



## "مقاله پژوهشی"

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

علیرضا آملی کندری<sup>۱</sup>، کامبیز ابراری واجاری<sup>۲</sup>، محمد فیضیان<sup>۳</sup> و آنتونینو دی آیوریو<sup>۴</sup>

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 مسؤول): kambiz.abrari2003@yahoo.com

۳- دانشیار، گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

۴- استاد، گروه بیوتکنولوژی دانشگاه اینسوبیریا، 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 اهمیت برخوردار بوده و آگاهی از این گونه 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 (زیستوده مکروبی کردن، فسفرزادت) در روشنه‌های مختلف (n=15) 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 (۸۰-۱۳۰)، متوسط (۱۷۵-۲۳۱) و بزرگ (۳۰۰-۱۷۶) مترمربع (m<sup>2</sup>) شناسایی و از هر سطح، پنج تکرار انتخاب شدند. در چهار جهت (جغرافیایی) هر روشنه، درختان راش واقع در اشکوب فوکانی انتخاب و مشخصه‌های ارتفاع، قطر برابر سینه، قطر، مساحت، حجم تاج، ریشه‌های مویین آن‌ها و نیز شاخص رقابت اندازه‌گیری شدند.

**یافته‌ها:** خرابی همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص رقابت با ارتفاع، قطر برابر سینه، قطر تاج، مساحت تاج و طول تنه صاف همبستگی مشت بمنی دار و نیز با نسبت ارتفاع به قطر برابر سینه درختان راش همبستگی معنی دار جود دارد ( $p<0.01$ ) و با  $p<0.05$ ). بین شاخص رقابت با زی توده میکروبی نیتروژن همبستگی معنی دار و با نسبت زی توده میکروبی نیتروژن همبستگی مثبت معنی دار 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 معنی دار وجود دارد ( $p<0.01$ ) و خرابی همبستگی بین مشخصه‌های ریشه‌های مویین درختان راش در روشنه‌ها میین همبستگی معنی دار بین برخی همبستگی معنی دار بین برخی همبستگی ( $p<0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** به طور کلی 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 سال بعد از ایجاد روشنه‌ها تأثیر گذاشته است.

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

(۱۵) در پژوهشی در جنگلی در شمال شرقی چین نشان دادند که زی توده 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 زاده‌وری راش داشته است. موسکولو و همکاران (۱۶) در مطالعه‌ای در جنگل *Pinus laricio* در ایتالیا گزارش نمودند که بیشترین مقدار ماده آلی، زی توده میکروبی و C/N در روشنه‌های کوچک‌تر مشاهده شد. به طور کلی پژوهش‌های انجام شده بیانگر این موضوع هستند که اندازه روشنه (مساحت) بیانگر وسعت آشناستگی 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 به ویژه جنگل راش بهاندازه، شکل و پراکنش مختلف در اثر عوامل طبیعی و مصنوعی (بهره‌برداری) ایجاد شده‌اند. یکی از این عوامل راشستان‌های شمال هست. درختان راش سایه‌پسند و خزان

**مقدمه**  
رووشنه‌های 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 تعییراتی 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 آشناستگی طبیعی دارای اندازه، شکل و پراکنش متفاوت در جنگل هستند و در همین راستا تأثیر مختلفی بر فرآیندهای زیست‌شناختی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اعمال می‌کنند (۳). پژوهش‌های متعددی در رابطه با نقش و اهمیت روشنه‌های تاج‌پوشش در پویایی توده‌های جنگلی در مناطق معتدل، گرم‌سیری و شمالی (بوره‌آل) انجام شده که به مواردی اشاره می‌شود. لو و همکاران

جنگلی نیمه انبوه تا انبوه (تاجپوشش ۷۰-۸۵ درصد) یک تا دو اشکوبه با اشکوب زیرین خاص، از گیل و ولیک پراکنده که در محدوده ارتفاعی ۱۱۸۰-۱۰۴۰ متر از سطح دریا با جهت عمومی شمال‌شرقی و شبیه  $n=30$  درصد واقع هست. تیپ خاک آن قهقهه‌ای پسدوگلی با بافتی سنگین هست و pH بین ۶-۷/۵ متغیر است. متوسط دما، بارش سالیانه و رطوبت نسبی هوا به ترتیب  $10/5$  درجه سانتی‌گراد،  $858$  میلی‌متر و  $75/2$  درصد و اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتین از نوع مرطوب است (۱۰).

