نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و هفتم، شماره چهارم، ۱۳۹۹
۱۱۳-۱۲۹
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2021.18045.1874

فراوانی خردزیستگاه‌های درختی در توده‌های انجیلی– ممرز طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا (گرگان)

اکرم حقیقت‌دوست[۱] و *سید محمد واعظ موسوی[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،
[۲]استادیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر حفاظت از تنوع زیستی به یک هدف مهم در مدیریت جنگل‌ها تبدیل شده است و باعث ایجاد رویکردهای مدیریتی محافظه‌کارانه مانند ایجاد مناطق حفاظت‌شده و یا ایجاد مناطقی که هیچ دخالت مدیریتی در آن‌ها صورت نمی‌گیرد شده است. در دهه گذشته درختان دارای خردزیستگاه (درختان زیستگاهی) موردتوجه قرار گرفته‌اند. خردزیستگاه‌ها ساختارهایی هستند که بر روی درختان زنده یا خشک‌شده ایجاد شده و شامل تغییراتی مثل زخم و شکستگی‌هایی هستند که در اثر فرآیندهای زیستی بر روی درختان ایجاد می‌شوند و مکان‌هایی را برای زندگی موجودات زنده جنگل فراهم می‌کنند. امروزه ضرورت حفظ درختان زیستگاهی در مدیریت و سیاست‌گذاری‌های جنگل مشخص شده است. این پژوهش با هدف بررسی تنوع و فراوانی خردزیستگاه‌های درختی در توده‌های انجیلی– ممرز طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا گرگان انجام شد.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور برای ارزیابی خردزیستگاه‌های درختان، چهار قطعه‌نمونه ۲۵۰۰ مترمربعی انتخاب و تمام درختان با قطر برابرسینه بالای ۷/۵ سانتی‌متر ازنظر ویژگی‌های کمی (قطر و ارتفاع) مورد بررسی قرار گرفتند. سپس نوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها با استفاده از راهنمای مصور شناسایی خردزیستگاه‌ها به‌طور جداگانه بر روی هر درخت بررسی و ثبت شد. برای بررسی خردزیستگاه‌های واقع‌شده در قسمت‌های بالای تنه و تاج از دوربین دوچشمی استفاده شد. ارزش زیستگاهی و ارزش اقتصادی تک‌تک پایه‌ها محاسبه گردید. جهت بررسی ارتباط بین وقوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها با خصوصیت کمی درختان از آزمون همبستگی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ساختار توده ناهمسال و فراوان‌ترین گونه در قطعات نمونه گونه انجیلی می‌باشد. درختان ممرز ضمن دارا بودن بالاترین میانگین قطری و ارتفاعی، بیش‌ترین تنوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها را نیز دارا بودند. پرتکرارترین خردزیستگاه مشاهده‌شده در درختان به‌ترتیب شامل گروه EP (اپی‌فیت‌ها)، گروه GR (حفره‌های پیرامون ریشه) و گروه CV (حفره‌ها) بوده است. نتایج آزمون همبستگی در مورد رابطه بین قطر درختان با تعداد

* مسئول مکاتبه: waezmousavi@gau.ac.ir

خردزیستگاه‌ها نشان داد که بین قطر درختان با تعداد خردزیستگاه‌ها در گونه‌های انجیلی، ممرز، افرا و مجموع گونه‌ها ارتباط معنی‌دار و مستقیم وجود دارد یعنی با افزایش قطر بر تعداد خردزیستگاه‌ها افزوده می‌شود.

