



فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۹، شماره ۳۵، تابستان ۱۳۹۲

بررسی اثر خشکه‌دارها در چرخه مواد غذایی اکوسیستم جنگل مطالعه موردی بخش چلیز از جنگل خیرود، نوشهر

اسلام ذوالفقاری^{۱*}، محمدرضا مروی‌مهاجر^۲، قوام‌الدین زاهدی‌امیری^۲، منوچهر نمیرانیان^۲

چکیده

خشکه‌دارها منبع غذایی مناسبی در جنگل محسوب می‌شوند و با شرکت در چرخه مواد و رساندن مواد مغذی و حفظ رطوبت، محیط مساعدی را برای سبزشدن بذرها و رویش نهال‌ها فراهم می‌کنند. این مطالعه در بخش چلیز، چهارمین بخش تحت مدیریت دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، از جنگل خیرود نوشهر، که یک جنگل طبیعی است، برای بررسی اثر خشکه‌دارها بر خاک جنگل صورت گرفته است. در این تحقیق، جهت بررسی و مقایسه ازت کل، کربن کل، اسیدیته و نسبت C/N در دو لایه مختلف هوموسی و معدنی (در عمق ۱۰ سانتی‌متری) از خشکه‌دارها (با درجه پوسیدگی ۴) و جنگل (نمونه‌های شاهد فاقد خشکه‌دار) در ۱۲ تکرار نمونه‌برداری شد که پس از حمل و آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه فاکتورهای فوق اندازه‌گیری و رابطه C/N آنها نیز محاسبه گردید. آنالیز داده‌ها با آزمون t نشان داد که بین tN لایه هوموسی در خشکه‌دارها و نمونه‌های شاهد در سطح ۵ درصد و بین مقادیر pH، tC، این لایه در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در لایه معدنی بین tC، tN و C/N بین آنها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد دیده شد ولی اختلاف معنی‌داری در pH این لایه‌ها مشاهده نشد. همچنین آزمون مقایسه گروهی به‌طور کلی نشان داد که بین دو تیمار خشکه‌دار و شاهد در tC اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی در tN اختلاف معنی‌دار نیست.

واژه‌های کلیدی: لایه هوموسی، لایه معدنی، شاهد، خشکه‌دارها، اکوسیستم جنگل

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شبستر، گروه علوم گیاهی، شبستر، ایران

۲- دانشگاه تهران، گروه منابع طبیعی، تهران، ایران

* مکاتبه‌کننده: (E_Zolfeghari@iaushab.ac.ir)، (Eslam.Zolfeghari@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: تابستان ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: بهار ۱۳۹۰

مقدمه

در یک جنگل بکر که دخالتی در آن صورت نگرفته است و به طور طبیعی به حیات خود ادامه می‌دهد، در هر مرحله سنی خشکه‌دار وجود دارد و بستگی ندارد که حتماً تخریب یافته باشد تا خشکه‌دار بوجود بیاید، یا به عبارتی مرگ و زندگی در جنگل بکر همیشه باهم است. از علل به‌وجود آمدن خشکه‌دارها، عوامل زنده و غیرزنده هستند، خشک شدن می‌تواند در طول یک توالی و یا در اثر پوسیدگی و فرایندهای تخریبی، اقلیم محلی یا باد شدید اتفاق بیافتد (مروی مهاجر، ۱۳۸۱). زمانی که یک درختی خشک می‌شود ممکن است سرپا باقی بماند^۱ و یا توسط عوامل فیزیکی نظیر باد و یا جاذبه زمین (در روی شیب) شکسته و یا ریشه‌کن شده و خشکه‌دار افتاده را به‌وجود آورد^۲. بزرگ‌ترین ذخیره مواد غذایی که در اختیار سایر ارگانیک‌ها قرار می‌گیرد از تجزیه مواد ارگانیکی مرده حاصل می‌شود، بنابراین تجزیه یک حلقه اتصالی مهمی است که مواد مغذی را در چرخه سیستم داخلی^۳ یک اکوسیستم جنگلی به گردش درمی‌آورد (Waring et al., 1985). طی عمل فتوسنتز انرژی توسط برگ‌ها گرفته شده و در مرحله بعد از طی توالی در جنگل به شکل سلولز ذخیره می‌شود. سلولز در واحدهای پایین‌تر خود از مولکول‌های مشابه تشکیل شده است که انرژی را ذخیره و در اختیار سایر ارگانیسیم‌ها قرار می‌دهند، بنابراین سلولز به‌عنوان منبع اصلی ذخیره کربن در جنگل محسوب

