مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۷ شماره ۳، صفحه ۴۳۲-۴۲۱، (۱۳۹۹)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJRDR.2020.124846.1814
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0875.1399.27.421.80.3.1576.1610

بررسی اثر زغال‌های زیستی طبیعی و کمپوست زباله شهری بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی زرد تاغ (*Haloxylon persicum*) در شرایط گلخانه‌ای

علی یزدان‌پناهی[۱]، خالد احمدالی[۲*]، محمد جعفری[۳] و سلمان زارع[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران،پست الکترونیک: khahmadauli@ut.ac.ir

۳- استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۴- استادیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۹

چکیده

امروزه افزودن زغال‌زیستی به خاک‌ها به‌عنوان روشی برای ترسیب کربن درون خاک، کاهش غلظت دی‌اکسیدکربن هوا، اصلاح و حاصلخیزی خاک و کاهش فرسایش بادی توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این تحقیق با هدف بررسی اثر کاربرد زغال زیستی بر عملکرد و اجزای گونه زرد تاغ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با فاکتورهای مواد افزودنی به خاک شامل قارچ میکوریزا در دو سطح (مصرف ۵۰ گرم میکوریزا و عدم مصرف میکوریزا)، زغال‌زیستی طبیعی (زط) و زغال‌زیستی تولید شده از کمپوست زباله شهری (زز) هریک در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک)، در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به‌مدت نه ماه انجام شد. نتایج نشان داد که افزودن زغال زیستی بر هیچ‌یک از ویژگی‌های ریخت‌شناسی زردتاغ غیر از سطح ریشه اثر معناداری نداشت. همچنین نتایج نشان داد که میانگین قطر یقه، ارتفاع، سطح ریشه، وزن تر و خشک اندام‌هوایی زردتاغ در تیمارهای بدون میکوریزا به‌ترتیب افزایش ۳۱/۹، ۳۵/۷، ۱۵/۵، ۵۶/۹ و ۳۲/۶ درصدی و در تیمارهای دارای میکوریزا این ویژگی‌ها به‌ترتیب افزایش ۴/۷، ۱۶/۱، ۱۱/۱، ۳۳/۴ و ۶/۷ درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشت. در بین تیمارهای مورد بررسی تیمار نه (خاک + ۱۵۰ گرم زط + ۲۵۰ گرم زز) بیشترین تأثیر مثبت را بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی زردتاغ داشت.

واژه‌های کلیدی: زغال زیستی، اصلاح خاک، گردوغبار، زرد تاغ.

مقدمه

مناطق خشک و نیمه‌خشک دارای محیط‌های اکولوژیک حساس و شکننده و مستعد بیابان‌زایی هستند. این مناطق بحرانی که در آنها بیابان‌زایی رخ می‌دهد، پایداری اکولوژیک بیابان‌ها را تعیین می‌نماید. به‌منظور مقابله با گسترش بیابان حفظ و بهبود توسعه پایدار (Gandomi *et al.*, 2017)، اصلاح و بازیابی پوشش‌گیاهی در این نواحی است. ماسه‌های روان در نواحی خشک و نیمه‌خشک ایران، بزرگ‌ترین مانع توسعه پایدار می‌باشد. مناسب‌ترین روش برای کاهش سرعت باد و جلوگیری از فرسایش و حرکت ماسه‌های روان، ایجاد پوشش گیاهی بر روی تپه‌های ماسه‌ای است (He *et al.*, 2007). عاری بودن تپه‌های ماسه‌ای از گیاه و پوشش زنده باعث می‌شود که این تپه‌ها نتوانند در مقابل اثر فرسایشی بادهای شدید ثابت بمانند، در

