Arch

مقاله کامل علمی- پژوهشی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هشتم، شماره دوم، ۱۴۰۰
۱۷۷-۱۹۴
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.19026.3449

بررسی اثرات بیوچار شاخ و برگ هرس‌شده درختان هلو بر خصوصیات خاک مراتع قشلاقی (مطالعه موردی: آق‌قلا، استان گلستان)

امین محمودیان چپلو[۱]، حمید نیک‌نهاد قرماخر[*۲] و حسین یوسفی[۳]

[۱]دانشجوی دکتری گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]استادیار گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۳۱

چکیده

سابقه و هدف: فقر خاک از مواد مغذی از مشکلات اصلی خاک‌های مراتع خشک و نیمه‌خشک ایران است. کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک می‌تواند یکی از راه‌حل‌های موجود جهت بهبود کیفیت خاک این اراضی باشد. کاربرد بیوچار به علت پایداری این اصلاح‌کننده خاک در مقابل تجزیه میکروبی و زمان ماندگاری طولانی آن باعث افزایش مواد آلی خاک شده، خصوصیات خاک را بهبود بخشیده و کیفیت علوفه گیاهان مرتعی را نیز افزایش می‌دهد. مطالعات صورت گرفته در خصوص اثرات کاربرد بیوچار بر خصوصیات خاک و رشد گیاهان اغلب در مزارع مناطق استوایی و خاک‌های اسیدی انجام شده است. در پژوهش حاضر، اثرات بیوچارهای تولیدشده در دماهای مختلف از شاخ و برگ هرس شده درختان هلو بر خصوصیات یک خاک مرتعی با بافت سیلتی-لومی و اسیدیته قلیایی که شاخص مراتع قشلاقی استان گلستان هست، بررسی می‌گردد.

مواد و روش‌ها: شاخ و برگ هرس شده درختان هلو از باغات اطراف شهرستان گرگان تهیه شد و در آزمایشگاه، با استفاده از کوره الکتریکی و در دماهای ۲۰۰،۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و با زمان ماندگاری یک ساعت، بیوچارهای مختلفی تولید شد. سپس، خصوصیات بیوچارهای تولیدشده شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل‌جذب، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول اندازه‌گیری شد. خاک مورداستفاده در پژوهش حاضر از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری ایستگاه آموزشی- پژوهشی منگالی واقع در شمال غرب شهرستان آق‌قلا در استان گلستان برداشت شد و برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن قبل از تیمار شدن با بیوچار اندازه‌گیری شد. خاک، با بیوچارهای تولیدشده در دماهای مختلف (۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد) در چهار تکرار تیمار شد و به مدت ۵۶ روز در انکوباتور قرار گرفت. پس از اتمام دوره انکوباسیون، از خاک گلدان‌ها نمونه‌برداری انجام شد و خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

* مسئول مکاتبه: niknahad@gau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها: نتایج نشان داد که خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد دارای کم‌ترین اسیدیته (۸/۱) و خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد دارای بیش‌ترین اسیدیته (۸/۷۹) است. بیش‌ترین و کم‌ترین افزایش در مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، کربن آلی، ازت کل، بیوماس میکربی و تنفس میکربی به ترتیب در خاک تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای ۴۰۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری: کاربرد بیوچار شاخ و برگ هرس شده درختان هلو که در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد تولیدشده‌اند، جهت اصلاح خصوصیات خاک‌های قلیایی مراتع خشک و نیمه خشک توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بیوچار، خاک قلیایی، دما، مرتع قشلاقی

مقدمه

توسعه پایدار در هر نظام نیازمند قوام مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده آن مانند مدیریت علمی و بهینه منابع طبیعی و اراضی کشاورزی است. رشد بی‌رویه جمعیت و به دنبال آن نیاز روزافزون انسان به غذا، کشاورزان را به‌سوی تغییر کاربری سامانه‌های طبیعی و بهره‌برداری از زمین‌های نامرغوب و اراضی حاشیه‌ای هم‌چون مراتع و جنگل‌های واقع در اراضی شیب‌دار دارای استعداد فرسایشی بالا سوق داده است که این امر منجر به تخریب اراضی و مشکلات اقتصادی، اکولوژیکی گردیده است (۲۶).

مساحت مراتع ایران بالغبر ۸۶ میلیون هکتار است که ۸۵۰۰۰۰ هکتار آن در استان گلستان و عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک این استان قرار دارد (۱۵). اقلیم خشک و نیمه‌خشک مشخصه کشور ایران است (۲۹). خاک از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر درصد پوشش گیاهی و تراکم پایه‌های گیاهی در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک است (۳). فقر خاک ازنظر مواد مغذی از مشکلات اصلی خاک‌های این مناطق است (۲ و ۳۱). مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران کم‌تر از یک درصد ماده آلی دارند و عمدتاً کمبود ماده آلی عامل محدوده‌کننده‌ای است، کمبود مواد آلی موجب کاهش پایداری ساختمان خاک، پوسته‌پوسته شدن آن و درنهایت ایجاد خاکی سخت و متراکم می‌شود (۲۱).

راهکارهای طبیعی اصلاح پوشش گیاهی و خاک مراتع مانند قرق جهت اثرگذاری نیازمند زمانی طولانی است (۲۵). بخش عمده مواد حاصل از افزودن کودهای دامی، مالچ‌های گیاهی، کشت گیاهان پوششی و برگرداندن بقایای گیاهی به خاک در مقابل تجزیه میکروبی پایدار نبوده و به‌سرعت تجزیه‌شده و از خاک خارج می‌گردد (۲۱). با توجه به پایداری بیوچار در مقابل تجزیه میکروبی و زمان ماندگاری طولانی آن در خاک (چند ده سال تا چند صدسال)، کاربرد آن باعث افزایش سطح مواد آلی خاک به مدت طولانی و درنتیجه بهبود خصوصیات خاک، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌گردد (۹ و ۱۹).

بیوچار نوعی بهساز خاک دارای ترکیب آلی بسیار پایدار است که از سوزاندن ضایعات آلی و بقایای گیاهی در کوره فاقد اکسیژن طی فرایند پیرولیز به‌منظور مدیریت ضایعات، کاهش تغییرات اقلیمی، تولید انرژی و بهبود خصوصیات خاک تولید می‌شود (۱۴ و ۱۰). بیوچار بر خصوصیات فیزیکی (ساختمان

www.SID.ir

Archive of SID

خاک، جرم مخصوص ظاهری، هدایت هیدرولیکی)، شیمیایی(اسیدیته، شوری، ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان مواد آلی) و بیولوژیک (فعالیت میکروبی، تنوع میکروبی، فعالیت آنزیمی و جمعیت میکروبی) خاک اثرگذار است (١٤، ١٨، ١٠، ١١) و جهت خنثی ساختن ترکیبات سمی خاک‌های آلوده نیز کاربرد دارد (٢٠ و ٢٩). مضاف بر بهبود خصوصیات خاک، افزودن بیوچار به خاک، کیفیت علوفه گیاهان مرتعی را نیز افزایش می‌دهد (٩). بنابراین کاربرد بیوچار به‌منظور ذخیره طولانی‌مدت و پایدار کربن در اکوسیستم‌های خاکی و نیز بهبود اراضی تخریب یافته از طریق بهبود خصوصیات و کارکردهای خاک به‌طور روزافزونی توصیه می‌گردد (٥). ساختار متخلخل بیوچار، سطوح ویژه بالا و توانایی آن برای جذب مواد آلی محلول، گازها و مواد معدنی محل مناسبی را برای سکونت میکروب‌ها، رشد و تکثیر آن‌ها مخصوصاً باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها و قارچ‌های میکوریز فراهم می‌آورد. محتوای زیاد کربن و پایداری بیوچار، سطح مواد آلی خاک را افزایش می‌دهد که خود نقش اساسی در چرخه عناصر غذایی و بهبود منابع آب قابل‌دسترس برای گیاه، ظرفیت بافری و ساختمان خاک دارد (٢).

