



محور مقاله: مدیریت پسماند برای کاهش خطرات زیست‌محیطی

تأثیر اوره و هیدروکسید پتاسیم بر تجزیه پسماندهای آلی

نیلوفر میرزابابایی^۱، اکبر حسنی^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر اوره و هیدروکسید پتاسیم بر روند تجزیه مواد آلی اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی بر دو نوع بستر برگ خشکیده درختان و خاک اوره و با سه تیمار و سه تکرار در شرایط آزمایشگاه انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد اوره و هیدروکسید پتاسیم بود. طبق نتایج کاربرد اوره و هیدروکسید پتاسیم منجر به افزایش درصد ماده آلی از دست رفته در هر دو بستر نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین ماده آلی از دست رفته در بستر خاک اوره و در تیمار اوره (۷۸/۹ درصد) دیده شد. در بستر برگ خشکیده بیشترین درصد ماده آلی از دست رفته در تیمار هیدروکسید پتاسیم (۵۷/۲ درصد) دیده شد. کمترین درصد ماده آلی از دست رفته نیز در بستر برگ خشکیده و تیمار شاهد (۴۸/۶ درصد) دیده شد. تغییرات غلظت کربن محلول در آب طی گذشت زمان تقریباً در همه بسترها مشابه و رو به کاهش بود. بیشترین غلظت کربن محلول در آب در بستر برگ در تیمار هیدروکسید پتاسیم و در روز بیستم (۵۱۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) دیده شد. بیشترین غلظت کربن محلول در هیدروکسید سدیم در بستر برگ در تیمار هیدروکسید پتاسیم و در روز بیستم (۲۶۴ گرم بر کیلوگرم) و در بستر خاک اوره نیز در تیمار هیدروکسید پتاسیم و در روز چهارم (۱۹۳ گرم بر کیلوگرم) دیده شد.

کلمات کلیدی: خاک‌اره، برگ خشکیده، سرعت تجزیه موادآلی

مقدمه

عمده اراضی کشاورزی دنیا و به ویژه کشور ما در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و به دلیل پایین بودن بارندگی، دمای بالا و عدم پوشش گیاهی کافی از نظر مواد آلی فقیر می‌باشند. برای افزایش مقدار ماده آلی خاک لازم است از همه منابع آلی نظیر کودهای حیوانی، ضایعات کشاورزی، فاضلاب‌ها و مواد زائد شهری استفاده شود. اما کاربرد مستقیم منابع آلی خام در خاک‌ها علاوه بر این‌که موجب آلودگی خاک و منابع آب‌های زیرزمینی می‌شود موجب انتقال آفات، بیماری‌ها و بذر علف‌های هرز به زمین‌های کشاورزی نیز می‌شوند. یکی از دلایل عدم استفاده صحیح از پسماندهای شهری و کشاورزی، کند بودن فرآیند تجزیه آن‌ها می‌باشد. بقایای آلی موجود در این پسماندها بسته به نوع ترکیب و نسبت کربن به نیتروژن، به زمان‌های متفاوتی برای تجزیه نیاز دارند (Eiland et al., 2001). رسیدن به روش‌هایی که در زمان کم و با هزینه پایین سرعت تجزیه بقایای آلی را هرچه بیشتر افزایش دهد، به استفاده صحیح آن‌ها نیز کمک شایانی می‌کند. مطالعات فراوان نشان داده است سرعت تجزیه و معدنی شدن مواد گیاهی به شرایط محیطی و ترکیب شیمیایی بازمانده‌های گیاهی بستگی دارد (Zavala, 2019). عوامل اصلی تجزیه مواد آلی موجود در پسماندهای شهری و کشاورزی شامل رطوبت، دما، pH، نوع ماده آلی، نسبت کربن به نیتروژن، اکسیژن و میکروارگانیزم‌های دخیل در فرآیند تجزیه می‌باشند (Zavala, 2019).

