

ارتباط روشنه‌های تاج‌پوشش ناشی از اجرای شیوه تک‌گزینی با ضخامت لایه هوموس در جنگل راش (مطالعه موردی: راشستان الندان ساری)

کامبیز ابراری واجاری

استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. پست الکترونیک: Abrari.k@lu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۲۰

چکیده

پژوهش پیش‌رو به نقش روشنه‌های تاج‌پوشش ناشی از اجرای شیوه تک‌گزینی بر میزان ضخامت لایه هوموس در توده جنگلی راش پرداخته است. شانزده روشنه در طبقات کوچک، متوسط، بزرگ و خیلی بزرگ با چهار تکرار برای هر طبقه در راشستان ساری الندان ساری، استان مازندران انتخاب شدند. اندازه‌گیری لایه هوموس در مرکز و چهار جهت اصلی روشنه‌ها و نمونه‌برداری برای برخی آزمایش‌های شیمیایی به روش نمونه‌های ترکیبی انجام شد. نتایج نشان داد که روشنه‌های تاج‌پوشش از نظر ضخامت لایه هوموس اختلاف معنی‌داری داشتند. ضرایب همبستگی اسپیرمن نشان داد که با افزایش ضخامت لایه هوموس، مقدار ازت کل (درصد)، فسفر و کربن آلی (درصد) کاهش یافت. ضخامت لایه هوموس در مرکز روشنه‌ها کمتر از حاشیه روشنه‌ها بود و بیشترین میانگین ضخامت لایه هوموس در جهت شمال جغرافیایی مشاهده شد. به‌طور کلی، نتایج پژوهش نشان داد که روشنه‌های ناشی از اجرای عملیات بهره‌برداری بعد از هشت سال بر عمق لایه هوموس در جنگل راش مؤثر بودند که به‌نوبه خود بیان‌گر اهمیت و نقش روشنه‌ها در بوم‌سازگان جنگل است.

واژه‌های کلیدی: جنگل هیرکانی، خاک، راش، روشنه.

مقدمه

برداشت درختان می‌شوند و به‌نوبه خود فضای بازی را به‌وجود می‌آورند که روشنه تاج‌پوشش نامیده می‌شود. همانند جنگل‌های طبیعی، جنگل مدیریت‌شده نیز می‌تواند دارای روشنه به‌اندازه‌های مختلف باشد و عملیات بهره‌برداری نیز می‌تواند روشنه‌های تاج‌پوشش را در جنگل به‌وجود آورد (Kukkonen et al., 2008).

هنگامی‌که روشنه‌ای در جنگل تشکیل می‌شود، مجموعه‌ای از تغییرات فیزیکی و بیولوژیکی رخ می‌دهد و این تغییرات تفاوت‌های محیطی را افزایش می‌دهند (Zhu et al., 2007) که در پویایی جمعیت گونه‌های گیاهی مؤثر است. اختلالاتی مانند بهره‌برداری، حاصلخیزی و تعادل

جنگل‌ها به‌عنوان مهم‌ترین بوم‌سازگان‌های خشکی در زمین، خدمات مهمی برای بشر از جمله چرخه مواد، حفاظت خاک، حفاظت تنوع زیستی، تنظیم شرایط اقلیمی و ذخیره منابع آبی فراهم می‌کنند (Biao et al., 2008). تاج‌پوشش درختان جنگلی همواره در معرض اختلالات قرار دارند و میزان آنها بر ساختار توده، زادآوری، ترکیب و تنوع گونه‌ای مؤثر است (Promis et al., 2009). اختلالات می‌تواند شامل تشکیل روشنه تا وقایعی مانند آتش و طوفان باشد (Felton et al., 2006). به‌طور کلی اختلالاتی مانند بیماری، طوفان، آتش و بهره‌برداری در جنگل باعث صدمه یا

ازت و پتاسیم کل لاشبرگ در روشن‌ها بیشتر از تاج‌پوشش توده جنگلی بود. همچنین مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین روشن‌ها و تاج‌پوشش از نظر pH وجود نداشت و ضخامت و ظرفیت نگهداری آب لایه لاشبرگ در زیر تاج‌پوشش به مراتب بیشتر از روشن‌ها بود.