بیوچار یک محصول جانبی غنی از کربن است که با گرما دادن زیست‌توده تحت شرایط اکسیژن محدود یا بدون اکسیژن که اصطلاحاً به آن گرماکافت گفته می‌شود ایجاد می‌گردد (٢٢). دمای تولید و نوع ماده خام دو فاکتور اصلی تغییردهنده ویژگی‌های بیوچار است (١). عوامل مؤثر بر خصوصیات بیوچار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بیوچار تحت‌تأثیر عوامل مختلفی ازجمله نوع مواد اولیه، شرایط واحد گرماکافت، سرعت گرمادهی، اندازه ذرات بیوچار و دمای اوج گرماکافت و مدت‌زمان گرماکافت قرار می‌گیرد (٣ و ١٤). دامنه گسترده فرایند گرماکافت منجر به تشکیل بیوچارهایی می‌شود که از نظر ترکیب عنصری و خاکستر، جرم مخصوص، تخلخل، توزیع اندازه منافذ، سطح ویژه، خصوصیات شیمیایی سطح، جذب و دفع آب و یون‌ها، pH و یکنواختی ساختمان فیزیکی بسیار متفاوت هستند (٢٢). دما از متغیرهای اصلی تهیه بیوچار است که تأثیر مهمی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و پایداری آن دارد، خصوصیاتی از بیوچار مانند، مقدار بیوچار تولیدشده (١١)، درصد کربن، ترکیب عنصری (٢٦)، میزان خاکستر، میزان مواد فرار، جرم مخصوص، توزیع اندازه خلل و فرج، سطح ویژه، خصوصیات شیمیایی سطح (١٤)، جذب سطحی آب و یون‌ها pH (٢٣)، ساختمان فیزیکی و پایداری در مقابل تجزیه، تحت‌تأثیر دما قرار می‌گیرند (٩). بیوچار را می توان از مواد خام در دسترس ارزان قیمتی مانند کاه گندم یا شاخ و برگ هرس شده درختان هلو تولید نمود (٩ و ٢٢). دمایی که فرایند پیرولیز در آن انجام می‌شود از عوامل مؤثر بر خصوصیات بیوچار تولیدشده و اثرات آن بر خصوصیات خاک می‌باشد (٢١ و ١). اغلب مطالعات صورت گرفته در خصوص اثرات کاربرد بیوچار بر خصوصیات خاک و رشد گیاهان در مزارع مناطق پرباران دارای خاک‌های اسیدی انجام شده است و در خصوص اثرات کاربرد آن در خاک‌های قلیایی مراتع مناطق خشک و نیمه خشک مطالعه چندانی انجام نشده است. باتوجه به موارد فوق الذکر، در این پژوهش اثرات بیوچارهای تولید شده در دماهای مختلف از شاخ و برگ هرس شده درختان هلو بر خصوصیات یک خاک مرتعی با بافت سیلتی–لومی و اسیدیته قلیایی که شاخص مراتع قشلاقی استان گلستان می‌باشد، بررسی می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

شاخ و برگ هرس شده درختان هلو از باغات اطراف شهرستان گرگان تهیه گردید و به آزمایشگاه خاک‌ها و بذور مرتعی دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. مواد اولیه ابتدا با آب شهری و سپس آب مقطر شستشو داده شدند و سپس در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد، به مدت ٢٤ ساعت در آون خشک شدند و پس از آسیاب شدن از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند (٦ و ۷). سپس، داخل کوره الکتریکی (Muffle furnace) در شرایط بدون اکسیژن (جهت اطمینان یک لایه گریس به ورودی کوره زده شد) گذاشته شدند. مواد اولیه در دماهای ۲۰۰، ۳۰۰، ٤٠٠ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و با سرعت انتقال گرمای ۱۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه (پیرولیز آهسته) به مدت یک ساعت نگهداری شدند (۱۳ و ٢٤). اندک روغن زیستی تولیدشده به دلیل مشبک بودن ظرف حاوی زیست‌توده از بیوچار تفکیک و گازهای تولیدشده هم از کوره خارج شدند. سپس، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچارها اندازه گرفته شد (۱۷).

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر موجود در بیوچار، جرم مخصوص ظاهری بیوچارها طبق روش ASTM-D ۲۸۵ اصلاح‌شده اندازه‌گیری شد (۲۲). پس از تهیه عصاره بیوچار، اسیدیته و هدایت الکتریکی آن (نسبت بیوچار به آب ۱:۱۰) با pH متر و EC متر اندازه‌گیری شد (۲۸). عصاره‌گیری کاتیون‌های تبادلی با استات آمونیم صورت گرفت. میزان فسفر قابل‌جذب در عصاره بیوچار به روش اولسن و همکاران (۱۹٥٤) تعیین گردید. مقدار پتاسیم و سدیم تبادلی با دستگاه فلیم فتومتر بر حسب (mg/kg) و مقدار کلسیم و منیزیم تبادلی (meq/lit) با روش تیتراسیون تعیین شد. کربن بیوچار با روش والکی بلک و نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کجلدال (۱۲) اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

در پژوهش حاضر برای نمونه‌برداری خاک و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک، خاک موردنظر از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری ایستگاه آموزشی- پژوهشی منگالی واقع در شمال غرب شهرستان آق‌قلا در استان گلستان برداشت شد. ایستگاه آموزشی- پژوهشی منگالی به مساحت ۱۰۰ هکتار، در ١٤ کیلومتری شمال غرب شهرستان آق‌قلا، در منطقه مراتع هزار هکتاری منگالی، قرار داشته و جزء مراتع قشلاقی استان گلستان می‌باشد. این ایستگاه بین ٥٤ درجه و ۲۵ دقیقه تا ٥٤ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و از ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی، واقع شده است. در ابتدا و انتهای آزمایش، خصوصیات خاک از روش‌های زیر به‌دست آمد: اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک با استفاده از pH متر و EC متر اندازه‌گیری شد (۲۸). جرم مخصوص خاک با استفاده از روش کلوخه و پارافین به‌دست آمد (۱۵). میزان فسفر قابل‌جذب در خاک به روش اولسن و همکاران (۱۹٥٤) تعیین گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک استفاده شده و بیوچارهای تولید شده در دماهای مختلف.

Table 1. Some properties of used soil and produced biochars at different temperatures.

