سینتیک تجزیه مواد آلی مختلف طی فرآیند تولید ورمی‌کمپوست

سمیه قاسمی [۱]، نجمه عبادی‌فر [۲]، سمانه میرحسینی [۲]و اسماعیل پورجان‌آباد [۲]
۱ -استادیار گروه علوم خاک دانشگاه یزد، ۲- دانشجوی کارشناسی گروه علوم خاک دانشگاه یزد

چکیده
در این پژوهش، سینتیک تجزیه کود اسبی، گوسفندی و گاوی به مدت ۱۲ هفته، طی فرآیند تولید ورمی‌کمپوست مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین سرعت معدنی شدن کربن آلی طی هفته‌های اول اتفاق افتاده است و پس از آن، کربن تجمعی معدنی شده، با سرعت کاهنده افزایش یافت. در پایان دوره انکوباسیون، مقدار دی‌اکسیدکربن متصاعد شده از کودهای آلی مورد مطالعه به ترتیب در کود گاوی، گوسفندی و اسبی بیشتر بود. بر اساس نتایج این پژوهش، سرعت معدنی شدن کربن تحت تأثیر ویژگی‌های بیوشیمیایی مواد آلی است و با نسبت کربن به نیتروژن رابطه عکس دارد.

واژه‌های کلیدی: معدنی شدن کربن، کودهای آلی، ورمی‌کمپوست

مقدمه
در سال‌های اخیر، تولید ورمی‌کمپوست به عنوان یک فناوری آسان و حامی طبیعت برای تبدیل مواد زائد به کودهای آلی، ارزش و جایگاهی بالاتر از گذشته پیدا کرده است. ورمی‌کمپوست در اثر عبور مداوم و آرام مواد آلی از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم‌های خاکی و دفع این مواد از بدن کرم، حاصل می‌شود. مواد آلی هنگام عبور از بدن کرم، آغشته به مخاط دستگاه گوارش (موکوس)، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها شده که در نهایت به عنوان یک کود آلی بسیار مفید در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Atiyeh et al., ۲۰۰۰).
خصوصیات فیزیکی، مورفولوژیکی و ترکیب شیمیایی مواد آلی مورد استفاده در تهیه ورمی‌کمپوست، نقش بسیار مهمی در سرعت تجزیه آن‌ها دارد. در جریان معدنی شدن مواد آلی بخشی از این ترکیبات در سنتز مواد سلولی برای میکروارگانیسم‌ها استفاده می‌شود. بخشی دیگر به صورت دی‌اکسیدکربن از محیط خارج می‌شود و بخشی هم به صورت ترکیبات غیر قابل تجزیه و یا ترکیباتی که فقط کمی تغییر شکل پیدا می‌کنند، در بستر باقی می‌مانند (Alexander, ۱۹۹۹). بنابراین کیفیت اولیه بقایا به ویژه ترکیب بیوشیمیایی آن‌ها مانند مواد محلول، همی‌سلولز، سلولز و لیگنین مهمترین عوامل تأثیر گذار بر تجزیه و الگوی رهاسازی کربن و نیتروژن می‌باشند (Jensen et al., ۲۰۰۵). نادل هوفر و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند تأثیر کیفیت مواد آلی در معدنی شدن کربن و نیتروژن بقایای گیاهی توندرا حتی بیشتر از تأثیر دما است (Nadelhoffer et al., ۱۹۹۱). در اغلب مطالعات، همبستگی قوی بین معدنی شدن کربن و نیتروژن، با مقدار نیتروژن کل و نسبت کربن به نیتروژن بقایا، مشاهده شده است. به طوری که تجزیه با سرعت زیاد، در موادی با نیتروژن زیاد و کربن کم انجام می‌گیرد و کم بودن مقدار نیتروژن در ساختار بقایا، سرعت تجزیه را کند می‌کند (Sall et al., ۲۰۰۷; Trinsoutrol et al., ۲۰۰۰).
به‌طور کلی کربن آلی موجود در مواد آلی مورد استفاده برای تولید ورمی‌کمپوست، در قالب ترکیبات گوناگون بوده و هر کدام دارای الگوی معدنی شدن متفاوتی هستند. در شرایط هوازی تقریباً تمام کربنی که معدنی می‌شود به دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌گردد، بنابراین اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن معیار خوبی برای بررسی معدنی شدن کربن آلی می‌باشد (Tate, ۲۰۰۰). لذا، در این مطالعه از طریق اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن آزاد شده از کود اسبی، گاوی و گوسفندی طی فرآیند تولید ورمی‌کمپوست، به بررسی سینتیک تجزیه آن‌ها پرداخته شد.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش، برای تولید ورمی‌کمپوست از کود نیمه پوسیده اسبی، دامی و گاوی به عنوان پایه‌های اصلی استفاده شد. برای این منظور، کودهای آلی به مدت هشت هفته در شرایط رطوبتی ۷۵ درصد نگهداری شدند. پس از این مدت، نمونه‌ها خشک شده و از الک عبور داده شدند. درصد کربن آلی کودهای آلی به روش اکسیداسیون تر و نیتروژن کل به روش کلدال اندازه‌گیری شد. سپس کودهای آلی به‌طور جداگانه به سبدهای پلاستیکی انتقال داده شدند و کرم خاکی گونه ایزینیافتیدا به بسترها تزریق شده و ۹۰ روز اجازه داده شد تا کلیه مواد بستر به ورمی‌کمپوست تبدیل شوند.

