

## اثرات بیوچار و پودر گیاه ذرت بر خواص فیزیکی خاک و کاهش فرسایش بادی

## چکیده

انتشار ریزگردها از فرسایش بادی یک پدیده گسترده‌ای است، که پیامدهای قابل توجهی برای اکوسیستم‌ها و سلامت انسان دارد. افزودن مواد مؤثر در خاک‌های تخریب شده روشی مناسب برای ایجاد و ثبات خاکدانه می‌باشد که می‌تواند منجر به کاهش تولید ریزگرد شود. این مطالعه به منظور بررسی تأثیر بیوچار بقایای ذرت و پودر بقایای ذرت بر خصوصیات خاک و فرسایش بادی خاک دشت شهرکرد انجام شد. در این تحقیق علاوه بر پودر حاصل از بقایای گیاه ذرت، بیوچار آن در سایز کوچکتر از ۲ میلی‌متر تهیه و به خاک لومی مورد مطالعه در نسبت ۵ درصد وزنی افزوده شد. در طول دوره آزمایش، خاک‌ها در زمان‌های ۵، ۲۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از اضافه نمودن بیوچار و پودر حاصل از بقایای گیاه ذرت نمونه‌برداری شدند تا تغییرات خواص خاک در طول زمان ارزیابی شود. همچنین در یک دوره ۶۰ روزه در تونل باد شبیه‌سازی انجام گرفت که نشان داد، چگونه اصلاح خاک می‌تواند به طور غیرمستقیم پتانسیل فرسایش باد را کنترل نماید. نتایج آزمایشگاهی نشان داد که استفاده از پودر بقایای گیاه ذرت باعث افزایش معنی‌دار (سطح ۰/۰۵) ماده آلی و پایداری خاکدانه نسبت به بیوچار آن می‌شود. استفاده از پودر بقایای گیاه ذرت، ماده آلی خاک را به ترتیب ۱/۱۷، ۱/۲۷، ۱/۷۷ و ۲/۱ برابر در روز ۵، ۲۰، ۴۵ و ۶۰ نسبت به نمونه شاهد افزایش داد. خاک فرسایش یافته در روز ۵ و ۶۰ در تیمار بیوچار بقایای گیاه ذرت به ترتیب ۱۸۴/۲۴ و ۶۵/۱۵ گرم بر متر مربع بود و در روز ۵ و ۶۰ تیمار در پودر بقایای گیاه ذرت به ترتیب ۱۷۱/۸۴ و ۴۹/۴۹ گرم بر متر مربع است. در نهایت استفاده از پودر بقایای گیاه ذرت سبب ثبات خاک، افزایش پایداری خاک و در نهایت منجر به کاهش معنی‌دار (سطح ۰/۰۵) فرسایش بادی خاک شد.

**واژگان کلیدی:** بیوچار بقایای گیاه ذرت، پودر بقایای گیاه ذرت، خصوصیات خاک، فرسایش خاک.

## مقاله پژوهشی

مرجان طالب‌شمس<sup>۱</sup>  
m.talebshams@gmail.com

نسرين قرهی\*<sup>۲</sup>  
na\_gharahi@yahoo.co.uk  
\* نویسنده مسئول

مهدي پژوهش<sup>۳</sup>  
drpajoohehsh@gmail.com

۱. دانش‌آموخته کارشناس ارشد مدیریت بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲. استادیار، گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۳. دانشیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

شماره مقاله: ۲۱۰۶-۱۰۰۹  
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۲  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۷  
انتشار آنلاین: ۱۴۰۰/۱۰/۲۳  
زمان پذیرش: ۷۸ روز

## استناددهی:

طالب‌شمس، م، قرهی، ن، و پژوهش، م. (۱۴۰۰). اثرات بیوچار و پودر گیاه ذرت بر خواص فیزیکی خاک و کاهش فرسایش بادی. مدیریت اکوسیستم، ۱(۱)، ۴۹-۵۷.

