دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

بررسی ساختار توده‌های راش در فاز تحولی تشکیل روشنه (مطالعه موردی: جنگل‌های اسالم، گیلان)

زینب پورقلی[۱]، فریبرز ایران دوست[۲]، کیومرث سفیدی[۳]، خسرو ثاقب طالبی[۴] و فرشاد کیوان بهجو[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
(نویسنده مسوول: zeynab.poorgholi93@gmail.com)
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی یزد، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۳- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی،دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۴- دانشیار پژوهشی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۵- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۶ تاریخ پذیرش:۹۷/۲/۲۴
صفحه: ۲۹ تا ۳۵

چکیده

ساختار جنگل چیدمان مکانی ویژگی‌های درختان از جمله سن درخت، ابعاد، گونه، جنسیت و مواردی از این دست را مورد توجه قرار می‌دهد. تحقیق حاضر با هدف بررسی ساختار توده‌های راش در فاز تحولی تشکیل روشنه و به‌کارگیری مجموعه‌ای از شاخص‌های مبتنی بر نزدیکترین همسایه در جنگل‌های اسالم انجام گرفت. سه قطعه یک هکتاری که به لحاظ داشتن مشخصه‌های ساختاری به فاز تحولی تشکیل روشنه تعلق داشتند. انتخاب و در هر قطعه شبکه ۳۰×۳۰ متر پیاده شد. پس از پیاده کردن شبکه ویژگی‌های کمی و کیفی دو درخت راش در نزدیکترین فاصله به محل تقاطع شبکه به‌عنوان درختان شاهد شماره یک و دو به همراه سه درخت همسایه مربوط به هر یک از درختان شاهد که در نزدیک‌ترین فاصله از آن واقع شده بودند برداشت شد. فاصله بین درختان شاهد و همسایه‌ها و همچنین فاصله درختان همسایه نسبت به یکدیگر اندازه‌گیری و بر اساس روابط مثلثاتی فیثاغورث زاویه بین درختان شاهد و همسایه‌ها محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین تعداد درختان در این فاز ۳۷۹ اصله در هکتار و متوسط حجم سرپا و حجم خشکه‌دار به ترتیب ٥١٤ و ٣٦ مترمکعب یا سیلو در هکتار می‌باشد. میانگین شاخص‌های آمیختگی گونه‌ای، تمایز قطری، تمایز ارتفاعی و شاخص فاصله‌ی همسایگی در سه قطعه نمونه به‌ترتیب ۰/۲۳، ۰/۴۳، ۰/۸۷ و ٤/٨٧ متر به دست آمد. با استفاده از اطلاعات حاصل از کمی‌سازی ساختاری توده‌های دست‌نخورده می‌توان فعالیت‌های مدیریت جنگل را مورد ارزیابی قرار داد.

واژه‌های کلیدی: آمیختگی گونه‌ای، ابعاد درختان، کمی‌سازی ساختار، موقعیت مکانی، نزدیکترین همسایه

