

اثرات پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی آن بر خاک و گیاه

سپیده ابریشم کش^۱، منوچهر گرجی^۲، حسین اسدی^۳ و احمد علی پوربابایی^۴
۱- دانشجوی دکتری مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران ۲- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه گیلان ۴- استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی آن بر برخی ویژگی‌های خاک و تولید زیست‌توده عدس در یک خاک قلیائی و در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که کربن آلی خاک و آب قابل استفاده گیاه در تیمارهای زغال زیستی به طور معنی‌دار بیشتر از تیمارهای پوسته شلتوک برنج و شاهد بود. وزن خشک زیست‌توده در تیمارهای زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج بیشتر از شاهد بود اما تفاوت معنی‌دار نبود. واکنش شیمیایی خاک در تیمار پوسته شلتوک برنج به طور معنی‌دار کمتر از تیمارهای زغال زیستی و شاهد بود. ظرفیت تبادل کاتیونی در تیمارهای پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی به طور معنی‌دار بیشتر از شاهد بود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت زمانی که بقایای گیاهی مانند پوسته شلتوک برنج به خاک بازگردانده نمی‌شوند و یا توقف طولانی مدت کربن در خاک مدنظر است، تولید زغال زیستی از آنها گزینه مناسبی به شمار می‌آید.

واژه‌های کلیدی: پوسته شلتوک برنج، توقف کربن، زغال زیستی، کربن آلی خاک

مقدمه

در سال‌های اخیر، راه‌کارهای مدیریتی که منجر به افزایش توقف کربن در خاک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند (Troy et al. ۲۰۱۳). یکی از مهم‌ترین این راه‌کارها، افزودن بقایای گیاهی به منظور افزایش تجمع کربن آلی و بهبود حاصلخیزی خاک است (Lu et al. ۲۰۰۳). پوسته شلتوک برنج یکی از ضایعات کارخانه‌های شالی‌کوبی است که اغلب سوزانده یا در زمین‌های بایر انباشته می‌شود. مطالعات نشان داده است که کاربرد پوسته شلتوک برنج در خاک می‌تواند منجر به بهبود ویژگی‌های خاک از قبیل کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش ماده آلی خاک، بهبود دسترسی عناصر غذایی و در نتیجه بهبود رشد گیاه شود (Milla et al. ۲۰۱۳)، اما مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک ممکن است موجب انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز گردد (Haefele et al. ۲۰۱۱). اخیراً زغال زیستی^۱، محصول تجزیه حرارتی زیست‌توده با دارا بودن پایداری شیمیایی و زیستی، جهت توقف طولانی مدت کربن و بهبود کیفیت خاک استفاده شده است (Lehman et al. ۲۰۱۱). اگرچه بخشی از زغال زیستی ممکن است توسط ریزجانداران تجزیه شود (Czimeczik and Masiello ۲۰۰۷)، اما بیشتر کربن موجود در زغال زیستی به صورت آروماتیک است که مقاوم به تجزیه در خاک می‌باشد (Amonte and Joseph ۲۰۰۹). از آنجایی که ذرات زغال زیستی پس از مخلوط شدن با خاک، قابل جداسازی نیستند، قبل از کاربرد و توصیه آن در مقیاس‌های بزرگ، مطالعه آزمایشگاهی اثرات آن در خاک‌ها و گیاهان مختلف ضروری به نظر می‌رسد. از آنجائیکه اغلب مطالعات در مورد اثرات مثبت زغال زیستی در خاک‌های اسیدی انجام گرفته است، این تحقیق با هدف ارزیابی تاثیر کاربرد زغال زیستی تولیدی از پوسته شلتوک برنج بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک قلیائی و تولید زیست‌توده عدس و مقایسه اثرات زغال زیستی با پوسته خام شلتوک برنج انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