خصوصیات خاک (قبل از اضافه کردن بایوچار) Soil properties	بیوچار Biochar				متغیر Variable
	500 (°C)	400 (°C)	300 (°C)	200 (°C)	
1.33	0.21	0.3	0.3	0.3	جرم مخصوص ظاهری Density (g/cm^3)
8.1	7.8	7.3	7.1	7.1	اسیدیته pH
3.22	0.7	0.6	0.4	0.39	هدایت الکتریکی Ec (dS/m)
0.56	51	56	50	50	کربن آلی OC (%)
0.08	0.51	0.55	0.5	0.49	نیتروژن کل Total nitrogen (%)
4.17	0.17	0.14	0.14	0.14	فسفر قابل‌جذب Adsorbable Phosphorus (mg/kg)
38.15	1627	1632	1760	1752	کلسیم قابل تبادل Exchangeable Calcium (meq/lit)
70.04	317	317	330	328	منیزیم قابل تبادل Exchangeable Magnesium (meq/lit)
34.56	1.5	1.41	1.39	1.31	پتاسیم قابل تبادل Exchangeable Potassium (mg/kg)
45.47	0.024	0.021	0.021	0.021	سدیم قابل تبادل Exchangeable Sodium (mg/kg)
12.23	-	-	-	-	تنفس میکروبی Microbial Respiration (mg CO_2/day. g soil)
8.18	-	-	-	-	بیوماس میکروبی Microbial Bio mass (mg Kg^{-1} soil)

مقدار پتاسیم و سدیم تبادلی با دستگاه فلیم فتومتر بر حسب (mg/kg) و مقدار کلسیم و منیزیم تبادلی (meq/lit) با روش تیتراسیون تعیین شد. کربن بیوچار با روش والکی بلک و نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کجلدال (۱۲) اندازه‌گیری شد. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از روش باور و همکاران به دست آمد(۱۵). بیوماس میکروبی خاک از طریق فیمیگاسیون (تدخین) به دست آمد (۹). تنفس میکربی از طریق تیتراسیون با اسید کلریدریک به دست آمد (۲۸).

در اندازه‌گیری ترکیبات ساختاری شاخ و برگ هرس درختان هلو، میزان ترکیبات ساختاری شاخ و برگ هرس شده درختان هلو (جدول ۲) در ٤ تکرار و هر تکرار شامل ٦ سرشاخه انجام شد. خاک اره تهیه شده مطابق استاندارد T 211om – 85 عاری از مواد استخراجی (براده آهن و دیگر مواد) بود. اندازه‌گیری درصد همی‌سلولز و سلولز مطابق روش اسید نیتریک انجام گردید. اندازه‌گیری درصد لیگنین مطابق با استاندارد T 222 om–98 خاکستر مطابق با استاندارد T 211 om - 93 آیین‌نامه TAPPI انجام شد (۲٤).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین مقدار ترکیبات شاخ و برگ هرس شده درختان هلو.

Table 2. Mean of peach trees pruned foliage compounds.

سلولز (درصد) Cellulose (%)	همی‌سلولز (درصد) Hemicellulose (%)	لیگنین (درصد) Lignin (%)
26	45	29

انکوباسیون: ۵۰ گرم خاک منطقه مورد مطالعه با ۰/۵ درصد وزنی (خاک) بیوچارهای تولید شده در دماهای مختلف (۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد) مخلوط شد. آزمایش در گلدان‌های پلی‌اتیلنی (قطر دهانه گلدان ۱۷ و ارتفاع ۲۱/۵ سانتی‌متر) در چهار تکرار و طی ٥٦ روز زمان انکوباسیون مورد بررسی قرار گرفت. مقدار رطوبت هر گلدان با روش توزین در محدوده رطوبت ظرفیت زراعی، نگه داشته شد (۲). پس از اتمام دوره انکوباسیون، از خاک گلدان‌ها نمونه‌برداری انجام شد پس از تهیه عصاره خاک، اسیدیته و هدایت الکتریکی آن به‌ترتیب با pH متر و EC متر اندازه‌گیری شد (۲۸). عصاره‌گیری کاتیون‌های تبادلی با استات آمونیم صورت گرفت. میزان فسفر قابل‌جذب در عصاره خاک به روش اولسن و همکاران (۱۹٥٤) تعیین گردید. مقدار پتاسیم و سدیم تبادلی با دستگاه فلیم فتومتر بر حسب (mg/kg) و مقدار کلسیم و منیزیم تبادلی (meq/lit) با روش تیتراسیون تعیین شد. کربن خاک با روش والکی بلک و نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کجلدال (۱۲) اندازه‌گیری شد (٦).

آنالیز آماری داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار (ترکیب بیوچار) و چهار تکرار به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ استفاده شد.

نتایج و بحث

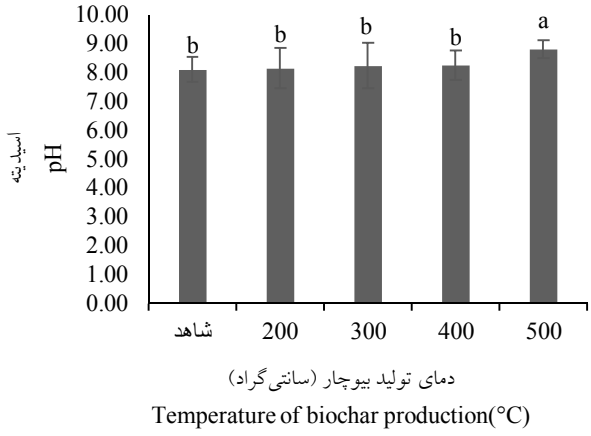
نتایج (شکل ۱) نشانگر آن است که در پایان دوره انکوباسیون، خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد دارای کم‌ترین اسیدیته (۸/۱) و خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد دارای بیش‌ترین اسیدیته (۸/۷۹) است. اسیدیته خاک تیمارشده با بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دیگر خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای پایین‌تر (B۲۰۰، B۳۰۰ و B٤۰۰ درجه سانتی‌گراد) و خاک شاهد، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. اما میان اسیدیته خاک شاهد و خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در سایر دماها تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. افزایش pH بیوچار با افزایش دمای فرایند پیرولیز (جدول ۱) را می‌توان به افزایش کربنات و عناصر قلیایی نسبت داد. با افزایش دمای فرآیند پیرولیز، گروه‌های نمک‌ها و عناصر قلیایی افزایش می‌یابند. این نمک‌ها عموماً شامل نمک‌های محلول، کربنات‌ها، اکسیدها و هیدروکسیدهای محلول می‌باشند (۳۲).

