DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2014.10672

فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران

جلد ۲۲ شماره ۲، صفحه ۲۸۳-۲۷۰، (۱۳۹۳)

پویایی مرحله نهایی توالی در جنگل‌های راش آمیخته در شمال ایران (پژوهش موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود)

کیومرث سفیدی[۱*]، محمدرضا مروی‌مهاجر[۲]، وحید اعتماد[۳] و راینهارد موزاندل[۴]

۱*- استادیار، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. پست الکترونیک: Kiomarssefidi@gmail.com

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴- استاد، رئیس بخش جنگل‌شناسی دانشگاه فنی مونیخ، مونیخ، آلمان.

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۶

چکیده

مطالعه پویایی توده‌های راش آمیخته با هدف تعیین فازهای تکاملی توده‌های آمیخته و طبیعی راش در بخش گرازبن جنگل آموزشی و پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در جنگل خیرود نوشهر انجام شد. پس از جنگل‌گردشی اولیه، سه قطعه‌نمونه ۲۵ هکتاری انتخاب و هر یک از آنها به قطعات یک هکتاری (۱۰۰×۱۰۰ متر) تفکیک و آماربرداری صددرصد از کلیه پارامترهای توده شامل قطر برابرسینه درختان، زادآوری طبیعی، اندازه و پراکنش روشنه‌ها و خشکه‌دارها انجام شد. در فرایند پویایی توده‌های راش، سه مرحله شامل هشت فاز توالی شناسایی شد. براین‌اساس پویایی توده‌ها در سه مرحله افزایش حجم، انباشت حجم و دگرگونی حجم اتفاق می‌افتد. مرحله افزایش حجم شامل فازهای تشکیل زیراشکوب و زادآوری، مرحله انباشت حجم شامل فازهای کاهش پایه‌ها، نورافزایی و بلوغ و مرحله دگرگونی حجم نیز شامل فازهای تشکیل روشنه، حجم‌کاهی و کهن‌رست است. در برخی از فازها مثل بلوغ امکان تفکیک به چرخه‌های پیش و پس از بلوغ نیز وجود دارد. علاوه‌بر این سه مرحله، مرحله بینابینی شامل آمیخته یا فاز چندفازی که با آشوب‌های نامنظم و با تناوب و مقیاس زمانی کوتاه ایجاد می‌شود، نیز شناسایی شد. فازهای حجم‌افزایی، زیراشکوب و کاهش پایه‌ها بیشترین مساحت منطقه موردبررسی را به‌خود اختصاص می‌دهند که نشانه حضور توده‌های راش در مراحل میانی تکامل و انباشت حجم در توده‌ها در بیشتر مناطق است. روند پویایی توده‌های راش اغلب با تشکیل روشنه‌هایی در اندازه‌های کوچک و افتادن یک درخت روشنه‌ساز آغاز می‌شود. براین‌اساس شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی در توده‌های راش روش نزدیک به طبیعت و مناسب می‌باشد. توصیه می‌شود برای مدیریت همگام با طبیعت و کاستن از شدت دخالت‌های انسانی در روند پویایی طبیعی توده‌های راش با شیوه تک‌گزینی، انتخاب نوع و زمان عملیات پرورشی و نشانه‌گذاری با شناخت و تعیین فازها و مسیرهای توالی در راشستان‌ها انجام پذیرد.

واژه‌های کلیدی: پویایی توده‌ها، ساختار توده، جنگل‌شناسی، شیوه تک‌گزینی، راش شرقی.

مقدمه

روش‌های مدیریتی همگام با طبیعت می‌تواند بهترین انتخاب برای مدیریت توده‌های طبیعی (مانند جنگل‌های شمال ایران) باشد. روش‌هایی که اساس آن حداقل دخالت در ساختار و فرایندهای طبیعی در جنگل است. استفاده از روش‌های مدیریتی همگام با طبیعت بدون داشتن منبع قابل

اتکا و نیز شناخت دقیق آن میسر نیست، به‌عبارتی اولین گام در مدیریت همگام با طبیعت توده‌های جنگلی، شناخت و درک پویایی این توده‌ها در فرایند توالی است.

پویایی توده‌های جنگلی یا فرآیند تکامل توده‌های جنگلی عبارت است از تغییر ساختار توده‌های جنگلی در طول زمان (Oliver & Larson, 1996). این تغییرات اغلب با آشوب‌های محیطی در جنگل آغاز و دنبال می‌شود. این آشوب‌ها اغلب منشأ درونی داشته و به‌لحاظ مکانی در مقیاس بخشی و لکه‌ای عمل می‌کنند (Delong & Kessler, 2000). در جریان تکامل توده‌های جنگلی فرآیندها و نیز کنش‌های مختلفی در جنگل بین درختان (رقابت درون و بین‌گونه‌ای) و نیز بین درختان و محیط فیزیکی پیرامون آنها باتوجه به آشیان اکولوژیک متفاوت گونه‌های درختی شکل می‌گیرد که نتیجه این روند بر ساختار جنگل و حتی بخش زنده همراه آن نمود پیدا می‌کند. طی این فرایند درختان و نیز جانداران مختلفی در مقیاس‌های زمانی مختلف در جنگل مشاهده و همراه با توده تکامل و توسعه می‌یابند. روند توسعه توده در بین درختان یک جنگل در قیاس با اکوسیستم‌هایی که در آن جانوران اکثریت را تشکیل می‌دهند، با توجه به کندبودن روابط و اثرگذاری درختان بر یکدیگر بسیار کند است و توده فعلی نتیجه یک برهم‌کنش بین درختان و محیط پیرامون در سال‌های مختلف و در یک دوره زمانی نسبتاً بلندمدت است (Von Gadow, 2005).

