دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

ارتباط ویژگی‌های ساختاری درختان راش و خصوصیات زیستی خاک با شاخص رقابت در روشنه‌های تاج‌پوشش در توده‌جنگلی راش

علیرضا آملی کندری[۱]، کامبیز ابراری واجاری[۲]، محمد فیضیان[۳] و آنتونینو دی آیوریو[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، (نویسنده مسوول: kambiz.abrari2003@yahoo.com)
۳ -دانشیار، گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
۴ - استاد، گروه بیوتکنولوژی دانشگاه اینسوبریا، وارزه، ایتالیا
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱
صفحه: ۷۴ تا ۸۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: روشنه‌های تاج‌پوشش به اندازه‌های مختلف در اثر اجرای شیوه جنگل‌شناسی مختلف مانند تک‌گزینی درختی در توده‌های جنگلی راش در جنگل‌های هیرکانی به وجود آمده است. آگاهی از اثرات روشنه‌های تاج‌پوشش بر ویژگی‌های درختان و خاک در بوم‌سازگان جنگل می‌تواند در برنامه‌ریزی عملیات جنگل‌شناسی کمک نماید. درختان راش سایه‌پسند در این بوم‌سازگان از اهمیت بوم‌شناختی و اقتصادی برخوردار بوده و آگاهی از واکنش این‌گونه درختی با ارزش می‌تواند برای مدیریت جنگل و انتخاب شیوه‌های جنگل‌شناسی کارآمد باشد. بنابراین هدف پژوهش حاضر تعیین همبستگی بین ویژگی‌های ساختاری، مورفولوژیکی ریشه‌های مویین درختان راش و خصوصیات زیستی خاک(زیتوده میکروبی کربن،فسفر،ازت) در روشنه‌های مختلف (n=۱۵) حاصل از شیوه تک‌گزینی درختی با شاخص رقابت در توده جنگلی راش الندان واقع در استان مازندران–ساری بود.

مواد و روش‌ها: در توده جنگلی راش تعداد ۱۵ روشنه در قالب سه طبقه مساحت کوچک (۱۳۰–۸۰)، متوسط (۱۷۵–۱۳۱) و بزرگ (۳۰۰– ۱۷۶مترمربع) شناسایی و از هر سطح، پنج تکرار انتخاب شدند. در چهار جهت جغرافیایی هر روشنه، درختان راش واقع در اشکوب فوقانی انتخاب و مشخصه‌های ارتفاع، قطر برابرسینه، قطر، مساحت، حجم تاج، ریشه‌های مویین آن‌ها و نیز شاخص رقابت اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: ضرایب همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص رقابت با ارتفاع، قطر برابرسینه، قطر تاج، مساحت تاج و طول تنه صاف همبستگی مثبت معنی‌دار و نیز با نسبت ارتفاع به قطر برابرسینه درختان راش همبستگی منفی معنی‌دار جود دارد ($p<0.01$ و $p<0.05$). بین شاخص رقابت با زی‌توده میکروبی نیتروژن همبستگی منفی معنی‌دار و با نسبت زی‌توده میکروبی کربن به زی‌توده میکروبی نیتروژن همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد ($p<0.05$). با افزایش تراکم، طول ویژه و مساحت ویژه ریشه‌های مویین، مقدار شاخص رقابت روند افزایشی نشان داد ($p<0.05$). بین برخی ویژگی‌های ساختاری درختان راش با مشخصه‌های ریشه‌های مویین در روشنه‌ها همبستگی معنی‌دار وجود دارد ($p<0.01$ و $p<0.05$). ضرایب همبستگی بین مشخصه‌های ریشه‌های مویین درختان راش در روشنه‌ها مبین همبستگی معنی‌دار بین برخی متغییرها هستند ($p<0.01$ و $p<0.05$).

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج پژوهش نشان داد که مدیریت جنگل از طریق اجرای شیوه تک‌گزینی درختی و تشکیل روشنه‌های تاج‌پوشش با مساحت‌های مختلف در راشستان مذکور بر ویژگی‌های ساختاری و ریشه‌های مویین درختان راش شش سال بعد از ایجاد روشنه‌ها تأثیر گذاشته است.

