محورمقاله: شیمی خاک

تأثیر بیوچار بقایای پوست میوه‌ی پسته بر قابلیت هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک تحت کشت ذرت

سجاد شهدادی مارکی*[۱]، محمد حشمتی رفسنجانی[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

چکیده

بیوچار زغال از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی تهیه شده است که طی فرآیند پیرولیز به وجود می‌آید. این پژوهش در راستای بررسی اثر شست‌وشو بر کاهش میزان نمک‌های محلول در بیوچار، کاهش شوری و مقایسه تأثیرات مثبت بیوچارهای شسته شده و شسته نشده، در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل شاهد، بیوچار شسته نشده، بیوچار یک‌بار شسته شده و بیوچار دو بار شسته شده هر کدام در دو سطح (۰/۷۵ و ۱/۵ درصد وزنی) بودند. نتایج نشان داد که شستشوی بیوچار بر خواص شیمیایی خاک و میزان شوری خاک تأثیر معنی‌داری داشت. به گونه‌ای که در سطح ۱/۵ درصد بیوچار دو بار شسته شده، شوری نسبت به شاهد، ۲۵درصد کاهش یافت. اما ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نسبت به شاهد، اندکی افزایش داشت که تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی چندان زیاد نبود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، می‌توان بیان نمود که شستشوی بیوچار بر برخی خواص شیمیایی خاک اثر مثبتی داشت و استفاده از آن در بیشتر موارد مفید واقع شد.

کلمات کلیدی: بیوچار، پیرولیز، قابلیت هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی

مقدمه

بیوچار ترکیب پایداری از کربن، ماده‌ی متخلخل و ریزدانه‌ای است که در دمای کم تا متوسط (۴۵۰-۶۵۰) درجه سلسیوس، در شرایط بدون اکسیژن یا اکسیژن اندک در محیط تولید می‌شود، در پی این فرآیند نوعی سوخت زیستی به‌صورت گاز یا مایع به دست می‌آید که برای مصارف مختلف استفاده می‌شود (Sohi *et al.*, 2009). پیرولیز شامل سوختن کند و آرام مواد آلی در شرایط بدون اکسیژن یا اکسیژن اندک است. تفاوتی که بیوچار با زغال دارد به هدف تولید آن‌ها برمی‌گردد، به‌طورکلی هدف از کاربرد بیوچار در خاک، بهبود ویژگی‌های خاک و افزایش ذخیره کربن است (Lehman and Joseph, 2009). با توجه به نوع ماده‌ی اولیه و شرایط تولید بیوچار و هم‌چنین خصوصیات خاک‌های مختلف، یک نوع بیوچار نمی‌تواند مشکلات کیفی خاک‌ها را در تمام مناطق حل کند و باید در هر منطقه با توجه به ویژگی‌ها و کمبودهای موجود، بیوچار مناسب آن منطقه را تولید و استفاده کرد (Jeffrey *et al.*, 2009). در سال‌های اخیر متخصصان محیط زیست از تبدیل زیست‌توده گیاهی و ضایعات کشاورزی به بیوچار برای اصلاح ویژگی‌های خاک استفاده می‌کنند (Lehman and joseph., 2009). بیوچار به عنوان یک ماده افزودنی به خاک برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و در نهایت افزایش حاصلخیزی و تولید محصولات کشاورزی موثر گزارش شده است (vaccari *et al.*, 2011). Lehman. و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که بیوچار جذب عناصر را افزایش می‌دهد به همین دلیل باعث می‌شود عناصر کمتر جذب سطوح آزاد ذرات شده و حلالیت عناصر افزایش می‌یابد و شوری را نسبت به شاهد کاهش می‌دهد. Nigussie و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر بیوچار بر خصوصیات خاک و جذب عناصر توسط کاهو در خاک آلوده به کروم، افزایش معنی‌داری در مقدار هدایت الکتریکی مشاهده کردند. فروهر و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که مصرف مقدار معادل ۲/۲ گرم در کیلوگرم خاک از بیوچار کود گاوی، سبب افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی خاک، فسفر و پتاسیم قابل استفاده نسبت به شاهد شده است. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) یک ویژگی مهم و بیانگر سیستم‌های بافری موجود در خاک‌ها بوده و به ظرفیت خاک در نگهداری کاتیون‌های تبادلی اطلاق می‌شود. زلفی باوریانی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که بیوچار سبب افزایش معنی‌دار قابلیت هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی شد. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک معمولا یک پارامتر ثابت نیست بلکه توسط عواملی از جمله مقدار ماده‌ی آلی، pH و نوع و میزان

