

## مطالعه اثر سطوح مختلف دو نوع زغال‌زیستی بر آب‌گریزی و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

علی یزدان‌پناهی<sup>۱</sup>، خالد احمدالی<sup>۲\*</sup>، سلمان زارع<sup>۳</sup>، و محمد جعفری<sup>۴</sup>

(۱) دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

(۲\*) استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

\* نویسنده مسئول مکاتبات: [khahmadauli@ut.ac.ir](mailto:khahmadauli@ut.ac.ir)

(۳) استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(۴) استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۳

### چکیده

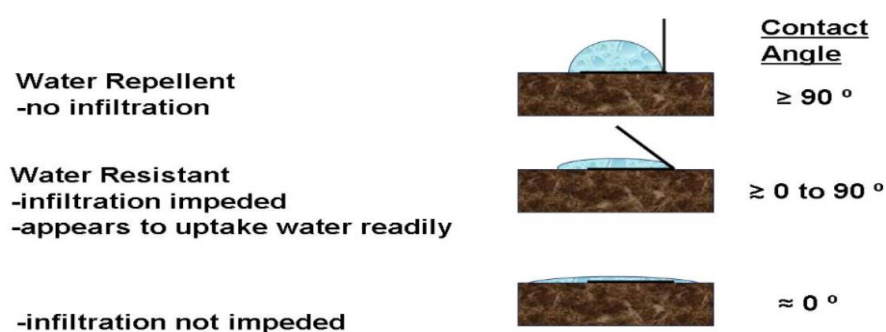
آب‌گریزی یکی از ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است که بر منحنی رطوبتی خاک، هدایت هیدرولیکی و غیره تأثیر می‌گذارد. هدف مطالعه حاضر، بررسی اثرات افزودن بایوچارهای طبیعی و مصنوعی بر آب‌گریزی و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. این پژوهش به صورت فاکتوریل با عامل نسبت‌های مختلف خاک و مواد افزودنی (بایوچار طبیعی و بایوچار تولیدشده از کمپوست زباله شهری)، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار، انجام شد. فاکتورهای در نظر گرفته شده در این طرح، شامل: فاکتور بایوچار طبیعی در چهار سطح (۰، ۱، ۳ و ۵ درصد)، بایوچار تولیدشده از کمپوست زباله شهری در چهار سطح (۰، ۱، ۳ و ۵ درصد) - جمعاً ۱۶ تیمار - می‌باشد. برای تعیین آب‌گریزی نمونه‌های بایوچارهای کمپوست زباله شهری و طبیعی از تست قطره آب یا زمان نفوذ آب در خاک (WDPT) استفاده شد و مدت‌زمان نفوذ آب به خاک ( $t_p$ ) در هر ۱۶ تیمار اندازه‌گیری شد. همچنین نتایج حاصل نشان داد که با افزایش درصد مصرفی بایوچارها،  $t_p$  افزایش می‌یابد. بیشترین  $t_p$  مربوط به تیمارهای ۵ و ۱۶ به ترتیب ۱۵۶ و ۱۷۰ ثانیه بود که افزایش ۹۸ و ۹۹ برابری نسبت به خاک شاهد داشتند. از ۱۶ تیمار مورد بررسی ۱۲ تیمار در کلاس آب‌دوست، یک تیمار در کلاس آب‌گریزی جزئی و سه تیمار در کلاس آب‌گریزی شدید قرار گرفت. در کل می‌توان ذکر کرد که مصرف بایوچارهای مورد بررسی مخصوصاً بایوچار طبیعی به لحاظ آب‌گریزی مشکلی در نفوذپذیری خاک ایجاد نمی‌کند. همچنین نتایج نشان داد که افزودن بایوچارهای مورد استفاده به طور میانگین سبب کاهش ۴/۳ درصدی چگالی ظاهری و افزایش ۲/۲ درصدی ماده آلی و ۱/۸ درصدی pH شد.

کلمات کلیدی: آب‌گریزی؛ بایوچار طبیعی؛ نفوذپذیری؛ WDPT

## مقدمه

روی آن قرار می‌گیرد. آبگریزی زمانی رخ می‌دهد که زاویه تماس آب با سطح ذرات خاک بیشتر از ۹۰ درجه باشد. در شکل (۱) فرم‌های مختلف آبگریزی و نفوذپذیری بر اساس زاویه تماس قطره آب و سطح خاک نشان داده شده است.

آبگریزی یکی از ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است. خاک آب‌گریز، خاکی است که اجازه نفوذ آب به داخل خود را نمی‌دهد و وقتی قطره‌ای از آب روی سطح آن قرار گیرد، سریعاً خیس نمی‌شود (Doerr *et al.*, 2000; Burguet *et al.*, 2016) و آب به صورت قطرات کروی



شکل ۱. صور مختلف آبگریزی و نفوذپذیری (Hallet and Gaskin, 2007)

(Doerr *et al.*, 2006) می‌باشد. به طوری که در طی تجزیه مواد آلی، این ترکیبات ذرات خاک را پوشانده و خاک به شکل آب‌گریز در می‌آید. آبگریزی در خاک‌های شنی بیشتر اتفاق می‌افتد، زیرا ذرات شن به علت سطح ویژه کم به سهولت توسط مواد آلی نسبت به ذرات رسی پوشش داده می‌شوند. با این حال آبگریزی در خاک‌های با بافت سنگین نیز گزارش شده است (Regalado and Ritter, 2005; Zavalá *et al.*, 2009). ماهیت ترکیبات آلی به وجود آورنده آبگریزی گزارش شده در مطالعات شامل، مواد مومی مربوط به گیاهان و پوست آن‌ها، آلکان‌ها، اسیدهای چرب و نمک‌های آن‌ها، استرها، فیتان‌ها و استرول‌ها می‌باشند (Liyanağe and Leelamanie, 2016; Mao *et al.*, 2016).

آبگریزی خاک‌ها یک ویژگی مؤثر بر رشد گیاهان، هیدرولوژی سطحی، زیرسطحی و فرسایش خاک

یکی دیگر از عواملی که در نگهداشت آب در پتانسیل‌های مختلف مؤثر است آبگریزی خاک می‌باشد (DeBano, 1981). همچنین طبق تعریف، مقاومت خاک به مرطوب شدن برای دوره‌های زمانی چنددقیقه‌ای، چندساعته و حتی بالاتر را آبگریزی خاک گویند (Bughici and Wallach, 2016). آبگریزی به فاکتورهایی از جمله: میزان آب خاک (Dekker and Ritsema, 1994; King, 1981)، سابقه‌ی تر و خشک شدن خاک (Doerr and Thomas, 2000)، دما (Dekker *et al.*, 1998)، رطوبت محیط (Doerr *et al.*, 2002)، مقدار و کیفیت مواد آلی (Wallis *et al.*, 1990)، و بافت خاک (Crockford *et al.*, 1991) بستگی دارد. مطالعات نشان داده است که عامل اصلی آبگریزی، مواد آب‌گریز آزاد شده توسط گیاهان (Doerr, 1998)، فعالیت قارچی (Jex *et al.*, 1985) تجزیه مواد آلی (McGhie and Posner, 1980) و آتش‌سوزی

کاربرد در زمین‌های کشاورزی، به‌عنوان یک کود آلی جایگزین، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است (Abbasi and Anwar, 2015).