واژه‌های کلیدی: راش، روشنه، ساختار درخت، شاخص رقابت

مقدمه

روشنه‌های تاج‌پوشش فضایی در جنگل هستند که در اثر مرگ یک یا چند درخت ایجاد می‌شوند و نقش مهمی در پویایی جنگل ایفا می‌نمایند (۱۵). این روشنه‌ها در بسیاری از تیپ‌های جنگلی وجود داشته و شرایط بوم‌شناختی و خرد زیستگاهی برای پایداری بوم‌سازگان جنگل فراهم نموده و نیز در عملیات جنگل‌شناسی کاربرد زیادی دارند (۱۴). عوامل طبیعی نظیر باد، برف و غیرطبیعی (مصنوعی) مانند بهره‌برداری باعث تشکیل روشنه در جنگل شده که تغییراتی در خرد اقلیم و تخصیص منابع به وجود می‌آورند و فرآیند حیاتی در تعیین ساختار توده جنگلی و توسعه آن در بوم‌سازگان جنگل تلقی می‌شود (۱۷). روشنه‌های تاج‌پوشش بر اساس نوع عملیات بهره‌برداری و آشفتگی طبیعی دارای اندازه، شکل و پراکنش متفاوت در جنگل هستند و در همین راستا تأثیر مختلفی بر فرآیندهای بوم‌شناختی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اعمال می‌کنند (۳). پژوهش‌های متعددی در رابطه با نقش و اهمیت روشنه‌های تاج‌پوشش در پویایی توده‌های جنگلی در مناطق معتدله، گرمسیری و شمالی (بوره‌آل) انجام‌شده که به مواردی اشاره می‌شود. لو و همکاران (۱۵) در پژوهشی در جنگلی در شمال‌شرقی چین نشان دادند که زی‌توده و رویش نهال‌های نوئل بین روشنه‌ها و توده‌ی جنگلی متراکم، متفاوت است. ارمان و همکاران (۱۷) در تحقیقی در جنگل آمیخته راش در لهستان نتیجه گرفتند که اندازه‌ی روشنه تأثیر زیادی بر زادآوری راش داشته است. موسکولو و همکاران (۱۶) در مطالعه‌ای در جنگل *Pinus laricio* در ایتالیا گزارش نمودند که بیشترین مقدار ماده آلی، زی‌توده میکروبی و C/N در روشنه‌های کوچک‌تر مشاهده شد. به‌طورکلی پژوهش‌های انجام‌شده بیانگر این موضوع هستند که اندازه روشنه (مساحت) بیانگر وسعت آشفتگی و مقدار ناهمگنی محیطی بوده و تعیین ارتباط بین روشنه‌ها و سایر عناصر جنگل می‌تواند در مدیریت آن‌ها نقش داشته باشد.

در بوم‌سازگان جنگل‌های هیرکانی به‌ویژه جنگل راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، روشنه‌های تاج پوشش به‌اندازه، شکل و پراکنش مختلف در اثر عوامل طبیعی و مصنوعی (بهره‌برداری) ایجادشده‌اند. یکی از این عوامل مصنوعی، اعمال شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی درختی در راشستان‌های شمال هست. درختان راش سایه‌پسند و خزان

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.17.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.74]

کننده در این بوم‌سازگان از اهمیت بوم‌شناختی و اقتصادی وافری برخوردار بوده و آگاهی از نحوه و میزان واکنش این‌گونه درختی باارزش می‌تواند برای مدیریت جنگل و انتخاب شیوه‌های جنگل‌شناسی کارآمد باشد. پژوهش حاضر ارتباط بین اندازه روشنه به‌عنوان شاخص مهم آن‌ها با برخی ویژگی‌های ریشه‌های مویین، ساختار درختان، خاک و شاخص رقابت در توده‌ی جنگلی راش که به‌وسیله شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی درختی بهره‌برداری شده موردتوجه قرار داده است. رقابت بین درختان عامل اصلی مؤثر بر توسعه جنگل، تولید و فرآیندهای بوم‌شناختی توده‌های جنگلی است (۱۲). شناسایی تأثیر رقابت بر ویژگی‌های مختلف درختان برای آگاهی از واکنش درختان و پیش‌بینی توان رقابت آن‌ها با سایر درختان بسیار مهم و ضروری است (۴). تغییرات رویشی بین درختان در جنگل‌های طبیعی دارای اهمیت بوده و این تغییرات بر توسعه جنگل و نیز بر تفاوت اندازه درختان و الگوی پراکنش آن‌ها مؤثر است (۱). تعیین ارتباط بین ساختار درختان و محیط یکی از مهم‌ترین مبحث علم جنگلداری است. ریشه‌های مویین (قطر کمتر از ۲ میلی‌متر) بخش کوچکی از زی‌توده درختان را تشکیل داده ولی تولید آن‌ها بالغ بر ۶۰٪ زی‌توده کل توده می‌شود و این ریشه‌ها بسیار پویا و عضوی حساس در بین سیستم ریشه‌ای هستند (۲۶). ریشه‌های مویین که مؤلفه مهمی در چرخه کربن و عناصر غذایی و تجمع در خاک هستند برای رشد درختان و توسعه توده جنگلی بسیار مهم هستند. عوامل متعددی نظیر ویژگی‌های ریشه درختان و خاک بر راهبرد ریشه در بهره‌برداری از خاک تأثیرگذار بوده و نیز برخی مشخصه‌ها مانند زی‌توده ریشه، طول ویژه ریشه، تراکم طولی ریشه و نحوه پراکنش آن‌ها برای برآورد توانایی ریشه‌ها برای جذب منابع خاک کاربرد دارند (۷). خاک‌های جنگل که بخش ضروری بوم‌سازگان که در آن‌ها چرخه عناصر غذایی انجام می‌شوند تحت تأثیر روشنه‌های تاج‌پوشش جنگل هستند (۲۴). پژوهش حاضر در توده‌ی جنگلی راش الندان واقع در استان مازندران–ساری، در روشنه‌های تاج‌پوشش به اندازه‌های مختلف که در اثر اجرای شیوه تک‌گزینی درختی در سال ۱۳۹۰ ایجادشده‌اند و بر درختان راش اشکوب فوقانی واقع در حاشیه روشنه‌ها انجام گرفت و اهداف آن عبارتنداز: ۱- تعیین همبستگی بین شاخص رقابت با ویژگی‌های ساختاری درختان راش، مورفولوژیکی ریشه‌های مویین و مشخصه‌های زیستی خاک در حاشیه روشنه‌ها ۲- بررسی همبستگی بین ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه‌های مویین با یکدیگر و نیز با ویژگی‌های ساختاری درختان راش در حاشیه روشنه‌ها.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