می‌شود که طی فرایندهای تجزیه به آرامی در جنگل رها می‌شود، همچنین این مواد در اجتماع با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به حاصلخیزی خاک کمک قابل توجهی می‌کنند (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱). خشکه‌دارها با تمام نقش‌هایی که در حفظ و ارتقاء تنوع زیستی بر عهده دارند، باعث تقویت خاک جنگل نیز می‌شوند، خشکه‌دارها برای تنوع زیستی و عملکردهای اکوسیستم، مثل چرخه مواد غذایی در جنگل‌ها اهمیت بسزایی دارند (Harman et al., 1986). بررسی اثرات خشکه‌دارها در جنگل‌های سوزنی برگ شمالی نشان می‌دهد که خشکه‌دارهای افتاده در چرخه مواد غذایی در این جنگل‌ها نقش دارند (Laiho & Prescott, 2004). خشکه‌دارها به‌عنوان منبع عظیمی از سلولز و مقدار فراوانی ماده آلی به‌شمار می‌آیند که به مرور زمان با تجزیه شدن این مواد وارد چرخه بیولوژیکی خاک جنگل می‌گردد (Lutz et al., 1966). سلولز از فراوان‌ترین جزء بقایای گیاهی بوده و اغلب به همراه همی سلولز و لیگنین می‌باشد. در چرخه حیات و مرگ اکوسیستم جنگل موادی که از خاک گرفته شده پس از مرگ ارگانیسیم مجدد وارد جنگل می‌شود. در این مطالعه سعی شد تا اثر خشکه‌دارها از فاکتورهای مختلف در جنگل با توجه به اندوخته مواد غذایی آنها مورد بررسی قرار گیرد. قطر خشکه‌دارها، دمای محیط، میزان بارندگی در منطقه و گونه درختی خشکه‌دار، سرعت تجزیه شدن خشکه‌دارها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Zell et al., 2009). مطالعات Price & Watters (1988) نشان داد که در ساقاب به‌دست‌آمده از خشکه‌دارهای گونه‌های صنوبر *Populus termuloides* و *P. grandidentata* و افرا *Acer rubrum* در

۱- Snag

۲- Downed log

۳- Intersystem

روش مطالعه

یک درخت پس از سپری کردن مراحل نونهالی، نهالی، خال، تیرک و تیر وقتی به سن کهنسالی می‌رسد، مقدار فراوانی مواد مغذی را در خود ذخیره کرده است که پس از اتمام حیات، به مرور زمان تجزیه شده و به خاک برمی‌گرداند. برای بررسی اثر خشکه‌دارها بر خاک جنگل، در چهار تیمار^۱ و ۱۲ تکرار^۲ از لایه هوموسی خشکه‌دارها (خشکه‌دارهای با درجه پوسیدگی ۴)^۳ و لایه معدنی آن در عمق ۱۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد که جهت مقایسه به همین روال از لایه هوموسی و معدنی جنگل (به فاصله ۱۰ متری از خشکه‌دارها که خشکه‌داری وجود نداشت) به‌عنوان نمونه شاهد برداشت صورت گرفت. در آزمایشگاه پس از خشک‌کردن و آماده‌کردن نمونه‌ها، ازت کل، کربن کل و pH، اندازه‌گیری و پس از محاسبه، C/N به تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شد. برای مقایسه آماری میانگین داده‌ها از آزمون t و مقایسه گروهی استفاده گردید.

