جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۲، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۸
ص ۲۱۵-۲۲۶
DOI: 10.22059/jfwp.2019.287672.1012

ارزیابی فراوانی و تنوع درختان زیستگاهی و خشک‌دارها در فاز تحولی کهن‌رست: مطالعهٔ موردی در جنگل‌های راش غرب گیلان

کیومرث سفیدی[1*]، خسرو ثاقب طالبی[2]، سودابه نوبهار[3]

۱. دانشیار، گروه علوم جنگل، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲. دانشیار پژوهش، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳. دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۳، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۱

چکیده

در فاز تحولی کهن‌رست توده‌های راش، درختان زیستگاهی خردزیستگاه‌های متنوعی را برای جانداران در اکوسیستم‌های جنگلی فراهم می‌آورند. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کمی و کیفی درختان زیستگاهی در فاز تحولی جنگل‌های خالص راش در شفارود استان گیلان انجام گرفت. برای این منظور سه قطعه نمونهٔ یک‌هکتاری انتخاب و در هر قطعه، مشخصه‌های کمّی درختان زیستگاهی و خشک‌دارهای با حداقل قطر ۷/۵ سانتی‌متر شامل فراوانی، قطر برابرسینه (سانتی‌متر)، ارتفاع (متر) و درجهٔ پوسیدگی ثبت شد. نتایج نشان داد که از اشکال قابل انتظار خردزیستگاه‌ها، درختان زیستگاهیِ دارای شکاف تنه‌ای با ۳۱/۷ درصد، بیشترین فراوانی را داشتند و درختان دارای حفره، رویش غده‌ای (سرطانی) و رشد چنگالی یا شاخگی به‌ترتیب ۲۹/۳، ۲۴/۴ و ۱۴/۷ درصد فراوانی را به خود اختصاص دادند. در بین گونه‌های درختی، گونهٔ راش میزبان بیشترین تعداد خردزیستگاه بود. میانگین حجم خشک‌دار در این فاز تحولی ۳۷/۱ متر مکعب و میانگین شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون برای خردزیستگاه‌ها به‌ترتیب ۱/۹ و ۲/۷ به‌دست آمد. شاخص‌های یکنواختی مارگالف و پیلو نیز به‌ترتیب ۰/۸ و ۰/۹ برآورد شد. براساس نتایج، راش‌های بسیار قطور (قطر بیش از ۷۰ سانتی‌متر) بیشترین تعداد و تنوع خردزیستگاه‌ها را نشان می‌دهند. حضور درختان زیستگاهی با حجم و تنوع زیاد از ویژگی‌های اصلی این فاز است که باید به‌منظور حفظ خردزیستگاه‌ها در شکل‌های مختلف در تدوین و اجرای برنامه‌های حفاظتی و شیوه‌های جنگل‌شناسی مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پویایی توده، تنوع زیستی، درختان زیستگاهی، درختان دارای حفره، خردزیستگاه.

مقدمه

در طی روند تحولی توده‌های راش در مرحلهٔ انتهایی توالی، فاز کهن‌رست شناسایی شده است. در این فاز، جنگل دارای ساختار پیچیده‌ای است که در آن درختان کهنسال در بیشینهٔ رشد و با حجم و دیرزیستی زیاد مشاهده می‌شود و اغلب خشک‌دارها در این فاز در مراحل پیشرفتهٔ پوسیدگی در مرحله‌های سه و چهار هستند. براساس تحقیقات، حضور درختان زیستگاهی[1] با تنوع زیاد در نوع و تعداد از ویژگی‌های اصلی فاز کهن‌رست است [۱]. درختان زیستگاهی، درختان زنده‌ای تعریف می‌شوند که دارای دست‌کم یک مکان اکولوژیک همچون حفره‌های پوسیدگی روی تنه، شاخه‌های خشک و شکستگی شاخه به‌عنوان یک

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۷۲۶۴۰۶۶
Email: Kiomarssefidi@gmail.com

1. Habitat trees

زیستگاه خرد[1] باشند. درختان زیستگاهی میزبان جانورانی مانند دارکوب و گونه‌های دیگری از پرندگان و پستانداران کوچک هستند که آشیانهٔ خود را در تنهٔ درختان حفر می‌کنند. این درختان از منابع مهم تنوع در جنگل‌ها هستند و به همین دلیل نبود آنها می‌تواند حضور گونه‌های زیادی از جانوران و گیاهان را به مخاطره بیندازد. بر اساس تحقیقات، دست‌کم ۲۵ درصد گونه‌های جانوری در اکوسیستم‌های جنگلی به درختان زیستگاهی و خشک‌دارها وابسته‌اند. بر این اساس تعداد زیادی از درختان کهنسال در انتهای مرحلهٔ دیرزیستی خود، درخت زیستگاهی محسوب می‌شوند که با توجه به داشتن ویژگی‌هایی مانند قطر زیاد و پوست ضخیم، مستعد تشکیل انواع خردزیستگاه‌اند. تحقیق Ranius و همکاران [۲] نشان داد که فراوانی و تنوع خردزیستگاه‌ها، با افزایش قطر تنهٔ درختان افزایش می‌یابد. بر این اساس انتظار می‌رود در فاز کهن‌رست که با انباشت حجم زیاد خشک‌دار و حضور درختان کهنسال و دارای بیشینهٔ قطر همراه است [۱]، می‌توان شاهد حضور درختان زیستگاهی بود. برای مثال تحقیقات نشان داده است که با افزایش سن، امکان تشکیل حفره روی تنهٔ درختان بلوط افزایش می‌یابد [۲]. بر این اساس فقط حدود ۱ درصد از بلوط‌های با سن کمتر از ۱۰۰ سال، حفره‌های درونی عریض‌تر دارند، درحالی‌که در بلوط‌های ۲۰۰ تا ۳۰۰ ساله، احتمال شکل‌گیری آن ۵۰ درصد است و در درختان کهنسال‌تر از ۴۰۰ سال، اغلب شاهد شکل‌گیری حفره هستیم.

