فصلنامهٔ علمی - پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۴، شماره ۱، صفحه ۹۶-۸۵، (۱۳۹۷)

کمی‌سازی ساختار توده‌های راش در فاز کهن‌رست (بررسی موردی: جنگل‌های اسالم، استان گیلان)

سودابه نوبهار[۱]، کیومرث سفیدی*[۲] و خسرو ثاقب‌طالبی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- استادیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۳

چکیده

بررسی ساختار جنگل یکی از پژوهش‌های پایه‌ای در راستای رسیدن به اهداف جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت است. این پژوهش با هدف کمی‌سازی ویژگی‌های ساختاری توده‌های جنگلی در فاز کهن‌رست در جنگل‌های تحت مدیریت شرکت سهامی شفارود در غرب استان گیلان انجام شد. برای این منظور سه قطعه‌نمونه یک هکتاری در این فاز تحولی انتخاب و در هر قطعه یک شبکه ۳۰×۳۰ متر پیاده و در محل تقاطع اضلاع شبکه، قطر برابرسینه، ارتفاع درخت، فاصلهٔ بین درختان و زاویهٔ بین آنها برای نزدیک‌ترین درخت راش به محل تقاطع شبکه به‌عنوان درختان شاهد، به همراه سه درخت همسایه که در نزدیک‌ترین فاصله از آن واقع‌شده بودند اندازه‌گیری شد. با استفاده از روش اندازه‌گیری بدون قاب و بر مبنای روش فاصله‌ای، ساختار جنگل بررسی شد. در این فاز متوسط حجم و رویه‌زمینی توده به‌ترتیب ۵۴۷ مترمکعب و ۳۷ مترمربع محاسبه شد. نتایج نشان داد که میانگین فاصله همسایگی درختان در این فاز ۶/۵ متر و شاخص تمایز قطری و ارتفاعی به‌ترتیب ۰/۴۲ و ۱/۷ است. ساختار توده از نظر تمایز قطری و ارتفاعی همگن است و راش تمایل کم به آمیختگی با گونه‌های دیگر را نشان می‌دهد. فاز کهن‌رست، مرحلهٔ مهم و کلیدی در روند تحول توده‌های آمیختهٔ راش است که شناخت درست آن می‌تواند در مواجهه با چالش-های پیش‌رو در مدیریت توده‌های جنگلی سودمند باشد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ساختار، راش، شاخص‌های ساختاری، مراحل تحولی، جنگل‌های هیرکانی.

* نویسنده مسئول: Email: kiomarssefidi@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ساختار توده‌های جنگلی با گذشت زمان و تحت تأثیر آشوب‌های مختلف (طبیعی و انسانی) دچار دگرگونی-هایی می‌شود که با عنوان پویایی توده‌های جنگلی شناخته می‌شود (Sefidi *et al*., 2014). در طی فرآیند تحول توده‌های جنگلی، کنش‌های مختلفی در بین درختان توده (مانند رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای) و نیز بین درختان و محیط فیزیکی پیرامون آنها با توجه به آشیان اکولوژیک متفاوت گونه‌های درختی شکل می‌گیرد که نتیجهٔ این روند بر روی ساختار جنگل و حتی بخش زندهٔ همراه با آن نمود پیدا می‌کند (Von Gadow, 2005).

در جنگل‌های طبیعی، مراحل تحولی بر اساس مشخصات ساختاری توده‌ها مانند تعداد و حجم درختان زنده، تعداد و حجم خشکه‌دار و نسبت آنها در طبقه‌های قطری مختلف (Sefidi and Marvie Mohadjer, 2016) و هم‌چنین حضور روشنه در پوشش تاجی، زادآوری و تعداد اشکوب‌های توده به مراحل و فازهای مختلف دسته‌بندی می‌شود. بر این اساس در جنگل‌های راش اروپا (*Fagus sylvatica* L.) (Korpel, 1982) و نیز در جنگل‌های شمال ایران (Sagheb-Talebi, 2009; Sefidi *et al*., 2014) مراحل و فازهای مختلفی شناسایی شده‌اند. در فرآیند پویایی توده‌های راش، سه مرحله شامل هشت فاز تحولی شناسایی شده است. بر این اساس پویایی توده‌ها در سه مرحله افزایش، انباشت و دگرگونی حجم اتفاق می‌افتد. مرحله افزایش حجم شامل فازهای تشکیل زیراشکوب و زادآوری، مرحله انباشت حجم شامل فازهای کاهش پایه‌ها، نورافزایی، بلوغ و مرحله دگرگونی حجم نیز شامل فازهای تشکیل روشنه، حجم‌کاهی و کهن‌رست است. مرحله بینابینی شامل آمیخته یا فاز چندفازیست که با اشکوب‌های نامنظم و با تناوب و مقیاس زمانی کوتاه ایجاد می‌شود (Sefidi *et al*., 2014). یکی از مهم‌ترین فازهای تحولی، فاز کهن‌رست است. هرچه ساختار جنگل به مرحله کهن‌رست نزدیک‌تر باشد، دارای ارزش حفاظتی بالاتری است (Sefidi *et al*., 2014).

