

اثر بیوچار و کمپوست بر آبشویی نیترات در یک خاک لوم شنی

محمد قربانی^۱، حسین اسدی^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناس ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه گیلان، ۲- دانشیار دانشگاه تهران

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثر بیوچار پوسته شلتوک برنج در دو اندازه و دو سطح ۱ و ۳ درصد به تنهایی و همراه با کمپوست بر آبشویی نیترات از یک نمونه خاک لوم شنی در یک بازه زمانی پنج ماهه در قالب طرح کاملاً 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 ۵۰°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 بود و کاربرد بیوچار در تمام مدت آزمایش موجب کاهش معنی‌دار آن شد. تیمار حاوی بیوچار ۳ درصد بیش‌ترین اثر را در کاهش آبشویی نیترات داشت.

واژه‌های کلیدی: تخلخل، سطح ویژه، حفظ نیتروژن

مقدمه

از مهم‌ترین معضلات سامانه‌های کشاورزی متداول، هدرروی کودهای شیمیایی مصرفی به‌ویژه کودهای نیتروژنی می‌باشد. این منابع نیتروژن طی فرآیندهای معدنی شدن، هیدرولیز و نیتریفیکاسیون به نیترات تبدیل می‌شوند. در گزارشی مقدار آبشویی نیترات در یک سیستم زراعی معمول بین ۲۵ تا ۹۰ kg.n⁻¹ در سال عنوان شده است [Fields., 2004]. 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., 2005]. بنابراین مستقیماً 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, 2004]. 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 گاهی منجر به مرگ می‌شود [Ward et al., 2005]. 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., 2007] مورد توجه محققین می‌باشد. استفاده از بیوچار به عنوان افزایش‌دهنده‌ی سطوح جاذب می‌تواند نقش بسزایی در این زمینه ایفا کند [Hollister et al., 2013 and Zhang et al., 2012]. بیوچار محصول تجزیه‌ی حرارتی زیتوده‌هایی نظیر چوب، برگ گیاهان، باقیمانده‌های کشاورزی و کود در یک فضای بسته‌ی بدون اکسیژن یا با اکسیژن محدود تحت حرارت زیاد می‌باشد. سطح ویژه بالای بیوچار فضای لازم برای تجمع کاتیون‌ها و آنیون‌ها را فراهم کرده و ظرفیت حفظ مواد غذایی خاک را بهبود می‌بخشد (Xu et al., 2013; Li et al., 2014). همکاران، (۱۳۹۴). بیوچار مقاومت بالایی در برابر تجزیه داشته و توانایی بسیار بالایی در جذب یون‌ها در مقایسه با دیگر اشکال مواد آلی خاک دارا می‌باشد [Yoo et al., 2014]. داونی و همکاران [Downie et al., 2007] بهبود در بهره‌وری زراعی خاک اصلاح شده با بیوچار را به دلیل سطح ویژه بالای مخلوط خاک-بیوچار دانستند. منافذ بسیار ریز بیوچار (< ۵۰ nm) 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, 2005]. نولز و همکاران [Knowles et al., 2011] 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 در یک نمونه خاک سبک بافت 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 لوم شنی بود که پس از عبور از الک ۹ میلی‌متر و اعمال تیمارها به گلدان منتقل شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه مورد استفاده 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 500°C طی فرآیند تجزیه حرارتی در کوره الکتریکی تولید شد خصوصیات شیمیایی بیوچار در جدول ۲ آمده 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, 2005] قرائت شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها براساس طرح بلوک کاملاً 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 (%)	۶۶/۴	CEC (c mol kg^{-1})	۲۴/۵
سیلت (%)	۱۵/۳	MWD (mm)	۰/۵۶
رس (%)	۱۷/۳	FC (%)	۲۶
بافت لوم شنی		PWP (%)	۱۱
ماده آلی (%)	۰/۵۳	سدیم محلول (mg/kg^{-1})	۵۵
pH	۴/۲۸	پتاسیم محلول (mg/kg^{-1})	۷/۸
EC (dS m^{-1})	۰/۲۳	کلسیم محلول (mg/kg^{-1})	۷۶
BD (g.cm^{-3})	۱/۶۱	منیزیم محلول (mg/kg^{-1})	۳۴

FC: رطوبت ظرفیت مزرعه؛ PWP: رطوبت نقطه پژمردگی؛ BD: جرم مخصوص ظاهری؛ EC: قابلیت هدایت الکتریکی