فاز کهن‌رست یکی از هشت فاز تحولی جنگل‌های راش است که در طی آن توده با عبور از مرحلهٔ بلوغ و جوانی وارد کهنسالی می‌شود و اغلب با حضور فراوان درختان در طبقات قطری بالا و خشک‌دارهای قطور همراه است. در این فاز، پوشش تاجی انبوه و حجم سرپای درختان بیشینه است [۱]. تودهٔ جنگلی در طی تحول در ساختار توده با عبور از فازهای تشکیل زیراشکوب و حجم‌افزایی به این فاز وارد می‌شود و با گذشت زمان از این فاز به فازهای حجم‌کاهی یا تشکیل روشنه انتقال می‌یابد. تحقیقات پرشماری در جنگل‌های هیرکانی به کمّی‌سازی ویژگی‌های ساختاری هر یک از فازهای تحولی در جنگل‌های شمال پرداخته‌اند. در تحقیقات Moridi و همکاران [۳] و اعتماد و همکاران [۴]، فاز کاهش پایه‌ها، در تحقیق نوبهار و همکاران [۵] فاز کهن‌رست، و در تحقیق Sefidi و همکاران [۶] فاز تشکیل روشنه بررسی و ویژگی‌های ساختاری توده به شکل کمی بیان شده است.

در سال‌های اخیر تحقیقات درختان زیستگاهی شتاب چشمگیری در جنگل‌های راش اروپا گرفته و پژوهش‌های اندکی نیز در جنگل‌های هیرکانی گزارش شده است. Larrieu و همکاران [۷]، در تحقیقی با هدف بررسی تأثیر عملیات پرورشی جنگل بر خشک‌دارها و توزیع و فراوانی خردزیستگاه‌های جنگل‌های راش- نراد در پیرنه[2] فرانسه نتیجه گرفتند که حجم خشک‌دارها و خردزیستگاه‌ها در جنگل‌های مدیریت‌شده کمتر است. همچنین درختان زیستگاهی دارای حفره، بیشترین فراوانی را نسبت به درختان دارای شکاف تنه‌ای داشتند. گونهٔ راش اروپایی نسبت به گونهٔ نراد دارای بیشترین خردزیستگاه بود و فراوانی درختان دارای خردزیستگاه در قطرهای بیشتر از ۲۲۵ سانتی‌متر برای راش و قطرهای بیشتر از ۲۱۵ سانتی‌متر برای نراد به‌طور چشمگیری افزایش یافت. همچنین در تحقیق دیگری با هدف بررسی تأثیر اجرای شیوه‌های مدیریتی مشخص شد که شیوه‌های مدیریت فعلی با کاهش تعداد درختان قطور سبب کاهش تعداد درختان راش دارای خردزیستگاه می‌شود. در درختان زیستگاهی از گونه‌های راش و نراد با قطرهای کمتر از ۵۰ و ۶۵ سانتی‌متر، همهٔ انواع خردزیستگاه مشاهده نشده و برداشت درختان نراد با قطر ۶۲/۵ سانتی‌متر تأثیر منفی بر فراوانی خردزیستگاه‌ها دارد. دست‌کم ۲۰ هکتار جنگل مدیریت‌نشده برای حفظ همهٔ انواع خردزیستگاه ضروری اعلام شده است [۷].

1. Microhabitats

2. Pyrenee

در تحقیق دیگری در جنگل‌های راش و نراد در فرانسه، بررسی نوع گونه، زنده یا خشک بودن، قطر و شادابی درختان زیستگاهی نشان داد که فراوانی خردزیستگاه‌های حفره‌ها و گورچه‌ها در گونهٔ راش (*Fagus sylvatica*) بیشتر از گونهٔ نراد (*Abies alba*) بود. همچنین فراوانی شکاف‌های تنه‌ای و قارچ‌های چوب‌زی در تنه‌های افتاده بیشتر از درختان زندهٔ سرپا گزارش شده است. گونهٔ راش ۷۰ درصد و گونهٔ نراد تنها ۱۸ درصد خردزیستگاه‌ها را به خود اختصاص دادند. خردزیستگاه‌ها اغلب در قطرهای بیش از ۹۰ سانتی‌متر برای راش و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر برای نراد مشاهده شدند [۸]. همچنین در ارزیابی کمّی فراوانی درختان زیستگاهی و خشک‌دارها در جنگل‌های راش (*Fagus orientalis*) در جنگل‌های سیاهکل گیلان مشخص شد که بیشترین فراوانی درختان زیستگاهی مربوط به راش است و کمترین قطر و محیط برابرسینه برای درختان زیستگاهی به‌ترتیب ۳۵ و ۱۱۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. براساس همین پژوهش توصیه شده است که دست‌کم ۱۵ درصد از کل درختان با قطر حداقل ۴۰ سانتی‌متر (به‌ویژه درختان قطورتر از ۱۵۰ سانتی‌متر) در جنگل‌های مشابه انتخاب و نگهداری شوند [۹].