زغال زیستی از پوسته شلتوک برنج در دمای ۳۰۰-۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تولید شد. برخی از خصوصیات خاک، پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی مورد استفاده در این تحقیق در جدول‌های ۱ و ۲ آمده‌اند. آزمایش با ۹ تیمار شامل خاک بدون زغال زیستی (شاهد)، خاک همراه با ۴/۰، ۸/۰، ۱۶/۰ و ۳۲/۰ درصد وزنی پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی در سه تکرار (مجموعاً ۲۷ عدد گلدان) انجام گرفت. پس از هواخشک شدن خاک و عبور آن از الک ۴ میلی‌متری، مقادیر فوق‌الذکر پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی به طور یکنواخت با ۳۲۰۰ گرم خاک مخلوط شدند و در گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۲۰، قطر دهانه ۱۸ و قطر کف ۱۵ سانتی‌متر ریخته شدند. سپس، گلدان‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای به مدت ۱۴ روز به حال خود گذاشته شدند. قبل از کشت عدس، مقادیر موردنیاز کودهای فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم همراه با آب آبیاری به همه گلدان‌ها افزوده شد. تعداد ۸ عدد بذر عدس رقم سبز کوهین در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری کاشته شد و دو هفته پس از کشت، تعداد بوته‌ها به ۴ عدد در هر گلدان کاهش یافت. آبیاری گلدان‌ها به روش وزنی و پس از مصرف ۷۵٪ رطوبت ظرفیت مزرعه انجام شد. ۷۰ روز بعد از کشت و با ظهور گل در نیمی از گلدان‌ها، برداشت زیست‌توده کل در تمامی گلدان‌ها انجام گرفت. تعیین وزن خشک زیست‌توده کل، با قرار دادن آن در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انجام شد. نمونه‌های خاک دست‌نخورده از عمق ۵-۰ سانتی‌متری تهیه و بقیه خاک گلدان‌ها به عنوان نمونه دست‌خورده در نظر گرفته شد. واکنش شیمیایی در سوسپانسیون ۱:۱ آب به

^۱ biochar



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش استات سدیم تعیین گردیدند. کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر اندازه گیری شد. پس از تعیین رطوبت ظرفیت مزرعهای و نقطه پژمردگی دائم با استفاده دستگاه صفحات فشاری، رطوبت قابل استفاده گیاه از تفاضل آنها حاصل گردید.

جدول ۱- ویژگی های خاک مورد استفاده

بافت	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس / م ^۲)	واکنش شیمیایی (۱:۱)	ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول / بار بر کیلوگرم)	کربن آلی (کیلوگرم / کیلوگرم)	نیتروژن کل (کیلوگرم / کیلوگرم)	فسفر قابل استفاده (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)
لوم رس	۵۵/۰	۹/۷	۹/۱۳	۵/۷	۹۱/۰	۱۲/۱۱	۱۲۱

داده های مربوط به وزن خشک زیست توده، واکنش شیمیایی، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و آب قابل استفاده گیاه در سه تکرار و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها با بهره گیری از آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

جدول ۲- ویژگی های پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی

نوع ماده	واکنش شیمیایی	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس / م ^۲)	کربن (گرم بر کیلوگرم)	هیدروژن (گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (گرم بر کیلوگرم)
پوسته شلتوک	۵/۶	۲۱/۰	۴۰۴	-	۱/۴
برنج	۴/۷	۳۶/۰	۱/۴۵۱	۸/۲۹	۴/۵

نتایج و بحث

نسبت مولی هیدروژن به کربن در زغال زیستی برابر با ۷۹/۰ بود. نسبت های مولی هیدروژن به کربن کم، نشان دهنده ی حضور کربن آروماتیک بیشتر و در نتیجه مقاومت بیشتر در برابر تجزیه است (Schmidt and Noak ۲۰۰۰). مواد اولیه زیست توده (از قبیل پوسته شلتوک برنج) دارای نسبت مولی هیدروژن به کربن حدود ۵/۱ هستند اما با تجزیه حرارتی زیست توده این نسبت کاهش می یابد (Krull et al. ۲۰۰۹). بنابراین می توان نتیجه گرفت زغال زیستی در مقایسه با پوسته شلتوک برنج، دارای کربن آروماتیک بیشتر، مقاوم تر به تجزیه است و در نتیجه ابزار مؤثرتری جهت توقف کربن در خاک خواهد بود.