نتیجه با وزش باد جابه‌جا می‌شوند؛ بنابراین لازم است که اقدامات اساسی و مؤثر برای مهار کردن ماسه‌های روان و تثبیت دائمی آنها انجام شود، مشروط به اینکه از لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه باشد. یکی از راه‌های تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش بیشتر، استفاده از گونه‌های گیاهی مقاوم به شوری، خشکی، کم‌آبی و دمای زیاد مانند تاغ (Sabaghzade *et al.*, 2016)، گز و اسکنبیل می‌باشد. کشت گونه‌های تاغ در ایران از حدود چهل سال پیش شروع‌شده که در ابتدا به‌منظور تثبیت ماسه‌های روان و در ادامه برای اصلاح بسیاری از مراتع خشک و نیمه‌خشک به‌منظور احیاء و اصلاح آنها انجام شد (Nosrati *et al.*, 2016). درختچه تاغ سازگار با مناطق بیابانی بوده و قدرت زادآوری طبیعی زیادی دارد. از سوی دیگر، اغلب خاک‌های ایران به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک از لحاظ مقدار ماده آلی فقیر می‌باشند (Khalifehzadeh *et al.*, 2018) و اضافه کردن ماده آلی به‌ویژه به شکل کمپوست یا زغال زیستی، علاوه بر اینکه سبب افزایش عملکرد گیاه می‌شود، اثر مثبت و مفیدی هم بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گذارد (yazdanpanahi *et al.*, 2018). مواد آلی خاک منبع اصلی عناصر قابل دسترس گیاه از طریق تغییر شکل میکروبی می‌باشند که کیفیت خاک را بهبود بخشیده و سبب افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی در خاک شده و موجب حفظ سلامت حاصلخیزی خاک و تولید پایدار در درازمدت می‌شود (Kumar *et al.*, 2013). ازاین‌رو به‌کارگیری تیمارهای آلی به‌عنوان یک راهبرد کارآمد و مؤثر برای حفاظت از منابع آب‌وخاک و جلوگیری از هدررفت آنها می‌باشد. در این ارتباط مواد آلی و تیمارهای متعددی وجود دارد که ازآن‌جمله می‌توان به زغال زیستی اشاره نمود. استفاده از زغال زیستی به‌عنوان یک ماده با منشأ آلی و محصول فرایند گرماکافت در سال‌های اخیر در ارتباط با مدیریت پایدار خاک و نیز ترسیب کربن خاک متداول شده است. زغال زیستی (Biochar) محصول تجزیه حرارتی زیست‌توده‌هایی مانند چوب، برگ گیاهان، باقیمانده‌های کشاورزی و کود حیوانی در یک فضای بسته فاقد اکسیژن یا دارای اکسیژن محدود و تحت حرارت زیاد می‌باشد (Chen *et al.*, 2013). این ماده مقاومت بالایی در برابر تجزیه داشته و توانایی بسیار زیادی در جذب یون‌ها در مقایسه با سایر اشکال مواد آلی خاک دارد (Liang *et al.*, 2006). این ماده اصلاحی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم سبب افزایش عملکرد گیاه و حاصلخیزی و اصلاح خاک می‌گردد (Laird, 2008) و به‌دلیل داشتن ساختاری متخلخل، سطح ویژه بالا (Singh *et al.*, 2012) و توانایی آن برای جذب مواد آلی محلول، گازها و مواد مغذی غیرآلی، زیستگاهی مناسب برای ریزجانداران خاکزی به‌شمار می‌رود (Lehmann & Joseph, 2015). Biederman وHarpole (۲۰۱۲) در تحقیقی به بررسی اثرهای زغال زیستی و اثر آن بر عملکرد گیاهی و چرخه غذایی گیاه پرداختند. نتایج آنان نشان داد که کاربرد زغال زیستی تأثیر معناداری بر اندام‌های گیاه نداشته است. تحقیق دیگری که توسط Brennan و همکاران (۲۰۱۴) بر روی اثر زغال زیستی بر صفات ریشه گیاه ذرت در خاک حاوی آرسنیک انجام شد نشان داد که این ماده به‌طور معنی‌داری باعث افزایش خصوصیات مرفولوژیکی حجم ریشه و طول ریشه نسبت به تیمار شاهد گردید. Akom و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی به بررسی اثر کاربرد زغال زیستی و کود شیمیایی بر روی گیاه یام (*Dioscorea rotundata* Poir) در یک منطقه جنگلی در غنا پرداختند. نتایج آنان نشان داد که سطوح مختلف زغال زیستی و کودهای شیمیایی NPK تفاوت معناداری بر پارامترهای رشدی اجزاء گیاه نداشته است. نتایج پژوهش انجام‌شده توسط Šeremešić و همکاران (۲۰۱۵) بر روی اثر کاربرد زغال زیستی بر روی خصوصیات مورفولوژیکی گیاه ذرت و سویا نشان داد که کاربرد زغال زیستی بر روی ارتفاع و وزن ساقه تأثیر داشته است. نتایج پژوهش Rab و همکاران (۲۰۱۶) در ارتباط با بررسی اثر زغال زیستی بر عملکرد و اجزای گیاه لوبیا نشان داد که این ماده بر تمام اجزای گیاه ازجمله غلاف گیاه، طول غلاف، وزن دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه اثر افزایشی داشت. Lai و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی به اثرهای زغال زیستی

حاصل از ضایعات برنج و کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد محصول برنج پرداختند. نتایج آنان نشان داد که کاربرد زغال زیستی می‌تواند باعث افزایش ارتفاع گیاهی، سطح برگ و مقدار نسبی کلروفیل شود. با توجه به مرور منابع ملاحظه می‌گردد که تاکنون مطالعات اندکی در رابطه با تأثیرات زغال زیستی بر عملکرد و اجزای گونه‌های گیاهی در مناطق بیابانی انجام شده است. ازاین‌رو، این تحقیق با هدف بررسی اثر ترکیب نسبت‌های مختلف مواد افزودنی زغال زیستی طبیعی و زغال زیستی کمپوست زباله به خاک بر عملکرد و اجزای گیاه زرد تاغ (*Haloxylon persicum*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل با عامل نسبت‌های مختلف خاک و مواد افزودنی (بایوچار طبیعی و زغال زیستی تولید شده از کمپوست زباله شهری) و میکوریزا بر روی گیاه زرد تاغ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار، در گلخانه شیشه‌ای پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. فاکتورهای در نظر گرفته‌شده در این پژوهش، شامل فاکتور قارچ میکوریزا در دو سطح (مصرف میکوریزا و عدم مصرف میکوریزا)، فاکتور زغال زیستی طبیعی در چهار سطح (۰، ۱، ۳ و ۵ درصد)، زغال زیستی تولید شده از کمپوست زباله شهری در چهار سطح (۰، ۱، ۳ و ۵ درصد) و فاکتور گونه گیاهی در یک سطح (گونه گیاهی زرد تاغ) است که به‌مدت ۹ ماه به طول انجامید. مراحل کاشت بدین صورت بود که همزمان با آماده کردن بسترهای کاشت (پیاده کردن تیمارهای ۱۶گانه که در ادامه توضیح داده شده در جدول ۱، نهال‌ها در داخل گلدان‌های شش کیلوگرمی به قطر ۱۴ و ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر کاشته شد. گلخانه در طول دوره آزمایش دارای شرایط استاندارد بوده و دمای آن در روز ۵ ± ۲۵ و ۵ ± ۱۷ درجه سانتیگراد در شب بود. برای پایش رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه از دستگاه رطوبت‌سنج TDR مدل HH2، در چند نقطه از سطح گلدان و در اعماق مختلف استفاده شد. برای برنامه‌ریزی آبیاری برای هریک از تیمارها، حجم آب آبیاری (V_{Irr}) با توجه به هندسه بستر کاشت (عمق توسعه ریشه (D_{rz}) و سطح مقطع گلدان‌ها (A)، درصد رطوبت ظرفیت زراعی (θ_{FC}) و نقطه پژمردگی دائمی (θ_{PWP}) و لحاظ نمودن درصد مناسب تخلیه مجاز رطوبتی (MAD) انجام شد و جبران کمبود رطوبتی (SMD) در هریک از تیمارها بر اساس فرمول $V_{Irr} = MAD\ (\theta_{FC} - \theta_{PWP})\ D_{rz}\ A$ انجام گردید. برای تهیه زغال زیستی کمپوست زباله شهری، به مقدار مورد نیاز از مجتمع پردازش و دفع پسماند آراد کوه واقع در شهر ری تهران کمپوست زباله تهیه شد و به‌مدت هفت روز روی کف گلخانه پهن شد و پس از خشک شدن، اقدام به جمع‌آوری آنها گردید و برای تولید زغال زیستی به مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب انتقال داده شد. سپس برای تهیه زغال زیستی، نمونه‌ها به‌دقت توزین و در داخل ظروف درب‌دار کوره الکتریکی ریخته شد و درب کوره با گریس نسوز کاملاً درزگیری شد و نمونه‌های کمپوست زباله شهری به مدت‌زمان ۳ ساعت در داخل کوره الکتریکی در دماهای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از مدت زمان مذکور، ظرف درب‌دار از کوره خارج شد و زغال زیستی کمپوست زباله پس از سرد شدن جمع‌آوری گردید (kim *et al*., 2012). همچنین زغال زیستی طبیعی هم از یک معدن واقع در شهرستان کوهبنان واقع در استان کرمان تهیه شد. این زغال زیستی برخلاف زغال زیستی کمپوست زباله، کاملاً طبیعی بوده و بر اساس مطالعات زمین‌شناسی، در فرایندی طبیعی در طول ۶۵۰ میلیون سال پیش تشکیل شده است (Yazdanpanahi *et al*., 2018). مشخصات زغال‌های زیستی مورد استفاده در جدول (۲) ارائه شده است. گیاه مورد مطالعه در این پژوهش زرد تاغ بوده و گونه همزیست با این گیاه، قارچ میکوریزا به نام اینترارادیسز (Intraradices) بوده که از شرکت دانش‌بنیان زیست فناور توران واقع در شهرستان شاهرود در استان سمنان تهیه شد (Esmaeilpour, 2012). خاک مورد استفاده، از تپه‌های ماسه‌ای روان کاشان تهیه شده و به محل اجرای پژوهش در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتقال داده شد. برای انجام آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی خاک، مقداری از آن پس از هوا خشک نمودن و عبور از الک دو میلی‌متر به آزمایشگاه منتقل شد.