درختان زیستگاهی براساس ویژگی‌های ظاهری و منشأ پیدایش زیستگاه‌ها دسته‌بندی می‌شوند [۸]. حفره‌ها از مهم‌ترین خردزیستگاه‌ها هستند و شامل چهار نوع‌اند: الف) حفره‌های ایجادشده توسط دارکوب[1] که گونه‌های مختلفی از دارکوب برای آشیانه‌گذاری آنها را ایجاد می‌کنند و تأثیر بسیار مهمی برای گونه‌های حفار ثانویه مانند پرندگان دیگر، خفاش‌ها، پستانداران کوچک و بی‌مهرگانی مانند عنکبوتیان و حشرات (بیشتر سوسک ها) دارند؛ ب) حفره های ناشی از پوسیدگی[2] که اغلب در طی فرایند پوسیدگی درختان ایجاد می‌شوند و دارکوب ها نقشی در ایجاد آنها ندارند و در نتیجهٔ زخم های ایجادشده روی تنهٔ درخت به وجود آمده یا توسعه یافته‌اند. خفاش‌ها اغلب از این حفره‌ها برای لانه‌گزینی استفاده می‌کنند؛ ج) حفره‌های ایجادشده روی گورچه‌های درختان[3]: اگر روی گورچهٔ درختان کهنسال حفره‌هایی در اثر پوسیدگی درختان ایجاد شود، پرندگان، پستانداران کوچک یا هزارپایان از این حفره‌ها به‌عنوان سرپناه استفاده می‌کنند. در مواردی جانداران از آب و دیگر مواد تجمع‌یافته در این حفره‌ها استفاده می‌کنند. افزون‌بر حفره‌ها، درختان دارای شکاف طولی تنه‌ای، شکاف روی پوست، رویش‌های اضافی، و نیز درختان دارای لانهٔ پرندگان نیز از زیستگاه‌های خرد هستند؛ د) درختان دارای شکاف یا درختان بدون پوست[4]: این نوع از درختان زیستگاهی در درختان زنده و سرپا که دچار صدمات ناشی از عملیات بهره‌برداری، رعدوبرق و غیره می‌شوند، زیستگاه‌های مشابهی را برای بسیاری از خفاش ها ایجاد می کنند که در زیر پوست این درختان آشیان‌گذاری می‌کنند. این شکاف ها و بخش های بدون پوست درخت توسط گروهی از پرندگان، حشرات و عنکبوتیان نیز استفاده می‌شوند. درختان دارای فرم چنگالی یا دوشاخگی و نیز درختان دارای رویش اضافی[5] بر روی تنه (رویش سرطانی) از انواع متداول زیستگاه‌های خرد هستند.

انتظار می‌رود با توجه به تغییر ساختار جنگل در فازهای تحولی مختلف، فراوانی و تنوع درختان زیستگاهی و خشک‌دارها در هر فاز متفاوت باشد. فازهای تحولی در جنگل های هیرکانی کمتر مورد توجه پژوهشگران بوده است. بیشتر مطالعات به دیگر جنبه‌های ساختاری توده‌های جنگلی مانند ساختار افقی و عمودی یا میزان و کیفیت خشک‌دارها پرداخته‌اند. در این بررسی تلاش شد فراوانی و تنوع درختان زیستگاهی در این فاز مطالعه و

1. Woodpecker Cavity
2. Non-Woodpecker Cavity
3. Dendrothelms
4. Cracks and Loose bark
5. Burr

امکان مقایسهٔ فازهای تحولی در جنگل‌های راش شرقی از این حیث فراهم شود. هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی کمّی فراوانی و تنوع درختان زیستگاهی و خشک‌دارها در فاز تحولی کهن‌رست است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ تحقیق

این پژوهش در جنگل‌های راش واقع در حوزهٔ آبخیز شفارود در غرب استان گیلان انجام گرفت. حوزهٔ آبخیز شفارود یکی از حوزه های آبخیز غرب استان گیلان با مساحت ۳۷۴۶۷/۶۷ هکتار از نظر مختصات جغرافیایی در طول جغرافیایی "۵۱ '۴۲ °۴۸ و شرقی و عرض جغرافیایی "۳۷ ' ۲۳ °۳۷ شمالی واقع شده است. این تحقیق در جنگل‌های مدیریت‌نشدهٔ غرب استان گیلان، قطعات شاهد مورد بررسی در طرح ملی «شناخت ویژگی‌های مناسب راشستان های شمال کشور برای اعمال جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت (شیوهٔ تک‌گزینی)» واقع در قطعهٔ ۹۳۴ سری ۹ حوزهٔ شفارود تالش انجام گرفت [۱۰]. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۲۰۰ متر و وسعت آن ۸۷ هکتار است. شیب منطقه بیشتر بین ۳۰ تا ۸۰ درصد و جهت عمومی قطعه شمال شرقی است. نوع سنگ مادری قطعهٔ تحت مطالعه، آهکی ناخالص با منشأ آذرین و دگرگونی است. تیپ خاک قهوه‌ای شسته‌شده با بافت رسی تا لومی- رسی و بسیار عمیق با ساختمان دانه ای دارای هوموس مول اسیدی است [۱۱]. گونهٔ درختی غالبِ منطقه راش است، ولی گونه های پلت، شیردار، ممرز و توسکای ییلاقی را می‌توان به‌صورت پراکنده در آن مشاهده کرد. متوسط دمای سالیانه ۱۵/۷ درجهٔ سانتی‌گراد و متوسط حداکثر و حداقل دما به‌ترتیب ۲۱ و ۱۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است [۱۱]. براساس داده های هواشناسی ایستگاه شفارود در پونل، میانگین بارندگی سالیانه ۹۸۹/۷ میلی‌متر بوده و منطقه فاقد ماه‌های خشک در سال است.

روش پژوهش

پس از بررسی‌ها و جنگل‌گردشی‌های اولیه، سه قطعه نمونهٔ یک‌هکتاری به‌شکل مربع (۱۰۰×۱۰۰متر) که به لحاظ داشتن مشخصه‌های ساختاری مانند متوسط قطر برابرسینه، نسبت مساحت روشنه ها به سطح جنگل، نسبت حجم خشک به سرپا و نیز نتایج بررسی‌های قبلی در این منطقه در طرح ملی«شناخت ویژگی‌های مناسب راشستان‌های شمال کشور برای اعمال جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت (شیوهٔ تک‌گزینی)» به فاز کهن‌رست تعلق داشتند [۱۰]، انتخاب و بررسی شد. در انتخاب قطعه ها، وجود شرایط همگن رویشگاهی در نظر گرفته شد و حداقل فاصلهٔ ۲۰۰ متر از جاده های جنگلی به‌منظور اثرناپذیری از حاشیهٔ جاده رعایت شد. به‌منظور تحقیق دربارهٔ درختان زیستگاهی در سه قطعه نمونه، ابتدا وجود یا نبود خردزیستگاه روی درختان به‌دقت بررسی شد و در صورت وجود به‌عنوان درخت زیستگاهی انتخاب و مشخصه هایی مانند نوع خردزیستگاه، گونه و قطر برابرسینه (سانتی‌متر)، ثبت شد. بر این اساس خردزیستگاه‌های حفره‌های تنهٔ درختان، دوشاخگی تنهٔ اصلی، حفرهٔ روی کنده، شکاف طولی تنه و درختان دارای غده یا رویش اضافی به‌عنوان زیستگاه خرد ثبت شدند. افزون‌بر این، خشک‌دارها نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های ساختاری در این فاز بررسی شدند. تعداد و حجم خشک‌دارها برای همهٔ درختان با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر به روش آماربرداری صددرصد اندازه‌گیری شد. سه قطر ابتدایی، میانی و انتهایی با استفاده از خط‌کش دوبازو تا دقت میلی‌متر برای برآورد حجم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع در خشک‌دارهای‌سرپا از دستگاه متر لیزری لایکا[1] (مدلD150) استفاده شد و در خشک‌دارهای افتاده، طول آنها با متر نواری اندازه‌گیری شد.