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد که خردزیستگاه‌های مختلفی در توده‌های انجیلی-ممرز موردمطالعه یافت می‌شوند. هم‌چنین افزایش قطر یکی از مؤلفه‌های اثرگذار بر فراوانی خردزیستگاه‌ها است؛ بنابراین باقی گذاشتن تعدادی از درختان قطور در توده جنگلی به‌عنوان بستری برای ایجاد خردزیستگاه‌ها می‌تواند دارای اهمیت باشد. ضمن آن‌که از عامل قطر می‌توان به‌عنوان شاخصی برای پیش‌بینی فراوانی خردزیستگاه‌ها روی درختان استفاده کرد. درمجموع شناخت عوامل مؤثر بر وقوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها می‌تواند کمک مؤثری در حفظ تنوع زیستی اکوسیستم‌های جنگلی باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزش زیستگاهی، انجیلی-ممرز، تنوع، درختان زیستگاهی، خردزیستگاه

مقدمه

جنگل‌ها مجموعه‌ای از کارکردهای اکوسیستمی که اهمیت حیاتی برای جامعه انسانی دارند را ارائه می‌کنند (۲۱). در ایران اکوسیستم‌های جنگلی تنها ۸ درصد از سطح کشور را می‌پوشانند (۳٤) که از آن بین جنگل‌های هیرکانی در سواحل جنوبی و غربی دریای خزر (۲، ۲۹ و ۳٤) به‌دلیل تنوع ژنتیکی، زیستی، گونه‌ای، تولیدات تجاری و بسیاری از خدمات اکوسیستمی دیگر، اهمیت دارند (۱۲). ازنظر جهانی نیز این جنگل‌ها به‌دلیل داشتن توده‌های بکر بسیار ارزشمند هستند (۱) و به همین دلیل می‌توان گفت که جنگل‌های هیرکانی ازنظر تنوع زیستی مهم‌ترین نقطه در جنگل‌های ایران هستند که برای سایر موجودات زنده ازجمله گیاهان، حیوانات، قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌ها زیستگاه فراهم می‌کنند (۱۸). ترکیب و ساختار جنگل‌ها علاوه بر این‌که درگذر زمان، دچار تغییر می‌شوند بر اثر فعالیت‌های انسانی نیز تغییر می‌کنند (۳ و ٤٥). طی دهه‌های گذشته، حفاظت از تنوع زیستی به یک هدف مهم در مدیریت جنگل‌ها تبدیل شده است (۱۸) و باعث ایجاد رویکردهای مدیریتی محافظه‌کارانه مانند ایجاد مناطق حفاظت‌شده (۲۸) و یا ایجاد مناطقی که هیچ دخالت مدیریتی در آن‌ها صورت نمی‌گیرد (۲٤) شده است. درنهایت هدف همه رویکردهای مدیریتی در جنگل متوقف کردن از بین رفتن تنوع زیستی و ترویج حفظ آن در جنگل‌ها و افزایش خدمات اکوسیستمی و تولید چوب در جنگل است (٤٦ و ٤٧). ارزیابی تنوع زیستی در جنگل‌ها زمان‌بر و اغلب به‌صورت ضعیف اجرا می‌شود. در دهه گذشته درختان دارای خردزیستگاه (درختان زیستگاهی) مورد توجه قرار گرفته‌اند (۲۰، ۲۱، ۲۳ و ۳۲) و مشخص شده است که سیستم‌های مدیریتی در جنگل بر تنوع، وقوع و وفور خردزیستگاه‌ها اثر می‌گذارند (۱٤، ۳۲ و ٤۸) امروزه ضرورت حفظ درختان زیستگاهی در مدیریت جنگل و سیاست‌گذاری‌های جنگل مشخص شده است. خردزیستگاه‌ها ساختارهایی هستند که بر روی درختان زنده یا خشک‌شده ایجاد شده و شامل تغییراتی مثل زخم و شکستگی‌هایی هستند که در اثر فرآیندهای زیستی بر روی درختان ایجاد می‌شوند (۲۱) و مکان‌هایی برای زندگی موجودات زنده جنگل فراهم می‌کنند (۲۳ و ٤۹). درواقع خردزیستگاه‌ها بستری را برای زندگی گونه‌ها یا