تأثیر نوع ماده و سطح کاربرد بر میزان کربن آلی خاک معنی دار و اثرات متقابل نوع ماده * سطح کاربرد غیر معنی دار بود (جدول ۳). کربن آلی خاک در تیمارهای زغال زیستی بیشتر از تیمارهای پوسته خام شلتوک برنج و شاهد بود (شکل ۱). کاربرد زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج در مقایسه با شاهد به ترتیب موجب افزایش ۲۱ درصدی و ۶ درصدی کربن آلی خاک شدند. با افزایش سطح کاربرد پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی، کربن آلی خاک افزایش یافت (شکل ۱). توقف خالص کربن در خاک زمانی رخ می دهد که ورودی کربن به خاک بیشتر از معدنی شدن آن باشد (Bock et al. ۲۰۰۷). بنابراین افزودن پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی، موجب آغاز تجمع کربن در خاک گردید که به دلیل مقاومت بیشتر زغال زیستی در برابر تجزیه، اثرات کاربرد آن بر افزایش کربن آلی خاک، بیشتر بوده است. این یافته با نتایج سایر محققین مطابقت دارد. در مطالعه ای آزمایشگاهی در مورد اثرات کاربرد کاه و کلس برنج و زغال زیستی آن گزارش شده است که کربن آلی خاک در تیمار زغال زیستی تولیدی در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد تیمار کاه و کلس برنج < خاک شاهد بود (Yun-feng et al. ۲۰۱۴).

تأثیر نوع ماده بر مقدار آب قابل استفاده گیاه، معنی دار و تأثیر سطح کاربرد و اثرات متقابل نوع ماده * سطح کاربرد، غیر معنی دار بود (جدول ۳). آب قابل استفاده گیاه در تیمارهای زغال زیستی بیشتر از تیمارهای پوسته شلتوک برنج و شاهد بود (شکل ۲). کاربرد زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج در مقایسه با شاهد به ترتیب موجب افزایش ۱۵ و کاهش ۱۹ درصدی رطوبت قابل استفاده گیاه شدند. پوسته خام شلتوک برنج در مقایسه با خاک، دارای اندازه درشت تر، سطح ویژه کمتر و در نتیجه ظرفیت نگهداری رطوبت کمتری است، اما زغال زیستی با دارا بودن سطح ویژه زیاد به دلیل کاهش اندازه ذرات پوسته خام شلتوک برنج در اثر تجزیه حرارتی و ساختار بسیار متخلخل خود می تواند موجب بهبود نگهداری رطوبت در خاک شود. در مطالعه ای در مورد اثرات کاربرد زغال زیستی بر ویژگی های هیدرولوژیکی خاک، افزایش ۹۷ درصدی آب قابل استفاده گیاه گزارش شده است (Uzoma et al. ۲۰۱۱).

نوع ماده، تأثیر معنی دار بر واکنش شیمیایی خاک داشت، واکنش شیمیایی تیمارهای پوسته شلتوک برنج در مقایسه با واکنش شیمیایی تیمارهای زغال زیستی و شاهد کمتر بود (شکل ۳) اما تأثیر سطح کاربرد و اثرات متقابل نوع ماده * سطح کاربرد، معنی دار نبود. گزارشاتی حاکی از افزایش واکنش شیمیایی خاک در اثر کاربرد بقایای گیاهی (Sakala et al. ۲۰۰۴) و زغال زیستی)

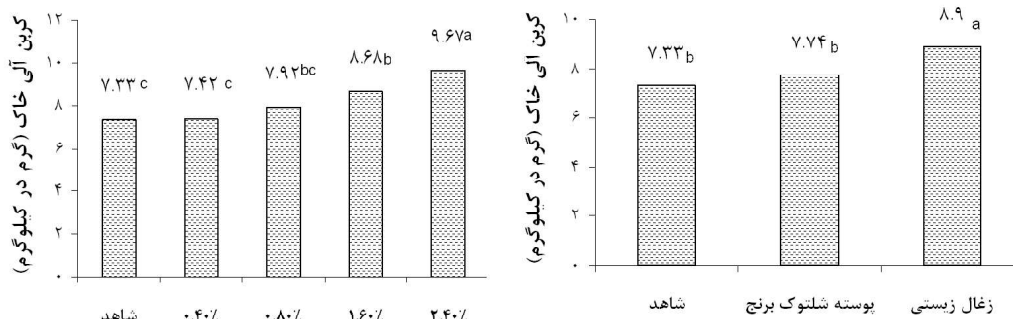
چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