## ۱- مقدمه

خاک یکی از مهم‌ترین اجزاء منابع طبیعی است که به دلیل افزایش جمعیت، توسعه صنعتی و افزایش دخالت انسان در طبیعت مورد فرسایش قرار گرفته است و سبب افزایش اثرات مخرب مانند رسوب‌زایی، افزایش خسارات جانی و مالی، کاهش بهره‌وری در کشاورزی و در نهایت مشکلات اجتماعی و اقتصادی شده است (رفاهی ۱۳۹۴؛ صادقی ۱۳۸۹). مدیریت منابع طبیعی، به خصوص مناطق بیابانی در جهت تثبیت شن‌های روان نیاز به افزایش توانایی علمی و استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های مفید برای حفظ منطقه بیابانی از وقوع فرسایش بادی و جلوگیری از بدتر شدن شرایط در مناطق بیابانی است (Olesen, 2012). در ایران میزان سالانه فرسایش بیش از ۶/۵ برابر حد مجاز و استانداردهای بین‌المللی می‌باشد (قربانی و حسینی، ۱۳۸۴). نتایج بررسی‌های انجام شده در دنیا در زمینه فرسایش بادی نشان می‌دهد که این پدیده ماهیت بسیار پیچیده‌ای دارد که عوامل متعددی آن را کنترل می‌کنند (Chepil and Woodruff, 1963) در واقع ویژگی‌های خاک از طریق تاثیر بر فرسایش‌پذیری آن، بر شدت فرسایش بادی تاثیر گذارند (صداقت و همکاران، ۱۳۹۵؛ Udo and Takewaka, 2007). در این زمینه می‌توان به توزیع اندازه ذرات اولیه مربوط به بافت و ثانویه مربوط به خاکدانه، زبری سطح و میزان کربن آلی و همچنین رطوبت اشاره کرد (Youssef et al., 2012). در بیشتر خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران کم‌تر از یک درصد ماده آلی در خاک وجود دارد (اصغری، ۱۳۹۰) کمبود مواد آلی سبب کاهش پایداری ساختمان خاک می‌شود (Lal and Shukla, 2004). افزودن ماده آلی به خاک با افزایش پلی‌ساکاریدها و جذب آن‌ها توسط رس درون خاک، سبب بهبود یافتن خاکدانه‌سازی و پایداری ساختمان ذرات خاک می‌شود. پلی‌ساکاریدها به دلیل آبدوست بودن ظرفیت نگهداری آب در خاک را بهبود می‌بخشد (Liu et al., 2014). همچنین ماده آلی سبب افزایش سطح ویژه می‌شود که نتیجه آن افزایش نگهداری آب و خمیری شدن خاک می‌باشد. در دهه‌های اخیر ماده‌ای به نام بیوچار که زغال تهیه شده از زیست توده‌های گیاهی است برای افزایش ماده آلی خاک مورد توجه قرار گرفته است (Kim et al., 2012). بیوچار ماده آلی است که در برابر تجزیه مقاوم بوده و از حرارت دادن زیست توده در شرایط عدم وجود اکسیژن حاصل می‌شود (Lehmann et al., 2007). افزودن بیوچار و کمپوست می‌تواند اثر مطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک داشته باشد (Behera et al., 2007). بر اساس تحقیقات Gaolu et al. (۲۰۱۴) و Herath (۲۰۱۳) و Poulos et al. (۲۰۱۲) و Leenders (۲۰۰۶) افزودن بیوچار ذرت با نام علمی *Zea mays* L. موجب کاهش جرم ظاهری، افزایش پایداری خاکدانه‌ها و در نهایت افزایش نگهداشت آب در دو نوع رده آلفی‌سول<sup>۱</sup> و اندی‌سول<sup>۲</sup> گردیده است. با تبدیل مواد آلی به بیوچار و اضافه کردن آن به خاک، بیوچار کربن آلی را به دام انداخته و با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تغییرات آب و هوایی را کاهش می‌دهد. همچنین، باعث حاصلخیزی خاک و کاهش پسماندهای کشاورزی می‌گردد. در نتیجه اضافه کردن بیوچار به خاک‌ها، فرایندهای خاکدانه‌سازی در دراز مدت رخ می‌دهد و می‌تواند تهویه خاک و جریان آب در داخل خاک و در سطح خاک را تغییر دهد (Liu et al., 2014). با توجه به اهمیت وقوع فرسایش بادی در دشت شهرکرد (صالحی و نادری، ۱۳۹۴) و تهدید بهداشت اهالی مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی و در راستای بهبود شرایط زیستی ساکنین شهر شهرکرد، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر بیوچار و پودر بقایای گیاه ذرت بر خصوصیات فیزیکی خاک و کنترل فرسایش بادی و خطر ریزگرد در مرغزار دشت شهرکرد و حاشیه آن انجام شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۱-۲- نمونه‌برداری خاک

ده نمونه خاک به صورت تصادفی از عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری سطح خاک مرغزار زهکشی شده که در عرض جغرافیای ۳۵° ۶۷' تا ۳۵° ۷۲' و طول جغرافیای ۴۸° ۱۵' تا ۴۸° ۵۷' در جنوب شهر شهرکرد واقع شده است برداشت شد. نمونه خاک‌ها با هم مخلوط و هوا خشک شده و به منظور اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی خاک و آزمایش تونل باد از الک ۲ میلی‌متر عبور داده و به آزمایشگاه منتقل شدند.

### ۲-۲- تهیه بیوچار و پودر بقایای گیاه ذرت

به‌منظور تهیه بیوچار بقایای گیاه ذرت، بقایای گیاه ذرت ابتدا توسط آسیاب برقی خرد شده و سپس در ورقه‌های آلومینیومی بسته‌بندی و در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد درون کوره الکتریکی قرار داده شد (Jien and Wang, 2013). پس از ۲ ساعت حرارت دادن درون کوره، نمونه از کوره خارج گردیده و در دمای محیط نگهداری شدند. پس از آنکه دمای نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه کاهش یافت از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. همچنین برای مطالعه اثر ماده خام بقایای گیاه ذرت بر کنترل فرسایش خاک و مقایسه آن با بیوچار، پودر بقایای گیاه ذرت، در سایز کمتر از ۰/۵ میلی‌متر با استفاده از آسیاب برقی تهیه شد.

### ۲-۳- آماده‌سازی تیمارها در آزمایشگاه

برای ارزیابی اثرات پودر و بیوچار گیاه ذرت بر خواص فیزیکی خاک، ده گرم از بیوچار و پودر حاصل از بقایای گیاه ذرت با ۲۰۰ گرم خاک مخلوط گردید و در گلدان‌های پلاستیکی قرار داده شد. نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت اولیه خاک (رطوبت خاک در زمان نمونه‌برداری خاک) در زمان نمونه‌برداری به مدت ۶۰ روز (صفر، ۵، ۲۰، ۴۵ و ۶۰) در سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند و در زمان‌های صفر، ۵، ۲۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش فاکتورهای مورد نظر اندازه‌گیری شد. در طول دوره آزمایش، رطوبت نمونه‌ها با اضافه کردن مقدار آب تبخیر شده در هر تیمار، ثابت نگه داشته شد. در این قسمت از تحقیق تیمارها عبارت بودند از: ۱- خاک بدون اضافه کردن بقایای گیاه ذرت و یا بیوچار آن (نمونه کنترل)، ۲- خاک با بیوچار بقایای گیاه ذرت، ۳- خاک با پودر بقایای گیاه ذرت