نتیجه آنالیز ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک استفاده شده در جدول ۲ ارائه شده است.

زرد تاغ یک گونه گیاهی مقاوم به شوری، خشکی و دمای زیاد است و برای تثبیت خاک و تپه‌های شنی روان بسیار مناسب است و از گونه‌های رایج در طرح‌های مقابله با بیابان‌زایی است. ازاین‌رو در این پژوهش نهال‌های ۴ ماهه یکدست و یک اندازه با ارتفاع حدود ۱۰ سانتی‌متر از نهالستان وابسته به اداره منابع طبیعی شهرستان ملارد واقع در استان تهران تهیه گردید.

تیمارهای تهیه شده ۱۶گانه بستر کاشت:

جدول ۱- مشخصات تیمارهای بستر کاشت

تیمار	مشخصات خاک	تیمار	مشخصات خاک
۱	خاک بدون زغال زیستی (شاهد)	۹	خاک + ۱۵۰ گرم ز ط + ۲۵۰ گرم ز ز
۲	خاک + ۵۰ گرم ز ط ❋	۱۰	خاک + ۲۵۰ گرم ز ط
۳	خاک + ۵۰ گرم ز ط + ۵۰ گرم ز ز	۱۱	خاک + ۲۵۰ گرم ز ط + ۵۰ گرم ز ز
۴	خاک + ۵۰ گرم ز ط + ۱۵۰ گرم ز ز	۱۲	خاک + ۲۵۰ گرم ز ط + ۱۵۰ گرم ز ز
۵	خاک + ۵۰ گرم ز ط + ۲۵۰ گرم ز ز	۱۳	خاک + ۲۵۰ گرم ز ط + ۲۵۰ گرم ز ز
۶	خاک + ۱۵۰ گرم ز ط	۱۴	خاک + ۵۰ گرم ز ز
۷	خاک + ۱۵۰ گرم ز ط + ۵۰ گرم ز ز	۱۵	خاک + ۱۵۰ گرم ز ز
۸	خاک + ۱۵۰ گرم ز ط + ۱۵۰ گرم ز ز	۱۶	خاک + ۲۵۰ گرم ز ز

❋: ز ط= زغال زیستی طبیعی، ز ز= زغال زیستی زباله.

اندازه‌گیری‌های طول ساقه و حجم تاج پوشش، در تمامی تیمارها با استفاده از خطکش به‌طور دقیق انجام شد. حجم ریشه (V) بر حسب سانتی‌متر مکعب از طریق اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم مشخصی از آب با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری طول ریشه (L) بر حسب سانتی‌متر، میانگین سطح مقطع ریشه ($\bar{A}$) بر حسب سانتی‌متر مربع از رابطه ۱ محاسبه شد (Jiriaie *et al*, 2015). قطر یقه گیاه زردتاغ کاشت شده در تمامی تیمارها با استفاده از کولیس دیجیتالی مدل Mitutoyo اندازه‌گیری شد. در پایان دوره کشت بایومس تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه، بعد از خشک شدن نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، هر دو به‌وسیله ترازوی دیجیتالی دقیق اندازه‌گیری شد.

رابطه (۱)
$$\bar{A} = \frac{V}{L}$$

محاسبات آماری

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های ذکر شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 انجام شد و بررسی تفاوت معنی‌داری تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (با احتمال ۹۵ و ۹۹٪) مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

برخی از مشخصات شیمیایی زغال زیستی طبیعی و زغال زیستی کمپوست زباله شهری در جدول ۲ ارائه شده است.

