تاثیر اکولوژیک خشکه‌دارها روی ویژگی‌های خاک در اکوسیستم جنگلی لیره‌سر تنکابن

علی کیا لاشکی [1]، سعید شعبانی [2]

تاریخ دریافت : 89/8/5 تاریخ پذیرش: 89/10/20

چکیده

خشکه‌دارها مهمترین مولفه جهت خاکسازی در اکوسیستم‌های جنگلی می‌باشند. به منظور بررسی خاک اطراف خشکه‌دارها، در محدوه 98 هکتاری جنگل‌های لیره سر تنکابن از ترانسکت‌های نواری با عرض 10 متر استفاده و کلیه خشکه‌دارها در مسیر شناسایی و ثبت شد. با توجه به میزان پوسیدگی، هر خشکه‌دار در یکی از چهار کلاس خشکه‌دار تازه، شروع پوسیدگی، پوسیدگی پیشرفته و پوسیدگی کامل قرار داده شد. خاک در فواصل زیر خشکه دار، 0/5 متری خشکه دار، 1 متری خشکه‌دار و برای هر یک نمونه ای شاهد برداشت شد. ویژگی‌های خاکی کربن، نیتروژن، C/N، فسفر، آهک، pH و رطوبت مورد بررسی قرار گرفت. 73 خشکه دار در منطقه از گونه‌های راش، بلوط، افرا، توسکا و ممرز شناسایی شد. مطابق نتایج خشکه‌دار-های راش و بلوط سبب افزایش کربن و آهک شده بودند و ممرز و توسکا اثر معنی‌داری بر نیتروژن، فسفر، pH و رطوبت بر جای گذاشتند. بین موقعیت‌های رویشگاهی مختلف، مناطق زیر خشکه‌دار بیشترین میزان از ویژگی‌ها را به خود اختصاص داده بودند. به استثنای pH سایر ویژگی‌ها در اطراف خشکه‌دارهای با کلاس پوسیدگی چهارم (پوسیدگی کامل) بیشترین میزان را نشان دادند. اگر چه ویژگی‌های آهک و نسبت کربن به نیتروژن از این نظر تفاوت معنی‌داری نداشتند.

کلمات کلیدی: ترانسکت نواری، خشکه‌دار، خاک، لیره‌سر.

Archive of SID

[1]- استادیار گروه جنگلداری، مسئول مکاتبات ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نوشهر