### ۲-۴- روش اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی خاک

به‌منظور اندازه‌گیری پارامتر بافت خاک، نمونه‌های خاک پس از خشک شدن کامل در هوای آزاد، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و سپس برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری Dane and Topp (۲۰۰۲) استفاده شد. ماده آلی خاک با استفاده از روش والکی و بلک و وزن مخصوص ظاهری با روش سیلندرهای نمونه‌برداری (Walkley and Black, 1934) اندازه‌گیری شدند. پایداری خاکدانه‌ها با استفاده از دستگاه الک تر و رابطه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها<sup>۱</sup> محاسبه شد (Van Bavel, 1949). اندازه‌گیری پارامترها در زمان‌های صفر، ۵، ۲۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از افزودن بیوچار و همچنین پودر حاصل از بقایای گیاه ذرت به خاک انجام شدند.

### ۲-۵- تونل باد و فرسایش بادی

تحقیق حاضر در مرکز تحقیقات فرسایش بادی در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه شهرکرد به وسیله تونل باد انجام گرفت. تونل باد از سه قسمت موتور تنظیم کننده (مکنده هوا)، سطح مورد آزمایش و بخش رسوبگیر تشکیل شده است. این شبیه ساز قادر است سرعت‌های مختلف باد تا حداکثر ۲۳ متر بر ثانیه در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری را ایجاد نماید، همچنین به منظور بررسی رفتارهای خاک از یک سینی در ابعاد ۳۰ در ۴۰ سانتی‌متر و عمق ۲ سانتی‌متر برای قرار دادن نمونه‌های خاک استفاده شد که روش ارائه شده در این تحقیق بر اساس مطالعه ایرانمنش و همکاران (۱۳۹۸) می‌باشد. به‌منظور بررسی فرسایش خاک تحت تونل باد، به نسبت ۵ درصد وزنی خاک درون سینی تونل باد، بیوچار و پودر تهیه شده از گیاه ذرت به خاک اضافه گردیدند. تیمارهای مورد آزمایش در تونل باد به صورت زیر آماده شدند و برای هر تیمار سه تکرار انجام شد:

۱) خاک شاهد (نمونه کنترل)، ۲) خاک + ۵ درصد وزنی بیوچار بقایای گیاه ذرت، ۳) خاک + ۵ درصد وزنی پودر بیوچار بقایای گیاه ذرت. درون سینی تونل باد برای هر تیمار تقریباً به میزان ۲ کیلوگرم خاک توزین شد. به مقدار ۵٪ وزنی خاک یعنی ۱۰۰ گرم از مواد افزودنی شامل بیوچار یا پودر با ۱۹۰۰ گرم خاک داخل سینی تونل باد به‌طور کامل با خاک مخلوط گردید. نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت اولیه خاک در سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمایش برای ۴ دوره زمانی ۵، ۲۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از افزودن ترکیبات پودر و بیوچار بقایای گیاه ذرت در تونل باد اجرا شد تا تغییرات فرسایش بادی خاک در طول زمان‌های مختلف ارزیابی گردد. مدت اجرای تونل باد ۳۶۰ ثانیه برای هر تیمار در نظر گرفته شد (Youssef et al., 2012). سرعت باد براساس رسم گلباد ده ساله‌ی شهرکرد ۱۱ متر بر ثانیه تعیین گردید. بنابراین سرعت باد در مدت ۳۶۰ ثانیه در هر آزمایش ۱۱ متر در ثانیه در تونل باد انتخاب شد. ذرات از دست رفته توسط باد از سینی خاک توسط توزین سینی خاک قبل و بعد از اجرای تونل باد اندازه‌گیری شد. در طول دوره آزمایش، رطوبت نمونه‌ها ثابت نگه داشته شد.

### ۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه<sup>۲</sup>، مقایسه میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۵ درصد با آزمون دانکن به وسیله نرم‌افزار آماری SPSS 19<sup>۳</sup> انجام شد.

### ۳- نتایج

#### ۳-۱- تغییرات در خصوصیات فیزیکی خاک

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که کاربرد اصلاح کننده آلی و بر همکنش اصلاح کننده آلی و زمان در طول زمان آزمایش اثر معنی‌داری بر مواد آلی، وزن مخصوص ظاهری خاک و پایداری خاکدانه خاک داشتند.

1. Mean Weight Diameter (MWD)

2. Analysis of variance (ANOVA)

3. Statistical Package for Social Sciences Science (SPSS)

جدول (۱): تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر خصوصیات فیزیکی خاک و خاک از دست رفته

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ماده آلی	وزن مخصوص خاک	پایداری خاکدانه
اصلاح کننده آلی	۲	۹/۹۶*	۰/۱۲۳*	۲/۵۷*
زمان	۴	۰/۳۳*	۰/۰۵۳*	۰/۲۱*
اصلاح کننده آلی × زمان	۸	۱/۵۵*	۰/۰۰۸*	۰/۲۳*
خطا	۳۰	۰/۳۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴
کل	۴۵			
درصد ضریب تغییرات <sup>۱</sup>		۱۸/۵	۷	۴۰

\* در سطح ۰/۰۵ معنی دار است.

