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 چلیر 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 چلیر، 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 tC، pH، C/N این لایه در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در لایه معدنی بین tN، tC 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 دریافت: بهار ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: تابستان ۱۳۹۰

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در یک جنگل بکر که دخالتی در آن صورت نگرفته است و به‌طور 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 به‌عبارتی مرگ و زندگی در جنگل بکر همیشه باهم است. از علل به‌وجودآمدن خشکه‌دارها، عوامل زنده و غیرزنده هستند، خشک‌شدن می‌تواند در طول یک توالی و یا در اثر پوسیدگی و فرایندهای تخریبی، اقلیم محلی یا باد شدید اتفاق بیافتد (مروی مهاجر، ۱۳۸۱). زمانی‌که یک درختی خشک می‌شود ممکن است سرپا باقی بماند[1] 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[2]. 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[3] 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 ارگانیسم‌ها قرار می‌دهند، بنابراین سلولز به‌عنوان منبع اصلی ذخیره کربن در جنگل محسوب می‌شود که طی فرایندهای تجزیه به‌آرامی در جنگل رها می‌شود، همچنین این مواد در اجتماع با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به حاصلخیزی خاک کمک قابل‌توجهی 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 همی‌سلولز و لیگنین می‌باشد. در چرخه حیات و مرگ اکوسیستم جنگل موادی که از خاک گرفته شده پس از مرگ ارگانیسم 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 تجزیه‌شدن خشکه‌دارها را تحت‌تأثیر 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

Archive of SID
www.SID.ir

جنگل‌های پهن‌برگ منطقه انتاریو[1]، مقدار قابل‌توجهی نیترات و فسفید قابل جذب است که مشخص‌کننده اهمیت نقش خشکه‌دارها در بهبود زنجیره غذایی جنگل می‌باشد. قارچ‌ها، خزه‌ها 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 چلیر، 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 تیپ های درختی سری چلیر که در سطح وسیعی قابل‌مشاهده هستند عبارتند از: راش ـ ممرز، راش خالص، راش ـ توسکا، راش پلت و بلوط ـ ممرز، که علاوه بر این، تیپ‌های منحصربفردی نیز به لحاظ خصوصیات کمی و یا نوع گونه‌ها در این سری قابل‌مشاهده است.

روش مطالعه

یک درخت پس از سپری‌کردن 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[2] و ۱۲ تکرار[3] از لایه هوموسی خشکه‌دارها (خشکه‌دارهای با درجه پوسیدگی ۴)[4] 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 ۱و۲ به‌ترتیب 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 هوموسی خشکه‌دارها و نمونه‌های شاهد تا از انواع

۱- Ontario

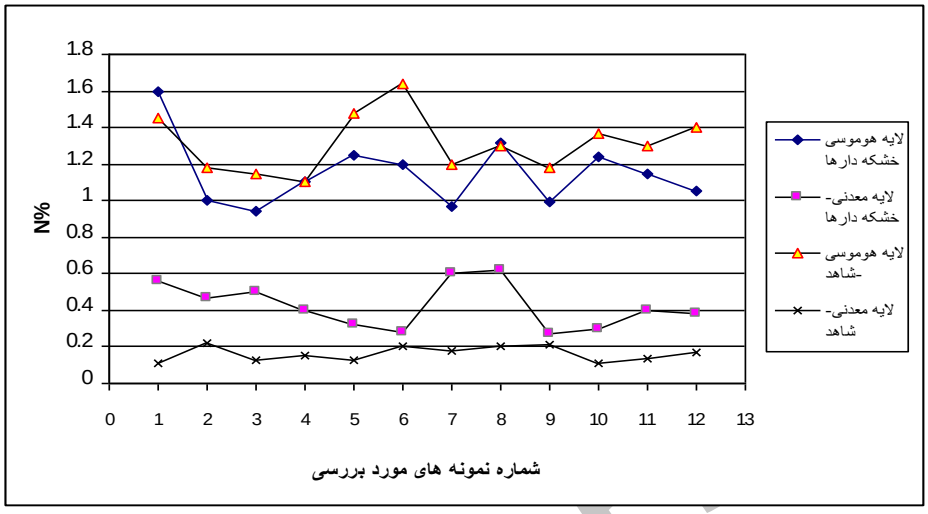
۲- چهار تیمار شامل دوعمق مختلف در دو شکل متفاوت نمونه‌برداری، شامل دو لایه هوموسی و معدنی خشکه‌دارها و جنگل است.

