Archive of SID

بررسی برخی خصوصیات خاک‌های جنگلی در حفره‌های با اندازه مختلف در جنگل‌های سرچشمه چالوس *

علی کیا لاشکی[1]، سعید شعبانی[2]

چکیده

با توجه به اهمیت بالای حفره‌های جنگلی، این تحقیق به بررسی شرایط خاکی در حفره‌های جنگلی پرداخته است. توده‌های بلوط – ممرزستان با وسعت 87 هکتار در جنگل‌های سرچشمه چالوس بدین منظور در نظر گرفته شد. برای بررسی حفره‌ها، پنج اندازه حفره خیلی کوچک (200 متر مربع)، کوچک (400 متر مربع)، متوسط (600 متر مربع)، بزرگ (800 متر مربع) و خیلی بزرگ (1000 متر مربع) هر یک با چهار تکرار و همچنین منطقه شاهدی به‌عنوان نقطه کنترل در فاصله 25 تا 30 متری از آن‌ها در نظر گرفته شد. به‌منظور بررسی خصوصیات خاک آلی و معدنی، سه پروفیل خاک به ابعاد 45*50*50 (با برداشت لایه آلی، و در خاک معدنی سه لایه صفر تا 15 سانتی‌متر، 15 تا 30 سانتی‌متر و 30 تا 45 سانتی‌متر) به‌صورت تصادفی و مجزا در مناطق مرزی و مرکزی حفره‌های گفته شده حفر شد. در این مطالعه پارامترهای رطوبت خاک، کربن، نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن، فسفر و اسیدیته مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش اندازه حفره و در مناطق مرکزی حفره‌ها از میزان رطوبت خاک، کربن، نسبت کربن به نیتروژن و فسفر کاسته می‌شود. بیشترین میزان نیتروژن در حفره‌های کوچک مشاهده و در سایر حفره‌ها از میزان نیتروژن کاسته شده بود. اسیدیته خاک نیز با اندازه حفره رابطه معنی-داری داشت و بیشترین میزان آن در حفره‌های با سطح خیلی بزرگ وجود داشت. بیشترین میزان پارامترهای خاکی نیز در لایه‌های سطحی خاک مشاهده شد و به جز اسیدیته سایر پارامترها با افزایش عمق کاهش یافته بود.

واژه‌های کلیدی: آشفتگی، حفره جنگلی، خصوصیات خاک، جنگل سرچشمه چالوس.

---

* مستخرج از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد نوشهر

1- استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نوشهر، مسوول مکاتبات

Ali_Kialashaki@ yahoo.com

2- دانشجوی دکترای رشته مهندسی جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