نتایج مربوط به تأثیر پودر و بیوچار ذرت بر میزان ماده آلی، وزن مخصوص و پایداری خاکدانه خاک مورد بررسی در جدول ۲ نمایش داده شده است. پودر و بیوچار حاصل از بقایای گیاه ذرت، سبب افزایش معنی دار ماده آلی خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. بیشترین افزایش معنی داری مربوط به پودر ذرت بود که در تمام مراحل نمونه برداری سبب افزایش معنی دار مقدار ماده آلی نسبت به تیمار شاهد شد. در خاک تیمار شده با بیوچار بقایای ذرت روند افزایش معنی داری نسبت به تیمار شاهد و همچنین بین مراحل نمونه برداری مشاهده نشد اما در روز ۴۵ و ۶۰ نسبت به شاهد افزایش معنی داری مشاهده شد. به طور کلی، کاربرد بیوچار و پودر حاصل از بقایای ذرت سبب افزایش معنی دار ماده آلی نسبت به تیمار شاهد شدند. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثر متقابل تیمارها بر وزن مخصوص ظاهری نشان می دهد که کاربرد پودر و تیمارهای بیوچار اثر معنی داری بر وزن مخصوص ظاهری داشتند (جدول ۲)، به طوری که روند کاهشی معنی دار مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در مراحل نمونه برداری نسبت به تیمار شاهد دیده شد. بیشترین کاهش معنی داری مربوط به پودر ذرت بود که در تمام مراحل نمونه برداری سبب کاهش معنی دار وزن مخصوص ظاهری خاک نسبت به هر دو تیمار شاهد و بیوچار شد. در هر سه نمونه خاک شاهد، تیمار پودر و تیمار بیوچار روند کاهش معنی داری بین مراحل نمونه برداری مشاهده نشد. نتایج بررسی تأثیر پودر و بیوچار حاصل از بقایای گیاه ذرت بر پایداری خاکدانه نشان داد که تیمارهای مورد بررسی تأثیرات معنی داری بر مقدار پایداری خاکدانه دارد (جدول ۲). بر اساس نتایج، بیشترین تأثیر معنی دار در افزایش پایداری خاکدانه ها مربوط به پودر بقایای ذرت و سپس بیوچار می باشد که موجب افزایش معنی دار پایداری خاکدانه نسبت به تیمار شاهد در تمام طول زمان آزمایش شده اند که پایداری خاکدانه را به ترتیب ۲۳۱ و ۹۲ درصد پس از ۶۰ روز اضافه نمودن پودر و بیوچار به خاک افزایش دادند.

جدول (۲): میانگین و انحراف معیار از میانگین درصد مواد آلی، وزن مخصوص خاک و پایداری خاکدانه در زمان های مختلف نمونه برداری پس از اضافه نمودن پودر و بیوچار به خاک مورد آزمایش.

تیمار	روز			
	صفر	۵	۲۰	۴۵
	درصد ماده آلی			
شاهد	۴/۵۶±۰/۱۶ <sup>a*</sup>	۴/۵۶±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۴/۵۹±۰/۳۷ <sup>a</sup>	۳/۴۸±۰/۲۰ <sup>a</sup>
پودر	۴/۵۶±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۵/۳۴±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۵/۸۷±۰/۰۸ <sup>b</sup>	۶/۱۶±۰/۰۷ <sup>c</sup>
بیوچار	۴/۵۶±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۴/۶۴±۰/۱۱ <sup>ab</sup>	۴/۶۵±۰/۱۶ <sup>ab</sup>	۴/۸۵±۰/۱۲ <sup>b</sup>
	وزن مخصوص خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)			
شاهد	۱/۸۲±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱/۸۲±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۱/۷۴±۰/۱۵ <sup>c</sup>	۱/۷۵±۰/۰۵ <sup>c</sup>
پودر	۱/۸۲±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱/۵۸±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۵۴±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۱/۵۰±۰/۰۷ <sup>a</sup>
بیوچار	۱/۸۲±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱/۷۴±۰/۰۴ <sup>bc</sup>	۱/۶۹±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۱/۶۷±۰/۰۴ <sup>b</sup>
	پایداری خاکدانه			
شاهد	۰/۸۴±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۰/۸۴±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۰/۷۴±۰/۰۸ <sup>a</sup>	۰/۶۱±۰/۰۱ <sup>a</sup>
پودر	۰/۸۴±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۱/۳۹±۰/۰۸ <sup>c</sup>	۱/۶۸±۰/۰۵ <sup>d</sup>	۱/۸۱±۰/۰۳ <sup>d</sup>
بیوچار	۰/۸۴±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۰/۸۱±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۹۶±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۰۰±۰/۰۱ <sup>b</sup>

\* حروف مشابه کوچک نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ بین تیمارها و زمان های نمونه برداری است.