مقدمه

تحول ساختاری توده‌های جنگلی طبیعی در طی زمان صورت می‌گیرد. این تحول تحت تاثیر تغییراتی با منشا طبیعی و انسانی است. مراحل تحول ساختار توده با توجه به تفاوت در زادآوری، رشد، رقابت، توالی و مرگ از یکدیگر تفکیک می‌شوند (۲۱). در توصیف جنگل‌های طبیعی، مجموعه‌ای از ویژگی‌های ساختاری که کارکردهای مطلوب را فراهم می‌آورد و همچنین فرآیندهای تحولی که در شکل‌گیری این ساختارها مؤثر هستند باید مورد بررسی قرار گیرند. ساختار جنگل چیدمان مکانی ویژگی‌های درختان از جمله سن درخت، ابعاد، گونه، جنسیت (در مورد درختان دو پایه) و مواردی از این دست را مورد توجه قرار می‌دهد (۷). ساختار توده بر روی حیات‌وحش جنگل، پویایی توده‌ها، زادآوری و ترسیب کربن اثر گذار است (۱۲). هم‌چنین ساختار توده می‌تواند به عنوان شاخصی از مطلوبیت رویشگاه‌های جنگلی برای ارزش‌گذاری‌های متفاوت نظیر کیفیت چوب تولیدی، ارزش‌های زیست‌محیطی، زیستگاه حیات‌وحش و حتی تفرج در نظر گرفته شود. به‌منظور تشریح ساختار جنگل نیاز است که ساختار مکانی در سه جنبه تنوع موقعیت مکانی، تنوع گونه‌ای و همچنین تنوع ابعاد درختان مورد بررسی قرارگیرد (۲۰،۱۹،۱۷،۱۰). بررسی الگوی مکانی درختان اطلاعات با ارزشی را در خصوص پویایی بوم‌سازگان‌های جنگلی و رقابت‌های درون گونه‌ای و بین گونه‌ای ارائه می‌دهند (۱۱) و به‌شدت تحت تأثیر تحول توده‌های جنگلی است. در جریان تحول توده‌های جنگلی، فرآیندها و کنش‌های مختلفی بین درختان و همچنین بین درختان و محیط فیزیکی پیرامون آن‌ها شکل می‌گیرد که نتیجه آن بر روی ساختار جنگل و موقعیت درختان نمود پیدا می‌کند (۱۴). برای مثال رقابت بالای درختان در توده سبب ایجاد موقعیت مکانی منظم است در حالی‌که الگوی تجمعی (کپه‌ای) نشان‌دهنده‌ی تجدید حیات زیاد بدون تنک شدن توده است (۱۳). موقعیت مکانی درختان موجود در جنگل بر روی رژیم‌های نوری تاثیرگذار است. اختلاف ابعاد عمودی و افقی درختان که نتیجه‌ی موقعیت مکانی درختان، آمیختگی گونه‌ای، توزیع سنی و رقابت بین درختان است به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی غنای گونه‌های گیاهی و جانوری اثرگذار است (۶). هر چند که تشریح کلی موقعیت مکانی جوامع گیاهی یکی از مراحل اساسی برای درک پویایی آن است، ولی بررسی الگوی مکانی درختان داخل توده به‌طور خاصی نشان‌دهنده مرگ و میر، ایجاد روشنه و استفاده از منابع است و به تعیین پویایی جوامع گیاهی از قبیل پراکنش بذر، جوانه‌زنی، زنده‌مانی اولیه، استقرار، رشد و رقابت کمک زیادی می‌کند (۲). بنابراین به‌طور کلی موقعیت مکانی می‌تواند به عنوان شاخصی برای نشان دادن پویایی توده‌های جنگلی مورد استفاده قرار گیرد.

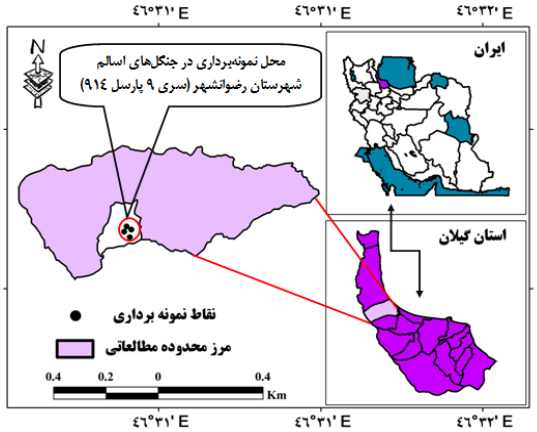
از دیگر کاربردهای ثبت اطلاعات الگوی مکانی درختان می‌توان به استفاده از موقعیت مکانی درختان در مدل‌سازی رویش با استفاده از روش‌های مبتنی بر فاصله، شبیه‌سازی نمونه‌برداری به‌منظور مقایسه روش‌های مختلف

