محور مقاله: فیزیک خاک و رشد گیاه

تغییرات رس قابل پراکنش، هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل دسترس گیاه در دو خاک آهکی تیمارشده با لجن فاضلاب و بیوچار آن

زهرا خان‌محمّدی[1*]، مجید افیونی[2]، محمّدرضا مصدّقی[2]

[1] استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اصفهان

[2] استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

بیوچار یک ماده جامد غنی از کربن است که طی فرآیند پیرولیز زیتوده در شرایط عدم حضور و یا حضور جزئی اکسیژن تولید می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی اثر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر رس قابل پراکنش، هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل استفاده خاک برای گیاه دو خاک آهکی لوم رسی و لوم تحت کشت ذرت انجام شد. مقادیر کاربرد لجن فاضلاب (S) ۱۰، ۲۰ و ۴۰ مگاگرم در هکتار (به ترتیب تیمار S۱، S۲ و S۳) بود. بیوچار (B) نیز در مقادیر ۷/۳، ۱۴/۵ و ۲۹ مگاگرم در هکتار (B۱، B۲ و B۳) اعمال شد. در پایان دوره رشد ذرت، رس قابل پراکنش، هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل استفاده خاک برای گیاه در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. کاربرد لجن فاضلاب و بیوچار در تمام مقادیر، موجب کاهش معنی‌دار مقدار رس قابل پراکنش در آب در مقایسه با تیمار شاهد شد. این یافته می‌تواند به دلیل مقادیر بیش‌تر شاخص آب‌گریزی خاک در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار باشد. اعمال تیمار لجن فاضلاب و بیوچار سبب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و آب قابل دسترس گیاه شد. در هر دو تیمار لجن فاضلاب و بیوچار با افزایش مقدار کاربرد، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت. هدایت هیدرولیکی اشباع و مقدار آب قابل دسترس گیاه در خاک لوم به طور معنی‌داری بیش‌تر از خاک لوم رسی بود.

کلمات کلیدی: لجن فاضلاب، بیوچار، رس قابل پراکنش، هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل استفاده برای گیاه.

مقدمه

در سال‌های اخیر پیرولیز بقایای آلی شامل بقایای کشاورزی، کودهای دامی، باگاس نیشکر، لجن کاغذ و سایر بقایا مورد توجه قرار گرفته است. پیرولیز عبارت است از فرآیند تبدیل گرمایی-شیمیایی[1] زیتوده در شرایط بدون اکسیژن که منجر به ایجاد سه فاز گاز، مایع (روغن و قیر)، و جامد (بیوچار) می‌شود (Verheijen و همکاران، ۲۰۱۰). ساختار آروماتیک چندحلقه‌ای فاز جامد یا همان بیوچار سبب پایداری آن در محیط و ذخیره و ترسیب کربن در خاک می‌شود. بیوچار همچنین می‌تواند شامل مجموعه‌ای از عناصر غذایی برای گیاه باشد، بنابراین یک افزودنی ارزشمند به خاک محسوب می‌شود. (Lehmann و Joseph، ۲۰۰۹). گزارش‌هایی مبنی بر اثر مثبت افزودن بیوچار به خاک بر بهبود ویژگی‌های هیدرولیکی و افزایش مقدار آب قابل دسترس خاک برای گیاه[2] (AWC) وجود دارد. پژوهش Karhu و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که افزودن مقدار ۹ تن در هکتار بیوچار به دست آمده از درخت غان به خاک کشاورزی سبب افزایش گنجایش نگه داشت آب[3] (WHC) به میزان ۱۱ درصد می‌شود. از آن‌جا که بیوچار دارای مقدار زیادی منافذ کوچک است، توانایی زیادی برای نگهداشت آب داشته و WHC را افزایش می‌دهد. Major و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که افزایش مقدار ۱/۶ درصد (وزنی) بیوچار چوب به یک خاک لوم رسی شنی سبب افزایش مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع[4] (K_s) شد. آن‌ها این یافته را به کاهش چگالی ظاهری خاک پس از افزودن بیوچار مرتبط دانستند. اخیراً تولید لجن فاضلاب (S) به دلیل رشد جمعیت و افزایش فعالیت‌های صنعتی افزایش یافته است. پیرولیز لجن فاضلاب به طور بالقوه می‌تواند یک روش انتخابی برای مدیریت لجن به ویژه در مقایسه با روش‌های معمول دفن در زمین و کاربرد مستقیم آن در کشاورزی باشد. این فرآیند ضمن کاهش حجم بقایای جامد و حذف پاتوژن‌ها و عوامل بیماری‌زا در لجن، پیامدهای مثبتی در کشاورزی نیز دارد