## ۳-۲- مقدار خاک از دست رفته

با توجه به تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) کاربرد اصلاح کننده آلی و بر همکنش اصلاح کننده آلی و زمان در طول زمان آزمایش اثر معنی داری بر مقدار خاک از دست رفته داشتند. در جدول ۳ مقدار خاک از دست رفته از نمونه شاهد خاک، خاک + ۵ درصد وزنی بیوجار بقایای گیاه ذرت و خاک + ۵ درصد وزنی پودر بقایای گیاه ذرت آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد در طول زمان ۶۰ روزه هر دو تیمار بیوجار و پودر بقایای گیاه ذرت سبب کاهش خاک از دست رفته از سینی خاک تونل باد شده‌اند. مقدار خاک از دست رفته در روز ۴۵ و ۶۰ پس از اضافه کردن تیمارها به خاک اختلاف معنی داری را نسبت به نمونه شاهد نشان دادند که پودر بقایای گیاه ذرت توانست بیشترین اثر را در کاهش فرسایش بادی نسبت به نمونه شاهد و تیمار بیوجار بقایای گیاه ذرت داشته باشد ( $49/49 \pm 26/28$  گرم بر متر مربع). جدول ۲ مقایسه خاک فرسایش یافته در دو روز ۵ و ۶۰ را نشان می‌دهد، همان طور که مشاهده می‌گردد مقدار خاک از دست رفته در روز ۵ و ۶۰ تیمار شاهد به ترتیب  $229/01 \pm 30/22$  و  $174/61 \pm 17/09$  گرم بر متر مربع است و فاقد اختلاف معنی دار است، اما بین روز ۵ و ۶۰ تیمار بیوجار بقایای گیاه ذرت و پودر بقایای گیاه ذرت اختلاف معنی دار در مقدار خاک از دست رفته وجود دارد ( $p < 0.05$ ). خاک فرسایش یافته در روز ۵ و ۶۰ تیمار بیوجار بقایای گیاه ذرت به ترتیب  $184/24$  و  $65/15$  گرم بر متر مربع است و در روز ۵ و ۶۰ تیمار پودر بقایای گیاه ذرت به ترتیب  $171/84$  و  $49/49$  گرم بر متر مربع است.

جدول (۳): مقایسه میانگین اثر بیوجار بقایای گیاه ذرت و پودر بقایای گیاه ذرت بر فرسایش بادی،  $\pm$  بیان کننده مقدار خطای استاندارد می‌باشد. (واحد تمام اعداد گرم بر متر مربع می‌باشد)

تیمار	روز آزمایش			
	۵	۲۰	۴۵	۶۰
شاهد	$229/01 \pm 30/22^{Aa*}$	$193/44 \pm 29/8^a$	$188/24 \pm 23/97^a$	$174/61 \pm 31/58^{Aa}$
بیوجار بقایای گیاه ذرت	$184/24 \pm 9/06^{Aa}$	$138/14 \pm 12/41^a$	$102/55 \pm 15/05^b$	$65/15 \pm 17/09^{Bb}$
پودر بقایای گیاه ذرت	$171/84 \pm 7/06^{Aa}$	$118/69 \pm 33/97^a$	$96/46 \pm 20/96^b$	$49/49 \pm 26/28^{Bb}$

\* حروف مشابه کوچک نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح  $0/05$  بین تیمارها می‌باشد.  
حروف مشابه بزرگ نشان دهنده عدم اختلاف معنی داری در سطح  $0/05$  بین روز ۵ و ۶۰ برای هر سه تیمار است.

## ۴- بحث و نتیجه گیری

تیمار پودر و بیوجار حاصل از بقایای گیاه ذرت سبب افزایش معنی داری ماده آلی خاک در طول زمان آزمایش نسبت به نمونه شاهد شدند که می‌توان به محتوای ماده آلی در پودر بقایای گیاه ذرت (۳۷ درصد) و بیوجار بقایای گیاه ذرت (۴۰ درصد) نسبت داد. تیمار پودر توانست ماده آلی خاک را به ترتیب  $1/17$ ،  $1/27$ ،  $1/77$  و  $2/1$  برابر در روز ۵، ۲۰، ۴۵ و ۶۰ نسبت به نمونه شاهد افزایش دهد. می‌توان گفت اثر افزایشی پودر بر روی ماده آلی نسبت به تیمار بیوجار بسیار قابل توجه بوده است، اما نرخ کم سرعت تجزیه ماده آلی در تیمارهای بیوجار نسبت به تیمار پودر در طول آزمایش به خصوص از اواسط زمان انکوباسیون به بعد، احتمالاً ناشی از مقاومت بیشتر بیوجار به تجزیه است. در همین راستا، Schmidt and Noack (۲۰۰۰) و زلفی بوریانی و همکاران (۱۳۹۵) اشاره کردند که بیوجار از ترکیبات آروماتیک پایدار تشکیل شده و افزایش درجه حرارت در تولید آن سبب افزایش ترکیبات آروماتیک پایدار ذخیره بیشتر مواد آلی و در نتیجه افزایش مقاومت آن در برابر تجزیه می‌شود.

برای خاک‌های تیمار شده با پودر و بیوجار از حاصل از بقایای گیاه ذرت، اثرات وجود ماده آلی سبب کاهش معنی داری وزن مخصوص خاک شد که پودر بقایای گیاه ذرت سبب کاهش قابل توجه وزن مخصوص خاک نسبت به هر دو نمونه شاهد و تیمار بیوجار شد، این یافته‌ها با نتایج عقلی و همکاران (۱۳۸۸) و Busscher et al. (۲۰۱۱) و Mukherjee et al. (۲۰۱۴) و Andrenelli et al. (۲۰۱۶) مطابقت داشت. آن‌ها نشان دادند افزایش کربن آلی خاک توسط افزودن بیوجار، سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد. همچنین سلطانی محمدی و همکاران (۱۳۹۸) نتیجه گرفتند که افزودن بیوجار باگاس نیشکر و ژئولیت پتاسیمی سبب تغییرات مثبت در برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک مانند جرم مخصوص ظاهری، رطوبت نقطه ظرفیت زراعی، تخلخل کل، کربن آلی، فسفر و ازت کل خاک لوم شد.