پژوهش‌های متعددی در ارتباط با کمی‌سازی ساختار در جنگل‌های شمال ایران انجام شده است. ساختار توده‌های دست‌نخوردهٔ راش در مراحل مختلف تحولی در منطقهٔ کلاردشت مازندران مورد بررسی قرارگرفته و بر اساس نتایج شاخص کلارک و ایوانز پراکنش کپه‌ای درختان در مراحل اولیه و پوسیدگی و پراکنش تصادفی درختان در مرحله بلوغ را نشان داده است. چیدمان درختان در داخل گروه-های ساختاری در هر سه مرحلهٔ تحولی حالت تصادفی گزارش شده است. نتایج شاخص آمیختگی نشان‌دهندهٔ آمیختگی کمتر مرحله اولیه نسبت به دیگر مراحل تحولی بود. همچنین نتایج شاخص تمایز قطر برابرسینه و ارتفاع به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ اختلاف متوسط تا آشکار و اختلاف کم تا متوسط برای درختان هر سه مرحلهٔ تحولی بود (Alijani *et al*., 2013). در یک پژوهش دیگر، در بررسی ساختار تیپ‌های مختلف جنگلی با استفاده از شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه، نتایج نشان‌دهندهٔ رقابت درون‌گونه‌ای راش و ممرز و رقابت دگرگونه‌ای پلت، بلندمازو، توسکای ییلاقی، ملج و نمدار بود. همچنین نتایج مقایسهٔ ساختار گونه-ای مشابه در تیپ‌های مختلف، نشان از نبود اختلافات معنی‌دار بین آنها از نظر ویژگی‌های موقعیت مکانی، ابعاد قطر برابرسینه و ارتفاع بود و تنها اختلاف معنی-دار درآمیختگی گونه‌های ممرز، راش، پلت و نمدار و همچنین خشکه‌دارها در تیپ‌های مورد بررسی دیده-شد (Alijani *et al*., 2014). در پژوهشی که Moridi و همکاران (2015) با هدف بررسی ویژگی‌های

Archive of SID

www.SID.ir

ساختاری توده‌های آمیخته راش در بخش گرازبن جنگل خیرود در شمال ایران در فاز کاهش پایه‌ها انجام دادند، شاخص آمیختگی گونه‌ای مقدار متوسطی محاسبه شد که نشان‌دهندهٔ تمایل متوسط گونهٔ راش به قرارگرفتن در کنار دیگر گونه‌هاست. همچنین مقدار شاخص فاصله همسایگی نشان داد که در این مرحله توده دارای تراکم بالایی بوده و در نتیجه رقابت زیادی در بین درختان برای کسب منابع غذایی وجود داشت. پژوهش دیگری با هدف بررسی تنوع ساختاری توده های آمیخته راش در مرحله میانی توالی در جنگل خیرود کنار نوشهر انجام شد. بر این اساس شاخص زاویه یکنواختی، نوع پراکنش گونه راش در مرحله میانی توالی به‌صورت کپه‌ای به‌دست آمد که تمایل زیادی به آمیختگی بر اساس شاخص آمیختگی گونه-ای با ممرز داشت. همچنین گونهٔ راش در مرحله میانی توالی در بیش‌ترین حالت دارای رقابت دگرگونه‌ای با ممرز بوده و بیش‌ترین فراوانی مربوط به شاخص فاصله همسایگی بین دو تا چهار متر به‌دست آمد (Kakavand *et al*., 2015).

این پژوهش با توجه به اهمیت بررسی ساختار جنگل به‌ویژه در فاز کهن‌رست از مرحلهٔ نهایی توالی جنگل‌های راش و با هدف کمی‌سازی ساختار این توده‌ها با استفاده از شاخص‌های مرتبط و بررسی ساختار افقی و عمودی جنگل در فاز کهن‌رست انجام گرفت. نتایج چنین پژوهشی می‌تواند در دخالت‌های جنگل‌شناسی بر اساس ساختار کمی جنگل کاربرد داشته باشد. اساس شناخت و طبقه‌بندی فازها و مراحل تحولی، تفاوت‌های موجود در ساختار توده‌ها است؛ بر این اساس ارائه ویژگی‌های کمی ساختار در هر یک از فازها می‌تواند در شناسایی فازهای تحولی مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

این پژوهش در جنگل‌های راش تحت مدیریت شرکت سهامی شفارود در غرب استان گیلان انجام شد. حوزهٔ آبخیز شفارود یکی از حوزه‌های آبخیز غرب استان گیلان با مساحت ۳۷٤٦۷/٦۷ هکتار از نظر مختصات جغرافیایی در طول جغرافیایی "۵۱ ′٤۲ ° ٤۸ و شرقی و عرض جغرافیایی "۳۷ ′۲۳ ° ۳۷ شمالی واقع شده است. این پژوهش در جنگل‌های مدیریت‌نشده غرب استان گیلان، قطعات شاهد مورد بررسی در طرح ملی "شناخت ویژگی‌های مناسب راشستان‌های شمال کشور برای اعمال جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت (شیوه تک‌گزینی)" واقع در پارسل ۹۳٤ سری ۹ حوضه شفارود تالش (Amanzadeh *et al*., 2013) انجام شده است (شکل ۱). ارتفاع از سطح دریای منطقهٔ مورد بررسی حدود ۱۲۰۰ متر و وسعت آن ۸۷ هکتار است. شیب منطقه عمدتاً بین ۳۰ تا ۸۰ درصد و جهت عمومی قطعه شمال شرقی است.