Shabani_saeid368@ yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

توده‌های بلوط - ممرزستان در نواحی پایین بند جنگل‌های هیرکانی، مساحت گسترده‌ای را در برگرفته‌اند (ثابتی، 1373). حفظ، حمایت و گسترش این توده‌های طبیعی بدون توجه به شرایط خاکی تقریبا غیر ممکن است. این در حالی است که بررسی شرایط خاکی به‌عنوان یکی از مهمترین مولفه‌های زیستی، امروزه کانون توجه بسیاری از تحقیقات قرار گرفته است (کریست[1] و همکاران، 1997؛ پرایس[2] و همکاران، 1997؛ لیچتی[3] و همکاران، 1997). به‌عبارت دیگر شناخت گسترده و مناسب شرایط خاکی، جهت حفاظت از کارایی اکولوژیک اکوسیستم‌های جنگلی امری ضروری و لازم است (موسکولو[4] و همکاران، 2007). همواره رابطه متقابلی بین پوشش گیاهی و خاکی که پوشش بر روی آن مستقر می‌شود وجود داشته است (کارنی[5] و ماتسون[6]، 2005) و سیر تحول و تکامل پوشش و خاک ارتباط نزدیکی با یکدیگر داشته‌اند (کارنی و همکاران، 2004). جنگل‌های نواحی معتدله بعد از دوره یخبندان کمتر مورد تغییرات بنیادین و بزرگ قرارگرفته‌اند (هوتل[7] و همکاران، 2000) و آشفتگی‌های بزرگ کمتر در این نواحی دیده شده است. از این رو بیشترین سهم در تحول و تغییر این مناطق به‌وسیله آشفتگی‌های کوچک مانند حفره جنگلی شکل گرفته است (شعبانی، 1387). حفره جنگلی به هر نوع بازشدگی در تاج پوشش درختان از کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین سطح اطلاق می‌گردد (آلمکوئیست[8]، 2002). در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی بر روی حفره‌ها صورت گرفته و در بیشتر این مطالعات توجه به تغییرات نوری، حرارتی و رطوبتی هوا و رابطه این عوامل با پوشش گیاهی مد نظر بوده‌است (کانهام[9] و همکاران، 1990؛ ریتر [10]و همکاران، 2005). لیکن با توجه به نقش و اهمیتی که خاک به‌عنوان محل استقرار و تامین کننده رشد گیاه بر عهده دارد، مطالعه زیادی به‌ویژه در کشورمان بر روی نقش حفره‌های جنگلی روی تغییرات خصوصیات خاکی صورت نگرفته‌است. به‌هم خورگی‌های ناشی از حفره‌های جنگلی، منابع ورودی و خروجی را در منطقه دچار تغییر می‌نماید و این تغییرات نه تنها در حفره‌های با اندازه مختلف، بلکه در موقعیت‌های مکانی درون هر حفره نیز می‌تواند متفاوت از هم باشد (آلبانسی[11] و همکاران، 2005؛ ریتر، 2005). مطالعات صورت گرفته در توده‌های سوزنی‌برگ در شمال آمریکا نشان داده‌است که خصوصیات شیمیایی و بیولوژیک خاک‌های جنگلی در حفره‌ها نسبت به مناطق با تاج بسته و همچنین در حفره‌های با اندازه مختلف تغییر زیادی دارد (موسکولو و همکاران، 2007). همچنین مطالعات صورت گرفته در مناطق قطع یکسره شده در سوئد نشان داد با افزایش اندازه حفره از میزان مواد آلی سطح جنگل به سبب تجزیه کاسته شده‌است (هوگبوم[12] و همکاران، 2001).

[1] Christ et al.
[2] Price et al.
[3] Liechty et al.
[4] Muscolo et al.
[5] Carney
[6] Matson
[7] Huttl et al.
[8] Almquist
[9] Canham et al.
[10] Ritter
[11] Albanesi et al.
[12] Hogbom et al.

www.SID.ir

Archive of SID

همان طور که مشخص است در زمینه خاک حفره‌ها مطالعاتی در خارج از کشور انجام شده است، اما تا کنون این مطالعه در کشورمان انجام نگرفته است. لذا این تحقیق به بررسی شرایط برخی خصوصیات خاک در حفره‌های طبیعی توده‌های بلوط - ممرزستان در شمال کشور پرداخته است. با توجه به مطالب فوق برای این تحقیق دو فرضیه زیر در نظر گرفته شده‌است. 1- عناصر و مواد غذایی اصلی خاک نظیر نیتروژن و فسفر با افزایش اندازه حفره، افزایش قابل توجهی پیدا خواهند کرد؛ 2- میزان کربن خاک با افزایش اندازه حفره کاهش خواهد یافت.

مواد و روش‌ها

جنگل‌های سری اول سرچشمه در قسمت غربی رودخانه چالوس و در جنوب غربی شهرستان چالوس قرار دارد. قطعه مورد مطالعه به‌عنوان قطعه شاهد (قطعه 114) به وسعت 87 هکتار در عرض جغرافیایی 36 درجه و 38 دقیقه و طول جغرافیایی 51 درجه و 21 دقیقه در محدوده ارتفاعی 400 تا 800 متر واقع شده است. تیپ اصلی جنگل در این قطعه بلوط - ممرزستان با گونه‌های همراه آزاد، شیردار، نمدار، اوجا و انجیلی می‌باشد (کتابچه طرح، 1383).