شکل ۱- اندازه‌گیری قطر یقه گیاه با کولیس دیجیتالی

نتایج نشان داد که ماده آلی زغال زیستی طبیعی حدود دو برابر زغال زیستی کمپوست زباله است. همچنین نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد که این خاک دارای واکنش خاک تقریباً خنثی بوده و هدایت الکتریکی پایین می‌باشد. همچنین خاک دارای ماده و کربن آلی کمی است و بافت آن شنی است. در جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای گیاه در حضور و عدم حضور میکوریزا آمده است.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی زغال‌های زیستی مورد استفاده

ویژگی	واحد	زغال زیستی طبیعی	زغال زیستی کمپوست زباله
واکنش خاک	-	۵/۵	۸/۱۴
هدایت الکتریکی	dS.m-1	۱۱/۲	۶/۹۹
کلسیم	meq. L-1	۱۰/۶۷	۱۲۴
منیزیم	meq. L-1	۱۸/۱	۶۴
پتاسیم	meq.100gr-1	۳۶۰/۸	۲۴۹۴/۰۲
سدیم	ppm	۱۲۶	۲۴۰/۳۳
نیتروژن	٪	۲/۱	۱/۰۷
ماده آلی	٪	۳۹/۶	۱۷/۱۵
کربن آلی	٪	۲۳	۹/۹۵

جدول ۳- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

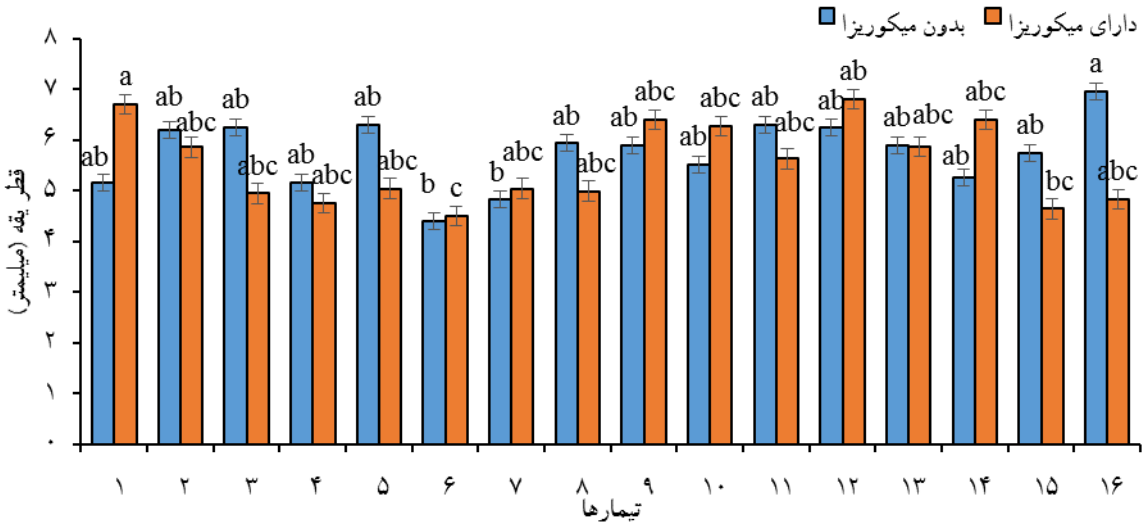
واکنش خاک (-)	هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	اجزای خاک (٪)			کلاس بافت خاک	فسفر قابل جذب (ppm)	منیزیم ($meq.L^{-1}$)	کربن آلی (٪)	ماده آلی (٪)
		ماسه	رس	سیلت					
۷/۲۷	۱/۳۰	۹۱	۷	۲	شنی	۰/۴۲	۱۰/۶۷	۰/۱۹	۰/۳۳

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر زغال‌های زیستی بر عملکرد اجزای گیاه زرد تاغ (به ازای هر پایه)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع گیاه	حجم تاج پوشش	سطح مقطع ریشه	قطر یقه	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی
		(cm)	(cm^3)	(cm^2)	(mm)	(gr)	(gr)
تیمار	۱۵	۸۱/۳۴ ns	۲۹۳۳۴۰۷۶*	۹۶/۵**	۱/۶۹ ns	۱۸۸/۲ ns	۲۷/۸ns
میکوریزا	۱	۴۸/۸۸ ns	۲۳۶۰۸۶۰۹ ns	۳۴۹/۳**	۰/۹۸ ns	۲۴/۶ ns	۰/۳۱ns
تیمار× میکوریزا	۱۵	۹۶/۶۳ ns	۱۴۲۹۶۲۴۹ ns	۹۵/۸**	۱/۵۴ ns	۱۶۴ ns	۴۱ns
تکرار	۲	۱۳۹۲	۱۸۸۶۴۲۱۵۷	۲۶۲/۱	۲۲/۱۳	۲۶۹۰/۴	۴۱۹/۴
خطا	۶۲	۷۰/۸۰	۱۴۹۱۶۹۶۸	۳۳/۸	۱/۱۷	۱۹۸	۳۵/۷
ضریب تغییرات		۱۹/۶۴	۶۱/۲۷	۲۱/۱۳	۱۹/۱۸	۴۲/۵۱	۳۹/۶۳

*: در سطح ۵٪ بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. **: در سطح ۱٪ بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

