تاثیر زغال زیستی پوسته شلتوک برنج بر آبشویی نیترات در یک خاک رسی

محمد قربانی [۱]، حسین اسدی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه گیلان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

چکیده
این مطالعه با هدف تاثیر بیوچار پوسته شلتوک برنج در دو اندازه و دو سطح به تنهایی و همراه با کمپوست بر آبشویی نیترات از یک نمونه خاک رسی در یک بازه زمانی پنج ماهه در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار انجام شد. برای انجام تحقیق از گلدان‌های یک کیلوگرمی سوراخ‌دار استفاده شد که تحت چرخه‌های خشک و مرطوب شدن قرار می‌گرفتند. در هر چرخه، پس از آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و با میزان کافی آب (ظرفیت مزرعه‌ای بعلاوه ۲۰ درصد)، اجازه داده شد تا خاک تا حد رطوبت پژمردگی دائم خشک شود. زه‌آب حاصل از هر بار آبیاری جهت اندازه‌گیری مقدار نیترات جمع‌آوری می‌شد. بیوچار تحت دمای ۵۰۰ °C طی فرآیند تجزیه حرارتی در کوره تولید شد. نتایج نشان داد که مقدار آبشویی نیترات از تیمارهای حاوی کمپوست بیشتر از تیمارهای بدون کمپوست بوده است. همچنین میزان نیترات آبشویی یافته از تیمارهای حاوی بیوچار ۳ درصد به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود.