برای بررسی حفره‌های جنگلی در منطقه مورد مطالعه، پنج اندازه حفره خیلی کوچک (200 متر مربع)، کوچک (400 متر مربع)، متوسط (600 متر مربع)، بزرگ (800 متر مربع) و خیلی بزرگ (1000 متر مربع) هر یک با چهار تکرار و برای هر کدام منطقه شاهدی به‌عنوان نقطه کنترل در فاصله 25 تا 30 متری از آن‌ها در نظر گرفته شد (موسکولو و همکاران، 2007). به منظور بررسی خصوصیات خاک آلی و معدنی، سه پروفیل خاک به ابعاد 45*50*50 (با برداشت لایه آلی، و در خاک معدنی سه لایه صفر تا 15 سانتی‌متر، 15 تا 30 سانتی‌متر و 30 تا 45 سانتی‌متر) به‌صورت تصادفی و مجزا در مناطق مرزی و مرکزی حفره‌های گفته شده حفر شد (موسکولو و همکاران، 2007). پروفیل خاک در منطقه شاهد نیز حفر گردید. در این مطالعه پارامترهای رطوبت خاک، کربن، نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن، فسفر و اسیدیته، مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور نمونه‌های خاک نیز در فضای باز پخش و پس از خشک شدن، خاک حاصله خرد و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. اسیدیته خاک در گل اشباع به‌وسیله دستگاه pH متر، نیتروژن کل به روش کجدال، کربن آلی به روش والکلی- بلاک و فسفر قابل جذب به روش اولسون اندازه‌گیری گردید. برای تجزیه و تحلیل، بعد اطمینان از نرمال و همگن بودن داده‌ها، از تجزیه واریانس استفاده شد و مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون SNK انجام شد.

نتایج

نتایج این بررسی نشان داد تفاوت معنی‌داری بین خصوصیات خاک‌های جنگلی در حفره‌های مختلف وجود دارد. با توجه به نتایج، بیشترین میزان رطوبت خاک در مناطق شاهد و همچنین در حفره‌های خیلی کوچک وجود داشت و افزایش اندازه حفره از میزان رطوبت خاک به شدت کاسته بود، به صورتی که

www.SID.ir

Archive of SID

کمترین میزان رطوبت در حفره‌های خیلی بزرگ و با میزان 43 درصد مشاهده شد (جدول‌های 1 و 2). با افزایش عمق خاک نیز از میزان رطوبت خاک کاسته شده بود (جدول 3). تغییرات کربن و نسبت کربن به نیتروژن خاک نیز به یک شکل مشاهده شد، به‌طوری‌که مناطق شاهد و حفره‌های خیلی کوچک بیشترین میزان از این دو پارامتر را در برداشتند (جدول‌های 1 و 2). همچنین لایه آلی و اولین لایه معدنی خاک به ترتیب بیشترین میزان دو پارامتر گفته شده را نشان دادند (جدول 3). میزان نیتروژن تغییرات متفاوتی را نسبت به سایر پارامترهای مورد بررسی نشان داد. به‌طوری‌که ابتدا با افزایش اندازه حفره تا سطح دوم (حفره کلاس کوچک) میزان نیتروژن افزایش یافته بود، لیکن از این سطح به بعد از میزان این پارامتر کاسته شده بود (جدول 1). موقعیت مرکزی حفره‌ها نیز میزان نیتروژن بالاتری را نسبت به موقعیت مرزی نشان داد (جدول 2). همچنین بیشترین و کمترین میزان نیتروژن نیز به‌ترتیب در لایه آلی خاک و سومین لایه معدنی خاک مشاهده گردید (جدول 3). میزان فسفر با افزایش سطح حفره کاهش معنی‌داری داشت و بیشترین میزان آن در مناطق شاهد و حفره‌های خیلی کوچک وجود داشت (جدول‌های 1 و 2). همانند نیتروژن با افزایش عمق خاک، از میزان فسفر نیز کاسته شده بود (جدول 3). در این مطالعه حفره‌های جنگلی تاثیر معنی‌داری بر میزان pH خاک بر جای گذاشتند و با افزایش اندازه حفره، pH خاک نیز به طور معنی‌داری زیاد شده بود (جدول‌های 1 و2). افزایش عمق خاک نیز اثری مشابه حفره، بر روی pH بر جای گذاشت (جدول 3).

جدول 1- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین پارامترهای خاک در حفره‌های با اندازه مختلف