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی بیوچار

pH	EC (dS m^{-1})	میزان کربن (%)	نسبت مولی هیدروژن به کربن
۷/۱۸	۰/۳۴۷	۴۷/۸	۰/۶۱

pH و EC (قابلیت هدایت الکتریکی) در عصاره ۱ به ۲۰ اندازه‌گیری شده است.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها در ماه اول، تاثیر بیوچار بر کاهش جزئی آبشویی نیترات را نشان داد (جدول ۳). به طوری که تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ (تیمارهای حاوی بیوچار به تنهایی) دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد بودند. در ماه دوم بیش‌ترین میزان آبشویی مربوط به تیمار ۶ (حاوی کمپوست و بدون بیوچار) بود. 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 تأثیری 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 در ماه سوم نیز مشابه نتایج به‌دست 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 تأثیر 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 نشان‌دهنده‌ی نقش کمپوست به عنوان منبعی برای تولید نیترات باشد. نتایج به‌دست آمده در ماه چهارم عیناً در ماه پنجم نیز تکرار شد. این امر نشان‌دهنده‌ی ثبات اثرگذاری تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ در ادامه آزمایش می‌باشد (جدول ۳).

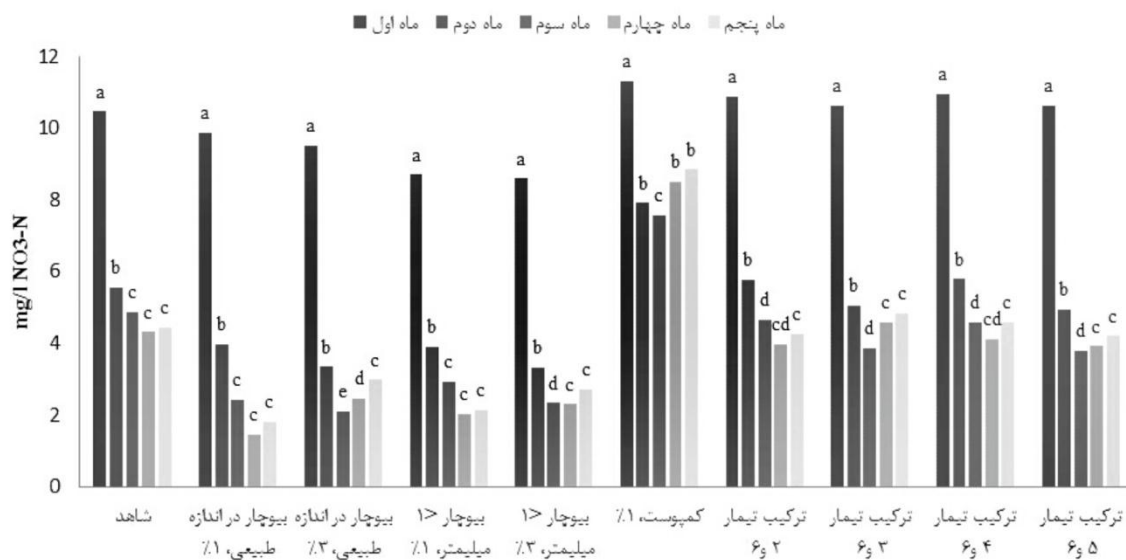
جدول ۳- مقایسه میانگین مقدار نیترات اندازه‌گیری شده بین تیمارها در مدت پنج ماه آزمایش (NO₃-N mg/l)

شماره تیمار	تیمار	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۱	شاهد	10.4 cd	5.5 b	4.9 b	4.3 c	4.4 c
۲	بیوچار در اندازه طبیعی، ۱٪	9.8 e	3.9 d	2.4 d	1.4 f	1.8 f
۳	بیوچار در اندازه طبیعی، ۳٪	9.6 e	3.3 e	2.1 e	2.4 e	2.9 d
۴	بیوچار > ۱ میلی‌متر، ۱٪	8.8 e	3.9 d	2.9 d	2.1 ef	2.1 ef
۵	بیوچار > ۱ میلی‌متر، ۳٪	8.6 e	3.3 e	2.3 e	2.3 ef	2.7 de
۶	کمپوست، ۱٪	11.3 a	7.9 a	7.6 a	8.5 a	8.8 a
۷	ترکیب تیمار ۲ و ۶	10.8 bc	5.7 b	4.6 b	3.9 d	4.3 c
۸	ترکیب تیمار ۳ و ۶	10.6 bcd	5.1 c	3.8 c	4.6 b	4.8 b
۹	ترکیب تیمار ۴ و ۶	10.9 ab	5.8 b	4.6 b	4.1 d	4.6 c
۱۰	ترکیب تیمار ۵ و ۶	10.6 bcd	4.9 c	3.8 c	3.9 d	4.2 c

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

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 معنی داری بود، در حالی که سایر تیمارها افزایش معنی داری 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 نیترات ساز تسهیل می کند. افزایش میزان نیترات در قرائت های ۴ و ۵ در تیمارهای ۳، ۵، ۸ و ۱۰ که میزان بیوچار مصرفی در آنها ۳٪ بود تأییدکننده ی این موضوع است. از طرفی تیمار ۶ (کمیوست) علی رقم افزایش معنی دار در تولید نیترات برخلاف تیمارهای معنی دار شده و حاوی بیوچار ۳٪ قادر به حفظ نیترات نبوده و بخش زیادی از آن آبشویی می شود. کم بودن میزان آبشویی در تیمارهای ۳، ۵، ۸ و ۱۰ نسبت به تیمار ۶ را می توان به دلیل سطح ویژه ی بالای ذرات بیوچار دانست. به جز تیمار ۳ که در قرائت ۴ و ۵ معنی دار شده است، میزان آبشویی در سایر تیمارها در این دو قرائت با هم اختلاف معنی داری را نشان ندادند.