علاوه بر کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک‌های تیمار شده با پودر و بیوجار حاصل از بقایای گیاه ذرت منجر به تغییر اندازه دانه‌های خاک و در نهایت سبب افزایش پایداری خاکدانه شده است. در این تحقیق افزایش پایداری خاکدانه توسط بیوجار معنی دار بوده، ولی بقایای گیاه ذرت سبب افزایش قابل توجه پایداری خاکدانه‌ها نسبت به هر دو نمونه شاهد و تیمارهای بیوجار شد. با استفاده از نتایج این تحقیق می‌توان گفت که کاربرد پودر بقایای گیاه ذرت و بیوجار آن می‌تواند یک عمل مفیدی برای افزایش خاکدانه‌های خاک‌های لومی و یک روش بالقوه برای افزایش ثبات خاک و کاهش فرسایش خاک باشد. افزایش بیشتر پایداری خاک توسط پودر بقایای گیاه ذرت نسبت به تیمار بیوجار را می‌توان به افزایش چند برابری محتوای ماده آلی خاک توسط بقایای گیاه ذرت نسبت داد. البته، اثر بیوجار بر پایداری خاکدانه خاک توسط بسیاری از محققین بیان شده است (عظیم زاده و

نجفی، ۱۳۹۵؛ رزاقی و رضایی، ۱۳۹۶؛ Obia et al 2016؛ Liu et al., 2014؛ Jien and Wang, 2013) هر چند این نتایج با مطالعه امامی (۱۳۷۵) مطابقت نداشت. آن‌ها گزارش کردند که ذرات ریز بیوپارها می‌توانند منافذ خاک را پر کنند و سبب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک و در نتیجه کاهش نفوذپذیری خاک گردد. مطابق با تئوری Jien and Wang (۲۰۱۳) و Obia et al. (۲۰۱۶). هنگامی که مواد آلی به خاک اضافه می‌شود، انتظار می‌رود که فرسایش خاک با افزایش سایز خاکدانه‌ها و همچنین استحکام خاکدانه‌ها کاهش یابد.

استفاده از بیوپار بقایای گیاه ذرت و پودر بقایای گیاه ذرت در سطح خاک توانست میزان فرسایش پذیری خاک را به ویژه بعد از ۴۵ روز انکوباسیون کاهش دهد. هر دو بیوپار بقایای گیاه ذرت و پودر بقایای گیاه ذرت اثر مثبتی بر پایداری خاکدانه داشتند. این یافته‌ها با نتایج Obia et al. (۲۰۱۶) و Padidar et al. (۲۰۱۶) و Liu et al. (۲۰۱۴) و Jien and Wang (۲۰۱۳) و Olesen (۲۰۱۰) و جعفری شالکوهی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد که گزارش کردند افزایش پایداری خاک سبب کاهش در تخریب خاک می‌شود. در این راستا Nelissen et al. (۲۰۱۴) اثر مثبت بیوپار چوبی را بر وزن مخصوص خاک، تخلخل خاک و پایداری خاکدانه خاک را در شرایط زمین مشاهده کردند. همچنین مطالعه ایرانمنش و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد که بیوپار و پودر پوست چوبی گردو منجر به خاکدانه‌سازی نسبت به نمونه شاهد شدند که باعث افزایش مقاومت خاک در برابر فرسایش می‌شوند. در نتیجه بیوپار و پودر گردو به همراه پوشش قادر هستند خاک را ثابت و سبب افزایش پایداری خاک و منجر به کاهش فرسایش بادی شوند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از پودر بقایای گیاه ذرت باعث افزایش معنی دار ماده آلی و پایداری خاکدانه نسبت به بیوپار آن شد. همچنین استفاده از پودر بقایای گیاه ذرت سبب ثبات خاک، افزایش پایداری خاک و در نهایت منجر به کاهش معنی دار فرسایش بادی خاک می‌شود. استفاده از بیوپار به عنوان بهبود دهنده خاک و استراتژی کاهش تغییرات آب و هوایی در دهه‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. بیوپار نسبت به توده زنده گیاه (بیومس) می‌تواند به عنوان یک عامل کاهش دهنده کربن در طولانی مدت عمل کند که در مطالعات آزمایشگاهی و میدانی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تحت شرایط خاص نشان داده شده است. به همین دلیل، در بیشتر مطالعات پیشنهاد می‌شود برای بهبود پارامترهای خاکی و به دنبال آن داشتن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از بیوپار استفاده شود که بیشتر این تحقیقات در خاک‌های تحت کشت و عملیات کشاورزی بوده‌اند. با توجه به این مسئله که منطقه مورد مطالعه تحت قرق بوده و از مصرف کودهای ازته کشاورزی در امان است، پودر بقایای گیاه ذرت می‌تواند به عنوان یک روش مدیریتی کارآمدتر نسبت به بیوپار در افزایش پایداری خاکدانه خاک و کاهش فرسایش بادی مورد استفاده قرار گیرد. در عین حال اتخاذ روش مدیریتی پیشنهاد شده در جهت کاهش فرسایش بادی منطقه مورد مطالعه به این معنی نخواهد بود که این روش به طور مطلق می‌تواند مؤثر واقع شود، بلکه باید طی دوره‌های مختلف وضعیت کاهش فرسایش بادی بررسی و کنترل شود تا میزان موفقیت اجرایی این روش در منطقه مشخص شود.