اندازه حفره	رطوبت خاک (%)	کربن (%)	نیتروژن (%)	نسبت کربن به نیتروژن	فسفر (ppm)	اسیدیته
خیلی کوچک	57/9 (0/25) ^{a}	7/71 (1) ^{a}	0/4 (0/04) ^{e}	18/43 (1/74) ^{a}	18/24 (0/57) ^{a}	5/69 (0/03) ^{e}
کوچک	55/8 (0/46) ^{b}	7/21 (1) ^{b}	0/82 (0/13) ^{a}	10/73 (0/98) ^{c}	18/3 (0/39) ^{a}	6/05 (0/03) ^{d}
متوسط	54/8 (0/47) ^{c}	4/9 (0/9) ^{cd}	0/59 (0/09) ^{b}	11 (0/85) ^{c}	17/6 (0/56) ^{b}	6/18 (0/05) ^{b}
بزرگ	53/17 (0/68) ^{d}	6/13 (1) ^{e}	0/56 (0/09) ^{c}	10/97 (0/96) ^{c}	15/6 (0/73) ^{c}	6/12 (0/06) ^{c}
خیلی بزرگ	50/7 (0/91) ^{e}	6/73 (1/04) ^{c}	0/44 (0/06) ^{d}	13/57 (0/89) ^{b}	15/6 (0/71) ^{c}	6/5 (0/1) ^{a}
F محاسباتی	204/52**	18/44 **	231/4 **	19/71 **	60/48 **	339/70 **

** معنی‌داری در سطح 0/01

جدول 2- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین پارامترهای خاک در موقعیت‌های مختلف رویشگاهی

موقعیت	رطوبت خاک (%)	کربن (%)	نیتروژن (%)	نسبت کربن به نیتروژن	فسفر (ppm)	اسیدیته
مرکز حفره	52/1 (0/48) ^{c}	5/6 (0/71) ^{c}	0/65 (0/08) ^{a}	8/55 (0/41) ^{c}	14/8 (0/36) ^{c}	6/39 (0/05) ^{a}
مرز حفره	52/7 (0/5) ^{b}	5/93 (1) ^{b}	0/62 (0/08) ^{b}	10/46 (1/17) ^{b}	15/18 (0/33) ^{b}	6/23 (0/05) ^{b}
شاهد	58/5 (0/18) ^{a}	9/04 (0/9) ^{a}	0/42 (0/03) ^{c}	19/8 (0/41) ^{a}	21/2 (0/21) ^{a}	5/7 (0/02) ^{c}
F محاسباتی	577/06 **	288/94 **	229/05 **	110/62 **	702/27 **	817/03 **

** معنی‌داری در سطح 0/01

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین پارامترهای خاک در لایه‌های مختلف خاک

لایه‌های خاک (Cm)	رطوبت خاک (%)	کربن (%)	نیتروژن (%)	نسبت کربن به نیتروژن	فسفر (ppm)	اسیدیته
لاشبرگ	-	18/2 (0/43) [a]	1/44 (0/09) [a]	17/04 (1/69) [a]	-	-
0 تا 15	55/4 (0/55) [a]	4/11 (0/19) [b]	0/36 (0/02) [b]	12/35 (0/68) [b]	18/4 (0/47) [a]	6/02 (0/06) [c]
15 تا 30	54/5 (0/55) [b]	3/2 (0/2) [c]	0/29 (0/01) [c]	11/83 (0/7) [c]	17/3 (0/46) [b]	6/11 (0/06) [b]
30 تا 45	53/4 (0/54) [c]	1/78 (0/18) [d]	0/15 (0/009) [d]	10/54 (0/68) [d]	15/5 (0/47) [c]	6/2 (0/06) [a]
F محاسباتی	47/69 **	3500/5 **	3768/44 **	18/44 **	112/11 **	57/10 **