#### روش تحقیق

با جنگل گردشی در راشستان سری الندان، روشهای حاصل از برش تک‌گزینی درختی در سال ۱۳۹۰ در سه سطح مساحتی کوچک ( $130\text{m}^2$ ، متوسط  $175\text{m}^2$ - $131\text{m}^2$ ) و بزرگ ( $300\text{m}^2$ - $176\text{m}^2$  مترمربع) در جنگل شناسایی و از هر سطح، پنج تکرار انتخاب شدند ( $n=15$ ). سپس در هر روشه در چهار جهت غرافیایی و در حاشیه آن‌ها، مشخصه‌های قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، طول تاج، طول تنہ و شاعع‌های چهار طرف تاج درخت راش واقع در اشکوب فوکانی اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه مساحت تاج درختان از رابطه:  $CSA = \frac{\pi \times R^2}{6 \times C_L^2} + 4 \times C_L^2$  و حجم تاج از  $R^2 \times C_L$  رابطه  $CV = \frac{R^2 \times C_L}{\pi}$  استفاده شد (۲۰) که  $R$  شاعع 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 برابر سینه،  $h$  ارتفاع و  $\sigma$  وزن مخصوص چوب (کیلوگرم بر مترمکعب) هست. سپس در فاصله یک متری (۲۲) از تنه درختان انتخاب شده در روشهای زیر تاجپوشش آن‌ها و در جهت رو به روشه و پشت به روشه، بهوسیله اوگریا قطر دهانه هشت سانتی‌متر و عمق  $20$  سانتی‌متر نمونه‌برداری خاک به همراه ریشه‌های موین انجام شد. در مجموع  $15$  روشه تعداد  $45$  نمونه خاک ترکیبی تهیه و سپس به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های خاک در آزمایشگاه شسته و سپس ریشه‌ها پاک شده تا ریشه‌های موین کمتر از  $2$  میلی‌متر قطر و بیشتر از آن جدا گردد. مورفولوژی ریشه‌های موین 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  $4$  درجه سانتی‌گراد جهت انجام آزمایش‌های اکو فیزیولوژیک خاک نگهداری و متغیرهای 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 متغیرها و نیز بین مشخصه‌های ریشه موین با خاک و ساختار درختان) از

کننده در این بوم‌سازگان از اهمیت بوم‌شناختی و اقتصادی وافری برخوردار بوده و آگاهی از نحوه و میزان واکنش این گونه درختی بالرزش می‌تواند برای مدیریت جنگل و انتخاب شیوه‌های جنگل‌شناختی کارآمد باشد. پژوهش حاضر ارتباط بین اندازه روشه به عنوان شاخص مهم آن‌ها با برخی ویژگی‌های ریشه‌های موین، ساختار درختان، خاک و شاخص رقابت در توده‌ی جنگلی راش که بهوسیله شیوه جنگل‌شناختی 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 موین (قطر کمتر از  $2$  میلی‌متر) بخش کوچکی از زی‌توده درختان را تشکیل داده ولی تولید آن‌ها بالغ بر  $60\%$  زی‌توده کل توده می‌شود و این ریشه‌ها بسیار پویا و عضوی حساس در بین سیستم ریشه‌ای هستند (۲۶). ریشه‌های موین 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 روشهای تاجپوشش جنگل هستند (۲۴). پژوهش حاضر در توده‌ی جنگلی راش الندان واقع در استان مازندران-ساری، در روشهای تاجپوشش به اندازه‌های مختلف که در اثر اجرای شیوه تک‌گزینی درختی در سال ۱۳۹۰ ایجاد شده‌اند و بر درختان راش اشکوب فوکانی واقع در حاشیه روشهای انجام گرفت و اهداف آن عبارت‌داز: ۱- تعیین همبستگی بین شاخص رقابت با ویژگی‌های ساختاری درختان راش، مورفولوژیکی ریشه‌های موین و مشخصه‌های زیستی خاک در حاشیه روشهای ۲- بررسی همبستگی بین ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه‌های موین با یکدیگر و نیز با ویژگی‌های ساختاری درختان راش در حاشیه روشهای.