نتایج

نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب مقدار ازت و مقدار کربن اندازه‌گیری شده را در چهار تیمار مختلف (لایه‌های هوموسی و معدنی خشکه‌دارها و نمونه‌های شاهد)، با ۱۲ تکرار نشان می‌دهد. مقدار ازت لایه‌های

۲- چهار تیمار شامل دو عمق مختلف در دو شکل متفاوت نمونه‌برداری، شامل دو لایه هوموسی و معدنی خشکه‌دارها و جنگل است.

۳- تکرارها شامل تعداد نمونه‌هاست.

۴- درجه پوسیدگی (۴): چوب به‌طور کامل پوسیده شده است و به اصطلاح ذوب شده است (مرحله ذوب شدگی)، و چوب به راحتی در مقابل ضربه خرد شده و ریزش می‌شود. (مروی مهاجر، ۱۳۸۱)

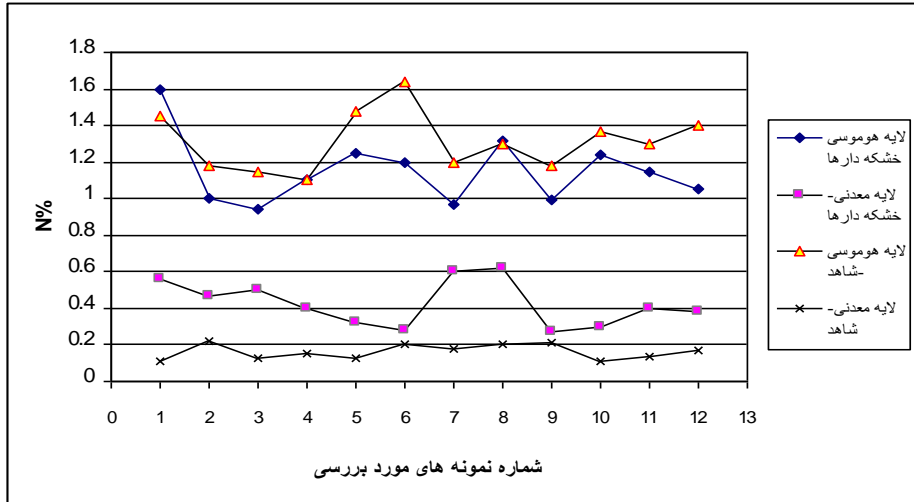
جنگل‌های پهن‌برگ منطقه انتاریو^۱، مقدار قابل توجهی نیترات و فسفید قابل جذب است که مشخص‌کننده اهمیت نقش خشکه‌دارها در بهبود زنجیره غذایی جنگل می‌باشد. قارچ‌ها، خزها و گل‌سنگ‌ها برای تغذیه و کسب رطوبت به خشکه‌دارها وابسته‌اند و در چرخه پوسیدگی بین درختان و قارچ‌های ectomycorrhizal ارتباط تنگاتنگی وجود دارد (Åström et al., 2005). در این مطالعه با هدف بررسی اثرات خشکه‌دارها در درجات پوسیدگی بالا روی برخی فاکتورهای شیمیایی خاک، به مقایسه آماری این اثر پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در بخش چلیبر، چهارمین بخش تحت مدیریت دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، از جنگل خیرود کنار نوشهر که وسعت آن ۱۹۰۰ هکتار و در دامنه ارتفاعی ۷۵۰ تا ۱۷۵۰ متری واقع شده، صورت گرفته است. این سری به‌جز در بخش ورودی آن فاقد جاده بوده و هیچ طرح جنگلداری تاکنون در آن اجرا نشده است، بنابراین یک جنگل طبیعی کمتر دست‌خورده به‌شمار می‌رود. مهم‌ترین تیپ‌های درختی سری چلیبر که در سطح وسیعی قابل مشاهده هستند عبارتند از: راش - ممرز، راش خالص، راش - توسکا، راش پلت و بلوط - ممرز، که علاوه بر این، تیپ‌های منحصربفردی نیز به لحاظ خصوصیات کمی و یا نوع گونه‌ها در این سری قابل مشاهده است.