Yamato et al. ۲۰۰۶) وجود دارند اما این مطالعات در خاک‌های اسیدی با واکنش شیمیایی کمتر از واکنش شیمیایی بقایای گیاهی یا زغال زیستی مورد استفاده، انجام گرفته‌اند. خاک مورد استفاده در این مطالعه، خاک قلیائی با واکنش شیمیایی برابر با ۹/۷ بود که می‌تواند مانع بروز اثر افزایش واکنش شیمیایی خاک توسط زغال زیستی با واکنش شیمیایی برابر با ۴/۷ باشد. کمتر بودن واکنش شیمیایی پوسته شلتوک برنج در مقایسه با خاک قلیائی مورد مطالعه نیز می‌تواند دلیلی بر کاهش جزئی واکنش شیمیایی خاک در تیمارهای پوسته شلتوک برنج باشد.

جدول ۳- میانگین مربعات (تجزیه واریانس) ویژگی‌های خاک و زیست‌توده گیاهی

زیست‌توده کل	اب قابل استفاده گیاه	ظرفیت تبادل کاتیونی	کربن آلی	هدایت الکتریکی	واکنش شیمیایی	
ns ۶۱/۲	۰۰۳/۰**	ns ۴۵/۰	۵۱/۵**	ns ۰۰۲/۰	۰۵۰/۰**	نوع ماده
ns ۷۰/۲	ns ۰۰۳/۰	ns ۴۲/۰	۷۷/۵**	ns ۰۲/۰	ns ۰۰۲/۰	سطح کاربرد
ns ۷۱/۱	ns ۰۰۴/۰	ns ۰۸/۰	ns ۲۲/۰	ns ۰۰۷/۰	ns ۰۰۸/۰	اثرات متقابل نوع * سطح کاربرد
۵۶/۱	۰۰۱/۰	۱۴/۰	۴۵/۰	۰۰۵/۰	۰۰۴/۰	خطا

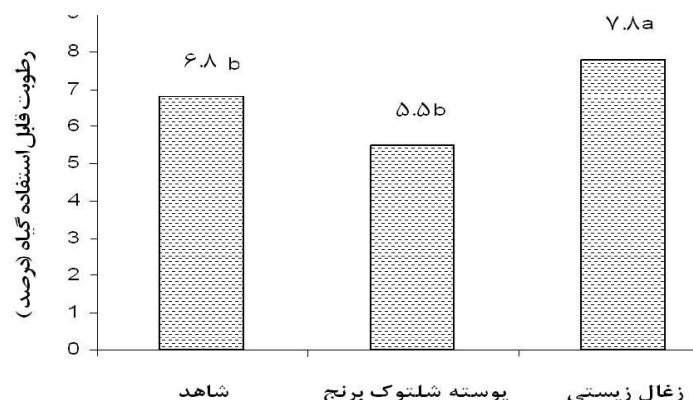
غیر معنی دار، * و **: به ترتیب نشان‌دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد: ns



شکل ۱- تاثیر نوع ماده (پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی) بر کربن آلی خاک (سمت راست) و تاثیر سطوح کاربرد پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی بر کربن آلی خاک (سمت چپ) (حروف مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد).