نمونه‌برداری، شبیه‌سازی و به تصویر کشیدن بوم‌سازگان اشاره کرد (۲۲). به عبارتی الگوی مکانی درختان در توده‌های جنگلی یک ویژگی کیفی بوده که بایستی به‌منظور بررسی دقیق‌تر به شکل کمّی درآید. برای تعیین الگوی مکانی درختان نیاز به استفاده از شاخص‌های مناسب ساختاری است (۱۴). اخوان و همکاران (۲) در بررسی الگوی مکانی درختان طی مراحل تحولی جنگل در توده‌های دست‌نخورده راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در کلاردشت به این نتیجه رسیدند که الگوی مکانی درختان در مراحل اولیه، بلوغ و پوسیدگی به‌ترتیب خوشه‌ای شدید، تصادفی و خوشه‌ای ضعیف بود (۲). علی‌جانی و همکاران (۳) در بررسی کمی‌سازی ساختار توده‌های دست‌نخورده راش (*Fagus orientalis*) در کلاردشت مازندران در مراحل مختلف تحولی نشان دادند که چیدمان درختان در داخل گروه‌های ساختاری در هر سه مرحله تحولی حالت تصادفی دارد (۳). در نتایج بررسی تنوع ساختاری توده‌های آمیخته راش (*Fagus orientalis*) در مرحله میانی توالی نوع پراکنش گونه‌ی راش در مرحله میانی توالی و بر اساس شاخص زاویه یکنواخت، به‌صورت کپه‌ای حاصل شد (۹). بر اساس نتایج مطالعه امان‌زاده و همکاران (۵) در بررسی الگوی مکانی و وضعیت رقابت و اجتماع‌پذیری درختان در توده‌های آمیخته ممرز (*Carpinus betulus*) با استفاده از توابع یک و دو متغیره کای راپیلی، الگوی پراکنش قطعات مورد بررسی خوشه‌ای بوده و درختان کم‌قطر دارای اثر متقابل با درختان قطر متوسط، قطور و بسیار قطور بودند (۵). سفیدی و همکاران (۲۳) در بررسی تنوع ساختاری توده‌های انجیلی در جنگل خیرود نوشهر این نتیجه رسید که توده انجیلی دارای توزیع قطری و ارتفاعی ناهمگن است (۲۳). کمی‌سازی ساختار جنگل به‌منظور آگاهی و پیش‌بینی عملکرد توده‌های جنگلی و همچنین برای حفاظت و مدیریت خدمات و کارکرهای مختلف آن‌ها ضروری است. در جنگل‌های شمال کشور مطالعاتی به‌منظور کمی‌سازی ساختار مکانی جنگل به انجام رسیده که هیچ یک از آن‌ها به‌طور خاص به بررسی ساختار جنگل در مرحله تشکیل روشنه انجام نشده‌اند. بنابراین با توجه به اهمیت شناخت ساختار و روند تحول ساختاری توده‌های جنگلی طی فرآیند تحول جنگل‌های راش شرقی و کاربرد آن در تدوین برنامه‌های مدیریتی توده‌های جنگلی، مطالعه‌ی حاضر با هدف اصلی بررسی نحوه پراکنش و استقرار درختان در ساختار عمودی و افقی در فاز تشکیل روشنه در روند تحول توده‌های راش در جنگل‌های اسالم با استفاده از شاخص‌های ساختاری مرتبط انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در جنگل‌های مدیریت‌نشده غرب استان گیلان، در قطعات شاهد مورد بررسی در طرح ملی شناخت ویژگی‌های مناسب راشستان‌های شمال کشور برای اعمال جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت (شیوه تک‌گزینی) واقع در قطعه ۹۱۴ سری نه حوضه آبخیز شفارود تالش انجام شد (شکل ۱). ارتفاع از سطح دریا منطقه حدود ۱۲۰۰ متر است. تیپ خاک، قهوه‌ای شسته‌شده با بافت رسی تا لومی- رسی و بسیار عمیق با ساختمان دانه‌ای، دارای هوموس مول اسیدی عمیق، ریشه‌دوانی خوب و میزان نفوذپذیری خاک، خوب تا متوسط است. براساس اطلاعات موجود، متوسط دمای سالیانه ۱۵/۷سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالیانه ۹۸۹/۷ میلی‌متر بوده و منطقه فاقد ماه‌های خشک در سال است (۴).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی قطعات یک هکتاری مورد مطالعه در جنگل‌های اسالم

