

تأثیر چند بیوچار مختلف بر تغییرات pH و EC دو خاک قلیایی و اسیدی در طی یک سال انکوباسیون

معصومه فریادی^{۱*}، عادل ریحانی تبار^۲، نصرت اله نجفی^۳، شاهین اوستان^۴^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۲ دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۳ استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

در این پژوهش، برای بررسی اثر بیوچار بر pH و EC یک خاک قلیایی (pH=۸/۲) و یک خاک اسیدی (pH=۵/۸)، دو آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت جداگانه در هر خاک اجرا شد. چهار نوع بیوچار، از پیرولیز کاه و کلش برنج و ضایعات چوب درخت سیب، در دوره الکتریکی با حضور گاز آرگون در دو دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس تولید و در سه سطح (صفر، ۱ و ۴ درصد وزنی) به خاکها افزوده و به مدت یک سال در رطوبت معادل ظرفیت مزرعه (FC) نگهداری و در ۱۰ زمان مختلف، pH و EC در خاکهای شاهد و حاوی بیوچار اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که در دو خاک قلیایی و اسیدی، بیشترین pH به ترتیب ۸/۲۷ و ۶/۵۲، مربوط به خاک دارای ۴ درصد بیوچار کاه و کلش برنج تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس بود. این مقدار در خاک قلیایی با pH تیمار شاهد تفاوت معنادار نداشت اما در خاک اسیدی بیش تر از pH تیمار شاهد بود. کمترین pH در دو خاک قلیایی و اسیدی به ترتیب ۷/۶۷ و ۵/۴۱، در تیمار ۴ درصد بیوچار چوب ۳۰۰ درجه سلسیوس دیده شد که سبب کاهش معنادار pH هر دو خاک شد. نتایج اندازه گیری EC نشان داد که در خاک قلیایی و اسیدی، بیشترین EC به ترتیب ۱/۴۱ و ۱/۱۲ دسی زیمنس بر متر، مربوط به خاک دارای ۴ درصد بیوچار کاه و کلش برنج تولیدی در ۶۰۰ درجه سلسیوس بود و بیوچارهای چوب سبب تأثیر معنادار بر EC خاکها نداشتند.

کلمات کلیدی: بیوچار، خاک اسیدی، خاک قلیایی، EC، pH

مقدمه

بیوچار محصول جامد و غنی از کربن است که از پیرولیز^۱ (گرماکافت) مواد لیگنوسلولزی مثل چوب و علف، در شرایط بدون اکسیژن یا با غلظت محدود آن به دست می‌آید. از جنبه‌های مفید کاربرد بیوچار، می‌توان به بهبود کیفیت و حاصلخیزی خاک از طریق افزایش کربن آلی، کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی به دلیل CEC بالا و کاهش گرمایش جهانی با ترسیب کربن و نگهداری گازهای گلخانه‌ای مثل CO₂ و N₂O و رفع آلودگی خاک از فلزهای سنگین و آلاینده‌های آلی اشاره کرد (Bell and Worrall, 2011). کیفیت متفاوت بقایای گیاهی و نیز شرایط مختلف پیرولیز، منجر به تولید بیوچارهایی با ویژگی‌های مختلف می‌شوند. pH و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) از ویژگی‌های شیمیایی مهم بیوچار هستند که همانند سایر ویژگی‌های آن، تابع نوع زیست توده و شرایط پیرولیز می‌باشند. به دلیل حضور عناصر قلیایی، pH بیوچار معمولاً خنثی یا قلیایی است ولی ممکن است به‌ویژه در دمای پیرولیز پایین، اسیدی هم باشد. با افزایش دما از یک طرف مقدار کاتیون‌های بازی و کربنات‌ها در بیوچار بیشتر می‌شود و از طرف دیگر، گروه‌های عاملی غنی از اکسیژن در دماهای بالا از بین می‌روند. کربنات کلسیم موجود در بیوچار می‌تواند بسته به نوع زیست توده و شرایط پیرولیز، از ۰/۵ تا ۳۳ درصد متغیر باشد و بسته به کمیّت بیوچار مصرفی باعث افزایش pH خاک اسیدی به حدود خنثی تا قلیایی شود (Laird و همکاران، ۲۰۱۰). EC بیوچار هم در طی فرآیند پیرولیز به دلیل از دست دادن مواد فرار و افزایش نسبی غلظت عناصر معدنی در بخش خاکستر افزایش می‌یابد. مقادیر EC بیوچار از ۰/۰۴ دسی زیمنس بر متر تا ۵۴/۲ دسی زیمنس بر متر در منابع گزارش شده است (Smider and Singh, 2014). Wang و همکاران (۲۰۱۳) با مقایسه بیوچارهای تولید شده از هفت ماده‌ی آلی مختلف، گزارش کردند که دامنه pH بیوچارهایی با منشأ چوبی (۱۰/۱ - ۷/۸) کمتر از علوفه‌ای (۱۱/۱ - ۹/۲) بود. Jindo و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که با افزایش دمای پیرولیز (از ۳۰۰ به ۸۰۰ درجه سلسیوس) pH و EC بیوچارهای حاصل از چوب درخت بلوط، پوسته برنج و کاه برنج افزایش یافت. با در نظر گرفتن اثرهای