واژه های کلیدی: تخلخل بیوچار، سطح ویژه، حفظ نیتروژن

مقدمه
از مهمترین معضلات سیستمهای کشاورزی متداول، هدرروی کودهای شیمیائی مورد استفاده به‌ویژه کودهای نیتروژنی می‌باشد. این منابع نیتروژن طی فرآیندهای معدنی شدن، هیدرولیز و نیتریفیکاسیون به نیترات تبدیل می‌شوند در گزارشی مقدار آبشوئی نیترات در یك سیستم زراعی معمول بین ۲۵ تا ۹۰ $kg.ha^{-1}$ در سال عنوان شده است [Fields., ۲۰۰۴]. نیترات یک ماده مهم برای تغذیه گیاهان محسوب می‌شود ولی از نظر سلامت جامعه یک ماده مشخصه آلوده کننده است. یون نیترات دارای بار منفی است که جذب ذرات رس خاک که آنها هم دارای بار منفی هستند نمی‌شود و در نتیجه توسط باران شسته شده و به لایه‌های پایین‌تر خاک فرو رفته و از دسترس ریشه دور می‌شود [Tylova et al., ۲۰۰۵]. بنابراین مستقیما وارد جریان‌های آبی خواهد شد. سازمان بهداشت جهانی (WHO) حداکثر مجاز غلظت نیترات در آب شرب را ۵۰ $mg.l^{-1}$ تعیین نموده است [WHO, ۲۰۰۴b]. غلظت زیاد نیترات موجود در آب آشامیدنی نقش بسزایی در افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های خطرناک برای انسان از جمله دیابت، بیماری NHL , سرطان روده بزرگ و عوارض جانبی برای تولیدمثل خواهد داشت و گاهاً منجر به مرگ می‌شود [Ward et al., ۲۰۰۵]. به علاوه آبشویی املاح مختلف نیتروژن‌دار منجر به پایین آمدن راندمان کودهای نیتروژنی در تولید محصولات زراعی می‌شود. به‌منظور حل این مشکل، ایجاد شرایطی برای حفظ نیتروژن در لایه سطحی خاک نظیر افزایش سطوح جاذب املاح در خاک [Lehmann et al., ۲۰۰۳] مورد توجه محققین می‌باشد. استفاده از بیوچار به عنوان افزایش‌دهنده‌ی سطوح جاذب می‌تواند نقش بسزایی در این زمینه ایفا کند [Hollister et al., ۲۰۱۳ and Zhang et al., ۲۰۱۵]. بیوچار محصول تجزیه‌ی حرارتی بیومس، نظیر چوب، برگ گیاهان، باقیمانده‌های کشاورزی، کود و ... در یک فضای بسته‌ی بدون اکسیژن یا با اکسیژن محدود تحت حرارت زیاد می‌باشد. بیوچار مقاومت بالایی در برابر تجزیه داشته و توانایی بسیار بالایی در جذب یون‌ها در مقایسه با دیگر اشکال مواد آلی خاک دارا می‌باشد [Lehmann, ۲۰۰۷]. سطح ویژه بالای بیوچار فضای لازم برای شکل‌گیری تجمع کاتیون‌ها و آنیون‌ها را فراهم کرده و ظرفیت حفظ مواد غذایی خاک را بهبود می‌بخشد [Li et al., ۲۰۱۴]. داونی و همکاران [Downie et al., ۲۰۰۷] بهبود در بهره‌وری زراعی خاک اصلاح شده با بیوچار را به دلیل سطح ویژه بالای مخلوط خاک-بیوچار دانستند. منافذ بسیار ریز بیوچار (nm ۵۰ >) با داشتن قابلیت جذب موادی شامل گازها و مواد مغذی درون خاک و همچنین بالا بردن سطح ویژه کل به بهبود خاک کمک می‌کنند [Troeh and Thompson, ۲۰۰۵]. نولز و همکاران [Knowles et al., ۲۰۱۱] دریافتند که افزودن بیوچار باعث کاهش آبشویی نیترات و افزایش نیتروژن در محدوده‌ی ریشه می‌شود. هدف از این پژوهش بررسی اثر بیوچار حاصل از پوسته شلتوک برنج بر آبشویی نیترات و مقایسه اثر آن با کمپوست بقایای گیاهی بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور بررسی میزان آبشویی نیترات آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای به مدت ۵ ماه و با استفاده از گلدان‌های یک کیلوگرمی سوراخ‌دار انجام شد. خاک مورد استفاده دارای بافت رسی بود که پس از عبور از الک ۹ میلیمتر و اعمال تیمارها به گلدان منتقل شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جهت بررسی روند آبشویی نیترات تیمارهای آزمایشی در این طرح با در نظر گرفتن سه سطح مصرف بیوچار (۰، ۱ و ۳ درصد) و اندازه ذرات بیوچار در دو سطح اندازه بزرگ (با محدوده‌ی ۳ تا ۶ میلیمتر) و کوچک (عبور داده شده از الک ۱ میلیمتر) با و بدون مصرف کمپوست (با هدف ایجاد منبع نیتروژنی برای تولید نیترات)، به خاک اعمال شدند. بیوچار و کمپوست در سطوح مذکور و در سه تکرار آماده شد و به‌طور یکنواخت با خاک گلدان‌ها مخلوط شده و جهت انجام آزمایش آماده شدند. بیوچار تحت دمای ۵۰۰ C طی فرآیند تجزیه حرارتی در کوره الکتریکی تولید شد خصوصیات شیمیایی بیوچار در جدول ۲ ارائه شده است. در طول آزمایش، گلدان‌ها تحت چرخه‌های خشک و مرطوب شدن قرار گرفتند. در هر چرخه، پس از آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و با میزان کافی آب (ظرفیت مزرعه‌ای بعلاوه ۲۰ درصد)، اجازه داده شد تا خاک تا حد رطوبت پژمردگی دائم خشک شود. پس از هر بار آبیاری زه‌آب جمع شده در زیرگلدانی‌ها جمع‌آوری و نیترات آن به روش اسپکتروفتومتری [Greenberg and Eaton, ۲۰۰۵] قرائت شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها براساس طرح بلوک کاملا تصادفی و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