مشابه هستند ولی در لایه‌های معدنی، مقدار آن در خشکه‌دارها بیشتر از شاهد است.



شکل ۱- میزان ازت موجود در چهار تیمار بررسی شده

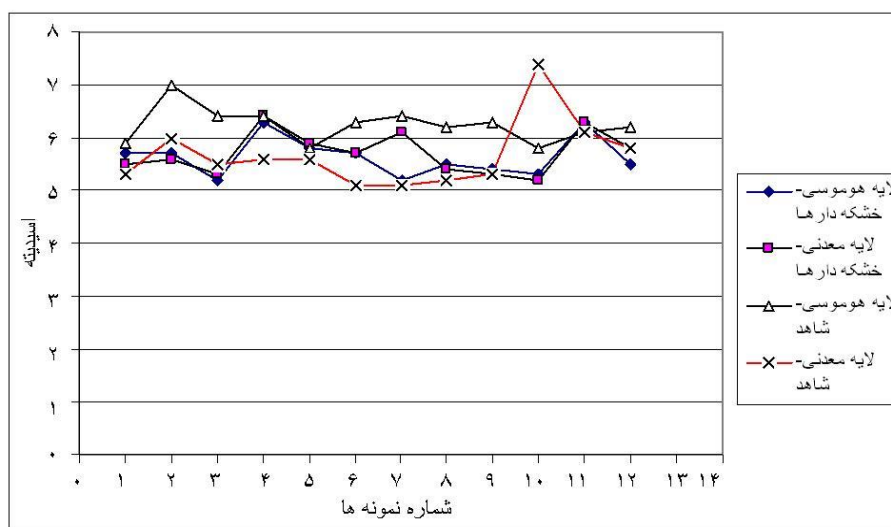
با توجه به نمودار ۲، مقدار کربن آلی لایه هوموسی خشکه‌دارها از نمونه‌های شاهد بیشتر است و به همین روال در لایه معدنی خشکه‌دارها نیز مقدار آن بیشتر است.



شکل ۲- مقدار ماده آلی اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف

در لایه معدنی حالت عکس رخ داده است. با بررسی pH لایه هوموسی خشکه‌دارها مطابق نمودار ۳ دیده می‌شود که مقدار آن در خشکه‌دارها پایین‌تر از هوموس جنگل است که در لایه معدنی حالت عکس رخ داده است یعنی لایه معدنی جنگل اسیدی‌تر از این لایه در خشکه‌دارها است. مقدار اسیدیته نمونه‌ها در دامنه بین ۵-۷ در نوسان است.

خشکه‌دارها منبع عظیمی از مواد سلولزی هستند که به مرور زمان با تجزیه شدن به خاک اضافه می‌شوند. مقادیر به دست آمده از نسبت C/N در لایه‌های هوموسی و معدنی خشکه‌دارها و نمونه‌های شاهد نشان داد که این نسبت در لایه هوموسی خشکه‌دارها بیشتر از هوموس جنگلی است، بالا بودن مقدار tC (کربن کل) به صورت ذخایر سلولزی در خشکه‌دارها در بالا رفتن این نسبت نقش داشته ولی



شکل ۳- میزان اسیدیته نمونه‌ها در تیمارهای مختلف

موجود در رابطه با میزان pH لایه معدنی نمونه‌های خشکه‌دار و شاهد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ولی در سایر موارد این تفاوت دیده می‌شود.

در جدول ۱ میانگین مقدار فاکتورهای اندازه‌گیری شده (tN, tC, pH, C/N) در چهار تیمار مختلف ثبت شده است. مقایسه میانگین‌های مذکور با آزمون t در سطح ۱ و ۵ درصد صورت گرفته است. براساس اطلاعات مندرج در جدول بین میانگین‌های

جدول ۱- میانگین pH، C/N، tC، tN اندازه گیری شده در دو لایه هوموسی و معدنی خشکه دارها و نمونه های شاهد

شاهد				خشکه دارها			
pH	C/N	%tC	%tN	pH	C/N	%tC	%tN
۶/۱	۲۶	۳۳/۳	۱/۳۴	۵/۶**	۳۲**	۳۸**	۱/۵*
۵/۶	۲۵	۳/۹	۰/۱۶	۵/۷ ^{ns}	۱۴**	۵/۵**	۰/۴۱**

مقایسه میانگین ها با آزمون t در سطح ۵ درصد انجام شد. در هر سطر بین میانگین هایی که دارای علامت * هستند، اختلاف معنی داری وجود دارد.