شکل ۱- مقایسه میانگین نیترات آبشویی یافته طی دوره انکوباسیون برای هر تیمار

* میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر تیمار، فاقد اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند

منابع

- قربانی م.، اسدی ح. و ابریشم کش س. تاثیر بیوچار (زغال زیستی) پوسته شلتوک برنج بر آبشویی نیترات در یک خاک رسی. ۱۳۹۴. مجله پژوهش های علوم خاک و آب، جلد ۲۹، شماره ۴، صفحه های ۱۲۷ تا ۱۳۴.
- Downie A., Van Zwieten L., Doughty. W. and Joseph F. 2007. Nutrient retention characteristics of chars and the agronomic implication, Preceedings, International Agrichar Conference, 30th April – 2nd May 2007, Terrigal, Australia.
- Fields S. 2004. Global nitrogen: cycling out of control. Environ Health Perspect, 112: 557 -563.
- Greenberg A. and Eaton A. 2005. Standard methods for examination of water and waste water. American Public Health Association.
- Hollister C.C., Bisogni J.J. and Lehmann J. 2013. Ammonium, Nitrate, and Phosphate Sorption to and Solute Leaching from Biochars Prepared from Corn Stover and Oak Wood. Journal of Environmental Quality. 42: 137-144.
- Knowles O.A., Robinson B.H., Contangelo A. and Clucas L. 2011. Biochar for the mitigation of nitrate leaching from soil amended with biosolids. Science of The Total Environment, 409: 3206-3210.
- Lehmann J. 2007. Bio-energy in the black. Front Ecol Environ, 5, 381–387.
- Li J.H., Lv G.H., Bai W.B., Liu Q., Zhang Y.C. and Song J.Q. 2014. Modification and use of biochar from wheat straw (*Triticum aestivum* L.) for nitrate and phosphate removal from water. Desalination and Water Treatment; DOI 10.1080/19443994.2014.994104.
- Troeh F. R. and Thompson L.M. 2005. Soils and Soil Fertility, Blackwell Publishing, Iowa, US.



- Tylova M.E, Lorenzen B., Brix H. and Votrubova O. 2005. The effects of NH₄ and NO₃ on growth, resource allocation and nitrogen uptake kinetics of *Phragmites australis* and *Glyceria maxima*. *Aquatic Botany*, 81: 326–342.
- Ward M. H., Theo M. d., Levallois P., Brender J., Gulis G., Nolan B.T., and VanDerslice J. 2005. Drinking-Water Nitrate and Health—Recent Findings and Research Needs. *Environ Health Perspect*, 113(11): 1607–1614.
- WHO 2004. Guidelines for Drinking Water Quality. 3rd Ed, Vol. 1, Recommendations. Geneva:World Health Organization.
- Xu G., Shao H.B. and Sun J.N. 2013. What is more important for enhancing nutrient bioavailability with biochar application into a sandy soil: direct or indirect mechanism *Ecol. Eng*, 52: 119–124.
- Yoo G.Y., Kim H.J., Chen J.J. and Kim Y.S. 2014. Effects of Biochar Addition on Nitrogen Leaching and Soil Structure following Fertilizer Application to Rice Paddy Soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 78: 852-860.
- Zhang A.F., Bian R.J., Pan G.X., Cui L.Q., Hussain Q., Li L.Q., Zheng J.W., Zheng J.F., Zhang X.H and Han X.J.. 2012. Effects of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a chinese rice paddy: A field study of 2 consecutive rice growing cycles. *Field Crops*, 127: 153–160.

Effect of biochar and compost on nitrate leaching from a loamy sand soil

M. Ghorbani¹, H. Asadi²

¹Graduate Master of Soil Science, University of Guilan; ²Associate Professor, University of Tehran

Abstract

This research was conducted to study the effect of rice husk biochar in two sizes and two rates of 1 and 3 percent in presence and absence of compost on nitrate leaching from a loamy sand soil sample during a five month period. The experiment was based on a 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 20 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 500 °C. The results show that nitrate leaching is higher in pots contain compost than those without compost. Biochar application reduced nitrate leaching significantly during the experiment period. The application of 3 percent biochar caused the highest reduction on nitrate leaching.

Keywords: Porosity, Surface area, nitrogen holding