جدول ۱ - برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

ویژگی	مقدار	مشخصه	مقدار
شن (%)	۶/۱۷	CEC (c mol kg-۱)	۳۰./۲
سیلت (%)	۶/۳۶	MWD (mm)	۵۲/۱
رس (%)	۸/۴۵	(%) FC	۳۴
بافت	رسی	(%) PWP	۱۸
ماده آلی (%)	۱/۱	سدیم محلول (meq/۱۰۰g)	۳۷/۰
pH	۸۷/۶	پتاسیم محلول (meq/۱۰۰g)	۰۳/۰
EC (dS m-۱)	۲۳/۰	کلسیم محلول (meq/۱۰۰g)	۷۸/۰
BD ($g.cm^{-3}$)	۳/۱	منیزیم محلول (meq/۱۰۰g)	۵/۰

جدول۲- خصوصیات شیمیایی بیوچار

pH	EC ($ds.m^{-1}$)	C (%)	H/C
۱۸/۷	۳۴۷/۰	۷۸/۴۷	۶۱/۰

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها در ماه اول تاثیر بیوچار بر کاهش جزئی آبشویی نیترات را نشان داد. به طوری که تیمارهای ۳، ۴ و ۵ دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد بودند. در ماه دوم بیشترین میزان آبشویی مربوط به تیمار ۶ (حاوی کمپوست و بدون بیوچار) بوده که دارای اختلاف معنی‌داری با نه تیمار دیگر بوده است. دلیل این امر را می‌توان به حضور بیوچار در تیمارهای دیگر (به جز تیمار شاهد) و قابلیت جذب آنیونی با توجه به بالا بودن سطح ویژه‌ی بیوچار نسبت داد. بعد از آن تیمارهای شاهد، ۷ و ۹ بدون اختلاف معنی‌دار دارای آبشویی بالایی بودند. به نظر می‌رسد فقدان بیوچار در شاهد و کم بودن درصد بیوچار موجود در تیمارهای ۷ و ۹ که در عین حال حاوی کمپوست (به عنوان منبع تولید نیترات) نیز بودند می‌تواند بالا بودن آبشویی در این سه تیمار را توجیه کند. کمترین میزان آبشویی نیز مربوط به تیمارهای ۳ و ۵ (بیوچار با اندازه کوچکتر از ۱ میلی‌متر و در اندازه طبیعی در سطح ۳ درصد) بود. تیمارهای ۲ و ۴ که حاوی درصد برابری از بیوچار بودند اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند این امر نشان‌دهنده‌ی این است که اندازه‌ی ذرات بیوچار تاثیری در روند آبشویی نداشت. این نتیجه عیناً در تیمارهای متناظر ۳ و ۵، ۷ و ۹ و همین‌طور ۸ و ۱۰ نیز مشاهده شد. این نتایج با نتایج در ماه سوم نیز نتایج مقایسه میانگین مشابه نتایج بدست آمده در ماه دوم