Figure 1. Geographical location of the study area in Asalem forests

شیوه اجرای پژوهش

پس از بررسی‌ها و جنگل‌گردشی‌های اولیه، سه قطعه یک‌هکتاری به شکل مربع (۱۰۰×۱۰۰ متر) در توده‌های راش جنگل‌های اسالم که به لحاظ داشتن مشخصه‌های ساختاری به فاز تحولی تشکیل روشنه تعلق داشتند، انتخاب و مورد مطالعه قرارگرفتند (۲۳). در داخل هر یک از قطعات یک هکتاری، شبکه‌ای با ابعاد (۳۰×۳۰ متر) پیاده شد و مشخصات ساختاری توده اندازه‌گیری شد (۱۴). پس از پیاده کردن شبکه ویژگی‌های کمی و کیفی دو درخت راش در نزدیکترین فاصله به محل تقاطع شبکه به‌عنوان درختان شاهد شماره یک و دو

به همراه سه درخت همسایه مربوط به هر یک از درختان شاهد که در نزدیک‌ترین فاصله از آن واقع شده بودند ثبت شد (۱۴). درخت شاهد باید در ارتفاع ۱/۳ بالاتر از سطح زمین حداقل قطری معادل ۷/۵ سانتی‌متر داشته باشد. فاصله بین درختان شاهد و همسایه‌ها و همچنین فاصله درختان همسایه نسبت به یکدیگر اندازه‌گیری و بر اساس روابط مثلثاتی فیثاغورث زاویه بین درختان شاهد و همسایه‌ها محاسبه شد.

تجزیه داده‌ها

شاخص آمیختگی گونه‌ای (رابطه ۱) که نشان‌دهنده رقابت بین گونه‌ایست از فرمول زیر محاسبه شد (۱۸):

رابطه (۱)
$$M_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} Vj$$

که در آن Vij چنانچه درخت شاهد i و درخت همسایه j از یک گونه نباشند برابر با یک خواهد بود و چنانچه درخت شاهد و درخت همسایه از گونه راش باشند Vij برابر با صفر خواهد بود. با توجه به انتخاب سه درخت همسایه، مقدار عددی این شاخص اعداد صفر، ۰/۳۳، ۰/۶۶ و یک است که متناسب با نوع درختان همسایه در داخل قطعه دیگر شاخص استفاده شده در کمی‌سازی ساختار توده‌های راش در این فاز شاخص فاصله همسایگی است (۲۲):

رابطه (۲)
$$D_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} Sj$$

که در فرمول بالا S_j عبارت است از فاصله درخت مرجع i از درخت همسایه j و n تعداد درختان همسایه است. این شاخص نشان‌دهنده‌ی تراکم توده است و چنانچه مقدار آن کم باشد، نشان‌دهنده‌ی تراکم و نزدیکی درختان توده و چنانچه مقدار این شاخص زیاد باشد نشان‌دهنده فاصله درختان توده از یکدیگر است.

شاخص تمایز قطری (TDi) از فرمول زیر محاسبه شد (۲۲):

رابطه (۳)
$$TDi = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(1 - r_{ij})$$

در فرمول بالا rd_{ij} نسبت بین قطر درخت کم‌قطرتر به قطورتر و n تعداد درختان همسایه است. به‌صورت مشابه، شاخص تمایز ارتفاعی به وسیله‌ی فرمول زیر محاسبه شد (۲۲):

رابطه (۴)
$$THi = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(1 - r_{ij})$$

که در فرمول بالا rh_{ij} عبارتست از نسبت ارتفاع درخت بلندتر به کوتاه‌تر و n شامل تعداد درختان همسایه است. پومرنینگ (۱۶) و روپرچ و همکاران (۲۲) شاخص‌های تمایز قطری را در چهار کلاسه تقسیم‌بندی کرده‌اند (۲۲،۱۶). در توده‌هایی با پراکنش همگن ابعاد درختان، مقدار دو شاخص برابر و مساوی با صفر شده و در توده‌هایی با درختان دارای اندازه‌های متفاوت، مقدار این دو شاخص به عدد یک و برابر با آن می‌رسد.