سینتیک معدنی شدن کربن
در زمان‌های صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ، ۶، ۸، ۱۰و ۱۲ هفته پس از شروع ورمی‌کمپوست‌سازی، ۵۰ گرم از بسترهای مورد مطالعه در ظروف شیشه‌ای ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد. مقدار ۱۰ میلی‌لیتر سود ۱ نرمال در لوله‌های آزمایش ریخته شد و در هر ظرف شیشه‌ای یک لوله حاوی سود جهت جمع آوری گاز دی‌اکسیدکربن قرار داده شد. ظروف مذکور به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور با دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس محتویات لوله‌های آزمایش در ارلن‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و ۱۰

میلی‌لیتر کلرور باریم ۱۰ درصد برای رسوب دادن کربنات‌های تولید شده اضافه گردید. سپس توسط اسید سولفوریک ۲۵/۰ نرمال در حضور معرف فنول‌فتالئین تیتر گردید و از روی میزان اسید مصرفی برای خنثی کردن سود اضافی، مقدار دی‌اکسیدکربن تولید شده توسط هر تیمار اندازه‌گیری شد (Alexander, ۱۹۹۹). مقدار دی‌اکسیدکربن تولید شده توسط سود جمع آوري و اندازه‌گیری شد. سپس با اندازه‌گیری تنفس میکروبی در زمان‌های مقرر، مقادیر تجمعي کربن معدني در این زمان‌ها محاسبه گردید.

طرح آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل سه نوع ماده آلی کود دامی، کود گاوی و کود اسبی بود. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD انجام شد و نمودارها به وسیله نرم افزار اکسل رسم گردید.