ازنظر زمین‌شناسی رسوبات و ته‌نشست‌های آن متعلق به دوران دوم زمین‌شناسی بوده، نوع سنگ مادری قطعه مورد بررسی آهکی ناخالص با منشأ آذرین و دگرگونی همراه با آثار و شیارهای گیاهی فسیل‌شده مربوط به دورهٔ کرتاسه است. تیپ خاک قهوه‌ای شسته‌شده با بافت رسی تا لومی–رسی و بسیار عمیق با ساختمان دانه‌ای دارای هوموس مول اسیدی، عمیق با ریشه دوانی خوب و مقدار نفوذپذیری خاک خوب تا متوسط است (Amanzadeh *et al*., 2013). گونهٔ درختی غالب منطقه راش بوده ولی گونه‌های پلت، شیردار، ممرز و توسکای ییلاقی را می‌توان به-صورت پراکنده در آن مشاهده کرد. عسلک، فرفیون، آسپرولا، جگن (کارکس) و گندمیان از گیاهان اصلی

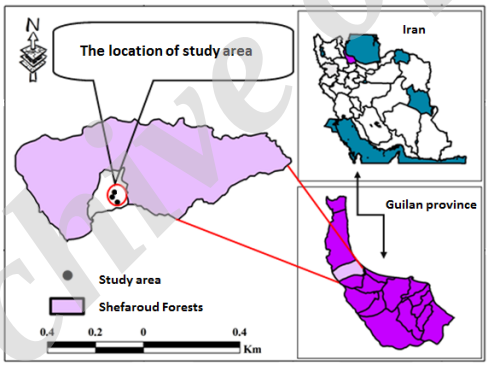
Archive of SID

www.SID.ir

کف جنگل هستند. متوسط دمای سالیانه ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداکثر و حداقل دما به‌ترتیب ۲۱ و ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالیانه ۹۸۹/۷ میلی‌متر و منطقه فاقد ماه‌های خشک در سال است (بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه شفارود در پونل) (Amanzadeh *et al.*, 2013).

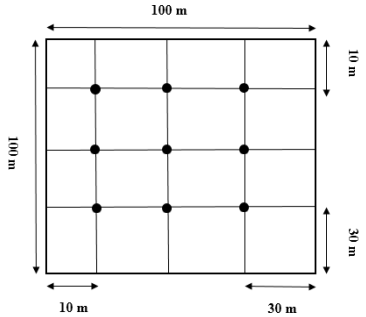
روش جمع‌آوری داده‌ها

پس از بررسی‌ها و جنگل گردشی‌های اولیه، سه قطعه‌نمونه یک هکتاری به شکل مربع (۱۰۰×۱۰۰ متر) که از نظر داشتن مشخصه‌های ساختاری مانند متوسط قطر، نسبت مساحت روشنه‌ها به سطح جنگل، نسبت حجم خشک به حجم سرپا و نیز نتایج بررسی‌های قبلی در این منطقه به فاز کهن‌رست تعلق دارند، انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. در انتخاب قطعه‌ها، وجود شرایط همگن رویشگاهی در نظر گرفته شد و حداقل فاصله ۲۰۰ متر از جاده‌های جنگلی رعایت شد. در داخل هر یک از قطعه‌ها، شبکه آماربرداری ۳۰ ×۳۰ متر پیاده شد و نزدیک‌ترین درختان راش به مرکز و درختان جانبی با استفاده از روش فاصله‌ای و بدون پلات اندازه‌گیری شدند. در کل قطعات یک هکتاری نیز قطر برابرسینه درختان به‌صورت صددرصد و برای تمامی درختان با قطر بیش‌تر از ۷/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (شکل ۲). به‌منظور تعیین و اطمینان از تعلق توده‌ها به فاز تحولی موردنظر یکی از مهم‌ترین موارد درختان پرکننده روشنه‌ها یا به‌عبارت‌دیگر نهال‌های با ارتفاع بیش از ۱۳۰ سانتی‌متر است که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند.



شکل ۱- موقعیت مکانی حوضه آبخیر ۹ شفارود و پارسل مورد بررسی

Figure 1. The location of district No. 9 of Shafarood watershed and the studied compartment.



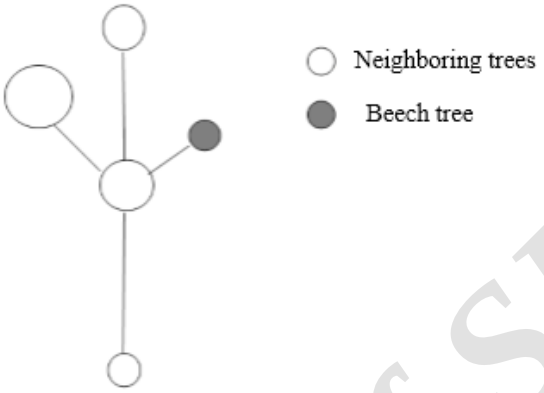
شکل ۲- قطعات نمونه یک هکتاری و طرح آزمایشات

Figure 2. One-hectare sampling area and experimental design

Archive of SID

www.SID.ir

برای درختان شاهد نزدیک به مرکز شبکه و درختان جانبی، قطر برابرسینه با خط‌کش دو بازو و ارتفاع درخت با دستگاه ورتکس یک درخت راش در نزدیک‌ترین فاصله به مرکز قطعه‌نمونه به‌عنوان درخت شاهد به‌همراه سه درخت همسایه با درخت شاهد که در نزدیک‌ترین فاصله از آن واقع شده بودند، اندازه‌گیری شد. همچنین فاصله بین درخت شاهد و همسایه‌ها (شکل ۳) اندازه‌گیری و بر اساس روابط مثلثاتی زاویه بین درختان محاسبه شد (Pommerening, 2006).