افزایش معنی‌دار pH خاک بر اثر کاربرد بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱)، می‌تواند ناشی از ترکیبات قلیایی، هیدروکسیدها و کربنات‌های موجود در بیوچار باشد، که می‌توانند سبب افزایش pH خاک شوند (٤). مضاف بر آن، تغییر در موازنه بین مینیرالیزاسیون ازت آلی و نیفریفیکاسیون NH^{4+} به NO^{3} در پی افزودن بیوچار به خاک می‌تواند باعث افزایش pH خاک شود (۹).

www.SID.ir

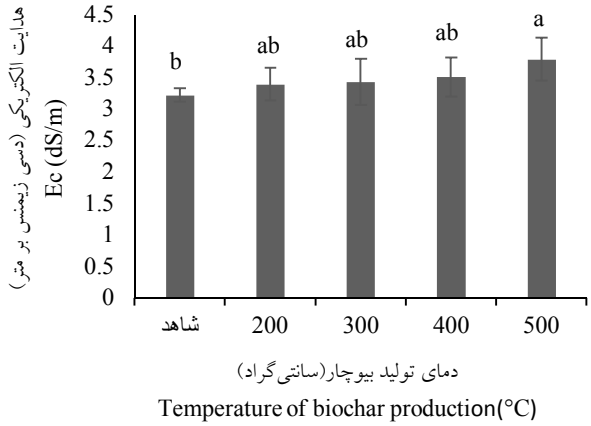
Archive of SID

نتایج (شکل ۲) بیانگر آن است که در پایان دوره انکوباسیون، میزان هدایت الکتریکی خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش‌یافته است. بیش‌ترین مقدار هدایت الکتریکی (۳/۷۹ دسی‌زیمنس بر متر) در خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و با هدایت الکتریکی خاک شاهد (۳/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر) دارای اختلاف معنی‌داری بود. علی‌رغم افزایش میانگین هدایت الکتریکی خاک در سایر تیمارها، اختلاف معنی‌داری مابین میانگین هدایت الکتریکی آن‌ها و خاک شاهد وجود ندارد. مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی بیوچارهای مختلف از ۰/۰٤ تا ۵۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر گزارش‌شده است (۲۷).



شکل ۱- اثر بیوچار بر اسیدیته خاک.

Figure 1. Effect of biochar on soil pH.



شکل ۲- اثر بیوچار بر هدایت الکتریکی خاک.

Figure 2. Effect of biochar on soil EC.

www.SID.ir

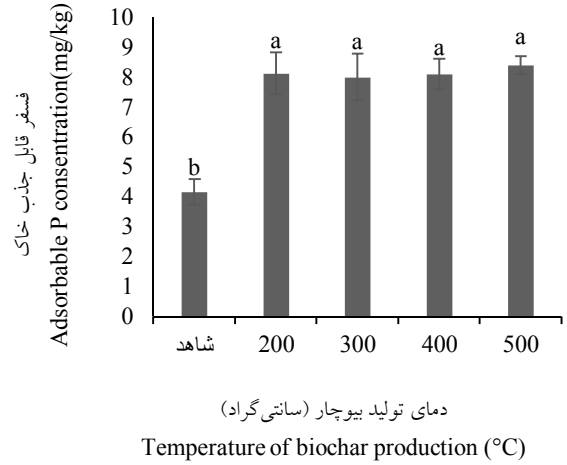
Archive of SID

در پژوهش حاضر، با افزایش دمای تولید بیوچار، هدایت الکتریکی آن افزایش‌یافته است. با افزایش دمای تولید، بیوچار مواد فرار خود را از دست می‌دهد، محتوی هیدروژن و اکسیژن آن کاهش‌یافته (۲۳) و درصد خاکستر آن افزایش‌یافته است (٦ و ۸). بنابراین می‌توان چنین استنتاج نمود که بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به بیوچارهای تولیدشده در دماهای پایین‌تر دارای درصد خاکستر بیشتری بوده و بنابراین تیمار خاک با آن موجب افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی خاک شده است. کیمو و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند در اثر کاربرد بیوچار در خاک، آزاد شدن کاتیون‌های قلیایی که پیوند ضعیفی با ساختار بیوچار دارند می‌تواند EC خاک را افزایش دهد (۸). غلظت و حلالیت مواد مغذی موجود در بیوچار نیز بر میزان افزایش خاک تیمار شده اثرگذار است (۹). بیش‌ترین غلظت فسفر قابل‌جذب در خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد (۱۹/۸ mg/kg) و کم‌ترین غلظت آن در خاک شاهد (۱۷/٤ mg/kg) مشاهده گردید. نتایج (شکل ۳) بیانگر آن است که تیمار خاک موردمطالعه با تمامی بیوچارهای تولیدشده در دماهای مختلف، منجر به افزایش معنی‌دار فسفر قابل‌جذب خاک تیمار شده گردیده است اما بین میانگین فسفر قابل‌جذب خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزایش فسفر قابل‌استفاده خاک در اثر افزودن بیوچار می‌تواند به دلیل کاهش مکان‌های جذب فسفر در خاک باشد. چراکه بیوچار می‌تواند با کاتیون‌های خاک که فسفر را جذب می‌کنند، پیوند برقرار کرده و با کاهش مکان‌های جذب فسفر در خاک، غلظت قابل‌استفاده آن در خاک را افزایش دهد (۱۳).

در پایان دوره انکوباسیون، پایین‌ترین ($Cmol^{+}/kg^{-1}$ ۸) و بالاترین ($Cmol^{+}/kg^{-1}$ ۱٤) ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب در خاک شاهد و خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ٤۰۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. نتایج (شکل ٤) نشانگر اثر معنی‌دار بیوچارهای تولیدشده در دماهای مختلف در افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک است و این اثر در خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ٤۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها است. نعیم و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که افزودن بیوچارهای کاه گندم و پوشال برنج تهیه‌شده در دماهای مختلف (۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰ درجه سلسیوس) به یک خاک آهکی سبب افزایش معنی‌دار CEC خاک شد. لیرد و همکاران (۲۰۱۰) نیز با انجام پژوهشی گزارش کردند CEC خاک در اثر کاربرد بیوچار چوب بلوط در سطوح ۱ و ۲ درصد وزنی، بیش از ۱۱ درصد افزایش یافت (۲۰). دلیل افزایش CEC خاک در اثر کاربرد بیوچار، سطح ویژه بالای بیوچار و ساختار متخلخل آن و هم‌چنین تراکم بار سطحی و وجود گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار ازجمله کربونیل، کربوکسیلیک بر روی سطح بیوچار می‌باشد (۳۲ و ۱٦).

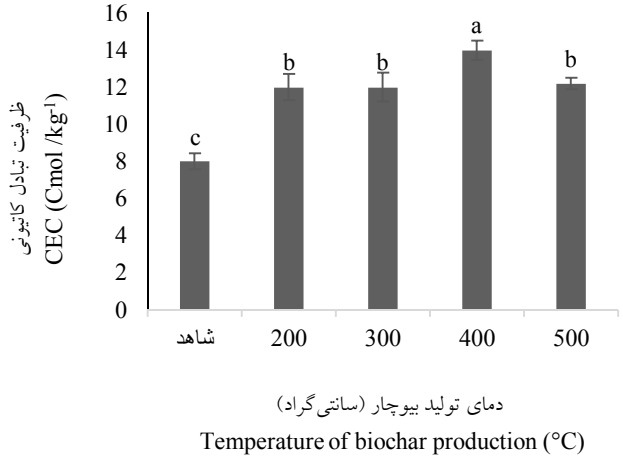
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- اثر بیوچار بر غلظت فسفر قابل‌جذب خاک.

Figure 3. Effect of biochare on the concentration of soil adsorbable Phosphor.



شکل ٤- اثر تغییرات بیوچار بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک.

Figure 4. Effect of biochar on soil exchangeable caution capacity.