متأسفانه در منابع داخلی پژوهش‌های مشابهی انجام نشده است. البته لازم به ذکر است که موضوعات مختلف دیگری همانند تأثیر روشن‌ها بر تجدیدحیات (Zoghi et al., 2012)، تنوع و ترکیب گونه‌ای (Shabani et al., 2011)، فعالیت آنزیم‌های خاک (Taati et al., 2015) و پهنای دواپر رویشی (Abrari Vajari et al., 2012) در پژوهش‌های مختلفی مطالعه شده‌اند.

با توجه به اجرای شیوه تک‌گزینی درختی در جنگل‌های راش (قطعات سه و چهار سری الندان ساری) در سال ۱۳۸۰ و تشکیل روشن‌ها به اندازه‌های مختلف در جنگل مورد نظر، پژوهش پیش‌رو درصدد پاسخگویی به این بود که: ۱- آیا اندازه روشن‌ها بر ضخامت لایه هوموس در توده راش مؤثر است؟، ۲- آیا همبستگی بین ضخامت لایه هوموس، کربن آلی و برخی مشخصه‌های هوموس در روشن‌های تاج‌پوشش وجود دارد؟ و ۳- آیا ضخامت لایه هوموس در موقعیت‌های مختلف در روشن‌های تاج‌پوشش متفاوت است؟

با مطالعه دقیق ارتباط روشن‌های تاج‌پوشش با عامل‌های محیطی به‌ویژه خاک، می‌توان در مدیریت توده‌های جنگلی با اجرای طرح‌های جنگلداری به موفقیت بیشتری در حفظ بوم‌سازگان جنگل رسید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش پیش‌رو در رانشستان سری الندان ساری (قطعات سه و چهار) به مساحت ۱۱۳ هکتار و با جهت عمومی غربی از حوضه آبخیز ۷۰ انجام شد. جنگل مورد نظر بین عرض جغرافیایی "۷' ۱۳' ۳۶" تا "۲۷' ۱۲' ۳۶" شمالی و طول جغرافیایی "۲۶' ۲۳' ۵۳" تا "۲۷' ۳' ۵۳" شرقی و دامنه

عناصر غذایی خاک را تغییر می‌دهد و تشکیل روشن‌های مصنوعی، موقعیتی را برای مشاهده تغییرات در سیستم خاک فراهم می‌کند (Muscolo et al., 2007). روشن‌های تاج‌پوشش، منابع غذایی موجود در خاک را تغییر می‌دهند (Scharenbroch & Bockheim, 2007). ماده آلی خاک یکی از ترکیبات شاخص خاک جنگل است که بر بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز شدت فرایندهای بیوشیمیایی آن تأثیرگذار است. کمیت و کیفیت ترکیبات آلی خاک در یک رویشگاه تحت تأثیر عامل‌های زنده و غیرزنده و نیز مدیریت جنگل (عملیات بهره‌برداری) است (Christophel et al., 2015). در جنگل‌ها، خواص خاک و توده جنگلی برای مدیریت، انتخاب گونه‌های درختی و ارزیابی سلامت و تولید بوم‌سازگان اهمیت ویژه‌ای دارد.

بررسی‌های متعددی در مورد ارتباط روشن‌های تاج‌پوشش و ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک انجام شده است که به مواردی از آنها اشاره می‌شود. نتایج بررسی Muscolo و همکاران (۲۰۱۰) در روشن‌های کوچک (۱۸۵ متر مربعی) و متوسط (۴۱۰ متر مربعی) ایجادشده در توده‌های *Abies alba* در جنوب ایتالیا نشان داد که در روشن‌های متوسط، حرارت خاک بیشتر است، اما رطوبت و ماده آلی کمتری در آن وجود دارد. مطالعه Scharenbroch و Bockheim (۲۰۰۷) در جنگل‌های آمیخته افرای قندی و تسوگا در ناحیه Great Lakes آمریکا نشان داد که میزان حرارت و رطوبت خاک در روشن‌ها در مقایسه با توده جنگلی مجاور بسیار متفاوت بود و همچنین مقدار یون‌های تبادل (کلسیم، منیزیم و پتاسیم) کمتری نسبت به توده جنگلی در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متری آنها وجود داشت. Muscolo و همکاران (۲۰۰۷) در رابطه با تأثیر اندازه روشن‌ها در سه گروه کوچک (۳۸۰ متر مربعی)، متوسط (۸۵۵ متر مربعی) و بزرگ (۱۵۲۰ متر مربعی) در توده جنگلی *Picea laricio* در جنوب ایتالیا نشان دادند که بیشترین مقدار مواد آلی و C/N در روشن‌های کوچک وجود داشت. نتیجه بررسی Zhang و Zhao (۲۰۰۷) در جنگل‌های *Pinus koraiensis* در شانگ‌بای چین نشان داد که میزان