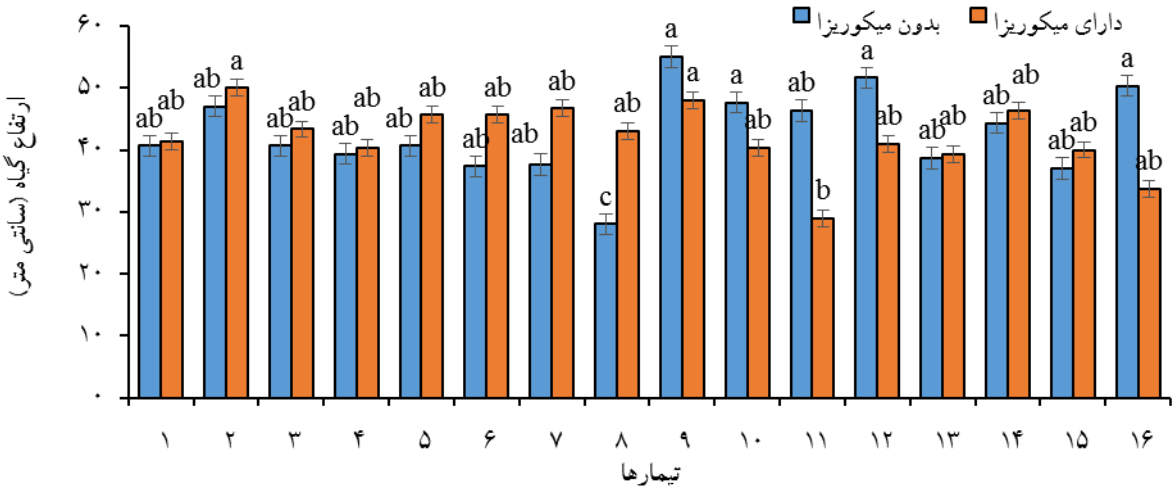
با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر زغال‌های زیستی بر قطر یقه (جدول ۴) نشان داد که مواد افزوده در هیچ سطحی معنادار نبوده است. همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین (۲ شکل) تیمارهای بدون میکوریزا تیمار ۹ بیشترین مقدار را داشته که افزایش ۳۱/۹ درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشت. در بین تیمارهای دارای میکوریزا با توجه به شکل ۲ نتایج نشان داد که بیشترین مقدار ۹ بوده که افزایش ۷/۲ درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشت.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر کاربرد زغال‌های زیستی بر قطر یقه

نتایج تجزیه واریانس بر ارتفاع گیاه تاغ در جدول ۴ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که کاربرد زغال‌های زیستی در هیچ سطحی معنادار نبوده است. نتایج نشان داد که سطوح مختلف زغال‌های زیستی در هیچ سطحی معنادار

نبوده است. با توجه به مقایسه میانگین در شکل ۳ نتایج نشان می‌دهد که در بین تیمارهای دارای میکوریزا تیمار ۹ بیشترین ارتفاع را در بین بقیه تیمار داشته که افزایش ۳۵/۷ درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشت. همچنین در بین تیمارهای بدون میکوریزا با توجه به شکل ۳ نتایج نشان می‌دهد که تیمار ۹ بیشترین ارتفاع را در بین بقیه تیمارها داشته که افزایش ۱۶/۱ درصدی را نشان می‌دهد.

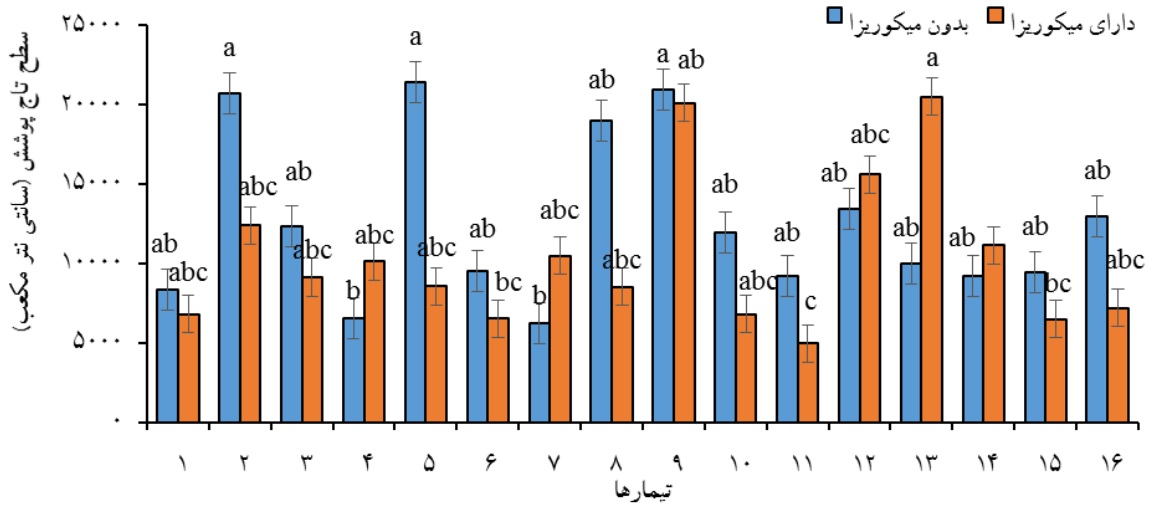


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر کاربرد زغال‌های زیستی بر ارتفاع گیاه

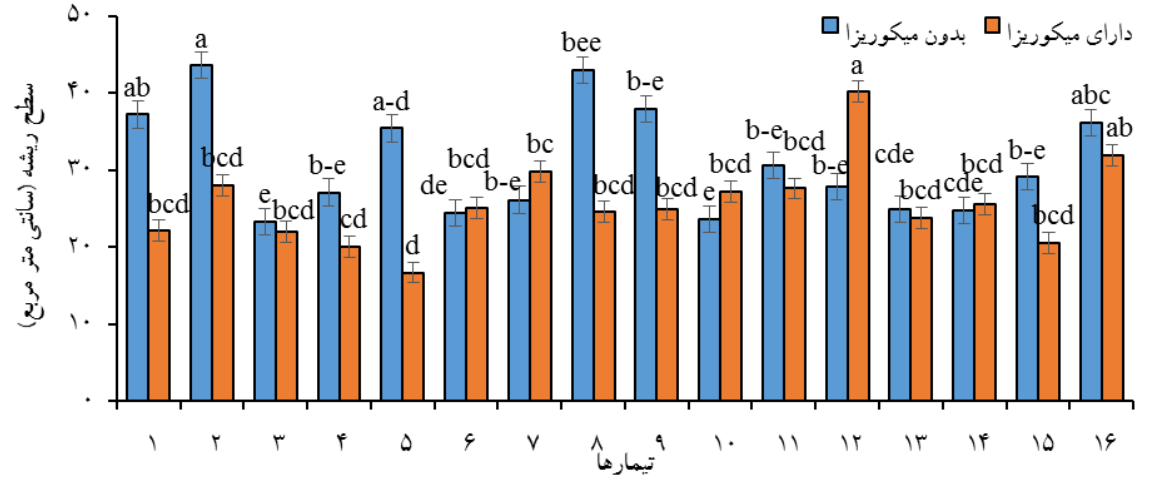
با توجه به جدول ۴، نتایج تجزیه واریانس اثر زغال‌های زیستی بر حجم تاج پوشش گیاه تاغ نشان داد که معنادار نبوده است. با توجه به شکل ۴ نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که در بین تیمارهای دارای میکوریزا تیمارهای ۹ بیشترین سطح تاج پوشش را داشته که افزایش ۲۵/۲ درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشت. در بین تیمارهای بدون میکوریزا با توجه به شکل ۴ نتایج نشان داد که تیمار ۹ بیشترین سطح تاج پوشش را داشته که افزایش ۱۲۷ درصدی را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد.