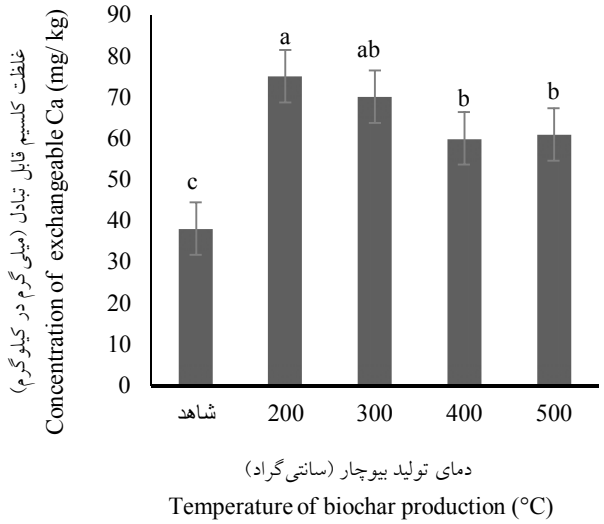
بیش‌ترین غلظت کلسیم و منیزیم قابل تبادل (۷۵/۱۲mg/kg و ۹۸mg/kg به ترتیب) در خاک تیمارشده با بیوچار تولیدشده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین مقدار آن‌ها در خاک شاهد (۳۸mg/kg و ۷۰mg/kg به‌ترتیب) مشاهده شد (شکل‌های ۵ و ٦). میانگین کلسیم قابل‌تبادل خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دمای ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیش از میانگین خاک شاهد بود (شکل ۵). شایان‌ذکر است که مقدار افزایش کلسیم قابل تبادل خاک با افزایش دمای تولید بیوچار، کاهش یافت (شکل ۵). میانگین منیزیم قابل تبادل خاک‌های تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری با دیگر خاک‌های تیمار شده و شاهد داشت (شکل ٦). تیمار خاک موردمطالعه با بیوچارهای تولیدشده در دماهای بالاتر

www.SID.ir

Archive of SID

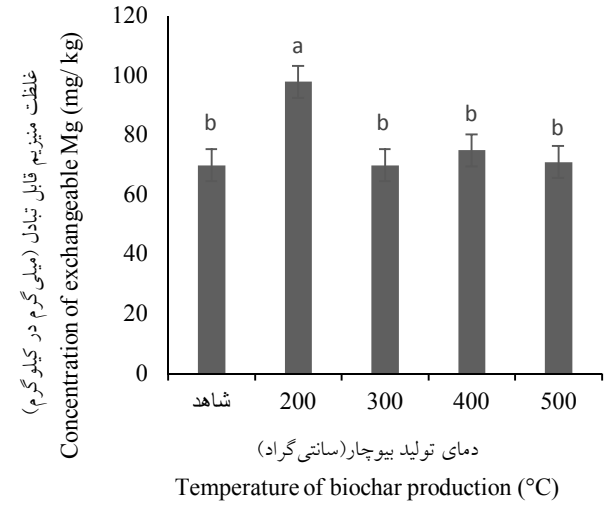
از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، اثر معنی‌داری بر میانگین منیزیم قابل تبادل آن نگذارد.

فعالیت آنزیمی میکروارگانیسم‌های خاک از عوامل مؤثر در آزادسازی یون‌ها و تشکیل کمپلکس‌های فلزی مانند Ca-P و Mg-P محلول در خاک می‌باشد (۹). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، تیمار خاک با تمامی بیوچارهای تولیدشده در دماهای مختلف زمینه آزادسازی یون Ca را فراهم می‌نماید حال‌آن‌که در خصوص یون Mg، تنها تیمار خاک با بیوچار تولیدشده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد چنین تأثیری گذاشته است.



شکل ۵- اثر بیوچار بر غلظت کلسیم محلول خاک.

Figure 5. Effect of biochar on the concentration of soil exchangeable Ca.



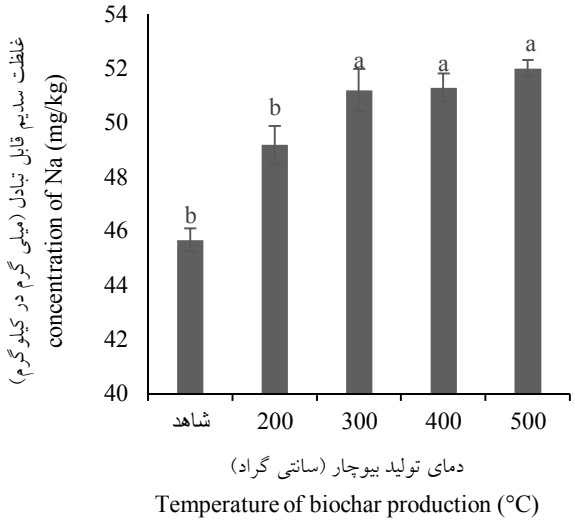
شکل ٦- اثر بیوچار بر غلظت منیزیم محلول خاک.

Figure 6. Effect of biochar on the concentration of soil exchangeable Mg.

www.SID.ir

Archive of SID

بیش‌ترین غلظت سدیم و پتاسیم قابل تبادل خاک به ترتیب با (۵۲ mg/kg و ۳۷/۲ mg/kg) در خاک‌های تیمارشده با بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین مقدار آن‌ها در خاک شاهد (۴۵/۶۷ mg/kg و ۳۲/۵۶ mg/kg) مشاهده شد (شکل‌های ۷ و ۸). غلظت سدیم قابل تبادل در خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای ۳۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش معنی‌داری در مقایسه با خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و شاهد داشت اما تفاوت معنی‌داری بین این سه تیمار مشاهده نگردید غلظت پتاسیم قابل تبادل در تمامی تیمارها در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری داشت غلظت پتاسیم قابل تبادل در خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای ۴۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با خاک تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای پایین‌تر، تفاوت معنی‌داری داشت، اما بین غلظت پتاسیم قابل تبادل خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای ۴۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و نیز بین غلظت پتاسیم قابل تبادل خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای ۲۰۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. بیوچار می‌تواند با کاتیون‌های خاک، پیوند برقرار کرده و باعث تغییر در غلظت آن‌ها در خاک شود (۱۳). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان بیان نمود که با افزایش دمای تولید بیوچار، اثرگذاری آن بر غلظت کاتیون‌های تک‌ظرفیتی خاک افزایش می‌یابد.

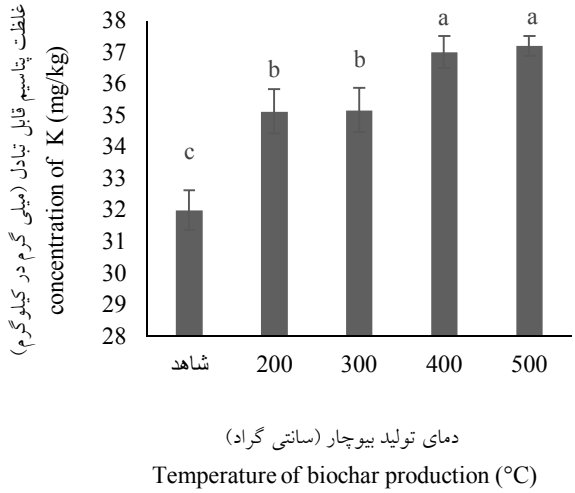


شکل ۷- اثر بیوچار بر غلظت سدیم محلول خاک.