نتایج و بحث

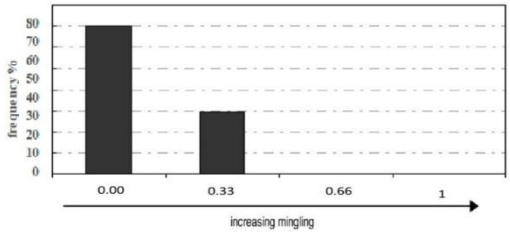
مشخصات کمی اندازه‌گیری شده سه قطعه یک هکتاری شامل حجم سرپا، تعداد در هکتار و قطر برابر سینه، به‌منظور شناخت بهتر وضعیت توده‌های مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات کمی قطعات یک هکتاری در فاز تشکیل روشنه

Table 1. Quentitativa characteristics of one hectare sample plots in the Gap making phase

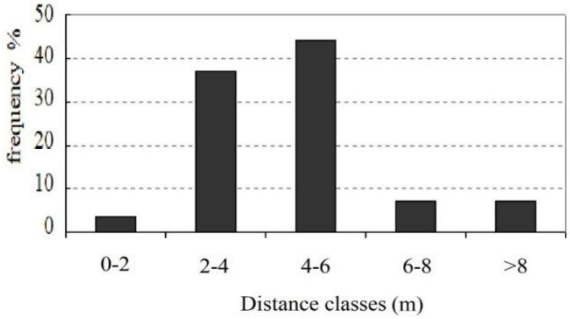
	قطعه یک	قطعه دو	قطعه سه	متوسط توده
تعداد در هکتار	۳۷۴	۴۶۴	۳۰۱	۳۷۹/۶۶
میانگین قطر درخت (cm)	۳۰/۲۶	۲۶/۴۱	۳۳/۹۰	۳۰/۱۹
حجم سرپا (مترمکعب در هکتار)	۴۸۰/۹	۴۷۵/۲	۵۸۸/۴	۵۱۴/۸۳

نمودار مربوط به شاخص آمیختگی گونه‌ای در سه قطعه در شکل (۲) مشاهده می‌شود. مقدار شاخص آمیختگی گونه‌ای در توده‌های مورد مطالعه به‌طور متوسط ۰/۲۳ به دست آمد که نشان‌دهنده تمایل کم گونه راش به قرار گرفتن در کنار سایر گونه‌ها در این فاز است که این می‌تواند نشان‌دهنده‌ی رقابت درون گونه‌ای راش باشد. اخوان و ثاقب طالبی (۱) بیان کردند که سرشت سایه‌پسندی راش و رقابت درون‌گونه‌ای آن در طول زمان و در مراحل مختلف تحولی جنگل تغییر می‌کند که به‌همراه محدودیت پراکنش بذر آن سبب ایجاد الگوهای پراکنش مختلف می‌شود (۱). همچنین پومرنینگ (۱۶) ضمن تشریح ساختار درختان بلوط و راش بیان می‌کند که آمیختگی گونه‌ای به‌طور مستقیم تحت تأثیر موقعیت مکانی درختان قرار می‌گیرد (۱۶). به‌عنوان مثال تمایل گونه راش به داشتن الگوی مکانی کپه‌ای سبب می‌شود که بیشتر درختان مجاور این گونه را پایه‌هایی از همان‌گونه تشکیل دهند، درحالی‌که الگوی مکانی تصادفی گونه بلوط سبب آمیختگی زیاد این گونه با سایر گونه‌هااست. نتایج حاصل از به‌کارگیری این شاخص در رابطه با آمیختگی راش با تحقیقات حبشی و همکاران (۸) که با بررسی جامعه‌پذیری راش بیان کردند - راش دارای جامعه‌پذیری منفی است هم‌خوانی دارد (۸).



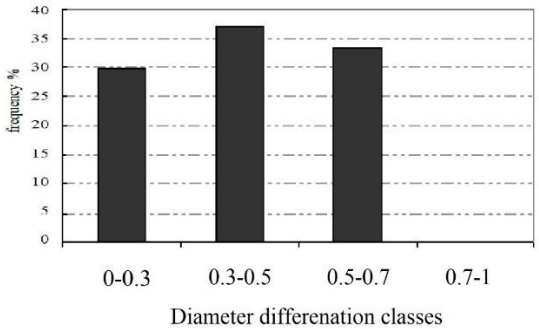
شکل ۲- شاخص آمیختگی گونه‌ای در قطعات یک هکتاری
Figure 2. The species mingling index in the one hectare sample plots

