معنی‌دار بود و اثر اصلی زمان و اثر متقابل زمان و سطح کاربرد ماده اصلاحی بر تخلخل تهویه‌ای معنی‌دار نشده است. همچنین اثر اصلی سطح کاربرد ماده اصلاحی و زمان ($P<0.01$) بر تخلخل مویین معنی‌دار گردیده است و اثر متقابل سطح و زمان بر تخلخل مویین معنی‌دار نبوده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر بیوچار برگ خرما بر تخلخل کل، تخلخل تهویه‌ای و تخلخل مویین

منبع تغییر	درجه آزادی	تخلخل کل	تخلخل تهویه‌ای میانگین مربعات	تخلخل مویین
سطح	۳	۱/۷^{ns}	۳۷۱/۹**	۳۴۰/۳**
زمان	۳	۸۶/۷**	۵/۹^{ns}	۱۰۴/۱**
زمان*سطح	۹	۶/۸*	۷/۴^{ns}	۱/۳^{ns}
خطا	۲۴	۲/۹	۴/۳	۰/۹

**: بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns: غیر معنی‌داری است.

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح کاربرد ماده اصلاحی (بیوچار برگ خرما) کاربرد بر تخلخل کل، تخلخل تهویه‌ای و تخلخل مویین (شکل۱) نشان می‌دهد که با افزایش سطح کاربرد ماده اصلاحی بیوچار، تخلخل کل تغییری نکرده است و بین سطوح مختلف کاربرد اختلاف معنی‌دار مشاهده نمی‌شود. همچنین نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سطوح کاربرد بیوچار، تخلخل تهویه‌ای نسبت به شاهد کاهش یافته است و بین سطوح مختلف و شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد، اما بین سطوح ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی بیوچار حتی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. مقایسه میانگین اثر سطوح کاربرد ماده اصلاحی و سطوح کاربرد بر تخلخل مویین نشان می‌دهد که با افزایش سطح کاربرد بیوچار، تخلخل مویین افزایش یافته است و بین سطوح مختلف کاربرد بیوچار و شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد اما بین سطوح کاربرد بیوچار اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود ندارد.



تیمارهای با حروف لاتین مشترک، بر پایه آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

شکل ۱– نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح کاربرد ماده اصلاحی (بیوچار برگ خرما) و سطوح کاربرد بر تخلخل کل، تهویه‌ای و مویین

جدول ۳ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح اصلاح‌کننده و زمان بر تخلخل کل را نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات مربوط به تیمارهای B_1، B_2 و B_3 در زمان T_1 است که این تیمارها با داشتن ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی بیوچار برگ خرما (معادل ۱۸، ۳۶ و ۷۲ تن در هکتار) در ماه اول نسبت به شاهد، ۳/۲، ۲ و ۵/۴ درصد تخلخل کل را افزایش داده‌اند و کمترین تغییرات مربوط به تیمار B_3 با ۲ درصد وزنی بیوچار در ماه ششم است که نسبت به شاهد ۸/۷ درصد، تخلخل کل کاهش یافته است. نتایج نشان می‌دهد که با گذشت زمان در تمامی سطوح کاربرد بیوچار، تخلخل کل کاهش یافته است

و در ماه اول، تخلخل کل بالاترین میزان است و نشان از کارایی بیوچار در کوتاه مدت در افزایش تخلخل کل دارد که افزایش تخلخل خاک ناشی از تأثیر مثبت کربن بیوچار مصرفی در هم آوردی ذرات خاک و تشکیل خاکدانه‌های جدید و افزایش منافذ درشت و در واقع کاهش منافذ ریز در خاک ایجاد شده است. همچنین افزایش پایداری خاکدانه و تشکیل خاکدانه‌های درشت، علت افزایش تخلخل خاک نیز می‌تواند باشد که یافته‌های این پژوهش با نتایج Baiamonte و همکاران (۲۰۱۹) مبنی بر افزایش تخلخل خاک به ازای بیوچار اضافه شده و نتایج تحقیقات Blanco-Canqui (۲۰۱۷) که نشان دادند افزایش بیوچار، تخلخل خاک را ۱۴ تا ۶۴ درصد در کوتاه مدت افزایش می‌دهد، همخوانی دارد. همچنین نتایج این پژوهش کاهش تخلخل کل را در بلند مدت نشان داده است که علت پایین بودن استحکام مکانیکی بیوچار است که با گذشت زمان بیوچار به ذرات ریزتر تجزیه می‌شود و با پر کردن منافذ خاک ρb خاک خشک را افزایش می‌دهد که این یافته‌ها نیز با نتایج Verheijen و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی دارد.