*ایمیل نویسنده مسئول: Z.khanmohamadi@areeo.ac.ir

1- Thermochemical transformation
2- Available water content
3- Water holding capacity
4- Hydraulic conductivity

(Hwang و همکاران، ۲۰۰۷). این پژوهش با هدف بررسی اثر لجن فاضلاب (S) و بیوچار آن (B) بر رس قابل پراکنش در آب[1] (WDC)، هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) و آب قابل استفاده خاک برای گیاه[2] (PAW) در دو خاک آهکی با بافت متفاوت و در گلخانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پژوهش، نمونه‌هایی از دو خاک آهکی با رده‌بندی Typic Haplocambids و بافت‌های لوم رسی و لوم به ترتیب از مناطق فلاورجان و زیار در استان اصفهان تهیه شدند (جدول ۱). خاک‌ها ابتدا هوا-خشک شده و سپس برای حفظ خاکدانه‌ها و حداقل تخریب واحدهای ساختمانی در پژوهش گلخانه‌ای، از الک ۶ میلی‌متری عبور داده شدند. بیوچار لجن فاضلاب در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس تهیه شد (Khanmohammadi و همکاران، ۲۰۱۵). برخی از ویژگی‌های لجن فاضلاب و بیوچار آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها قبل از کشت، لجن فاضلاب و بیوچار تولیدشده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس.

ویژگی	واحد	خاک فلاورجان	خاک زیار	لجن فاضلاب	بیوچار
رس	kg $100kg^{-1}$	۳۰/۲	۱۵/۷	–	–
شن	kg $100kg^{-1}$	۲۲/۲	۴۲/۸	–	–
سیلت	kg $100kg^{-1}$	۴۷/۶	۴۱/۵	–	–
بافت	-	لوم رسی	لوم	–	–
pH	-	۷/۵	۷/۶	۶/۸	۸/۲
رسانایی الکتریکی	dS m^{-1}	۰/۵۰	۰/۴۶	۲/۲۰	۰/۵۲