نتایج (جدول ۴) نشان داد که اثر کاربرد زغال زیستی کمپوست زباله و کاربرد تلفیقی زغال زیستی طبیعی و زباله هر دو در سطح ۱ درصد در سطح ریشه معنادار شد ($P<۰/۰۱$). همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین در شکل ۵ نشان داد که در بین تیمارهای بدون میکوریزا تیمار ۹ بیشترین سطح ریشه را داشته که افزایش ۱۵/۵ درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشته است. همچنین با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین در شکل ۵ در تیمارهای دارای میکوریزا تیمار ۹ بیشترین سطح ریشه را داشته که افزایش ۱۱/۱ درصدی را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد.

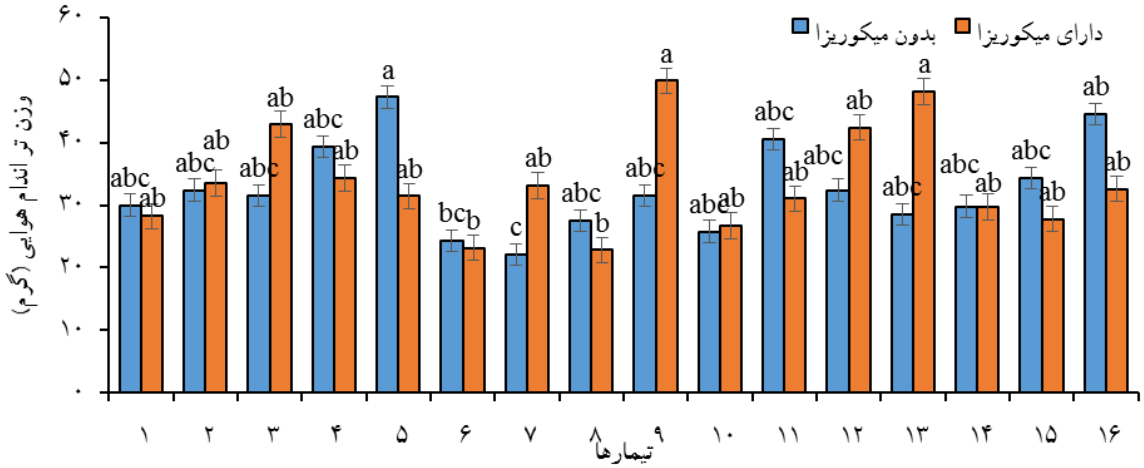
با توجه به جدول ۴، نتایج تجزیه واریانس اثر زغال‌های زیستی بر وزن تر اندام هوایی گیاه تاغ نشان داد که کاربرد زغال زیستی در هیچ سطحی معنی‌دار نبوده است. نتایج مقایسه میانگین در تیمارهای دارای میکوریزا در شکل ۶ نشان داد که تیمار ۹ بیشترین وزن را نسبت به سایر تیمارها داشته که افزایش ۱۷/۱ درصدی را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد. همچنین با توجه به شکل ۶ نتایج مقایسه میانگین در تیمارهای بدون میکوریزا نشان داد که تیمار ۹ دارای بیشترین وزن تر اندام هوایی در بین تیمارها بوده که افزایش ۵۶/۹ درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشت.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر کاربرد زغال‌های زیستی بر سطح تاج پوشش

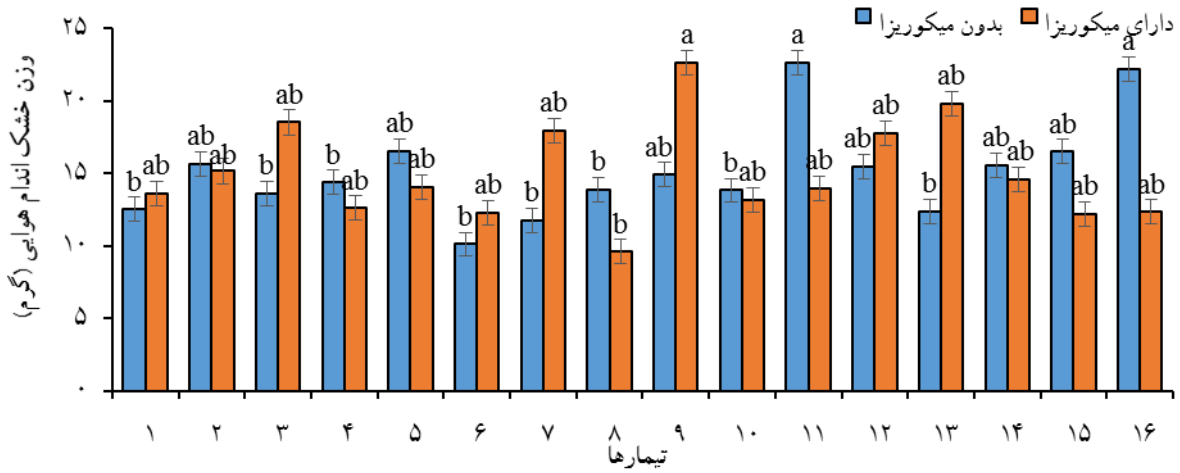


شکل ۵- مقایسه میانگین اثر کاربرد زغال‌های زیستی بر سطح ریشه



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر کاربرد زغال‌های زیستی بر وزن تر اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۴ آمده است. نتایج نشان داد که اثر زغال‌های زیستی بر وزن خشک اندام هوایی گیاه زرد تاغ در هیچ سطحی معنادار نبوده است. همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین در شکل ۷ نشان داد که در بین تیمارهای دارای میکوریزا تیمار ۹ بیشترین مقدار وزن خشک گیاه را داشته که افزایش ۶/۷ درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشته است. همچنین در تیمارهای بدون میکوریزا با توجه به شکل ۷، تیمار ۹ بیشترین مقدار وزن خشک را داشته که افزایش ۳۲/۶ درصدی را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر کاربرد زغال‌های زیستی بر وزن خشک اندام هوایی