شکل ۳- موقعیت درختان همسایه در اندازه‌گیری مشخصه‌های ساختاری با روش فاصله‌ای (Pommerening, 2002)

Figure 3. Neigbour tree position in structural characteristics mesurmnets in distance Method

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

جدول ۱ مجموعه‌ای از شاخص‌ها و توابعی را که به‌تنهایی یا با یکدیگر در کمی‌سازی ساختار مکانی جنگل در این بررسی استفاده شد نشان می‌دهد (Fuldner, 1995 ،Pommerening, 2002).

جدول ۱- شاخص‌های کمی‌سازی ساختار توده‌های جنگلی (Aguirre *et al*., 2003; Ruprecht *et al*., 2010).

Table 1. Quantitative indicators of forest stand structure

ویژگی‌های مورد بررسی Studied characteristics	نام شاخص/ تابع Index / function name	فرمول Formula	منبع Source
اختلاط گونه‌ای Mixture	آمیختگی Mingling	$Mi = 1/n \sum_{j=1}^{n} vj$	Aquire *et al*.,2003
ابعاد درختان Dimensions of trees	اختلاف قطر برابرسینه Diameter differentiation	$TDi = \sum_{j=1}^{n} (1 = rij)$	Ruprecht *et al*.,2010
	اختلاف ارتفاع Height differentiation	$THi = 1/n \sum_{j=1}^{n} (1 = rij)$	Ruprecht *et al*.,2010
تراکم درختان Density of trees	فاصله تا همسایه Distance to neighbor	$Di = 1/n \sum_{j=1}^{n} sj$	Ruprecht *et al*.,2010

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص آمیختگی گونه‌ای (Mi) به‌منظور بررسی نحوهٔ چیدمان گونه‌ای مختلف استفاده می‌شود که هرچه از سمت صفر دور شده و به یک نزدیک می‌شود آمیختگی گونه‌ای افزایش می‌یابد. شاخص تمایز قطری (TDi) و ارتفاعی (THi) نمایانگر اندازهٔ رقابت بر اساس مقایسه قطر و ارتفاع بین درخت شاهد و درختان همسایه هستند و دربرگیرنده چهار مقدار کوچک (صفر تا ۰/۳)، (۰/۳ تا ۰/۵)، (۰/۵ تا ۰/۷) و (۰/۷ تا یک) را شامل می‌شود. تمایز کوچک به این مفهوم است که درخت با اندازه قطر یا ارتفاع کمتر، اندازه‌ای معادل ۷۰ درصد یا بیشتر نسبت به اندازه درخت بزرگ‌تر همسایه را دارد. درصورتی‌که مقدار تمایز متوسط به‌دست‌آمده باشد، اندازه درخت کوچک تر معادل ۵۰ تا ۷۰ درصد اندازهٔ درخت بزرگ‌تر همسایه است و تمایز بزرگ نشان‌دهندهٔ این است که اندازهٔ درخت کوچک معادل ۳۰ تا ۵۰ درصد از اندازهٔ درخت بزرگ‌تر همسایه است و درنهایت تمایز خیلی بزرگ نشان‌دهندهٔ این است که اندازهٔ درخت کوچک‌تر مقداری کمتر از ۳۰ درصد اندازهٔ درخت همسایه بزرگ است (Pommerening, 2002).

نتایج

مقدار متوسط برخی از مشخصه‌های کمی قطعات نمونه مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. بیش‌ترین تعداد درخت در هکتار در قطعه نمونهٔ شماره دو با تعداد ۱۹۹ اصله اندازه‌گیری شد. راش به‌عنوان گونهٔ درختی غالب به‌طور متوسط ۸۷ درصد فراوانی درختان را در این مرحله تشکیل داد.

جدول ۲- مشخصات کمی ساختار در قطعات یک هکتاری

Table 2. Quantitative characteristics in the one-hectare sample plots

شماره قطعه‌نمونه Sample plot No.	یک One	دو Two	سه Three	میانگین قطعات Average in plots
تعداد کل درختان در قطعات نمونه (اصله) Total number of trees per sample plot	142	199	147	162.66
حجم کل (مترمکعب در هکتار) Volume (m^3/ha)	428.63	586.82	631.03	548.83
مجموع رویه زمینی (مترمربع در هکتار) Basal area (m^2/ha)	19.11	42.07	50.12	37.1

میانگین مقدار عددی خصوصیات ساختاری توده‌های آمیخته راش در فاز کهن‌رست بر اساس مهم‌ترین شاخص‌های ساختاری در جدول ۳ ارائه شده است. بیش‌ترین مقدار تمایز قطری و تمایز ارتفاعی به‌ترتیب با ۰/۴۹ و ۲/۲۳ در قطعه‌نمونه شماره دو و بیش‌ترین مقدار آمیختگی گونه‌ای در قطعه‌نمونه شماره یک (۰/۲۳) مشاهده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