* ایمیل نویسنده مسئول: masoomeh.faryadi@yahoo.com

^۱ Pyrolysis



مثبت بیوپار در محیط زیست و بهبود حاصلخیزی خاکها، انتظار می‌رود در سال‌های آینده، هم‌گام با روند جهانی، بیوپار به یک افزودنی جذاب در کشاورزی ایران نیز تبدیل شود. با این حال، مطالعات اندکی در مورد اثر این ماده بر pH و EC خاک‌های کشور ما، به‌ویژه در انکوباسیون طولانی مدت انجام شده است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، مقایسه اثر چهار بیوپار تولیدی از دو نوع زیست‌توده علفی (کاه و کلش برنج) و چوبی (ضایعات هرس درخت سیب) در دو دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس بر تغییرات pH و EC دو خاک قلیایی و اسیدی در طی یک سال بود.

مواد و روش‌ها

برای تهیه بیوپار، زیست‌توده‌ها (کاه و کلش برنج و ضایعات حاصل از هرس چوب درخت سیب) با آب مقطر شسته شدند تا آلودگی‌های احتمالی به گرد و غبار برطرف شود. بعد از هوا خشک و خرد شدن، از الک ۱ میلی‌متری عبور داده شدند. برای پیرولیز، زیست‌توده اولیه داخل کوره الکتریکی با حضور گاز آرگون گذاشته شد و در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، با سرعت انتقال گرمای ۱۰ درجه سلسیوس در هر دقیقه، به مدت یک ساعت نگهداری و پس از سپری شدن زمان ماندگاری، کوره خاموش و بیوپار حاصل تا رسیدن به دمای اتاق درون کوره خنک گردید (Cui و همکاران، ۲۰۱۶). عملکرد بیوپارها از تقسیم وزن بیوپار بر وزن زیست‌توده اولیه به‌دست آمد. مقدار خاکستر، به وسیله حرارت دادن بیوپار در دمای ۷۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۶ ساعت و غلظت کل عناصر کربن، نیتروژن و هیدروژن به روش آنالیز CHNS تعیین شد (Lee و همکاران، ۲۰۱۳). pH و EC بیوپارهای تولید شده نیز در نسبت ۱:۱۰ (آب مقطر: بیوپار) پس از یک ساعت به‌آرامی تکان دادن اندازه‌گیری شدند. برای مطالعه اثر بیوپارها بر pH و EC خاک، دو نمونه خاک قلیایی و اسیدی به‌ترتیب از استان‌های آذربایجان شرقی و گیلان نمونه‌برداری و پس از هوا خشک شدن، از الک دو میلی‌متری عبور داده شده و ویژگی‌های خاک بافت به‌روش هیدرومتری ۴ زمانه، pH و EC در نسبت ۱:۲ (آب مقطر: خاک)، کربن آلی به‌روش والکی-بلک و کربنات‌کلسیم معادل (CCE) در خاک قلیایی به‌روش خنثی‌سازی با اسید تعیین شدند. سپس بیوپارهای تولید شده در سه سطح وزنی صفر، ۱ و ۴ درصد به خاک‌ها افزوده شده و نمونه‌ها به‌مدت یک سال در دمای آزمایشگاه و در رطوبت معادل ظرفیت مزرعه انکوبه شده و در فواصل زمانی ۱، ۵، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ روز، pH و EC نمونه خاک‌های حاوی بیوپار در نسبت یک به دو خاک به آب مقطر اندازه‌گیری شد. این آزمایش به‌صورت اسپلینت پلات در قالب طرح کاملاً تصادفی و با دو تکرار در دو خاک اسیدی و قلیایی به صورت جداگانه آنالیز آماری شد. فاکتور اصلی شامل ۹ تیمار (خاک بدون بیوپار، خاک + ۱ درصد وزنی بیوپار برنج ۳۰۰، خاک + ۱ درصد وزنی بیوپار برنج ۶۰۰، خاک + ۱ درصد وزنی بیوپار چوب ۳۰۰، خاک + ۱ درصد وزنی بیوپار چوب ۶۰۰، خاک + ۴ درصد وزنی بیوپار چوب ۳۰۰، خاک + ۴ درصد وزنی بیوپار چوب ۶۰۰، خاک + ۱ درصد وزنی بیوپار برنج ۳۰۰، خاک + ۴ درصد وزنی بیوپار برنج ۳۰۰، خاک + ۱ درصد وزنی بیوپار برنج ۶۰۰، خاک + ۴ درصد وزنی بیوپار برنج ۶۰۰) شامل ۱۰ زمان (۱، ۵، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ روز) انکوباسیون بودند. رسم نمودارها با Excel، تجزیه‌های آماری با نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک‌ها و بیوپارها به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود دو خاک مورد مطالعه به‌جز اختلاف در pH، از لحاظ مقادیر سایر ویژگی‌های ارائه شده، اختلاف زیادی با یکدیگر نداشتند.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی دو خاک مورد استفاده در این پژوهش