طبقه‌بندی داده‌ها و محاسبات

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، ابتدا درختان زیستگاهی و

1. Leica

خشک‌دارها در چهار طبقهٔ قطری طبقه‌بندی شدند. درختان با قطر کمتر از ۳۰ سانتی‌متر در طبقهٔ کم‌قطر، درختان دارای قطر ۳۵ تا ۵۰ سانتی‌متر در طبقهٔ میان‌قطر، درختان دارای قطر ۵۵ تا ۷۰ سانتی‌متر در طبقهٔ قطور و درختان با قطر بیش از ۷۰ سانتی‌متر در طبقهٔ خیلی قطور قرار گرفتند [۱۰]. برای برآورد حجم خشک‌دارهای سرپا از رابطهٔ ۱ استفاده شد:

$$V = A_m \times H \times f \qquad (۱)$$

Am سطح مقطع برابرسینه، H ارتفاع خشک‌دار و f ضریب شکل درخت است. در خشک‌دار افتاده حجم از رابطهٔ ۲ محاسبه شد که در آن V حجم خشک‌دار به متر مکعب، L طول خشک‌دار، و At، Am و Ab به‌ترتیب مساحت‌های سطح مقطع در انتها، میانه و ابتدای تنهٔ افتاده هستند [۹].

$$V = \frac{L\left(A_b + A_m + A_t\right)}{۶} \qquad (۲)$$

همچنین به‌منظور مقایسهٔ تنوع درختان زیستگاهی در مقیاس توده از شاخص‌های رایج در برآورد تنوع و یکنواختی استفاده شد (رابطه‌های ۳ تا ۶، جدول ۱). این شاخص‌ها عبارت بودند از: شاخص تنوع سیمپسون، شاخص غنای مارگالف، شاخص شانون وینر و شاخص یکنواختی پیلو (جدول ۱).

جدول ۱. شاخص‌ها و توابع تنوع استفاده‌شده

شاخص‌ها	شمارهٔ رابطه	رابطه	شمارهٔ منبع
شاخص غنا			
غنای گونه‌ای مارگالف	۳	$D_{mg} = \frac{S-۱}{LnN}$	[۱۱]
شاخص یکنواختی			
پیلو	۴	$J' = -\Sigma P_I \, Ln\left(P_i\right) / LnS$	[۱۲]
شاخص‌های تنوع گونه‌ای			
شانون-وینر	۵	$\acute{H} = -\Sigma P_i Ln(P_i)$	[۱۳]
سیمپسون	۶	$\lambda = ۱ - \Sigma P_i^{۲}$	[۱۴]

غنای خردزیستگاه (D_{mg}) در یک جنگل، عبارت است از گزارش تعداد واقعی زیستگاه‌ها در یک ناحیه (تعداد انواع زیستگاه) که برای اندازه‌گیری غنای خردزیستگاه‌ها شاخص تنوع مارگالف [۱۱] استفاده شد. شاخص یکنواختی (J') چگونگی توزیع فراوانی انواع زیستگاه را نمایش می‌دهد. شاخص شانون-وینر (H') نشان دهندهٔ تخمینی از میانگین درجهٔ عدم اطمینان، در پیشگویی تعلق یک فرد است و وضعیت سلامت جوامع را نشان می‌دهد. هرچه شاخص شانون بیشتر باشد، جامعه شرایط بهتری خواهد داشت [۱۲]. همچنین در شاخص سیمپسون (λ) به‌جای اندازه‌گیری غنای گونه‌ای، فراوانی غالب‌ترین گونه‌ها محاسبه می‌شود [۱۳].

نتایج و بحث

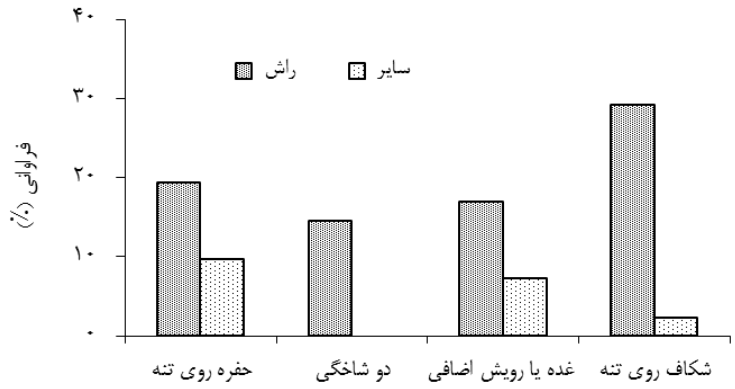
درختان زیستگاهی

در این پژوهش، درختان زیستگاهی گوناگون در فاز تحولی کهن‌رست بررسی شد. زیستگاه‌های خرد یکی از بخش‌های مهم در ساختار توده‌های طبیعی محسوب می‌شوند، اما تا سال‌های اخیر، پژوهشگران توجه چندانی به تحقیق دربارهٔ فراوانی و تنوع درختان زیستگاهی نشان ندادند [۱۴]. با این‌حال پیشتر رابطهٔ بین کلاسه‌های قطری یا گونهٔ درختی در برخی مطالعات گزارش شده [۲، ۷، ۸، ۱۴، ۱۵] و در بیشتر موارد به بررسی یک نوع خردزیستگاه اشاره شده است [۸، ۱۶، ۱۷، ۱۸]. درختان زیستگاهی شناسایی‌شده در منطقهٔ تحقیق شامل درختان دارای حفره