پژوهش حاضر در جنگل الندان ساری- مازندران (پارسل ۲۹) با موقعیت جغرافیایی طول شرقی ´۲۴ °۵۳ عرض شمالی ´۱۲ °۳۶ و با مساحت ۴۲/۴ هکتار انجام شد. تیپ غالب در این پارسل تیپ راش بوده که درختان ممرز، انجیلی، توسکا، افرا، ملج، بلوط با فراوانی کمتر حضور دارند. توده جنگلی نیمه انبوه تا انبوه (تاج‌پوشش ۸۵-۷۰ درصد) یک تا دو اشکوبه با اشکوب زیرین خاس، ازگیل و ولیک پراکنده که در محدوده ارتفاعی ۱۰۴۰-۱۱۸۰ متر از سطح دریا با جهت عمومی شمال‌شرقی و شیب ۰ تا ۳۰ درصد واقع هست. تیپ خاک آن قهوه‌ای پسدوگلی با بافتی سنگین هست و pH بین ۷/۵-۶ متغییر است. متوسط دما، بارش سالیانه و رطوبت نسبی هوا به ترتیب ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد، ۸۵۸ میلی‌متر و ۷۵/۲ درصد و اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن از نوع مرطوب است (۱۰).

روش تحقیق

با جنگل گردشی در راشستان سری الندان، روشنه‌های حاصل از برش تک‌گزینی درختی در سال ۱۳۹۰ در سه سطح مساحتی کوچک (۱۳۰-۸۰)، متوسط (۱۷۵-۱۳۱) و بزرگ (۳۰۰- ۱۷۶مترمربع) در جنگل شناسایی و از هر سطح، پنج تکرار انتخاب شدند (n= ۱۵). سپس در هر روشنه در چهار جهت جغرافیایی و در حاشیه‌ی آن‌ها، مشخصه‌های قطر برابرسینه، ارتفاع درخت، طول تاج، طول تنه و شعاع‌های چهار طرف تاج درخت راش واقع در اشکوب فوقانی اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه مساحت تاج درختان از رابطه: $CSA = \frac{\pi \times R}{6 \times C_L^2} \times (R^2 + 4 \times C_L^2)^{1.5} - R^3$ و حجم تاج از رابطه $CV = \pi \times \frac{R^2 \times C_L}{2}$ استفاده شد (۲۰) که R شعاع و C_L طول تاج است. برای تعیین شاخص رقابت از رابطه: $Id = \sum_i (d^2 \times h \times \sigma)$ استفاده شد (۵) که Id شاخص رقابت، d قطر برابرسینه،h ارتفاع و σ وزن مخصوص چوب (کیلوگرم بر مترمکعب) هست. سپس در فاصله یک متری (۲۲) از تنه درختان انتخاب‌شده در روشنه‌ها در زیر تاج‌پوشش آن‌ها و در جهت رو به روشنه و پشت به روشنه، به‌وسیله اوگربا قطر دهانه هشت سانتی‌متر و عمق ۲۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری خاک به همراه ریشه‌های مویین انجام شد. درمجموع ۱۵ روشنه تعداد ۴۵ نمونه خاک ترکیبی تهیه و سپس به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های خاک در آزمایشگاه شسته و سپس ریشه‌ها پاک‌شده تا ریشه‌های مویین کمتر از ۲ میلی‌متر قطر و بیشتر از آن جدا گردند. مورفولوژی ریشه‌های مویین شامل میانگین قطر، مساحت سطح، حجم، طول، طول ویژه (تقسیم طول ریشه‌ها بر وزن خشک)، مساحت سطح ویژه (تقسیم مساحت سطح بر وزن خشک)، تراکم (تقسیم وزن خشک بر حجم) با استفاده از اسکن کردن و با نرم‌افزار وین‌ریزو (WinRhizo Pro V. 2007d) به دست آمد. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد جهت انجام آزمایش‌های اکو فیزیولوژیک خاک نگهداری و متغییرهای تنفس به روش تیتراسیون، زی‌توده میکروبی کربن و زی‌توده نیتروژن خاک به روش تدخین (۲) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه داده‌ها برای تعیین توزیع نرمال به‌وسیله آزمون کلموگروف–اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفتند که پراکنش نرمال را نشان دادند. برای تعیین همبستگی بین متغیرهای پژوهش (شاخص رقابت با سایر متغییرها و نیز بین مشخصه‌های ریشه مویین با خاک و ساختار درختان) از