جدول ۳– نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح اصلاح‌کننده و زمان بر تخلخل کل

سطح	زمان			
	T_1	T_2	T_3	T_4
B_0	۴۸/۵۷^{ab}	۴۶/۵۰^{bc}	۴۵/۰۱^{cd}	۴۵/۰۲^{cd}
B_1	۵۰/۱۰^{a}	۴۶/۰۲^{bcd}	۴۳/۳۰^{de}	۴۵/۱۷^{cd}
B_2	۴۹/۵۲^{a}	۴۴/۵۰^{cd}	۴۶/۰۶^{bcd}	۴۴/۳۸^{cd}
B_3	۵۱/۱۸^{a}	۴۶/۱۱^{bcd}	۴۱/۰۹^{e}	۴۳/۴۰^{cde}
میانگین	۴۹/۸۴^{a}	۴۵/۷۸^{b}	۴۳/۸۶^{c}	۴۴/۴۹^{bc}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر پایه آزمون چند دامنه‌ای انکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتایج مقایسه میانگین اثر زمان بر تخلخل تهویه‌ای (جدول ۴) نشان می‌دهد که تخلخل تهویه‌ای در زمان‌های T_1، T_2، T_3 و T_4 (معادل ۱، ۳، ۶ و ۹ ماه) اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ندارد و همچنین تغییرات تخلخل تهویه‌ای با زمان روند ثابتی ندارد.

نتایج مقایسه میانگین اثر زمان بر تخلخل مویین نشان می‌دهد که تخلخل مویین با گذشت زمان کاهش یافته است و بالاترین مقدار تخلخل مویین در ماه اول (T_1) و پایین ترین مقدار تخلخل مویین در ماه نهم (T_4) بوده است و مقدار تخلخل مویین در ماه سوم، ششم و نهم (T_2، T_3 و T_4) با ماه اول (T_1) به ترتیب به میزان ۱۵/۳، ۱۸/۷ و ۲۲ درصد کاهش یافته است که این نتایج بیانگر کارایی مصرف بیوچار برگ خرما در افزایش تخلخل مویین در کوتاه مدت است. علت آن است که افزودن ماده اصلاحی بیوچار که با ساختار حفره‌ای و متخلخل و داشتن ماده آلی زیاد، موجب بهبود ساختمان خاک شده است که افزایش فرآیند خاکدانه‌سازی نیز باعث افزایش منافذ خاک از قبیل ماکرو و میکروپورها در خاک و در نهایت افزایش تخلخل خاک را موجب شده است. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان به پژوهش Gao Lu و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد که در آن مشخص شد کاربرد بیوچار سبوس برنج در خاک رسی موجب افزایش ماکروپورها، مزوپورها، میکروپورها نسبت به تیمار شاهد می‌شود. تفاوت حجم منافذ بین خاک‌های تیمار شده با بیوچار و کمپوست می‌تواند تحت تأثیر فرآیند فلوکوله شدن و خاکدانه سازی توسط این اصلاح‌کننده‌ها باشد. یافته‌های Jien و Wang (۲۰۱۳) نیز نشان داد که با کاربرد ۲/۵ و ۵ درصد بیوچار چوب درخت در خاک، موجب افزایش تخلخل خاک شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