اختلاف معنی داری وجود ندارد ولی در tC تفاوت معنی داری دیده می شود. نتایج این بررسی در جدول ۲ آمده است.

تجزیه و تحلیل ها توسط آزمون مقایسه گروهی نشان داد که به طور کلی بین خشکه دارها و نمونه های شاهد در مقدار ازت کل، از نظر آماری

جدول ۲- نتایج مربوط به آزمون مقایسه گروهی

tC**	tN
۲۲	۰/۷۸
۱۸	۰/۷۵

** علامت تفاوت آماری معنی دار در سطح ۱ درصد

به طور کلی، مواد آلی گیاهان شامل حدود ۱۵-۶۰ درصد سلولز، ۱۰-۳۰ درصد همی سلولز، ۵-۳۰ درصد لیگنین و ۲-۵ درصد پروتئین است (اصغرزاده، ۱۳۷۶). بررسی های ساجدی و همکاران (۱۳۸۱) در زمینه تیپ هوموس در جنگل های خالص و آمیخته راش در بخش چلیپر نشان داد که رنج تغییرات tC و tN در لایه هوموسی به ترتیب از ۳۳ تا ۳۶/۷ و ۱/۳ تا ۱/۶ (به درصد) و نسبت C/N از ۲۳/۳ تا ۲۷/۷ است. مطابق نمودار شماره ۲، مقدار ماده آلی اضافه شده از خشکه دارها به خاک جنگل به مراتب بیشتر از هوموس جنگل است، تحقیقات نشان داد که سلولز فراوان ترین جزء بقایای گیاهی بوده و اغلب به همراه همی سلولز و لیگنین می باشد (اصغرزاده، ۱۳۷۶). بررسی های Renger et al (1995) نشان داد که در چرخش

بحث و نتیجه گیری

خشکه دارها اگرچه ارزش تجاری و اقتصادی کمی دارند ولی دارای ارزش های اکولوژیکی اساسی هستند (Evans & Kelty, 2010). باکتری ها و قارچ های موجود در اکوسیستم جنگل، انرژی متابولیکی خود را از تجزیه مواد ارگانیکی مرده به H₂O و CO₂ به دست می آورند. فرایند تجزیه با آزاد شدن آنزیم های تجزیه کننده برون سلولی صورت می گیرد که معمولاً یک سری از تجزیه کننده ها را شامل می شود. در جنگل مواد ارگانیکی از اشکوب های بالا یا منابع زیرزمینی به خاک جنگل اضافه می شوند، منبع بالای سطح خاک شامل، برگ ها، گل ها، سرشاخه ها و تنه های درختان است (امتیازی، ۱۳۸۱).

آلی افزوده شده توسط خشکه‌دارها به خاک جنگلی در دو عمق مختلف، هوموسی و معدنی، نسبت به توده جنگلی بدون خشکه‌دار دیده می‌شود (مطابق نمودار شماره ۲). بنابراین خشکه‌دارها به‌عنوان ذخیره‌گاه‌های پلیمرهای موجود در چرخه کربن دارای اهمیت زیادی می‌باشند و حذف آنها از جنگل به‌عنوان منابع آلودگی قارچی و حشرات جالب به‌نظر نخواهد رسید. مهم‌ترین پلیمرهای موجود در چرخه کربن که تجزیه بیولوژیکی آنها دارای اهمیت می‌باشد شامل تانن، کوتین، چوب پنبه، لیگنین، کیتین، پکتین، سلولز، همی سلولز و کراتین می‌باشد (امتیازی، ۱۳۸۱).