بایوچار در واقع یک ترکیب آلی سیاه رنگ غنی از کربن با حجم کم، درجه پایداری زیاد و مقاومت بالا نسبت به تجزیه در خاک است که در شرایط اکسیژن محدود، از گرماکافت ضایعات آلی گیاهی یا حیوانی تولید و به‌عنوان کود مورد استفاده قرار گیرد (Lehmann and Joseph, 2015).

به دلیل چربی، رزین و روغن‌های موجود در داخل زباله، کمپوست و یا بایوچارهای حاصل از آن خاصیت آبگریزی دارند. در همین راستا، در تحقیقی که Whelan و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی اثر دو نوع کمپوست زباله سبز و ضایعات گوشت بر آب‌گریزی پرداختند. تیمارهای مورد آزمایش شامل خاک‌های شنی لومی و شنی لومی + رسی لومی آغشته به نفت و کمپوست‌ها با سطح مصرفی (۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ تن در هکتار) بود. نتایج نشان داد که آبگریزی با کمپوست و با افزایش محتوای مواد آلی افزایش می‌یابد. ناظم‌السادات (۱۳۹۳) در پژوهشی به اثر افزودن لجن فاضلاب بر آبگریزی دو نوع بافت خاک و تبخیر از سطح آن‌ها پرداخت. به این منظور از دو خاک با بافت لوم‌رسی و لوم‌شنی استفاده شد و درجات مختلفی شامل ۲۵، ۵۰، ۶۵ و ۸۰ درصد از لجن تصفیه‌خانه فاضلاب شهری شهرکرد به آن‌ها اضافه گردید. پس از یک ماه نتایج نشان داد که افزایش درصد لجن فاضلاب باعث کاهش چگالی ظاهری خاک، کاهش pH، افزایش EC، افزایش کربن آلی خاک و در نتیجه مواد آلی و کاهش کربنات کلسیم معادل خاک در هر دو بافت گردید. همچنین لجن فاضلاب شهری باعث آبگریزی خاک شده و خاک لوم شنی نسبت به لوم‌رسی آبگریزتر بود و هرچه درصد لجن بیشتر، آبگریزی نیز

می‌باشد. مطالعات گوناگون بیانگر حضور آبگریزی در خاک‌های متنوع در انواع مختلفی از آب‌وهوا می‌باشند (Gerke et al, 2001; Buczko et al, 2002). اخیراً مشاهده شده که آبیاری متوالی با استفاده از آب فاضلاب هم می‌تواند به توسعه آبگریزی خاک به علت مواد آلی محلول در آب فاضلاب منجر شود (Arye et al, 2011). حتی کاربرد برخی مواد از جمله کمپوست زباله شهری هم می‌تواند باعث آبگریزی در خاک گردد.

پسماندها دارای مقدار زیادی مواد آلی و عناصر غذایی بوده که افزودن آن‌ها به خاک از جنبه‌های مختلف تغذیه‌ای و فیزیکی می‌تواند برای خاک‌ها سودمند باشد. اثرات مثبت بازگرداندن بقایا و پسماندها به خاک بر ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله کاهش چگالی ظاهری خاک، بهبود ساختمان خاک، افزایش تخلخل و بهبود دسترسی گیاه به آب در پژوهش‌های Shaver و همکاران (۲۰۰۳)، Blanco-Canqui و Lal (۲۰۰۹)، گزارش شده است. کمپوست پسماندها به‌عنوان یک کود آلی مقرون‌به‌صرفه و بارز می‌تواند در کشاورزی پایدار از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد. کاربرد بایوچار و یا کمپوست می‌تواند نقش مهمی در بهبود کربن و ماده آلی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب (Abel et al, 2013)، بهبود تهویه خاک، افزایش نگهداری و قابلیت دسترسی مواد غذایی، کاهش نیاز به کودهای شیمیایی و آبشویی مواد غذایی (Laird, 2008; Steiner et al, 2007)، افزایش رشد و عملکرد گیاهان و کاهش جریان گازهای گلخانه‌ای (Lehmann et al, 2006; Lal, 2011)، افزایش pH (Singh et al, 2010)، افزایش هدایت الکتریکی (Song and Guo, 2012; Chintala et al, 2014)؛ زلفی باوریانی و همکاران، (۱۳۹۵) و کاهش چگالی ظاهری (Lim et al., 201) ایفا کند. اخیراً، تبدیل کودهای آلی به بایوچار جهت

سطح خاک تأثیرگذار باشد. بنابراین انتظار می‌رود لایه آب‌گریز سطحی مانع انتقال رطوبت به سطح خاک شده و با حذف شرط تأمین آب به سطح تبخیر، موجب کاهش تبخیر از خاک و کاهش اتلاف آب گردد. Blanco-Canqui و Lal (۲۰۰۹) در مطالعه اثرات خاک‌ورزی بر آب‌گریزی خاک‌نشان دادند، دفن عمقی بقایای گیاهی به دلیل افزایش ماده آلی خاک سبب افزایش آب‌گریزی در عمق خاک می‌شود. با توجه به مرور منابع ملاحظه می‌گردد استفاده از اکثر بایوپچارها می‌تواند نقش مهمی در بهبود کربن آلی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب، بهبود تهویه خاک، افزایش درصد اشباع خاک، افزایش نگهداری و قابلیت دسترسی مواد غذایی، کاهش نیاز به کودهای شیمیایی و آبشویی مواد غذایی، افزایش رشد و عملکرد گیاهان و کاهش جریان گازهای گلخانه‌ای ایفا کند. از طرفی آب‌گریز بودن یک ماده اصلاح‌کننده خاک می‌تواند فواید آن را زیر سوال ببرد و در این ارتباط پژوهش‌چندانی صورت نگرفته لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف دو نوع بایوپچار طبیعی و بایوپچار کمپوست زیاله شهری بر آب‌گریزی خاک شنی انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

خاک‌های مورد استفاده در این پژوهش از تپه‌های شنی روان واقع در بیابان‌های کاشان جمع‌آوری و پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن از جمله: بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986)، قابلیت هدایت الکتریکی (EC متر) (Rhoades, 1996) و pH (Miller and Curtin, 2008) در عصاره اشباع، منیزیم عصاره خاک به روش تیتراسیون با کلسیمتر (Thomas, 1996) و فسفر قابل‌استفاده توسط عصاره‌گیری با بی-