| ویژگی | بافت خاک (USDA) | شن | سیلت | رس | درصد | | |
|------------|-----------------|----|------|----|----------|--------------------|-----|
| | | | | | کربن آلی | کربنات‌کلسیم معادل | pH |
| خاک قلیایی | لوم | ۳۸ | ۳۹ | ۲۳ | ۱/۳ | ۶/۹ | ۸,۲ |
| خاک اسیدی | لوم رسی | ۳۷ | ۳۵ | ۲۸ | ۱/۷ | ناچیز | ۵,۸ |

عملکرد بیوپارهای تولید شده در این پژوهش با افزایش دمای پیرولیز کاهش یافت (جدول ۲). با افزایش دما، مواد آلی شروع به تجزیه حرارتی کرده و آب موجود در ساختار خود را از دست می‌دهند. همچنین پیرولیز با افزایش غلظت نسبی مواد معدنی باعث افزایش درصد خاکستر، pH و EC بیوپارهای تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه شد. معمولاً مقدار خاکستر بیوپار تولید شده از زیست‌توده چوبی، کمتر از زیست‌توده‌های علفی است. بیوپارهای استفاده شده در این پژوهش مقادیر pH و EC متفاوتی داشتند. بیش‌ترین pH و EC در بیوپار کاه برنج تولید شده در ۶۰۰ درجه

سلسیوس به ترتیب برابر با ۹/۸ و ۶/۹ و کمترین آن‌ها در بیوچار چوب سیب تولید شده در ۳۰۰ درجه سلسیوس (pH=۵ و EC=۰/۴۰۵) به دست آمد. pH و EC بیش‌تر در بیوچار با منشأ علفی نسبت به چوبی احتمالاً مربوط به غلظت بیش‌تر عناصر قلیایی مانند سدیم و پتاسیم در گیاه علفی نسبت به چوب می‌باشد (Singh و همکاران، ۲۰۱۰).

جدول ۲- برخی ویژگی‌های بیوچارهای مورد استفاده در این پژوهش

| ویژگی | بیوچار چوب سیب تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه | بیوچار چوب سیب تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه | بیوچار کاه کلش برنج تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه | بیوچار کاه کلش برنج تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه |
|-----------------------|---|---|--|--|
| عملکرد (درصد) | ۴۲ | ۲۰ | ۳۸ | ۲۶ |
| pH | ۵ | ۷/۵ | ۶/۳ | ۹/۸ |
| EC (دسی زیمنس بر متر) | ۰/۴۰۵ | ۰/۷۲۶ | ۴/۸ | ۶/۹ |
| خاکستر (درصد) | ۴/۸ | ۱۱/۷ | ۲۵/۸ | ۳۶/۵ |
| کربن کل (درصد) | ۶۲/۳۲ | ۶۶/۶۹ | ۳۷/۴۸ | ۴۴/۹۲ |
| نیتروژن کل (درصد) | ۰/۶۸ | ۰/۵۲ | ۱/۵۶ | ۱/۳۳ |
| هیدروژن کل (درصد) | ۳/۰۶ | ۱/۹۹ | ۳/۱۸ | ۲/۰۴ |