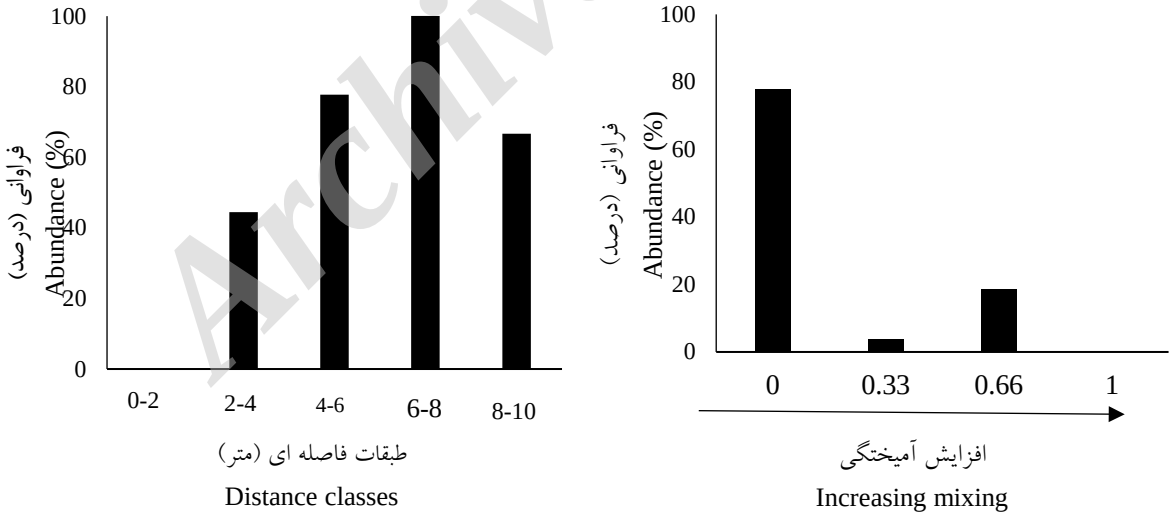
جدول ۳- میانگین شاخص‌های کمی ساختار در قطعات

Table 3. Average of structural quantitative indicators in study area

شماره قطعه‌نمونه Sample plot No.	آمیختگی گونه‌ای (Mi) Tree species mixture (Mi)	تمایز قطری (Ui) diameter differentiation (Ui)	تمایز ارتفاعی (THi) Height differentiation (THi)	فاصله همسایگی (Di) Distance neighborhood (Di)
یک One	0.23	0.48	0.61	6.76
دو Two	0.15	0.49	2.23	6
سه Three	0.22	0.28	0.22	6.72
متوسط Average	0.2	0.42	1.35	6.5

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، متوسط شاخص فاصله و آمیختگی به‌ترتیب ٦/٥ متر و ۰/۲ برآورد شد. نمودارهای مربوط به شاخص‌های ساختاری آمیختگی و فاصله همسایگی مربوط به قطعات نمونه در شکل ٤ نشان داده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود در نمودار آمیختگی گونه‌ای، بیش‌ترین فراوانی مربوط به طبقهٔ اول (ارزش صفر) است. در نمودار فاصله همسایگی نیز بیش‌ترین فراوانی مربوط به کلاسهٔ ۸-٦ متر است (شکل ٤).



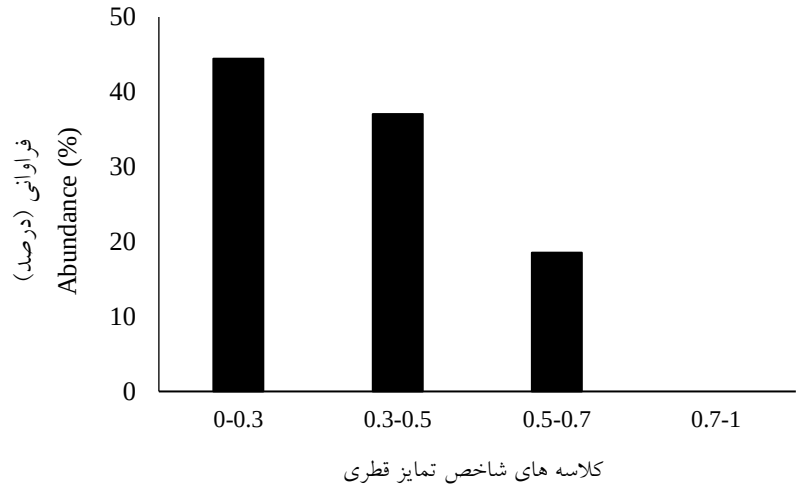
شکل ٤- میانگین شاخص‌های آمیختگی و فاصله همسایگی در مجموع سه قطعه یک هکتاری

Figure 4. Mean of the minlingi and tree to tree distance indices in all one-hectare study sites

به‌منظور بررسی اندازهٔ رقابت با استفاده از ابعاد درختان، شاخص‌های تمایز قطری در شکل ٥ و تمایز ارتفاعی در شکل ٦ ارائه شده‌اند. شاخص تمایز قطری و ارتفاعی نیز در این مرحله هر دو نشان‌دهندهٔ بیش-ترین فراوانی در کلاسهٔ ۰ تا ۰/۳ هستند.