مقدار شاخص فاصله‌ی همسایگی در قطعه‌ی شماره یک، دو و سه به‌ترتیب برابر ۵/۴۲، ۳/۸۶ متر و ۵/۳۳ متر به‌دست آمد و در مجموع سه قطعه به‌طور متوسط ۴/۸۷ متر محاسبه شد (شکل ۳). شاخص فاصله‌ی همسایگی نشان دهنده میزان تراکم توده‌های جنگلی یا به عبارتی تعداد پایه‌های درختی در هر واحد از سطح است و می‌تواند نمایانگر فشار رقابتی بین درختان در توده‌ها باشد (۱۵)، به‌طوری که با افزایش فاصله بین درختان و در نتیجه افزایش شاخص فاصله‌ی همسایگی از تراکم توده‌های جنگلی کاسته می‌شود. مقدار شاخص فاصله‌ی همسایگی در مجموع سه قطعه به طور متوسط ۴/۸۷ متر به‌دست آمد که این موضوع بیانگر تراکم بالای توده‌های مورد مطالعه در این فاز تحولی است و در نتیجه فشار رقابتی زیادی در بین درختان توده جهت کسب منابع غذایی و نور وجود دارد.



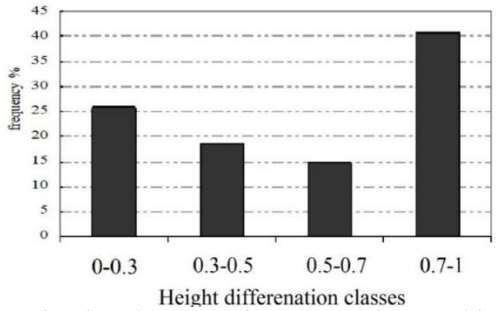
شکل ۳- نمودار توزیع ارزش‌های شاخص فاصله تا همسایگی در قطعات یک هکتاری
Figure 3. The neighbor distance index in the one hectare sample plots

ویژگی سوم ساختار جنگل که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت، اختلاف ابعاد درختان نسبت به یکدیگر است. در شکل (۴) فراوانی نسبی ارزش‌های این شاخص در طبقات صفر تا ۰/۳، ۰/۳ تا ۰/۵، ۰/۵ تا ۰/۷ و ۰/۷ تا ۱ در سه قطعه نشان داده شده است. نمودار تمایز قطری بیش‌ترین فراوانی را در طبقه‌ی ۰/۳ تا ۰/۵ که بیانگر تمایز متوسط است را نشان می‌دهد. مقدار شاخص تمایز قطری برای سه قطعه به‌طور متوسط ۰/۴۳ به‌دست آمد که نشان دهنده‌ی اختلاف متوسط بین درختان از نظر قطر برابر سینه است و همگن بودن درختان را به لحاظ قطری نشان می‌دهد (۲۲) پومرنینگ (۱۶) بیان می‌کند که علاوه بر سن و مراحل تکاملی توده، مدیریت جنگل نیز بر اختلاف ابعاد درختان مؤثر است (۱۶).



شکل ۴- نمودار شاخص تمایز قطری در قطعات یک هکتاری
Figure 4. The diameter differenation index in the one hectare sample plots

در شکل(۵) فراوانی نسبی گروه‌های ساختاری موجود در هر طبقه ارتفاعی ارائه شده است. نمودار تمایز ارتفاعی بیش‌ترین فراوانی را در کلاسه‌ی ۰/۷ تا ۱ که نمایانگر تمایز زیاد است را نشان می‌دهد. مقدار شاخص تمایز ارتفاعی در مجموع سه قطعه به‌طور متوسط ۰/۸۷ به‌دست آمد که تمایز خیلی زیاد را نشان می‌دهد و بیانگراختلاف زیاد درختان همسایه از نظر ارتفاعی است و در نتیجه ناهمگن بودن درختان را به لحاظ ارتفاعی و رقابت بالای درختان را به‌منظور کسب نور را در این فاز نشان می‌دهد. در واقع براساس نتایج حاصل از شاخص تمایز ارتفاعی و شاخص تمایز قطری مشخص می‌گردد که در این فاز تحولی رقابت به‌منظور کسب نور بین درختان بسیار بیشتر از رقابت به‌منظور کسب فضا جهت افزایش رشد قطری است.