جمعیت‌های مختلف ایجاد می‌کنند به‌نحوی‌که این گونه‌ها یا جمعیت‌ها دست‌کم در یکی از مراحل چرخه حیات خود به‌منظور تغذیه، لانه‌گزینی و یا تجدید نسل به این خردزیستگاه‌ها وابسته هستند. این ساختارها منحصربه‌فرد بوده و روی هر درختی ایجاد نمی‌شوند و عامل ایجاد آنها هم عوامل زنده و هم غیرزنده می‌تواند باشد (۲۱). خردزیستگاه‌های درختی هم‌چنین به‌عنوان شاخصی برای تنوع زیستی مطرح می‌باشند که به گونه‌های درختی و عملکرد اکوسیستم وابسته هستند (۷) بنابراین حضور آن‌ها در اکوسیستم جنگل به‌منظور افزایش تنوع زیستی کاملاً ضروری است (١٤). در مطالعات صورت گرفته نشان داده شده است که درختان قطورتر دارای تعداد خردزیستگاه‌های بیش‌تر و متنوع‌تر بوده و گونه‌های درختی ازنظر کمیت و کیفیت خردزیستگاه‌های متفاوت دارند (۲۰، ۲۳، ٢٦، ۳۵، ٤٨ و ٤٩) هم‌چنین بررسی اثر مدیریت در جنگل‌ها نشان داده است که در جنگل‌های مدیریت نشده نسبت به جنگل‌های مدیریت‌شده درختان زیستگاهی بیش‌تری وجود دارند (۲۳، ۳۲ و ٤٨). سانتاپوالی و همکاران (۲۰۱۹) در ارزیابی تنوع خردزیستگاه‌ها در جنگل‌های مدیترانه گزارش دادند که بیش‌ترین خردزیستگاه‌های مشاهده‌شده اپی‌فیت‌ها و حفره‌های درختی بوده‌اند (۳۵). منظور از حفره‌های درختی درواقع حفره‌های ایجادشده روی تنه یا شاخه درختان در اثر فعالیت دارکوب‌ها و حشرات، حفره‌های به‌جای مانده از افتادن شاخه‌ها، حفره‌های ناشی از شکستگی تاج یا تنه و یا کنده شدن موضعی پوست می‌باشد (۱۷). لاریو و کابانتیس (۲۰۱۲) با مطالعه خردزیستگاه‌ها در جنگل‌های راش و دوگلاس فرانسه مشاهده کردند که بیش‌ترین فراوانی حفره‌ها به‌خصوص حفره‌های تجمع آب در درختان راش و جاری شدن رزین بیشتر بر روی درختان نوئل زنده دیده می‌شود (۲۰). در ایران بیش‌تر پژوهش‌ها در مورد نقش خشکه‌دارها در اکوسیستم و ویژگی‌های اکولوژیکی آن‌ها بوده است (۱۵، ۳۱ و ۳۸) که مشخص شده است تنوع و فراوانی گونه‌ها در مجاورت خشکه‌دارها بیش‌تر است (٤٣). هم‌چنین مشخص شده است هرچه خشکه‌دارها درجه پوسیدگی بیش‌تری داشته باشند تنوع گونه‌ای در آن‌ها بیش‌تر می‌شود (۱۱). بااین‌حال تاکنون مطالعات اندکی در مورد تنوع خردزیستگاه‌ها در ایران صورت گرفته است. درواقع شروع مطالعات پیرامون درختان زیستگاهی در اکوسیستم‌های جنگلی ایران سابقه طولانی ندارد و مطالعاتی نیز که تاکنون صورت گرفته معمولاً بر تعداد معدودی از خردزیستگاه‌ها تمرکز داشته‌اند (۷ و ٣٦). اسحاقی‌راد و خانعلیزاده (٢٠١٤) در مطالعه‌ای در بررسی کیفی خردزیستگاه‌ها در جنگل‌های با سابقه مدیریتی متفاوت تنها ۸ مورد خردزیستگاه را بررسی کردند و گزارش دادند که خردزیستگاه‌هایی مثل حفره‌های ناشی از پوسیدگی بیش‌تر روی گونه ممرز به وجود می‌آیند (۷). منظور از حفره‌های ناشی از پوسیدگی درواقع حفره‌هایی است که در اثر پوسیدگی طبیعی به وجود آمده و قطر و عرض آن حداقل پنج سانتی‌متر باشد (۱۸ و ٣٦). این پوسیدگی‌ها برای بسیاری از گونه‌های جانوری حیاتی و مهم هستند (۳۳). سفیدی (۲۰۱۸) فراوانی درختان زیستگاهی و خشکه‌دارها را در توده‌های راش بررسی نموده و گزارش داد که وجود خردزیستگاه‌ها بیش‌تر روی گونه راش بوده و ازنظر فراوانی خردزیستگاه نیز، بیش‌ترین فراوانی مربوط به شکاف تنه‌ای و وجود قارچ‌ها بوده است (٣٦). شکاف تنه‌ای به این معناست که دست‌کم روی یک‌سوم از تنه درخت، شکاف تنه‌ای به طول حداقل ۵۰ سانتی‌متر مشاهده می‌شود (۱۸ و ٣٦). سفیدی و صادقی (۱۳۹۹) با مطالعه تنوع خردزیستگاه و ارزش بوم‌شناسی درختان زیستگاهی در توده‌های راش گیلان مشاهده کردند که