بحث

با توجه به نتایج ملاحظه گردید که افزودن زغال‌های زیستی به خاک، سبب افزایش میانگین قطر یقه در برخی تیمارهای بدون میکوریزا و دارای میکوریزا نسبت به تیمار شاهد شد. این افزایش می‌تواند به این دلیل باشد که بهره‌گیری از زغال زیستی موجب تقویت ریزجاندارانی می‌شود که در صورت استفاده روی سطح ریشه و یا در خاک موجب تحریک و افزایش رشد گیاه می‌شود (Vessey, 2003)، در نتیجه قطر یقه گیاه هم افزایش می‌یابد. در بین تیمارهای مختلف، میانگین ارتفاع گیاه در برخی تیمارها نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. به نظر می‌رسد که افزایش ارتفاع گیاه به دلیل آزادشدن تدریجی عناصر از کودهای آلی باشد. داشتن مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تولید ترکیبات شبه هورمونی در محیط ریزوسفر، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و به‌طورکلی بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت، ازجمله دلایلی است که برای افزایش عملکرد گیاهان در اثر کاربرد کود ورمی‌کمپوست گزارش شده است. همچنین با توجه به نتایج حاصل از کاربرد زغال‌های زیستی، میانگین سطح تاج پوشش نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. زغال‌های زیستی با ایجاد تغییرات مثبت بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و تأمین به‌موقع عناصر موردنیاز گیاه در طی فصل رشد، می‌توانند شرایط بهینه‌ای را برای بهبود رشد گیاه فراهم کنند که این خود باعث افزایش حجم تاج پوشش گیاه می‌شود. اثر کاربرد زغال زیستی کمپوست زباله و کاربرد تلفیقی زغال زیستی طبیعی و زباله هر دو در سطح ۵ درصد در سطح ریشه موجب افزایش معنادار شد، به‌طوری‌که این نیز می‌تواند به دلیل استفاده از کود زیستی و تقویت ریزجانداران خاک که سبب تحریک و افزایش رشد گیاه می‌شود، باشد (Vessey, 2003). افزایش میانگین وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمارهای مختلف نسبت به تیمار شاهد می‌تواند به این دلیل باشد که افزودن کود آلی از قبیل

زغال‌های زیستی به خاک با بهبود شرایط فیزیکی و حفظ رطوبت خاک به افزایش فعالیت باکتری‌ها و جذب بهتر و بیشتر عناصر غذایی کمک می‌کند (Leithy *et al.*, 2006). نتایج این تحقیق با نتایج Šeremešić و همکاران (۲۰۱۵)، Zhang و همکاران (۲۰۱۲)، Wang و همکاران (۲۰۱۶) و Brennan و همکاران (۲۰۱۴) که به بررسی تأثیر کاربرد زغال‌های زیستی بر پارامترهای رشدی گیاه ذرت و سویا پرداخته بودند همخوانی دارد. در کل می‌توان ذکر نمود که در بین تیمارهای مختلف بسترهای ۱۶گانه خاک، در بین تیمارهای مورد بررسی تیمار نه (خاک + ۱۵۰ گرم زط + ۲۵۰ گرم زز) بیشترین تأثیر مثبت را نسبت به تیمار شاهد بر گیاه زرد تاغ داشته و استفاده از این ترکیب در طرح‌های بیابان‌زدایی و کنترل بیابان توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از پشتیبانی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور در تامین اعتبار این پژوهش تشکر و قدردانی نمایند.

منابع مورد استفاده

-Akom, M., Oti-Boateng, C., Otoo, E. and Dawoe, E., 2015. Effect of Biochar and Inorganic Fertilizer in Yam (Dioscorea rotundata Poir) Production in a Forest. Journal of Agricultural Science, 7(3): 211-222.

-Biederman, L. A. and Harpole, W. S., 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. Journal of GCB bioenergy, 5(2): 202-214.

-Brennan, A., Jiménez, E. M., Puschenreiter, M., Alburquerque, J. A. and Switzer, C., 2014. Effects of biochar amendment on root traits and contaminant availability of maize plants in a copper and arsenic impacted soil. Journal of Plant and Soil, 379(1-2): 351-360.

-Chen, S., Jin, W., Liu, A., Zhang, S., Liu, D., Wang, F. and He, C., 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) increase growth and secondary metabolism in cucumber subjected to low temperature stress. Journal of Scientia Horticulturae, 160: 222-229.

-Esmaeilpour, Y., 2012. Investigating the effect of water permeate polymerization and mycorrhizal inoculation on the establishment of multi-species seedlings. Ph.D thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

-Gandomi, Z., Charkhabi, A. H., Mohseni, H. and Amiri, M., 2017. Study of particle size of sand dunes and its application in finding the source of sediments surrounding Ahvaz fault, Iranian Journal of Range and Desert Research, 24 (4), 897-906.

-He, Z., Li, S. and Harazono, Y., 2007. Wind-sandy environment and the effects of vegetation on wind breaking and dune fixation in Horqin sandy land, China. In Proceedings of Wind Erosion: An International Symposium. Workshop. USDA Agricultural Research Service. Wind Erosion Laboratory. Manhattan. KS. 1-7.

-Jiriaie, M., Fateh, E. and Aynehband. A., 2015. Evaluation the Some Root Traits of Treated Wheat with Mycorrhiza and Azospirillum. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24 (4.1): 61-73.