لجن فاضلاب (S) در مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۴۰ مگاگرم در هکتار با خاک‌ها مخلوط شد و به ترتیب با نمادهای S۲،S۱ و S۳ بیان شد. از آن‌جا که فرآیند پیرولیز سبب کاهش جرم بیوچار نسبت به لجن فاضلاب می‌شود (۲۷/۵ درصد از لجن فاضلاب تبدیل به فاز مایع و گاز می‌شود) و به منظور داشتن نتایج قابل مقایسه، میزان کاربرد بیوچار (B) ۷/۳، ۱۴/۵ و ۲۹ مگاگرم در هکتار در نظر گرفته شد و به ترتیب با نمادهای B۲،B۱ و B۳ بیان شد. سپس لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر داخلی ۲۱/۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر با خاک‌های تیمارشده با لجن فاضلاب و بیوچار به صورت جداگانه و در سه تکرار پر شدند؛ به گونه‌ای که ارتفاع ستون‌های خاک ۵۰ سانتی‌متر شد. یک تیمار شاهد نیز برای هر خاک در نظر گرفته شد. تمام تیمارها در سه تکرار اعمال شدند. برای پایش مقدار آب خاک در طول پژوهش گلخانه‌ای، از روش انعکاس‌سنجی زمانی[3] (TDR) استفاده شد. به این منظور میله‌های دستگاه TDR درون سوراخ‌های ایجادشده در ستون‌ها و در عمق‌های ۱۰، ۲۵ و ۴۰ سانتی‌متری خاک قرار گرفتند. در هر ستون سه عدد بذر گیاه ذرت (۷۰۴ Single Cross) کشت شد. پس از رسیدن به مرحله دو برگی گیاه ذرت به یک عدد در هر ستون کاهش یافت. در نهایت گیاهان ذرت در هر ستون به مدت ۷۸ روز پس از جوانه‌زنی رشد کردند. در پایان دوره رشد، نمونه‌های دست‌نخورده خاک با حجم ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب از لایه ۱۲/۵ تا ۲۵ سانتی‌متری هر ستون، یعنی جایی‌که بیش‌ترین تراکم ریشه‌ها وجود داشت جمع‌آوری شد. برای محاسبه مقدار PAW، از رطوبت خاک‌های تیمارشده با لجن فاضلاب و بیوچار در مکش ماتریک معادل (۳۳۰ هکتوپاسکال) گنجایش مزرعه[4] (FC) و مکش ماتریک معادل (۱۵۰۰۰ هکتوپاسکال) نقطه پژمردگی دائم[5] (PWP) استفاده شد. تفاضل مقادیر به‌دست‌آمده نشان‌دهنده مقدار آب قابل استفاده خاک (v/v) است. هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) نمونه‌های خاک دست‌نخورده به روش بار ثابت[6] اندازه‌گیری شد (Hillel، ۱۹۸۰). مقدار رس قابل پراکنش خاک یکی از ویژگی‌های مؤثر بر پدیده سخت‌شوندگی و شاخصی از ناپایداری ساختمان خاک است. بخشی از رس خاک که در آب مقطر و با اعمال انرژی مکانیکی مشخص، بدون تخریب ماده آلی و خروج

1- Water dispersible clay
2- Plant available water
3- Time domain reflectometry
4- Field capacity
5- Permanent wilting point
6- Constant-head method

نمک‌های محلول و بدون استفاده از مواد پراکنده‌کننده[1] شیمیایی تعیین می‌شود، به عنوان رس قابل پراکنش در آب (WDC) در نظر گرفته می‌شود. رس قابل پراکنش در آب از طریق ته‌نشینی و با استفاده از روش نمونه‌برداری میکرو-پیپت اندازه‌گیری شد (Burt و همکاران، ۱۹۹۳). این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت آرایش فاکتوریل سه‌فاکتوره شامل فاکتورهای دو نوع خاک (فلاورجان و زیار)، دو نوع کود آلی (لجن فاضلاب و بیوچار) و سه نرخ کاربرد (۱، ۲ و ۳) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. نتایج به روش تجزیه واریانس (ANOVA) با نرم‌افزار SAS تجزیه آماری شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال $p<۰/۰۵$ صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

اثر نوع تیمار بر درصد رس قابل پراکنش در آب (WDC) معنی داری بود. درصد رس قابل پراکنش در آب در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود (جدول ۲). مقادیر بیش‌تر شاخص آب‌گریزی (RI) تعیین‌شده به روش جذب-پذیری ذاتی در تیمارهای آلی لجن فاضلاب و بیوچار می‌تواند سبب پایداری ساختار منفذی خاک در برابر تنش‌های مرطوب‌شدن سریع شود. در واقع پوشش‌های آب‌گریز، سبب کاهش سرعت مرطوب‌شدن خاک و در نتیجه پایداری خاکدانه‌ها می‌شوند. همچنین به نظر می‌رسد که افزایش بیش‌تر مقدار کربن آلی کل در خاک‌های پس از برداشت تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار سبب پایداری بیش‌تر خاکدانه‌ها و کاهش رس قابل پراکنش خاک در مقایسه با تیمار شاهد شده است (جدول ۲). احتمالاً افزایش نسبت کربن آلی به رس خاک نیز می‌تواند دلیل کاهش درصد رس قابل پراکنش در آب باشد، زیرا همبستگی منفی و معنی‌داری بین WDC و OC/CC ($r=۰/۷۲۷$, $p < ۰/۰۱$) مشاهده شد. Emerson (۱۹۷۱) بیان نمود که با افزایش کربن آلی خاک، مقدار رس قابل پراکنش در آب به دلیل نقش کربن آلی در ایجاد پیوند بین ذرات خاک و هم‌آوری آن‌ها به شدت کاهش می‌یابد.