۳- تکرارها شامل تعداد نمونه‌هاست.

۴- درجه پوسیدگی (۴): چوب به‌طور کامل پوسیده شده است و به‌اصطلاح ذوب شده است (مرحله ذوب شدگی)، و چوب به‌راحتی در مقابل ضربه خرد شده و ریزریز می‌شود. (مروی مهاجر، ۱۳۸۱)

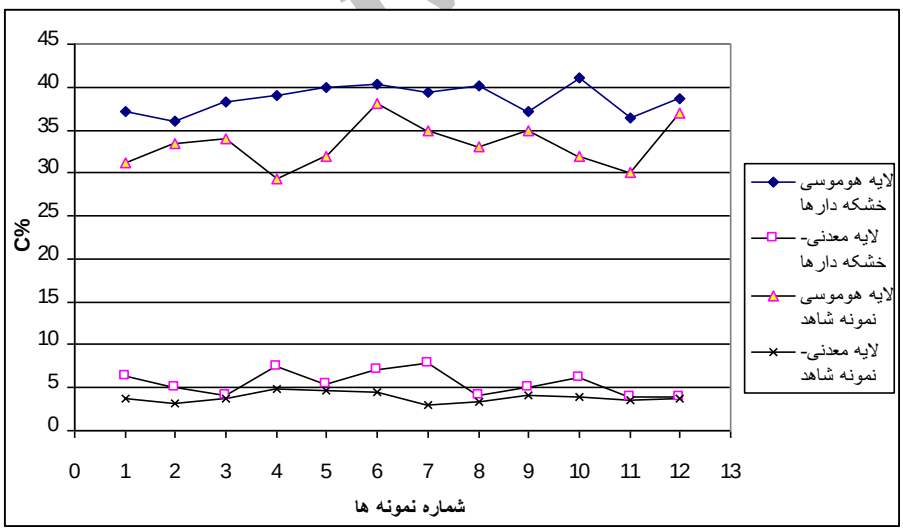
Archive of SID
www.SID.ir

مشابه هستند ولی در لایه‌های معـدنی، مقـدار آن در خشکه‌دارها بیشتر از شاهد است.



شکل ۱- میزان ازت موجود در چهار تیمار بررسی‌شده

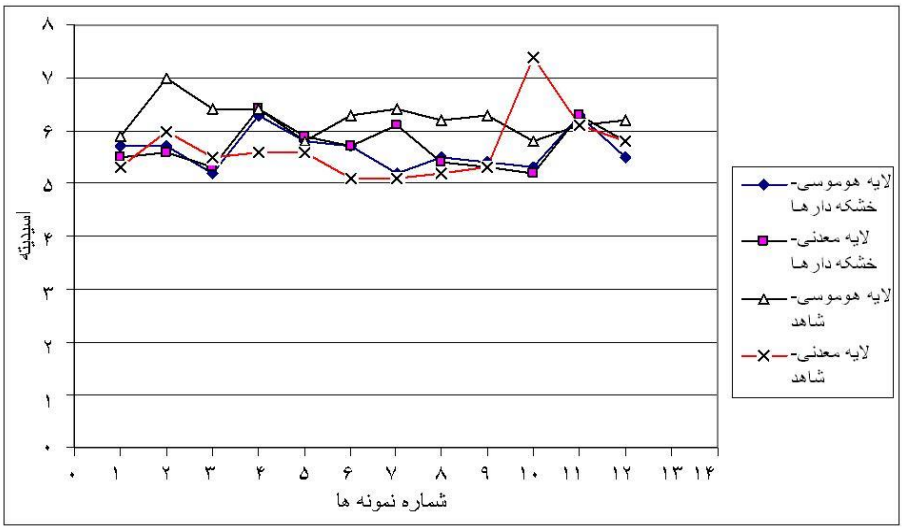
با توجه به نمودار ۲، مقدار کربن آلی لایه هوموسی خشکه‌دارها از نمونه‌هـای شـاهد بیشـتر اسـت و بـه همین روال در لایه معدنی خشکه‌دارها نیز مقـدار آن بیشتر است.