جدول ۴– نتایج مقایسه میانگین اثر زمان بر تخلخل تهویه‌ای و مویین

شاخص	زمان			
	T_1	T_2	T_3	T_4
تخلخل تهویه‌ای	۱۹/۵۵^{a}	۲۰/۱۲^{a}	۱۹/۲۴^{a}	۲۰/۸۵^{a}
تخلخل مویین	۳۰/۳۰^{a}	۲۵/۶۷^{b}	۲۴/۶۲^{c}	۲۳/۶۴^{d}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر پایه آزمون چند دامنه‌ای انکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج تجزیه واریانس تأثیر طولانی‌مدت بیوچار برگ خرما بر انواع تخلخل در یک خاک لوم رسی شنی نشان داد که اثر اصلی زمان ($P<0.01$) و اثر متقابل زمان و سطح کاربرد ماده اصلاحی ($P<0.05$) بر تخلخل کل معنی‌دار بودند. اثر اصلی سطح کاربرد ($P<0.01$) بر تخلخل تهویه‌ای و همچنین اثر اصلی سطح کاربرد ماده اصلاحی و زمان ($P<0.01$) بر تخلخل مویین معنی‌دار شده است. نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح کاربرد ماده اصلاحی (بیوچار برگ خرما) بر تخلخل کل، تخلخل تهویه‌ای و تخلخل مویین نشان می‌دهد که با افزایش سطح کاربرد ماده اصلاحی بیوچار برگ خرما، تخلخل کل نسبت به شاهد تغییری نکرده است و تخلخل تهویه‌ای کاهش و تخلخل مویین افزایش یافته است. در مجموع نتایج نشان داد افزودن

بیوچار به خاک باعث بهبود تخلخل کل و تخلخل مویین خاک در کوتاه مدت (ماه اول) شده است و تغییرات تخلخل تهویه‌ای نسبت به زمان روند ثابتی ندارد. علت کاهش تخلخل کل و تخلخل مویین در بلند مدت نیز می‌تواند به علت افزایش ρb و پایین بودن استحکام مکانیکی بیوچار باشد که با گذشت زمان بیوچار به ذرات ریزتر تجزیه می‌شود و با پر کردن منافذ خاک ρb خاک، تخلخل کل و تخلخل مویین را افزایش می‌دهد. در انتها پیشنهاد می‌شود، مطالعاتی در مقیاس مزرعه و بر روی بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، شیمایی و بیولوژیکی اصلاح‌کننده‌ی بیوچار در طولانی مدت انجام شود.

منابع

برزگر، ع. ا. ۱۳۷۹. فیزیک خاک پیشرفته. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲۳۵ صفحه.

خادم، ا.، رئیسی، ف. و بشارتی، ح. ۱۳۹۶. مروری بر اثرات کاربرد بیوچار بر خصوصیات فیزیکی، شیمایی و زیستی خاک. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، ۵(۱)، ۱۳-۳۰.

علیزاده، ا. ۱۳۸۸. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). چاپ اول.

مرادی، ن.، رسولی‌صدقیانی، م.ح. و سپهر، ا. تأثیر نوع و مقدار بیوچار بر برخی ویژگی‌های خاک و قابلیت استفاده بعضی عناصر غذایی در یک خاک آهکی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۱(۴)، ۱۲۳۲-۱۲۴۶.

نیک‌روش، ا.، برومند نسب، س.، ناصری، ع.ع. و سلطانی محمدی، ا. ۱۳۹۷. بررسی اثر کاربرد بیوچار و هیدروچار کاه گندم بر خصوصیات فیزیکی یک خاک لوم شنی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۲ (۲)، ۳۸۷-۳۹۷.

Baiamonte, G., Crescimanno, G., Parrino, F. and Pasquale, C.D. 2019. Effect of biochar on the physical and structural properties of a sandy soil. Catena, 175:294-303.

Black, G.R. and Hartge, K.H. 1986. Bulk density. In: Methods of Soil Analysis. Part1. editio. ASA and SSSA. Madison. WI. pp: 363-375.