Figure 7. Effect of biochar on the concentration of soil exchangeable Na.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- اثر بیوچار بر غلظت پتاسیم محلول خاک.

Figure 8. Effect of biochar on the concentration of soil exchangeable K.

بیش‌ترین مقدار کربن و ازت کل به ترتیب با (۱/۴۲ درصد و ۰/۱۵ درصد) در خاک تیمارشده با بیوچار تولیدشده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین مقدار آن‌ها در خاک شاهد (۰/۵۶ درصد و ۰/۰۸ درصد) مشاهده گردید (شکل‌های ۹ و ۱۰).

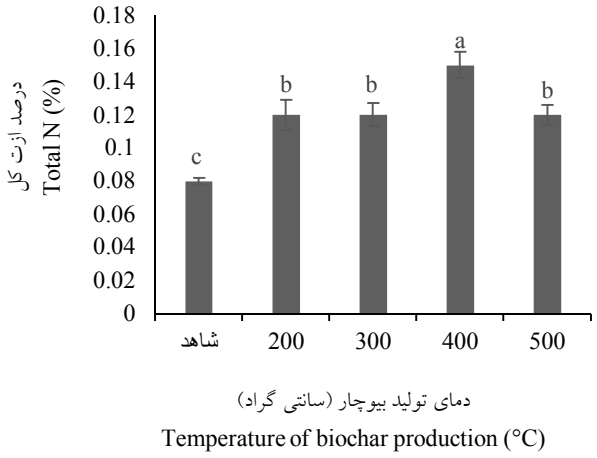
مقدار ازت کل خاک در همه خاک‌های تیمار شده در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری یافت و در بین خاک‌های تیمار شده، افزودن بیوچار تولیدشده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به بیوچارهای تولیدشده در سایر دماها تفاوت معنی‌داری ایجاد نمود (شکل ۹).

افزودن بیوچارهای تولیدشده در دماهای ۲۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد میزان کربن آلی خاک‌های تیمار شده را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۱۰). تفاوت معنی‌داری در میزان کربن آلی خاک‌های تیمارشده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای ۳۰۰ و ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با میزان کربن آلی خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای ۲۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید.

اغلب واکنش‌های مرتبط با چرخه عناصر در خاک توسط میکروارگانیسم‌ها کنترل می‌شوند. تیمار خاک با بیوچار جامعه میکربی خاک را تغییر می‌دهد و میزان فعالیت آن را تشدید می‌کند (۹). افزایش معنی‌دار در میزان کربن آلی و نیتروژن کل خاک‌های تیمار شده بیانگر نظر فوق است.

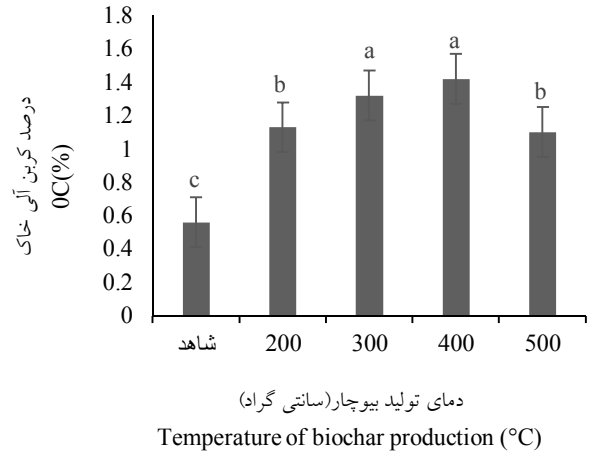
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- اثر بیوچار بر درصد نیتروژن کل خاک.

Figure 9. Effect of biochare on soil total N (%).



شکل ۱۰- اثر بیوچار بر درصد کربن آلی خاک.

Figure 10. Effect of biochar on soil OC(%).

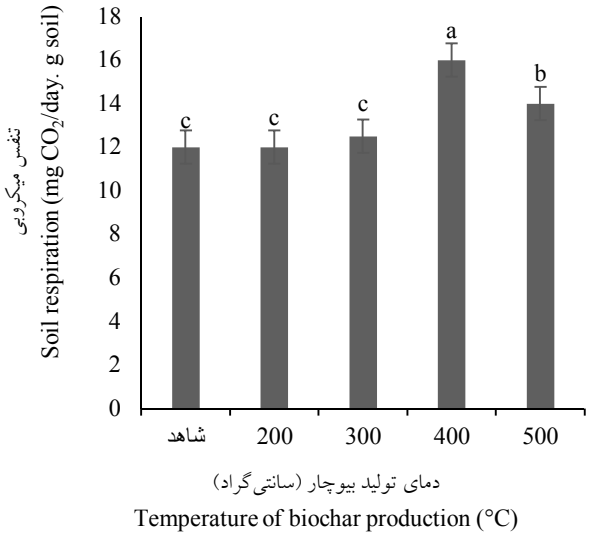
خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ٤٠٠ درجه سانتی‌گراد با میانگین ١٦/١ (mg CO_2/day. g soil) دارای بیش‌ترین و خاک شاهد با میانگین ١٢ (mg CO_2/day. g soil) دارای کم‌ترین تنفس میکروبی است (شکل ١١). تنفس میکروبی خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ٥٠٠ و ٤٠٠درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها دارند، اما بین میانگین تنفس میکروبی خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تولیدشده در دماهای ٢٠٠ و ٣٠٠ درجه سانتی‌گراد و خاک شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

نتایج (شکل ١٢) نشانگر آن است که میانگین بیوماس میکروبی در خاک‌های تیمار شده در مقایسه با خاک شاهد افزایش‌یافته است، به‌طوری‌که در خاک‌های تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دماهای ٤٠٠ و ٥٠٠ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها مشاهده گردید.

www.SID.ir

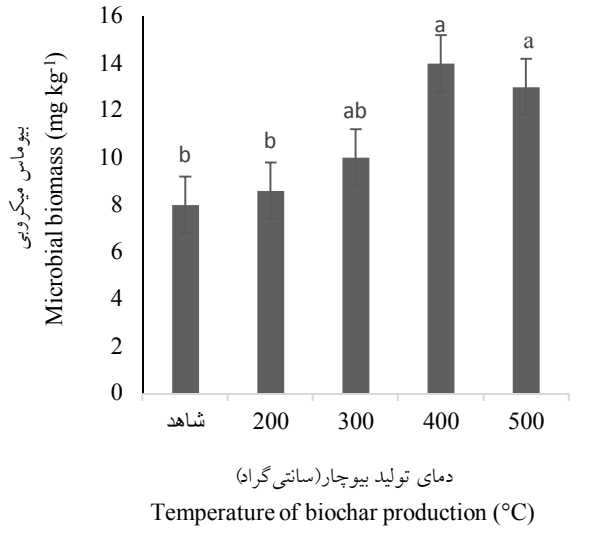
Archive of SID

افزایش تنفس میکروبی خاک می‌تواند به دلیل مواد فرار و ترکیبات جذب سطحی شده بر روی سطح بیوچار باشد. چراکه این ترکیبات می‌توانند به‌عنوان محیط پایه قابل‌دسترس برای میکروارگانیسم‌های خاک عمل نموده و سبب افزایش رشد و فعالیت میکروبی در خاک‌های تیمار شده با بیوچار شوند (۱۸ و ۲۸) بیش‌تر بودن مقادیر افزایش بیوماس میکربی در خاک‌های تیمارشده نشان‌دهنده افزایش میکروارگانیسم‌های خاک است که می‌تواند به دلیل افزایش کربن آلی و عناصر غذایی قابل‌دسترس خاک برای میکروارگانیسم‌ها در اثر افزودن بیوچارها باشد. بیوچار با داشتن ساختار متخلخل و سطح ویژه بالا می‌تواند زیستگاه مناسبی برای ریزجانداران خاک به ویژه باکتری‌ها فراهم کند (۲۲).