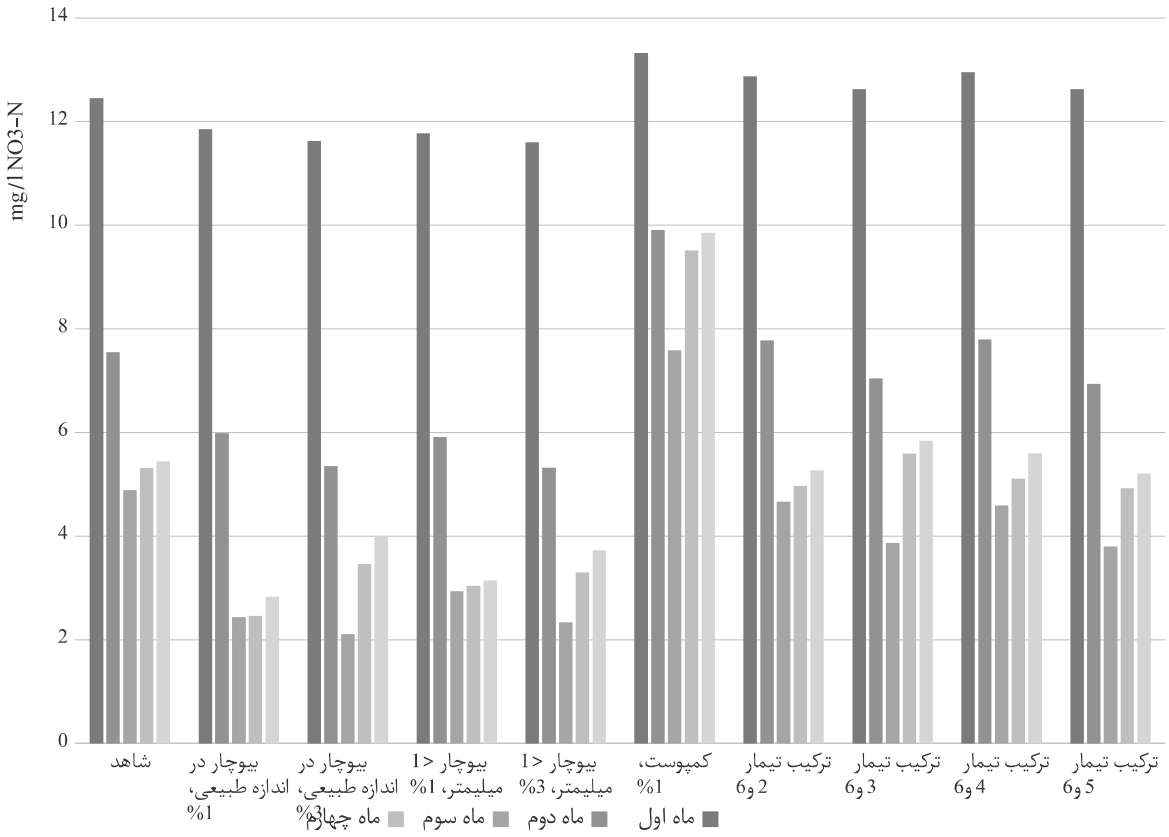
بود. کمترین میزان آبشویی در این ماه مربوط به تیمار ۳ بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را با تیمار ۵ نشان نداد. هر دو تیمار دارای بیشترین درصد بیوچار و فاقد منبع نیترات ساز (کمپوست) بودند. در ماه چهارم بیشترین مقدار آبشویی مربوط به تیمار کمپوست بوده که دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها می‌باشد و کمترین مقدار مربوط به تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ بوده که تفاوت معنی‌داری را از خود نشان ندادند. نبود اختلاف معنی‌دار بین این تیمارها نشانگر این است که تیمارهای ۲ و ۴ که دارای درصد کم بیوچار (۱%) بودند نیز با گذشت زمان تاثیر خود را در کاهش مقدار آبشویی نشان دادند. این درحالی است که در ماه‌های ابتدایی تیمارهای ۲ و ۴ اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۳ و ۵ داشتند. همچنین تیمارهای ۷، ۹ و ۱۰ نیز تفاوت معنی‌داری بین آنها دیده نشد. به طور کلی تیمارهای بدون کمپوست اختلاف معنی‌داری را نسبت به تیمارهای حاوی کمپوست از خود نشان دادند. این امر می‌تواند نشان دهنده‌ی نقش کمپوست به عنوان منبعی برای تولید نیترات باشد. نتایج بدست آمده در ماه چهارم عیناً در ماه پنجم نیز تکرار شد. این امر نشان دهنده‌ی ثبات اثرگذاری تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ در ادامه آزمایش می‌باشد (جدول ۳).