شدیدتر خواهد بود که دلیل آن می‌تواند مواد آلی موجود در لجن باشد. نتایج درستکار و والی (۱۳۹۶) که بر روی اثر بقایای برگ انگور و پوست انار بر پایداری ساختمان و آب‌گریزی خاک در شرایط شور در سطح صفر، ۲ و ۵ درصد و شوری در سه سطح ۱/۵، ۷ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود، نشان داد که افزایش سطح بقایا و شوری نیز سبب افزایش کربن آلی و غلظت کربوهیدرات‌ها در خاک شده بود. همچنین افزودن بقایای پوست انار به خاک سبب افزایش بیشتر آب‌گریزی و بهبود پایداری ساختمان خاک شد. پژوهش حسینی و همکاران (۱۳۹۶) بر روی اثر بقایای گیاه فسکیوی بلند حاوی اندوفیت و عاری از اندوفیت در سه سطح صفر، ۱ و ۲ درصد بر کربن آلی، تنفس میکربی پایه، رس قابل پراکنش و شاخص آب‌گریزی در چهار خاک با بافت مختلف بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش مقدار بقایا سبب افزایش کربن آلی و تنفس میکربی پایه و کاهش رس قابل پراکنش گردید. آب‌گریزی خاک با افزایش مقدار ترکیبات آب‌گریز در سطح ۱ درصد و با افزایش تخلخل خاک در سطح ۲ درصد به ترتیب افزایش و کاهش یافت. بیرامی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به بررسی تأثیر آب‌گریزی خاک بر مشخصات نفوذ در دو خاک لوم رسی و لوم شنی پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش درجه آب‌گریزی از درجه یک به درجه پنج مقدار متوسط سرعت نفوذ اولیه از ۱/۳۷ به ۰/۳۱ سانتیمتر بر دقیقه در خاک لوم شنی و از ۱/۵ به ۰/۲۳ سانتیمتر بر دقیقه در خاک لوم رسی رسید. همچنین با افزایش درجه آب‌گریزی از درجه یک به درجه پنج سرعت نفوذ نهایی برای خاک لوم شنی از ۰/۳۷ به ۰/۰۰۱ سانتیمتر بر دقیقه و برای خاک لوم رسی از ۰/۲۰ به ۰/۰۰۸ سانتیمتر بر دقیقه رسید. تحقیقات Arye و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که آب‌گریزی می‌تواند بر روی انتقال رطوبت در خاک به‌صورت مؤئینگی به

کربنات سدیم ۰/۵ نرمال (Olsen, et al, 1954) و قرائت با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-2100)، کلرید به‌روش موهر با افزودن نترات نقره (Frankenberger et al, 1966) و ماده آلی به روش اکسیداسیون با اسید کرومیک و سپس تیتره کردن توسط فروآمونیم سولفات (Nelson and Sommers, 1982)، اندازه‌گیری شد. برخی از ویژگی‌های اولیه خاک و بایوچارها در جدول (۱) و (۲) ارائه شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

pH (-)	هدایت الکتریکی (ds.m <sup>-1</sup> )	اجزاء خاک (%)			کلاس بافت خاک	چگالی ظاهری (gr.cm <sup>-3</sup> )	فسفر قابل جذب (ppm)	منیزیم (meq/L)	ماده آلی (%)	کربن آلی (%)
		ماسه	رس	سیلت						
۷/۲۷	۱/۳۰	۹۱	۷	۲	شنی	۱/۵۱	۰/۴۲	۱۰/۶۷	۰/۳۳	۰/۱۹

جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی بایوچارهای مورد آزمایش

ویژگی	واحد	بایوچار طبیعی	بایوچار زباله شهری
pH	-	۸/۱۴	۷/۵۵
هدایت الکتریکی	(dS.m-1)	۶/۹۹	۹/۶۲
کلسیم	(meq.L-1)	۱۰/۶۷	۱۲۴
منیزیم	(meq.L-1)	۱۸	۶۴
سدیم	(%)	۰/۰۱۲	۰/۰۲۴
پتاسیم	(ppm)	۳۶۰/۸	۲۴۹۴/۰۲

#### تیمارهای مورد استفاده

این پژوهش به صورت فاکتوریل با عامل نسبت‌های مختلف خاک و مواد افزودنی (بایوچار طبیعی و بایوچار تولیدشده از کمپوست زباله شهری)، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. فاکتورهای در نظر گرفته شده در این طرح، شامل فاکتور بایوچار طبیعی در

چهار سطح (۰، ۱، ۳ و ۵ درصد)، بایوچار تولیدشده از کمپوست زباله شهری در چهار سطح (۰، ۱، ۳ و ۵ درصد) می‌باشد. هدف از ترکیب تیمارهای مختلف بایوچارها، اثر متقابل این دو نوع بایوچار بر خاک بود. تیمارهای مختلف خاک شامل ۱۶ سطح به صورت زیر است (جدول ۳):

جدول ۳. تیمارهای مختلف تهیه شده برای انجام پژوهش

شماره	مشخصات تیمار	شماره	مشخصات تیمار
۱	خاک (شاهد)	۹	خاک + ۳٪ بایوچار طبیعی + ۵٪ بایوچار زباله شهری
۲	خاک + ۱٪ بایوچار طبیعی	۱۰	خاک + ۵٪ بایوچار طبیعی
۳	خاک + ۱٪ بایوچار طبیعی + ۱٪ بایوچار زباله شهری	۱۱	خاک + ۵٪ بایوچار طبیعی + ۱٪ بایوچار زباله شهری
۴	خاک + ۱٪ بایوچار طبیعی + ۳٪ بایوچار زباله شهری	۱۲	خاک + ۵٪ بایوچار طبیعی + ۳٪ بایوچار زباله شهری
۵	خاک + ۱٪ بایوچار طبیعی + ۵٪ بایوچار زباله شهری	۱۳	خاک + ۵٪ بایوچار طبیعی + ۵٪ بایوچار زباله شهری
۶	خاک + ۳٪ بایوچار طبیعی	۱۴	خاک + ۱٪ بایوچار زباله شهری
۷	خاک + ۳٪ بایوچار طبیعی + ۱٪ بایوچار زباله شهری	۱۵	خاک + ۳٪ بایوچار زباله شهری
۸	خاک + ۳٪ بایوچار طبیعی + ۳٪ بایوچار زباله شهری	۱۶	خاک + ۵٪ بایوچار زباله شهری

## تهیه بایوچار

بایوچار طبیعی از یک معدن واقع در شهرستان کوهبنان واقع در استان کرمان تهیه شد، که این بایوچار کاملاً طبیعی بوده و بر اساس مطالعات زمین شناسی، در فرآیندی طبیعی در طول ۶۵۰ میلیون سال پیش تشکیل گردیده است (یزدان پناهی و همکاران، ۱۳۹۷). کمپوست زباله شهری تازه از مجتمع دفع و پردازش آزاد کوه واقع در جنوب شهر کهریزک تهیه و سپس هوا خشک و جهت یکنواخت کردن مواد اولیه مورد نظر، ذرات خرد و از الک ۲ میلی متری گذرانده شد. سپس نمونه‌ها به دقت توزین و به مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب انتقال گردید، و برای تولید بایوچار ابتدا مواد اولیه کمپوست زباله شهری در داخل قوطی‌های فلزی به ابعاد ۵۰ × ۳۰ سانتی متر قرار داده شد. بعد برای اینکه اکسیژن موجود در ظرف تا حد امکان حذف شد، شمعی روشن را روی مواد اولیه درون قوطی قرار دادیم. سپس درب ظرف را بستیم و برای اطمینان از عدم ورود هوا با گِل دور تا دور درب ظرف را پوشیدیم. سپس، درون کوره الکتریکی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت سه ساعت حرارت دید. بعد از تهیه روی بایوچار تولید شده خاکستری مشهود نبود که این نشان دهنده صحت روش استفاده شده برای تولید

بایوچار و موفقیت در حذف اکسیژن است (Kim et al, 2012).