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر فاکتور اصلی نوع تیمار (خاک بدون بیوچار و دارای انواع بیوچار)، فاکتور فرعی زمان انکوباسیون و اثر متقابل آن‌ها بر pH و EC در هر دو خاک قلیایی و اسیدی در سطح احتمال یک درصد معنادار بودند (جدول‌های تجزیه واریانس ارائه نشده است). مقایسه میانگین‌های فاکتور اصلی (نوع تیمار) بر pH و EC دو خاک قلیایی و اسیدی نشان داد که در هر دو خاک قلیایی و اسیدی، بیش‌ترین مقادیر pH (به ترتیب ۸/۲۷ و ۶/۵۲) و EC (به ترتیب ۱/۴۱ و ۱/۰۷)، مربوط به خاک دارای ۴ درصد بیوچار کاه و کلش برنج تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس بود (جدول ۳). کم‌ترین مقدار pH در هر دو خاک قلیایی و اسیدی به ترتیب ۷/۶۷ و ۵/۴۱ در تیمار ۴ درصد وزنی از بیوچار چوب سیب تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس مشاهده شد. در شرایط این پژوهش، بیوچارهای تولید شده در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس از چوب درخت سیب، تأثیر معنادار بر EC دو خاک قلیایی و اسیدی نداشتند اما در مقابل، بیوچارهای کاه و کلش برنج تولید شده در همان دو دما، سبب افزایش معنادار EC هر دو خاک شدند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های فاکتور اصلی (تیمارهای مختلف بیوچار) بر pH و EC دو خاک قلیایی و اسیدی

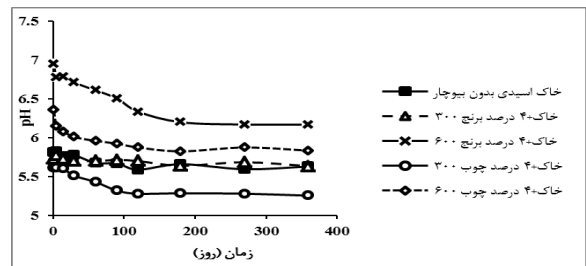
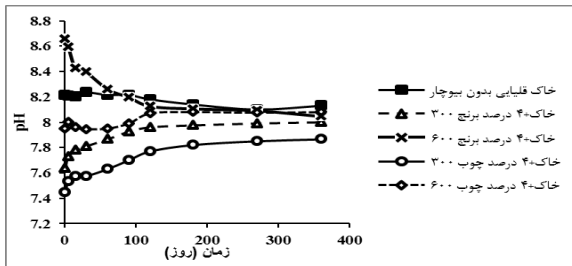
| خاک قلیایی | | خاک اسیدی | | توضیحات |
|------------|-------|-----------|--------|---|
| EC* | pH | EC* | pH | |
| ۰/۳۹۹ef | ۵/۶۹d | ۰/۶۷۶de | ۸/۱۸ab | خاک بدون بیوچار (شاهد) |
| ۰/۵۱۴d | ۵/۷۰d | ۰/۷۳۹d | ۸/۰۸bc | خاک با ۱ درصد وزنی بیوچار کاه برنج تولید شده در ۳۰۰ درجه سلسیوس |
| ۰/۸۰۱b | ۵/۷۱d | ۱/۰۵۷b | ۷/۸۶d | خاک با ۴ درصد وزنی بیوچار کاه برنج تولید شده در ۳۰۰ درجه سلسیوس |
| ۰/۵۸۷c | ۵/۸۹c | ۰/۸۲۸c | ۸/۲۲a | خاک با ۱ درصد وزنی بیوچار کاه برنج تولید شده در ۶۰۰ درجه سلسیوس |
| ۱/۱۲a | ۶/۵۲a | ۱/۴۱a | ۸/۲۷a | خاک با ۴ درصد وزنی بیوچار کاه برنج تولید شده در ۶۰۰ درجه سلسیوس |
| ۰/۴۰۶e | ۵/۵۷e | ۰/۶۴۷e | ۸/۰۶c | خاک با ۱ درصد وزنی بیوچار کاه چوب تولید شده در ۳۰۰ درجه سلسیوس |
| ۰/۳۲۶f | ۵/۴۱f | ۰/۶۳۷e | ۷/۶۷e | خاک با ۴ درصد وزنی بیوچار کاه چوب تولید شده در ۳۰۰ درجه سلسیوس |
| ۰/۳۹۰ef | ۵/۶۹d | ۰/۶۶۲e | ۸/۱۰bc | خاک با ۱ درصد وزنی بیوچار کاه چوب تولید شده در ۶۰۰ درجه سلسیوس |
| ۰/۴۱۳e | ۵/۹۸b | ۰/۶۷۶de | ۸/۰۳c | خاک با ۴ درصد وزنی بیوچار کاه چوب تولید شده در ۶۰۰ درجه سلسیوس |