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.17.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.74]

ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. آنالیزهای آماری به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و در سطح معنی‌داری ۱ و ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص رقابت با ارتفاع، قطر برابرسینه، قطر تاج، مساحت تاج و طول تنه صاف همبستگی مثبت معنی‌دار و نیز با نسبت ارتفاع به قطر برابرسینه درختان راش همبستگی منفی معنی‌دار جود دارد (جدول ۱). نتایج پژوهش بیانگر روند واکنش درختان راش و توان رقابتی آن‌ها در حاشیه روشنه‌های ایجادشده در اثر اجرای شیوه تک‌گزینی و تأثیر روشنه‌ها بر ساختار درختان در اشکوب فوقانی است. افزایش توان رقابتی در راستای افزایش متغییرهای ساختاری درختان راش در حاشیه روشنه‌ها (جدول ۱) می‌تواند بر اساس ایده حولر و همکاران (۱۱) به علت افزایش فضای رویشی، وجود سایه و رقابت با سایر درختان مجاور باشد. همچنین عواملی نظیر ارتفاع از سطح دریا و توپوگرافی به همراه شدت نور، مقدار رطوبت، حرارت و سن درختان در روشنه‌ها به اندازه‌های مختلف می‌تواند نقش مهمی را در مورد وجود همبستگی ایفا نماید. اندازه تاج درختان (قطر، طول، مساحت، حجم) به جذب نور به‌وسیله درختان وابسته بوده و شاخص مهمی برای ارزیابی رشد درختان هست (۸). با تشکیل روشنه به اندازه‌های مختلف که در اثر برداشت درختان راش به وجود آمده‌اند، مقدار نور دریافتی در داخل روشنه‌ها افزایش خواهد یافت. با توجه به رابطه معکوس شاخص رقابت با نسبت ارتفاع به قطر برابرسینه می‌توان اظهار نمود که شکل درختان راش در حاشیه روشنه‌ها بر اساس نظر پرتزچ (۱۹) به‌صورت تقریباً مخروطی هست. افزایش شاخص رقابت با افزایش ارتفاع درختان راش با توجه به ایده جوکر و همکاران (۱۳) ممکن است مبین جذب نور در حاشیه روشنه‌ها باشد.

جدول ۱- همبستگی شاخص رقابت با ویژگی‌های ساختار درختان راش در روشنه‌ها
Table 1.Correlations between competition index and beech tree structure properties in gaps

متغییر	شاخص رقابت r	p
ارتفاع	۰/۷۹۰**	۰/۰۰۰
قطربرابرسینه	۰/۹۴۷**	۰/۰۰۰
قطرتاج	۰/۵۴۵*	۰/۰۳۶
طول‌تاج	۰/۷۰۳**	۰/۰۰۳
قطر/ ارتفاع	−۰/۶۵۵**	۰/۰۰۸
مساحت تاج	۰/۵۲۶*	۰/۰۴۴
حجم‌تاج	۰/۴۷۳ns	۰/۰۷۵
طول‌تنه‌صاف	۰/۵۲۳*	۰/۰۴۵