[2]- دانشجوی دکتری جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس

www.SID.ir

مقدمه

عرصه جنگل‌های طبیعی از لایه‌های مختلفی تشکیل یافته است(3و9) . نمای ظاهری و معمول بیشتر این اکوسیستم‌ها پوشیده از بیرون زدگی-های سنگی و صخره‌ای، پیت و ماندهای توپوگرافی، و شاخ و برگ پوسیده درختان می-باشد (10). اما مهمترین مولفه سازنده در عرصه-های جنگلی خشکه دارها می‌باشند (11). خشکه-دارها در اثر کنش و واکنش های زیستی از قبیل آتش سوزی، بادافتادگی، حیوانات، رانش و حرکات زمینی، نزولات آسمانی و در نهایت دیرزیستی درختی به وجود می‌آیند (3و4). اگرچه خشکه-دارها به طور معمول سطح کمی از جنگل‌ها را در بر می‌گیرند، اما نقش ارزنده‌ای در ادامه حیات و پویایی بر عهده دارند، تا آن جا که حتی می‌توان بیان کرد ادامه توالی در اکوسیستم‌های جنگلی بدون وجود این مولفه تقریبا غیر ممکن است (12). در دهه‌های اخیر مطالعات متعددی بر روی نقش خشکه‌دارها در جنگل‌های سراسر جهان صورت گرفته است و قریب به اتفاق در تمامی این مطالعات تاثیر مثبت خشکه‌دار بر روی پوشش گیاهی و تداوم حیات آن به خوبی نمایان شده است (19). هر چند خشکه‌دار اثرات متنوعی بر روی زنجیره‌های حیاتی اکوسیستم‌های جنگلی بر عهده دارد اما به همان نسبت اطلاعات کمی از چگونگی این فرآیند در اختیارمان قرار دارد. یکی از این نقش ها که در واقع می‌توان گفت مهمترین نقش خشکه‌دار نیز می‌تواند به حساب آید اهمیت خشکه‌دار در پدیده خاکسازی و برگشت مواد آلی به خاک معدنی است (8و28). در جنگل‌هایی مانند جنگل‌های شمال کشور که از قدمت زیادی برخوردارند، حجم بسیار زیادی از خشکه‌دارها شامل درختان تنومندی است که در اثر افزایش سن و پایان دیر زیستی با وجود عواملی مانند باد و طوفان شکسته یا ریشه کن شده اند. این درختان که به عنوان لوله‌های غذایی جنگل نیز نامیده می‌شوند، سرشار از مواد غذایی هستند (22). در نتیجه برگشت مواد غذایی از تنه‌های این درختان به خاک در تکمیل بازگشت عناصر در چرخه و شبکه غذایی نقشی اساسی دارد. با گذر زمان و در اثر عوامل محیطی نظیر نور، حرارت و رطوبت تنه‌های افتاده دچار پوسیدگی شده و به قطعات مختلف تقسیم می‌شوند و در نتیجه فرآیند آب‌شویی و سایر فعالیت های شیمیایی مواد غذایی از حالت آلی به معدنی درآمده و در اختیار لایه‌های خاکی قرار می‌گیرد تا دوباره در طبیعت مورد بهره‌برداری و استفاده قرار گیرد (13). برگشت مواد غذایی و عناصر آلی در گونه-های مختلف درختی و شرایط متنوع محیطی می-تواند متفاوت از هم باشد (9). به عبارت دیگر برگشت عناصر مختلف خاک در مقایسه با یکدیگر به یک شکل و اندازه صورت نخواهد گرفت. از این رو این مطالعه سعی بر آن دارد که به بررسی خشکه‌دار گونه‌های مختلف و تاثیر آن روی عناصر خاک در منطقه جنگلی لیره سر در شمال کشور بپردازد.

مواد و روش‌ها

جنگل‌های سری اول لیره‌سر بخشی از حوزه آخیز شماره 35 و با نام مسگلی می‌باشد. مساحت جنگل‌های سری 5827 هکتار و واقع در بخش جنوبی حوزه 35 می‌باشد. این منطقه در عرض جغرافیایی 36 درجه و 35 دقیقه و طول جغرافیایی 50 درجه 52 دقیقه واقع شده است. قطعه مورد بررسی قطعه شماره هفت سری

Archive of SID

www.SID.ir

مشکلی است که با مساحت 98 هکتار در محدوده ارتفاعی 800 تا 940 متر قرار دارد. جهت عمومی قطعه شمالی و شمال شرقی است و بیشتر سطح منطقه در طبقه شیب صفر تا 30 درصد قرار گرفته است.