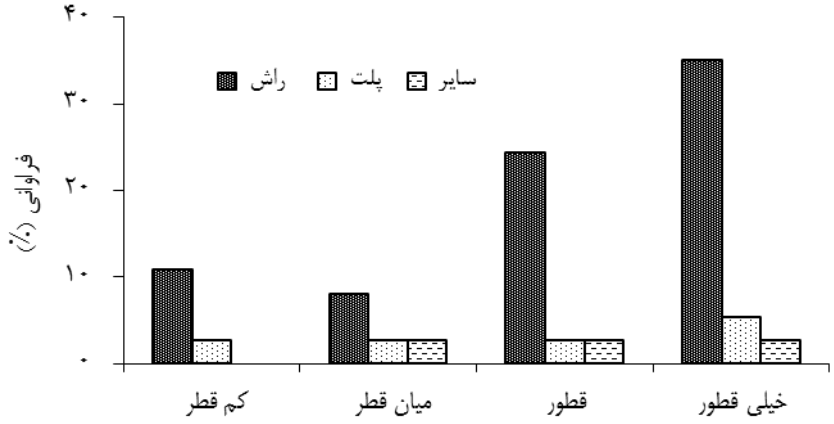
(اعم از دارکوب یا حفرهٔ ناشی از پوسیدگی)، رویش چنگالی یا دوشاخگی تنهٔ درختان، شکاف تنه‌ای و رویش اضافی روی درختان بودند (شکل ۱). تشکیل برخی از این زیستگاه‌ها، در جنگل‌های راش در اروپا نیز گزارش شده است؛ با این تفاوت که در تحقیق حاضر شکل‌گیری حفره روی کندهٔ درختان مشاهده نشد. در بررسی مطالعات جنگل‌های راش در اروپا، Larrieu و همکاران در جنگل‌های راش- نراد در فرانسه انواع حفره‌دار، شکاف‌دار، شاخه‌های خشکیده، پیچک‌ها، ریزش و حفره‌های پوست و استقرار خزه‌ها را گزارش کرده‌اند [۷]. راش بیشترین فراوانی درختان زیستگاهی را به خود اختصاص داد که با توجه به فراوانی درختان سرپای گونهٔ راش نسبت به درختان دیگر در تودهٔ سرپا این نتیجه دور از انتظار نیست، اگرچه ویژگی‌هایی مانند رشد قطری و ارتفاعی مناسب و نیز تشکیل گورچه در سنین زیاد روی این گونهٔ درختی در تشکیل خردزیستگاه‌ها مؤثر است. همچنین در جنگل‌های راش- نراد فرانسه نسبت درختان دارای خردزیستگاه در گونهٔ راش و دیگر پهن برگان در مقایسه با نراد بیشتر گزارش شده است [۸] که نشان‌دهندهٔ مزیت نسبی راش نسبت به گونه‌های دیگر در تشکیل زیستگاه‌های خرد است. در مجموع ۳۶ پایه درخت زیستگاهی معادل ۱۲ اصله درخت زیستگاهی در هر هکتار در منطقهٔ تحقیق شناسایی شد که گونهٔ راش بیشترین فراوانی درختان زیستگاهی را با ۷۹/۴۱ درصد به خود اختصاص داد و گونه‌های درختی دیگر شامل پلت، توسکا، و ممرز به ترتیب ۱۱/۸، ۵/۹ و ۲/۹۴ درصد را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). در فاز کهن‌رست، درختان حفره‌دار و درختان دارای شکاف تنه‌ای بیشترین فراوانی را داشتند. در بین خردزیستگاه‌ها درختان دارای حفره بیشترین فراوانی را نشان می‌دهند که مطابق یافته‌های دیگر مطالعات در جنگل‌های راش در گیلان [۱] و جنگل‌های راش- نراد [۸] در اروپا است. در هر هکتار دست‌کم ۱۰ تا ۲۰ درخت دارای حفره می‌تواند ضامن حفظ تنوع به‌ویژه برای پرندگان و خفاش‌ها در منطقه باشد. همچنین کمترین مشاهده به درختان با رشد غیرعادی و غده‌ای تعلق داشت. تشکیل این نوع زیستگاه‌ها مستلزم وجود درختان بسیار قطور و دورهٔ زمانی بسیار طولانی است [۱] که احتمال وقوع آن را کاهش می‌دهد. شایان ذکر است که تعداد محدودی از انواع خردزیستگاه در این بررسی مورد توجه بوده‌اند و امروزه انواع دیگری از زیستگاه‌های خرد معرفی شده‌اند [۷] که باید در تحقیقات آینده در جنگل‌های هیرکانی مدنظر قرار گیرند. متوسط و میانه قطر برابرسینهٔ درختان زیستگاهی در این بررسی به‌ترتیب ۷۳/۹ و ۶۷ سانتی متر محاسبه شد که نشان می‌دهد دست‌کم نیمی از درختان زیستگاهی قطری بیش از ۶۷ سانتی‌متر دارند. افزون‌بر این، کمینه و بیشینهٔ قطر درختان زیستگاهی در این مطالعه به‌ترتیب ۲۵ و ۲۰۱ سانتی‌متر ثبت شد. به‌عبارت دیگر حداقل قطر برای شکل‌گیری درختان زیستگاهی ۲۵ سانتی‌متر است. بررسی فراوانی درختان زیستگاهی در طبقات قطری نشان داد که طبقات قطری قطور و بسیار قطور بیشترین فراوانی را در میان درختان زیستگاهی به خود اختصاص داده‌اند. بر این اساس بیشترین فراوانی درختان زیستگاهی در محدودهٔ طبقات قطری ۵۰ تا ۷۵ و بیش از ۷۵ سانتی‌متری مشاهده شد (شکل ۲). براساس مطالعات، تنوع و فراوانی اشکال مختلف خردزیستگاه‌ها با اندازه و قطر برابرسینهٔ درختان مرتبط است [۹] و ارتباط مثبت و معنی‌داری بین تعداد خردزیستگاه‌ها روی یک درخت و قطر درختان زیستگاهی (میزبان) وجود دارد.