#### مواد و روش‌ها منطقه موردمطالعه

پژوهش حاضر در جنگل الندان ساری- مازندران (پارسل ۲۹) با موقعیت غرافیایی طول شرقی  $۲۴^{\circ} ۵۳^{\prime}$  عرض شمالی  $۱۲^{\circ} ۳۶^{\prime}$  و با مساحت  $۴۲/۴$  هکتار انجام شد. تیپ غالب در این پارسل تیپ راش بوده که درختان ممزز، انجیلی، توسکا، افر، ملچ، بلوط با فراوانی کمتر حضور دارند. توده

مجاور باشد. همچنین عواملی نظیر ارتفاع از سطح دریا و توپوگرافی به همراه شدت نور، مقدار رطوبت، حرارت و سن درختان در روشندها 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 و استه 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 روشندها افزایش خواهد یافت. با توجه به رابطه معکوس شاخص رقابت با نسبت ارتفاع به قطر برایرسینه می‌توان اظهار نمود که شکل درختان راش در حاشیه روشندها بر اساس نظر پرترج (۱۹) به صورت تقریباً مخروطی هست. افزایش شاخص رقابت با افزایش ارتفاع درختان راش با توجه به ایده جوکر و همکاران (۱۳) ممکن است مبنی جذب نور در حاشیه روشندها باشد.

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 برایرسینه، قطر تاج، مساحت تاج و طول تنه صاف همبستگی مثبت معنی‌دار و نیز با نسبت ارتفاع به قطر برایرسینه درختان راش همبستگی منفی معنی‌دار جود دارد (جدول ۱). نتایج پژوهش بیانگر روند واکنش درختان راش و توان رقابتی آن‌ها در حاشیه روشندهای ایجادشده در اثر اجرای شیوه تک‌گرینی و تأثیر روشندها بر ساختار درختان در اشکوب فوقانی است. افزایش توان رقابتی در راستای افزایش متغیرهای ساختاری درختان راش در حاشیه روشندها (جدول ۱) می‌تواند بر اساس ایده جوکر و همکاران (۱۱) به علت افزایش فضای رویشی، وجود سایه و رقابت با سایر درختان

جدول ۱- همبستگی شاخص رقابت با ویژگی‌های ساختار درختان راش در روشندها

Table 1. Correlations between competition index and beech tree structure properties in gaps

		شاخص رقابت	متغیر
P	r		
.۰/۰۰۰	.۰/۷۹۰***		ارتفاع
.۰/۰۰۰	.۰/۹۴۷***		قطربرایرسینه
.۰/۰۳۶	.۰/۵۴۵*		قطرتاج
.۰/۰۰۳	.۰/۷۸۲***		طولتاج
.۰/۰۰۸	-.۰/۶۵۵**		قطر/ارتفاع
.۰/۰۴۴	.۰/۵۲۶*		مساحتتاج
.۰/۰۷۵	.۰/۴۷۷ns		حجمتاج
.۰/۰۴۵	.۰/۵۲۳*		طولتهصف

\*\*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد؛ \*\*\*عدم همبستگی معنی‌دار

میکروبی نیتروژن همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۲).