روشنه‌ها به روش نمونه‌های ترکیبی (Muscolo et al., 2007; Merino et al., 2008) انجام شد و به کمک خطکش، عمق لایه هوموس اندازه‌گیری شد. تعداد نمونه‌های هوموس برای تعیین ضخامت و انجام آزمایش به ترتیب ۸۰ و ۳۲ عدد بودند. آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل pH (روش گل اشباع)، درصد کربن آلی (روش والکلی-بلاک)، درصد ازت کل (روش کج‌لدال)، فسفر قابل جذب (روش اولسن) و پتاسیم قابل جذب (روش استات آمونیوم) نیز انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-سمیرنوف بررسی شد. با توجه به نرمال نبودن داده‌ها، از آزمون کروسکال-والیس و آزمون من-ویتنی برای بررسی متغیرها استفاده شد و ضریب همبستگی اسپیرمن نیز برای تعیین همبستگی متغیرهای مورد نظر به دست آمد. نرم افزار آماری SPSS₁₈ برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد که در توده جنگلی راش مورد بررسی، روشنه‌های تاج پوشش از نظر ضخامت لایه هوموس اختلاف معنی داری داشتند ($F = 12/260$; $df = 3$; $p < 0/01$) و طبقه روشنه متوسط (۱۵۱ تا ۲۴۰ متر مربعی) بیشترین میانگین را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین ضخامت لایه هوموس در طبقات مختلف

روشنه‌های تاج پوشش	
میانگین ضخامت هوموس (سانتی متر)	طبقه روشنه
۲/۳۲	کوچک
۲/۸	متوسط
۲/۲۸	بزرگ
۱/۴۳	خیلی بزرگ

ارتفاعی ۱۳۰۰ تا ۱۶۱۰ متری از سطح دریا واقع شده است. نوع سنگ مادری، سنگ آهک و سنگ آهک دولومیتی و متعلق به دوره ژوراسیک فوقانی و کرتاسه زیرین است و تیپ خاک، قهوه‌ای جنگلی با میزان نفوذپذیری و فعالیت بیولوژیکی خوب است. تیپ جنگل راش یک تا سه اشکوبه و دانه‌زاد ناهمسال (مسن تا میان‌سال) به همراه ممرز، افرا و توسکا است که درصد آمیختگی راش در قطعه‌های سه و چهار از نظر تعداد به ترتیب ۷۵/۲۴ و ۸۰/۳۹ درصد است. میانگین دما، بارندگی سالانه و رطوبت نسبی هوا به ترتیب ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد، ۸۵۸ میلی‌متر و ۷۵/۲ درصد است و اقلیم منطقه براساس روش دومارتن از نوع مرطوب است (Anonymous, 2003).

روش پژوهش

پس از جنگل‌گردشی در قطعات مورد نظر که با شیوه تک‌گزینی در سال ۱۳۸۰ بهره‌برداری شده بودند، ۱۶ روشنه تاج پوشش انتخاب شد و مساحت آنها به روش بیضی ($A = \pi LW/4$): قطر کوچک روشنه، L: قطر بزرگ روشنه، A: مساحت روشنه) تعیین شد (Runkle, 1981). سپس روشنه‌ها در چهار طبقه کوچک (۶۰ تا ۱۵۰ متر مربعی)، متوسط (۱۵۱ تا ۲۴۰ متر مربعی)، بزرگ (۲۴۱ تا ۳۳۰ متر مربعی) و خیلی بزرگ (۳۳۱ تا ۵۵۰ متر مربعی) با چهار تکرار برای هر طبقه، گروه‌بندی شدند (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات روشنه‌های تاج پوشش در راشستان سری الندان

