تأثیر نوع بقایای گیاهی جنگلی و کاربرد نیتروژن بر دینامیک کربن آلی

ساناز عدلی ۱، احمد گلچین ۲، سعید شفیعی ۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان، ۲-استاد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان ۳- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده
اکوسیستم های جنگلی یک نوع کاربری اراضی برای ذخیره کربن در خاک‌ها و حذف دی اکسید کربن اتمسفری به حساب می‌آیند. بقایای گیاهی که دیرتر تجزیه می‌شوند تا مدت طولانی‌تری در خاک باقی می‌مانند و به ذخیره بیشتر کربن در خاک کمک می‌کنند. به همین دلیل هدف این تحقیق مطالعه تأثیر نوع بقایای گیاهی و کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر معدنی شدن کربن آلی بود. برای این منظور یک آزمایش اسپیلت پلات با سه تکرار و به روش کیف کلش اجرا گردید و فاکتورهای مورد بررسی شامل نوع بقایای گیاهی جنگلی (بلوط، دارتالاب، سپیدار و کاج)، سطوح ازت خاک (۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم) و مدت زمان خوابانیدن بقایا (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند. که بترتیب در کرتهای فرعی - فرعی، فرعی و اصلی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار هدررفت کربن از بقایای گیاهی در اولین ماه خوابانیدن و کمترین مقدار آن در ماه چهارم خوابانیدن اتفاق افتاد. در تمامی سطوح ازت مصرفی بیشترین مقدار هدررفت کربن در بقایای گیاهی سپیدار وکمترین مقدار هدررفت کربن در بقایای گیاهی بلوط اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بقایای گیاهی بلوط از سرعت تجزیه کمتری در مقایسه با بقایای گیاهی سپیدار برخوردار بود و به ذخیره کربن بیشتری در خاک کمک می‌کند.

کلمات کلیدی: هدررفت کربن، کیفیت بقایای گیاهی، سطح ازت

مقدمه
در چرخه‌ی کربن، پوشش گیاهی به واسطه نقشی که در فتوسنتز و میزان کربن آلی خاک دارد حائز اهمیت فراوان است .(Lorenz et al., ۲۰۰۸) جنگل‌ها جز مهم‌ترین اکوسیستم‌های خشکی بوده که نقش عمده‌ای در جریان انرژی و ماده، بین زمین و اتمسفر بازی می‌کنند (Sun et al., ۲۰۰۴)، و حدود ۷۵ درصد ذخیره کربن اکوسیستم‌های خشکی را به خود اختصاص می‌دهند (Geng et al., ۲۰۰۰). حدود ۴۹ درصد از ذخیره کل کربن جنگل در تنه درختان افتاده و سرپا، ۲۷ درصد در لاشبرگ‌ها و شاخه‌ها و بقیه در خاک و کف جنگل انباشته شده است (Woodbury, ۲۰۰۷). براساس بررسی‌های انجام شده جنگل‌های ایران ۳۸۱ میلیون تن کربن جو را در خود ذخیره کرده‌اند (خسروشاهی، ۱۳۷۷). توجه به نقش جنگل ها در کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از گرم شدن کره زمین و همچنین ترسیب کربن از دو دهه قبل شروع شده است (Ipcc, ۲۰۰۰). متوسط درجه حرارت جهان از سال ۱۹۸۰ تاکنون ۷۷/۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است که یکی از دلایل آن تخریب جنگل‌ها توسط انسان می‌باشد (Lal, ۲۰۰۷). تخریب جنگل‌ها توسط انسان‌ها در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ با نرخی حدود ۱۳ میلیون هکتار در سال سه درصد از سطح کل جنگل‌ها را شامل شده است) (FAO, ۲۰۰۰. با توجه به روند تخریب جنگل‌های طبیعی در دنیا در اثر افزایش جمعیت انسانی و نیاز روز افزون به محصولات چوبی ، توسعه جنگل‌ها از طریق جنگل کاری در زمان حال و آینده امری اجتناب ناپذیر است. عوامل متعددی بر دینامیک کربن آلی در خاک تأثیر می‌گذارند. شرایط آب و هوایی، شرایط خاکی ، ترکیب شیمیایی بقایای گیاهی و همچنین قابل دسترس بودن مواد آلی از جمله عواملی هستند که بر دینامیک کربن آلی و سرعت تجزیه آن اثر می‌گذارند .(Baldock, ۲۰۰۷) تفاوت بین تجزیه بقایای گونه‌های درختی عموماً به کیفیت سوبسترا، نسبت‌های C/N و N/P بقایا، میزان لیگنین و غلظت کلسیم و منگنز متفاوت آنها مربوط می‌گردد (Berg et al., ۲۰۱۰). سونگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که با افزودن نیتروژن به کلش در شرایط مزرعه‌ای، سرعت تجزیه آن افزایش یافت. با وجود آنکه اطلاعات سودمندی در زمینه روند تجزیه بقایای گیاهی و آزاد شدن عناصر غذایی گزارش شده است اما این تحقیقات پاسخ روشنی در مورد تاثیر نیتروژن معدنی اضافه شده به خاک بر دینامیک بقایای درختان جنگلی با کیفیت‌های مختلف ارائه نمی‌کنند. لذا هدف این تحقیق بررسی تاثیر سطوح مختلف نیتروژن خاک بر دینامیک کربن آلی بقایای گیاهی جنگلی مختلف بود.