در منطقه موردمطالعه در هر هکتار حدود ۵۰ خردزیستگاه روی درختان وجود دارد. همچنین حفره‌های دارکوب فراوان‌ترین و میکروسویل‌ها (تجمع خاک روی شکاف‌های پوست تنه یا شاخه‌های قطور) کمیاب‌ترین خردزیستگاه بود (۳۹). هم‌چنین سفیدی و کوپن‌هیور (۲۰۲۰) در پژوهشی به‌منظور تعیین اثر مدیریت بر تنوع زیستی توده از خردزیستگاه‌های درختی به‌عنوان شاخصی برای تنوع زیستی استفاده کردند. نتایج نشان داد که توده‌های مدیریت نشده تقریباً نزدیک به دو برابر توده‌های مدیریت‌شده دارای درختان زیستگاهی بودند. هم‌چنین آن‌ها گزارش کردند که فراوانی خردزیستگاه‌ها در درختان دارای قطر برابرسینه بیش از ۵۰ سانتی‌متر بیش‌تر از درختان کم قطرتر است (۳۷). ارزیابی وقوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها می‌تواند درختان باارزش زیستگاهی را مشخص کند (۵) و از این طریق اطلاعات مفیدی برای مدیریت بهتر جنگل در اختیار قرار دهد، زیرا در دخالت‌های مدیریتی ترکیب گونه‌های درختی و جانوری به‌شدت تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند (۱٦ و ٤۰). درختان دارای خردزیستگاه ازنظر اکولوژیکی نسبت به درختان فاقد خردزیستگاه از اهمیت بیش‌تری برخوردار هستند زیرا وجود آن‌ها در توده خدمات اکوسیستمی جنگل به‌خصوص حفظ و افزایش تنوع زیستی را تضمین می‌کند به همین سبب در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته جهان با وضع قوانین و یا در نظر گرفتن مشوق‌های مالی مدیران جنگل را به حفظ درختان زیستگاهی در عرصه تشویق و ترغیب می‌کنند؛ بنابراین درختان زیستگاهی به‌عنوان عامل مهمی در جهت افزایش تنوع زیستی در جنگل‌های مدیریت‌شده مطرح بوده و هم‌چنین می‌توانند به‌عنوان شاخصی برای بررسی ایجاد تعادل بین دو خدمت متضاد جنگل (تولید چوب و حفاظت از تنوع زیستی) پس از اجرای عملیات بهره‌برداری مورد استفاده قرار گیرند؛ بنابراین انجام مطالعات بیش‌تر در زمینه خردزیستگاه‌ها و درختان زیستگاهی ضروری به‌نظر می‌رسد. این مطالعه باهدف بررسی ارتباط بین حضور، فراوانی و نوع خردزیستگاه‌ها با خصوصیات کمی درختان در جنگل‌های هیرکانی انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه: این مطالعه در قطعه شماره ۹ از سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا (شصت‌کلاته)، جنگل آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. قطعه موردمطالعه در دامنه ارتفاعی حداقل ۳۲۰ و حداکثر ٤۷۰ متر از سطح دریا قرار گرفته و جهت کلی دامنه آن شمال شرقی می‌باشد. ازنظر طبقه‌بندی سطح قطعه بر حسب شیب زمین نیز بیش‌تر سطح قطعه در طبقه شیب ۰ تا ۳۰٪ قرار دارد. مساحت قطعه ٤۱/۷ هکتار و تیپ اصلی آن شامل گونه‌های انجیلی (*Parrotia persica*) و ممرز (*Carpinus betulus*) همراه با تک‌پایه‌های پراکنده گونه افرا (*Acer velutinum*) و خرمندی (*Diospyros lotus*) تشکیل شده است. نوع خاک آن عمدتاً قهوه‌ای جنگلی و متوسط بارندگی سالیانه در نزدیک‌ترین ایستگاه کلیماتولوژی حدود ٦۵۰ میلی‌متر در سال است (۱۰). این قطعه در گذشته به شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی مورد بهره‌برداری قرار گرفته بود و آخرین برش‌های تک‌گزینی در آن در سال ۱۳۹٦ اجرا شده است (۱۳).