طبقه روشنه	میانگین مساحت (متر مربع)	حداقل - حداکثر مساحت (متر مربع)
کوچک	۱۲۱/۹۳	۶۰-۱۵۰
متوسط	۱۹۷/۵۹	۱۵۱-۲۴۰
بزرگ	۳۱۰/۸۷	۲۴۱-۳۳۰
خیلی بزرگ	۵۲۲/۸۳	۳۳۱-۵۵۰

نمونه‌برداری لایه هوموس در مرکز و چهار جهت اصلی

(درصد) و ازت کل (درصد) و همچنین C/N همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).

ضرایب همبستگی پیرسون نشان داد که با افزایش ضخامت لایه هوموس، مقدار ازت کل (درصد)، فسفر و کربن آلی (درصد) کاهش یافت. همچنین بین کربن آلی

جدول ۳- همبستگی اسپیرمن برای ارتباط بین ضخامت لایه هوموس، کربن آلی و برخی مشخصه‌های هوموس در روشن‌های تاج‌پوشش

متغیر	ازت کل (%)	فسفر (ppm)	C/N	پتاسیم (ppm)	اسیدیتته	کربن آلی (%)
ضخامت هوموس (cm)	$r = -0.543$	$r = -0.611$	$r = -0.412$	$r = -0.49$	$r = 0.15$	$r = -0.62$
معنی‌داری	0.03^*	0.012^*	0.113^{ns}	0.054^{ns}	0.956^{ns}	0.01^*
کربن آلی (%)	$r = 0.828$	$r = 0.424$	$r = 0.641$	$r = 0.474$	$r = 0.206$	$r = 1$
معنی‌داری	0.000^{**}	0.102^{ns}	0.007^{**}	0.064^{ns}	0.445^{ns}	

* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار

جنگل هستند و اندازه آنها ویژگی مهمی در جنگل است که می‌تواند بر شرایط خردزیستگاه در توده جنگلی تأثیرگذار باشد (Hu et al., 2009). نتیجه پژوهش پیش‌رو که مبین ارتباط مساحت روشن‌ها و ضخامت لایه هوموس بود، هم‌سو با بررسی Arunachalam و Arunachalam (۲۰۰۰) در جنگل نیمه‌گرمسیری هند است. ضخامت بیشتر لایه هوموس در روشن‌های طبقه کوچک نیز با تحقیق Muscolo و همکاران (۲۰۱۰) در جنگل *Abies alba* در ایتالیا هم‌خوانی دارد.

افزایش حرارت و رطوبت در روشن‌ها تجزیه سریع لاشبرگ را به‌همراه خواهد داشت (Merino et al., 2008). به‌طور کلی شرایط نوری بعد از تشکیل روشن‌ها تغییر می‌یابد و تغییرات دیگر خردزیستگاه مانند رطوبت و حرارت خاک می‌تواند به تغییرات نور وابسته باشد، بنابراین عامل نور نقش اساسی در فرایندهای جنگل به‌ویژه پویایی مواد آلی خاک دارد (Muscolo et al., 2010). یکی دیگر از عامل‌های کاهش ضخامت لایه هوموس را می‌توان کمبود بقایای گیاهی مانند برگ و ریشه به‌ویژه ریشه‌های مویین درختان راش اشکوب فوقانی در حاشیه روشن‌ها دانست، وضعیتی که به‌وضوح در روشن‌ها و توده مجاور قابل رویت است. با توجه به نتایج تحقیق Bartsch و Bauhus (۱۹۹۶) ممکن است گسترش ریشه‌های مویین درختان راش در روشن‌ها

نتایج همبستگی اسپیرمن ($r = -0.533, p = 0.041$) نشان داد که با افزایش مساحت روشن‌های تاج‌پوشش، ضخامت لایه هوموس کاهش یافت. نتایج آزمون من-وینتی نشان داد که ضخامت لایه هوموس در مرکز روشن‌ها کمتر ($1/53$) از حاشیه روشن‌ها ($2/32$) بود ($Z = -2/14$ ، $df = 26$ ، $p < 0.05$).