مواد و روش ها
به منظور مطالعه تأثیر نوع بقایای گیاهی و کاربرد نیتروژن بر دینامیک کربن آلی یک آزمایش اسپیلت - اسپیلت پلات با سه تکرار و طرح کاملا تصادفی به روش کیف کلش به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی شامل نوع بقایای گیاهی جنگلی (بلوط، دارتالاب، سپیدار و کاج)، سطوح نیتروژن خاک (۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، و مدت زمان خوابانیدن بقایا (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند. که بترتیب در کرتهای فرعی - فرعی، فرعی و اصلی قرار داده شدند.

تهیه و تجزیه نمونه‌های گیاهی:
بقایای گیاهی بعد از انتقال به آزمایشگاه در آون در دمای ۶۰ -۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس به قطعات ریز و به طول ۲-۱ سانتی‌متر خرد شدند. سپس از بقایای گیاهی یک نمونه همگن تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. میزان کربن، نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن بقایای گیاهی مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

تهیه کیف‌های کلش (Litter bags):
برای تهیه کیف‌های کلش ابتدا یک توری پلاستیکی با قطر منافذ ۵/۰ میلی متر انتخاب و پس از برش آن، کیف‌های با اندازه ۱۰× ۱۵ سانتی متر از آن تهیه گردید. در کیف‌های کلش تهیه شده ۱۰گرم از بقایای گیاهی مختلف ریخته و درب کیف‌ها دوخته شد. سپس کیف‌ها در عمق ۵ سانتی‌متری خاک گلدان‌هایی که حاوی مقادیر متفاوتی از نیتروژن بودند قرار داده شدند. نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در گلدان‌ها در جدول ۱ گزارش شده است.

زمان نمونه برداری و آماده سازی نمونه‌ها:
نمونه‌های گیاهی با کیف‌های کلش قرار داده شده در گلدان‌ها در فواصل زمانی (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) از گلدان‌ها خارج و جهت انجام تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. در نمونه‌های برداشت شده در هر دوره زمانی، ابتدا خاک روی کیف‌ها تمیز و سپس نمونه‌ها در داخل دستگاه آون در دمای ۶۰ - ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین شدند. پس از بدست آوردن وزن بقایای گیاهی باقیمانده در هر کیف نمونه‌هایی از آن جهت تجزیه‌های بعدی آسیاب شدند (Austin and vivanco, ۲۰۰۶).

جدول ۱- برخی از ویژگیهای فیزیکی- شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

واکنش خاک	کربن آلی	نیتروژن کل	بافت خاک	رس	سیلت	شن
	درصد			درصد		
۸۸/۷	۱۸/۱	۱/۰	لوم رسی	۴۶	۳۰	۲۴

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های شیمیایی بقایای گیاهی مورد استفاده در آزمایش

نوع بقایای گیاهی	کربن آلی	نیتروژن کل	C/N
	درصد		
کاج	۹۷/۴۵	۵۴/۱	۸۵/۲۹
دارتالاب	۹۵/۴۲	۳۷/۱	۳۵/۳۱
بلوط	۵۹/۳۷	۷۲/۱	۸۵/۲۱
سپیدار	۱۵/۳۹	۱/۲	۶۴/۱۸