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنادار ندارند.

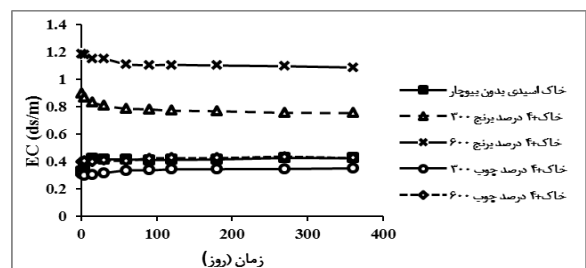
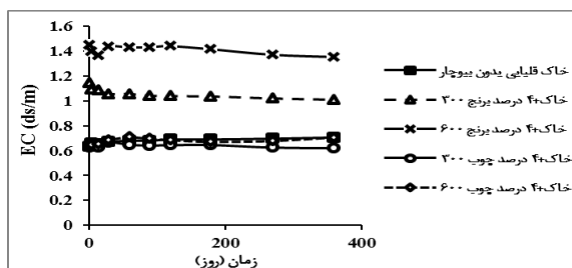
* دسی زیمنس بر متر

شکل‌های ۱ و ۲ روند تغییرات pH و EC در دو خاک قلیایی و اسیدی را با افزودن مقادیر ۴ درصد وزنی از چهار بیوچار تولیدی در این پژوهش، در طی زمان‌های ۱، ۵، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ روز پس از افزودن بیوچار به خاک را نشان می‌دهند. همانطور که در شکل ۱ مشاهده

می‌شود، در خاک قلیایی در زمان‌های اولیه، بیوچارهای با pH کم، سبب کاهش و بیوچارهای با pH زیاد، سبب افزایش pH خاک شدند اما با گذشت زمان، کاهش و افزایش pH تعدیل شد. در خاک اسیدی، اختلاف معنادار pH بین خاک شاهد و خاک‌های دارای بیوچار، در تمام زمان‌های آنکوباسیون حفظ شد، هرچند شدت این اختلاف در تیمار ۴ درصد بیوچار برنج ۶۰۰ درجه و در زمان‌های اول آنکوباسیون بیش‌تر بود. شکل ۲ نشان می‌دهد که بیوچارهای چوب سبب تولید شده در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، در طول زمان آنکوباسیون، اثر مشهود و معنادار بر EC دو خاک اسیدی و قلیایی نداشتند، اما افزودن ۴ درصد وزنی از بیوچارهای کاه و کلش برنج تولید شده در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، سبب افزایش EC در هر دو خاک اسیدی و قلیایی شد.



شکل ۱- تغییرات pH خاک اسیدی و قلیایی پس از افزودن ۴ درصد وزنی از بیوچارهای چوب سیب و کاه و کلش برنج تولید شده در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس.



شکل ۲- تغییرات EC خاک اسیدی و قلیایی پس از افزودن ۴ درصد وزنی از بیوچارهای چوب سیب و کاه و کلش برنج تولید شده در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس.