-Khalifehzadeh, R., Tamartash, R., Tatian, M.R. and Sarajian Maralan, M.R., 2018. An estimation of topsoil organic carbon by combining factor analysis and multiple regression in semi-steppe rangelands of Lazour, Firouzkooh, Iranian Journal of Range and Desert Research, 25 (3): 699-712.

-Kim, K. H., Kim, J.-Y., Cho, T.-S. and Choi, J. W., 2012. Influence of pyrolysis temperature on physicochemical properties of biochar obtained from the fast pyrolysis of pitch pine (Pinus rigida). Journal of bioresource technology, 118: 158-162.

-Kumar, S., Masto, R. E., Ram, L. C., Sarkar, P., George, J. and Selvi, V. A., 2013. Biochar preparation from Parthenium hysterophorus and its potential use in soil application. Journal of Ecological Engineering, 55: 67-72.

-Lai, L., Ismail, M. R., Muharam, F. M., Yusof, M. M., Ismail, R. and Jaafar, N. M., 2017. Effects of rice straw biochar and nitrogen fertilizer on rice growth and yield. Asian Journal of Crop Science, 9(4): 159-166.

-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 All rights reserved. Journal of Agronomy, 100(1): 178-181.

-Lehmann, J. and Joseph, S., 2015. Biochar for environmental management: science, technology and implementation: Routledge. 943P.

-Leithy, S., El-Meseiry, T. A. and Abdallah, E. F., 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Sciences Research, 2(10): 773-779.

-Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'neill, B. and Petersen, J., 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Journal of Soil Science Society of America, 70(5): 1719-1730.

-Nosrati, K., Hoseinzadeh, M. M., Zare, S. and Zolfaghari. R., 2016. Soil quality modeling in Roshtkhar desert region affected by Holoxylon aphyllum planting using multivariate statistical analysis, 6 (23): 96-108.

-Rab, A., Khan, M. R., Haq, S. U., Zahid, S., Asim, M., Afridi, M. Z. and Munsif, F., 2016. Impact of biochar on mungbean yield and yield components. Journal of Pure and Applied Biology, 5(3): 632-640.

-Sabaghzade, S., Zare, M., Mokhtari, M. H. and Afkham Shoara, M. R., 2016. Estimating of above ground biomass of Haloxylon using sattelite based vegetation indices (Case Study: Marak, Birjand), Iranian Journal of Range and Desert Research, 23 (4), 843-855.

-Šeremešić, S. I., Živanov, M. S., Milošev, D. S., Vasin, J. R., Ćirić, V. I., Vasiljević, M. B. and Vujić, N. J. 2015. Effects of biochar application on morphological traits in maize and soybean. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, (129): 17-25.

-Singh, B. P., Cowie, A. L. and Smernik, R. J., 2012. Biochar carbon stability in a clayey soil as a function of feedstock and pyrolysis temperature. Journal of Environmental Science and Technology, 46(21), 11770-11778.

-Vessey, J. K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Journal of Plant and soil, 255(2): 571-586.

-Wang, Y., Wei, Y. and Sun, J. 2016. Biochar application promotes growth parameters of soybean and reduces the growth difference. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 47(12): 1493-1502.

-Yazdanpanahi, A., Ahmadaali, K. H., Zare, S. and Shabani Omran, T., 2018. Investigating the effect of natural and urban waste compost biochars on hydraulic parameters in sandy soils. Journal of Range and Watershed Management, 71(2): 555-561.

-Yazdanpanahi, A., Jafari, M., Ahmadaali, K. H. and Zare, S., 2018. Investigating the effects of biochar on soil amendment of arid and semi-arid areas. International Conference on Natural Resources Management in Developing Countries. College of Agriculture and Natural Resources University of Tehran, Iran, 25 February: 1-11.

-Zhang, A., Liu, Y., Pan, G., Hussain, Q., Li, L., Zheng, J. and Zhang, X., 2012. Effect of biochar amendment on maize yield and greenhouse gas emissions from a soil organic carbon poor calcareous loamy soil from Central China Plain. Journal of Plant and soil, 351(1-2): 263-275.

Investigating the effects of natural and urban waste compost biochars on the morphological properties of *Haloxylon persicum* in greenhouse condition

A. Yazdanpanahi[1], K.H. Ahmadaali[2*], M. Jafari[3] and S. Zare[4]

1- M.Sc. Student in Desert Areas Management, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, College of Natural Resources, University of Tehran, Iran
2*-Corresponding author, Assistant Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, College of Natural Resources, University of Tehran, Iran, Email: khahmadauli@ut.ac.ir
3- Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, College of Natural Resources, University of Tehran, Iran
4- Assistant Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, College of Natural Resources, University of Tehran, Iran

Received: 01/06/2019 Accepted: 05/19/2019

Abstract

Nowadays, the addition of bio-charcoal to soils, as a way for carbon sequestration in the soil, reducing the concentration of carbon dioxide in the air, improving soil fertility, and reducing wind erosion, has attracted much attention. The aim of this study was to investigate the effect of biochar application on yield and components of Haloxylon species in a randomized complete block design with soil additive factors including mycorrhizal fungi at two levels (consumption of 50 g of mycorrhiza and non-consumption of mycorrhiza), natural charcoal, and biochar produced from municipal waste compost at four levels (0, 50, 150 and 250 g / kg soil of dry soil), in the greenhouse of the Agriculture and Natural Resources, University of Tehran for nine months. The results showed that the addition of biochar had no significant effect on any of the morphological characteristics of *Haloxylon persicum* except root surface. The results also indicated that the average collar diameter, height, root area, fresh and dry weight of Haloxylon aerial parts in mycorrhiza-free treatments increased 31.9%, 35.7%, 15.5%, 56.9%, and 32.6%, respectively, and in mycorrhiza treatments, these characteristics increased by 4.7, 16.1, 11.1, 33.4, and 6.7%, respectively, as compared to the control treatment. Among the treatments studied, treatment nine (soil + 150 g natural charcoal + 250 g municipal waste compost) had the most positive effect on the morphological characteristics of Haloxylon.

Keywords: Biochar, soil remediation, dust, *Haloxylon*.