**و*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد؛ ns: عدم همبستگی معنی‌دار

بین شاخص رقابت با زی‌توده میکروبی نیتروژن همبستگی منفی معنی‌دار و با نسبت زی‌توده میکروبی کربن به زی‌توده میکروبی نیتروژن همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- همبستگی شاخص رقابت درختان راش با برخی ویژگی‌های زیستی خاک در روشنه‌ها
Table 2.Correlations between competition index and soil biological properties in gaps

متغییر	شاخص رقابت r	p
زی‌توده میکروبی کربن	۰/۳۴۵	۰/۲۲۷
زی‌توده میکروبی فسفر	−۰/۱۱۰	۰/۷۰۹
زی‌توده میکروبی نیتروژن	۰/۵۷۲*	۰/۰۳۲
نیتروژن / زی‌توده میکروبی کربن	۰/۶۷۹*	۰/۰۱۱
فسفر / زی‌توده میکروبی کربن	۰/۳۱۴	۰/۲۷۴
تنفس میکروبی	۰/۰۴۱	۰/۸۸۹

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد

این همبستگی می‌تواند به علت تأثیر رطوبت و حرارت خاک بر کاهش زی‌توده میکروبی و تجزیه مواد آلی در روشنه‌ها (۱۶) و سن (۲۱) آن‌ها باشد. نسبت زی‌توده میکروبی کربن به زی‌توده میکروبی نیتروژن در جنگل‌های معتدله بیانگر فراوانی قارچ‌ها در زی‌توده میکروبی است (۶). پژوهش لو و همکاران (۱۵) در جنگل *Abies sp.* در جنوب شرقی چین نشان داد که روشنه‌های تاج پوشش باعث افزایش زی‌توده میکروبی کربن و کاهش زی‌توده میکروبی ازت شده است. ارتباط شاخص رقابت با برخی ویژگی‌های زیستی خاک بر اساس نظر یو و همکاران (۲۵) به علت تأثیرگذاری اندازه روشنه زی‌توده میکروبی خاک باشد که از طریق تغییر شرایط محیطی (خرد اقلیم، پوشش گیاهی، مشخصه‌های فیزیکو- شیمیایی خاک) اعمال می‌شود. با افزایش تراکم، طول ویژه، مساحت ویژه ریشه‌های مویین، مقدار شاخص رقابت روند افزایشی نشان داد (جدول ۳). افزایش شاخص رقابت در راستای افزایش تراکم، طول و مساحت ریشه‌های مویین به علت افزایش جذب آب و

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.17.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.74]

عناصر غذایی خاک به‌وسیله افزایش متغییرهای موردنظر در روشنه‌ها می‌تواند باشد که منجر به افزایش توان رقابتی درختان راش شده است. رشد ریشه، مورفولوژی و فعالیت آن‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشند (۲۷) و راندمان بهره‌وری از منابع خاک با توجه به افزایش تراکم، طول و مساحت ریشه‌های مویین درختان تحت شرایط رقابتی شدید افزایش می‌یابد (۲۲). در جدول ۴ مشاهده می‌شود که بین برخی ویژگی‌های ساختاری درختان راش با مشخصه‌های ریشه‌های مویین در روشنه‌ها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. همبستگی بین برخی ویژگی‌های ساختاری و ریشه‌های مویین درختان راش در حاشیه روشنه‌ها را بر اساس نظر فاینر و همکاران (۹) به سن درختان و بسته شدن تاج آن‌ها می‌توان نسبت داد. تراکم بیشتر تاج باعث تولید بیشتر عناصر غذایی برای رشد ریشه‌های مویین فراهم می‌نماید (۲۳). آکالا و همکاران (۱) بیان نمودند که سن درختان توده جنگلی، مرحله تکاملی درختان ارتباط نزدیکی با اندازه آن‌ها داشته و شاخص مناسبی برای توان جذب منابع هست. ضرایب همبستگی بین مشخصه‌های ریشه‌های مویین درختان راش در روشنه‌ها حاکی از همبستگی معنی‌دار بین برخی متغییرها هستند (جدول ۵).