## تعیین آبگریزی

برای تعیین آبگریزی نمونه‌های بایوچارهای کمپوست زباله شهری و طبیعی از تست قطره آب یا زمان نفوذ آب در خاک<sup>۱</sup> (WDPT) استفاده شد. در روش زمان نفوذ آب در خاک سه قطره آب مقطر (با حجم آب هر قطره  $1\mu\text{L} \pm 0.05$ ) توسط یک قطره‌چکان پزشکی روی سطح صاف خاک چکانده شده و مدت زمان واقعی مورد نیاز برای نفوذ و جذب قطرات توسط خاک ( $t_p$ ) اندازه‌گیری می‌شود (Lichner et al, 2007). این روش به علت سادگی تقریباً در اکثر تحقیقات مورد استفاده قرار می‌گیرد حتی اگر روش‌های دیگر برای تعیین آبگریزی خاک به کار برده شود (Letey et al, 2000). از جدول (۴) برای تعیین شدت آبگریزی خاک و کمی کردن آبگریزی خاک استفاده گردید (Lichner et al, 2007).

<sup>1</sup> Water Drop Penetration Time

جدول ۴. درجات آب‌گریزی بر اساس تست زمان نفوذ قطره آب (WDPT)

زمان نفوذ قطره آب (ثانیه)	درجه آب‌گریزی
$t_p < 5$	بدون آب‌گریزی یا آب‌دوست (wet table or non-water-repellent soil)
$t_p = 5 - 60$	آب‌گریزی جزئی (slightly)
$t_p = 60 - 600$	آب‌گریزی زیاد (strongly)
$t_p = 60 - 3600$	آب‌گریزی شدید (severely)
$t_p > 3600$	آب‌گریزی خیلی شدید (extremely)

شنی قرار می‌گیرد. بعضی از ویژگی‌های شیمیایی بایوچارهای تولیدشده در جدول (۲) نشان داده شده است. بر اساس جدول ملاحظه می‌شود که بایوچار طبیعی و بایوچار کمپوست زباله دارای pH قلیایی می‌باشند. مقدار شوری در بایوچار کمپوست زباله شهری نسبت به بایوچار طبیعی بیشتر بود. مقادیر کلسیم و منیزیم بایوچار کمپوست زباله شهری به ترتیب حدود ۱۲ و ۳/۵ برابر بایوچار طبیعی می‌باشد. در جدول (۵) مدت‌زمان واقعی مورد نیاز برای نفوذ و جذب قطره‌ها توسط خاک ( $t_p$ ) و کلاس‌بندی آن بر اساس لیچنر و همکاران (۲۰۰۷) آورده شده است.

پس از اندازه‌گیری پارامترهای مختلف آب‌گریزی، درصد ذرات خاک و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در بسترهای ۱۶ گانه خاک، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد صورت گرفت.

#### نتایج و بحث

بر اساس این جدول (۱) مشاهده می‌شود که شوری خاک پایین بوده و خاک فاقد مشکل شوری بوده و دارای pH قلیایی کم می‌باشد. خاک مورد استفاده دارای ذرات شن زیاد و رس و سیلت بسیار کمی بوده و در کلاس بافت

جدول ۵. زمان نفوذ قطره آب و کلاس‌بندی آب‌گریزی تیمارهای مختلف خاک

تیمار	زمان نفوذ (ثانیه)	کلاس آب‌گریزی	تیمار	زمان نفوذ (ثانیه)	کلاس آب‌گریزی
۱	۱/۰۳	آب‌دوست	۹	۴۲	آب‌گریزی اندک
۲	۱/۷۰	آب‌دوست	۱۰	۲/۸۰	آب‌دوست
۳	۲/۳۰	آب‌دوست	۱۱	۲	آب‌دوست
۴	۳	آب‌دوست	۱۲	۲/۹۰	آب‌دوست
۵	۱۵۶	آب‌گریزی قوی	۱۳	۷۸	آب‌گریزی قوی
۶	۲/۵۰	آب‌دوست	۱۴	۲	آب‌دوست
۷	۳/۱۰	آب‌دوست	۱۵	۲/۴۰	آب‌دوست
۸	۳	آب‌دوست	۱۶	۱۷۰	آب‌گریزی قوی

شدیدی نسبت به بایوچار طبیعی دارد. همچنین نتایج ناظم السادات (۱۳۹۳) نشان داد که لجن فاضلاب شهری باعث آبگریزی خاک شده و خاک لوم‌شنی نسبت به لوم-رسی آبگریزتر بود و هرچه درصد لجن بیشتر آبگریزی نیز شدیدتر خواهد بود که دلیل آن می‌تواند مواد آلی موجود در لجن باشد که این با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

نتایج تجزیه واریانس خصوصیات خاک مورد استفاده در جدول (۶) آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزودن بایوچارها بر خصوصیات خاک‌ها از جمله: pH، EC، ماده آلی و چگالی ظاهری در سطح ۱ درصد تأثیر معناداری داشتند ( $P < 0.01$ ).

#### جدول ۶. تجزیه واریانس خصوصیات خاک مورد استفاده

میانگین مربعات					
منبع تغییرات	درجه آزادی	pH (-)	EC (ds.m <sup>-1</sup> )	ماده آلی (%)	چگالی ظاهری (gr.cm <sup>-3</sup> )
بایوچار طبیعی	۳	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۳/۵۶ <sup>**</sup>	۰/۲۵ <sup>**</sup>	۰/۰۰۱ <sup>*</sup>
بایوچار کمپوست زباله	۳	۰/۱۰ <sup>*</sup>	۴۹/۶۱ <sup>**</sup>	۰/۷۲ <sup>**</sup>	۰/۰۱۶ <sup>**</sup>
زباله × طبیعی	۹	۰/۱۲ <sup>**</sup>	۰/۵۳ <sup>**</sup>	۰/۰۴ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۲ <sup>**</sup>
تکرار	۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۱
خطا	۳۰	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۰۸