شکل ۵- نمودار شاخص تمایز ارتفاعی در قطعات یک هکتاری

Figure 5. The height differenation index in the one hectare sample plots

پویایی توده‌های جنگلی طی مراحل و فازهای مختلف تحولی، با تغییرات مشخص در ترکیب و ساختار گونه‌های درختی توده ایجاد خواهد شد. براساس نتایج این تحقیق با توجه به رقابت بالای درختان به منظور کسب نور و نیز با توجه به تراکم بالای درختان در این فاز تحولی، اجرای عملیات تنک کردن در توده‌های مورد بررسی پیشنهاد می‌گردد. بر این اساس با استفاده از اطلاعات حاصل از کمی‌سازی ساختاری توده‌های دست‌نخورده با این شاخص‌ها علاوه بر کمی‌سازی ساختار فعلی جنگل، می‌توان سیر تکامل آن‌ها و همچنین نتایج حاصل از فعالیت‌های مدیریت جنگل را مورد ارزیابی قرار داد و مسیر حرکت مدیریت برای توده‌های مشابه را مشخص نمود، تا در نحوه‌ی نشانه‌گذاری‌های توده‌های جنگلی بر اساس الگوی طبیعت به شکل اصولی و صحیح عمل نمود و بدینوسیله به حفاظت از تنوع زیستی، کنترل روند انقراض گونه‌های در معرض خطر و کاهش اثرات زیست محیطی حاصل از انقراض آن‌ها و در نتیجه کمک به عملیات احیایی و حفاظتی این گونه‌ها پرداخت.

منابع

1. Akhavan, R. and Kh. Sagheb-Talebi. 2012. Application of bivariate Ripley's K-function for studying competition and spatial association of trees (Case study: intact Oriental beech stands in Kelardasht). Iranian Journal of Forest and Poplar research, 19(4): 632-644 (In Persian).
2. Akhavan, R., KH. Sagheb-Talebi, E.K. Zenner and F. Safavimanesh. 2012. Spatial patterns in different forest development stages of an intact old-growth Oriental beech forest in the Caspian region of Iran. European. Journal of Forest Research, 131(5): 1355-1366.
3. Alijani, V., KH. Sagheb-Talebi and R. Akhavan. 2014. Quantifying structure of intact beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands at different development stages(Case study: Kelardasht area, Mazandaran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 396-410 (In Persian).
4. Amanzadeh, B., Kh. Sagheb-Talebi, B.S. Foumani, F. Fadaie, J. Camarero and J.C. Linares. 2013. Spatial Distribution and Volume of Dead Wood in Unmanaged Caspian Beech (*Fagus orientalis*) Forests from Northern Iran. Forests, 4: 751-765.
5. Amanzadeh, B., M. Pourmajidian, Kh. Sagheb-Talebi and S.M. Hojjati. 2015. Spatial pattern, competition and spatial association of trees in mixed hornbeam stands using univariate and bivariate Ripley's k function (Case study: reserve area, District 3 of Asalem forests). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(1): 37-52 (In Persian).
6. Ferris, R., N. Lust, V. Kint and A.F.M. Olsthoorn. 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests. Investigación agrarian, sistemasy recursos Forestales, 9(1): 147-164.
7. Graz, P.F. 2004. The behavior of the species mingling index Msp in relation to species dominance and dispersion. European Journal of Forest Research, 123: 87-92.
8. Habashi, H., S.M. Hosseini, J. Mohammadi and R. Rahmani. 2007. Stand structure and spatial pattern of trees in mixed Hyrcanian beech forests of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15: 55-64 (In Persian).