Blanco-Canqui, H. 2017. Biochar and soil physical properties. Review and Analysis-Soil Physics and Hydrology. Soil Science Society of America Journal, 81:687-711.

Burrell, L.D., Zehetner, F., Rampazzo, N., Wimmer, B. and Soja, G. 2016. Long-term effects of biochar on soil physical properties. Geoderma, 282: 96-102.

Chen, X., Chen, G., Chen, L., Chen, Y., Lehmann, J., McBride, M.B. and Hay, A.G. 2011: Adsorption of copper and zinc by biochars produced from pyrolysis of hardwood and corn straw in aqueous solution. Bioresource Technology, 102 (19):8877–8884.

Gao Lu, S., Fang, S.F. and Tong, Z.Y. 2014. Effect of rice husk biochar and coal fly ash on some physical properties of expansive clayey soil (Vertisol). Catena, 114: 37-44.

Glaser, B., Lehmann, J. and Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. Biology and Fertility of Soils, 35: 219–230.

Haefele, S.M., Konboon, Y., Wongboon, W., Amarante, S., Maarifat, A.A., Pfeiffer, E.M. and Knoblauch, C. 2011. Effects and fate of biochar from rice residues in rice-based systems. Field Crops Research, 121: 430–440.

Jien, S.H. and Wang, C.S. 2013. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. Catena, 110, 225-233.

Karhu, K., Mattila, T., Bergström, I. and Regina, K. 2011. Biochar addition to agricultural soil increased CH4 uptake and water holding capacity. Results from a short-term pilot field study. Agriculture, Ecosystems & Environment, 140:309–13.

Obia, A., Mulder, J., Martinsen, V., Cornelissen, G. and Børresen, T. 2016. In situ effects of biochar on aggregation, water retention and porosity in light-textured tropical soils. Soil and Tillage Research, 155: 35–44.

Ouyang, L., Wang, F., Tang, J., Yu, L. and Zhang, R. 2013. Effects of biochar amendment on soil aggregates and hydraulic properties. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 13 (4): 991-1002.

Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A., Van der Velde, M. and Diafas, I. 2009. Biochar application to soils-a critical scientific review of effects on soil properties. Processes and functions, European commission joint research centre for scientific and technical reports, pp. 51-68.

Zhang, Z., Zhu, Z., Shen, B and Liu, L. 2019. Insights into biochar and hydrochar production and applications: a review. Energy, 1(35):1-59.

Topic for submission: Soil Physics and Plant Growth

Long-term Effects of Palm Leave Biochar on the Types of Porosity of Sandy Clay Loam Soil

Nasimi[1], P., Karimi[*2], A., Gerami, Z.[3]

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

[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

[3] PhD Candidate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

Abstract

Biochar is a major source of organic matter which improves the physical and chemical properties of the soil, but recognizing its long-term effects requires further research. To this end, this study was conducted to investigate long-term effects of palm leave biochar on the types of porosity of sandy clay loam soil. The experiment was a factorial based on a completely randomized design with two factors, factor of amendment (palm leave biochar) in four levels including control, 0.5, 1 and 2% by weight and time factor at four levels including 1, 3, 6 and 9 months after applying the treatments with three replications in a pot experiment was conducted and total porosity (F), capillary porosity and air filled porosity were measured. The results showed that the main effect of time ($P < 0.01$) and the interaction between time and level of application of amendment ($P < 0.05$) on total porosity were significant. The main effect of application level ($P < 0.01$) on air filled porosity, as well as the main effect of the level of amendment and time ($P < 0.01$) on capillary porosity was significant. The most efficient use of palm leave biochar on total porosity, capillary porosity in the short term has been and the variation in air filled porosity is not constant over time. As a result, it is possible to use palm leave biochar for management, soil improvement and sustainable organic matter uptake and reduce the use of chemical fertilizers.

Keywords: Crop residue, Total porosity, Capillary porosity, Organic matter

* Corresponding author, Email: karimiahmad1342@yahoo.com