به طور کلی برای افزایش تجزیه پسماندهای آلی از انواع تیمارهای فیزیکی (به هم زدن و هوادهی) شیمیایی (اسیدی کردن، قلیایی کردن، برخی نمکها، ترکیبات نیتروژنی و مایعات فوق بحرانی) و بیولوژیکی (قارچها و باکتری‌ها) استفاده می‌شود (Jayapal et al, 2013). از میان این تیمارها، تیمارهای مبتنی بر قلیایی نمودن بر اساس پژوهشهای پیشین توسط محققان پیشنهاد شده است. بنابراین در پژوهش کاربرد اوره به عنوان کاهنده نسبت کربن به نیتروژن و هیدروکسید پتاسیم به عنوان یک ماده هیدرولیز کننده با هدف تسریع در روند تجزیه مواد آلی مورد بررسی قرار گرفت (Liu et al, 2015). در تیمار قلیایی، تجزیه لیگنین به شکسته شدن پیوندهای آلفا اریل اتر در ترکیبات پلی فنول نسبت داده می‌شود و همچنین تجزیه ترکیبات همی سلولزی نیز به ضعیف شدن پیوندهای هیدروژنی نسبت داده می‌شود، به طور کلی هیدروکسید پتاسیم به دلیل خاصیت

* ایمیل نویسنده مسئول: akbar.hassani@znu.ac.ir

بازی خود به جدا شدن ترکیبات سلولزی و لیگنینی از بقایای دیواره سلولی کمک می‌کند. از میان ترکیبات قلیایی کننده نیز هیدروکسید پتاسیم به عنوان ترکیبی که تاثیر آن از هیدروکسد سدیم و آمونیاک بیشتر است توسط برخی پژوهشگران پیشنهاد شده است (Jayapal et al, 2013).

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در شرایط آزمایشگاه و در ظرف‌های مخصوص با سه تیمار و سه تکرار برای دو نوع بستر برگ خشکیده درختان و کاه و کلش انجام شد. تیمار اول شاهد، تیمار دوم کاربرد اوره (۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و تیمار سوم کاربرد هیدروکسید پتاسیم (۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود. مقدار ۲۰۰ گرم از هر بستر به ظرف‌های پلی اتیلن منتقل شد. مقدار مورد نظر از هر ماده با حجم مورد نیاز از آب دیونیزه به نمونه‌ها اضافه شد به نحوی که تمام نمونه را کاملاً خیس کند. سپس نمونه‌ها بهم زده شدند تا تمام اجزای نمونه با ماده مورد نظر در تماس باشند. برای حفظ رطوبت درب ظرف‌های آزمایشی به نحوی بسته شد که تبادل گازها با بیرون انجام شود. هر ۱۰ روز یک بار محتویات بستر بهم زده شد تا تهویه در تمام قسمت‌ها به طور یکسان اعمال شود. در صورت کاهش رطوبت بستر، به همه نمونه‌ها به مقدار لازم آب دیونیزه اضافه شد. ظرف‌های مخصوص در شرایط آزمایشگاه و در دمای بین ۲۷ تا ۳۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. پس از گذشت به ترتیب صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ و ۱۲۰ روز از شروع آزمایش از هر بستر، مقداری نمونه مورد نیاز تهیه شده، در آن در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک و با دستگاه مخصوص آسیاب شد. نمونه‌های خشک شده برای ادامه آزمایشات نگهداری شدند. ماده آلی موجود در نمونه‌ها در هر مرحله (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۱۲۰ روز پس از اعمال تیمار) به روش خشک سوزانی در کوره اندازه‌گیری شد (Nelson and Sommers, 1982). درصد ماده آلی از دست رفته بر اساس مقدار خاکستر موجود در نمونه در هر مرحله با معادله زیر محاسبه شد (Viel et al., 1987):

$$OM\ loss(\%) = 100 - 100 \times \frac{X_1 (100 - X_n)}{X_n(100 - X_1)}$$

که در آن OM loss بیانگر درصد ماده آلی از دست رفته نسبت به ماده آلی اولیه (روز صفر)، X_1 و X_n به ترتیب مقدار خاکستر نمونه در روز صفر و روز n می‌باشد. این معادله تغییرات ماده آلی را به مقدار خاکستر اولیه مرتبط می‌کند.