** معنی‌داری در سطح 0/01

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طورکه در نتایج عنوان شد با افزایش اندازه حفره و عمق خاک، از میزان رطوبت خاک کاسته شده بود. رطوبت خاک به عنوان یکی از مهمترین مولفه‌های حیاتی، نقشی اساسی در اکوسیستم‌های جنگلی دارد (ریتر و همکاران، 2005). تابش نور مستقیم به فلور درون حفره می‌تواند دمای خاک را افـزایش داده و رطوبت خاک درون حفره را نسبت به خاک جنگلی مجاورش کاهش دهد (آلبانسی و همکاران، 2005). کاهش رطوبت خاک در حفره‌های با سطح بیشتر، خود نتیجه‌ای منطقی از افزایش تبخیر و تعرق نیز می‌باشد (گری[1] و همکاران، 2002). از طرفی، وجود عوامل بیان شده می‌تواند قبل از جذب آب و رطوبت در لایه-های پایین‌تر، این عنصر حیاتی را از دسترس خاک خارج نماید. در این مورد، تغییر میزان رطوبت از مرکز به مرز حفره نیز گواه کاملی بر این مدعا می‌باشد. بنابراین شرایط اقلیمی تاثیری کلیدی بر روی فرآیندهای خاک جنگلی دارند (پترسون[2] و هوگبوم، 2004). در این بررسی تفاوت در تجزیه مواد آلی از حفره‌های خیلی کوچک تا حفره‌های خیلی بزرگ مشاهده شد. نسبت کربن به نیتروژن معیار مناسبی برای مشاهده تجزیه و پوسیدگی لاشبرگ و تعیین کاهش وزن مواد آلی و لاشبرگ است (تایلور[3] و همکاران، 1989)، که البته با یافته‌های این تحقیق نیز تطابق دارد. به‌عبارت دیگر میزان کربن و نسبت کربن به نیتروژن هوموس در حفره‌های خیلی کوچک و همچنین در مناطق شاهد بیشتر از سایر نقاط بود که نشان دهنده تشکیل خاکبرگ در آن است. حجم زیادی از مواد هوموس‌دار در حفره‌های با سطح خیلی کوچک فراهم شده بود که می-تواند قابلیت باروری خاک را افزایش دهد (چن[4] و همکاران، 2003)، و مجموعا وجود این عوامـل در صورت فراهم بودن سایر شرایط، می‌تواند در تبدیل به حالت معدنی شدن مواد آلی و جذب بیشتر مواد غذایی اهمیت زیادی داشته باشد (رایت[5] و همکاران، 1998). عمل تجزیه این مواد به‌وسیله میکروارگانیزم‌ها نیز انجام می‌شود. این موضوع از آن جهت قابل توجه است که فعالیت باکتریایی و میزان بیومس ارتباط نزدیکی با میزان معدنی شدن نیتروژن و فسفر دارند و همین موضوع نیز دارای ارتباط زیادی با تولیدات گیاهی سطح زمین در اکوسیستم‌های جنگلی می‌باشد (تیتما[6]، 1998). فعالیت میکروارگانیزم‌ها در خاک

[1] Gray et al.
[2] Hogbom
[3] Taylor et al.
[4] Chen et al.
[5] Wright et al.
[6] Tietema

www.SID.ir

Archive of SID

اکوسیستم‌های فعال روی زمین، می‌تواند با چرخه شیمیایی خاک، تغییر رویش گیاهی و ترکیب گونه‌ها، اثرات میزان مواد آلی و چرخه مواد غذایی در تداخل باشد (موسکولو و همکاران، 2007). درجه فراهمی فسفر برای رویش گیاهان بسیار ضروری است و می‌تواند عاملی محدود کننده در اکوسیستم‌های جنگلی باشد (هوگبوم و همکاران، 2001). از آن‌جاکه گیاهان فقط فسفر معدنی استفاده می‌نمایند، فسفر مرکب آلی می‌بایست توسط قارچ‌ها و باکتری‌ها ابتدا هیدرولیز و تبدیل شود (سینساباق[1] و همکاران، 1993). مطالعات زیادی نشان می‌دهد که فعالیت فسفر همبستگی معنی‌داری با میزان رطوبت خاک دارد و کاهش رطوبت خاک انجام این فرآیند را کاهش می‌دهد. (گلدستین[2] و همکاران، 1988) گزارش می‌دهند که این فعالیت‌ها همبستگی مثبتی با افزایش مواد آلی دارند. کاهش در فعالیت‌های چرخه فسفر بسیار می‌تواند خطرناک باشد، چرا که زادآوری گونه‌ها ارتباط مستقیمی با میزان فسفر دارد (موسکولو و همکاران، 2007). برخی محققین بیان می‌کنند که شاید کاهش فسفر و یا مشتقات آن در حفره‌های با سطح بیشتر به‌علت شرایط رویشگاهی نامناسب برای فعالیت میکروارگانیزم‌ها در این حفره‌ها باشد (دودور[3] و تباتبای[4]، 2003). می‌توان گفت ایجاد این کنش و واکنش‌های زیستی سبب شده‌است که میزان پارامترهای خاک حتی در قسمت‌های مختلف یک حفره نیز با یکدیگر تفاوت داشته باشد. بیشترین میزان نیتروژن همان‌طورکه گفته شد در حفره-های کلاس دوم (کوچک) وجود داشت. کاهش نیتروژن در مناطق شاهد و حفره‌های با سطح خیلی کوچک می‌تواند به استفاده سریع از نیتروژن توسط میکروارگانیزم ها ارتباط داشته باشد (پرسکات و همکاران، 2003). در این زمینه (داویدسون[5] و همکاران، 1992) بیان می‌کنند که کاهش میزان فعالیت بیومس باکتریایی، سبب افزایش میزان نیتروژن در حفره‌ها می‌شود (اشمیت[6] و همکاران، 2002). اما از طرفی کاهش نیتروژن در حفره‌های متوسط، بزرگ و خیلی بزرگ نیز می‌تواند ناشی از افزایش بیش از حد اندازه حفره‌ها و در نتیجه آب‌شویی عناصر اصلی خاک از جمله نیتروژن باشد (کریست و همکاران، 1997). با انجام آب-شویی، این مواد در مناطق نامناسب که بازگشت دیر یا سختی به عرصه خواهند داشت انباشته می‌شوند و عملا از دسترس خاک خارج می‌شوند (پرایس و همکاران، 1997). میزان pH نیز با افزایش اندازه حفره، افزایش یافت که می‌تواند در ارتباط با مواد آلی باشد. مطمئنا در حفره‌های کوچک‌تر میزان زیادی از مواد تجزیه نشده بر روی هم انباشته می‌شوند و سبب اسیدی‌تر شدن خاک می‌گردند (هوگبوم و همکاران، 2001).