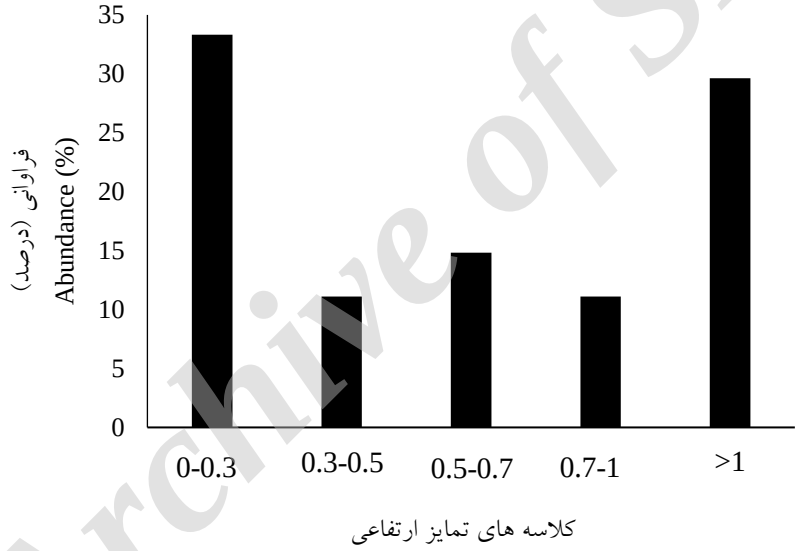
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- تمایز قطری در مجموع سه قطعه‌نمونه

Figure 5. The diameter differentiation in all three sample plots



شکل ٦- تمایز ارتفاعی در مجموع سه قطعه‌نمونه

Figure 6. The height differentiation in all three study sites

بحث

پویایی توده‌های جنگلی شامل تغییرات ساختار تودهٔ جنگلی در طول زمان است که شامل رفتار و وضعیت توده جنگلی در طی بروز و پس از آشوب‌های موجود است. شناخت و بررسی پویایی مراحل توالی، پایه و اساس دانش جنگل‌شناسی همگام با طبیعت است. به‌منظور درک صحیح از تغییرات آتی تودهٔ جنگلی و اتخاذ برنامهٔ جنگل‌شناسی مناسب، شناخت پویایی جوامع جنگلی دارای نقش کلیدی است (Marvi mohadjer, 2011). نتایج به‌دست‌آمده در این بررسی تفاوت‌هایی را با اندک پژوهش‌های انجام شده در فازهای تحولی نشان می‌دهد که با توجه به هدف تحقیق که آشکارسازی تفاوت‌های بین فازها و تشریح این اختلاف‌ها است مطابقت دارد. بر اساس نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

پژوهش پیش‌رو میانگین تعداد درختان در هکتار برای این فاز ١٦٤ اصله است که در پژوهش‌های قبلی برای فاز کهن‌رست ١٧٧ اصله توسط Sefidi و همکاران (2014) و برای فاز کاهش پایه‌ها ٣٧٨/٣ اصله توسط Moridi و همکاران (2015) گزارش شده است. میانگین تعداد در هکتار درختان مورد بررسی به عدد گزارش‌شده توسط Sefidi و همکاران (2014) برای فاز کهن‌رست نزدیک‌تر است و با عدد گزارش‌شده برای فاز کاهش پایه‌ها اختلاف دارد که می‌تواند به‌دلیل اختلاف ساختار در بین فازهای مختلف باشد. در فاز کاهش پایه‌ها به‌دلیل باز شدن تاج‌پوشش و استقرار زادآوری و جوان بودن تودهٔ جنگل، تعداد در هکتار درختان بالا خواهد بود. به‌عبارت‌دیگر فاز کهن‌رست در مرحله انتهایی تحول قرار دارد و هم‌زمان با تحول توده‌های طبیعی و افزایش فراوانی درختان قطور در توده، روند کاهش تعداد درختان در هر هکتار مشاهده می‌شود (Koop, 1989). علاوه بر این، توده در روند تحول و با شکل‌گیری و توسعه ساختار توده تعداد قابل‌توجهی از درختان از توده حذف می‌شوند. کاهش شدید تعداد درختان جوان در فاز کاهش پایه‌ها (Oliver and Larson, 1996) و نیز کاهش درختان مسن و قطور در فاز تخریب (Leibundgut, 1959) گزارش شده است. با این حال فراوانی درختان در واحد سطح علاوه بر تحول توده می‌تواند متأثر از نوع گونه و شرایط محیطی رویشگاه نیز باشد (Vrska *et al.*, 2001).