روش جمع‌آوری داده: در این پژوهش به‌منظور ارزیابی نوع و فراوانی خردزیستگاه‌های درختان در منطقه موردمطالعه، چهار قطعه‌نمونه ۲۵۰۰ مترمربعی در مجاورت هم انتخاب و تمام درختان با قطر برابرسینه بالای ۷/۵ سانتی‌متر در آن‌ها ازنظر ویژگی‌های کمی (قطر و ارتفاع) و نیز نوع

خردزیستگاه‌های موجود در آن‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. هم‌چنین موقعیت مکانی همه درختان به روش فاصله و آزیموت ثبت گردید.

بررسی خردزیستگاه: عموماً در بررسی فراوانی خردزیستگاه‌ها در گذشته، دستورالعمل‌هایی که برای شناسایی خردزیستگاه‌ها استفاده می‌شد بسیار گوناگون بود و همین مسأله باعث می‌شد که نتایج مطالعات مختلف قابل‌مقایسه نباشند (۲۵) به همین دلیل اتحادیه اروپا برای ارزیابی و شناسایی دقیق خردزیستگاه‌ها یک راهنمای مصور ارائه کرد. این راهنمای مصور دارای ۷ فرم کلی بوده که هرکدام به‌صورت جزئی‌تر بررسی شده‌اند (۹ و ۱۷) (جدول ۱).

جدول ۱- انواع خردزیستگاه‌ها (۱۷).

Table 1. Microhabitats types (17).

کد Code	نوع خردزیستگاه Microhabitats type
CV	حفره‌ها/ Cavities
IN	آسیب‌ها و زخم‌ها/ Injuries and wounds
BA	پوست / Bark
DE	خشکه‌دار/ Deadwood
GR	تغییر شکل/ Deformation
EP	اپی فیت/ Epiphytes
NE	لانه‌ها/ Nests
OT	سایر/ Other