## منابع

- اصغری، ش. (۱۳۹۰). اثرات لجن فاضلاب پتروشیمی تبریز بر کربن آلی، شاخص های پایداری خاک و محدودیت های هماهنگی خاک نیمه خشک. آب خاک، (۳) ۲۵، ۵۳۹-۵۳۰. امامی، ع. (۱۳۷۵). روش‌های تجزیه گیاهان (نشریه شماره ۹۸۲). تهران: انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ایرانمنش، م.، قرهی، ن.، و پژوهش، م. (۱۳۹۸). بررسی اثر پوشش گیاهی، بیوپار و پودر پوست گردو در کنترل فرسایش بادی در تونل باد. مدیریت بیابان، (۱۳) ۷، ۱۴۸-۱۳۵.
- جعفری شالکوهی، ع.، وفاییان، م.، روشن ضمیر، م. ع.، و میرمحمد صادقی، م. (۱۳۹۴). ارزیابی عوامل موثر بر تثبیت خاک‌های ریز دانه در برابر باد برای جلوگیری از ظهور میکرو گرانشی. مجله علوم و خاک، (۷۳) ۱۹، ۲۸۶-۲۷۳.
- سلطانی محمدی، ا.، خدا رحمی، ی.، برومنی نصب، س.، و ناصری، ع. (۱۳۹۸). ارزیابی تأثیر بیوپار اصلاح شده و زئولیت بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک لوم. حفاظت منابع آب و خاک، (۸) ۴، ۸۷-۱۰۰.
- رزاقی، ف.، و رضایی، ن. (۱۳۹۶). اثر سطوح مختلف بیوپار بر خواص فیزیکی خاک با بافت‌های مختلف. حفاظت از منابع آب و خاک، (۱) ۷، ۸۸-۷۵.
- رفاهی، م. (۱۳۹۴). کنترل فرسایش بادی و کنترل آن (چاپ هفتم). تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ص.
- زلفی بوریانی، م.، رونقی، ع.، کریمیان، ن.، قاسمی، ر.، و یربی، ج. (۱۳۹۵). اثر بیوپار تهیه شده از کود مرغی در دماهای متفاوت بر ویژگی‌های شیمیایی یک خاک آهکی. علوم آب و خاک، (۷۵) ۲۰، ۸۶-۷۳.
- صادقی، س. ح. ر. (۱۳۸۹). مطالعه و اندازه گیری فرسایش آبی. تهران: دانشگاه تربیت مدرس، ۲۰۰ص.
- صالحی، ن.، و نادری، م. (۱۳۹۴). فرسایش خاک و پدیده گرد و غبار در جنوب شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری. اولین کنفرانس بین‌المللی گرد و غبار. اهواز، اسفند ۱۳۹۴، ۴۶۳-۴۵۸.
- صداقت، م.، مهرنیا، س. ر.، بزرگر، ص.، و زنگی آبادی، م. ع. (۱۳۹۶). تأثیر مخاطره آمیز کاهش سطح تاغ‌زارهای اطراف شهر کرمان بر تشکیل کانون های ریزگرد. مدیریت خطرات محیطی، (۳) ۳، ۱۹۹-۲۰۱.
- عظیم زاده، ی.، و نجفی، ن. (۱۳۹۵). اثر بیوپار بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک. مدیریت اراضی، (۲) ۴، ۱۷۳-۱۶۱.
- عقیلی ناطق، ن.، همت، ع.، رضایی‌نژاد، ی.، و صادقی، م. (۱۳۸۸). تأثیر اضافه کردن دراز مدت کودهای آلی بر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی خاک. علوم به‌زراعی گیاهی (پژوهش‌های کشاورزی)، (۲) ۱، ۶۳-۴۹.
- قربانی م.، و حسینی، س. ص. (۱۳۸۴). فقر مواد غذایی خاک: نگرشی اقتصادی بر فرسایش. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، (۱) ۱۲، ۱۵۷-۱۴۷.