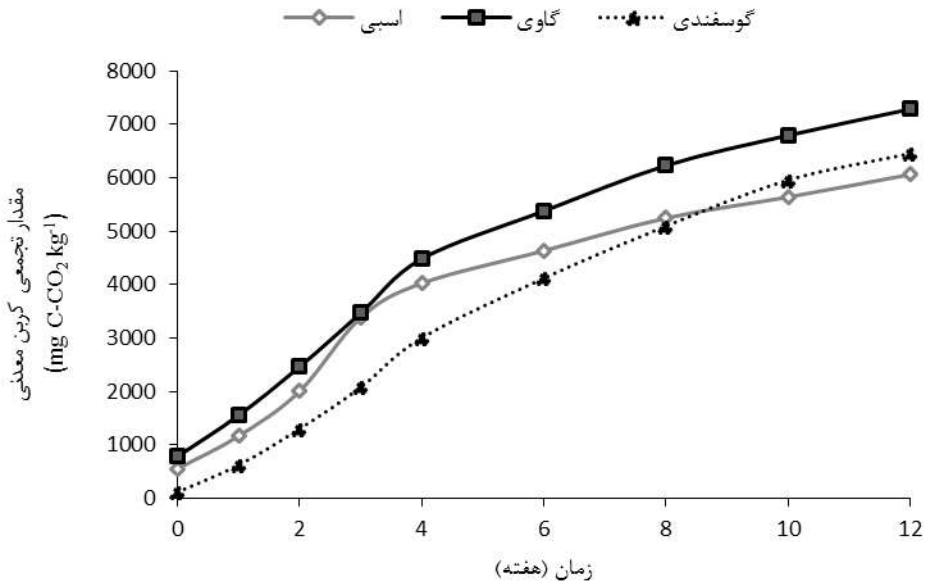
نتایج و بحث

درصد کربن آلی، نیتروژن کل و نسبت کربن به نیتروژن کودهای آلی مورد استفاده در این مطالعه، در جدول ۱ نشان داده شده است. درصد کربن آلی به ترتیب در کود اسبی، گاوی و گوسفندی بیشتر بود. مقدار نیتروژن کل در کود گاوی و گوسفندی تقریباً یکسان و بیشتر از مقدار نیتروژن کود اسبی بود. نسبت کربن به نیتروژن نیز مشابه روند درصد کربن آلی به ترتیب در کود اسبی، گاوی و گوسفندی بیشتر بود.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش

نوع کود آلی	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن
اسبی	۸/۲۸	۷۰/۱	۹/۱۶
گاوی	۶/۲۷	۲۶/۲	۲/۱۲
گوسفندی	۶/۲۵	۲۵/۲	۴/۱۱

سینتیک معدنی شدن کربن در کودهای آلی مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین سرعت معدنی شدن کربن آلی طی هفته‌های اول اتفاق افتاده است و پس از آن، کربن تجمعی معدنی شده، با سرعت کاهنده افزایش می‌یابد (شکل ۱). سرعت‌های زیاد معدنی شدن کربن آلی با زمان طی هفته‌های اول ورمی‌کمپوست‌سازی، مربوط به اجزای محلول کربن آلی است، که به مرور زمان، حذف مواد محلول و افزایش نسبی ترکیبات مقاوم مانند سلولز، همی‌سلولز و لیگنین باعث کاهش سرعت معدنی شدن کربن در مراحل بعدی تجزیه می‌شود (Sall et al., ۲۰۰۷).



شکل ۱ - روند زمانی معدنی شدن کربن آلی کود اسبی، گاوی و گوسفندی طی فرآیند تولید ورمی‌کمپوست