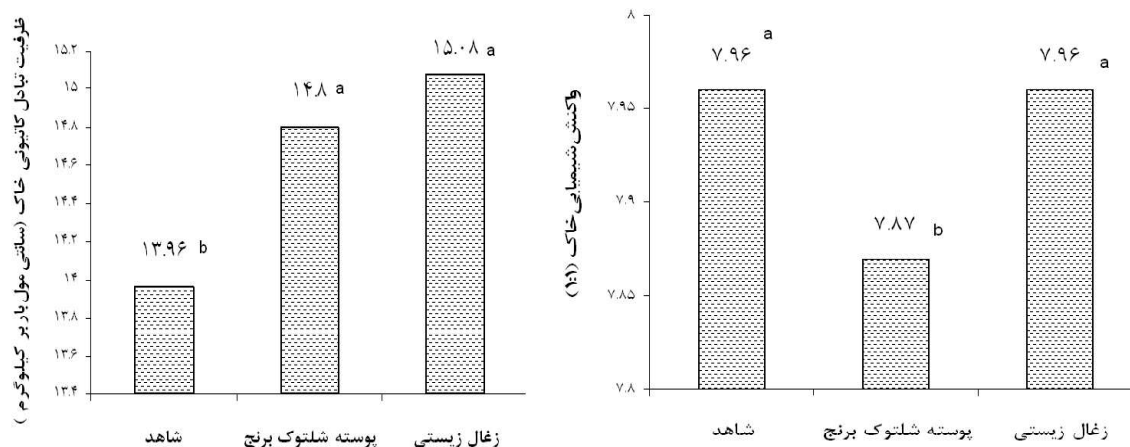
نوع ماده، سطح کاربرد و اثرات متقابل نوع ماده * سطح کاربرد تاثیر معنی دار بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و وزن خشک زیست‌توده گیاه نداشتند (جدول ۳). ظرفیت تبادل کاتیونی زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج تفاوت معنی دار نداشتند اما ظرفیت تبادل کاتیونی در تیمارهای زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج به طور معنی دار بیشتر از خاک شاهد بود (شکل ۳). در مطالعه‌ای در مورد اثرات کاربرد کاه و کلش برنج، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از ۲۹/۱۴ به ۵۶/۱۱ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم گزارش شده است (Ogbodo ۲۰۱۱). زغال زیستی نیز با دارا بودن تخلخل و سطح ویژه زیاد می‌تواند موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک گردد. در مطالعه‌ای، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی از ۷/۲۲ به ۶۹/۳۳ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم خاک در نتیجه کاربرد زغال زیستی ساقه ذرت گزارش شده است (Nigussie et al. ۲۰۱۲).

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه



شکل ۲- تاثیر نوع ماده (پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی) بر رطوبت قابل استفاده گیاه (حروف مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد).

وزن خشک زیست توده در تیمارهای زغال زیستی با میانگین ۴۲/۹ گرم بیشتر از تیمار پوسته شلتوک برنج و خاک شاهد به ترتیب با میانگین ۷۶/۸ و ۲۲/۸ گرم بود اما این تفاوت معنی دار نبود. گزارشاتی مبنی بر افزایش (Yamato et al. ۲۰۰۶) و کاهش رشد گیاه (Gaskin et al. ۲۰۱۰) بر اثر کاربرد زغال زیستی وجود دارد. اغلب مطالعات حاکی از افزایش زیست توده گیاهی در اثر کاربرد زغال زیستی در خاک های هوادیده و اسیدی انجام گرفته است که اثرات مثبت زغال زیستی بر تولید زیست توده بیشتر ناشی از تاثیر آن بر کاهش اسیدیته خاک است (Yamato et al. ۲۰۰۶). علاوه بر این به نظر می رسد که در کوتاه مدت نظیر دوره رشد رویشی که در این مطالعه مدنظر قرار گرفت، اثرات مثبت زغال زیستی بر افزایش زیست توده نمایان نگردد.



شکل ۳- تاثیر نوع ماده (پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی) بر واکنش شیمیایی خاک (سمت راست) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (سمت چپ) (حروف مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد).

به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد که زغال زیستی در مقایسه با پوسته خام شلتوک برنج، توانایی بیشتری جهت توقف کربن و افزایش مقدار آن در خاک دارد. علاوه بر این، زغال زیستی، اثرات مثبت بیشتری بر بهبود سایر ویژگی های خاک از قبیل ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، رطوبت قابل استفاده گیاه و همچنین رشد گیاه داشت. بنابراین زغال زیستی، ابزاری مناسب برای مبارزه با گرمایش جهانی، بهبود کیفیت خاک و افزایش رشد گیاهان است.

منابع

- Amonette, J.E. and Joseph, S. ۲۰۰۹. Characteristics of biochar: Microchemical properties. In: Lehmann, J., and Joseph, S. (eds). Biochar for environmental management: Science and Technology. Eds Earthscan, London, Sterling, VA, Pp: ۳۳-۵۲.