نتایج نشان داد که بیشترین میانگین ضخامت لایه هوموس مربوط به جهت شمال جغرافیایی در طبقات روشن‌های تاج‌پوشش بود ($\chi^2 = 6/69$ ؛ $df = 4$ ؛ $p < 0.05$ ؛ جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین ضخامت لایه هوموس در موقعیت‌های

موقعیت	میانگین ضخامت هوموس (سانتی‌متر)
مرکز	۱/۳۲
شمال	۲/۹۳
جنوب	۲/۰۳
شرق	۱/۹۳
غرب	۲

بحث

روشن‌های تاج‌پوشش از مؤلفه‌های اکولوژیکی مهم در

به دلیل تراکم بیشتر درختان در حاشیه روشنه نسبت به مرکز روشنه (عدم حضور درخت) باشد. فاصله درختان و تراکم توده جنگلی ممکن است بر مقدار تجمع مواد آلی خاک تأثیرگذار باشد (Paluch & Gruba, 2012). به طور کلی مقدار لاشبرگ خاک به وسیله توازن بین تولید و تجزیه آن تعیین می شود و این عامل به نوبه خود تحت تأثیر تراکم درختان، گونه های درختی و عامل های اقلیمی است (Barbier *et al.*, 2008). گونه های درختی از طریق کمیت و ساختار شیمیایی متفاوت لاشبرگ بر ویژگی های شیمیایی خاک مؤثر هستند (Langenbruch *et al.*, 2012). اختلاف بین طبقات مختلف روشنه های تاج پوشش از نظر ضخامت لایه هوموس بیانگر حساسیت متفاوت مواد آلی به فرایند معدنی شدن یا هوموسی شدن در روشنه ها است. با بررسی مکانیسم های تشکیل و مشخصه های فیزیکی روشنه ها و واکنش جنگل به آنها، مدیران جنگل می توانند اطلاعات دقیق تری از نقش روشنه های تاج پوشش در جنگل به دست آورند.

References

- Abrari Vajari, K., Jalilvand, H., Pourmajidian, M.R. and Espahbodi, K., 2012. Investigating the impact of gaps created by single-tree selection system on beech tree ring width (*Fagus orientalis* Lipsky) (Case study: Alandan forest-Sari). Iranian Journal of Forest, 4(4): 345-352.
- Anonymous, 2003. Forestry Plan of Tajan-Talar, District No. 6, Catchment No. 70. Published by Jahade-e Sazandegi, Sari Wood & Paper Industries, Forests, Range and Watershed Management Organization, 270p (In Persian).
- Arunachalam, A. and Arunachalam, K., 2000. Influence of gap size and soil properties on microbial biomass in a subtropical humid forest of north-east India. Plant and Soil, 223: 185-193.
- Barbier, S., Gosselin, F. and Balandier, Ph., 2008. Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved-A critical review for temperate and boreal forests. Forest Ecology and Management, 254: 1-15.

به وسیله شرایط اسیدی خاک محدود شده باشد. در تحقیق Bartsch و Bauhus (۱۹۹۵) در جنگل راش مشخص شد که میزان لاشبرگ موجود در روشنه ها، ۷۵ درصد لاشبرگ توده جنگلی مجاور بود. افزایش تجزیه و در نتیجه افزایش معدنی شدن در روشنه های بزرگ منجر به کاهش ضخامت لایه هوموس در آنها می شود (Podrazsy & Remes, 2006). چنین وضعیتی را می توان به روشنه های موجود در توده جنگلی راش منطقه نیز نسبت داد. در روشنه های تاج پوشش مشاهده شد که با افزایش کربن آلی، میزان درصد ازت کل و نیز C/N افزایش می یابد که بیانگر افزایش پدیده هوموسی شدن در روشنه ها است. تحقیق Muscolo و همکاران (۲۰۰۷) در جنگل *Pinus laricio* در جنوب ایتالیا نشان داد که C/N در روشنه های کوچک بیشتر از روشنه های بزرگ است. به عقیده Prescott (۲۰۰۰) روشنه های تاج پوشش می توانند در چرخه ازت به علت برداشت درختان توده جنگلی تغییراتی را به وجود آورند.