در این بررسی به مطالعه برخی خصوصیات خاکی در حفره‌های جنگلی پرداخته شد. عناصر غذایی مهم خاک نظیر فسفر و نیتروژن مقادیر متفاوتی را نسبت به یکدیگر نشان دادند و میزان کربن نیز در حفره‌های خیلی کوچک به بیشترین میزان خود در بین حفره‌ها رسیده بود. مجموعه این عوامل نشان می‌دهد حفره‌های جنگلی در مدت کوتاهی می‌توانند بسیاری از خصوصیات خاکی را دچار تغییر و تحول نمایند. از این رو انجام مطالعات گسترده‌تر در این زمینه، اطلاعات اکولوژیک زیادی را می‌تواند از محیط جنگل در اختیار قرار دهد، تا بتوان به‌وسیله آن سیستم‌های جنگل‌شناسی مناسب با هر اکوسیستم جنگلی را به اجرا در آورد.

[1] Sinsabaugh et al.
[2] Goldstein et al.
[3] Dodor
[4] Tabatabai
[5] Davidson
[6] Schmidt

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1- ثابتی ،ح، 1373. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران، انتشارات دانشگاه یزد، ص 81.

2- شعبانی، س، 1387. رابطه عرصه‌های باز جنگلی با عوامل فیزیوگرافی و پوشش گیاهی در منطقه جنگلی لالیس - نوشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی جنگل‌داری، دانشگاه تربیت مدرس، ص 80.

3- کتابچه طرح، 1383. کتابچه طرح سری اول طرح جنگل‌داری سرچشمه، حوزه آبخیز شماره 39 مرزن‌آباد، ص 485.

4- Albanesi, E., Gugliotta, O.I., Mercurio, I., & Mercurio, R., 2005, Effects of gap size and within-gap position on seedlings establishment in silver fir stands. Society of Silviculture and Forest Ecology, 2: 358-366.

5- Almquist, B.E., Jack, S.B., & Messina, M.G., 2002, Variation of the treefall gap regime in a bottomland hardwood forest: relationships with microtopography, For. Ecol. Manage, 157: 155-163.

6- Canham, C.D., Denslow, J.S., Platt, W.J., Runkle, J.R., Spies, T.A., & White, P.S., 1990, Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. Can. J. For. Res. 20: 620-631.

7- Carney, K, Matson, P.A, & Bohannan, B.J.M. 2004, Diversity and composition of tropical soil nitrifiers across a plant diversity gradient and among land-use types, Ecology Letters. 7: 684-694.

8- Carney, K.M., & Matson, P.A., 2005, Plant Communities, Soil Microorganisms, and Soil Carbon Cycling: Does Altering the World Belowground Matter to Ecosystem Functioning?, Ecosystems 8: 928-940.

9- Chen, C.R., Condron, L.M., Davis, M.R., & Sherlock, R.R., 2003, Seasonal changes in soil phosphorus and associated microbial properties under adjacent grassland and forest in New Zealand. For. Ecol. Manage. 177: 539-557.