بین شاخص رقابت با زی‌توده میکروبی نیتروژن همبستگی منفی معنی‌دار و با نسبت زی‌توده میکروبی کربن به زی‌توده

جدول ۲- همبستگی شاخص رقابت درختان راش با برخی ویژگی‌های زیستی خاک در روشندها

Table 2. Correlations between competition index and soil biological properties in gaps

		شاخص رقابت	متغیر
P	r		
.۰/۲۲۷	.۰/۳۴۵		زی‌توده میکروبی کربن
.۰/۷۰۹	-.۰/۱۱۰		زی‌توده میکروبی فسفر
.۰/۰۳۲	.۰/۵۷۲*		زی‌توده میکروبی نیتروژن
.۰/۰۱۱	.۰/۶۷۹*		نیتروژن / زی‌توده میکروبی کربن
.۰/۲۷۴	.۰/۳۱۴		فسفر / زی‌توده میکروبی کربن
.۰/۸۸۹	.۰/۰۴۱		تنفس میکروبی

\*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد

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 اقلیمی، 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

این همبستگی می‌تواند به علت تأثیر رطوبت و حرارت خاک بر کاهش زی‌توده میکروبی و تجزیه مواد آلی در روشندها (۶) و سن (۲۱) آن‌ها باشد. نسبت زی‌توده میکروبی کربن به زی‌توده میکروبی نیتروژن در جنگل‌های معتدلۀ بیانگر فراوانی قارچ‌ها در زی‌توده میکروبی است (۶). پژوهش لو و همکاران (۱۵) در جنگل *Abies sp.* در جنوب شرقی چین نشان داد که روشنده‌های تاج پوشش باعث افزایش زی‌توده میکروبی کربن و کاهش زی‌توده میکروبی ازت شده است. ارتباط شاخص

درختان راش در حاشیه روشندها 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 موین 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 موین درختان راش در روشندها حاکی از همبستگی معنی‌دار بین برخی متغیرها هستند (جدول ۵).

عناصر غذایی خاک به وسیله افزایش متغیرهای مورد نظر در روشندها می‌تواند باشد که منجر به افزایش توان رقابتی درختان راش شده است. رشد ریشه، مورفولوژی و فعالیت آن‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشد (۲۷) و راندمان بهره‌وری از منابع خاک با توجه به افزایش تراکم، طول و مساحت ریشه‌های موین درختان تحت شرایط رقابتی شدید افزایش می‌یابد (۲۲). در جدول ۴ مشاهده می‌شود که بین برخی ویژگی‌های ساختاری درختان راش با مشخصه‌های ریشه‌های موین در روشندها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. همبستگی بین برخی ویژگی‌های ساختاری و ریشه‌های موین

جدول ۳- همبستگی شاخص رقابت با ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه‌های موین درختان راش در روشندها

Table 3. Correlations between competition index and fine roots traits of beech trees in gaps

		شاخص رقابت								متغیر	
		r									
	p										
	-0/۱۷۴		-0/۳۷۰								
	-0/۴۲۳		-0/۲۲۴								
	-0/۷۵۷		-0/۰۸۷								
	-0/۲۶۱		-0/۳۱۰								
	-0/۰۱۹		-0/۵۹۷*								
	-0/۰۱۳		-0/۶۲۱*								
	-0/۰۳۶		-0/۵۶۴*								

\*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۴- همبستگی بین ویژگی‌های ساختاری درختان راش با مشخصه‌های ریشه‌های موین در روشندها

Table 4. Correlations between beech tree structure properties and fine root traits in gaps