با افزایش ضخامت لایه هوموس، روند کاهشی در برخی عناصر مشاهده شد که براساس نظر Langenbruch و همکاران (۲۰۱۲) می تواند به دلیل سن روشنه، گونه درختی، وضعیت حاصلخیزی خاک و تغییرات سالانه باشد. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی لایه هوموس در بوم سازگان جنگل با توجه به تیپ هوموس و ضخامت آن متفاوت است (Winkelbauer *et al.*, 2011). با توجه به بیشتر بودن ضخامت لایه هوموس در حاشیه و جهت شمالی روشنه ها در پژوهش پیش رو، می توان گفت که انباشتگی بقایای گیاهی در حاشیه و جهت شمالی به علت شرایط مطلوب خرد اقلیم بیشتر از مرکز روشنه بود.

لاشبرگ هایی که به آهستگی تجزیه می شوند، لایه های ضخیم تری از مواد آلی را در سطح خاک تشکیل می دهند که به مدت طولانی تری ماندگاری دارند (Jacob *et al.*, 2010). راش از جمله گونه های گیاهی است که تجزیه شاخ و برگ در آن به کندی انجام می گیرد که در نهایت لایه ضخیم تری از لاشبرگ را در بستر توده جنگلی تشکیل می دهد (Mölder 2008). عامل دیگر این اختلاف ضخامت می تواند

- Schmidt, W., 2008. Herb-layer diversity in deciduous forests: raised by tree richness or beech? *Forest Ecology and Management*, 256: 272-281.
- Muscolo, A., Sidari, M., Bagnato, S., Mallamaci, C. and Mercuri, R., 2010. Gap size effects on above- and below-ground processes in a silver fir stand. *European Journal of Forest Research*, 129: 355-365.
 - 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*, poivet) stands. *Forest Ecology and Management*, 242: 412-418.
 - Paluch, J.G. and Gruba, P., 2012. Inter-crown versus under-crown area: contribution of local configuration of trees to variation in topsoil morphology, pH and moisture in *Abies alba* Mill. forests. *European Journal of Forest Research*, 131: 857-870.
 - Podrázský, V.V. and Remeš, J., 2006. Changes in humus forms in gaps of the canopy of semi-natural beech stand. *Journal of Forest Science*, 52: 243-248.
 - Prescott, C., 2000. The influence of the forest canopy on nutrient cycling. *Tree Physiology*, 22: 1193-1200.
 - Promis, A., Schindler, D., Reif, A. and Cruz, G., 2009. Solar radiation transmission in and around canopy gaps in an uneven-aged *Nothofagus betuloides* forest. *International Journal of Biometeorology*, 53: 355-367.
 - Runkle, J.R., 1981. Gap regeneration in some old growth forests of the eastern United States. *Ecology*, 62: 1041-1051.
 - Scharenbroch, B.C. and Bockheim, J.G., 2007. Impacts of forest gaps on soil properties and processes in old growth northern hardwood-hemlock forests. *Plant and Soil*, 294: 219-233.
 - Shabani, S., Akbarinia, M., Jalali, Gh. and Aliarab, A., 2011. Impact of canopy gaps size on woody species biodiversity in mountainous forests of northern Iran (Case study: beech stands of Lalis, Chalous). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(1): 73-82 (In Persian).
 - Taati, S., Rahmani, R., Sagheb-Talebi, Kh., Matinizadeh, M. and Habashi, H., 2015. Influence of gap creation on soil enzymes
 - Bauhus, J. and Bartsch, N., 1995. Mechanisms for carbon and nutrient release and retention in beech forest gaps. *Plant Soil*, 168: 579-84.
 - Bauhus, J. and Bartsch, N., 1996. Fine-root growth in beech (*Fagus sylvatica*) forest gaps. *Canadian Journal of Forest Research*, 26: 2153-2159.
 - Biao, Zh., Wenhua, L., Gaodi, X. and Yu, X., 2008. Water conservation of forest ecosystem in Beijing and its value. *Ecological Economics*, 69(7): 1416-1426.
 - Christophel, D., Hollerl, S., Prietzel, J. and Steffens, M., 2015. Long-term development of soil organic carbon and nitrogen stocks after shelter-wood and clear-cutting in a mountain forest in the Bavarian Limestone Alps. *European Journal of Forest Research*, 134: 623-640.
 - Felton, A., Felton, A.M., Wood, J. and Lindenmayer, D.B., 2006. Vegetation structure, phenology and regeneration in the natural and anthropogenic tree-fall gaps of a reduced-impact logged subtropical Bolivian forest. *Forest Ecology and Management*, 235: 186-193.
 - Hu, L., Gong, Z., Li, J. and Zhu, J., 2009. Estimation of canopy gap size and gap shape using a hemispherical photograph. *Trees*, 23: 1101-1108.
 - Jacob, M., Viedenz, K., Polle, A. and Thomas, F.M., 2010. Leaf litter decomposition in temperate deciduous forest stands with a decreasing fraction of beech (*Fagus sylvatica*). *Oecologia*, 164: 1083-1094.
 - Kukkonen, M., Rita, H., Hohenwald, S. and Nygren, A., 2008. Treefall gaps of certified, conventionally managed and natural forest as regeneration sites for Neotropical timber forest in northern Honduras. *Forest Ecology and Management*, 255: 2163-2176.
 - Langenbruch, C., Helfrich, M. and Flessa, H., 2012. Effects of beech (*Fagus sylvatica*), ash (*Fraxinus excelsior*) and lime (*Tilia* sp.) on soil chemical properties in a mixed deciduous forest. *Plant and Soil*, 352: 389-403.
 - Merino, A., Real, C. and Rodriguez-Guitian, M.A., 2008. Nutrient status of managed and natural forest fragments of *Fagus sylvatica* in southern Europe. *Forest Ecology and Management*, 255: 3691-3699.
 - Mölder, A., Bernhardt-Römermann, M. and