بر این اساس با توجه به حضور (تعداد در هکتار) و فراوانی نسبی زیاد درختان قطور در این فاز تحولی، تنوع زیاد خردزیستگاه‌ها قابل انتظار است. گونهٔ راش به‌عنوان گونهٔ غالب در این جنگل‌ها، توان رشد تا قطر بیش از ۲۰۰ سانتی‌متر را نیز دارد [۱۹] که سبب افزایش احتمال تشکیل

زیستگاه در این گونه در قیاس با تحقیقات دیگر می‌شود [۲۰]. Vuidot و همکاران [۱۶] نشان دادند که قطر درختان مهم‌ترین مشخصهٔ اثرگذار در شکل‌گیری حفره‌ها، شکاف‌های تنه‌ای و شکاف روی پوست است. در طبقهٔ بسیار قطور، بیشترین فراوانی درختان زیستگاهی به گونهٔ راش تعلق دارد. پس از آن گونهٔ درختی پلت دومین گونهٔ غالب در بین درختان زیستگاهی است و بیشترین فراوانی را در طبقات درختان قطور و بسیار قطور نشان می‌دهد (شکل ۲). تأثیر قطر بر افزایش فراوانی خردزیستگاه‌ها در تحقیقات متعددی گزارش شده است [۷،۱۰]. فراوانی حفره‌ها و شکاف تنه‌ای در گونهٔ راش بیشتر از گونه‌های دیگر است. در جنگل‌های آمیختهٔ پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در فرانسه، تحقیقات نشان داده است که دارکوب گونه‌های پهن‌برگ را برای ساخت لانهٔ خود ترجیح می‌دهد [۷] که اغلب روی گونهٔ درختی راش شکل گرفته که حاصل حفاری دارکوب یا پیشرفت پوسیدگی توسط فعالیت قارچ‌هاست. این موضوع نشان‌دهندهٔ حضور چشمگیر دارکوب به‌علت فراوان شدن طعمه در جنگل است. در منحنی پراکنش تعداد درختان در طبقات قطری در سطح ۳ هکتار، بیشترین فراوانی مربوط به طبقهٔ قطری ۶۰ و ۶۵ سانتی‌متری بود که احتمال تشکیل درختان زیستگاهی را افزایش می‌دهد. رابطهٔ مستقیم با تنوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها با قطر درختان و حتی تعداد و عرض حفره‌ها در تحقیقات دیگر نشان داده شده است [۲].



شکل ۱. درصد فراوانی درختان زیستگاهی به تفکیک گونهٔ درختی



شکل ۲. پراکنش درختان زیستگاهی در طبقات قطری به تفکیک گونه‌های مختلف

مجموع موجودی حجمی درختان زیستگاهی در سطح سه قطعه نمونه ۳۶۹/۴ متر مکعب محاسبه شد و به‌طور متوسط معادل ۱۲۳/۱ متر مکعب در هکتار به‌دست آمد که برابر با حدود ۲۰ درصد حجم سرپای توده در این منطقه است. به‌طور متوسط در این منطقه تودهٔ سرپا ۵۵۰ متر مکعب حجم سرپا دارد. در این بین راش بیشترین موجودی حجمی (۲۰۰ مترمکعب) را نسبت به گونه‌های دیگر (۱۵۸ متر مکعب) به خود اختصاص داده است. براساس مشاهدات، اغلب درختان زیستگاهی با قرار گرفتن در طبقات قطری بالا، حجم زیادی دارند و بخش به‌نسبت زیادی از حجم سرپای توده را تشکیل می‌دهند. با بررسی درختان زیستگاهی از لحاظ نوع زیستگاه خرد، شکاف تنه‌ای در گونهٔ راش رایج بود و انواع دیگر از جمله حفره‌های ناشی از پوسیدگی یا دارکوب، دوشاخگی تنه و وجود غده یا رویش اضافی روی تنه به‌ترتیب فراوانی کمتری داشتند. در گونه‌های دیگر نیز حفره‌ها و شکاف تنه‌ای به‌ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی را داشتند (جدول ۲). برای بررسی سطح تنوع درختان زیستگاهی براساس زیستگاه‌های خرد موجود، شاخص‌های تنوع زیستی در سطح سه قطعه محاسبه شد (جدول ۳). این شاخص‌ها امکان مقایسهٔ سطح تنوع در بین رویشگاه‌های مختلف را فراهم می‌کند. Laurent درجنگل های راش- نراد در پیرنه فرانسه ، بیان کردند که در اکوسیستم های جنگلی سطع تنوع زیستی دارای پیوند قوی با خشک‌دارها و خردزیستگاه‌هاست [۷].

جدول ۲. فراوانی و حجم درختان زیستگاهی در مجموع سه قطعه نمونه

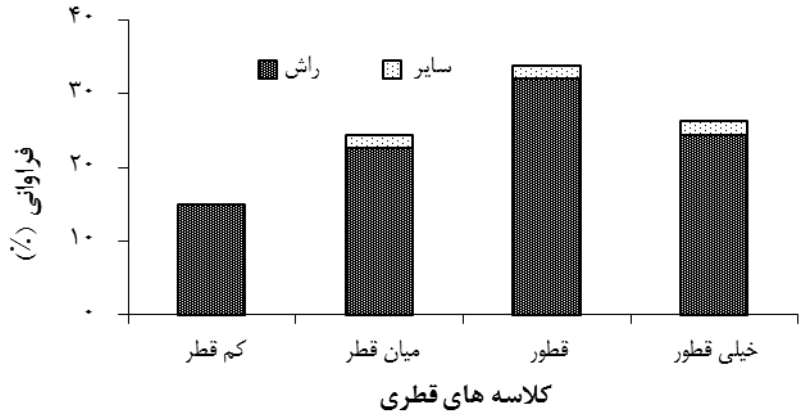
نوع درخت زیستگاه	فراوانی (درصد)		حجم (متر مکعب)	
	راش	بقیه	راش	بقیه
حفرهٔ روی تنه	۱۹/۵	۹/۸	۶۹	۸۷/۳
دوشاخگی تنه	۱۴/۶	۰	۱۳	۰
حفرهٔ روی کنده	۰	۰	۰	۰
دارای غده یا رویش اضافی	۱۷/۰۷	۷/۳	۳۵/۵	۹۳/۶
شکاف روی تنه	۲۹/۳	۲/۴	۶۷/۴	۳/۶