مقایسه میانگین‌های pH خاک اسیدی با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد برای اثر متقابل نوع تیمار × زمان نشان داد که بیش‌ترین مقدار pH در تیمار ۴ درصد وزنی بیوچار تولید شده از کاه و کلش برنج در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس و در زمان اول (۱ روز پس از افزودن بیوچار به خاک) مشاهده شد (جدول مقایسه میانگین‌های مربوطه ارائه نشده است). با گذشت زمان مقدار pH در این تیمار کاهش یافت اما همچنان بیش‌ترین pH را نسبت به بقیه تیمارها در خاک اسیدی به خود اختصاص داد. در رتبه دوم، تیمار ۴ درصد بیوچار چوب ۶۰۰ درجه قرار داشت که روندی مشابه تیمار ۴ درصد بیوچار کاه و کلش برنج ۶۰۰، ولی با شدت کمتر را نشان داد. بیوچارهای با pH بالا مثل کاه و کلش برنج تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس (pH=۹/۸)، دارای مقادیر زیادی کربنات‌ها و کاتیون‌های بازی مثل کلسیم و منیزیم هستند که با افزوده شدن به خاک، سبب افزایش pH خاک می‌شوند، اما با گذشت زمان، ظرفیت بافری خاک و اکسیداسیون سطوح بیوچار، موجب تقلیل pH می‌شوند. تیمارهای ۱ و ۴ درصد وزنی بیوچار برنج ۳۰۰ درجه سلسیوس در طول یک‌سال آنکوباسیون تفاوت معنادار با خاک شاهد نشان ندادند. تیمار ۱ درصد برنج و چوب ۶۰۰ درجه سلسیوس، در زمان‌های ابتدایی آنکوباسیون، سبب افزایش معنادار pH شدند ولی در زمان‌های پایانی آنکوباسیون، تفاوت معنادار با pH تیمار شاهد نشان ندادند برعکس این روند، در تیمار ۱ درصد چوب ۳۰۰ درجه سلسیوس مشاهده شد که در زمان‌های ابتدایی، با خاک شاهد تفاوت معنادار نداشت اما با گذشت زمان، سبب کاهش معنادار pH خاک شد. کم‌ترین مقادیر pH در خاک اسیدی، در تیمار ۴ درصد بیوچار چوب ۳۰۰ درجه سلسیوس دیده شد که سبب کاهش معنادار pH خاک در طول دوره آنکوباسیون شده و به کم‌ترین مقدار خود در ۳۶۵ روز پس از افزودن بیوچار به خاک رسید. علت این امر را می‌توان به اکسیداسیون سطوح بیوچار در اثر فعالیت‌های شیمیایی و میکروبی و تشکیل گروه‌های عاملی اسیدی در خاک نسبت داد که در خاک‌های با ماده آلی بیش‌تر، شدت این عمل بیش‌تر می‌باشد (Dias و همکاران، ۲۰۱۰). مقایسه میانگین‌های pH خاک قلیایی برای اثر متقابل تیمار

× زمان نشان داد که بیشترین مقدار pH در خاک قلیایی، یک روز پس از افزودن ۴ درصد وزنی از بیوچار کاه و کلش برنج تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس، به دست آمد (جدول مربوطه ارائه نشده است). با گذشت زمان، pH در این تیمار کاهش یافت و در پایان آنکوباسیون یک ساله، تفاوت معنادار با pH تیمار خاک شاهد در آن مشاهده نشد. افزودن ۱ و ۴ درصد از بیوچار برنج ۳۰۰ درجه، ۱ و ۴ درصد از بیوچار چوب ۶۰۰ درجه و ۱ درصد از بیوچار چوب ۳۰۰ درجه، در زمان‌های اول آنکوباسیون، سبب کاهش معنادار pH خاک شدند اما با گذشت زمان، تفاوت معنادار با pH خاک شاهد نشان ندادند. تیمار ۱ درصد بیوچار برنج ۶۰۰ درجه سلسیوس در طول یک سال آنکوباسیون، هیچ اثر معناداری بر pH خاک نداشت. تیمار ۴ درصد بیوچار چوب ۳۰۰ درجه، در اولین و آخرین روز آنکوباسیون، به ترتیب با مقادیر ۷/۴۵ و ۷/۸۶ (شکل ۱)، سبب کاهش معنادار pH خاک قلیایی شد. کاهش pH خاک پس از افزودن بیوچارهایی با pH کم مثل بیوچار چوب سبب تولید شده در ۳۰۰ درجه (pH=۵) را علاوه بر اثر رقت ناشی از مخلوط شدن بیوچار با خاک، می‌توان به ترکیب کاتیون‌های بیوچار با کربنات‌های خاک و تشکیل کربنات‌های کم محلول نسبت داد که با محدود کردن هیدرولیز کربنات‌ها، سبب کاهش مقدار هیدروکسیل در خاک می‌شوند. نتایج مقایسه میانگین در خاک‌های بدون بیوچار نشان داد که pH خاک اسیدی در طول ۳۶۵ روز آنکوباسیون، کاهش معنادار داشت که علت این امر، می‌تواند معدنی شدن مواد آلی خاک باشد. در خاک قلیایی بدون بیوچار که مقدار مواد آلی آن کمتر از خاک اسیدی بود، اختلاف معنادار بین pH شروع و پایان آنکوباسیون، مشاهده نشد (Liu and Zhang, 2012).