برای اندازه‌گیری کربن محلول در آب یک سوسپانسیون یک به ده از نمونه خشک و آب دیونیزه تهیه شد. برای اندازه‌گیری کربن محلول در هیدروکسید سدیم نیز یک سوسپانسیون یک به ده از نمونه خشک و محلول نیم مولار سدیم هیدروکسید (NaOH) تهیه شد. اندازه‌گیری کربن در عصاره‌ها به روش اکسیداسیون تر با دی کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک انجام شد (Nelson and Sommers, 1982).

نتایج و بحث

مقدار ماده آلی از دست رفته در طول دوره زمانی آزمایش در جدول ۱ دیده می‌شود. در پایان دوره آزمایشی، بیشترین ماده آلی از دست رفته در بستر خاک اره و در تیمار اوره (۷۸/۹ درصد) دیده شد. در بستر برگ خشکیده (۴۸/۶ درصد) بیشترین درصد ماده آلی از دست رفته در تیمار هیدروکسید پتاسیم (۵۷/۲ درصد) دیده شد. کمترین درصد ماده آلی از دست رفته نیز در بستر برگ خشکیده و تیمار شاهد (۴۸/۶ درصد) دیده شد. جدول ۱- تاثیر تیمارها بر درصد ماده آلی از دست رفته در بستر پسماندهای آلی در مدت زمان آزمایش. حروف یکسان در هر سطر از نظر آماری در سطح ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

نام بستر	روز	شاهد	اوره	هیدروکسید پتاسیم
برگ خشکیده	۲۰	۲۲/۷B	۲۲/۶B	۲۴/۷AB
	۴۰	۲۵/۳B	۲۸/۵A	۲۶/۱AB
	۶۰	۲۵/۶B	۳۱/۵A	۳۱/۸A
	۱۲۰	۴۸/۶C	۵۴/۱B	۵۷/۲AB
خاک اره	۲۰	۳۸/۲C	۴۳/۹B	۵۴/۷A
	۴۰	۳۹/۳C	۴۵/۷B	۵۶/۶A
	۶۰	۴۰/۴C	۴۷/۷B	۵۷/۷A
	۱۲۰	۷۰/۷C	۷۸/۹A	۷۴/۹B



غلظت کربن محلول در آب در بسترهای مختلف در طی دوره آزمایش در جدول ۲ دیده می‌شود. تغییرات غلظت کربن محلول در آب طی گذشت زمان تقریباً در همه بسترها مشابه و رو به کاهش بود، اگرچه در روز بیستم غلظت کربن محلول در آب نسبت به روز اول بیشتر بود. غلظت اولیه کربن محلول در آب به نوع بستر بستگی داشت و غلظت اولیه کربن محلول در آب در بستر برگ بیشتر از خاک اره بود. بیشترین غلظت کربن محلول در آب در بستر برگ در تیمار هیدروکسید پتاسیم و در روز بیستم (۵۱۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و در بستر خاک اره نیز در تیمار هیدروکسید پتاسیم و در روز چهارم (۲۳۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) دیده شد. کاهش غلظت کربن محلول در آب نشان دهنده بروز فعالیت‌های زیستی در بسترها می‌باشد. در طی مراحل مختلف تجزیه، ترکیبات ساده و کوچک محلول در آب توسط میکروارگانیسم‌ها مصرف می‌شوند و با مصرف آنها کربن محلول در آب نیز کاهش پیدا می‌کند (Dias et al., 2010).