جدول ۳- همبستگی شاخص رقابت با ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه‌های‌مویین درختان راش در روشنه‌ها
Table 3.Correlations between competition index and fine roots traits of beech trees in gaps

متغییر	شاخص رقابت	
	r	p
زی‌توده	-۰/۳۷۰	۰/۱۷۴
طول	۰/۲۲۴	۰/۴۲۳
مساحت	-۰/۰۸۷	۰/۷۵۷
حجم	-۰/۳۱۰	۰/۲۶۱
تراکم	۰/۵۹۷*	۰/۰۱۹
طول‌ویژه	۰/۶۲۱*	۰/۰۱۳
مساحت‌ویژه	۰/۵۶۴*	۰/۰۳۶

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۴- همبستگی بین ویژگی‌های ساختاری درختان راش با مشخصه‌های ریشه‌های مویین در روشنه‌ها
Table 4. Correlations between beech tree structure properties and fine root traits in gaps

متغییر	زی‌توده	طول	مساحت	حجم	تراکم	طول ویژه	مساحت ویژه
ارتفاع	۰/۵۷۴*	-۰/۱۳۱	-۰/۳۸۸	-۰/۵۱۴	۰/۵۳۱*	۰/۷۷۱**	۰/۶۳۱*
قطربرابرسینه	-۰/۲۳۳	-۰/۲۲۹	-۰/۰۰۹	-۰/۲۰۶	۰/۵۰۱	۰/۴۳۹	۰/۳۲۳
قطرتاج	-۰/۴۳۴	-۰/۱۷۵	-۰/۳۵۵	-۰/۴۰۸	۰/۵۸۶*	۰/۴۴۰	۰/۳۶۳
طول‌تاج	-۰/۰۴۴	-۰/۳۳۲	۰/۱۵۳	۰/۰۳۴	۰/۴۱۰	۰/۳۳۳	۰/۳۷۷
قطر/ ارتفاع	-۰/۱۶۳	۰/۴۱۰	۰/۳۲۵	۰/۱۶۳	۰/۱۲۸	-۰/۰۱۳	-۰/۰۳۶
مساحت تاج	۰/۳۳۵	۰/۶۷۹**	۰/۵۲۵*	۰/۳۶۴	۰/۲۱۱	۰/۰۱۲	۰/۲۰۴
حجم‌تاج	-۰/۲۹۹	-۰/۰۸۹	-۰/۲۱۸	-۰/۲۴۲	۰/۴۶۰	۰/۳۴۹	۰/۳۲۹
طول‌تنه‌صاف	-۰/۶۰۹*	-۰/۳۲۸	-۰/۵۱۳	-۰/۵۸۳*	۰/۳۸۵	۰/۶۹۶**	۰/۵۲۵

** و *: همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین مشخصه‌های ریشه‌های مویین درختان راش در روشنه‌ها
Table 5.Correlation coefficients among fine root traits of beech trees in gaps

	زی‌توده	طول	مساحت	حجم	تراکم	طول ویژه	مساحت ویژه
زی‌توده	–						
طول	۰/۶۸۳**	–					
مساحت	۰/۹۱۸**	۰/۹۰۳**	–				
حجم	۰/۹۶۴**	۰/۷۳۱**	۰/۹۴۱**	–			
تراکم	-۰/۵۹۲*	-۰/۱۹۴	-۰/۴۸۳*	-۰/۶۳۳**	–		
طول‌ویژه	-۰/۷۲۴**	-۰/۱۶۲	-۰/۴۷۹*	-۰/۵۹۲*	۰/۳۳۶	–	
مساحت ویژه	-۰/۷۱۷**	-۰/۲۴۱	-۰/۴۹۶*	-۰/۵۶۶*	۰/۲۳۱	۰/۹۵۷**	–

** و *: همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

وجود همبستگی بین برخی مشخصه‌های ریشه‌های مویین درختان راش (جدول ۵) نشان می‌دهد که ریشه‌های مویین با توجه به شرایط محیطی در روشنه‌ها به‌ویژه حرارت و رطوبت، توان جذب منابع را با تغییراتی در ساختار مورفولوژیکی (مانند قطر و سطح ویژه) خود را افزایش می‌دهند. گیاهان ممکن است طول و مساحت ریشه‌های خود را برای جذب بهتر عناصر غذایی خاک افزایش دهند و این وضعیت می‌تواند در رابطه با سن و روند تکاملی درختان باشد (۱۸) و درختان راش در حاشیه روشنه‌ها تقریباً میانسال بوده و در اشکوب فوقانی قرار دارند. به‌طورکلی نتایج پژوهش نشان داد که مدیریت جنگل از طریق اجرای شیوه تک‌گزینی درختی و تشکیل روشنه‌های تاج پوشش در راشستان مذکور بر ویژگی‌های ساختاری و ریشه‌های مویین درختان راش شش سال بعد از ایجاد روشنه‌ها تأثیر گذاشته است. در انتخاب و اجرای شیوه‌های جنگل‌شناسی برای جنگل راش، اندازه و شکل روشنه‌های تشکیل‌شده بایستی موردتوجه قرار گیرد که شرایط محیطی مناسبی برای رشد، سلامت درختان و دیگر گیاهان فراهم شود.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.17.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.74]