شکل ۱۱- اثر بیوچار بر میزان تنفس میکروبی خاک.

Figure 11. Effect of biochar on soil respiration.



شکل ۱۲- اثر بیوچار بر میزان بیوماس میکروبی خاک.

Figure 12. Effect of biochar on soil microbial biomass.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

خاک‌های مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک دارای pH بالایی بوده، در معرض شوری می‌باشند، بنابراین با توجه به افزایش معنی‌دار pH و EC در خاک تیمار شده با بیوچار شاخ و برگ هرس شده درختان هلو تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد، باید از کاربرد این بیوچار در اصلاح خاک مراتع قشلاقی موردمطالعه اجتناب نمود. در پژوهش حاضر، ضعیف‌ترین اثرات در خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید و کاربرد آن جهت بهبود خصوصیات خاک منطقه مورداستفاده توصیه نمی‌شود. به‌طورکلی میزان عناصر غذایی در خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ٤۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از خاک تیمار شده با بیوچار تولیدشده در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. مضاف برآن، بیوماس میکربی و تنفس میکربی آن نیز به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. با توجه به موارد فوق‌الذکر، کاربرد بیوچار شاخ و برگ هرس شده درختان هلو که در دمای ٤۰۰ درجه سانتی‌گراد تولید شده‌اند، جهت اصلاح خاک مراتع قشلاقی موردمطالعه توصیه می‌شود.

تقدیر و تشکر

از دانشکده چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان جهت در اختیار گذاردن کوره الکتریکی مخصوص تولید بیوچار تشکر و قدردانی می‌شود.

داده‌ها و اطلاعات

داده‌های این مقاله مستخرج از رساله دکتری آقای امین محمودیان چپلو بوده، در زمستان ۱۳۹۸ در آزمایشگاه خاک‌ها و بذور مرتعی دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تولید شده‌اند.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافعی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان مقاله در تمامی مراحل تهیه آن از ایده‌پردازی تا تجزیه و تحلیل داده‌ها و نگارش مقاله مشارکت داشته‌اند.

اصول اخلاقی

همه نویسندگان مقاله در انجام و انتشار پژوهش حاضر، رعایت اصول اخلاقی را نموده‌اند.

حمایت مالی

پژوهش حاضر، با استفاده از گرنت دانشجویی آقای امین محمودیان چپلو انجام شده است.

منابع

1. Alburquerque, J.A., Calero, J.M., Barrón, V., Torrent, J., del Campillo, M.C., Gallardo, A., and Villar, R. 2013. Effects of biochars produced from different feedstocks on soil properties and sunflower growth. J. Plant Nut. Soil Sci. 177: 1-10.