ns، \* و \*\* به ترتیب معناداری در سطح ۱ درصد، در سطح ۵ درصد و عدم معناداری

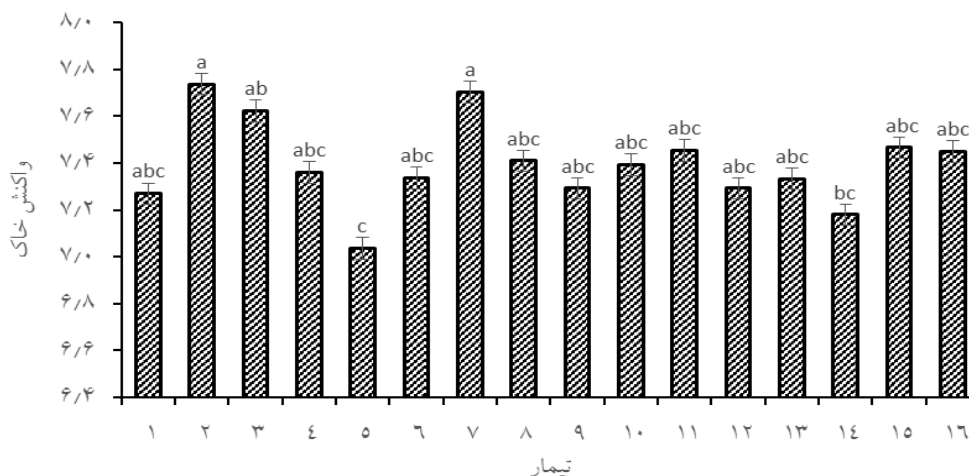
ناشی از حضور نسبتاً بالای نمک فلزات قلیایی (سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) در آن باشد (Kookana et al., 2011). افزودن بایوچارها به خاک در تیمار ۵ باعث کاهش pH شده که یکی از عوامل کاهش pH خاک را می‌توان اسیدی بودن بایوچار دانست، که این خود تابعی از ماده تشکیل‌دهنده بایوچار (کمپوست زباله)، شرایط پیرولیز و فعال‌سازی بایوچار می‌باشد. حضور گروه‌های عاملی با بار منفی بر روی سطح بایوچار باعث کاهش pH

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین زمان نفوذ قطره آب تیمار ۱۶ و ۱ (شاهد) به ترتیب برابر ۱/۰۳ و ۱۷۰ ثانیه می‌باشد. همچنین ملاحظه می‌گردد که اکثر تیمارها (۱۲ خاک از ۱۶) در کلاس آب‌دوست قرار گرفتند زیرا در این تیمارها درصد مصرفی بایوچار طبیعی بیشتر بوده و این بایوچار هم آبگریزی کم و جذب آب سریع‌تری نسبت بایوچار کمپوست زباله شهری دارد. همچنین تیمارهای ۵، ۱۳ و ۱۶ در کلاس آبگریزی شدید و تیمار ۹ در کلاس آبگریزی اندک قرار دارد. علت آب-گریز بودن شدید در تیمارهای ذکر شده فوق، به علت دارا بودن درصد بالای بایوچار کمپوست زباله در خاک می‌باشد. بایوچار کمپوست زباله شهری به دلیل وجود چربی، رزین و روغن‌های موجود در داخل آن، آبگریزی

همان‌گونه که شکل (۲) مقایسه میانگین نشان می‌دهد، میزان کاربرد بایوچار طبیعی و کمپوست زباله شهری اضافه‌شده به خاک‌ها تأثیر متفاوتی بر pH خاک داشت. به‌طوری‌که سبب افزایش pH در اغلب تیمارهای مختلف خاک شد. بیشترین مقدار این ویژگی در تیمارهای ۲، ۷ و کمترین در تیمار ۵ بوده که به ترتیب افزایش ۶/۵ و ۶ برابری و کاهش ۳/۷ نسبت به تیمار شاهد داشته است. pH بایوچارها عموماً با افزایش دمای پیرولیز افزایش پیدا می‌کند (Singh et al., 2010) که می‌تواند



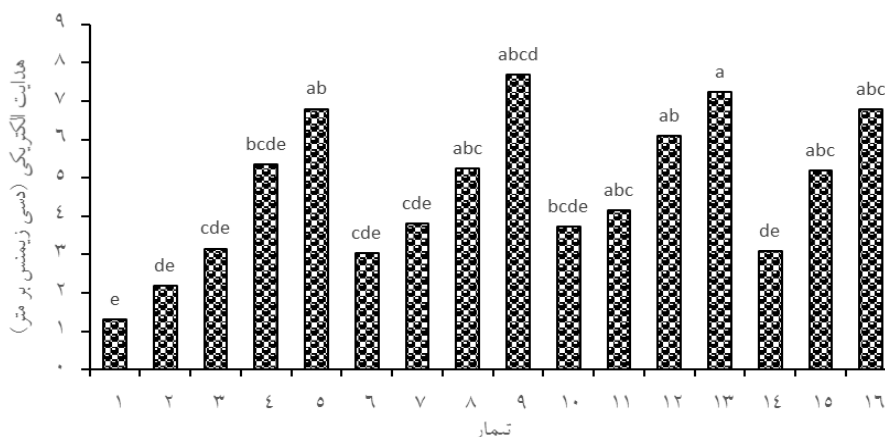
خاک می‌گردد زیرا pH از خصوصیات بار سطحی تأثیر می‌پذیرد (Chintala et al, 2014).



شکل ۲. مقایسه میانگین خصوصیات واکنش خاک تیمارهای مختلف خاک

الکتریکی آن نسبت به هدایت الکتریکی خاک می‌باشد (Chintala et al, 2014). افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک با کاربرد بایوچار به‌وسیله Song و Guo (۲۰۱۲) و زلفی باوریانی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش شده است. این پژوهشگران بیان کردند که برای کاربرد بایوچار در خاک به دلیل افزایش شوری خاک و احتمال صدمه به بذر و نهال گیاهان باید دقت کافی را به کار برد.