بررسی پویایی توده‌های مختلف جنگلی همواره مورد علاقه پژوهشگران بوده است. مطالعات انجام‌شده در جنگل‌های راش اروپایی (*Fagus sylvatica*) و نراد (*Abies alba*) به‌ویژه در جنگل‌های واقع در ارتفاعات کارپات در اروپای مرکزی دارای سابقه طولانی است. این جنگل‌ها اغلب در ارتفاعات پایین و میانی با حداقل دخالت‌های انسانی قرار گرفته‌اند. مطالعات Korpel (۱۹۸۲) و Leibundgut (۱۹۵۹) از این جمله هستند. مطالعات انجام‌شده در ارتباط با تکامل و پویایی توده‌های جنگلی از سال ۱۹۳۰ آغاز شده است (Standovart & Kenderes, 2003). در دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ مطالعات گسترده‌ای در جنگل‌های واقع در کشورهایی مثل آلمان، سوئیس، چک، اسلوونی، صربستان و بوسنی انجام شد و براساس نتایج این مطالعات فازها و چرخه‌های موجود در این جنگل‌ها به‌شکل مدل ارائه شدند (Leibundgut, 1959; Zukrigl *et al*., 1963; Korpel, 1982). سه مرحله جداگانه شامل مرحله اولیه، اپتیمال و تخریب تعریف شدند که هر یک دارای فازهای متفاوت هستند که براساس نوع آشوب و شرایط رویشگاهی در جنگل‌های مناطق مختلف، فازهای دیگری مثل مرحله رشد ارتفاعی، مرحله اپتیمال و مرحله پوسیدگی قابل‌مشاهده است (Korpel, 1995). یکی از جدیدترین مطالعات انجام‌شده در جنگل‌های راش- نراد بین سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۷ واقع در کشورهای چک و اوکراین (Vrška *et al*., 2009) نشان داد که در بازه زمانی قرن ۱۶ تا ۱۸ جنگل‌های راش با نراد جایگزین شده‌اند که علت آن چرای شدید و جمع‌آوری و خارج کردن چوب راش از جنگل است، اما تغییرات اجتماعی در نحوه زندگی و ارتباط جوامع با جنگل و مرگ‌ومیر نراد در اثر آلودگی هوا باعث شده تا در قرن ۱۹ دوباره راش‌ها جایگزین نراد شوند. بررسی پویایی ۴۰ ساله جنگل‌های راش در دانشگاه زوریخ نشان داد، با گذشت زمان راش در توده‌های جنگلی غلبه پیدا کرده و تنوع گونه‌ای کم می‌شود. درختان سایه‌پسند در این جنگل‌ها توزیع کاهنده و درختان نورپسند دارای توزیع زنگوله‌ای هستند (Heiri e*t al*., 2009). همچنین بررسی تغییرات حجم خشکه‌دارها در مراحل توالی نشان داد که میزان خشکه‌دار در مراحل ابتدایی و نهایی توالی جنگل‌های راش بیشترین مقدار را دارد و کم‌ترین حجم خشکه‌دار در مراحل میانی به‌چشم می‌خورد. همچنین اندازه و کیفیت خشکه‌دارها در مراحل مختلف تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند. تغییرات حجم خشکه‌دارها در مسیر توالی مشابه حرف U در زبان لاتین است، به این معنی که حجم در ابتدای توالی زیاد است، در ادامه به کم‌ترین میزان می‌رسد و درنهایت دوباره اوج می‌گیرد (Sefidi & Marvie Mohadjer, 2010). مطالعه جنگل‌های بکر در ایران با مطالعات ثاقب‌طالبی در دهه ۸۰ شمسی آغاز شد (Sagheb-

Talebi *et al*., 2004). در این مطالعات اغلب مراحل سه‌گانه معرفی‌شده توسط کورپل ملاک‌عمل قرار گرفته است (Sagheb-Talebi *et al*., 2005; Sagheb-Talebi *et al*., 2012).

Mattaji و Namiranian (۲۰۰۲) طی پژوهشی که در جنگل خیرود نوشهر انجام شد، نشان دادند که به‌لحاظ پویایی و روند تکاملی، جنگل‌ها از فاز اپتیمال به‌دور بوده و در حال گذار از فاز تخریب و شروع فاز تجدیدحیات می‌باشد. این مطالعه براساس پیش‌فرض‌های کورپل در ارتباط با فازهای تکاملی راش در جنگل‌های پیسه‌آ و راش انجام و فاز جدیدی در جنگل‌های راش گزارش نشده است. Delfan Abazari و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش دیگری در جنگل‌های راش منطقه کلاردشت سه مرحله تحولی اصلی (صعود و افزایش، اپتیمال و تخریب) را مشخص کردند. در این پژوهش بیشترین فراوانی تعداد در هکتار در مرحله تحولی اپتیمال و کم‌ترین آن در مراحل تخریب بود. همچنین Mattaji و Sagheb-Talebi (۲۰۰۷) طی پژوهشی در دو جامعه گیاهی راش نشان دادند که کلیه مراحل تحولی و تکاملی (اولیه، اپتیمال و تخریب) در جامعه *Rusco-Fagetum* قابل‌تشخیص بوده، ولی در جامعه *Carpineto-Fagetum* مرحله اپتیمال به‌دلیل حضور گونه‌های با سرشت متفاوت به‌چشم نمی‌خورد. بررسی الگوی مکانی درختان طی مراحل تحولی در توده‌های دست‌نخورده جنگل‌های کلاردشت نشان داد درحالی‌که تعداد درختان از مرحله اولیه به مرحله پوسیدگی رو به کاهش است، الگوی پراکنش درختان در مراحل اولیه، بلوغ و پوسیدگی به‌ترتیب خوشه‌ای شدید، تصادفی و خوشه‌ای ضعیف است. لازم به‌ذکر است که در پژوهش مورداشاره توسط Akhavan و همکاران (۲۰۱۰) نیز نتایج مطالعات کورپل اساس کار قرار گرفته بود. پژوهش پیش‌رو با هدف شناسایی مرحله‌ها و فازهای مختلف در روند فعلی پویایی توده‌های آمیخته راش انجام شد.

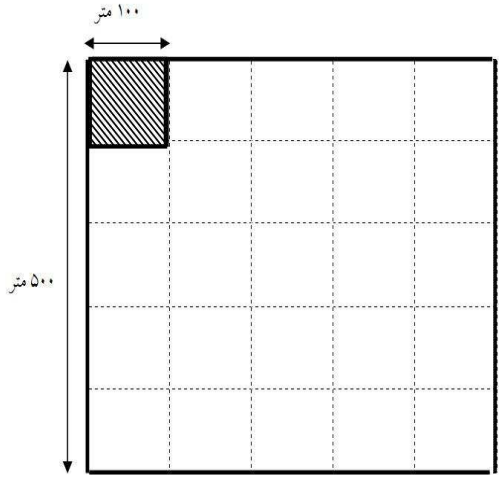
مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

رویشگاه‌های موردمطالعه در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود واقع در ۷ کیلومتری شرق نوشهر و در غرب استان مازندران بین ′۲۷ °۳۶ و ′۴۰ °۳۶ عرض شمالی و بین ′۳۲ °۵۱ و ′۴۳ °۵۱ طول شرقی واقع شده‌اند. این جنگل از شمال به نوار ساحلی و روستای خیرودکنار و از جنوب به ییلاقات و روستای کلیک محدود می‌شود. رویشگاه‌های موردمطالعه با توجه به سابقه مدیریتی و عدم انجام نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی، تشابه تیپ و شرایط رویشگاهی از بخش گرازبن این جنگل انتخاب شد. در این بخش از جنگل خیرود حجم متوسط درختان براساس آماربرداری صددرصد، ۳۳۸ سیلو (Marvie Mohadjer *et al*., 2009) و براساس مطالعه پویایی توده در یک منطقه ۷۵ هکتاری در پارسل‌های ۳۱۷، ۳۱۸ و ۳۱۹ انجام شد.

روش اجرای پژوهش

آماربرداری در سه مرحله در یک دوره سه ساله شامل مطالعه اولیه در تابستان ۱۳۸۷، برداشت‌های اصلی در تابستان ۱۳۸۸ و مطالعات تکمیلی در تابستان ۱۳۹۰ انجام شد. پس از جنگل‌گردشی‌های اولیه در راشستان‌های جنگل خیرود، قسمت‌های کمتردست‌خورده در بخش گرازبن به‌شکل انتخابی تعیین و سپس اقدام به پیاده‌کردن سه قطعه‌نمونه ۲۵ هکتاری شد. انتخاب سطح ۲۵ هکتاری براساس ایده جنگل پایدار و مطالعه پویایی توده‌ها بود (Korpel, 1982; Koop, 1989; Piovesan *et al*., 2005). این قطعات دارای ابعاد ۵۰۰ ×۵۰۰ متر بودند که هر یک از این قطعات‌نمونه ۲۵ هکتاری در قالب قطعات کوچک‌تر یک هکتاری (۱۰۰×۱۰۰ متر) برای تعیین تعلق هرکدام به فازهای مختلف آماربرداری شد (شکل ۱). برای مطالعه ساختار توده در جنگل‌های مشابه اغلب از قطعات یک هکتاری استفاده می‌شود (Sagheb-Talebi & Schütz, 2002; Korpel, 1982; Fallah, 2001).