*ایمیل نویسنده مسئول: Smariki72@gmail.com

رس تحت تاثیر قرار می‌گیرد. هدف این پژوهش بررسی اثر شستشوی بیوچار و مقایسه آن با اثر تیمارهای بدون شستشوی بیوچار حاصل از بقایای پوست میوه‌ی پسته بر شوری و ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک تحت کشت ذرت است. در واقع هدف اصلی ما از این پژوهش پاسخ به این سوال است که آیا با شستشوی بیوچار EC و CEC خاک کاهش می‌یابند یا خیر؟

مواد و روش‌ها

بیوچار مورد استفاده در این آزمایش از بقایای خوشه پسته پس از جدا کردن دانه‌های میوه تهیه شد. برای این کار ابتدا نمونه‌ها هوا خشک شده سپس داخل کوره در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. برای خارج کردن اکسیژن، جریان گاز آرگون را از یک طرف به کوره وارد و از طرف دیگر خارج کرده و برای اطمینان از خارج شدن اکسیژن نیم ساعت پس از خاموش کردن کوره گاز آرگون همچنان در کوره جریان داشت. پس از پیرولیز، نمونه‌ها آسیاب شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. برای تولید بیوچار یک‌بار شسته شده، پس از الک کردن به مقدار لازم از بیوچار تولیدی توزین نموده داخل بشر ۱۰۰۰ میلی‌لیتری ریخته و به آن آب مقطر اضافه گردید تا بیوچار کاملا غرقاب شود، پس از گذشت ۵ ساعت آب آن را با استفاده از کاغذ صافی خارج کرده و پس از هوا خشک کردن به مقدار لازم به گلدان‌ها اضافه گردید (۰/۷۵ و ۱/۵ درصد وزنی). برای شستشوی دوباره بیوچار ابتدا مانند روش بالا عمل کرده و در ادامه بعد از خارج کردن آب اولیه، دوباره آن‌ها را به بشر انتقال داده و آب مقطر را تا غرقاب شدن بیوچار به بشر اضافه شد، پس از گذشت ۲۴ ساعت آب را با استفاده از کاغذ صافی از بیوچار خارج کرده و بعد از هوا خشک کردن به مقدار مورد نیاز به گلدان‌ها اضافه گردید (۰/۷۵ و ۱/۵ درصد وزنی). گیاه مورد بررسی در این پژوهش ذرت (رقم ۶۰۴) بود که در ابتدا درون هر گلدان ۱۰ بذر کشت گردید و پس از رشد ابتدایی و جوانه زنی به پنج بوته در هر گلدان تقلیل داده شد. گلدان‌ها تا رسیدن به رطوبت ظرفیت مزرعه هر سه روز یک بار آبیاری و پس از گذشت ۱۱ هفته، برداشت گیاهان انجام شد. پس از برداشت گیاهان و خارج کردن ریشه‌ها، خاک هر گلدان جداگانه هوا خشک شد. pH و قابلیت هدایت الکتریکی در سوسپانسیون ۱ به ۱۰ و با دستگاه‌های pH متر و هدایت سنج اندازه‌گیری شدند.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های شیمیایی بیوچار مورد استفاده

	pH	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	درصد تقریبی نمک در سوسپانسیون
بیوچار بدون شستشو	۱۰/۸۹	۱۰/۹	۷/۵
بیوچار یک بار شستشو	۹/۸۱	۶/۸۶	۴/۴
بیوچار دو بار شستشو	۹/۵۴	۳/۴۶	۲/۳

در زیر برخی از خصوصیات خاک (با روش‌های رایج اندازه‌گیری) مورد مطالعه آورده شده است (جدول ۲).