بیولوژیکی عناصر در جنگل‌های دانه‌زاد ۱۳۰ ساله برحسب kg/ha مقدار ازت تثبیت و متمرکز شده در تنه‌ها، ساقه و شاخه‌های جوان $13/2$ و لاشبرگ‌ها $33/5$ کیلوگرم در هکتار است. طبق مطالعات (Bonneau 1995) در یک جنگل راش ۱۲۰ ساله، روی خاک لای و ماسه‌ای با pH اسیدی، نیتروژن برگ‌ها 90 Kg/h ، چوب تنه 240 Kg/h ، پوست چوب 80 Kg/h و شاخه‌ها 60 Kg/h است. در این بررسی مطابق نمودار شماره ۱، مقدار ازت کل خشکه‌دارها در مجموع کمتر از خاک جنگل در لایه هوموسی است که حالت عکس آن در لایه معدنی رخ داده است، ولی اختلاف چشمگیری در میزان کربن

منابع

- امتیازی، گ. ۱۳۸۱. میکروبیولوژی خاک، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۱۸۵ ص
- حبیبی کاسب، ح. ۱۳۷۱. مبانی خاک‌شناسی جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۳ ص
- ساجدی، ت. و ق. زاهدی امیری. ۱۳۸۱. بررسی تغییرات تیپ هوموس در جنگل‌های خالص و آمیخته راش، سری چلیبر- پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۴۶ ص
- علی‌اصغرزاده، ن. ۱۳۷۶. میکروبیولوژی و بیوشیمی خاک (ترجمه)، ۴۲۵ ص
- مرو می‌هاجر، م. ۱۳۸۱. جزوه درسی جنگل‌شناسی تکمیلی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۵۴ ص
- Åström, M., M. Dynesius, K. Hylander, and C. Nilsson. 2005. Effects of Slash Harvest on Bryophytes and Vascular Plants in Southern Boreal Forest Clear-Cuts. *Journal of Applied Ecology* 42(6):1194-1202.
- Bonneau, M. 1995. Fertilisation des forets dans les payes temperes. 367 pp Engref.
- Evans, M.A., and J.M. Kelty. 2010. ecology of dead wood in Northeast The Forest Guild practices and promotes ecologically, economically, and socially responsible forestry—"excellent forestry"—as a means of sustaining the integrity of forest ecosystems and the human communities dependent upon them. Forest Guild PO Box 519 Santa Fe, NM 87504, 505-983-8992, www.forestguild.org.24pp.

- Harman, M.E., J.F. Franklin., F.J. Swanson, P. Sollins, S.V. Gregory, J.D. Lattin, N.H. Anderson, S.P. Cline, N.G. Aumer, J.R. Sedell, G.W. Lienkaemper, J.r.K. Cromack, and K.W. Cummins.** 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystem. *Advanced in Ecological Research* Vol.15.302pp.
- Laiho, R., and C.E. Prescott.** 2004. Decay and Nutrient Dynamics of Coarse Woody Debris in Northern Coniferous Forests: A Synthesis. *Canadian Journal of Forest Research* 34(4): 763-777.
- Lutz, J., R. Harold, F. Chandler, and K.G. Morris.** 1966. *Forest soils*, New York, 514pp.
- Price, R., and A. Watters.** 1988. The influence of stemflow from standing dead trees on the fluxes of some ions in a mixed deciduous forest, *Canadian journal of forest research*, 18:1490-1493
- Renger, J.** 1995. le cycle biogéochimique des éléments majeurs dans les écosystèmes forestiers, Etude et gestion de sols.
- Waring, R.H., and W.H. Schlesinger.** 1985. *Forest ecosystem Concepts and management*, 340pp
- Zell, J., G. Kändler, and M. Hanewinkel.** 2009. Predicting Constant Decay Rates of Coarse Woody Debris--a Meta-Analysis Approach with a Mixed Model. *Ecological Modelling* 220(7):904-912.