جدول ۲- مقایسه میانگین تاثیر نوع تیمار اصلاحی بر رس قابل پراکنش در آب، هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل استفاده برای گیاه.

نوع تیمار	RI	OC/CC	TOC	WDC	K_s	PAW
واحد	-	-	kg 100kg^{-1}	kg 100kg^{-1}	cm h^{-1}	cm^3 cm^{-3}
شاهد	۱/۳۳^{d}	۰/۰۳۲^{b}	۰/۶۶^{b}	۳۰/۲^{a}	۲/۲۱^{c}	۰/۱۰۹^{b}
لجن فاضلاب	۲/۵۴^{a}	۰/۰۳۶^{a}	۰/۷۶^{a}	۲۶/۳^{c}	۳/۰۹^{a}	۰/۱۱۵^{a}
بیوچار	۲/۴۶^{b}	۰/۰۳۶^{a}	۰/۷۶^{a}	۲۵/۳^{d}	۲/۸۷^{b}	۰/۱۱۴^{a}
$LSD_{0.05}$	۰/۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۳۵	۰/۰۳	۰/۰۰۱

RI شاخص آب‌گریزی، OC/CC نسبت کربن آلی به مقدار رس خاک، TOC کربن آلی کل، WDC رس قابل پراکنش در آب، K_s هدایت هیدرولیکی اشباع، PAW آب قابل دسترس گیاه.

در هر ستون، اعداد دارای حروف مختلف تفاوت معنی‌دار دارند (LSD, $p<0.05$).

اثر نوع خاک، نوع تیمار و مقدار کاربرد تیمار آلی بر K_s و PAW معنی‌دار بود. هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل دسترس گیاه با کاربرد لجن فاضلاب و بیوچار نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). همچنین K_s در تیمار لجن فاضلاب به طور معنی‌داری بیش‌تر از بیوچار بود. با توجه به این‌که لجن فاضلاب و بیوچار دو تیمار آلی هستند و با در نظر گرفتن نقش مواد آلی در خاکدانه‌سازی، می‌توان بیان نمود که با افزودن لجن فاضلاب و بیوچار و به دنبال آن افزایش خاکدانه‌سازی و توسعه منافذ، هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل استفاده خاک برای گیاه افزایش یافته است. به علاوه به نظر می‌رسد که افزایش مقدار K_s در تیمارهای S و B در مقایسه با شاهد می‌تواند به دلیل افزایش آب‌گریزی در این تیمارها نیز باشد. گزارش شده است که آب‌گریزی سبب افزایش K_s و احتمال وقوع جریان‌های ترجیحی می‌شود (White و Sully، ۱۹۸۷). Major و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که کاربرد ۱/۶ درصد وزنی بیوچار چوب به یک خاک با بافت لوم رسی شنی سبب افزایش K_s شد. این پژوهشگران دلیل این یافته را افزایش تخلخل خاک پس از افزودن بیوچار ذکرکردند. مقدار PAW در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار به طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار شاهد بود. با توجه به ماهیت آلی لجن فاضلاب و بیوچار، و توان نگهداشت