شکل ۱- شمای کلی قطعات‌نمونه بزرگ (۲۵ هکتاری) و کوچک (یک هکتاری)

در قطعات‌نمونه برای کلیه درختان (آماربرداری صددرصد) دارای قطر برابرسینه بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر مشخصه‌هایی چون نوع گونه، قطر برابرسینه، اشکوب‌بندی و درجه تاج‌پوشش اندازه‌گیری و ثبت شد. تعداد و گونه درختان با قطر برابرسینه کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر نیز یادداشت شد. پس از تکمیل برداشت داده‌های مربوط به ساختار توده در قطعات‌نمونه یک هکتاری در سطح ۷۵ هکتار، مشخصه‌های جنگل پایدار یا متعادل در شرایط طبیعی و مساحت کافی برآورد و براساس آن، دوری و نزدیکی هر یک از قطعات نسبت به ساختار توده‌ها در جنگل پایدار در مرحله کلیماکس جوامع راش بررسی شد. جنگل پایدار قطعه‌نمونه‌ای با مساحت حداقل و با کمترین دخالت و تغییر با منشأ انسانی است که به پایداری زیستی با محیط و آشوب‌های موجود رسیده است. برای جنگل‌های پهن‌برگ راش و بلوط این سطح بین ۲۵ تا ۴۰ هکتار برآورد شده است (Korpel, 1982; Koop, 1989; Piovesan *et al.*, 2005).

توزیع درختان در طبقات قطری، متوسط و میانه قطر، حجم سرپای درختان، درختان قطورتر از یک متر، تعداد درختان با قطر برابرسینه کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر، حجم، کیفیت و توزیع خشکه‌دارها در طبقه‌های قطری تعداد، میانگین و دامنه مساحت روشنه‌ها و نیز زادآوری در سطح قطعات‌نمونه به‌عنوان مشخصه‌های اثرگذار در تعیین و تفکیک فازهای مختلف در هر یک از قطعات یک هکتاری و نیز در سطح جنگل پایدار برآورد و موردمقایسه و ارزیابی قرار گرفتند.

تحلیل آماری داده‌ها

در پژوهش پیش‌رو برای تحلیل نتایج و تعیین حدود معنی‌داری از محیط‌های نرم‌افزاری مختلفی استفاده شد. محاسبات آماری مربوط به پارامترهایی نظیر میانگین در محیط SPSS و در مواردی با Excel انجام شد. برای تفکیک گروه‌های با مشخصه‌های دارای تشابه از آزمون رسته‌بندی استفاده شد. با توجه به ماهیت داده‌ها و اهداف این تحقیق از روش آنالیز تطبیق متعارفی CCA در محیط نرم‌افزاری CANOCO استفاده شد. در مواردی که نیاز به تعیین پیروی داده‌ها از توزیع نرمال بود، از آزمون کولموگروف- سمیرنوف استفاده شد.

نتایج

در این مطالعه تعداد ۱۳۶۲۳ درخت با قطر برابرسینه بیشتر از ۷/۵ سانتی متر در مساحت ۷۵ هکتار اندازه‌گیری شد. متوسط حجم در هکتار ۳۸۶ مترمکعب و متوسط تعداد درختان ۱۸۹ اصله در هکتار محاسبه شد، هرچند که در برخی موارد حجم سرپا در توده‌های آمیخته تا بیشتر از ۷۰۰ مترمکعب در هکتار نیز محاسبه شد. متوسط قطر و مدیان قطر درختان به‌ترتیب ۳۲/۳ و ۲۴/۳ سانتی‌متر به‌دست آمد. راش ۶۶/۱ درصد، ممرز ۱۹، پلت ۶/۱ و سایر گونه‌ها ۸/۸ درصد از فراوانی درختان را تشکیل می‌دادند (جدول ۱). راش به‌تنهایی ۷۶ درصد و پلت، ممرز و سایر گونه‌ها نیز به‌ترتیب ۶/۲، ۸/۴ و ۹/۴ درصد از حجم سرپای جنگل در قطعات‌نمونه را تشکیل می‌دادند (جدول ۱). سایر گونه‌ها در قطعات‌نمونه شامل شیردار، توسکا، نمدار، بلندمازو و ملج بودند.

همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است، در جنگل موردمطالعه و سطح ۷۵ هکتار، رابطه ۱ برای توزیع درختان

در طبقات قطری برآورد شد:

$$Y = 27/169 \times e^{-0/038\,x}$$

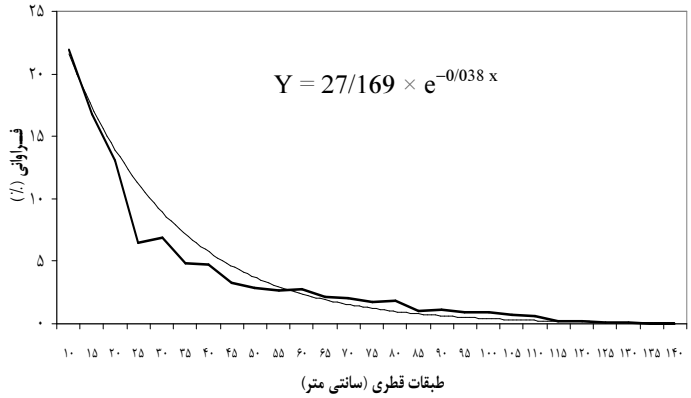
رابطه ۱

که در آن: Y تعداد در طبقات قطری به‌ازای قطر معین x

می‌باشد. مدل برآوردی دارای ضریب‌تبیین ۰/۹۸ بوده و در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد (شکل ۲).

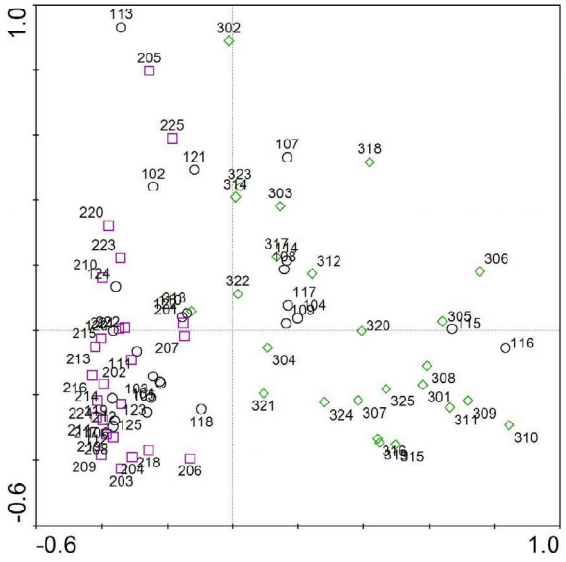
جدول ۱- تعداد و حجم در هکتار گونه‌های غالب در منطقه موردمطالعه در مساحت ۷۵ هکتار

گونه	تعداد در هکتار		حجم		حداکثر قطر
	شمار	درصد	متر مکعب	درصد	(سانتی متر)
راش	۱۱۷	۶۶/۱	۲۸۱	۷۶/۰	۱۷۸
ممرز	۳۵	۱۹/۰	۳۱	۸/۴	۱۲۳
پلت	۲۰	۶/۱	۴۱	۶/۲	۱۴۲
سایر	۱۷	۸/۸	۳۳	۹/۴	۱۲۳
مجموع	۱۸۹	۱۰۰	۳۸۶	۱۰۰	–