در نمونه‌های گیاهی باقیمانده در کیف‌های کلش درصد کربن آلی اندازه‌گیری و سپس میزان هدررفت کربن از کیف‌های کلش محاسبه گردید. کربن آلی به روش خاکستر کردن نمونه در دمای ۴۵۰ درجه به مدت ۵ ساعت (Murungu et al., ۲۰۱۰) و میزان هدررفت کربن از کسر میزان کربن باقیمانده در هر بازه زمانی از میزان کربن باقیمانده در بازه زمانی قبل محاسبه گردید. داده های جمع آوری شده در آزمایش با نرم افزار SAS تجزیه و جداول تجزیه واریانس تشکیل گردید و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث
تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بقایا بر هدر رفت کربن آلی
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بازه‌های زمانی خوابانیدن تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان هدر رفت کربن آلی بقایای گیاهی جنگلی داشت. (جدول ۳)

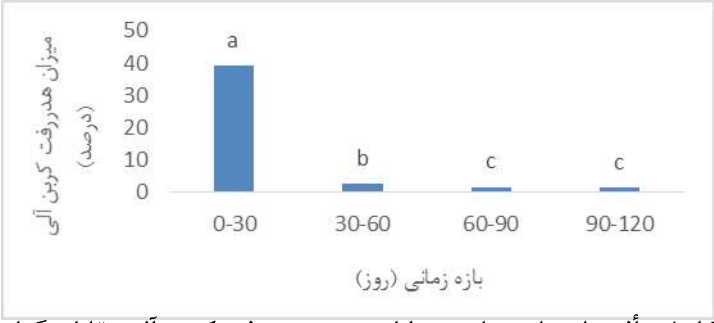
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن، سطوح ازت خاک و نوع بقایا بر میزان کربن هدررفت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		هدررفت کربن (درصد)
بازه‌های زمانی خوابانیدن	۳	۳۱۷/ ۶۱۳۴۱**
سطح ازت خاک	۳	۰۰۲۵۷/۲۹**

نوع بقایا	۳	۲۷۳۸۱/۶۴۴۹**
بازه‌های زمانی خوابانیدن × سطح ازت	۹	۵۴۴۹۴/۵ ns
بازه‌های زمانی خوابانیدن × نوع بقایا	۹	۸۵۳۹۵/۲۲**
سطح ازت خاک × نوع بقایا	۹	۲۳۵۲۲/۲۴**
بازه‌های زمانی خوابانیدن × سطح ازت خاک × نوع بقایا	۲۷	۷۵۸۳۷/۳ns
خطا	۹۶	۰۱۰۱۲/۴
ضریب تغییرات (%cv)		۷۷/۴

**** و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال پنج درصد و غیر معنی داری می باشد.**

بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی در یک ماهه اول خوابانیدن اتفاق افتاد که میزان آن از ۸۷/۵۰ درصد برای بقایای سپیدار تا ۲۷/۲۴ درصد برای بقایای بلوط متغیر بود و مقدار هدررفت کربن در بازه‌های زمانی بعدی کم و ناچیز و در محدوده ۵۶/۰ تا ۰۰/۵ درصد بود. (شکل ۱)

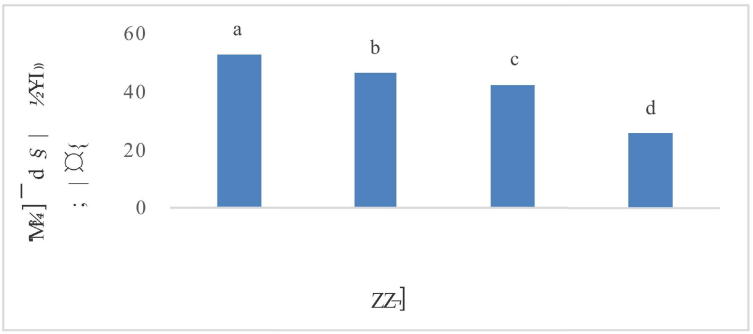


شکل ۱- تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر هدررفت کربن آلی بقایای گیاهی

با گذشت زمان مقدار هدررفت کربن آلی افزایش یافت بطوریکه چهار ماه پس از خوابانیدن بقایا، بترتیب ۷۹/۵۴، ۳۹/۵۱، ۷۹/۴۵ و ۶۳/۲۷ درصد از کربن آلی بقایای گیاهی سپیدار، کاج، دارتالاب و بلوط تلف گردید. براساس گزارشات فیشر و بینکلی (۲۰۰۰)، سرعت تجزیه مواد آلی به شرایط آب و هوایی (مقدار بارندگی و درجه حرارت محیط) که فعالیت میکروبی را کنترل می‌کند و به کیفیت بقایای گونه‌های درختی یک منطقه مرتبط است و ترکیبات ناپایدار عموما با سرعت بیشتری نسبت به ترکیبات مقاوم تجزیه می‌شوند.