در این پژوهش نوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها بر طبق راهنمای مذکور به‌طور جداگانه بر روی هر درخت بررسی و ثبت شد. به‌منظور تشخیص نوع خردزیستگاه، سراسر درخت از جهت‌های مختلف از بن تا نوک به‌صورت چشمی مورد بررسی قرار گرفت و بعد از یافتن خردزیستگاه‌ها به‌منظور تشخیص دقیق نوع آن از راهنمای مصور استفاده شد. برای بررسی خردزیستگاه‌های واقع‌شده در قسمت‌های بالای تنه و تاج از دوربین دوچشمی استفاده شد. به‌منظور تعیین ارزش زیستگاهی برای هر درخت از رابطه ۱ استفاده شد (۱۷ و ۳۹):

$$H_i = \sum_{j=1}^{n} N_j \times S_j \times (R_j + D_j) \qquad (۱)$$

که در آن، H_i شاخص ارزش زیستگاهی درخت i، N_j تعداد خردزیستگاه نوع j، s مقدار عددی مربوط به‌اندازه فیزیکی درخت زیستگاهی، R مقدار عددی فراوانی یا کمیابی خردزیستگاه (جدول ۲) و D مقدار عددی مدت زمان لازم برای تشکیل خردزیستگاه (جدول ۲) می‌باشد.

جدول ۲- مقدار شاخص‌های R و D برای خردزیستگاه‌ها در جنگل‌ها طبیعی (۱۹).

Table 2. R and D values for microhabitats in natural forests (19).

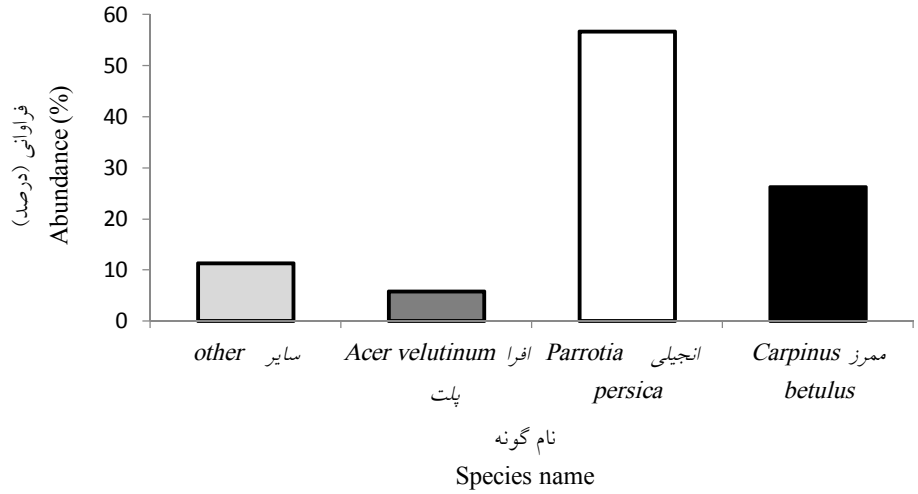
میزان وفور یا کمیابی در جنگل‌های طبیعی Rarity gradient in near-natural forests	مقدار R R value	مدت‌زمان لازم برای شکل‌گیری خردزیستگاه Development time	مقدار D D value
وفور زیاد Very common	1	سریع یا مرتبط با رویدادهای پرتکرار Fast or linked to very common event	1
معمول Common	2	نسبتاً سریع یا مرتبط با رویدادهای نسبتاً پرتکرار Fairly fast or linked to fairly common event	2
نسبتاً کمیاب Fairly rare	3	نسبتاً کند تا کند یا مرتبط با رویدادهای غیرمعمول From fairly slow to slow or linked to uncommon event	3
کمیاب Rare	4	کند یا مرتبط با رویدادهای نادر Slow or linked to rare event	4
بسیار کمیاب Very rare	5	بسیار کند یا مرتبط با رویدادهای بسیار نادر Very slow or linked to very rare event	5