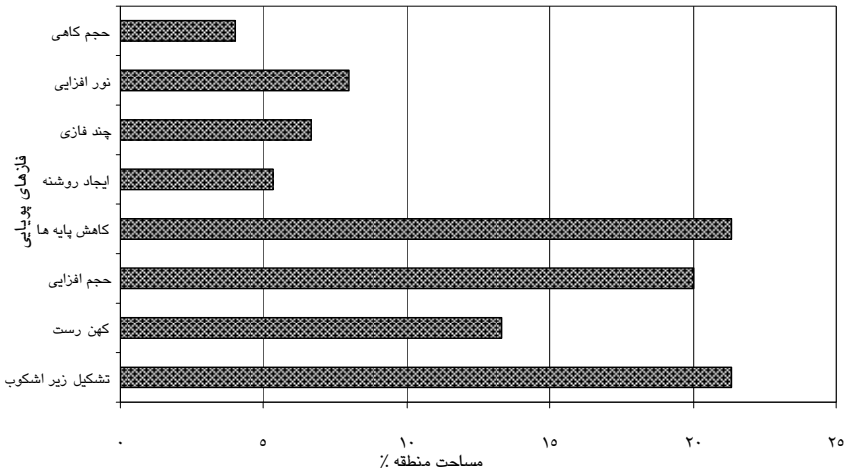
شکل ۲ – پراکنش درختان در طبقات قطری در بخش گرازبن در مساحت ۷۵ هکتار

پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به ساختار توده، گروه‌های مختلف ازنظر شباهت‌ها و تفاوت‌ها در پارامترهای مختلف آماری نظیر متوسط و مدیان قطر یا تعداد روشنه‌ها و درصد بازشدن تاج در هر قطعه‌نمونه توسط روشنه‌ها و یا سایر عوامل، شناسایی شدند. با استفاده از روش آنالیز تطبیق متعارفی (CCA)، موقعیت قطعات‌نمونه مختلف نسبت به یکدیگر مشخص شد (شکل ۳). براساس این آزمون مشخص شد که متغیرهای روشنه‌ها و استقرار زادآوری (نهال‌های با ارتفاع بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر) بیشترین تغییرپذیری را بین گروه‌های مختلف ایجاد می‌کنند. در ادامه با توجه به مقدار کمی هر یک از متغیرها و نیز مقایسه منحنی‌های پراکنش درختان در طبقات قطری در جنگل پایدار با هر یک از قطعات‌نمونه، فازهای مختلف شناسایی شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در محیط‌های نرم‌افزاری و مقایسه قطعات‌نمونه مختلف با منحنی جنگل پایدار، در مجموع هشت فاز اصلی در مسیرهای پویایی توده‌های راش شناسایی شد، هرچندکه نتایج نشان داد برخی از آن‌ها قابلیت تفکیک به چرخه‌های کوچک‌تر نظیر فاز درونی پیش‌بلوغ در فاز بلوغ را دارند. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مسیرهای پویایی در نشانه‌گذاری و در مدیریت جنگل‌شناسی توده‌های آمیخته راش به کار رود.



شکل ۳- گروه‌های مختلف شناسایی‌شده براساس روش آنالیز تطبیق متعارفی در محیط نرم‌افزاری CANOCO، اعداد نشان‌دهنده شماره قطعات‌نمونه در سه قطعه‌نمونه بزرگ هستند.

شکل ۴ مقایسه مساحت‌های اشغال‌شده توسط فازهای مختلف در توده‌های آمیخته راش را نشان می‌دهد. مراحل شناسایی‌شده تحت‌عنوان‌های مراحل افزایش حجم، انباشت حجم و دگرگونی حجم توده نام‌گذاری شدند. مرحله افزایش حجم شامل فازهای زادآوری و تشکیل زیراشکوب مرحله انباشت حجم شامل فازهای کاهش پایه‌ها، نورافزایی و بلوغ و مرحله دگرگونی حجم شامل فازهای تشکیل روشنه، کهن‌رست و حجم‌کاهی است.



شکل ۴- مقایسه مساحت فازهای مختلف در کل ۷۵ هکتار

در مواردی تحت آشوب‌های متعدد و نامنظم پویایی توده در مساحت‌های کوچک‌تر رخ می‌دهد و امکان نام‌گذاری در سطح توده‌های یک هکتاری میسر نیست و از عنوان فاز آمیخته یا چندفازی در مراحل تکامل بینابینی

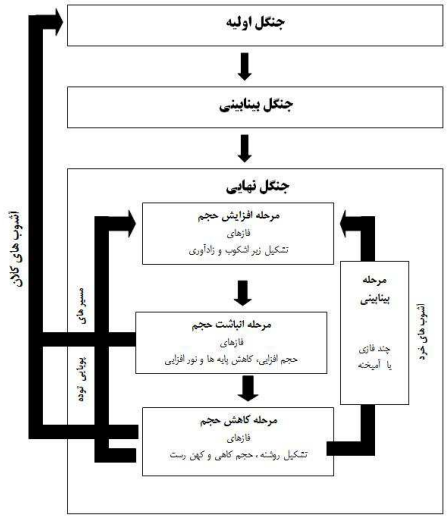
استفاده شد. مشخصه‌های هر یک از فازهای توسعه توده شناسایی‌شده در مرحله اوج (کلیماکس) در جدول ۲ مشاهده می‌شود که بر این اساس تفاوت‌های ساختاری اصلی در بین فازها نشان داده شده است. فازهای شناسایی‌شده شامل فازهایی هستند که در سه مرحله شامل مراحل ابتدایی و میانی و انتهایی توالی جنگل‌ها مشاهده می‌شوند، که هر یک از این مرحله‌ها به مرحله‌های کوچک‌تر، فازها و چرخه‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شوند. شکل ۵ الگویی از این مراحل مختلف توالی را نشان می‌دهد.

مطابق شکل برای توالی جنگل‌های راش آمیخته جنگل‌های اولیه، بینابینی و نهایی درنظر گرفته شد که مرحله نهایی وضعیت غالب جنگل‌های راش در شمال کشور است. الگوی توسعه توده‌های آمیخته راش براساس مطالعه فعلی و در مرحله نهایی تکامل توده‌های جنگلی در شکل ۶ نشان داده شده است. فلش‌ها نشان‌دهنده مسیرهای توسعه توده (جنگل شناسی) است که با توجه به کیفیت و نوع آشوب‌های محیطی در هر ناحیه تعیین می‌شود.