در این پژوهش، میانگین حجم درختان در هکتار ٥٦٥/٩ مترمکعب محاسبه شد. Moridi و همکاران (2015) برای فاز کاهش پایه‌ها ٥٤٦ مترمکعب گزارش داده‌اند که به مقدار عددی گزارش شده برای فاز کهن‌رست در پژوهش حاضر نزدیک است. این مقدار از حجم سرپا در فاز کهن‌رست مورد انتظار است و در جنگل‌های راش اروپا (Piovesan *et al.*, 2005) و شمال ایران گزارش شده است (Marvie Mohadjer *et al.*, 2009). بر اساس پژوهش‌های قبلی در جنگل‌های راش شرقی در فاز کهن‌رست، درختان دارای بیش‌ترین حجم و قطر برابرسینه هستند و تعداد درختان در کم‌ترین مقدار قرار دارد (Sefidi *et al.*, 2014) که سبب انباشت بالای حجم سرپا در این فاز تحولی می‌شود. گونهٔ راش از نظر قطری بیش‌ترین فراوانی را نسبت به دیگر گونه‌ها به‌خود اختصاص داد که این نوع پراکنش می‌تواند به‌دلیل سرشت اکولوژیکی گونه راش و دیرزیستی بالای گونه راش نسبت به دیگر گونه‌ها در مرحله انتهایی توالی باشد. همچنین رطوبت بالا و زمستان‌های سرد در ارتفاعات می‌تواند شرایط رقابتی را برای غلبهٔ راش در فاز تحولی کهن‌رست نسبت به گونه‌های با سرشت گرمادوست و نیازهای حرارتی بالا باشد.

در این پژوهش شاخص آمیختگی گونه‌ای به‌طور متوسط ٠/٢ به‌دست آمد که نشان‌دهندهٔ تمایل کم گونهٔ راش به قرار گرفتن در کنار گونه‌های دیگر در این فاز است. این یافته با نتایج Moridi و همکاران (2015) که فاز کاهش پایه‌ها را در جنگل‌های آمیخته راش منطقهٔ گرازبن جنگل خیرودکنار بررسی کردند، مطابقت ندارد زیرا در فاز کهن‌رست توده به سمت خالص شدن پیش می‌رود و گونهٔ راش تمایل زیادی به آمیختگی با دیگر گونه‌ها نشان نمی‌دهد. دیگر بررسی‌ها در منطقه نیز نشان‌گر آمیختگی کم گونهٔ راش با دیگر گونه‌ها و تشکیل توده‌های به‌نسبت خالص در این منطقه دارد (Amanzadeh *et al.*, 2013). بیش‌ترین فراوانی مربوط به شاخص فاصله همسایگی در کلاسهٔ ٨–٦ متر محاسبه شد. با توجه به اینکه مقدار این شاخص به‌طور متوسط ٦/٥ متر به‌دست آمد، نتیجه‌گیری می‌شود که تراکم توده در این

Archive of SID

www.SID.ir

فاز کمتر بوده و در نتیجه رقابت کمتری در بین درختان برای کسب منابع غذایی وجود دارد. بر این اساس درختان در فواصل دورتری از هم قرار دارند که با توجه به ابعاد درختان در این فاز، متوسط فاصلهٔ درختان بیشتر از دیگر فازها است که نشان از حضور توده در مراحل پیشرفته‌تری از تحول توده است. بیش-ترین فراوانی تمایز قطری و ارتفاعی، در طبقهٔ صفر تا ۰/۳ به‌دست آمد که نمایانگر تمایز کم بین درختان در این فاز است؛ به‌عبارت‌دیگر اختلافات قطر و ارتفاع درختان در فاز کهن‌رست کم است که علت آن تعداد کم اشکوب‌ها و قطر بالای درختان است. نتایج مشابهی در جنگل‌های دست‌نخورده راش در گرازبن خیرودکنار گزارش شده است (Kakavand *et al*., 2015). به‌نظر می‌رسد در این فاز توده به‌نسبت همگن است در نتیجه به‌دلیل غالب بودن گونهٔ راش رقابت بین گونه‌ها وجود نداشته و تنها رقابت درون‌گونه‌ای بین گونهٔ راش وجود دارد. فاصلهٔ زیاد بین درختان و آمیختگی و تراکم کم توده‌های مورد بررسی در این پژوهش، نشانگر ناچیز بودن رقابت بین درختان است که برخلاف نتایج به‌دست‌آمده در فاز کاهش پایه‌ها در جنگل گرازبن است و علت آن اختلاف بین فازها و جوان‌تر بودن توده در فاز کاهش پایه‌هاست.

نتیجه‌گیری کلی

ساختار توده جنگل در فاز کهن‌رست دارای ویژگی-های منحصربه‌فردی است که تفاوت‌هایی را با فازهای دیگر نشان می‌دهد. در این فاز درختان دارای بیش-ترین ابعاد و حجم خود هستند و گونهٔ راش شرقی تمایل به آمیختگی با دیگر گونه‌ها را ندارد. ساختار توده از نظر قطری و ارتفاعی همگن است که نشان از رقابت درون‌گونه‌ای راش است. فاصله همسایگی درختان بالا است و درختان فاصلهٔ قابل‌توجهی از هم دارند. ویژگی‌های منحصربه‌فرد این فاز در قیاس با دیگر فازهای تحولی به‌علت توسعه‌یافتگی در ساختار و کهن‌سالی درختان توده است.