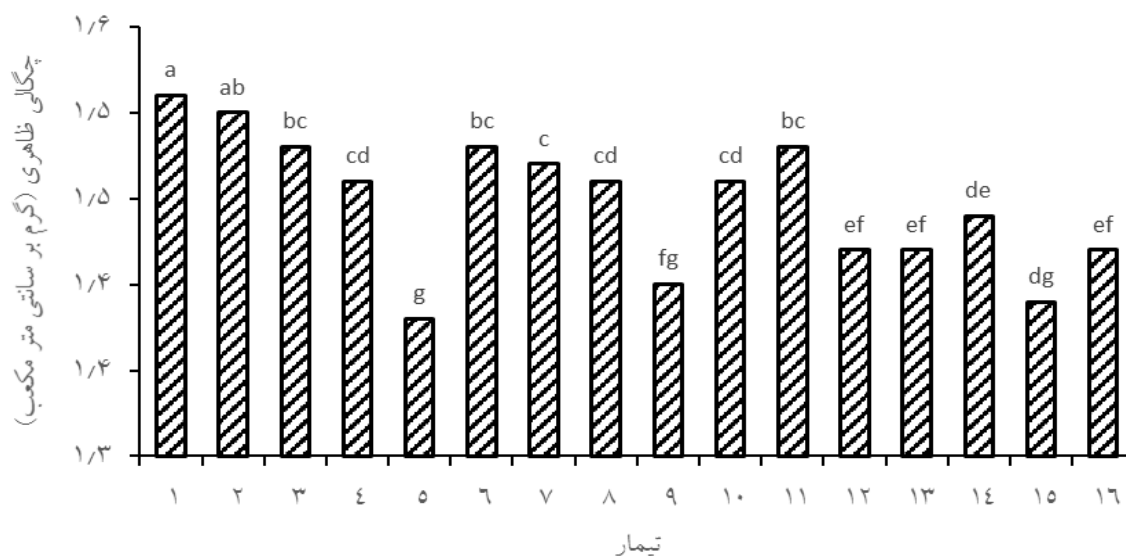
نتایج این تحقیق نشان داد (شکل ۳) که تیمارهای ۹ و ۱۳ به ترتیب باعث بیشترین افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی خاک به میزان ۵/۵ و ۶ برابر نسبت به شاهد شدند. هدایت الکتریکی خاک شاهد پایین‌ترین مقدار را در بین تیمارهای دیگر داشت. افزایش هدایت الکتریکی خاک در اثر کاربرد بایوچار احتمالاً به دلیل حضور نمک‌های محلول در بایوچار و بالاتر بودن هدایت



شکل ۳. مقایسه میانگین خصوصیات هدایت الکتریکی تیمارهای مختلف خاک

نسبت به تیمار شاهد داشته است. که این نتیجه نشان می-دهد که بایوچار علاوه بر نقش مستقیم آن در کاهش وزن مخصوص ظاهری، قادر است از طریق تغییر در تراکم دانه‌های خاک وزن مخصوص ظاهری آن را کاهش دهد (Lim et al., 2016).

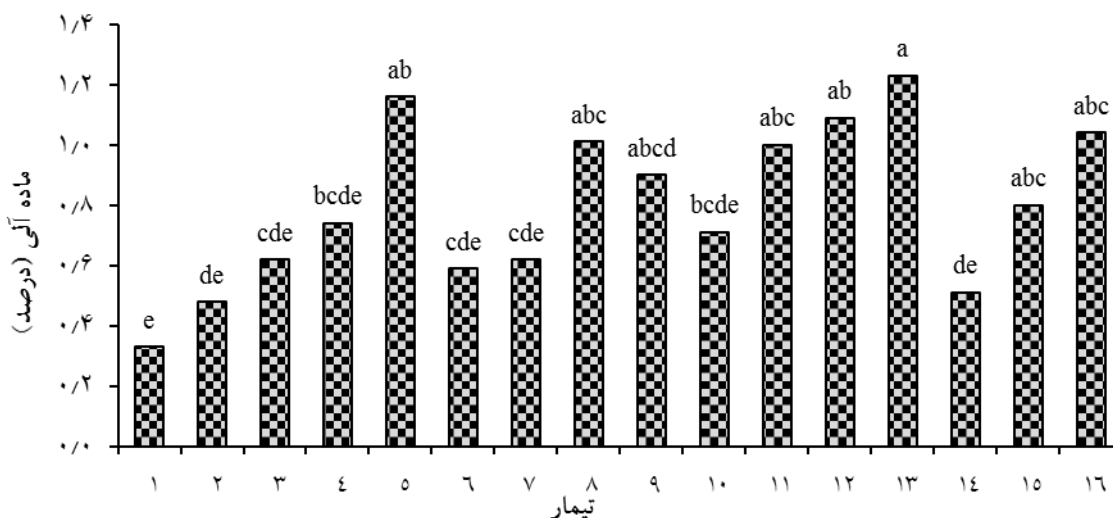
با توجه به نتایج مقایسه میانگین شکل (۴) افزودن بایوچارهای طبیعی و کمپوست زباله شهری باعث کاهش چگالی ظاهری در بین تیمارهای مختلف شد که با افزایش درصد مصرفی این بایوچارها در خاک چگالی ظاهری هم نسبت به شاهد کمتر می‌شد، به گونه‌ای که در بین تیمارها، تیمار ۵ بیشترین مقدار را داشته که افزایش ۹ درصدی



شکل ۴. مقایسه میانگین خصوصیات چگالی ظاهری تیمارهای مختلف خاک

افزایش ۲۵۱ و ۲۷۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشتند. به طوری که با افزایش درصدهای مصرفی ماده آلی هم افزایش می‌یابد. در تحقیقی که درستکار و والی (۱۳۹۶) بر روی اثر بقایای برگ انگور و پوست انار و حسینی و همکاران (۱۳۹۶) بر روی اثر بقایای گیاه فسکیوی بلند انجام دادند نتایج نشان داد که افزایش مقدار بقایا سبب افزایش ماده آلی می‌شود. که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

ماده آلی عامل اساسی حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی است. در سال‌های اخیر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و عدم مصرف کودهای آلی موجب شده که میزان مواد آلی و به دنبال آن عملکرد محصول کاهش یابد. با توجه به این مسائل لزوم استفاده از منابع تأمین‌کننده مواد آلی در خاک روز به روز بیشتر مشخص می‌گردد. با توجه به مقایسه میانگین اثر بایوچارها بر ماده آلی در شکل (۵) نتایج نشان داد که تیمار ۵ و ۱۳ در بین تیمارها بیشترین



شکل ۵. مقایسه میانگین کاربرد بایوچارها بر ماده آلی خاک

#### نتیجه‌گیری

اساس طبقه‌بندی ارائه شده برای آب‌گریزی خاک، تیمارهای ۵، ۱۳ و ۱۶ در کلاس آب‌گریزی شدید و تیمار ۹ در کلاس آب‌گریزی اندک و بقیه تیمارها در کلاس آب‌دوست قرار دارند. آب‌گریزی شدید برخی تیمارها می‌تواند بدین علت درصد بالای مصرف کمپوست زباله باشد. کمپوست زباله شهری به دلیل وجود چربی، رزین و روغن‌های موجود در داخل آن، آب‌گریزی شدیدی دارد. همچنین با افزودن بایوچارهای طبیعی و کمپوست زباله شهری، کاهش چگالی ظاهری و افزایش درصد ماده آلی، EC و pH مشاهده شد.