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

ویژگی	مقدار
رس (درصد)	۱۱/۵
سیلت (درصد)	۱۵/۵
شن (درصد)	۷۳
بافت خاک	Sandy lom
ماده آلی (درصد)	۰/۵۳
ظرفیت زراعی (درصد)	۱۷/۸
pH	۷/۸
قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	۱/۸۵

در پایان آزمایش نتایج و داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آماری با استفاده از آزمون مقایسه میانگین توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد، نمودارها و جدول‌های مربوطه با استفاده از برنامه‌های Excel و Word ترسیم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که کاربرد سطوح مختلف بیوچار در خاک تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک داشته است.

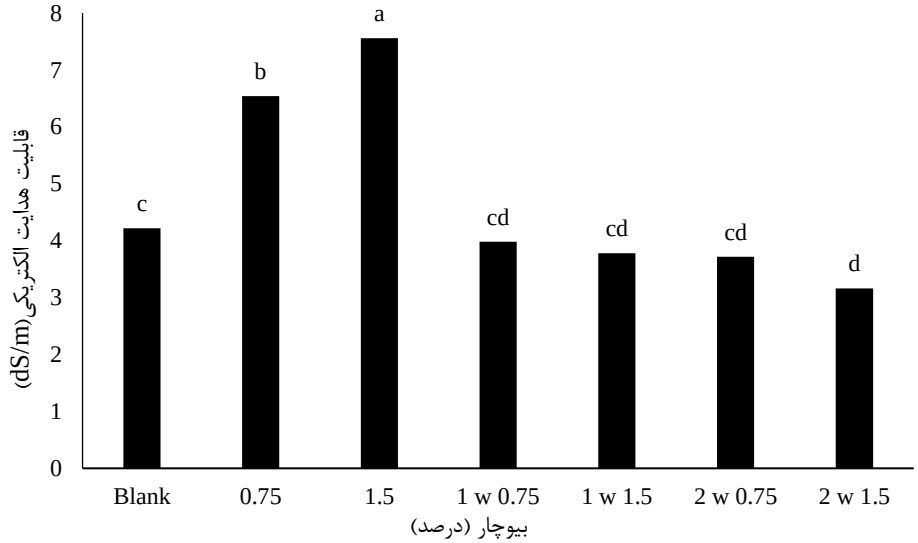
جدول۳ نتایج تجزیه واریانس قابلیت هدایت الکتریکی خاک (dS/m) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (Cmol/kg)

منابع تغییر		مجموع مربعات	
	درجه آزادی	قابلیت هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی
بیوچار	۶	۵/۰۴۶ **	۰/۸۴۸ **
خطا	۱۴	۰/۰۴۳	۰/۰۴۴
کل	۲۰	۵/۰۸۹	۰/۹۹۲
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۵	۲/۰

قابلیت هدایت الکتریکی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزودن برخی سطوح بیوچار سبب افزایش شوری خاک گردید. سطوح ۰/۷۵ و ۱/۵ بدون شست‌وشو به ترتیب باعث افزایش ۵۴ و ۷۹ درصدی قابلیت هدایت الکتریکی خاک شدند که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزودن سطوح بدون شستشوی بیوچار میزان EC را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد. اما با شستشوی بیوچار میزان EC نسبت به شاهد کاهش یافت که تنها در سطح ۱/۵ درصد دوبار شستشو این کاهش معنی‌دار بود و به میزان ۲۵ درصد شوری را نسبت به شاهد کاهش داد. شکل ۱. نواک و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که با افزایش دمای ساخت بیوچار، قابلیت هدایت الکتریکی افزایش پیدا کرد. همچنین آن‌ها بیان کردند که بیوچار باعث افزایش معنی‌دار قابلیت هدایت الکتریکی خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک خواهد شد. افزایش قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع خاک به دلیل خاکستر مربوط به بیوچار و وجود یون‌های معدنی مانند کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم در بیوچار است. زلفی باوریانی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که قابلیت هدایت الکتریکی خاک با کاربرد بیوچار افزایش یافت. این پژوهش‌گران بیان کردند که برای کاربرد بیوچار در خاک به دلیل افزایش شوری خاک و احتمال صدمه به بذر و نهال گیاهان باید دقت کافی را به کار برد. بیوچار تهیه‌شده در دمای بالاتر، قابلیت هدایت الکتریکی بیشتری داشته و کاربرد آن در خاک باعث افزایش

قابلیت هدایت الکتریکی خاک می‌شود. با افزایش سطوح بیوچار به خاک، شوری زیاد می‌شود اما زمانی که بیوچار تحت عمل شستشو قرار می‌گیرد شوری آن کاهش می‌یابد که دلیل این امر شسته شدن نمک‌های موجود در بیوچار می‌باشد.