References

- Aguirre, O., G. Hui, K.Von Gadow & J. Jime´nez, 2003. An analysis of spatial forest structure using neighborhood-based variables, *Forest Ecology and Management*, 183(1-3): 137-145.
- Alijani, V., J. Feghhi, M. Zobeiri & M. R. Marvi Mohadjer, 2013. Investigation on structure of forest stand with nearest neighbor indicate (Case study: Gorazbon district, Kheirud forest), *Journal of Applied Ecology*, 3(1): 13-23. (In Persian)
- Alijani, V., Kh. Sagheb-Talebi & 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)
- Amanzadeh, B., Kh. Sagheb-Talebi, B. S. Foumani, F. Fadaie, J. J. Camarero & J. C. Linares, 2013. Spatial Distribution and Volume of Dead Wood in Unmanaged Caspian Beech (*Fagus orientalis*) Forests from Northern Iran, *Forests*, 4(4): 751-765.
- Fuldner, K., 1995. Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz-Mischwa¨ldern. Dissertation, Fakulta¨t fu¨r Forstwissenschaften und Waldo¨kologie. Georg-August-University. Go¨ttingen, Cuvillier, Go¨ttingen, 146 p.
- Kakavand, M., M. R. Marvie Mohadjer, Kh. Sagheb-Talebi & K. Sefidi, 2015. Structural diversity of mixed beech stands in the middle stage of succession (Case study: Gorazbon District, Kheiroud Forest of Nowshahr), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(3): 411-422. (In Persian)
- Koop, H., 1989. Forest Dynamics: SILVI-STAR. A Comprehensive Monitoring System, Springer-Verlag, Berlin.
- Korpel, S., 1982. Degree of equilibrium and dynamic change of the forest and example of natural forest of Slovakia [*Cezchoslovakia*,], *Act Faculties Forestalis, Zvolen*, 24: 9-30.

Archive of SID

www.SID.ir

- Leibundgut, H., 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern, *Schweizerische Zeitsschrift für Forstwesen*, 110: 111-124
- Marvi mohadjer, M. R., 2011. Silviculture, University of Tehran Press, Tehran, 388 p.
- Marvie Mohadjer M. R., M. Zobeiri, V. Etemad & M. Jour Gholami, 2009. Performing the single selection method at compartment level and necessity for full inventory of tree species (Case study: Gorazbon district in Kheyrud Forest), *Journal of the Iranian Natural Resources*, 61 (4): 889-908.
- Moridi, M., K. Sefidi & 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.
- Oliver, C. D. & B. C. Larson, 1996. Forest Stand Dynamics. Wiley, New York, 520 p.
- Piovesan, G., A. Di Filippo, A. Alessandrini, F. Biond & B. Schirone, 2005. Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth Fagus forest in the Apeninnes, *Journal of Vegetation Science*, 16(1): 13-28.
- Pommerening, A., 2002. Approaches to quantifying forest structures, *Forestry*, 75(3): 305-324.
- Pommerening, A., 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis, *Forest Ecology and Management*, 224(3): 266-277.
- Ruprecht, H., A. Dhar, B. Aigner, G. Oitzinger, R. Klumpp & H. Vacik, 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations, *European Journal of Forest Research*, 129(2):189-198.
- Sagheb-Talebi, Kh., 2009. Appropriate characteristics of beech stands for application of close to nature Silviculture (selection system), *Final Report of National Research Project*, NO: 04-09-09-87033. RIFR, 120 p. (In Persian)
- Sefidi, K. & M. R. Marvie Mohadjer, 2016. Dynamic of coarse woody debris among stand developmental stages of mixed beech (*Fagus orientalis*) forests. *Forest Research and Development*, 2(1): 17-32. (In Persian)
- Sefidi, K., M. R. Marvie Mohadjer, V. Etemad & R. Mosandl, 2014. Late successional stage dynamics in natural oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(2): 270-283. (In Persian)
- Von Gadow, K., 2005. Forsteinrichtung: Analyse und Entwurf der Waldentwicklung. Universitätsverlag Gottingen, 342 p.
- Vrska, T., L. Hort, P. Odehnalová, D. Adam & D. Horal, 2001. The Milesice virgin forest after 24 years (1972-1996), *Journal of Forest Science*, 47(6): 255-27.

Archive of SID

www.SID.ir

Quantifying the structure of beech stands at old growth phase (Case study: Asalem forests, northern Iran)

S. Nobahar[1], K. Sefidi[*2] and Kh. Sagheb-talebi[3]

1- M.Sc. Student of Forestry, Department of Wood Science's and Tecnology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University,, I.R. Iran.

2- Assistant Professor, Department of Natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. Iran.

3- Associate Professor, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

Received: 17.07.2017 Accepted: 14.03.2018

Abstract

The study of forest structure is one of the fundamental and necessary researches to achieve the objectives of close to nature silviculture. This research was conducted to quantify the forest stand structure in the old-growth phase in compartment 419 of Shafaroud forests in west of Guilan province. Three one-hectare areas were chosen in this phase and full calipering method used to record stand structure. In each plot, 30×30 m gird plot was laid out and diameter at breast height, distance among trees and the angle between them were measured for the closest beech to the center of plot as reference tree. Three neighbor trees closest to the reference tree were also measured. According to the results meanwhile diameter and height differentiation were 0.42 and 1.7, respectively. According to the mingling index, beech trees moderately tend to occur with other species in this phase. The old growth phase is an important and fundamental stage in the development of mixed beech stands the true recognition of which is useful in facing with new challenges in forest stand management.

Keywords: Diversity of structure, Beech, Structural index, Development stages, Hyrcanian forests.

Archive of SID

[*] Corresponding author: Email: kiomarssefidi@gmail.com

www.SID.ir