جدول ۲- تاثیر تیمارها بر غلظت کربن محلول در آب در طول دوره آزمایش. حروف یکسان در هر سطر از نظر آماری در سطح ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

کربن محلول در آب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)			روز	نام بستر
شاهد	اوره	هیدروکسید پتاسیم		
۳۶۱۱A	۳۶۲۱A	۳۶۱۷A	۰	برگ خشکیده
۴۶۸۵A	۴۶۶۷B	۵۱۳۲A	۲۰	
۳۴۳۳B	۲۱۶۷C	۳۷۴۷A	۴۰	
۲۳۹۰A	۱۸۴۱B	۲۴۷۲A	۶۰	
۱۳۷۸A	۹۰۷B	۱۴۲۱A	۱۲۰	
۱۱۳۹A	۱۱۵۱A	۱۱۴۱A	۰	خاک اره
۱۱۱۴B	۱۳۷۹A	۱۸۷۴B	۲۰	
۱۱۴۵B	۱۲۴۱A	۲۳۱۱A	۴۰	
۸۴۰BC	۹۱۳AB	۱۲۲۶A	۶۰	
۷۴۶BC	۷۱۲AB	۱۰۸۰A	۱۲۰	

غلظت کربن محلول در هیدروکسید سدیم در بسترهای مختلف در طی دوره آزمایش در جدول ۳ دیده می‌شود. تغییرات غلظت کربن محلول در هیدروکسید سدیم طی گذشت زمان تقریباً در همه بسترها مشابه و رو به افزایش بود. غلظت اولیه کربن محلول در هیدروکسید سدیم به نوع بستر بستگی داشت و غلظت اولیه کربن محلول در آب در بستر برگ بیشتر از خاک اره بود. بیشترین غلظت کربن محلول در هیدروکسید سدیم در بستر برگ در تیمار هیدروکسید پتاسیم و در روز بیستم (۲۶۴ گرم بر کیلوگرم) و در بستر خاک اره نیز در تیمار هیدروکسید پتاسیم و در روز چهارم (۱۹۳ گرم بر کیلوگرم) دیده شد.

کربن محلول در سود در حقیقت مجموعه‌ای از کربن محلول در آب، اسید فولویک و اسید هیومیک می‌باشد. هیومیک شدن در حقیقت یکی از فرآیندهایی است که در طی روند تجزیه و کمپوست شدن مواد آلی رخ می‌دهد (Bernai et al., 1998). با افزایش روند تجزیه در مواد آلی انتظار بر این است که غلظت اسید هیومیک نسبت به کل ماده آلی افزایش یابد (Veeken et al., 2000). با این وجود در برخی پژوهش‌ها مشخص شده است که غلظت اسید هیومیک با گذشت زمان کاهش یافته و یا تغییری نکرده است (Bernal et al., 1996; Garcia et al., 1991; Jimenez and Garcia, 1992). تغییرات کربن محلول در سود در این پژوهش به طور کلی به این شکل بود که غلظت آن در روز بیستم بیشتر از روز صفر بود و سپس یک روند کاهشی تا روز ۱۲۰ داشت. آدانی و همکاران (۱۹۹۵) در پژوهش خود روند مشابهی را گزارش کردند و دلیل این کاهش را این‌گونه تفسیر کردند که کربن محلول در سود به غیر از اسید هیومیک محتوی مقادیر زیادی کربن قابل تجزیه نیز می‌باشد و این مقادیر به ویژه در روزهای ابتدایی سهم قابل توجهی از کربن محلول در سود را تشکیل داده و توسط میکروارگانیسم‌ها مصرف می‌شوند (Adani et al., 1995).



جدول ۳- تاثیر تیمارها بر غلظت کربن محلول در هیدروکسید سدیم در طول دوره آزمایش. حروف یکسان در هر سطر از نظر آماری در سطح ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند.

کربن محلول در هیدروکسید سدیم (گرم بر کیلوگرم)			روز	نام بستر
هیدروکسید پتاسیم	اوره	شاهد		
۳۹A	۳۹A	۳۹A	صفر	برگ خشکیده
۲۶۴B	۲۱۵B	۱۲۴C	۲۰	
۲۲۳A	۱۹۸B	۱۱۷C	۴۰	
۱۸۴B	۱۹۴A	۸۵C	۶۰	
۱۲۵B	۱۴۲A	۷۷C	۱۲۰	
۳۱A	۳۱A	۳۱A	صفر	خاک اره
۱۸۹A	۱۶۰B	۸۹C	۲۰	
۱۹۳A	۱۳۷B	۶۲C	۴۰	
۱۷۱A	۱۱۲B	۶۶C	۶۰	
۷۶A	۷۸A	۶۶B	۱۲۰	

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد اوره و هیدروکسید پتاسیم منجر به تجزیه بیشتر خاک اره و برگ خشکیده و همچنین افزایش درصد ماده آلی از دست رفته نسبت به تیمار شاهد شده است. از این دو ترکیب می توان برای تجزیه سریعتر این پسماندها استفاده نمود. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت کربن محلول در آب طی گذشت زمان رو به کاهش بود. غلظت کربن محلول در هیدروکسید سدیم نیز ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت.