مقایسه میانگین‌های EC خاک اسیدی برای اثر متقابل نوع تیمار × زمان نشان داد که بیشترین مقدار EC در تیمار ۴ درصد وزنی بیوچار تولید شده از کاه و کلش برنج در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس و در زمان اول (۱ روز پس از افزودن بیوچار به خاک) به دست آمد (جدول مربوطه ارائه نشده است). با گذشت زمان، EC در این تیمار کاهش یافت اما از ماه دوم تا پایان زمان آنکوباسیون، مقدار آن تغییری نکرد و تقریباً ثابت ماند. در رتبه دوم، سوم و چهارم بیشترین مقدار EC در خاک، به ترتیب تیمارهای ۴ درصد بیوچار کاه و کلش برنج تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس و ۱ درصد بیوچار کاه و کلش برنج تولید شده در دماهایی ۶۰۰ و ۳۰۰ درجه سلسیوس قرار داشتند که روندی مشابه تیمار ۴ درصد بیوچار کاه و کلش برنج ۶۰۰ درجه سلسیوس ولی با شدت کمتر را نشان دادند. تیمارهای ۱ و ۴ درصد بیوچارهای چوب سبب تولید شده در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، در طول زمان آنکوباسیون، تفاوت معنادار با EC خاک بدون بیوچار را نشان ندادند. براساس تحقیقات انجام شده نوع ماده اولیه بیوچار در مقایسه با دمای پیرولیز آن، همبستگی بیشتری با EC بیوچار نشان داده است (Rajkovich و همکاران، ۲۰۱۲). در این پژوهش بیوچار کاه و کلش برنج تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس با EC برابر با ۹/۸ دسی زمینس بر متر، بیشترین مقدار خاکستر و نمک‌های محلول را در بین بیوچارهای تولید شده داشت و سبب بیشترین افزایش در EC خاک‌ها شد. مقایسه میانگین‌های EC خاک قلیایی برای اثر متقابل نوع تیمار × زمان نشان داد که بیشترین مقدار EC در تیمار ۴ درصد وزنی بیوچار تولید شده از کاه و کلش برنج در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس و در زمان‌های اول آنکوباسیون مشاهده شد (جدول مربوطه ارائه نشده است). تغییرات EC خاک قلیایی در بقیه تیمارهای بیوچار، روندی مشابه با خاک اسیدی داشت. تنها تفاوت مربوط به تیمار ۱ درصد بیوچار چوب سبب تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در زمان اول آنکوباسیون (۱ روز پس از افزودن بیوچار به خاک) بود که با اختلاف معنادار نسبت به خاک شاهد، کم‌ترین EC را در بین تیمارهای مختلف نشان داد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که بیوچارهای کاه و کلش برنج و چوب سبب تولید شده در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، سبب کاهش یا افزایش pH خاک قلیایی در زمان‌های ابتدایی آنکوباسیون شدند ولی با گذشت زمان، به دلیل اکسیداسیون شیمیایی و میکروبی بیوچار و نیز افزایش ظرفیت بافری خاک به علت کاربرد بیوچار، اختلاف pH بین خاک شاهد و خاک‌های دارای بیوچار کم شد و در پایان یک سال آنکوباسیون، از بین رفت. تنها استثناء در این خاک، مربوط به بیوچار چوب سبب تولید شده در ۳۰۰ درجه سلسیوس بود که کاهش pH در خاک حاوی این بیوچار، تا پایان زمان آنکوباسیون ادامه یافت. در خاک اسیدی، افزایش pH ناشی از کاربرد بیوچارهای کاه و کلش برنج و چوب سبب تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس و کاهش pH حاصل از افزودن بیوچار چوب ۳۰۰ تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس تا پایان زمان آنکوباسیون ادامه یافت. برخلاف pH، افزودن بیوچارهای چوب سبب تولید شده در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، تأثیر معنادار بر EC دو خاک قلیایی و اسیدی نداشت. در هر دو خاک قلیایی و اسیدی بیشترین اثر بیوچار بر EC، در تیمار بیوچار کاه و کلش برنج تولید شده در ۶۰۰ درجه (EC=۹/۸) دیده شد که به علت خاکستر و غلظت عناصر معدنی بیشتر، سبب بیشترین افزایش EC در هر دو خاک شد. در طول یک سال آنکوباسیون، تغییرات pH خاک‌های حاوی بیوچار بیش‌تر از EC بود. البته برهمکنش بیوچار با نوع خاک بدیهی است که بستگی به ویژگی‌های خاک از جمله خاصیت بافری دارد که تابع درصد رس، ماده آلی و کربنات کلسیم معادل است. لذا اینگونه مطالعات باید در خاک‌های مختلف با انواع مختلف بیوچار ادامه یابد.