اثر کیفیت بقایای گیاهی بر هدررفت کربن

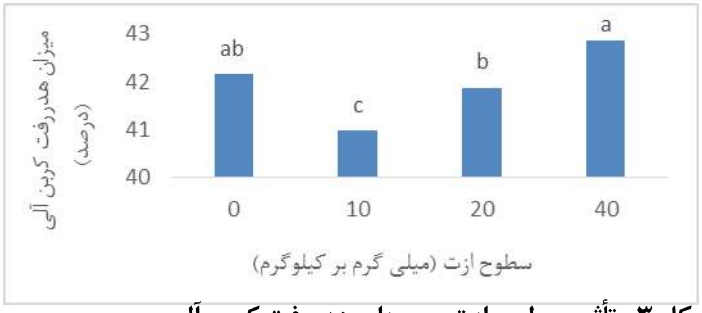
نتایج نشان داد که مواد سهل التجزیه بقایای گیاهی جنگلی عمدتا در یک ماهه اول خوابانیدن تجزیه شده و مواد مقاوم به تجزیه به کندی در ماههای بعدی خوابانیدن تجزیه می‌شوند. نتایج همچنین نشان داد که درصد مواد سهل التجزیه در بقایای گیاهی سپیدار و کاج در مقایسه با بقایای گیاهی بلوط دو برابر بود. (شکل ۲) مطالعات نشان داده است که میزان نیتروژن بقایا (Frankenberger and Abdelmagid, ۱۹۸۵)، لیگنین (Muller etal., ۱۹۸۸)، پلی فنول‌ها (Constantinides and Fownes, ۱۹۹۴) و غلظت کربن محلول (Reinertsen et al., ۱۹۸۴; Oglesby and Fownes, ۱۹۹۲)، شاخص‌های مفیدی برای تعیین سرعت تجزیه بقایا هستند. سرعت تجزیه بالای بقایای سپیدار و کاج در مقایسه با بقایای بلوط را می‌توان به میزان لیگنین کمتر این بقایا نسبت داد چون سپیدار و کاج از جمله گیاهان نرم چوب و بلوط جزء گیاهان سخت چوب بحساب می‌آیند.



شکل۲- تأثیر نوع بقایا بر میزان هدررفت کربن آلی

تاثیر سطوح ازت بر هدررفت کربن

نتایج نشان داد بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی در سطح ازت ۴۰ و کمترین مقدار آن در سطح ازت ۱۰ به ترتیب با مقادیر ۸۵/۴۲ و ۹۷/۴۰ درصد بدست آمد. (شکل ۳) و تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح ازت مصرفی وجود نداشت. طبق اظهارات کنر و همکاران (۲۰۰۵)، تأثیر افزودن نیتروژن به مقدار سطوح ازت بستگی دارد.



شکل ۳- تأثیر سطوح ازت بر میزان هدررفت کربن آلی

نتیجه گیری کلی

بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی بقایای گیاهی در ماه اول خوابانیدن اندازه گیری گردید و مقدار هدررفت در ماههای بعدی ناچیز بود. بیشترین مقدار هدررفت کربن از بقایای گیاه سپیدار و کمترین مقدار هدررفت کربن از بقایای گیاه بلوط بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که بقایای گیاهی کاج و دارتالاب تفاوت قابل ملاحظه‌ای از لحاظ مقدار هدررفت کربن نسبت به بقایای گیاه سپیدار نداشتند ولی مقدار هدررفت کربن بقایای گیاهی بلوط در مقایسه با سپیدار به‌طور چشمگیری کمتر بود.

منابع

خسروشاهی، م. ۱۳۷۷. کتاب هشدار (منابع طبیعی بستر حیات است ، در حفظ آن بکوشیم)، انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.

Austin A. T. and Vivanco , L. ۲۰۰۶. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. Nature. ۴۴۲: ۵۵۵- ۵۵۸.

Berg B., Davey, M., DeMarco, A., Emmett, B., Faituri, M., Hobbie, S., Johansson, M. B., Liu, C., McClaugherty, C., Norell, L., Rutigliano, F., Vesterdal, L. and Virzo De Santo, A. ۲۰۱۰. Factors influencing limit values for pine needle litter decomposition: a synthesis for boreal and temperate pine forest systems. Biogeochemistry. ۱۰۰: ۵۷-۷۳.