نتایج کلی حاصل از آزمایش‌ها نشان داد که افزودن بایوچارهای طبیعی و کمپوست زباله شهری بر آب‌گریزی خاک تأثیر دارد. پس از انجام تست‌های آب‌گریزی، زمان نفوذ آب در خاک (WDPT) تمام تیمارها اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش درصد مصرفی بایوچارها، مدت‌زمان نفوذ افزایش می‌یابد به‌طوری‌که بیشترین زمان‌ها مربوط به تیمارهای ۵، ۹، ۱۳ و ۱۶ بود، که از این بین، تیمار ۵ و ۱۶ بیشترین زمان نفوذ را داشتند که به ترتیب دارای زمان‌های ۱۵۶ و ۱۷۰ ثانیه بودند. بر

#### منابع

- حسینی، ف.، مصدقی، م.ر.، حاج عباسی، م.ع.، سبزیلیان، م.ر.، سلیمانی، م. و سپهری، م. ۱۳۹۶. تأثیر بقایای گیاه فسکیوی بلند در حضور قارچ اندوفیت (*Coenophaila Epichloë*) بر آب‌گریزی و پایداری ساختمان خاک‌های با بافت متفاوت، مجله علوم آب‌و‌خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۲۱ (۲)، ۸۲-۶۹.
- حسین بیرامی، ح.، نیشابوری، م.ح.، ناظمی، ا.ح. و عباسی، ف. ۱۳۹۴. تأثیر آب‌گریزی خاک بر مشخصات نفوذ در دو خاک لوم رسی و لوم شنی، نشریه دانش آب‌و‌خاک، ۲۵ (۲)، ۱۹۲-۱۸۱.
- درستکار، و. و والی، ر. ۱۳۹۶. بررسی پایداری ساختمان و آب‌گریزی خاک در پاسخ به افزودن بقایای برگ انگور و پوست انار در سطوح مختلف شوری، مجله علمی کشاورزی مهندسی زراعی، ۴۰ (۲)، ۴۶-۲۹.

زلفی باوریان، م.، رونقی، ع. ا.، کریمیان، ن.ع.، قاسمی، ر.، و یثربی، ج. ۱۳۹۵. اثر بایوچار تهیه شده از کود مرغی در دماهای متفاوت بر ویژگی‌های شیمیایی یک خاک آهکی، نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۰ (۷۵)، ۷۳-۸۶.

ناظم السادات، ن. ۱۳۹۳. تأثیر استفاده از لجن فاضلاب بر آبریزی و تبخیر از سطح خاک در دو بافت مختلف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. پژوهشکده مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد.

یزدان پناهی، ع.، احمدآلی، خ.، جعفری، م. و شعبانی عمران، ت. ۱۳۹۷. اثرات بایوچارهای طبیعی و کمپوست زباله شهری بر پارامترهای هیدرولیکی خاک ماسه‌بادی، مجله مرتع و آبخیز، ۷۱ (۲): ۵۶۱-۵۵۵.

- Abbasi, M. K., & Anwar, A. A. (2015). Ameliorating effects of biochar derived from poultry manure and white clover residues on soil nutrient status and plant growth promotion-greenhouse experiments. *PLoS one*, 10(6), e0131592.
- Abel, S., Peters, A., Trinks, S., Schonsky, H., Facklam, M., & Wessolek, G. (2013). Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil. *Geoderma*, 202, 183-191.
- Arye, G., Tarchitzky, J., & Chen, Y. (2011). Treated wastewater effects on water repellency and soil hydraulic properties of soil aquifer treatment infiltration basins. *Journal of hydrology*, 397(1-2), 136-145.
- Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2009). Extent of soil water repellency under long-term no-till soils. *Geoderma*, 149(1-2), 171-180.
- Buczko, U., Bens, O., Fischer, H., & Hüttl, R. F. (2002). Water repellency in sandy luvisols under different forest transformation stages in northeast Germany. *Geoderma*, 109(1-2), 1-18.
- Bughici, T., & Wallach, R. (2016). Formation of soil-water repellency in olive orchards and its influence on infiltration pattern. *Geoderma*, 262, 1-11.
- Burguet, M., Taguas, E. V., Cerdà, A., & Gómez, J. A. (2016). Soil water repellency assessment in olive groves in Southern and Eastern Spain. *Catena*, 147, 187-195.
- Chintala, R., Mollinedo, J., Schumacher, T. E., Malo, D. D., & Julson, J. L. (2014). Effect of biochar on chemical properties of acidic soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60(3), 393-404.
- Crockford, H., Topalidis, S., & Richardson, D. (1991). Water repellency in a dry sclerophyll eucalypt forest—measurements and processes. *Hydrological processes*, 5(4), 405-420.
- DeBano, L. F. (1981). Water repellent soils: a state-of-the-art. Gen. Tech. Rep. PSW-46. Berkeley, Calif.: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn. 21 p, 46.
- Dekker, L. W. and P. D. Jungerius. 1990. Water repellency in the dunes with special reference to The Netherlands. *Catena*, Suppl. 18: 173-183.
- Dekker, L. W., & Ritsema, C. J. (1994). How water moves in a water repellent sandy soil: 1. Potential and actual water repellency. *Water Resources Research*, 30(9), 2507-2517.
- Dekker, L. W., & Ritsema, C. J. (1996). Preferential flow paths in a water repellent clay soil with grass cover. *Water Resources Research*, 32(5), 1239-1249.
- Dekker, L. W., Ritsema, C. J., Oostindie, K., & Boersma, O. H. (1998). Effect of drying temperature on the severity of soil water repellency. *Soil Science*, 163(10), 780-796.
- Doerr, S. H. (1998). On standardizing the 'water drop penetration time' and the 'molarity of an ethanol droplet' techniques to classify soil hydrophobicity: a case study using medium textured soils. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Group*, 23(7), 663-668.
- Doerr, S. H., & Thomas, A. D. (2000). The role of soil moisture in controlling water repellency: new evidence from forest soils in Portugal. *Journal of Hydrology*, 231, 134-147.
- Doerr, S. H., Dekker, L. W., Ritsema, C. J., Shakesby, R. A., & Bryant, R. (2002). Water repellency of soils. *Soil Science Society of America Journal*, 66(2), 401-405.
- Doerr, S. H., Shakesby, R. A., & Walsh, R. (2000). Soil water repellency: its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. *Earth-Science Reviews*, 51(1-4), 33-65.
- Doerr, S. H., Shakesby, R. A., Blake, W. H., Chafer, C. J., Humphreys, G. S., & Wallbrink, P. J. (2006). Effects of differing wildfire severities on soil wettability and implications for hydrological response. *Journal of Hydrology*, 319(1-4), 295-311.
- Frankenberger, W., Tabatabai, M., Adriano, D., & Doner, H. (1996). Bromine, chlorine, & fluorine. *Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical methods (methodsofsoilan3)*, 833-867.
- Gee, G. W., & Bauder, J. W. (1986). Particle-size analysis 1. *Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods (methodsofsoilan1)*, 383-411.