شکل ۲- مقدار ماده آلی اندازه‌گیری‌شده در تیمارهای مختلف

www.SID.ir

خشکه‌دارها منبع عظیمی از مواد سلولزی هستند که به مرور زمان با تجزیه‌شدن به خاک اضافه می‌شوند. مقادیر به‌دست‌آمده 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، بالابودن مقدار tC (کربن کل) به‌صورت ذخایر سلولزی در خشکه‌دارها در بالارفتن این نسبت نقش داشته ولی 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.



شکل ۳- میزان اسیدیته نمونه‌ها در تیمارهای مختلف

در جدول ۱ میانگین مقدار فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده (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 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.

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین tN, tC, C/N, pH اندازه‌گیری‌شده در دو لایه هوموسی و معدنی خشکه‌دارها و نمونه‌های شاهد

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

مقایسه میانگین‌ها با آزمون t در سطح ۵ درصد انجام شد. در هر سطر بین میانگین‌هایی که دارای علامت * هستند، اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

تجزیه و تحلیل‌ها توسط آزمون مقایسه گروهی نشان داد که به‌طور کلی بین خشکه‌دارها و نمونه‌های شاهد در مقدار ازت کل، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی در tC تفاوت معنی‌داری دیده می‌شود. نتایج این بررسی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- نتایج مربوط به آزمون مقایسه گروهی

	tN	tC**
خشکه‌دارها	۰/۷۸	۲۲
نمونه‌های شاهد	۰/۷۵	۱۸

** علامت تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۱ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

خشکه‌دارها اگرچه ارزش تجاری و اقتصادی کمی دارند ولی دارای ارزش‌های اکولوژیکی اساسی هستند (Evans & Kelty, 2010). باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در اکوسیستم جنگل، انرژی متابولیکی خود را از تجزیه مواد ارگانیکی مرده به CO_2 و H_2O به‌دست می‌آورند. فرایند تجزیه با آزاد شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده برون‌سلولی صورت می‌گیرد که معمولاً یک سری از تجزیه‌کننده‌ها را شامل می‌شود. در جنگل مواد ارگانیکی از اشکوب‌های بالا یا منابع زیرزمینی به خاک جنگل اضافه می‌شوند، منبع بالای سطح خاک شامل، برگ‌ها، گل‌ها، سرشاخه‌ها و تنه‌های درختان است (امتیازی، ۱۳۸۱).

به‌طورکلی، مواد آلی گیاهان شامل حدود ۱۵-۶۰ درصد سلولز، ۱۰-۳۰ درصد همی‌سلولز، ۵-۳۰ درصد لیگنین و ۲-۵ درصد پروتئین است (اصغرزاده، ۱۳۷۶). بررسی‌های ساجدی و همکاران (۱۳۸۱) در زمینه تیپ هوموس در جنگل‌های خالص و آمیخته راش در بخش چلیر نشان داد که رنج تغییرات tC و tN در لایه هوموسی به‌ترتیب 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 خشکه‌دارها به خاک جنگل به مراتب بیشتر از هوموس جنگل است، تحقیقات نشان داد که سلولز فراوان‌ترین جزء بقایای گیاهی بوده و اغلب به همراه همی‌سلولز و لیگنین می‌باشد (اصغرزاده، ۱۳۷۶). بررسی‌های Renger *et al* (1995) نشان داد که در چرخش

Archive of SID
www.SID.ir

بیولوژیکی عناصر در جنگل‌های دانه‌زاد ۱۳۰ ساله برحسب kg/ha مقدار ازت تثبیت و متمرکزشده در تنه‌ها، ساقه و شاخه‌های جوان ۱۳/۲ و لاشبرگ‌ها ۳۳/۵ کیلوگرم در هکتار است. طبق مطالعات Bonneau (1995) در یک جنگل راش ۱۲۰ ساله، روی خاک لای و ماسه‌ای با pH اسیدی، نیتروژن برگ‌ها Kg/h ۹۰، چوب تنه Kg/h ۲۴۰، پوست چوب Kg/h ۸۰ و شاخه‌ها Kg/h ۶۰ 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 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، همی‌سلولز و کراتین می‌باشد (امتیازی، ۱۳۸۱).

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 چلیر- پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۴۶ ص

علی‌اصغرزاده،ن. ۱۳۷۶. میکروبیولوژی و بیوشیمی خاک (ترجمه)، ۴۲۵ ص

مروی‌مهاجر،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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 biogechimique des elements majeurs dans les ecosystems 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.

Archive of SID

www.SID.ir