منابع

1. Aakala, T., S. Fraver, A.W.D. Amato and B.J. Palik. 2013. Influence of competition and age on tree growth in structurally complex old-growth forests in northern Minnesota, USA. Forest Ecology and Management, 308: 128-135.
2. Amoli kondori, A., K. Abrari Vajari, M. Feizian and A. Di Iorio. 2020. Influences of forest gaps on soil physico-chemical and biological properties in an oriental beech (Fagus orientalis L.) stand of Hyrcanian forest, north of Iran. iForest-Biogeosciences and Forestry, 13(2): 124-129.
3. Asner, G.P., M. Keller and J.N. Silva. 2004. Spatial and temporal dynamics of forest canopy gaps following selective logging in the eastern Amazon. Global Change Biology, 10(5): 765-783.
4. Barbeito, I., C. Collet and F. Ningre. 2014. Crown responses to neighbor density and species identity in a young mixed deciduous stand. Trees, 28(6): 1751-1765.
5. Benneter, A., D.I. Forrester, O. Bouriau, C.F. Dormann and J. Bauhus. 2018. Tree species diversity does not compromise stem quality in major European forest types. Forest Ecology and Management, 422: 323-337.
6. Chandra, L.R., S. Gupta, V. Pande and N. Singh. 2016. Impact of forest vegetation on soil characteristics: a correlation between soil biological and physico-chemical properties, 3 Biotech, 6(2): 188.
7. Cui, Q., Z. Feng and X. Yang. 2017. Distributions of fine and coarse tree roots in a semi-arid mountain region and their relationships with soil properties. Trees, 31(2): 607-616.
8. Fichtner, A., K. Sturm, C. Rickert, G. Von Oheimb and W. Härdtle. 2013. Crown size-growth relationships of European beech (*Fagus sylvatica* L.) are driven by the interplay of disturbance intensity and inter-specific competition. Forest Ecology and Management, 302: 178-184.
9. Finér, L., M. Ohashi, K. Noguchi and Y. Hirano. 2011. Fine root production and turnover in forest ecosystems in relation to stand and environmental characteristics. Forest Ecology and Management, 262(11): 2008-2023.
10. Forestry plan of Jajan-Talar. 2002. Compartment No.6, Alandan (watershed No.70), ministry of Jahade-Sazandegi, organization of forests and rangeland, natural resource of Mazandaran-Sari, Mazandaran industry of wood and paper (In Persian).
11. Höwler, K., T. Vor, D. Seidel, P. Annighöfer and C. Ammer. 2019. Analyzing effects of intra-and interspecific competition on timber quality attributes of *Fagus sylvatica* L. From quality assessments on standing trees to sawn boards. European Journal of Forest Research, 138(2): 327-343.
12. Hui, G., Y. Wang, G. Zhang, Z. Zhao, C. Bai and W. Liu. 2018. A novel approach for assessing the neighborhood competition in two different aged forests. Forest Ecology and Management, 422: 49-58.
13. Jucker, T., O. Bouriaud and D.A. Coomes. 2015. Crown plasticity enables trees to optimize canopy packing in mixed-species forests. Functional Ecology, 29(8): 1078-1086.
14. Keram, A., Ü. Halik, M. Keyimu, T. Aishan, Z. Mamat and A. Rouzi. 2019. Gap dynamics of natural Populus euphratica floodplain forests affected by hydrological alteration along the Tarim River: Implications for restoration of the riparian forests. Forest Ecology and Management, 438: 103-113.
15. Liu, Y., J. Zhang, W. Yang, F. Wu, Z. Xu, B. Tan and L. Guo. 2018. Canopy gaps accelerate soil organic carbon retention by soil microbial biomass in the organic horizon in a subalpine fir forest. Applied Soil Ecology, 125: 169-176.
16. Muscolo, A., M. Sidari, S. Bagnato, C. Mallamaci and R. Mercurio. 2010. Gap size effects on above- and below-ground processes in a silver fir stand. European Journal of Forest Research, 129(3): 355-365.
17. Orman, O., D. Dobrowolska and J. Szwagrzyk. 2018. Gap regeneration patterns in Carpathian old-growth mixed beech forests–Interactive effects of spruce bark beetle canopy disturbance and deer herbivory. Forest Ecology and Management, 430: 451-459.
18. Pan, F., Y. Liang, K. Wang and W. Zhang. 2018. Responses of fine root functional traits to soil nutrient limitations in a karst ecosystem of Southwest China. Forests, 9(12): 743.
19. Pretzsch, H. 2014. Canopy space filling and tree crown morphology in mixed-species stands compared with monocultures. Forest Ecology and Management, 327: 251-264.
20. Promis, A., D. Schindler, A. Reif and G. Cruz. 2009. Solar radiation transmission in and around canopy gaps in an uneven-aged *Nothofagus* betuloides forest. International Journal of Biometeorology, 53(4): 355-367.
21. Ravindran, A. and S.S. Yang. 2015. Effects of vegetation type on microbial biomass carbon and nitrogen in subalpine mountain forest soils. Journal of Microbiology, Immunology and Infection, 48(4): 362-369.
22. Xiang, W., W. Wu, J. Tong, X. Deng, D. Tian, L. Zhang and C. Peng. 2013. Differences in fine root traits between early and late-successional tree species in a Chinese subtropical forest. Forestry, 86(3): 343-351.
23. Yang, L., S. Wu and L. Zhang. 2010. Fine root biomass dynamics and carbon storage along a successional gradient in Changbai Mountains, China. Forestry, 83(4): 379-387.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.17.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.74]