برای بررسی خشکه دارها در منطقه از ترانسکت-های نواری با عرض 10 متر استفاده شد و کلیه خشکه‌دارهای افتاده در مسیر مورد شناسایی قرار گرفت (3). ابتدا نوع گونه خشکه‌دار مشخص شده و بر حسب میزان پوسیدگی در یکی از کلاس‌های چهار گانه پوسیدگی به شرح زیر قرار داده شد . کلاس اول (خشکه‌دار تازه): درخت تازه خشک شده، برگ و جوانه ندارد و بدون تغییر مشخص در ظاهر و پوست؛ کلاس دوم (شروع پوسیدگی): تجزیه و پوسیدگی در خشکه‌دار شروع شده و رنگ چوب عوض شده ولی چوب هنوز سفت است و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن عوض نشده است؛ کلاس سوم (پوسیدگی پیشرفته): رنگ و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی چوب عوض شده است و از شکل اولیه خارج شده است؛ کلاس چهارم (پوسیدگی کامل): چوب کاملا پوسیده شده که با ضربه خرد می‌شود. به منظور بررسی خاک اطراف خشکه دار در سه قسمت زیر خشکه-دار، فاصله نیم متری از خشکه‌دار و فاصله یک متری از خشکه‌دار در عمق صفر تا 30 سانتیمتر نمونه برداری شد (24). قابل ذکر است که برای هر خشکه‌دار در فاصله‌ای که مشخصا خشکه‌دار دیگری وجود نداشت نقطه‌ای شاهد در نظر گرفته و خاک آن نمونه‌برداری گردید. در این مطالعه خصوصیات خاکی شامل فسفر، نیتروژن، کربن، نسبت کربن به نیتروژن، آهک، pH و رطوبت خاک مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بعد تعیین رطوبت خاک، نمونه‌های خاک نیز در فضای باز پخش و پس از خشک شدن، خاک حاصله خرد و از الک دو میلی متری عبور داده شد. اسیدیته خاک در گل اشباع بوسیله دستگاه pH متر، نیتروژن کل به روش کجدال، کربن آلی به روش والکلی- بلاک، فسفر قابل جذب به روش اولسون و آهک به روش تیتراسیون اندازه‌گیری گردید. همچنین جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا نرمالیتی و همگنی داده‌ها به ترتیب با آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و لون تعیین شد. سپس برای مقایسه کلی از تجزیه واریانس دو طرفه و مقایسه چند گانه از SNK استفاده شد.

نتایج

در این بررسی 73 خشکه‌دار از گونه های راش، بلوط، افرا، توسکا و ممرز شناسایی شد که گونه ممرز با 21 و بلوط با 10 خشکه‌دار بیشترین و کمترین تعداد را در بر داشتند. گونه های راش، افرا و توسکا نیز به ترتیب تعداد 17، 12 و 13 پایه را به خود اختصاص داده بودند. به منظور بررسی ویژگی‌های خاک در اطراف خشکه‌دارها از تجزیه واریانس استفاده شد. مطابق نتایج همه ویژگی‌های خاکی بین انواع خشکه‌دارها اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول 1). بیشترین میزان کربن، نسبت کربن به نیتروژن و آهک در اطراف گونه‌های راش و بلوط مشاهده شد و ممرز و توسکا نیز بیشترین میزان pH، درصد نیتروژن، فسفر و رطوبت خاک را به خود اختصاص داده بودند (جدول 1).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1- تجزیه واریانس دو طرفه و مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در اطراف انواع خشکه‌دارها

ویژگی خاک / نوع خشکه‌دار	کربن (%)	نیتروژن (%)	*C/N*	فسفر (*ppm*)	*pH*	آهک (%)	رطوبت (%)
راش	15/92 (0/23)^{b}	0/38 (0/01)^{d}	42/10 (0/51)^{a}	7/88 (0/22)^{c}	4/91 (0/04)^{b}	8/63 (0/26)^{a}	50/97 (0/32)^{c}
بلوط	16/45 (0/32)^{a}	0/39 (0/01)^{d}	43/20 (0/68)^{a}	8/02 (0/31)^{c}	4/99 (0/06)^{bc}	8/83 (0/36)^{a}	51/12 (0/44)^{bc}
افرا	14/68 (0/30)^{c}	0/46 (0/01)^{c}	33/96 (0/95)^{b}	7/14 (0/25)^{d}	5/07 (0/05)^{ab}	5/95 (0/23)^{b}	51/62 (0/38)^{b}
توسکا	13/25 (0/28)^{d}	0/53 (0/01)^{b}	26 (/56)^{c}	8/94 (0/32)^{b}	5/10 (0/05)^{a}	5/22 (0/23)^{c}	53/06 (0/41)^{a}
ممرز	10/20 (0/24)^{e}	0/65 (0/01)^{a}	17 (0/52)^{d}	12/14 (0/44)^{a}	5/14(0/05)^{a}	4/62 (0/21)^{d}	52/7 (0/34)^{a}
F آماری	423/3 **	88/8 **	333/2 **	81/4 **	4/1 **	110/5 **	3/4 **