هم‌چنین با استفاده از خصوصیات آلومتریک هر درخت، حجم درختان نیز محاسبه و سپس ارزش اقتصادی هر درخت بر اساس قیمت روز چوب در بازار تعیین شده و در نرم‌افزار مذکور وارد شد تا ضمن ترسیم نقشه پراکنش مکانی پایه‌ها (دو نقشه جداگانه، یکی برای ارزش اقتصادی و دیگری برای ارزش زیستگاهی)، مقایسه‌ای توصیفی بین ارزش زیستگاهی درختان توده باارزش اقتصادی آن‌ها مقدور گردد. در نقشه مربوط به ارزش زیستگاهی، هر درخت روی نقشه به‌صورت یک دایره نمایش داده می‌شود که هرچه ارزش زیستگاهی درختی بیشتر باشد دایره مربوط به آن درخت روی نقشه بزرگ‌تر نشان داده می‌شود. همین موضوع در مورد نقشه مربوط به ارزش اقتصادی درختان نیز صدق می‌کند.

روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: جهت تعیین نوع خردزیستگاه‌ها از راهنمای مصور شناسایی خردزیستگاه‌ها که در قالب پروژه +Integrate منتشر گردید استفاده شد (۱۷). هم‌چنین به‌منظور بررسی رابطه بین قطر و ارتفاع درختان با خردزیستگاه‌ها از آزمون همبستگی استفاده شد. برای انجام مقایسه میانگین بین گونه‌های درختی ازنظر فراوانی خردزیستگاه‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده گردید. برای انجام آزمون‌های آماری پیش‌گفته از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲٦) و به‌منظور ترسیم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

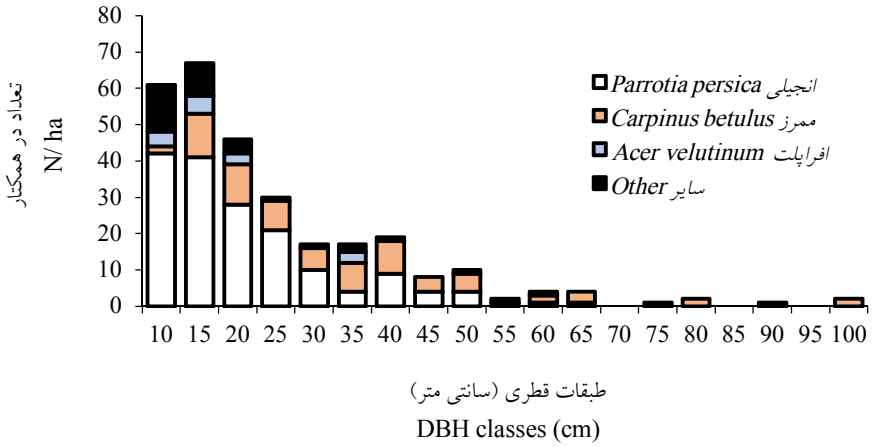
نتایج

مشخصات درختان ٤ قطعه‌نمونه: در این بررسی مجموعاً در چهار قطعه‌نمونه ۲۹۳ درخت مورد بررسی قرار گرفت که عمدتاً از سه گونه انجیلی (۵۷٪)، ممرز (۲٦٪) و افرا پلت (۱۱٪) بودند (شکل ۱). هم‌چنین میانگین قطری و ارتفاعی گونه‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. بررسی پراکنش تعداد در طبقات قطری در چهار قطعه‌نمونه موردبررسی نشان‌دهنده وجود ساختار ناهمسال در آن‌ها است (شکل ۲).



شکل ۱- درصد فراوانی درختان در مجموع چهار قطعه‌نمونه.

Figure 1. Species composition of trees in the 4 sample plots (%).



شکل ۲- پراکنش تعداد در طبقات قطری در چهار قطعه‌نمونه.

Figure 2. Diameter distribution in the four sample plots.

جدول ۳- کمینه، بیشینه و میانگین ارتفاع و قطر درختان قطعه.