میانگین شاخص تنوع شانون- وینر ۱/۹ به‌دست آمد که با توجه به دامنهٔ عددی ۳/۵-۱/۵ این شاخص، عدد به‌دست‌آمده نشان دهندهٔ شرایط خوب از نظر تنوع است. دامنهٔ شاخص تنوع سیمپسون نیز نزدیک به حداکثر مقدار یک است که عدد ۲/۷ نشان‌دهندهٔ تنوع به‌نسبت زیاد و حتی بیشتر از حد متوسط است. شاخص یکنواختی پیلو نیز هر چه به عدد ۱ نزدیک شود، نشان‌دهندهٔ توزیع یکنواخت درختان زیستگاهی است که در نتیجه جامعهٔ یکنواخت‌تر تنوع بیشتری دارد که عدد ۰/۹ بیانگر این موضوع است. یکنواختی زیاد بیانگر توزیع به‌نسبت مشابه تعداد کل زیستگاه‌های خرد در بین انواع آن است [۱۲].

خشک‌دارها

در مجموع، ۴۹ خشک‌دار از گونه‌های راش، پلت و شیردار در این فاز تحولی شناسایی شد. گونهٔ راش (۹۴/۳ درصد) بیشترین فراوانی را نسبت به گونه‌های دیگر (۵/۶ درصد) به خود اختصاص داد. متوسط حجم خشک‌دارها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های ساختاری توده در این فاز ۳۷/۱ متر مکعب در هکتار محاسبه شد. در قیاس با دیگر تحقیقات، حجم خشک دار در این فاز مقدار عددی به‌نسبت زیادی را نیز نشان می‌دهد که ممکن است علت اصلی وجود درختان کهنسال فراوان در این فاز باشد. وجود درختان زیستگاه در اندازه‌ها و نیز از گونه‌های

مختلف درختی می‌تواند بسیار اهمیت داشته باشد. راش با حجم ۱۱۰/۹ متر مکعب بیشترین موجودی حجمی را در مقایسه با دیگر گونه‌های درختی با حجم ۲/۴۴ متر مکعب به خود اختصاص داد. در این فاز حجم زیادی از خشک‌دارها را گونهٔ راش به خود اختصاص داده است، زیرا در منطقهٔ تحقیق در این فاز تحولی راش چیرگی و غلبهٔ کامل بر گونه‌های دیگر دارد و عملاً ورودی بخش خشک اغلب از پایه‌های درختی متعلق به این گونه است. همچنین ویژگی‌های اندازه‌ای درختان (قطر و ارتفاع) به نحوی است که پس از پوسیدگی اغلب درختان به شکل افتاده مشاهده می‌شوند و درصد کمتری از آنها درختان سرپا هستند. همچنین بیشترین فراوانی (تعداد) خشک‌دارها متعلق به درجات پوسیدگی سه و چهار (۸۷/۸ درصد) و نوع خشک‌دار افتاده (۹۵ درصد) بود. براساس نتایج به‌دست‌آمده، در حدود ۶۰ درصد از فراوانی خشک‌دارها در طبقات قطور و خیلی قطور (بیش از ۵۵ سانتی متر) قرار گرفته‌اند (شکل ۳). همچنین قرار گرفتن خشک‌دارها در مراحل پیشرفتهٔ پوسیدگی نشان‌دهندهٔ عبور توده از مراحل میانی تحول و ورود آن به مراحل انتهایی تحول توده است که اغلب با انباشت حجم زیادی از خشک‌دارها در طبقات پیشرفتهٔ پوسیدگی همراه است. حضور خشک‌دارها در کنار درختان زیستگاهی در یک جنگل شرایط مساعدی را برای شکل‌گیری زیستگاه‌های خرد فراهم می‌کند.



شکل ۳. پراکنش خشک‌دارها در طبقات قطری به تفکیک گونهٔ راش و گونه‌های دیگر (شامل پلت و ممرز)

نتیجه‌گیری

امروزه یکی از مهم‌ترین راهکارهای حفظ تنوع زیستی در جنگل‌ها، حفظ ساختار توده‌های طبیعی در شرایط نزدیک به فاز کهن‌رست است، زیرا حضور فراوان درختان زیستگاهی با تنوع زیاد در شکل‌های مختلف، از ویژگی‌های اصلی این جنگل‌هاست که ارزش اکولوژیک این فاز از جنگل را دوچندان می‌کند. در راشستان‌های شمال ایران، هشت فاز تحولی برای چرخهٔ تحولی توده‌های راش آمیخته تشخیص داده شده است که در این بین فاز تحولی کهن‌رست با داشتن ویژگی‌های ساختاری مانند حضور درختان در بیشینهٔ دیرزیستی خود، مقدار و تنوع زیادی از خشک‌دارها و درختان زیستگاهی را دارد. بنابراین باید برای مدیریت همگام با طبیعت و کاستن از شدت دخالت‌های انسانی در روند پویایی طبیعی توده‌های راش در اجرای شیوهٔ جنگل‌شناسی تک‌گزینی، نوع و زمان عملیات پرورشی و نشانه‌گذاری با شناخت و تعیین فازها و مسیرهای توالی و نیز با توجه به ارتباط عمیق قطر درختان و تنوع خردزیستگاه‌ها و نگهداشت خشک‌دارها در راشستان‌های خالص و آمیخته جنگل‌های هیرکانی انتخاب شود.