9. Kakavand, M., K. Sefidi, Kh. Sagheb-Talebi and M.R. Marvie Mohadjer. 2014. Structural diversity of mixed beech stands in the middle stage of succession (case study: Gorazbon, Kheiroud Forest of Nowshahr). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(3): 411-422 (In Persian).
10. Kint, V., D. Wulf Robert and L. Noel. 2004. Evaluation of sampling methods for the estimation of structural indices in forest stands. Ecological modeling, 180: 461-476.
11. Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. 2nd ed., Addison Welsey Educational Publishers, Inc., Menlo Park, Califórnia., USA. 327 pp.
12. Leibundgut, H. 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur-und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweizerische Zeitsschrift für Forstwesen, 110: 111-124.
13. Moravie, M.A. and R. Audrey. 2003. A model to assess relationships between forest dynamics and spatial structure. Journal of Vegetation Science, 14(6): 823-834.
14. Moridi, M., K. Sefidi and V. Etemad. 2015. Stand characteristics of mixed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in the stem exclusion phase, northern Iran. European Journal of Forest Research, 134(4): 693-703.
15. Pommerening, A. 1997. An analysis of new approaches toward stand inventory in structure-rich forests. Ph.D. dissertation, Faculty of Forestry and Forest Ecology, University of Göttingen, Cuvillier Verlag,Göttingen.
16. Pommerening, A. 2002. Approaches to quantifying forest structures. Forestry, 75(3): 305-324.
17. Aguirre, O., G. Hui, K.V. Gadow and J. Jimenez. 2003. An analysis of forest structure using neighborhood based variables. Forest Ecology and Management, 183: 137-145.
18. Pastorella, F. and A. Paletto. 2013. Stand structure indices as tools to support forest management: an application in Trentino forests(Italy). Journal of Forest Science, 59(4): 159-168.
19. Pommerening, A. 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. Forest Ecology and Management, 224(3): 266-277.
20. Pommerening, A. and D. Stoyan. 2008. Reconstructing spatial tree point patterns from nearest neighbour summary statistics measured in small subwindows. Canadian Journal of Forest Research, 38(5): 1110-1122.
21. Río, M., H. Pretzsch, I. Alberdi, K. Bielak, F. Bravo, A. Brunner, S. Condés, M. Ducey, T. Fonseca, N. Lupke, M. Pach, S. Peric, T. Perot, Z. Souidi, P. Spathelf, H. Steba, H. Tijardovic, M. Tome, S. Margarida., P. Vallet and A. Bravo. 2016. Characterization of the structure, dynamics, and productivity of mixed-species stands: review and perspectives. European Journal of Forest Research, 135(1): 23-49.
22. Ruprecht, H., A. Dhar, B. Aigner, G. Oitzinger, K. Raphael and H. Vacik. 2010. Structural diversity of English yew (Taxus bacata L.) populations. European Journal of Forest Research, 129(2): 189-198.
23. Sefidi, K., C.A. Copenheaver, M. Kakavand and F.K. Behjou. 2015. Structural diversity within mature forests in northern Iran: a case study from a relic population of Persian ironwood (Parrotia persica CA Meyer). Forest Science, 61(2): 258-265.

Investigating the Structure of Beech Stands in the Gap Making Phase (Case study: Asalem Forests, Guilan)

Zeinab Pour-Gholi[1], Fariborz Iran-Doost[2], Kiyomars Sefidi[2], Khosro Sagheb-Talebi[3] and Farshad Keivan-Behjo[4]

1- M.Sc. Student, Faculty of Agriculture and Natural Resources Technology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, (Corresponding author: zeynab.poorgholi93@gmail.com)
2- M.Sc. Student, Faculty of Agriculture and Natural Resources And Desertification, University of Yazd , Yazd, Iran
3- Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources Technology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
4- Associate Prof., Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
5- Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources Technology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
Received: February 25, 2018 Accepted: May 14, 2018

Abstract

Forest structure consider the spatial arrangement of trees characteristics such as age, size, species, gender and so on is.This study aimed to investigate the structural diversity of three one-hectare stands in the gap making phase, were studied. For this purpose, three sample plots with a one hectare area were selected in Asalem beech stands which belonged to the structural features of the gap making phase and studied. In each plot 30×30 m network were established. After implementing the network, the quantitative and qualitative features of the two beech trees at the closest distance to the intersection of the network as the references trees number one and two with three neighboring trees belonging to each of the references trees located at the nearest distance, was taken. The distance between the references trees and neighbors, as well as the distance between the neighboring trees, were measured relative to each other, and based on the Pythagorean trigonometric relationships, the angle between the references trees and the neighbors were measured. According to the results of this study, the average of species mingling, diameter differenation, height differenation and neighbor distance is 0.23, 0.43, 0.87 and 4.87 meters, respectively. By using of data from structure of intact stands, not only the current structure of various species can be quantified but also, their evolutionary process as well as the results of the forest management activities can be assessed.

Keywords: Closest neighbor, Mingling index, Tree dimensions, Quantification of structure, Spatial location