** معنی داری در سطح 1 درصد

ویژگی‌های خاکی بین کلاس‌های پوسیدگی نیز تفاوت آماری نشان داد و بر اساس آن بیشترین درصد کربن در کلاس سوم پوسیدگی (پوسیدگی پیشرفته) وجود داشت (جدول 2). افزایش پوسیدگی تاثیر مثبتی بر افزایش نیتروژن داشت و کلاس پوسیدگی چهارم (پوسیدگی کامل) بیشترین میزان ازت را ثبت کرد (جدول 2). نسبت کربن به نیتروژن روندی مشابه با کربن را طی کرده بود و بعد از کلاس سوم که بیشترین پوسیدگی را داشت، کلاس‌های اول (خشکه‌دار تازه) و دوم (شروع پوسیدگی) قرار داشتند (جدول 2). میزان فسفر و درصد رطوبت با افزایش پوسیدگی افزایش و درصد آهک کاهش یافته بودند (جدول 2).

جدول 2- تجزیه واریانس دو طرفه و مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در کلاس‌های پوسیدگی مختلف

ویژگی خاک / کلاس پوسیدگی	کربن (%)	نیتروژن (%)	*C/N*	فسفر (*ppm*)	*pH*	آهک (%)	رطوبت (%)
اول (خشکه‌دار تازه)	13/62 (0/23)^{b}	0/35 (0/01)^{c}	39/10 (0/51)^{a}	6/49 (0/22)^{c}	4/91 (0/04)^{a}	6/90 (0/30)^{a}	48/46 (0/27)^{d}
دوم (شروع پوسیدگی)	13/75 (0/32)^{b}	0/37 (0/01)^{c}	37/66 (0/68)^{a}	6/36 (0/31)^{c}	4/99 (0/03)^{a}	6/82 (0/24)^{a}	49/35 (0/22)^{c}
سوم (پوسیدگی پیشرفته)	14/25 (0/30)^{a}	0/48 (0/01)^{b}	32/39(0/95)^{b}	8/88 (0/25)^{b}	5/07 (0/03)^{b}	7/02 (0/24)^{a}	51/94 (0/24)^{b}
چهارم (پوسیدگی کامل)	13/10 (0/28)^{c}	0/63 (0/01)^{a}	23/68 (0/82)^{c}	11/65 (0/32)^{a}	5/10 (0/02)^{a}	5/63 (0/25)^{b}	54/30 (0/30)^{a}
F آماری	24/8 **	105/6 **	333/2 **	142/9 **	151/6 **	0/4 **	213/6 **

** معنی داری در سطح 1 درصد

جهت بررسی تاثیر خشکه‌دار روی رویشگاه میزان هر یک از ویژگی‌های خاک در فواصل مختلف نیز مورد بررسی قرار گرفت (جدول 3). بر این اساس درصد کربن، نیتروژن، آهک، رطوبت و میزان فسفر خاک در نزدیک‌ترین فاصله به خشکه دار بیشترین میزان را نشان دادند (جدول 3). میزان *pH* نیز در منطقه شاهد حداکثر بود و سایر موقعیت‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول 3). نسبت کربن به نیتروژن و درصد آهک نیز از این لحاظ تفاوت آماری نداشتند (جدول 3).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3- تجزیه واریانس دو طرفه و مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در موقعیت‌های رویشگاهی مختلف