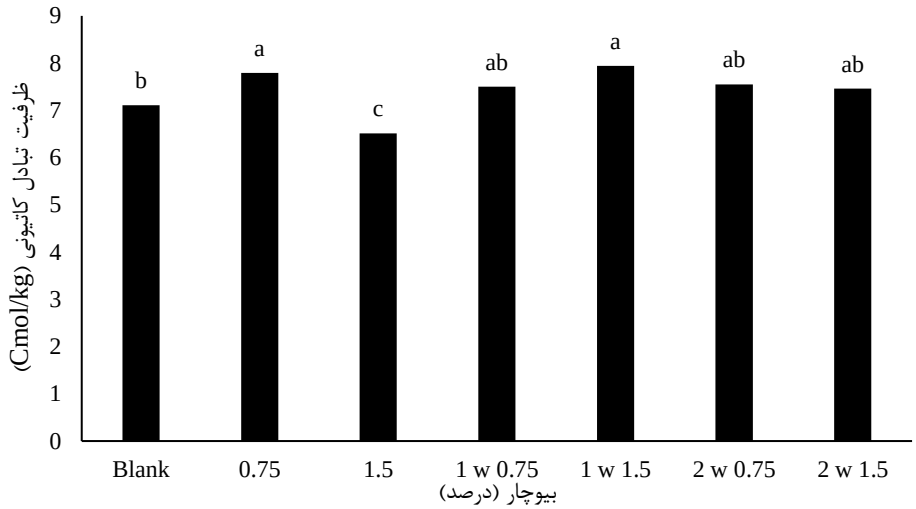
شکل ۱- مقایسه میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی در سطوح مختلف بیوچار

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون توکی در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Blank: شاهد؛ ۰/۷۵ و۱/۵: درصد وزنی بیوچار؛ ۱W: یک‌بار شسته شده؛ ۲W: دو بار شسته شده

ظرفیت تبادل کاتیونی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سطح ۰/۷۵ درصد بدون شستشو نسبت به سطح ۱/۵ درصد همین تیمار میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بیشتر بوده است. بین تیمارهای یک بار و دوبار شسته شده بیوچار نسبت به هم اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود اما این تیمارها نسبت به سطح ۱/۵ درصد بدون شستشو افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهند. تیمارهای سطح ۰/۷۵ درصد بدون شستشو و ۱/۵ درصد یک بار شسته شده به ترتیب باعث افزایش ۱۲ و ۱۰ درصدی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نسبت به شاهد شدند که این افزایش معنی‌دار بود. اما سطح ۱/۵ درصد بدون شستشو کاهش ۸ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد. با افزایش سطوح بیوچار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک افزایش می‌یابد (Liang *et al*., 2006). می‌توان نتیجه گرفت که بیوچار به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و قابلیت نگه‌داشتن آب، عناصر غذایی را راحت‌تر در اختیار گیاه قرار می‌دهد. یکی از دلایل عدم تأثیر بیوچار بر میزان ظرفیت تبادل کاتیونی ممکن است به علت مقاومت بالای بیوچار در برابر تجزیه باشد. با توجه به اینکه بیوچار ماده‌ی آلی نیست و پایداری آن در خاک زیاد است بنابراین مورد تجزیه قرار نگرفته و اثری بر میزان CEC خاک ندارد.