منابع

- Bell, M.J., and Worrall, F. 2011. Charcoal addition to soils in NE England: A carbon sink with environmental co-benefits? *Science of the Total Environment*, 409: 1704-1714.
- Cui, X., Fang, S., Yao, Y., Li, T., Ni, Q., Yang, X., and He, Zh. 2016. Potential mechanisms of cadmium removal from aqueous solution by *Canna indica* derived biochar. *Science of Total Environment*, 562: 517-525.
- Dias, B.O., Silva, C.A., Higashikawa, F.S., Roig, A., and Sanchez-Monedero, M.A. 2010. Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure: Effect on organic matter degradation and humification. *Bioresource Technology*, 101: 1239-1246.
- Jindo, K., Mizumoto, H., Sawada, Y., Sanchez-Monedero M.A., and Sonoki, T. 2014. Physical and chemical characterization of biochars derived from different agricultural residues. *Biogeosciences*, 11:6613-6621.
- Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R., and Karlen, D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma*, 158: 436-442.
- Lee, Y., Park, J., Ryu, C., Gang, K.S., Yang, W., Park, Y-K., Jung, J., and Hyun, S. 2013. Comparison of biochar properties from biomass residues produced by slow pyrolysis at 500°C. *Bioresource Technology*, 148:196-201.
- Liu, X.H., and Zhang, X.C. 2012. Effect of biochar on pH of alkaline soils in the Loess Plateau: Results from incubation experiments. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14:745-750.
- Rajkovich, S., Enders, A., Hanley, K., Hyland, C., Zimmerman, A.R., Lehmann, J., 2012. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biology and Fertility of Soils* 48, 271-284.
- Singh, B., Singh, B.P., and Cowie, A.L., 2010. Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research*. 48:516-525.
- Smider B, and Singh B. 2014. Agronomic performance of a high ash biochar in two contrasting soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 191: 99-107.
- 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



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Chemistry

Effects of different biochars on pH and EC of two alkaline and acidic soils during one-year incubation period

Faryadi^{*1}, M., Reyhanitabar², A., Najafi², N. Oustan³, Sh.

¹ Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

³ Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

Abstract

In this study, two split plot experiments based on completely randomized design were conducted in an alkaline (pH=8.2) and an acidic (pH=5.8) soils separately, to investigate the effects of biochar on the pH and EC of soils. Four types of biochars from rice straw and wood wastes of apple tree were produced in electrical oven under Ar gas pressure at 300 and 600°C. The produced biochars were added to alkaline and acidic soils in three rates (0, 1 and 4 percent) and incubated at room temperature for one year at field capacity (FC). In 10 different times, the control and biochar amended soils were sampled and tested for pH and EC. The results showed that the highest pH values in both alkaline and acidic soils, were observed in soils treated with 4 % of rice straw at 600°C by 8.27 and 6.52 respectively. This amount was not significant in alkaline soil with pH of control soil. However, in acidic soil was more than the pH of control soil. The minimum pH values in both alkaline and acidic soils (7.67 and 5.41, respectively) were reported in soils treated with 4% apple wood biochar at 300°C, which caused a significant decrease in pH of both alkaline and acidic soils. The results of EC measurements showed that the highest EC values in alkaline and acidic soils, were observed in soils treated with 4 % of rice straw derived biochar at 600°C by 1.41 and 1.12 respectively, and apple wood derived biochars had no significant effects on the EC of soils.

Keywords: Acidic soil, Alkaline soil, Biochar, EC, pH.

* Corresponding author, Email: masoomeh.faryadi@yahoo.com