مساحت ویژه	طول ویژه	تراکم	حجم	مساحت	طول	زی توده	متغیر
-0/۶۳۱*	-0/۷۷۱**	-0/۵۳۱*	-0/۰۵۱۴	-0/۰۳۸۸	-0/۰۱۳۱	-0/۵۷۴	ارتفاع
-0/۲۲۳	-0/۰۴۳۹	-0/۰۵۰۱	-0/۰۲۰۶	-0/۰۰۹	-0/۰۲۲۹	-0/۰۲۳۳	قطرباربرسینه
-0/۳۶۳	-0/۰۴۰	-0/۰۵۸۶*	-0/۰۴۰۸	-0/۰۳۵	-0/۰۱۷۵	-0/۰۴۳۴	قطرتاج
-0/۲۷۷	-0/۰۳۳	-0/۰۴۱۰	-0/۰۳۴	-0/۱۵۳	-0/۰۳۳۲	-0/۰۴۴	طول تاج
-0/۰۳۶	-0/۰۱۳	-0/۰۱۲۸	-0/۰۱۶۳	-0/۰۳۲۵	-0/۰۴۱۰	-0/۰۱۶۳	قطر / ارتفاع
-0/۰۰۴	-0/۰۱۲	-0/۰۲۱۱	-0/۰۳۶۴	-0/۰۵۲۵*	-0/۰۶۷۹**	-0/۰۳۳۵	مساحت تاج
-0/۰۲۹	-0/۰۳۴۹	-0/۰۴۶۰	-0/۰۲۴۲	-0/۰۲۱۸	-0/۰۰۸۹	-0/۰۲۹۹	حجم تاج
-0/۰۲۵	-0/۰۵۹۶**	-0/۰۳۸۵	-0/۰۵۸۲*	-0/۰۵۱۳	-0/۰۳۲۸	-0/۰۶۰۹**	طول تنه حاف

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

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین مشخصه‌های ریشه‌های موین درختان راش در روشندها

Table 5. Correlation coefficients among fine root traits of beech trees in gaps

زی توده	طول	طول	مساحت	حجم	تراکم	طول ویژه	مساحت ویژه	زی توده
-	-	-	-	-	-	-	-	-0/۶۸۳**
-	-	-	-	-0/۹۰۳**	-0/۰۹۱۸**	-0/۰۹۱۸**	-0/۰۹۱۸**	طول
-	-	-	-0/۰۹۴۱**	-0/۰۷۳۱**	-0/۰۷۳۱**	-0/۰۷۳۱**	-0/۰۷۳۱**	مساحت
-	-	-0/۰۴۸۳**	-0/۰۴۸۳**	-0/۰۱۹۴	-0/۰۸۹۲**	-0/۰۸۹۲**	-0/۰۸۹۲**	حجم
-	-0/۰۶۳۶	-0/۰۵۹۲*	-0/۰۴۷۹	-0/۰۱۶۲	-0/۰۷۲۴**	-0/۰۷۲۴**	-0/۰۷۲۴**	تراکم
-0/۰۹۵۷**	-0/۰۲۳۱	-0/۰۵۶۶*	-0/۰۴۹۶*	-0/۰۲۴۱	-0/۰۷۷۷**	-0/۰۷۷۷**	-0/۰۷۷۷**	طول ویژه

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

قرار دارند. به طور کلی نتایج پژوهش نشان داد که مدیریت جنگل از طریق اجرای شیوه تک‌گزینی درختی و تشکیل روشنده‌های تاج پوشش در راستان مذکور بر ویژگی‌های ساختاری و ریشه‌های موین درختان راش شش سال بعد از ایجاد روشنده‌ها تأثیر گذاشته است. در انتخاب و اجرای شیوه‌های جنگل‌شناختی برای جنگل راش، اندازه و شکل روشنده‌های تشکیل شده بایستی موردنویجه قرار گیرد که شرایط محیطی مناسبی برای رشد، سلامت درختان و دیگر گیاهان فراهم شود.

وجود همبستگی بین برخی مشخصه‌های ریشه‌های موین درختان راش (جدول ۵) نشان می‌دهد که ریشه‌های موین با توجه به شرایط محیطی در روشنده‌ها به ویژه 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 روشنده‌ها تقریباً میانسال بوده و در اشکوب فوقانی

## منابع

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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).
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Pretzsch, H. 2014. Canopy space filling and tree crown morphology in mixed-species stands compared with monocultures. *Forest Ecology and Management*, 327: 251-264.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

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.

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

Alireza Amoli Kondari<sup>1</sup>, Kambiz Abrari Vadari<sup>2</sup>, Mohammad Feizian<sup>3</sup>  
and Antonino Di Iurio<sup>4</sup>

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<sup>2</sup>) 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