10- Christ, M.J., David, M.B., McHale, P.J., McLaughlin, J.W., Mitchell, M.J., Rustad, L.E & Fernandez, I.J., 1997, Microclimatic control of microbial C, N, and P pools in Spodosol Oa horizons, Can. J. For. Res. 27: 1914-1921.

11- Davidson, E.A., Hart, S.C., & Firestone, M.K., 1992, Internal cycling of nitrate in soils of a mature coniferous forest, Ecology, 73: 1148-1156.

12- Dodor, D.E., & Tabatabai, M.A., 2003, Amidohydrolases in soils as affected by cropping systems. Appl. Soil Ecol, 24: 73-90.

13- Goldstein, A.H., Baertlein, D.A.S., & McDaniel, R.G., 1988, Phosphate starvation inducible metabolism in Lycopersicum exculentum. Part I. Excretion of acid phosphatase by tomato plants and suspension-cultured cells, Plant Physiol. 87: 1711-1715.

14- Gray, A.N., Spies, T.A., & Easter, M.J., 2002, Microclimatic and soil moisture responses to gap formation in coastal Douglas- fir forests. Can. J. For. Res, 32: 332-343.

15- Hogbom, L., Nohrstedt, H.O., Lundstrom, H., & Nordlund, S., 2001, Soil conditions and regeneration after clear felling of a Pinus sylvestris L. stand in a nitrogen experiment, Central Sweden, Plant and Soil, 233: 241-250.

www.SID.ir

Archive of SID

16- Huttl, R.F., Schneider, B.U., & Farrell, E.P., 2000, Forests of the temperate region: gaps in knowledge and research needs, Forest Ecology and Management, 132: 83-96.

17- Liechty, H.O., Jurgensen, M.F., Mroz, G.D., & Gale, M.R., 1997, Pit and mound topography and its influence on storage of carbon, nitrogen, and organic matter within an old-growth forest, Can. J. For. Res. 27: 1992-1997.

18- Muscolo, A., Sidari, M., & 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.

19- Pettersson, F., & Hogbom, L., 2004, Long-term growth effects following forest nitrogen fertilization in Pinus sylvestris and Picea abies stands in Sweden. Scand. J. For. Res. 19: 339-347.

20- Prescott, C.E., Hope, G.D., & Blevins, L.L., 2003, Effect of gap size on litter decomposition and soil nitrate concentrations in a high-elevation spruce-fir forest. Can. J. For. Res. 33: 2210-2220.

21- Price, D.T., Halliwell, D.H., Apps, M.J., Kurz, W.A., & Curry, S.R., 1997, Comprehensive assessment of carbon stocks and fluxes in a Boreal. Cordilleran forest management unit, Can. J. For. Res. 27: 2005-2016.

22- Ritter, E., 2005, Litter decomposition and nitrogen mineralization in newly formed gaps in a Danish beech (Fagus sylvatica) forest, Soil Biology & Biochemistry, 37: 1237-1247.

23- Ritter, E., Dalsgaard, L., & Einhorn, K.S., 2005, Light, temperature and soil moisture regimes following gap formation in a semi-natural beech-dominated forest in Denmark. For. Ecol. Manage. 206: 15-33.

24- Schmidt, I.K., Jonasson, S., Shaver, G.R., Michelsen, A., & Nordin, A., 2002, Mineralization and distribution of nutrients in plants and microbes in four arctic ecosystems: responses to warming, Plant Soil, 242: 93-106.

25- Sinsabaugh, R.L., Antibus, R.K., Linkins, A.E., & McClaugherty, C.A., 1993, Wood decomposition: nitrogen and phosphorus dynamics in relation to extracellular enzyme activity. Ecology, 74: 1586-1593.

26- Taylor, B.R., Parkinson, D., & Parson, W.F.J., 1989, Nitrogen and lignin content as predictors of lignin decay rates. A microcosm test, Ecology, 70: 97-104.

27- Tietema, A., 1998, Microbial carbon and nitrogen dynamics in coniferous forest floor material collected along a European nitrogen deposition gradient. For. Ecol. Manage, 101: 29-36.

28- Wright, E.F., Coates, K.D., & Bartemucci, P., 1998, Regeneration from seed of six tree species in the interior cedar hemlock forests of British Columbia as affected by substrate and canopy gap position. Can. J. For. Res. 28: 1352-1364.

www.SID.ir