24. Yang, Y., Y. Geng, H. Zhou, G. Zhao and L. Wang. 2017. Effects of gaps in the forest canopy on soil microbial communities and enzyme activity in a Chinese pine forest. Pedobiologia, 61: 51-60.
25. Yu, X., L. Yang, S. Fei, Z. Ma, R. Hao and Z. Zhao. 2018. Effect of Soil Layer and Plant-Soil Interaction on Soil Microbial Diversity and Function after Canopy Gap Disturbance. Forests, 9(11): 680.
26. Železnik, P., U. Vilhar, M. Starr, M. De Groot and H. Kraigher. 2016. Fine root dynamics in Slovenian beech forests in relation to soil temperature and water availability. Trees, 30(2): 375-384.
27. Zhang, X., Y. Xing, Q. Wang, G. Yan, M. Wang, G. Liu and J. Zhang. 2020. Effects of long-term nitrogen addition and decreased precipitation on the fine root morphology and anatomy of the main tree species in a temperate forest. Forest Ecology and Management, 455: 117664.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.17.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.74]

Interactions between Structural Properties Beech Tree and Soil Biology with Competition Index in Canopy Gaps in Beech Stand

Alireza Amoli Kondari[1], Kambiz Abrari Vadari[2], Mohammad Feizian[3] and Antonino Di Iurio[4]

1- PhD Student, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad
2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, (Corresponding Author: kambiz.abrari2003@yahoo.com)
3- Associate Professor, Department of Soil Science Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad
4- Professor, Department of Biotechnology, University of Insubria, Varze, Italy
Received: December 7, 2020 Accepted: January 20, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Canopy gaps in different sizes have been created by the implementation of different silvicultural practices such as single-tree selection in beech forest stands in Hyrcanian forests. Investigating the effects of forest gaps on the characteristics of trees and soil in the forest ecosystem can be very helpful in planning silvicultural operations. Shade-tolerant beech trees in this ecosystem are of ecological and economic importance and knowing the reaction of such a valuable tree can be effective for forest management and selection of forestry methods.Therefore, the purpose of the present study was to determine the correlation between structure, fine roots properties of beech trees and soil biology(MBC,MBN and MBP) in different gaps (n = 15) created by single-tree selection system with competition index in beech forest stands in Mazandaran-Sari province.

Material and Methods: In the beech forest stand, 15 forest gaps were identified including three classes of small (80-130), medium (175-131) and large (176-300m^2) size and five replicates were selected for each level. In four cardinal positions of each gap, beech trees were selected and their height, diameter at breast height, crown diameter, area, volume and fine roots as well as competition index were measured.

Results: Pearson correlation coefficients showed a significant positive correlation between competition index with height, DBH, crown diameter, crown area and length of Bole and also negative correlation with height to diameter ratio (H/D) of beech trees. There was a significant negative correlation between competition index and microbial biomass nitrogen and a significant positive correlation with microbial biomass carbon to microbial biomass nitrogen ratio (MBC/MBN). With increasing density, specific root length and specific area of fine roots, the values of competition index increased. There was a significant correlation between some structural characteristics of beech trees with fine root characteristics at the edge of gaps. Correlation coefficients between fine root characteristics of beech trees show significant correlation between some variables.

Conclusion: In general, the results of the study showed that forest management through the application of single-tree selection system and the formation of canopy gaps in beech stand has influenced the structural characteristics and fine roots of beech trees six years after the creation of gaps.

Keywords: Beech, Canopy gap, Competition, Tree structure

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.17.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.74]