- Bock, M., Glaser, B. and Millar, N. ۲۰۰۷. Sequestration and turn over plant and microbially derived sugars in a temperate grass soil during exposed to elevated atmospheric pCO_2 . *Global Change Biology*, ۱۳: ۴۷۸-۴۹۰.
- Czimczik, C. I. and Masiello, C. A. ۲۰۰۷. Controls on black carbon storage in soils. *Global Biogeochemistry Cycle*. ۲۱: GB۳۰۰۵.
- Gaskin, J. W., Speir, R. A., Harris, K., Das, K. C., Lee, R. D., Morris, L. A. And Fisher, D. S. ۲۰۱۰. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. *Agronomy Journal*, ۱۰۲: ۶۲۳-۶۳۳.
- Haefele, M. S., Konboon, Y., Wangboon, W., Amarante, S., Maarifat, A. A. and Pfeiffer, M. E. ۲۰۱۱. Effects and fate of biochar from rice residues in rice-based systems. *Field Crops Research*, ۱۲۱(۳): ۴۳۰-۴۴۰.
- Krull, E.S., Baldock, J.A., Skjemstad, J.O. and Smernik, R.J. ۲۰۰۹. Characteristics of biochar: organo-chemical properties. In: Lehmann, J., and Joseph, S. (eds.). *Biochar for Environmental Management*. Earthscan, London, Pp: ۵۳-۶۶.
- Lehman, J., Rilling, M., Thies, J., Masellio, C. A., Hackaday, W. C. and Crowley, D. ۲۰۱۱. Biochar effects on soil biota-a review. *Soil Biology and Chemistry*, ۴۳: ۱۸۱۲-۱۸۳۶.
- Lu, Y. H., Watanabe, A., and Kimura, M. ۲۰۰۳. Carbon dynamics of rhizoposits, root and shoot residues in a rice soil. *Soil Biology and Chemistry*, ۳۵: ۱۲۲۳-۱۲۳۰.
- Nigussie, A., Kissi, E., Mastawesha, M., and Ambaw, G. ۲۰۱۲. Effect of biochar application on Soil Properties and Nutrient Uptake of Lettuces (*Lactuca Sativa*) Grown in Chromium Polluted Soils. *American -Eurasian Journal of Agriculture and environment Science*, ۱۲(۳): ۳۶۹-۳۷۶.
- Ogbodo, E. N. ۲۰۱۱. Effect of crop residue on soil properties and rice yield on an Ultisol at Abakalili, Southeastern Nigeria. *Word Journal of Agricultural Sciences*, ۷: ۱۳-۱۸.
- Schmidt, M.W. I. and Noack, A.G. ۲۰۰۰. 'Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges', *Global Biogeochemical Cycles*, ۱۴: ۷۷۷-۷۹۳.
- Sakala, G. M., Rowell, D. L. and Pilbeam, C. J. ۲۰۰۴. Acid-base reactions between an acidic soil and plant residues. *Geoderma*, ۱۲۳: ۲۱۹-۲۳۲.
- Troy, S. M., Lawlor, P. G., O Flynn, C. J. and Hearly, M. G. ۲۰۱۳. Impact of biochar addition to soil on greenhouse gas emissions following pig manure application. *Biology and Fertility of Soils*, ۴۷: ۸۸۷-۸۹۶.
- Uzoma, K. C., Inoue, M., Andry, H., Zahoor, A. and Nishihara, E. ۲۰۱۱. Influence of biochar application on sandy soil hydraulic properties and nutrient retention. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, ۹: ۱۱۳۷-۱۱۴۳.
- Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I. F., Anshori, S. and Ogawa, M. ۲۰۰۶. Effects of the application of charred bark in *Acacia mangium* on the yield of maize, cowpea, peanut and soil chemical properties in south Sumatra, Indonesia. *Soil Science Plant Nutrition*, ۵۲: ۴۸۹-۴۹۵.
- Yun-feng, Y., Xin-Hau, H., Ren, G., Hong-liang, M. And Yu-sheng, Y. ۲۰۱۴. Effects of rice straw and its biochar addition on soil labile carbon and soil organic carbon. *Journal of Integrated Agriculture*, ۱۳(۳): ۴۹۱-۴۹۸.

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of rice husk and its biochar on some soil properties and biomass production of lentil in a greenhouse condition. Results showed that soil organic carbon and plant available water were significantly higher in biochar treatment in comparison to rice husk and control treatments. Dry biomass of lentil was higher in biochar and rice husk treatments than control but these differences were not significant. Soil pH of rice husk treatment was significantly lower in comparison to control and biochar treatments. Cation exchange capacity was higher in rice husk and biochar treatments compared to control. Generally, it can be concluded that biochar production of crop residues such as rice husk is a good choice for long term carbon sequestration when these wastes are not returned to soil.