Boldock j.a. ۲۰۰۷. Composition and cycling of organic soil carbon in soil, In Marchner, p. and Rengel, z. (eds). Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems. Springer - Verlag, BerlinHeidelberg. ۱- ۳۹۶.

Constantinides M. and Fownes, J. H. ۱۹۹۴. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants Relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. Soil Biology and Biochemistry. ۲۶: ۴۹-۵۵.

Changchun S. Deyan., L. Guisheng., Y. Yanyu, S. and Rong, M. ۲۰۱۱. Effect of nitrogen addition on decomposition of calamagrostis angustifolia litters from freshwater marshes of northeast china.Journal of Ecological Engineering ۳۷:۱۵۷۸ - ۱۵۸۲.

Frankenberger W. T. and H. M. Abdelmagid. ۱۹۸۵. Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of leguminous crop incorporated into soil. Plant and Soil. ۸۷: ۲۵۷-۲۷۱.

Fisher R. F., Binkley, D. ۲۰۰۰.Ecology and Management of Forest soils. (Third edition). John Wiley and Sons. INC.۴۸۹ pp.

FAO ۲۰۱۰. Global Forest Resourse Assessment FAO, Rome.

Geng Y. B., Dong,Y. S. and Meng, W. Q. ۲۰۰۰. Progresses of terrestrial carbon cycle studies. Advance in Earth Science. ۱۹: ۲۹۷-۳۰۶.

Knorr M. Frey, S. D. and Curtis, P. S. ۲۰۰۵. Nitrogen addition and litter decomposition a meta-analysis. Ecology ۸۶: ۳۲۵۲ - ۳۲۵۷.

Lorenz R. D.and Radebaugh, J. ۲۰۰۹. Global pattern of titan's dunes: radar survey from the cassini prime mission. Geophysical Research Letters, ۳۶(۳).

Lal R. ۲۰۰۷.Soil Science and the Carbon Cavitations. Soil Science Society of American Journal, ۷۱: ۱۴۲۵ - ۱۴۳۷

Muller M. M., Sundman, V., Soininvaara, O. and Merilainen A. ۱۹۸۸. Effects of chemical composition on the release of N from agricultural plant material decomposing in soil under field conditions. Biology and Fertility of Soils. ۶: ۷۸-۸۳.

Murungu F. S. Chiduza., C. Muchaonyerwa. P. and Mnkeni .P. N. S. ۲۰۱۰.Decomposition, nitrogen and phosphorus mineralization from winter-grown cover crop residues and suitability for a small holder farming system in south Africa. Nutr Cycl Agroecosyst. ۸۹: ۱۱۵-۱۲۳.

Oglesby K. A. and Fownes, J. H. ۱۹۹۲. Effects of chemical composition on N mineralization from green manures of seven tropical species. Plant and Soil. ۱۴۳: ۱۲۷-۱۳۲.

Reinertsen S. A., Elliott, L. F., Cochran, V. L. and Campbell, G. S. ۱۹۸۴. Role of available carbon and nitrogen in determining the rate of wheat straw decomposition. Soil Biology and Biochemistry. ۱۶: ۴۵۹-۴۶۴.

Sun R., Chen, J. M. and Zhou, Y. Y. ۲۰۰۴. Spatial distribution of net primary productivity and evapotranspiration in changbaishan natural reserve. China, using landsat ETM data. Canadian Journal of Remote Sensing. ۳۰: ۷۳۱-۷۴۲.

Woodbury B. ۲۰۰۷. Carbon sequestration in the U.S. forest sector from ۱۹۹۰ to ۲۰۱۰. Forest Ecology and Management. ۲۴۱(۱-۳): ۱۴-۲۷.

Abstract

Forest ecosystems are very important land uses for storage of carbon in soils and removing carbon dioxide from atmosphere. Plant residues which decompose slowly have a longer residence time and help to carbon storage in soils. The aims of this research were to study the effects of plant residue type and nitrogen application on organic carbon mineralization. For this purpose, a split - split plot experiment with three replications performed using litter bag method. The factors examined were types of plant residue (oak, bald cypress, white poplar and pine), levels of applied nitrogen (۰, ۱۰, ۲۰ and ۴۰ mg/kg N soil) and incubation time intervals (۱, ۲, ۳ and ۴ months) which were located in sub - sub, sub - and main plots respectively. According to results the greatest and the least amounts of carbon loss were measured for the first and the last month of incubation respectively. The amount of carbon lost during incubation was highest for white poplar residue and lowest for oak residue indicating that oak residue can help to carbon storage in soils. Application of nitrogen had no significant effect on organic carbon mineralization.