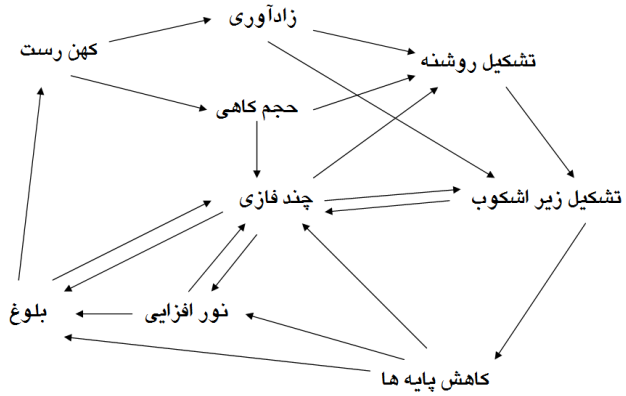
جدول ۲- مقایسه فازهای مختلف شناسایی‌شده در توده‌های آمیخته راش در بخش گرازبن، جنگل خیرود

فازهای تکاملی	تعداد در هکتار	قطر مدیان (سانتی‌متر)	متوسط حجم (مترمکعب)		استقرار زادآوری (درصد)	شاخص روشنه * (درصد)
			زنده	خشک		
تشکیل زیراشکوب	۲۱۰	۲۱/۹	۳۶۳	۲۱/۶	۲۱/۴	۵/۵
کهن‌رست	۱۷۷	۳۲	۴۸۴	۲۵/۶	۸/۹	۴/۸
بلوغ	۱۵۵	۲۷/۷	۳۳۸	۱۳/۵	۷	۲/۷
کاهش پایه‌ها	۱۳۹	۲۴/۴	۲۶۱	۱۳	۲/۷	۳/۷
ایجاد روشنه	۱۴۵	۲۴	۳۱۱	۲۳	۱۲	۱۵/۸
چندفازی	۱۴۰	۲۴	۲۴۳	۳۴	۲/۷	۶
نورافزایی	۱۶۶	۲۶	۲۹۳	۱۶	۴/۲	۷/۵
حجم‌کاهی	۱۷۴	۲۵	۳۴۱	۶۱	۱/۱	۵/۸

* شاخص روشنه نشانگر میزان سطح بازشده در توده از طریق ایجاد روشنه در تاج‌پوشش درختان است.



شکل ۵ – الگوی توالی و پویایی توده‌های آمیخته راش در بخش گرازبن خیرود



شکل ۶- الگوی تکامل توده آمیخته راش در بخش گرازبن خیرود

بحث

درارتباط با مشخصه‌های کمی راش در داخل کشور مطالعات مختلفی انجام شده است. اولین نتایج منتشرشده در ارتباط با مشخصه‌های کمی توده‌های راش، مربوط به جنگل‌های راش سنگده می‌باشد که براساس نتایج آن، پراکنش درختان در طبقات قطری چهار سانتی‌متری به‌شکل نمایی کاهنده است. همچنین در این جنگل تعداد در هکتار ۳۶۰ و حجم متوسط ۳۵۰/۶ مترمکعب می‌باشد و راش ۷۰/۵ درصد تعداد و ۷۸/۳ درصد حجم سرپا را تشکیل می‌دهند (Nedyalkov & Asli, 1971) که مشابه نتایج این تحقیق است، با این تفاوت که در گرازبن حجم سایر گونه‌ها بیشتر است.

براساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش پیش‌رو و مقایسه قطعات‌نمونه مختلف با منحنی جنگل پایدار، در مجموع هشت فاز اصلی در مسیرهای پویایی توده‌های راش شناسایی شد. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مسیرهای پویایی در نشانه‌گذاری و در مدیریت توده‌های آمیخته راش به‌کار رود. در مرحله نهایی توالی جنگل به‌شدت پویا بوده و توده با گذشت زمان و تحت‌تأثیر آشوب‌های پیرامونی به‌طور دائم در حال تغییر است و مراحل پویایی متفاوتی در آن دیده می‌شود. مطابق الگوی ارائه‌شده مرحله انتهایی توالی جنگل ثابت نیست و دائم در حال تغییر است. این پویایی در سه مرحله افزایش، انباشت و دگرگونی حجم رخ می‌دهد.

در جنگل‌های راش اسلواکی مطالعات مشابهی توسط Korpel (۱۹۸۲) انجام شده است که طی آن مراحل مشابهی تفکیک شد و اغلب براساس ساختار جنگل نام‌گذاری شدند. در مطالعه فعلی به‌نظر می‌رسد فازهای متفاوتی در جنگل‌های راش شرقی وجود دارد، نظیر عدم وجود فاز پوسیدگی یا تخریب در سطح توده و یا نام‌گذاری فاز تشکیل روشنه در جنگل‌های راش شرقی برمبنای شیوه تجدیدحیات و وابستگی مراحل تحولی راش به روشنه‌های با مساحت کم (Sefidi *et al.*, 2011b). فازهای مشابهی در جنگل‌های راش در اروپا توسط Leibundgut (۱۹۵۹)، Zukrigl و همکاران (۱۹۶۳)، Müller-Dombois (۱۹۸۷)، Oliver & Larson (۱۹۹۶)، Mayer و همکاران (۱۹۸۷) و Emborg و همکاران (۲۰۰۰) شناسایی شده است. تفاوت دیگر، تأکید مطالعات اروپایی‌ها بر سن توده و در مواردی تعیین فازها برحسب سن و در اندازه مساحت معین بوده است که در مطالعه فعلی تأکید روی ناهمسالی توده و وقوع توالی در سطح توده است. در جنگل‌های شمال مطالعات گذشته مبتنی بر نتایج مطالعه کورپل و مراحل تحولی در جنگل‌های راش اروپا بوده است (Hassani & Amani, 2010; Mattaji & Sagheb-Talebi, 2007; Delfan Abazari *et al.*, 2007; Akhavan *et al.*, 2010) و پژوهشی با هدف شناسایی فازهای پویایی توالی در این جنگل‌ها انجام نشده است.

شکل ۶ الگوی توسعه توده‌های آمیخته راش براساس

مطالعه فعلی را نشان می‌دهد. فاز تشکیل روشنه نقطه آغازین پویایی توده‌های جنگلی در شرایط طبیعی است که طی آن با ایجاد روشنه در تاج‌پوشش درختان فرصت رشد طولی برای نهال‌ها فراهم می‌شود (Mousavi *et al.*, 2003; Sefidi *et al.*, 2011b)، نکته مهم استقرار نهال‌ها قبل از رسیدن درختان توده به این فاز است. اغلب استقرار نهال‌ها در کف جنگل در طول مراحل تکاملی (تحولی) و به‌ویژه در فاز کهن‌رست و بلوغ رخ می‌دهد.