ویژگی خاک / موقعیت رویشگاهی	کربن (%)	نیتروژن (%)	*C/N*	فسفر (*ppm*)	*pH*	آهک (%)	رطوبت (%)
اول (زیر خشکه‌دار)	15/04 (0/29)[a]	0/57 (0/02)[a]	30/74 (1/11)[a]	10/61 (0/38)[a]	4/97 (0/04)[b]	6/12 (0/29)[a]	53/60 (0/34)[a]
دوم (0/5 متری خشکه‌دار)	14/42 (0/29)[b]	0/54 (0/02)[b]	31/05 (1/12)[a]	9/99 (0/36)[b]	4/99 (0/04)[b]	6/49 (0/29)[a]	52/85 (0/33)[b]
سوم (1 متری خشکه‌دار)	13/71 (0/31)[c]	0/51 (0/02)[c]	30/ 73(1/12)[a]	9/40 (0/36)[c]	5 (0/04)[b]	6/13 (0/28)[a]	52/16 (0/33)[c]
چهارم (شاهد)	11/51 (0/29)[d]	0/38 (0/01)[d]	30/84 (0/77)[a]	6/77 (0/21)[d]	5/22 (0/04)[a]	6/60 (0/21)[a]	49/28 (0/24)[d]
آماری *F*	169 **	95/6 **	0/1 ns	106/6 **	17/6 **	2 ns	144/7 **

ns عدم معنی داری، ** معنی داری در سطح 1 درصد

بحث

با وجودی که خشکه‌دارها حجم کمی از هر اکوسیستم جنگلی را در برگرفته اند، اما بعلت نقش عمده‌ای که در برگشت مواد ذخیره شده به خاک دارند از اهمیت زیادی برخوردار هستند (29). کربن به عنوان ماده تامین کننده انرژی جهت سوخت و ساز در بافت‌های گیاهی شناخته می‌شود (30). اما بافت‌های سازنده گونه‌های مختلف درصدهای مختلفی از کربن را در خود ذخیره می‌نمایند. اگر چه بین تمامی موقعیت‌های رویشگاهی مورد بررسی، خاک زیرین هر خشکه-دار درصد کربن بالایی را در برداشت، لیکن خشکه‌دار گونه‌های راش و بلوط به سبب دارا بودن مواد لیگنینی فراوان که خود حاوی مقادیر زیادی از کربن می‌باشد بیشترین درصد کربن را نسبت به سایر خشکه‌دارها نشان دادند. بالا بودن حجم و تراکم مواد آلی در تنه راش و بلوط نیز می‌تواند در این میان نقش داشته باشد (5). محمودی طالقانی و همکاران به وجود پتانسیل زیاد ذخیره کربن در گونه‌های راش و بلوط اشاره نموده اند. جذب کربن در لایه‌های خاکی به مرحله پوسیدگی نیز ارتباط دارد. در مراحل اولیه پوسیدگی به علت استحکام، بافت‌های لیگنینی کمتر تخریب می‌شوند و نقطه اوج آن در مراحل میانی به ویژه کلاس پوسیدگی سوم در مطالعه حاضر مشاهده می‌شود که با مطالعات بادی[1] (2000) مطابقت نشان می‌دهد. نسبت کربن به نیتروژن نیز همانند کربن تحت تاثیر حجم مواد آلی موجود قرار دارد. از این رو بیشترین میزان نسبت کربن به نیتروژن با افزایش کربن خاک همراه بوده است که با مطالعه ماسکولو[2] (2007) همخوانی دارد. به عبارت دیگر با افزایش تجزیه مواد کربن‌دار در تنه خشکه‌دارها، خاک با حجم زیادی از مواد حاوی کربن مواجه می‌شود. از این رو خاک توده‌هایی که حاوی گونه‌های راش و بلوط می‌باشد، معمولا از نسبت کربن به نیتروژن بیشتری نسبت به سایر توده‌ها برخوردار است. در این مطالعه وجود خشکه‌دار تاثیر معنی‌داری بر میزان ازت خاک بر جای گذاشت. نیتروژن به عنوان یکی از اساسی‌ترین عناصر غذایی شناخته می شود (23). مطالعات صورت گرفته در جنگل-های آمریکا نشان داده است که خشکه‌دار بهترین منبع تثبیت نیتروژن در بستر عرصه‌های جنگلی است (7). بین انواع خشکه‌دارها، خاک اطراف گونه‌های ممرز و توسکا میزان نیتروژن بیشتری جذب کرده بود. ممرز و توسکا از گونه‌های تثبیت کننده نیتروژن می‌باشند و به همین علت اصلاح کننده خاک شناخته می‌شوند .