جدول۳- مقایسه میانگین مقدار نیترات اندازه‌گیری شده بین تیمارها در مدت ۵ ماه آزمایش (mg/l NO۳-N)

	تیمار	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۱	شاهد	cd ۱۲.۴۴۶	b ۷.۵۵۵	b ۴.۸۸۳	c ۵.۳۱۲	c ۵.۴۳۷
۲	بیوچار در اندازه طبیعی، ۱%	d ۱۱.۸۵	d ۵.۹۸۳	d ۲.۴۳۶	f ۲.۴۵۳	f ۲.۸۲۳
۳	بیوچار در اندازه طبیعی، ۳%	e ۱۱.۶۲	e ۵.۳۴۸	e ۲.۱۰۸	e ۳.۴۵۸	d ۳.۹۸۴
۴	بیوچار <۱ میلیمتر، ۱%	e ۱۱.۷۷	d ۵.۹	d ۲.۹۳۳	ef ۳.۰۳۸	ef ۳.۱۴۴
۵	بیوچار <۱ میلیمتر، ۳%	e ۱۱.۵۹۶	e ۵.۳۱	e ۲.۳۳۸	ef ۳.۳۰۱	de ۳.۷۲۴
۶	کمپوست، ۱%	a ۱۳.۳۲	a ۹.۹۹	a ۷.۵۸۱	a ۹.۵۱	a ۹.۸۵۲
۷	ترکیب تیمار ۲ و ۶	bc ۱۲.۸۶۹	b ۷.۷۷۲	b ۴.۶۶۳	d ۴.۹۶۳	c ۵.۲۶۹
۸	ترکیب تیمار ۳ و ۶	bcd ۱۲.۶۲۳	c ۷.۰۴	c ۳.۸۶۴	b ۵.۵۹	b ۵.۸۳۶
۹	ترکیب تیمار ۴ و ۶	ab ۱۲.۹۴۶	b ۷.۷۹۳	b ۴.۵۹۱	d ۵.۱۰۵	c ۵.۵۹۴
۱۰	ترکیب تیمار ۵ و ۶	bcd ۱۲.۶۲	c ۶.۹۳۸	c ۳.۷۹۶	d ۴.۹۱۸	c ۵.۲۰۳

.میانگین‌های دارای حداقل یك حرف مشترك در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معني‌دار در سطح ۵ درصد مي‌باشند *

در طول مدت آزمایش میزان آبشویی نیترات در تمام تیمارها در ماه‌های دوم و سوم نسبت به ماه اول به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (شکل ۱). آبشویی زیاد نیترات در ماه اول را می‌توان به حضور نیترات بیشتر در ابتدای دوره آزمایش نسبت داد. قرائت‌های صورت گرفته در ماه‌های چهارم و پنجم افزایش مقدار نیترات در زه‌آب گلدان‌ها را نشان دادند. این افزایش در تیمارهای ۳، ۵، ۶، ۸ و ۱۰ نسبت به ماه سوم اختلاف معنی‌داری بود، درحالی که سایر تیمارها افزایش معنی‌داری را نسبت به ماه سوم از خود نشان ندادند. خصوصیت جاذبه الرطوبه بودن بیوچار و بالا بودن تخلخل ریز در ساختار آن این امکان را برای میکروارگانیزم‌ها و سایر فرآیندهای نیترات‌ساز تسهیل می‌کند. افزایش میزان نیترات در قرائت‌های ۴ و ۵ در تیمارهای ۳، ۵، ۸ و ۱۰ که میزان بیوچار مصرفی در آنها ۳% بود تائیدکننده‌ی این موضوع است. از طرفی تیمار ۶ (کمپوست) علی‌رقم افزایش معنی‌دار در تولید نیترات برخلاف تیمارهای معنی‌دار شده و حاوی بیوچار ۳% قادر به حفظ نیترات نبوده و بخش زیادی از آن آبشویی می‌شود. کم بودن میزان آبشویی در تیمارهای ۳، ۵، ۸ و ۱۰ نسبت به تیمار ۶ را می‌توان به دلیل سطح ویژه‌ی بالای ذرات بیوچار دانست. به جز تیمار ۳ که در قرائت ۴ و ۵ معنی‌دار شده است، میزان آبشویی در سایر تیمارها در این دو قرائت با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.