- mountainous region, China. *Frontier Forest of China*, 2(1): 60-65.
- Zhu, J.J., Tan, H., Li, F.Q., Chen, M. and Zhang, J.X., 2007. Microclimate regimes following gap formation in a montane secondary forest of eastern Liaoning province, China. *Journal of Forestry Research*, 18(3): 167-173.
 - Zoghi, M., Rahmani, R. and Shayesteh Pahangeh, E., 2012. Effect of gap size on quantitative characteristics of regeneration groups in a *Parrotio-Carpinetum* forest type (Shastkola forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(3): 493-504 (In Persian).
 - activity in an oriental beech stand (Case study: Langa control plot). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(2): 332-341 (In Persian).
 - Winkelbauer, J., Volker, J., Leopold, M. and Bernt, N., 2011. Methods of surveying the thickness of humus horizons using ground penetrating radar (GPR): An example from Garmisch-Partenkirchen area of the northern Alps. *European Journal of Forest Research*, 130: 799-812.
 - Zhang, C. and Zhao, X., 2007. Soil properties in forest gaps and under canopy in broad-leaved *Pinus koreiensis* forest in Changbai

Interactions between canopy gaps created by single-tree selection method and humus layer thickness (Case study: Alandan forest, Sari, Mazandaran province)

K. Abrari Vajari

Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
E-mail: Abrari.k@lu.ac.ir

Received: 11.08.2015

Accepted: 07.02.2016

Abstract

This research investigated the effect of canopy gaps created by single-tree selection method on humus layer depth within a managed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in Hyrcanian region. To accomplish this, 16 gaps were selected in 4 classes (small, medium, large and very large) with 4 replications for each sample in a beech stand in Alandan district, Sari (Mazandaran province). Humus layer depth was measured in center and cardinal points of the gaps. In addition, humus was sampled based on composite samples for chemical experiments. The results showed a significant difference of humus thickness among gaps. The correlation coefficients indicated that the total N, P, K, organic carbon and C/N ratio were decreased with increasing humus depth. Humus layer depth in gap center was lower than that in the edge of gap, and the highest humus thickness was observed in the northern geographical aspect. In general, the result of study revealed that canopy gaps created by single-tree selection method affect the humus layer depth after 8 years, which in turn indicates the important role of gaps within forest ecosystems.

Keywords: Beech, canopy gap, Hyrcanian forest, soil.