[1] - Boddy
[2] -Muscolo

Archive of SID

www.SID.ir

نفوذ نیتروژن به خاک در آخرین مرحله پوسیدگی به بیشترین میزان خود رسیده بود. فعالیت انواع حشرات و بی مهرگانی نظیر کرم‌های خاکی به وجود ازت وابسته است (17). در مراحل اولیه پوسیدگی و به علت استحکام زیاد تنه، شستشوی مواد و انتقال آن‌ها با سرعت پایین‌تری انجام می‌شود ولی در ادامه با سست و تکه تکه شدن قطعات چوبی، آزاد سازی ازت از بافت‌ها شدت می‌یابد و جذب ازت در خاک نیز بیشتر می‌شود (12). این مسئله برای فسفر نیز تکرار شده است. اگر چه تمامی مناطق رویشگاهی نزدیک خشکه‌دار میزان فسفر قابل جذب بیشتری داشتند، لیکن در کلاس پوسیدگی چهارم این مسئله تشدید پیدا کرده بود. در بین خشکه‌دارها نیز ممرز و توسکا از پتانسیل تامین فسفر بیشتری برخوردار بودند. این مسئله در ارتباط با نوع گونه‌های تثبیت کننده می‌باشد. مطالعات پاروتا[3] (1999) به خوبی نشان می‌دهد که ارتباط معنی‌داری بین تثبیت نیتروژن و میزان فسفر خاک وجود دارد. برخلاف نیتروژن و فسفر میزان آهک در خشکه‌دارهای ممرز و توسکا نسبت به سایرین کاهش نشان داد. میزان آهک موجود در خاک همبستگی معنی‌داری با مواد حاوی کلسیم دارد (1). وجود نیتروژن و فسفر زیاد در لایه‌های خاکی می‌تواند کربنات کلسیم را به صورت غیر قابل حل در بیاورد، در نتیجه جذب مواد آهک‌دار با اشکال مواجه می‌شود (1). در بررسی حاضر کمترین میزان pH در نزدیکی خشکه‌دارها به ویژه در اطراف گونه‌های راش و بلوط مشاهده شد. مجموعا خشکه‌دارها به سبب دارا بودن مواد آلی میزان pH در اطراف آن‌ها پایین می‌آید (3). در اوایل مراحل پوسیدگی به ویژه در مراحل میانی به علت خام بودن مواد آلی، هوموس تشکیل یافته حالت ترش دارد که خاک را نیز اسیدی‌تر می‌نماید؛ لذا با گذشت زمان و تجزیه بیشتر مواد شرایط تغییر کرده و از میزان اسیدی بودن کاسته می‌شود که با نتایج بررسی هارمون[4] (1986) مطابقت دارد. حضور هر عنصر غذایی قبل از وجود هر عامل ثانوی دیگر به میزان رطوبت خاک وابسته است. به عبارت دیگر کلیه اعمال شیمیایی و بیوشیمیایی خاک در ارتباط با درصد رطوبت قرار دارد (25). متلاشی شدن، آزادسازی عناصر و انرژی درون خشکه‌دارها بدون میزان رطوبت کافی غیر ممکن است. شاید بتوان عنوان کرد مهمترین عامل کنترل کننده افزایش عناصر غذایی در انواع خشکه‌دارهای این بررسی نیز به میزان رطوبت بستگی دارد. نتایج به درستی نشان می‌دهد که نواحی اطراف خشکه‌دارها درصد رطوبت بالاتری داشتند و با افزایش پوسیدگی رطوبت افزایش یافته بود. در مراحل اولیه بافت‌های چوبی حالت زبر و خشن داشته و پتانسیل نگهداری آب در آن‌ها پایین است ولی با گذشت زمان و تبدیل آن‌ها به حالت اسفنجی ذخیره رطوبت با توان بالاتری انجام می‌گیرد که با مطالعات تاکاهاشی[5] (2000) تطابق دارد.