1- Dispersant

آب زیاد آن‌ها آب قابل استفاده در این دو تیمار بیش‌تر از شاهد بود. بررسی مقدار رطوبت در گنجایش مزرعه (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) نشان داد که در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار مقدار رطوبت FC به ترتیب ۱/۳ و ۰/۷ درصد بیش‌تر از تیمار شاهد بود. مقدار رطوبت PWP نیز در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۰/۵ و ۰/۰۸ درصد بیش‌تر بود. در واقع افزایش PAW می‌تواند به دلیل افزایش بیش‌تر مقدار رطوبت FC در مقایسه با PWP در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار باشد. بر اساس جدول ۳، K_s و PAW در خاک زیار به طور معنی‌داری بیش‌تر از خاک فلاورجان بود. از آن‌جا که هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک‌های درشت‌بافت بیشتر از خاک‌های ریزبافت است، انتظار می‌رفت که مقدار K_s در خاک لومی زیار بیش‌تر از خاک لوم رسی فلاورجان باشد. با توجه به آن‌که بیش‌ترین مقدار آب قابل دسترس مربوط به بافت لوم است، مقدار PAW در این خاک بیش‌تر از خاک فلاورجان بود. به نظر می‌رسد که منافذ متوسط و مویینه برای نگهداشت آب قابل استفاده در خاک زیار فراوان‌تر می‌باشند. مقدار رس قابل پراکنش در خاک فلاورجان به طور معنی‌داری در مقایسه با خاک زیار بیش‌تر بود. با توجه به اینکه نسبت OC/CC در خاک زیار بیش‌تر از خاک فلاورجان است، می‌توان نتیجه گرفت که به ازای واحد جرم رس، کربن آلی بیش‌تری در خاک وجود دارد که سبب پایداری ساختمانی بیش‌تر این خاک می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر نوع خاک بر رس قابل پراکنش در آب، هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل استفاده برای گیاه.

ویژگی	RI	OC/CC	WDC	K_s	PAW
واحد	-	-	%	cm h^{-1}	cm^3 cm^{-3}
فلاورجان	۲/۳۳^{a}	۰/۰۲۶^{b}	۳۱/۱^{a}	۲/۶۰^{b}	۰/۱۰۸^{b}
زیار	۲/۱۱^{b}	۰/۰۴۳^{a}	۲۳/۴^{b}	۳/۰۳^{a}	۰/۱۳۲^{a}

RI شاخص آب‌گریزی، OC/CC نسبت کربن آلی به مقدار رس خاک، WDC رس قابل پراکنش در آب، K_s هدایت هیدرولیکی اشباع، PAW آب قابل دسترس گیاه.
در هر ستون، اعداد دارای حروف مختلف تفاوت معنی‌دار دارند (LSD, p<0.05).

اعمال تیمار لجن فاضلاب و بیوچار در تمام مقادیر کاربرد سبب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع در مقایسه با شاهد شد (جدول ۴). همچنین در هر دو تیمار لجن فاضلاب و بیوچار با افزایش مقدار کاربرد، هدایت هیدرولیکی اشباع به طور معنی‌داری افزایش یافت. به طور کلی بیش‌ترین مقدار K_s در تیمار لجن فاضلاب دیده شد. بررسی مقادیر مشابه کاربرد لجن فاضلاب و بیوچار نشان داد که مقدار K_s در تیمارهای S۱ و S۳ بیش‌تر از B۱ و B۳ بود. در مقابل تفاوت معنی‌داری بین S۲ و B۲ از نظر K_s مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش نوع تیمار آلی و مقدار کاربرد آن بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک.

ویژگی	لجن فاضلاب			بیوچار			شاهد
	S۱	S۲	S۳	B۱	B۲	B۳	-
K_s (cm h^{-1})	۲/۷۱^{d}	۲/۸۹^{c}	۳/۶۹^{a}	۲/۱۶^{e}	۳/۰۱^{c}	۳/۴۵^{b}	۲/۲۰^{e}

اعداد دارای حروف مختلف تفاوت معنی‌دار دارند (LSD, p<0.05).