منابع

- Adani, F., Genevini, P., Tambone, F., 1995. A new index of organic matter stability. *Compost Science & Utilization* 3, 25-37.
- Bernai, M., Paredes, C., Sanchez-Monedero, M., Cegarra, J., 1998. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresour Technol* 63, 91-99.
- Bernal, M.P., Navarro, A.F., Roig, A., Cegarra, J., Garcia, D., 1996. Carbon and nitrogen transformation during composting of sweet sorghum bagasse. *Biology and Fertility of soils* 22, 141-148.
- Dias, B.O., Silva, C.A., Higashikawa, F.S., Roig, A., Sánchez-Monedero, M.A., 2010. Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure: effect on organic matter degradation and humification. *Bioresour Technol* 101, 1239-1246.
- Garcia, C., Hernandez, T., Costa, F., 1991. Changes in carbon fractions during composting and maturation of organic wastes. *Environmental Management* 15, 433-439.
- Jayapal, N., Samanta, A.K., Kolte, A.P., Senani, S., Sridhar, M., Suresh, K.P. and Sampath, K.T., 2013. Value addition to sugarcane bagasse: xylan extraction and its process optimization for xylooligosaccharides production. *Industrial Crops and Products*, 42, 14-24.



- Jimenez, E.I., Garcia, V.P., 1992. Determination of maturity indices for city refuse composts. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 38, 331-343.
- Liu, X., Zicari, S.M., Liu, G., Li, Y. and Zhang, R. 2015. Pretreatment of wheat straw with potassium hydroxide for increasing enzymatic and microbial degradability. *Bioresource technology*, 185, pp.150-157.
- Nelson, D., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter 1. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, 539-579.
- Veeken, A., Nierop, K., de Wilde, V., Hamelers, B., 2000. Characterisation of NaOH-extracted humic acids during composting of a biowaste. *Bioresour Technol* 72, 33-41.
- Viel, M., Sayag, D., Peyre, A., André, L., 1987. Optimization of in-vessel co-composting through heat recovery. *Biological Wastes* 20, 167-185.



Topic for submission: Waste Management to Reduce Environmental Risks
The Effect of Urea and Potassium Hydroxide on the Decomposition of Organic Residues

Mirzababaie, N.¹ Hassani, A.^{2*}

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

*akbar.hassani@znu.ac.ir

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of urea and potassium hydroxide on organic matter decomposition. The experiments were carried out in a completely randomized design with two treatments of dried leaves of trees and sawdust with three treatments and three replications in laboratory conditions. Treatments included urea and potassium hydroxide. According to the results of application of urea and potassium hydroxide, the percentage of organic matter lost in both bed was increased compared to the control. The highest amount of organic matter lost was found in the sawdust bed and in urea treatment (78.9%). The highest percentage of organic matter lost in dried leaves was observed in the potassium hydroxide treatment (57.2%). The lowest percentage of organic matter lost was observed in the dried leaves bed and control treatment (48.6%). Concentration of water-soluble carbon was similar and decreasing in almost all substrates over time. The highest concentration of water-soluble carbon in the dried leaves bed was observed in potassium hydroxide treatment on the 20th day (5132 mg / kg). The highest concentration of sodium hydroxide -soluble carbon in dried leaves bed was observed in potassium hydroxide treatment on the twentieth day (264 g / kg) and in sawdust bed was observed in potassium hydroxide treatment and on the 40th day (193 g / kg).

Keywords: dried leaves, organic matter decomposition rate, sawdust