نتیجه‌گیری

بررسی در مورد خشکه‌دارها علاوه بر عوامل ذکر شده با عوامل کوچک و بزرگ دیگری در ارتباط است که بررسی هر کدام از آن‌ها در شناخت بهتر این مولفه نقش بسزایی دارد. از آن جا که فرآیند تبدیل خشکه‌دار به خاک، معمولا از جمله چرخه‌های طولانی و با اطلاعات کم می‌باشد، از این رو نیاز است که با مطالعات گسترده‌تر و پایش‌های با

[3] - parrotta

[4] - Harmon

[5]-Takahashi

Archive of SID

www.SID.ir

زمان مناسب، هر چه بهتر بتوان این مسئله را مورد کنکاش قرار داد. چرا که در نظر گرفتن روابط اکولوژیک در اکوسیستم جنگل، بدون توجه کافی به حضور انواع خشکه‌دارها امری غیر ممکن است. لذا پیشنهاد می‌شود: 1- در مورد چرخه عناصر غذایی در اطراف خشکه‌دارها تحقیق جامعی در بازه زمانی نسبتا طولانی‌تر صورت گیرد، تا اثرات اکولوژیک خشکه‌دار در هر دوره زمانی بررسی شود؛ 2- در بازنویسی طرح‌های جنگل‌داری به تعداد و تنوع خشکه‌دارها در عرصه‌های جنگلی توجه ویژه‌ای شود؛ 3- رابطه خشکه‌دار با نوع و میزان پوشش علفی و درختی مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1- حبیبی کاسب، ح . خاکشناسی جنگل ، دانشگاه تهران ، ص 424

2- محمودی طالقانی ،ع . ق ، زاهدی امیری . ع ، عالکی و خ ، طالبی . ارزیابی ترسیب کربن لایه های خاک بر مدیریت جنگل ، مجله سازمان تحقیقات جنگل ها ، شماره 3 ص 252-241

3- Aakala, T., Kuuluvainen, T., Gauthier, S., and De Grandpre, L. 2008. Standing dead trees and their decay-class dynamics in the northeastern boreal old-growth forests of Quebec. For. Ecol. Manage. 255: 410-420.

4- Angers, V. A., Messier, C., Beaudet, M., and Ledu, A. 2005. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec, For. Ecol. Manage. 217: 275-293.

5- Baum, S., Sieber, T. N., Schwarze, F. W. M. R., and Fink, S. 2003. Latent infections of Fomes fomentarius in the xylem of European beech (*Fagus sylvatica*). Mycol Prog. 2: 141-148.

6- Boddy, L. 2000. Interspecific combative interactions between wood-decaying basidiomycetes. FEMS Microbiol. Ecol. 31: 185-194.

7- Brooks, P., Williams, M. W., and Schmidt, S. K. 1998. Inorganic nitrogen and microbial biomass dynamics before and during spring snowmelt. Biogeochemistry. 43: 1-15.

8- Brunner, A., and Kimmins J. P. 2003. Nitrogen fixation in coarse woody debris of *Thuja plicata* and *Tsuga heterophylla* forests on northern Vancouver Island. Can. J. For. Res. 33: 1670-1682.

9- Chambers, C. L., and Mast, J. N. 2005. Ponderosa pine snag dynamics and cavity excavation following wildfire in northern Arizona. For. Ecol. Manage. 216: 227-240.

10- Ganey, J. L. 1999. Snag density and composition of snag populations on two National Forests in northern Arizona. For. Ecol. Manage. 117: 169-178.