- Gerke, H. H., Hangen, E., Schaaf, W., & Hüttl, R. F. (2001). Spatial variability of potential water repellency in a lignitic mine soil afforested with *Pinus nigra*. *Geoderma*, 102(3-4), 255-274.
- Hallett, P. D., & Gaskin, R. E. (2007, August). An introduction to soil water repellency. In *Proceedings of the 8th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals (ISAA2007)* (Vol. 6, p. 9). Wageningen: International Society for Agrochemical Adjuvants.
- Hallett, P. D., & Gaskin, R. E. (2007, August). An introduction to soil water repellency. In *Proceedings of the 8th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals (ISAA2007)* (Vol. 6, p. 9). Wageningen: International Society for Agrochemical Adjuvants.
- Jex, G. W., Bleakley, B. H., Hubbell, D. H., & Munro, L. L. (1985). High Humidity-induced Increase in Water Repellency in Some Sandy Soils 1. *Soil Science Society of America Journal*, 49(5), 1177-1182.
- Kim, K. H., Kim, J.-Y., Cho, T.-S., & Choi, J. W. (2012). Influence of pyrolysis temperature on physicochemical properties of biochar obtained from the fast pyrolysis of pitch pine (*Pinus rigida*). *Bioresource technology*, 118, 158-162.
- King, P. M. (1981). Comparison of methods for measuring severity of water repellence of sandy soils and assessment of some factors that affect its measurement. *Soil Research*, 19(3), 275-285.
- Kookana, R. S., Sarmah, A. K., Van Zwieten, L., Krull, E., & Singh, B. (2011). 3 biochar application to soil: agronomic and environmental benefits and unintended consequences. *Advances in agronomy*, 112(112), 103-143.
- Laird, D. A. (2008). The charcoal vision: a win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy journal*, 100(1), 178-181.
- Lal, R. (2011). Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. *Food policy*, 36, S33-S39.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). *Biochar for environmental management: science, technology and implementation*: Routledge.
- Lehmann, J., Gaunt, J., & Rondon, M. (2006). Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—a review. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 11(2), 403-427.
- Letey, J., M. L. K. Carrillo and X. P. Pang. 2000. Approaches to characterize the degree of water repellency. *J. Hydrol.* 231/232: 61–65.
- Lichner, L., Orfánus, T.O., Nováková, K. A., Šír, M. I., & Tesař, M. I. R. O. S. L. A. V. (2007). The impact of vegetation on hydraulic conductivity of sandy soil. *Soil Water Res.*, 2, 59-66.
- Lim, T., Spokas, K., Feyerisen, G., & Novak, J. (2016). Predicting the impact of biochar additions on soil hydraulic properties. *Chemosphere*, 142, 136-144.
- Liyana, T. D. P., & Leelamanie, D. A. L. (2016). Influence of organic manure amendments on water repellency, water entry value, and water retention of soil samples from a tropical Ultisol. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 64(2), 160-166.
- Mao, J., Nierop, K. G., Rietkerk, M., Damsté, J. S. S., & Dekker, S. C. (2016). The influence of vegetation on soil water repellency-markers and soil hydrophobicity. *Science of the Total Environment*, 566, 608-620.
- McGhie, D. A., & Posner, A. M. (1980). Water repellence of a heavy textured Western Australian surface soil. *Soil Research*, 18(3), 309-323.
- Miller, J. J., & Curtin, D. (2006). Electrical conductivity and soluble ions. *Soil sampling and methods of analysis*, 2.
- Nelson, D., & Sommers, L. E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter1. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties (methodsofsoilan2)*, 539-579.
- Olsen, S. R. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate: United States Department of Agriculture; Washington.
- Regalado, C. M., & Ritter, A. (2005). Characterizing water dependent soil repellency with minimal parameter requirement. *Soil Science Society of America Journal*, 69(6), 1955-1966.
- Rhoades, J. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. *Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical methods (methodsofsoilan3)*, 417-435.
- Shaver, T. M., Peterson, G. A., & Sherrod, L. A. (2003). Cropping intensification in dryland systems improves soil physical properties: regression relations. *Geoderma*, 116(1-2), 149-164.
- Singh, B., Singh, B. P., & Cowie, A. L. (2010). Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. *Soil Research*, 48(7), 516-525.
- Song, W., & Guo, M. (2012). Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis temperatures. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 94, 138-145. doi:https://doi.org/10.1016/j.jaap.2011.11.018

- Steiner, C., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macêdo, J. L. V., Blum, W. E., & Zech, W. (2007). Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and soil*, 291(1-2), 275-290.
- Täumer, K., Stoffregen, H., & Wessolek, G. (2005). Determination of repellency distribution using soil organic matter and water content. *Geoderma*, 125(1-2), 107-115.
- Thomas, G. (1996). Soil pH and soil acidity. *Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical methods (methodsofsoilan3)*, 475-490.
- Wallis, M. G., Horne, D. J., & McAuliffe, K. W. (1990). A study of water repellency and its amelioration in a yellow-brown sand: 1. Severity of water repellency and the effects of wetting and abrasion. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 33(1), 139-144.
- Whelan, A., Kechavarzi, C., Sakrabani, R., Coulon, F., Simmons, R., & Wu, G. (2010, May). The influence of compost addition on the water repellency of brownfield soils. In *EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 12, p. 2856)*.
- Zavala, L. M., González, F. A., & Jordán, A. (2009). Intensity and persistence of water repellency in relation to vegetation types and soil parameters in Mediterranean SW Spain. *Geoderma*, 152(3-4), 361-374.



## Studying the effects of two different biochars on soil water repellency and some physical and chemical properties of soil

Ali Yazdanpanahi<sup>1</sup>, Khaled Ahmadaali<sup>\*2</sup>, Salman Zare<sup>2</sup>, and Mohamad Jafari<sup>3</sup>

- 1) MSc student in Management of Desert Areas, University of Tehran, Iran.
- 2) Assistant Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
- \* Corresponding author: [khahmadauli@ut.ac.ir](mailto:khahmadauli@ut.ac.ir)
- 3) Assistant Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
- 4) Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Received: 08-01-2019

Accepted: 05-10-2019

### Abstract

Water repellency is one of the important physical properties of soil that affects the soil moisture curve, hydraulic conductivity, and so on. The aim of present study is to investigate the effects of adding natural and artificial biochars on water repellency and some other physical and chemical properties of soil. This study was conducted in factorial design with various levels of additives (natural and waste compost biochars) in a randomized complete block design in three repetitions. The considered factors are natural biochar in four levels (0, 1, 3 and 5%) and municipal waste compost biochar in four levels (0, 1, 3 and 5%) with the total of 16 treatments. The water repellency of natural and municipal waste compost biochar was measured by means of the water drop penetration time (WDPT) test and the actual time required for infiltration ( $t_p$ ) was recorded for each 16 treatments. The results showed that increasing the percentage of applied biochars increased  $t_p$ . The highest amount of  $t_p$  belongs to treatments No. 5 and 16 were 156 and 170 s, respectively, which increased by 98 and 99 times in comparison with the control treatment. 12 of 16 treatments were classified as wet table or non-water-repellent soil, one treatment in slightly and three treatment as strongly water repellent soil. In general, it can be said that application of biochars, especially the natural biochar, in terms of water repellency does not cause any infiltration problem. Also, it can be concluded that bulk density had an average decrease rate of 4.3% and organic matter and pH had an average increase of 2.2 and 1.8 percentage respectively.

**Keywords:** Infiltration; Natural Biochar; Water Repellency; WDPT