در فاز تشکیل روشنه بیشتر توده حجم سرپای بالایی دارد و بیشترین حجم درختان زنده در طبقات قطری ۸۰ تا ۱۵۰ حضور دارد. تعداد در هکتار درختان کم و زادآوری در کف جنگل وجود دارد. توده بیشتر از یک اشکوب درختی دارد؛ حجم قابل‌توجهی از درختان زنده درحال تبدیل‌شدن به خشکه‌دارها هستند؛ تعداد خشکه‌دارها کم ولی حجم آن‌ها با توجه به ابعاد درختان زیاد است و اغلب در مراحل ابتدایی پوسیدگی قرار دارند. منحنی پراکنش درختان در این فاز کاهنده است، اما بخش قابل‌توجهی از درختان در طبقات قطری بیشتر از ۱۰۰ سانتی‌متری حضور دارند که درحال حذف از توده هستند، هرچند که تعدادی از این درختان همراه با توسعه توده جدید در توده مانده با آنها همراه می‌شوند. این فاز با رشد درختان کناری و اشغال فضای روشنه و رشد ارتفاعی نهال‌های زیراشکوب پایان می‌یابد. فاز زادآوری نیز در آشوب‌های کلان که منجر به حذف توده می‌شود مشاهده می‌شود، اما اغلب در توده‌های ناهمسال در جنگل‌های طبیعی این فاز دیده نمی‌شود. شروع فرایند پویایی توده‌های راش با ایجاد روشنه‌ها رخ می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد فرایند تشکیل روشنه در جنگل‌های راش شرقی اغلب با افتادن یک و یا دو درخت رخ می‌دهد (Delfan Abazari *et al.*, 2007; Sefidi *et al.*, 2011b; Parhizkar *et al.*, 2011) و اغلب روشنه‌ها دارای مساحت کوچک و یا متوسط (مدیان ۱۷۶ مترمربع) است که در جنگل راش اروپا (Nagel *et al.*, 2010) نیز نتایج مشابهی برای استقرار راش گزارش شده است. چنین فرایندی نشان می‌دهد، شیوه‌های جنگل‌شناسی مبتنی بر برداشت یک و یا دو درخت و بازشدن تاج در مقیاس‌های کوچک همگام با طبیعت و روال مرسوم تجدیدحیات توده‌ها است، بنابراین شیوه‌های تک‌گزینی و گروه‌گزینی برای مدیریت این توده‌ها قابل‌توصیه است. مطالعه توالی توده‌های راش شرقی نشان می‌دهد، شیوه‌های جنگل‌شناسی برش یکسره، نواری، پناهی و حتی فمل‌اشلاگ با توسعه طبیعی این توده‌ها تطابق ندارد و درحقیقت شیوه‌هایی دور از طبیعت در جنگل‌های راش شرقی محسوب می‌شوند، هرچند که درمیان این شیوه‌ها فمل‌اشلاگ به روند طبیعی توسعه توده در این جنگل‌ها نزدیک‌تر است.

ایجاد روشنه‌ها فرصت رشد ارتفاعی به نهال‌ها به‌ویژه نهال‌های راش رشدکرده در سایه درختان مادری را می‌دهد تا از این طریق تشکیل زیراشکوب دهند. در فاز تشکیل زیراشکوب حجم سرپا در بیشتر موارد بیش از متوسط است که علت آن حضور درختان قطور نسل قبلی است. منحنی پراکنش درختان به‌شدت نزولی است و بیشترین حضور در طبقات ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر است که در ادامه منحنی به‌شدت سقوط می‌کند. تعداد در هکتار درختان نیز زیاد است و تعداد بسیار زیادی نهال‌های با ارتفاع بیشتر از ۱۳۰ سانتی‌متری وجود دارد که با ایجاد روشنه در فاز قبلی فرصت رشد ارتفاعی و تشکیل زیراشکوب را یافته‌اند. بیش از ۲۰ درصد نهال‌ها، ارتفاعی بیشتر از ۱۳۰ سانتی‌متر دارند. در ادامه با رشد طولی درختان توده وارد فاز کاهش پایه‌ها می‌شود که بیشترین میزان رقابت تاجی در این فاز رخ می‌دهد (Oliver & Larson, 1996). جنگل اغلب تک‌اشکوبه است و تاج‌پوشش کاملاً بسته است و با توجه به ابعاد درختان و کوچک‌بودن تاج، به‌محض حذف درختان در تاج، درختان کناری به‌سرعت فضای خالی را پر می‌کنند. در این حالت تعداد قابل‌توجهی درختان کم‌قطر که با عبور از طبقات قطری ۱۰، ۱۵ و ۲۰ وارد طبقات قطری بالاتر شده‌اند، طی فرایند رقابت از توده حذف می‌شوند، بنابراین از ویژگی‌های بارز این فاز حضور تعداد زیاد خشکه‌دارهای کم‌قطر است. هرچند که به‌سرعت پوسیده شده و حذف می‌شوند، بنابراین حجم زیادی ندارند. در این حالت امکان ایجاد روشنه در

تاج با حذف درختان باقی‌مانده از نسل‌های قبلی باعث نورافزایی دوباره توده‌ها می‌شود. در فاز نورافزایی توده اغلب شرایط فاز کاهش پایه‌ها را دارند با این تفاوت که تعدادی از درختان نسل قبلی که دارای تاج بزرگ‌تری هستند، توسط برخی از آشوب‌های محیطی حذف و ضمن ایجاد روشنه‌های جدید، نور زیادی وارد توده می‌شود که امکان رشد، جایگزینی برخی از گونه‌ها را با یکدیگر می‌دهد و اغلب نهال‌های گونه‌های بردبار به سایه نظیر راش که در روشنه‌های با ابعاد کوچک‌تر برای استقرار آن‌ها دارای مطلوبیت است (Wagner *et al.,* 2010) امکان صعود ارتفاعی فراهم می‌کند. با ادامه رشد، درختان وارد فاز بلوغ می‌شوند. در این فاز بیشترین رشد قطری رخ داده و انباشت حجم در توده‌های جنگلی اتفاق می‌افتد.، در متون کلاسیک اغلب این فاز وجود دارد و تحت‌عنوان فاز اپتیمال یا بلوغ از آن یاد می‌شود (Emborg *et al.*, 2000; Peterken, 1996; Korpel, 1982; Zukrigl *et al.*, 1963; Leibundgut,1993). در این فاز رشد ارتفاعی تا حدودی ثابت شده و رشد قطری درختان افزایش می‌یابد. تاج بسته است و جنگل اغلب یک یا دواشکوبه است، بیشترین حضور درختان در طبقات قطری میانی است که منجر به بالا آمدن منحنی پراکنش درختان در طبقات قطری میانی می‌شود. حجم و تعداد خشکه‌دارها کم و اغلب در مراحل پیشرفته‌تری از پوسیدگی قرار دارند. زادآوری بسیار کمی در جنگل به‌چشم می‌خورد. بیشترین حجم در طبقات قطری میانی است و درکل حجم توده زیاد است، اما در حال رسیدن به‌میزان بیشینه خود است که اغلب در فاز بعدی مشاهده می‌شود. در ادامه توده وارد فاز کهن‌رست می‌شود که دارای بیشترین حجم و قطورترین درختان است. در این فاز تعداد قابل‌توجهی از درختان از طبقات قطری میانی به طبقات قطری بالا (بیش از ۸۰ سانتی‌متری) منتقل می‌شوند. حجم بیشینه و تعداد در هکتار در کمترین میزان است. پرحجم‌ترین توده‌ها (بیش از ۷۰۰ مترمکعب) و کمترین تعداد درختان در هر هکتار (۷۸ اصله) در این فاز مشاهده می‌شود. ساختار جنگل دواشکوبه است. برخی از درختان با رسیدن به سن دیرزیستی تبدیل به خشکه‌دار می‌شوند، چنانچه تعداد زیادی از این درختان از توده حذف شوند، توده به فاز تشکیل روشنه جابجا می‌شود و پویایی توده از سر گرفته می‌شود.