11- Green, P., and Peterken, G. F., 1997. Variation in the amount of dead wood in the woodlands of the Lower Wye Valley, UK in relation to the intensity of management. For. Ecol. Manage. 98: 229-238.

12- Harmon, M. E., Franklin, J. F., Swanson, F. J., Sollins, P., Gregory, S. V., Lattin, J. D., Anderson, N. H., Cline, S. P., Aumen, N. G., Sedell, J. R., Lienkaemper, G. W., Cromack, K., and Cummins, K.W. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Adv. Ecol. Res. 15: 133-302.

13- Hendrickson, O. Q. 1991. Abundance and activity of N2-fixing bacteria in decaying wood. Can. J. For. Res. 21: 1299-1304.

14- Jabin, M., Mohr, D., Kappes, H., and Topp, W. 2004. Influence of deadwood on density of soil macro-arthropods in a managed oak-beech forest. For. Ecol. Manage. 194: 61-69.

Archive of SID

www.SID.ir

15- Lee, P., 1998. Dynamics of snags in aspen-dominated midboreal forests. For. Ecol. Manage. 105: 263-272.
16- Lin, Y., Hulting, M. L., and Augspurger, C. K. 2004. Causes of spatial patterns of dead trees in forest fragments in Illinois. Plant Ecology. 170: 15-27.
and popolar research, 15: 3. 241-252.
17- Marvi Mohadjer, M. R. 2005. Silviculture, Tehran Univ. press, 387 p.
18- Montagini, F. 2000. Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pur and mixed plantations in a humid tropical lowland, For. Ecol. Manage. 134: 257-270.
19- Morrison, M. L., and Raphael, M. G. 1993. Modeling the dynamics of snags. Ecol. Appl. 3: 322-330.
20- Muscolo, A., Sidari, M., and Mercurio, R. 2007. Influence of gap size on organic matter decomposition, microbial biomass and nutrient cycle in Calabrian pine (*Pinus laricio*, Poiret) stands. For. Ecol. Manage. 242: 412-418.
21- Parrotta, J. A. 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of *Casuarina equistifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. For. Ecol. Manage. 124: 45-77.
22- Scharenbroch, B. C., and Bockheim, J. G. 2007. The effects of gap disturbance on nitrogen cycling and retention in late-successional northern hardwood–hemlock forests, Biogeochemistry. 87: 231-245.
23- Sims, G. K., Ellsworth, T. R., and Mulvaney, R. L. 1995. Microscale determination of inorganic nitrogen in water and soil extracts. Commun. Soil. Sci. Plant. Anal. 26: 303-316.
24- Spears, J. D. H., and Lajtha, K. 2004. The imprint of coarse woody debris on soil chemistry in the western Oregon Cascades. Biogeochemistry. 71: 163-175.
25- Starr, M., 1999. A model for estimating monthly water balance components, including soil water fluxes. In: Kleemola S, Forsius M (eds) 8th annual report 1999 UN ECE ICP integrated monitoring, the Finnish environment 325, Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland, p: 31-35.
26- Takahashi, M., Sakai, Y., Ootomo, R., and Shiozaki, M. 2000. Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth *Picea-abies* forest in Hokkaido, northern Japan. Can. J. For. Res. 30: 1148-1155.
27- Treseder K.K, and Allen, M. F. 2000. Black boxes and missing sinks: fungi in global change research. Mycol Res. 104: 1282-1283.
28- Wei, X., and Kimmins, J. P. 1998. Asymbiotic nitrogen fixation in harvested and wildfire-killed lodgepole pine forests in the central interior of British Columbia. For. Ecol. Manage. 109: 343-353.
29- Yin, X. W. 1999. The decay of forest woody debris: numerical modeling and implications based on some 300 data cases from North America. Oecologia. 121: 81-98.
30- Zibilske, L. M. 1994. Carbon mineralization. In: Weaver RW, Angle JS, Bottomley PS, Eds. Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties. Madison, WI, USA: Soil Science Society of America. P: 64-835.

Archive of SID

www.SID.ir