شکل ۱- مقایسه میانگین نیترات آبشویی یافته طی دوره آزمایش برای هر تیمار
میانگین‌های دارای حداقل يك حرف مشترك در هر تيمار، فاقد اختلاف آماری معني‌دار در سطح ۵ درصد مي‌باشند *

منابع

Downie, A., L. Van Zwieten, W. Doughty. F. Joseph, ۲۰۰۷. Nutrient retention characteristics of chars and the agronomic implication, Preceedings, International Agrichar Conference, ۳۰th April - ۲nd May ۲۰۰۷, Terrigal, Australia.

Fields S. Global nitrogen: cycling out of control. Environ Health Perspect. ۲۰۰۴. ۱۱۲:A۵۵۷ A۵۶۳.

Greenberg, A and A. Eaton. ۲۰۰۵. Standard methods for examination of water and waste water. American Public Health Association.

Hollister, C.C., J.J. Bisogni and J. Lehmann. ۲۰۱۳. Ammonium, Nitrate, and Phosphate Sorption to and Solute Leaching from Biochars Prepared from Corn Stover and Oak Wood. Journal of Environmental Quality. ۴۲: ۱۳۷-۱۴۴.

Knowles, O.A., B.H. Robinson, A. Contangelo and L. Clucas. ۲۰۱۱. Biochar for the mitigation of nitrate leaching from soil amended with biosolids.Science of The Total Enviornment, ۴۰۹: ۳۲۰۶-۳۲۱۰.

Lehmann, J., da Silva, J. P., Jr., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., & Glaser, B. (۲۰۰۳). Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant and Soil, ۲۴۹, ۳۴۳-۳۵۷.

Lehmann, J. (۲۰۰۷). Bio-energy in the black. Front Ecol Environ, ۵, ۳۸۱-۳۸۷.

Li, Ji-hui., Guo-hua Lv, Wen-bo Bai, Qi Liu, Yuan-cheng Zhang & Ji-qing Song (۲۰۱۴). Modification and use of biochar from wheat straw (Triticum aestivum L.) for nitrate and phosphate removal from water. Desalination and Water Treatment; DOI ۱۰.۱۰۸۰/۱۹۴۴۳۹۹۴.۲۰۱۴.۹۹۴۱۰۴

Troeh, F. R and L.M. Thompson. ۲۰۰۵. Soils and Soil Fertility, Blackwell Publishing, Iowa, US.

Tylova, M.E, Lorenzen, B, Brix, H. Votrubova. O, ۲۰۰۵. The effects of NH۴ and NO۳ on growth, resource allocation and nitrogen uptake kinetics of Phragmites australis and Glyceria maxima. Aquatic Botany ۸۱ (۲۰۰۵) ۳۲۶-۳۴۲

Ward. Mary H., Theo M. deKok., Patrick Levallois., Jean Brender., Gabriel Gulis., Bernard T. Nolan., and James VanDerslice. ۲۰۰۵. Drinking-Water Nitrate and Health—Recent Findings and Research Needs. Environ Health Perspect. ۱۱۳(۱۱): ۱۶۰۷-۱۶۱۴.

WHO ۲۰۰۴b. Guidelines for Drinking Water Quality. ۳rd Ed, Vol. ۱, Recommendations. Geneva:World Health Organization.

Abstract

This research was conducted to study the effect of rice husk biochar in two sizes with and without compost on nitrate leaching for a clayey soil sample during a five month period. The experiment was based on completely randomized design with three replications. One kilogram pots were used and incubated under wetting and drying cycles. The amount of irrigation water was based on field capacity plus ۲۰ percent which has added to the pots and permits them to dry until PWP reached. The leached water from the bottom of each pot was collected and analyzed for nitrate. The biochar was produced from rice husk under pyrolysis condition at ۵۰۰ ^{o}C. The results show that nitrate leaching is higher in pots contain compost than those without compost. Also, application of ۳ percent biochar significantly reduced nitrate leaching in compare to other treatments.