- Andrenelli, M.C., Maienza, A., Genesio, L., Miglietta, F., Pellegrini, S., Vaccari, F. P., and Vignozzi, N. (2016). Field application of pelletized biochar: Short term effect on the hydrological properties of a silty clay loam soil. *Agricultural Water Management*, 163, 190-196.
- Behera, B., Mohanty, S.K., and Behura, A.K. (2007). Effect of mulches on production potential, economics and soil fertility status of maize + pigeonpea intercropping under rainfed conditions of eastern ghats orissa. *Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development*, 22(1), 37-40.
- Busscher, W.J., Novak, J.M., and Ahmedna, M. (2011). Physical Effects of Organic Matter Amendment of a Southeastern US Coastal Loamy Sand. *Soil Science*, 176(12), 661-667.
- Chepil, W. S., and Woodruff, N. P. (1963). The physics of wind erosion and its control. *Journal of Advances in Agronomy*, 15, 211-302.
- Gaolu, S., Fang, S.F., and Tong, Z.Y. (2014). Effect of rice husk biochar and charcoal fly ash on some physical properties of expansive clayey soil (Vertisol). *Catena*, 114, 37-44.
- Herath, H.M.S.K., Camps-Arbestian, M. and Hedley, M. (2013). Effect of biochar on soil properties in two contrasting soils: An Alfisol and an Andisol. *Geoderma*, 209-210, 188-197.
- Dane, J. H., and Topp, C. G. (2002). *Methods of Soil Analysis*, Madison: Soil Science Society of America, 39p.
- Jien, S. H., and Wang, C.S. (2013). Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena*, 110, 225-233.
- Kim, K.R., Kim, J.G., Park, J.S., Kim, M.S., Owens, G., Youn, G.H., and Lee, J.S. (2012). Immobilizer assisted management of metal contaminated agriculture soils for safer food production. *Journal of Environmental Management*, 102, 88-95.
- Lal, R., and Shukla, M.K. (2004). *Principles of Soil Physics*. New York: CRC Press, 736p.
- Leenders, J.K. (2006). Wind erosion control with scattered vegetation in the Sahelian zone of Burkina Faso. Ph.D. T, Wageningen University and Research Centre, 184p.
- Lehmann, J., Gaunt, J., and Rondon, M. (2007). Bio-char Sequestration in Terrestrial Ecosystem - A Review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11, 403-427.
- Liu, Z., Chen, X., Jing, Y., Li, Q., Zhang, J., and Huang, Q. (2014). Effects of biochar amendment on rapeseed and sweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil. *Catena*, 123, 45-51.
- Mukherjee, A., Lal, R., and Zimmerman, A.R. (2014). Effects of biochar and other amendments on the physical properties and greenhouse gas emissions of an artificially degraded soil. *Science of the Total Environment*, 487, 26-36.
- Nelissen, V., Saha, B.K., Ruyschaert, G., and Boeckx, P. (2014). Effect of different biochar and fertilizer types on N<sub>2</sub>O and NO emissions. *Soil Biology and Biochemistry*, 70, 244-255.
- Obia, A., Mulder, J., Martinsen, V., Cornelissen, G., and Borresen, T. (2016). In situ effects of biochar on aggregation, water retention and porosity in light-textured tropical soils. *Soil and Tillage Research*, 155, 35-44.
- Olesen, K.P. (2010). Turning sandy soil to farmland: 66% water saved in sandy soil treated with nanoclay, desert control. *Proceeding of the 11th International Conference on Nanomaterials and Reserche Application*. October 2021. 1-10.
- Padidar, M., Jalalian, A., Abdouss, M., Najafi, P., Honargoo, N., and Fallahzadeh, J. (2016). Effect s of Nanolay on Some physical properties of sand soil and wind erosion. *International Journal of Soil Science*, 11(1), 9-13.
- Poulos, H.M., Chernoff, B., Fuller, P.L., and Butman, D. (2012). Mapping the potential distribution of the invasive red shiner. *Cyprinell alutrensis* (Teleostei: Cyprinidae) across waterways of the conterminous United States. *Aquatic Invasions*, 7(3), 377-385.
- Schmidt, M.W.I., and Noack, A.G. (2000). Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications and current challenges. *Global Biogeochemical Cycles*, 14(3), 777-793.
- Udo, K., and Takewaka, S. (2007). Experimental study of blown sand in a vegetated area. *Journal of Coastal Research*, 23(5), 1175-1182.
- Van Bavel, C.H.M. (1946). Mean weight diameter of soilaggregates as astatistical indexof aggregation. *Soil Science Society of America Journal*, 14, 20-23.
- Walkley, A., and Black, I.A. (1934). Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. *Soil Scinces*, 37, 29-38.
- Youssef, F., Visser, S. M., Karssenber, D., Erpul, G., Cornelis, W. M., Gabriels, D., and Poortinga, A. (2012). The effect of vegetation patterns on wind-blown mass transport at the regional scale: A wind tunnel experiment. *Geomorphology*, 159-160, 178-188.

## Effects of biochar and powdery maize on soil properties and reducing wind erosion

**Marjan Talebshams**<sup>1</sup>  
m.talebshams@gmail.com

**Nasrin Gharahi** \*<sup>2</sup>  
na\_gharahi@yahoo.co.uk  
\* Corresponding author

**Mehdi Pajouhesh**<sup>3</sup>  
drpajouhesh@gmail.com

1. M.Sc. Student of Management of Deseret Area, Faculty of Natural Resource and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

2. Assistant Professor, Environmental Sciences Department, Faculty of Natural Resource and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

3. Associate Professor, Natural Engineering Department, Faculty of Natural Resource and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

**Article Code:** 2106-1009  
**Received:** 23 June 2021  
**Accepted:** 9 September 2021  
**Online:** 13 January 2022  
**Review speed:** 78 days

Citation:  
Talebshams, M., Gharahi, N., and Pajouhesh, M. (2021). Effects of biochar and powdery maize on soil properties and reducing wind erosion. *Ecosystem Management*, 1(1), 49-57.

### Abstract

Dust release from wind erosion is a widespread phenomenon, which has significant consequences for ecosystems and human health. Addition of active ingredients to degraded soils is a suitable good method to create and stabilize aggregates that can reduce fine dust production. This study was conducted to investigate the effect of powdery maize residues and maize biochar on soil properties and wind erosion of Shahrekord plain. In this study, in addition to powder obtained from maize plant residues, maize biochar was prepared in a size of less than 2 mm and added to the studied loam soil in a ratio of 5% by weight. During the experimental period, soils were sampled at 5, 20, 45 and 60 days after addition of biochar and powder from maize residues, to evaluate changes in soil properties over time. Simulations were also performed over a 60-day period in a wind tunnel to show how soil remediation can indirectly control wind erosion potential. Experimental results showed that the use of powder of maize cob residues caused a significant increase (probability level < 0.05) in organic matter and aggregate stability compared to maize biochar. The use of powder of maize cob residues increases soil organic matter by 1.17, 1.27, 1.77 and 2.1 times on days 5, 20, 45 and 60, respectively, compared to the control sample. Eroded soil on day 5 and 60 of biochar treatments were 184.24 and 65.15 g / m<sup>2</sup>, respectively, and on days 5 and 60, for powder of maize cob residues were 171.84 and 49.49 g / m<sup>2</sup>, respectively. Finally, the use of powder of maize residues caused soil stability, increasing soil stability and ultimately led to a significant reduction in (p < 0.05) soil wind erosion.

**Key Words:** Biochar of maize residues, Powder of maize residues, Soil properties, Soil erosion.