شکل ۲- مقایسه میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی در سطوح مختلف بیوچار

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون توکی در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Blank: شاهد؛ ۰/۷۵ و۱/۵: درصد وزنی بیوچار؛ ۱W: یک‌بار شسته شده؛ ۲W: دو بار شسته شده

نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج این پژوهش شستشوی بیوچار در یک یا دو مرحله و با کاهش مقدار املاح محلول و قابلیت هدایت الکتریکی بیوچار پوست میوه‌ی پسته می‌تواند موجب بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه گردد. ضمن اینکه آثار شوری زیاد این بیوچار در مرحله جوانه‌زنی نیز به شدت کاسته می‌گردد. همچنین شستشوی بیوچار بر میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک اثر مثبت اندکی دارد. بنابراین شستشوی بیوچار پوست میوه‌ی پسته محتوی املاح محلول بالا، جهت کاهش اثرات منفی ناشی از زیادی سدیم در خاک و گیاه توصیه می‌گردد.

منابع

زلفی باوریانی، م.، رونقی، ع.، کریمیان، ن.، قاسمی، ر. و یثربی، ج. ۱۳۹۵. اثر بیوچار تهیه‌شده از کود مرغی در دماهای متفاوت بر ویژگی‌های شیمیایی یک خاک آهکی. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، جلد ۲۰، (شماره ۵۷)، ۸۶-۷۳.

فروهر، م.، خراسانی، ر.، فتوت، ا.، شریعتمداری، ح. و خاوازی، ک. ۱۳۹۶. مقایسه کود گاوی و بیوچار حاصل از آن از لحاظ ترکیب محتوا و تأثیرگذاری بر برخی خصوصیات شیمیایی یک خاک آهکی. پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران، ۶ تا ۸ شهریور، اصفهان، ۳۹۶-۳۹۰.

Jeffrey, M., Novak, I.L. and Baoshan, X. 2009. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. Annals of Environmental Science, 3: 195-206.

Lehmann. J. and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management. Science and Technology. In: London: Earthscan, 183-205.

Lehmann, J., M.C. Rillig, J. Thies, C.A. Masiello, W.C. Hockaday, and D. Crowley. 2011. Biochar effects on soil biota: A review. Soil Biology and Biochemistry, 43, 1812-1836.

Liang, B., Lehmann, J., Solomon D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizao, F.J., Petersen, J. and Neves, E.G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal, 70, 1719-1730.

Nigussie, A., Kissi, E., Misganaw, M. and Ambaw, G. 2012. Effect of biochar application on soil properties and nutrient uptake of Lettuces (*Lactuca sative*) grown inchromium polluted soils. American Journal of Environmental Science, 12(3), 369-376.

Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D.W. and Niandou, M. A. 2009. Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. Soil science, 174(2), 105-112.

Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull, E. and Bol, R. 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. CSIRO Land and Water Science Report, 5(09), 17-31.

Vaccari, F. P., Baronti, S., Lugato, E., Genesio, L., Castaldi, S., Fornasier, F.and Miglietta, F. 2011. Biochar as strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. European Journal of Agronomy, 34(4), 231-238.

Topic for submission: Soil chemistry

Effect of the Pistachio hull biochar on the electrical conductivity and the cation exchange capacity of soil under cultivated maize.

Shahdadi mariki*[1], S. Heshmati Rafsanjani[2], M.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Vali-e-Asr Rafsanjan, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Vali-e-Asr Rafsanjan, Iran

Abstract

Biochar is a coal derived from plant biotypes and agricultural waste that is made via pyrolysis process. This research was conducted to investigate the effect of washing on reduction of salinity and saline soluble salts in biochar and compariing the effects of washed and non-washed biochar on growth indexes, chemical composition of maize plant and some chemical properties in a completely randomized design with 7 treatments in three replications. Treatments were included control, non-washed biochar, once-washed biochar and twice-washed biochar, all the last four in two levels of 0.75% and 1.5% wt The results showed that there was a significant effect on the chemical properties of soils and soil salinity. Salinity was reduced by 25% compared to the control at 1.5% level twice. However, the cation exchange capacity of the soil was slightly increased compared to the control, which did not change the cation exchange capacity. Regarding the results obtained from this study, it can be stated that extracurricular washing has had a positive effect on some chemical properties of soil and its use was useful in most cases.

Keywords: Biochar, Pyrolysis, Electrical Conductivity, Cation Exchange Capacity

*Corresponding author, Email: smariki72@gmail.com