2. Arrekhi, A., Niknahad Gharmakher, H., Bachinger, J., and Bloch, R. 2020. Treatments for the Optimization of *Salsola turcomanica* (Litv) Seed Germination and the Effects of Different Drought and Salinity Levels. Journal of Rangeland Science. 10: 3. 302-315.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Aslani, F., Niknahad, H., Fattahi, B., and Akbarloo, M. 2013. An investigation on the effects of soil factors on the distribution and density of two unwanted species of *Rosa persica* and *Euphorbia macroclada* in Lashgardar rangelands of Hamedan province. Journal of Plant Ecosystem Conservation. 1: 2. 43-58.
4. Aston, S., Doerr, S., and Perrott A.S. 2013. The impacts of pyrolysis temperature and feedstock type on biochar properties and the effects of biochar application on the properties of sandy loam. P 11083, In: EGU General Assembly Conference Abstracts, Vienna, Austria.
5. Bamminger, C., Marschner, B., and Jüschke, E. 2014. An incubation study on the stability and biological effects of pyrogenic and hydrothermal biochar in two soils. Eur. J. Soil Sci. 65: 72-82.
6. Beheshti, M., and Alikhani, H. 2016. Changes in quality of wheat straw produced during slow pyrolysis process at different temperatures. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 26: 2. 189-201.
7. Behnam, H., Farrokhian Firouzi, A., and Moizi, A.S. 2016. Effect of biochar and compost of sugarcane bagasse on some soil mechanical properties. Journal of Soil Conservation Research. 23: 4. 250-250.
8. Cimo, G., Kucerik, J., Berns, A.E., Schaumann, G.E., Alonzo, G., and Conte, P. 2014. Effect of heating time and temperature on the chemical characteristics of biochar from poultry manure. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 62: 1912-1918.
9. Ehsani, S.M., Niknahad Gharmakher, H., Motamedi, J., Akbarlou, M., and Sheidai, E. 2021. The Impact of Lignite and Wheat Straw Biochar Application on Structural Traits of Pot- Grown *Nitraria Schoberi* L. and Soil Properties. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 21: 1191-1200. DOI: https://doi.org/ 10.1007/ s42729-021-00432-0.
10. Ehsani, S.M., Niknahad Gharmakher, H., Motamedi, J., Akbarlou, M., and Sheidai, E. 2020. Impact of Wheat Straw Biochar and Lignite on Plant Growth of *Astragalus podolobus* Boiss. & Hohen. ECOPERSIA. 9: 1. 61-67.
11. Ehsani, S.M., Niknahad-Gharmakher, H., Motamedi, J., Akbarlou, M., and Sheidai, E. 2020. Effect of Wheat Straw Biochar and Lignite on Nutritional Value of *Nitraria schoberi* and *Astragalus podolobus* in Greenhouse Condition. Journal of Rangeland Science. 11: 1. 44-53.
12. Farhadi, E., Reyhanitabar, A., and Oustan, S.H. 2018. Impact of pyrolysis temperature and feedstock sources on physiochemical characteristics of biochar. Master of Science Thesis in Soil Science, Soil Chrmistry and Fertility. Department of Soil Science, university of Tabriz.
13. Gao, S., DeLuca, T.H., and Cleveland, C. 2019. Biochar additions alter phosphorus and nitrogen availability in agricultural ecosystems: A meta-analysis. Science of the Total Environment. 654: 463-472.
14. Hardie, M., Clothier, B., Bound, S., Oliver, G., and Close, D. 2014. Does biochar influence soil physical properties and soil water availability? Plant Soil, 376: 347-361.
15. Kaykhah, E., and Niknahad Gharmakher, H. 2015. Impact of an alternative system on some soil properties as compare with forest and cropland systems. Journal of Water and Soil Conservation. 22: 2. 127-142.
16. Khadem, A., Raisi, F., and Besharti, H. 2017. A review of the effects of biochar application on physical, chemical and biological properties of soil. Scientific Journal of Land Management Extension. 5: 1. 13-30.
17. Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R., and Karlen, D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. Geoderma. 158: 3-4. 436-442.
18. Lehmann, J., and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management-an introduction. In: Lehmann, J. and Joseph, S. (Eds). Biochar for environmental management: Science and Technology. Earthscan, London, pp. 1-11.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Lei, O., and Zhang, R. 2013. Effects of bio-chars derived from different feedstocks and pyrolysis temperatures on soil physical and hydraulic properties. Journal of Soils and Sediments, 13: 1561-1572.
20. Leng, L., Huang, H., Li, H., Li, J., and Zhou, W. 2019. Biochar stability assessment methods: A review. Science of the Total Environment. 640: 210-222.
21. Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J.O., Theis, J., Luizao, F.J., Peterson, J., and Neves, E.G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal. 70: 1719-1730.
22. Mahmoodian Choplou, A., Niknahad Gharmakher. H., and Yousefi, H. 2020. Biochar production from peach trees pruned foliage and its qualitative properties at different temperatures. Journal of Water and Soil Conservation. 27: 3. 105-124.
23. Mahmoudian, A., Rezaei, H., and Solmellani, H. 2019. The importance of biocare in soil remediation.
24. Naeem, M.A., Khalid, M., Aon, M., Abbas, G., Tahir, M., Amjad, M., Murtaza, B., Yang, A., and Akhtar, S.S. 2017. Effect of wheat and rice straw biochar produced at different temperatures on maize growth and nutrient dynamics of a calcareous soil. Archives of Agronomy and Soil Science. 63: 14. 2048-2061.
25. Niknahad Gharemakher, H., Aghtabye, A., and Akbarlou, M. 2018. Effects of grazing exclosure on some soil properties, erodibility and carbon sequestration (case study: Bozdaghin rangelands, North Khorasan, Iran). Iranian Journal of Range and Desert Research. 24: 4. 708-718.
26. Niknahad Gharmakher, H., Esfandyari, A., and Rezaei, H. 2018. Phytoremediation of cadmium and nickel using *Vetiveria zizanioides*. Environmental Resources Research. 6: 1. 41-50.
27. Niknahad- Gharmakher, H., Sheidai-Karkaj, E., and Jafari, I. 2017. Effects of Exclosure on Soil Properties in Winter Rangelands in Golestan Province, Iran. Journal of Rangeland Science. 7: 1. 55-66.
28. Piutti, S., Slezack-Deschaumes, S., Niknahad Gharmakher, H., Vong, P., Recous, S., and Benizri, E. 2015. Relationships between the density and activity of microbial communities possessing arylsulfatase activity and soil sulfate dynamics during the decomposition of plant residues in soil. European Journal of Soil Biology. 70: 88-96.
29. Rutigliano, F.A., Romano, M., Marzaioli, R., Baglivo, I., Baronti, S., Miglietta, F., and Castaldi, S. 2014. Effect of biochar addition on soil microbial community in a wheat crop. European Journal of Soil Biology. 60: 9-15.
30. Saberi, M., Niknahad Gharmakher, H., Gholamali, M., Heshmati, A., Barani, H., and Shahriyari, A. 2017. Effects of different drought and salinity levels on seed germination of *citrullus colocynthis*. Ecopersia. 5: 3. 903-1917.
31. Shareef, T.M.E., and Zhao, B.W. 2017. Review Paper: The Fundamentals of Biochar as a Soil Amendment Tool and Management in Agriculture Scope: An Overview for Farmers and Gardeners. J. Agric. Chem. Environ. 6: 38-61.
32. Sun, E.W., Bruun, E., Arthur, L.W., Jonge, P., Moldrup, H., Nielsen, H., and Elsgaard, L. 2014. Effect of biochar on aerobic processes, enzyme activity, and crop yields in two sandy loam soils. Biology and Fertility of Soils. 50: 1087-1097.
33. Wang, Y., Hu, Y., Zhao, X., Wang, S., and Xing, G. 2013. Comparisons of biochar properties from wood material and crop residues at different temperatures and residence time. Energy and Fuels. 27: 5890-5899.
34. Zhu, X., Chen, B., Zhu L., and Xing, B. 2017. Effects and mechanisms of biochar-microbe interactions in soil improvement and pollution remediation: A review. Environmental Pollution. 227: 98-115.

www.SID.ir

Arc

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Research Full Paper

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 28(2), 2021
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.19026.3449

Investigation on the effect of peach trees pruned foliage biochar on soil propeties of winter rangelands (Case study: Aq qala, Golestan province)

A. Mahmoodian Choplou[1], H. Niknahad Gharmakher[*2] and H. Yousofi[3]

[1]Ph.D. Student, Dept. of Rangeland Management, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,
[2]Assistant Prof., Dept. of Rangeland Management, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,
[3]Associate Prof., Dept. of Wood Technology and Engineering, Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 04.07.2021; Accepted: 08.22.2021

Abstract

Background and Objectives: Soil nutrient deficiency is one of the main problems of arid and semi-arid rangeland soils in Iran. The use of soil conditioners can be one of the available solutions to improve soil quality of these lands. Application of biochar due to stability of this soil conditioner against microbial decomposition and its long durability causes an increase in soil organic matter, improves soil properties and increases forage quality of rangeland plants. Studies on the effects of biochar application on soil properties and plant growth have often been performed in tropical farms and acidic soils. In the present study, the effects of biochar produced at different temperatures from peach trees pruned foliage on silty-loam alkaline rangeland soil properties, which is an indicator of winter rangelands in Golestan province, are investigated.

Materials and Methods: Peach trees pruned foliage was prepared from gardens around Gorgan city and in the laboratory using an electric furnace at temperatures of 200, 300, 400 and 500 degrees centigrade, within one hour, various biochars were produced. Then, properties of produced biochars including pH, EC, organic carbon, total nitrogen, adsorbable phosphorus, exchangeable sodium, potassium, calcium and magnesium were measured. Soil used in the present study was collected from the topsoil 0–15 cm at Mangali educational-research station located in the northwest of Aqqala city in Golestan province and some of its physical, chemical and biological properties were measured before being treated with biochar. The soil was treated with biochars produced at different temperatures (200, 300, 400 and 500 °C) in four replications and incubated for 56 days. At the end of the incubation period, the soil of the pots was sampled and their chemical and biological properties were measured.

Results: The results demonstrated that the soil treated with biochar produced at 200 °C had the lowest pH (8.1) and the soil treated with biochar produced at 500 °C had the highest one (8.79). The highest and the lowest increase in the value of soil CEC, organic carbon, total nitrogen, microbial biomass and respiration was observed in the soil treated with biochar produced at 400 °C and 200 ° C, respectively.

Conclusion: The use of peach trees pruned foliage biochar, which is produced at a temperature of 400 °C, is recommended to improve the properties of alkaline soils in arid and semi-arid rangelands.

Keywords: Alkaline soil, Biochar, Temperature, Winter rangeland

* Corresponding Author; Email: niknahad@gau.ac.ir

www.SID.ir