References

[1]. Sefidi, K., Mohadjer, M. M., Etemad, V., and Mosandl, R. (2014). Late successional stage dynamics in natural Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in northern Iran (case study: Gorazbon district of Kheiroud-Kenar experimental forest). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(2): 270-283.

[2]. Ranius, T., Niklasson, M., and Berg, N. (2009). Development of tree hollows in pedunculate oak (*Quercus robur*). Forest Ecology and Management, 257(1): 303-310.

[3]. Moridi, M., Sefidi, K. and Etemad, V., 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.

[4]. Etemad, V., Moridi, M. and Sefidi, K. (2017). Quantification of beech stands structure in the stem exclusion phase, Journal of Forest and Wood Products, 69(4): 647-656.

[5]. Nobahar, S., Sefidi, K., and Sagheb Talebi, Kh. (2018). Quantifying the structure of beech stands at old growth phase (Case study: Asalem forests, northern Iran), Forest Research and Development, 4(1):85-96.

[6]. Sefidi, K., Pourgoli, Z., Sagheb-Talebi, K., and Behjou, F. K. (2018). Stand characteristics of gap formation phase through the development of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in the Hyrcanian Forests, northern Iran. Austrian Journal of Forest Science, 135(2): 137-158.

[7]. Larrieu, L., Cabanettes, A., and Delarue, A. (2012). Impact of silviculture on dead wood and on the distribution and frequency of tree microhabitats in montane beech-fir forests of the Pyrenees. European Journal of Forest Research, 131(3): 773-786.

[8]. Larrieu, L., and Cabanettes, A. (2012). Species, live status, and diameter are important tree features for diversity and abundance of tree microhabitats in subnatural montane beech–fir forests. Canadian Journal of Forest Research, 42(8): 1433-1445.

[9]. Sefidi, K. (2018). Quantitative evaluation of habitat and dead tree abundance in the oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, case study from the Siahkal forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26(3): 331-334.

[10]. Sagheb-Talebi, Kh. (2013). Appropriate characteristics of beech stands for application of close to nature Silviculture (selection system). Final Rep. of National Project No. 04-09-09-87023, Research Institute of Forests and Rangelands, 121p.

[11]. Boulinier, T., Nichols, J. D., Sauer, J. R., Hines, J. E., and Pollock, K. H. (1998). Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. Ecology, 79(3): 1018-1028.

[12]. Peet, R.K., 1974. The measurement of species diversity. Annual review of ecology and systematics, 5(1), pp.285-307 Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics, 5(1): 285-307.

[13]. Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology, 54(2): 427-432.

[14]. Winter, S., and Möller, G. C. (2008). Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation. Forest Ecology and Management, 255(3-4): 1251-1261.

[15]. Michel, A. K., Winter, S., and Linde, A. (2011). The effect of tree dimension on the diversity of bark microhabitat structures and bark use in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. menziesii). Canadian Journal of Forest Research, 41(2): 300-308.

[16]. Vuidot, A., Paillet, Y., Archaux, F., and Gosselin, F. (2011). Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. Biological Conservation, 144(1): 441-450.

[17]. Fan, Z., Shifley, S. R., Spetich, M. A., Thompson Iii, F. R., and Larsen, D. R. (2003). Distribution of cavity trees in midwestern old-growth and second-growth forests. Canadian Journal of Forest Research, 33(8):1481-1494.

[18]. Drapeau, P., Nappi, A., St Germain, M., and Angers, V. A. (2005). Les régimes naturels de perturbations, l'aménagement forestier et le bois mort dans la forêt boréale québécoise. Bois mort et à cavités: une clé pour des forêts vivantes. Edited by Vallauri et al. Tec et Doc Lavoisier, Paris, France, 46-54.

[19]. Moradi, M., Mohadjer, M. R. M., Sefidi, K., Zobiri, M., and Omidi, A. (2012). Over-mature beech trees (*Fagus orientalis* Lipsky) and close-to-nature forestry in northern Iran. Journal of Forestry Research, 23(2): 289-294.

[20]. Courbaud, B., Pupin, C., Letort, A., Cabanettes, A., and Larrieu, L. (2017). Modelling the probability of microhabitat formation on trees using cross-sectional data. Methods in Ecology and Evolution, 8(10):1347-1359.

Qualitative and quantitative evaluation of habitat and dead trees in the developmental old-growth phase in the oriental beech forests

K. Sefidi*; Assoc. Prof., Forest Science Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. Iran

Kh. Sagheb-Talebi; Assoc. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran

S. Noubahar; M.Sc. Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. Iran

(Received: 25 August 2019, Accepted: 12 November 2019)

ABSTRACT

Habitat trees provide diverse microhabitat for various organisms in forest ecosystems. Old-growth phase is one of the determined developmental phases of beech stand dynamics in the north of Iran. This research was carried out in Shafaroud forest in the west of Guilan province to assess the habitat and dead trees in this developmental phase, qualitatively and quantitatively. For this purpose, three one-hectare areas were selected and in each area, quantitative characteristics of habitat and dead trees including abundance, tree diameter, and height were recorded. Results revealed that from the different types of habitat trees, crack trees were the most frequent in the study area (31.7%) while other frequent types were cavities, burr and fork-spilled tress (29.3, 24.4 and 14.7%, respectively). The most frequent tree-related microhabitats were observed on the beech trees. The mean of dead volume in this phase was 37.1 m^3 and Shanon and Simpson diversity indices were calculated as 1.9 and 1.7, respectively. Meanwhile, the Margalef and Pielou evenness indices were 0.8 and 0.9, respectively. The findings demonstrate that very thick beech trees (with the diameter of 70 cm and more) show the highest number of microhabitats as well as the most diversity. The presence of tree-related habitat trees in different forms should be considered in the planning and implementation of silviculture.

Keywords: Biodiversity, Cavities, Habitat tree, Forest stand dynamics, tree-related microhabitat.

* Corresponding Author, Email: Kiomarssefidi@gmail.com, Tel: +989127264066