وقوع آشوب‌های کلان نظیر طوفان‌های شدید یا بیماری‌هایی که منجر به افتادن چندین درخت در توده می‌شوند، می‌تواند توده را با کاهش شدید و آنی حجم به‌سمت فاز حجم‌کاهی سوق دهند که در این حالت بخش زیادی از حجم سرپا به خشکه‌دارهای سرپا و افتاده تبدیل می‌شوند. در این فاز جنگل حجم سرپای متوسط یا زیادی دارد، اما حجم بسیار زیادی از درختان سرپا بر اثر وقوع آشوب‌ها به حجم پوسیده (در این مطالعه، ۸۱ متر مکعب معادل ۳۰ درصد حجم سرپا) تبدیل می‌شوند و افت ناگهانی حجم و کاهش درختان قطور در توده مشاهده می‌شود. در برخی متون کلاسیک جنگل‌شناسی (Leibundgut, 1993; Korpel, Emborg *et al.,* 2000; Zukrigl *et al.,* 1963; 1982; Peterken, 1996) و مطالعات انجام‌شده در ایران (Hassani & Amani, 2010; Mattaji & Sagheb-Talebi, 2007; Delfan Abazari *et al.*, 2007; Sagheb-Talebi *et al*., 2003; Akhavan *et al*., 2010) از آن تحت‌عنوان پوسیدگی نام برده‌اند که فاز غالب توده‌های راش شرقی نیست، که علت پویایی جنگل‌های شمال ایران در قیاس با جنگل‌های راش اروپا است. بیش از ۷۰ درصد حجم خشکه‌دارها در توده‌های راش شرقی دارای پوسیدگی‌های مرحله پیشرفته سه و چهار هستند، درحالی‌که این رقم در توده‌های راش اروپایی در اسلواکی به حدود ۵۰ درصد می‌رسد (Kucbel *et al.*, 2010) و ازطرفی در دمای متوسط بالای ۱۲ درجه سانتی‌گراد با افزایش دما تجزیه چوب در طبیعت به‌شدت افزایش می‌یابد (Mackensen *et al.,* 2003). مطالعات در اروپا نشان می‌دهد پوسیدگی کامل درختان افتاده راش ۳۵ سال طول می‌کشد (Müller-Using & Bartsch, 2009) با توجه به نتایج مطالعات Alidadi (۲۰۰۳) در این ارتباط درختان افتاده راش در شمال ایران در قیاس با اروپا به‌سرعت از توده حذف و امکان تجمع

حجم زیاد درختان پوسیده در عمل مهیا نمی‌شود. در این حالت و یا پس از ماندن توده در فاز کهن‌رست با ایجاد روشنه‌های کوچک پویایی توده‌های راش دوباره شروع و ادامه می‌یابد. اغلب در تمامی این فازها درختان قطور (بزرگ‌تر از یک متر) حضور دارد که نشان‌دهنده همراهی نسل گذشته با نسل فعلی در طول فرایند توسعه توده است. در واقع توسعه توده با حذف کامل توده قبلی رخ نمی‌دهد و همواره در درختان کهنسال در کنار توده در حال توسعه وجود دارند، هرچند که در ادامه جای خود را به درختان نسل جدید می‌دهند. نکته مهم این است که در طبیعت تفکیک فازهای مختلفی به‌راحتی امکان‌پذیر نیست و مستلزم ترسیم منحنی پراکنش درختان در طبقات قطری مختلف در توده پایدار و منحنی توده موردمطالعه و تجربه کافی است. در محیط طبیعی مرز بین فازهای توالی در توده‌های مختلف به‌آسانی قابل‌تفکیک نیست و اغلب فازها به شکل درهم کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و با توجه نوع آشوب‌ها، فرایند توالی در مقیاس‌های مکانی و زمانی مختلفی اتفاق می‌افتد (Barnes *et al*., 1998). فازهای تکاملی در مقیاس‌های معین براساس شیوه‌های مدیریتی و جنگل‌شناسی تعیین می‌شوند و در این سطوح به‌آسانی قابل‌تفکیک هستند، که این به معنی شناسایی فاز غالب در توده است و پویایی توده‌ها در مرحله نهایی توالی جنگل در توده و نه در مساحت‌های معین اتفاق می‌افتد. مدیریت برمبنای فازهای پویایی توده منجر به انتخاب شیوه‌های جنگل‌شناسی مناسب و اجرای به‌هنگام عملیات‌های پرورشی در توده می‌شود. دخالت‌های جنگل‌شناسی یا آشوب‌های دیگر نظیر چرای شدید دام منجر به جابجایی فازها در طبیعت می‌شود که شناخت هم‌زمان فازها و آشوب‌های محیطی می‌تواند مبنایی بر مدیریت همگام با طبیعت توده‌ها باشد.

References

- Akhavan, R., Sagheb-Talebi, Kh., Hassani, M. and Parhizkar, P. 2010. Spatial patterns in untouched beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands over forest development stages in Kelardasht region of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(2): 322-336 (In Persian).
- Alidadi, F. 2013. Decay dynamic of beech and hornbeam dead trees in the kheiroud Forests. M.Sc. thesis, University of Tehran, 95p (In Persian).
- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton. S.R. and Spurr, S.H. 1998. Forest Ecology. 5th edition, Wiley, New York.
- Delfan Abazari, B., Sagheb-Talebi, Kh. and Namiranian, M. 2007. Regeneration gaps and quantitative characteristics of seedlings in different development stages of undisturbed beech stands (Kelardasht, Northern Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 12(2): 302-306 (In Persian)..
- Delong, S.C. and Kessler, W.B. 2000. Ecological characteristics of mature forest remnants left by wildfire. Forest Ecology and Management, 131: 93-106.
- Emborg, J. 2000. Under storey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. Forest Ecology and Management, 106: 83-95.
- Fallah, A., Zobeiri.M., Jazireiee, M.H. and Marvie Mohadjer, M.R. 2001. Invesitigation on structure of natural beech stands in kheyroud forest. Iranian Journal of Natural Resources, 53(1): 251-260 (In Persian).
- Hassani, M. and Amani, M. 2010. Investigation on structure of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand at optimal stage in Sangdeh forest. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(2): 163-176 (In Persian).
- Heiri, C., Wolf, A., Rohrer, L. and Bugmann, H. 2009. Forty years of natural dynamics in Swiss beech forests: structure, composition, and the influence of former management. Ecological Applications, 19(7): 1920-1934.
- Korpel, S. 1982. Degree of equilibrium and dynamic change of the forest an example of natural forest of Slovakia, Act Faculties Forestails, Zvolen, Cezchoslovakia, 24:9-30.
- Korpel, S. 1995. Die Urwald der Westkarpaten.Gustav ficher velg, Stuttgart, 310p.
- Koop, H. 1989. Forest Dynamics: SILVI-STAR. A Comprehensive Monitoring System. Springer-Verlag, Berlin.