نتیجه‌گیری

درصد رس قابل پراکنش خاک در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار به طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد بود. مقادیر بیش‌تر شاخص آب‌گریزی خاک در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار می‌تواند سبب پایداری ساختمان خاک در برابر تنش‌های مرطوب‌شدن شود. اعمال تیمار لجن فاضلاب و بیوچار سبب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک شد. همچنین در هر دو تیمار لجن فاضلاب و بیوچار با افزایش مقدار کاربرد، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت. هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در تیمار لجن فاضلاب به طور معنی‌داری بیش‌تر از بیوچار بود. مقدار PAW در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار به طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار شاهد بود که به دلیل ماهیت آلی لجن فاضلاب و بیوچار و توان نگهداشت آب زیاد آن‌ها است. به‌علاوه افزایش بیش‌تر مقدار رطوبت FC در مقایسه با PWP در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار نسبت به تیمار شاهد، می‌تواند دلیل دیگر افزایش آب قابل دسترس گیاه در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار باشد.

منابع:

Burt, R., Reinsch, T. G. and Miller, W. P. 1993. A micro-pipette method for water dispersible clay. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24: 2531–2544.

Emerson, W. W. 1971. Determination of the contents of clay-sized particles in soils. J. Soil Sci. 22: 50–59.

Hillel, D. 1980. Application of Soil Physics. Academy Press, New York, 385 p.

Hwang, I. H., Ouchi, Y. and Matsuto, T. 2007. Characteristics of leachate from pyrolysis residue of sewage sludge. Chemosphere. 68: 1913–1919.

Karhu, K., Tuomas, M., Irina, B. and Kristiina, R. 2011. Biochar addition to agricultural soil increased CH_4 uptake and water holding capacity – Results from a short-term pilot field study. Agric. Ecosyst. Environ. 140(1–2): 309–313.

Khanmohammadi Z., Afyuni, M. and Mosaddeghi, M.R. 2015. Effect of pyrolysis temperature on chemical and physical properties of sewage sludge biochar. Waste Management and Research. 33: 275–283.

Lehmann, J. and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management: An introduction. PP. 1–12. *In*: J. Lehmann and S. Joseph. (Eds.), Biochar for Environmental Management, Science and Technology; Earthscan: London, UK.

Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S. J. and Lehmann, J. 2010. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. Plant Soil. 333(1–2): 117–128.

Verheijen, F. S. Jeffery, Bastos, A. C., Van der Velde, M. and Diafas, I. 2010. Biochar Application to Soils. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.

White, I. and Sully, M. J. 1987. Macroscopic and microscopic capillary length and time scales from field infiltration. Water Resour. Res. 23: 1514–1522.

Topic for submission: Soil Physics and Plant Growth.

Water-dispersible clay, hydraulic conductivity and plant-available water changes of two calcareous soils treated with sewage sludge and its biochar

Zahra Khanmohammadi[1]*, Majid Afyuni[2] and Mohammad Reza Mosaddeghi[2]

[1] Assist. Prof., Department of Soil and Water Research, Isfahan Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran.

[2] Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran.

Abstract

Biochar is a carbon-rich solid material that is produced during pyrolysis process under partial or no oxygen condition. The objective of this study was to determine the effect of sewage sludge and its biochar application on water-dispersible clay, hydraulic conductivity and plant-available water of two calcareous clay loam and loam soils under corn cultivation. The soils were mixed with sewage sludge (S) at the rates of 10, 20 and 40 Mg ha^{-1} (S1, S2 and S3 treatments, respectively). The biochar (B) was applied at the rates of 7.3, 14.5 and 29 Mg ha^{-1} (B1, B2 and B3). At the harvest time, water-dispersible clay, hydraulic conductivity and plant-available water were determined. Sewage sludge and biochar application reduced the water-dispersible clay relative to control treatment. This probably is due to the higher water repellency index in the sewage sludge and biochar treatments compared with control. Sewage sludge and biochar application increased the hydraulic conductivity and plant-available water. Hydraulic conductivity was significantly increased by increasing sewage sludge and biochar application rate. Hydraulic conductivity and plant-available water of loam soil was significantly higher than clay loam soil.

Keywords: Sewage sludge, Biochar, Water dispersible clay, Hydraulic conductivity, Plant available water.

* Corresponding author, Email: Z.khanmohamadi@areeo.ac.ir