مقدار زیاد دی‌اکسیدکربن متصاعد شده از کود گاوی در مقایسه با کود اسبی می‌تواند مربوط به تجزیه‌پذیری بیشتر این کود ناشی از مقدار زیاد نیتروژن و مقادیر کم کربن به نیتروژن باشد، اما با وجود آنکه مقدار کربن به نیتروژن کود گاوی کمی بیشتر از کود گوسفندی است (جدول ۱)، تجزیه‌پذیری کود گاوی بیشتر می‌باشد این امر احتمالاً به دلیل وجود مقادیر بیشتر قندهای محلول موجود در کود گاوی است. معدنی شدن کربن آلی در کود اسبی تا هفته هشتم بیشتر از کود گوسفندی است، اما پس از گذشت این زمان، دی‌اکسیدکربن متصاعد شده از کود اسبی، کمتر از کود گوسفندی می‌باشد. به‌طور کلی در پایان دوره انکوباسیون مقدار دی‌اکسیدکربن متصاعد شده از کودهای آلی مورد مطالعه به ترتیب در کود گاوی، گوسفندی و اسبی بیشتر بود. مارتینز و طباطبایی (۱۹۹۷) با بررسی معدنی شدن فرآورده‌های جانبی صنعت بیوتکنولوژی اظهار داشتند پتانسیل معدنی شدن کربن و شدت آن با میزان قندها و قندهای احیا کننده رابطه مستقیم و غیر خطی دارد. سرعت تجزیه در ابتدا زیاد است ولی با گذشت زمان، به دلیل کاهش غلظت قندها و افزایش غلظت مواد غیر قندی کاهش می‌یابد. همچنین آن‌ها بیان داشتند که پتانسیل معدنی شدن کربن، تنها تحت تأثیر کیفیت بیوشیمیایی بقایا نمی‌باشد و بیشتر تحت تأثیر قابلیت دسترسی نیتروژن است، اما در محیط‌های غنی از نیتروژن، تجزیه لیگنین در درازمدت محدود کننده می‌باشد (Martinez and Tabatabai, ۱۹۹۷). موروان و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی سینتیک معدنی شدن کربن و نیتروژن ۴۷ نوع ضایعات حیوانی واحدهای پرورش خوک، گاو و مرغ نشان دادند که همبستگی قوی بین معدنی شدن کربن و کربن محلول در آب، همی‌سلولز و لیگنین وجود دارد (Morvan et al., ۲۰۰۶).

منابع

Ajwa H.A. and Tabatabai M.A. ۱۹۹۴. Decomposition of different organic materials in soils. Biology and Fertility of Soils, ۱۸: ۱۷۵-۱۸۲.

Alexander, M. ۱۹۹۹. Biodegradation and Bioremediation. ۲th ed., Academic Press. New York.

Atiyeh R.M., Edwards C.A., Subler S., and Metzger, J.D. ۲۰۰۰. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization, ۸: ۲۱۵-۲۲۳.

Jensen L.S., Salo T., Palmason F., Breland T.A., Henriksen T.M., Stenberg B., Pedersen A. and Lundstr m C. ۲۰۰۵. Influence of biochemical quality on C and N mineralization from a broad variety of plant materials in soil. Plant and Soil, ۲۷۳:۳۰۷-۳۲۶.

Martinez C.E. and Tabatabai M.A. ۱۹۹۷. Decomposition of biotechnology by products in soils. Journal of Environmental Quality, ۲۶: ۶۲۵-۶۳۲.

Morvan T., Nicolardot B. and Pcan L. ۲۰۰۶. Biochemical composition and kinetics of C and N mineralization of animal wastes: a typological approach. Biology and Fertility of Soils, ۴۲: ۵۱۳-۵۲۲.

Nadelhoffer K.J., Giblin A.E., Shaver G.R. and Laundre J.A. ۱۹۹۱. Effects of temperature and substrate quality on element mineralization in six arctic soils. Ecology, ۷۲: ۲۴۲-۲۵۳.
Sall S., Bertrand I., Chotte J.L. and Recous S. ۲۰۰۷. Separate effects of the biochemical quality and N content of crop residues on C and N dynamics in soil. Biology and Fertility of Soils, ۴۳: ۷۹۷-۸۰۴.
Tate R.L. ۲۰۰۰. Soil Microbiology. John Wiley & Sons, New York, USA.
Trinsoutrol I., Recouse S., Bents B., Lineres M., Cheneby D. and Nicolardot B. ۲۰۰۰. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen condition. Soil Science Society of America Journal, ۶۴: ۹۱۸-۹۲۶.

Abstract

In this study, the decomposition kinetics of horse, sheep and cow manures were evaluated for ۱۲ weeks during vermicomposting. The results showed that the highest rate of organic carbon mineralization occurred during the first weeks and then cumulative carbon mineralization, increased at a decreasing rate. At the end of incubation, the amount of CO۲-C released from organic fertilizers was more in cow, sheep and horse, respectively. According to the results of this study, mineralization rate of organic carbon is influenced by biochemical characteristics and inversely with the ratio of carbon to nitrogen.

Keywords: Carbon mineralization, Organic fertilizers, Vermicompost