- Kucbel, S., Jaloviar, P., Saniga, M., Vencurik, J. and Klimas, V. 2010. Canopy gaps in an old-growth fir-beech forest remnant of Western Carpathians. European Journal of Forest Research, 129: 249-259.
- Leibundgut, H. 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweizerische Zeitsschrift für Forstwesen 110: 111-124 (In German).
- Leibundgut, H. 1993. Europaeische urwaelder. Hauptverlag, Bern, 350p (In German).
- Mackensen, J., Bauhus, J. and Webber, E. 2003. Decomposition rates of coarse dead wood a review with particular emphasis on Australian tree species. Australian Journal of Botany, 51:27-37.
- Marvie Mohadjer, M.R., Zobeiri, M., Etemad, V. and JourGholami, M. 2009. Performing the single selection method at compartment level and necessity for full inventory of tree species (Case study: Gorazbon district in Kheyrud Forest). Iranian Journal of Natural Resources, 61(4): 889-908 (In Persian).
- Mayer, H., Zukrigl, K., Schrempf, W. and Schlager, G. 1987. Urwaldreste, Naturwaldreservate und Schützenswerte Naturwälder in Österreich. Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur, Wien (In German).
- Mattaji, A. and Namiranian, M. 2002. Invesitigation on structure and developmental trend of natural beech stands,Northern Iran. Iranian Journal of Natural Resources, 55(14): 531-541 (In Persian).
- Mattaji, A. and Sagheb-Talebi, Kh. 2007. Development stages and dynamic of two oriental beech communites at natural forests of Kheiroud. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(4): 398-416 (In Persian).
- Mousavi, S.R., Sagheb-Talebi, Kh., Tabari, M. and Pourmajidian, M.R. 2003. Determination of gap size for improvement of beech (*Fagus orientalis*) natural regeneration. Iranian Journal of Natural Resources, 56(1): 39-48 (In Persian).
- Müller-Dombois, D. 1987. Natural dieback in forests. Bioscience, 37: 575-583.
- Müller, S.U. and Bartsch, N. 2009. Decay dynamic of coarse and fine woody debris of a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Germany. European Journal of Forest Research, 128:287-296.
- Nagel, T.A., Svoboda, M., Rugani, T. and Diaci, J. 2010. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth Fagus–Abies forest of Bosnia Herzegovina. Plant Ecology, 208: 307-318.
- Nedyalkov, S. and Asli, A. 1971. Study of virgin beech stands profile in Sangdeh Forest. Iranian Journal of Natural Resources, 24: 2-28 (In Persian).
- Oliver, C.D. and Larson, B.C. 1996. Forest Stand Dynamics. Wiley, New York, 520p.
- Parhizkar, P., Sagheb-Talebi, Kh., Mataji, A., Nyland, R. and Namiranian, M. 2011.Silvicultural characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps. Forestry, 84: 177-185.
- Piovesan, G., Di Filippo, A., Alessandrini, A., Biondi, F. and Schirone, B. 2005. Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth Fagus forest in the Apeninnes. Journal of Vegetation Science, 16: 13-28.
- Peterken, G.F. 1996. Natural Wood Land Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sagheb-Talebi, Kh. and Schutz, J.P. 2002. The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis*) forests in the Caspian region of Iran and potential for the application of the group selection system. Forestry, 75: 465-472.
-Sagheb-Talebi, Kh., Delfan Abazari, B. and Namiranian, M. 2003. Description of the decay stage in a naural oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest in Iran, reliminary esults. In: Commarmot & Hamor (Eds.) Natural Forests in the Temperate Zone of Europe alues and Utilisation. Proceedings of IUFRO International Conference,. Mukachevo, Kraine, 130-134.
- Sagheb-Talebi, Kh., Mattaji, A. and Zahedi Amiri, Gh. 2004. Stand structure and development stages in two different forest communities of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in northern Iran. In: Sagheb-Talebi, Kh., Madsen, P. & Terazawa (Eds.) Improvement and Silviculture of Beech. Proceedings from the 7th International Symposium, IUFRO Research Group 1.10.00. Tehran, Iran, May 10-20. 2007: 101-104.
- Sagheb-Talebi, Kh., Delfan-Abazari, B. and Namiranian, M. 2005. Regeneration process in

1099.
- Standovart, T. and Kenderse, K. 2003. A review on natural stand dynamics in beechwoods of East Central Europe. Applied Ecology and Environmental Research, 1: 19-46.
- VonGadow, K. 2005. Forsteinrichtung: Analyse und Entwurf der Waldentwicklung, universitätsverlag Göttingen, 342p (In German).
- Vrška, T., Libor, H., Adam, D., Kolar, T. and Janik, D. 2009. European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians developmental cycle or a linear trend induced by man? Forest Ecology and Management, 258: 347-356.
- Wagner, S., Collet, C., Madsen, P., Nakashizuka, T., Nyland, R.D. and Sagheb-Talebi, Kh. 2010. Beech regeneration research: From ecological to silvicultural aspects. Forest Ecology and Management, 259: 2172-2182.
- Zukrigl, K., Echardt, G. and Nather, J. 1963. Standortskundliche und Waldbauliche Untersuchungen in Urwalderesten der nielderöstrreichischen kalkalpen. Mitteilungen der Forestbundes Versuchanstat. wein 62 (In German).

natural uneven-aged Caspian beech forests of Iran. Swiss Forestry Journal, 156(12): 477-480.
- Sagheb-Talebi, Kh., Mikazemi, Z., Akhavan, R., Karimidoost, A. Maghsoudloo, M.K. and Moghadasi, D. 2012. Some structural charactersitcs in the far east border of the distribution of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Stands. The 9th IUFRO International Beech Symposium, IUFRO Working Party "Ecology and Silviculture of Beech": 61-63.
- Sefidi, K. and Marvie-Mohadjer, M.R. 2010. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis*) forests of Northern Iran. Journal of Forest Science, 56: 7-17.
- Sefidi, K., Marvie-Mohadjer, M.R. Etemad, V. and Coppenheaver, C.A. 2011a. Stand characteristics and distribution of a relict population of Persian ironwood (*Parrotia persica* C.A. Meyer) in northern Iran. Flora, 206: 418-422.
- Sefidi, K., Marvie-Mohadjer, M.R., Mosandl, R. and Copenheaver, C.A. 2011b. Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran. Forest Ecology and Management, 262: 1094-

Late successional stage dynamics in natural Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in northern Iran (Case study: Gorazbon district of Kheiroud-Kenar experimental forest)

K. Sefidi[*1], M.R. Marvie Mohadjer[2], V. Etemad[3] and R. Mosandl[4]

1*- Corrsponding author, Assistant Prof., Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. Iran. E-mail: Kiomarssefidi@gmail.com
2- Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
3- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
4- Head of Institute of Silviculture, Technische Universität München, München, Germany.

Received: 02.10.2013 Accepted: 01.27.2014

Abstract

To study the beech stand dynamics followed by the definition of developmental phases in natural mixed beech stands, three sample plots, each covering 25 ha, were inventoried in undisturbed natural mixed beech (*Fagus oreintalis* Lipsky) stands in Kheiroud-Kenar experimental forest in the north of Iran. The plots were subdivided into 25 one-hectare subplots. Within each mail plot, the subplots were numbered from 1 to 25, within which a number of stand parameters including diameter, canopy gaps properties, natural regeneration and dead trees were recorded. In terms of late successional stage, three stages and eight phases were recognized. According to those, development of beech stands occur in three main stages including early, middle and late characterized by volume growing up, volume accumulations and volume transition terms. Various phases within those stages were recognized. The Growing up stage embraces gap forming, understory initiation and regeneration phases. As for the volume accumulations stage, volume stability, lightning and stem exclusion phases were recognized. Subsequently, the decline stage includes gap making, old growth and volume degradation phases. Some of those phases could be subdivided into small-scale cycles e.g. pre or late volume stability. Furthermore, the intermediate stage includes mixed phases which are mainly created by small-scale and frequent disturbances. The *F. orientalis* stand were covered to a major extent by phases of stem exclusion, volume stability and understory initiation. In other words, the beech stands are currently in the middle stage of development. Here, we attempted to prepare quantitative characteristics of each of the recognized phases. Finally we illustrated the developmental pattern of beech stands as well as related silvicultural pathways. Dynamics of oriental beech stands begin by formation small-sized gaps (often created by the fall of a single gap maker tree). This fact shows that the single tree selection method is a near-to--nature method within this area. Our findings emphasize that silvicultural methods and related treatments must be regulated based on stand developmental phases. This can lead to decrease the intensity of human intervention and to choose the most appropriate, timely treatments e.g. tree marking.

Key words: Forest stands development, stand dynamics, silvicultural pathways, disturbance phases, oriental beech.