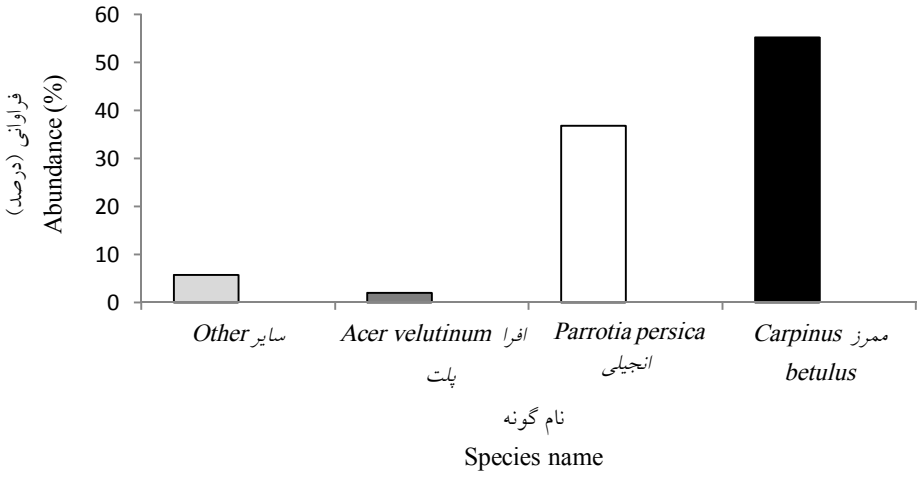
Table 3. Min, max, and mean of height and diameter of trees in the compartment.

میانگین Mean		بیشینه Max		کمینه Min		گونه Species	
قطر (سانتی‌متر) Diameter (cm)	ارتفاع (متر) Height (m)	قطر (سانتی‌متر) Diameter (cm)	ارتفاع (متر) Height (m)	قطر (سانتی‌متر) Diameter (cm)	ارتفاع (متر) Height (m)		
20.68	15.33	65	20.7	7.5	8	انجیلی *Parrotia persica*	درختان قطعه Trees of compartment
36	25.99	100	25.5	10	13.7	ممرز *Carpinus betulus*	
20.47	17.3	49	29.9	7	9	افراپلت *Acer velutinum*	
16.63	15.79	59	38	7.5	7	سایر* Other	
24.24	18.30	100	38	7	7	همه گونه‌ها All species	

* افرا شیردار و خرمندی

* *Acer cappadocicum* and *Diospyros lotus*

خردزیستگاه: درصد فراوانی خردزیستگاه‌های موجود در درختان در شکل ۳ نشان داده شده است. مقایسه آماری بین سه گونه درختی اصلی موردبررسی ازنظر فراوانی خردزیستگاه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها است (جدول ٤). هم‌چنین بررسی تعداد خردزیستگاه‌ها نشان‌دهنده این نکته است که به‌طور متوسط در درختان انجیلی، ممرز و افرا به‌ترتیب حدود ۱/۵، ۲/۵ و کم‌تر از ۰/۵ خردزیستگاه به‌ازای هر درخت وجود دارد. در بررسی فراوانی خردزیستگاه‌ها مشاهده شد که بیش‌ترین نوع خردزیستگاه موجود در درختان (همه درختان و تفکیک گونه‌ها) مربوط به گروه EP (اپی‌فیت‌ها) و گروه GR (حفره‌های پیرامون ریشه) و گروه CV (حفره‌ها) بوده است. هم‌چنین DE (شاخه‌ها و اندام‌های خشک‌شده) و گروه IN (آسیب و زخم) و حفره‌های تجمع آب به‌صورت مکرر در درختان انجیلی مشاهده شدند. نمودار فراوانی خردزیستگاه‌ها به تفکیک گونه و نیز به‌صورت کلی در شکل‌های ٤ تا ۷ نشان داده شده است.



شکل ۳- درصد فراوانی خردزیستگاه‌های درختان چهار قطعه‌نمونه.

Figure 3. Miro-habitats abundance of trees in four sample plots (%).

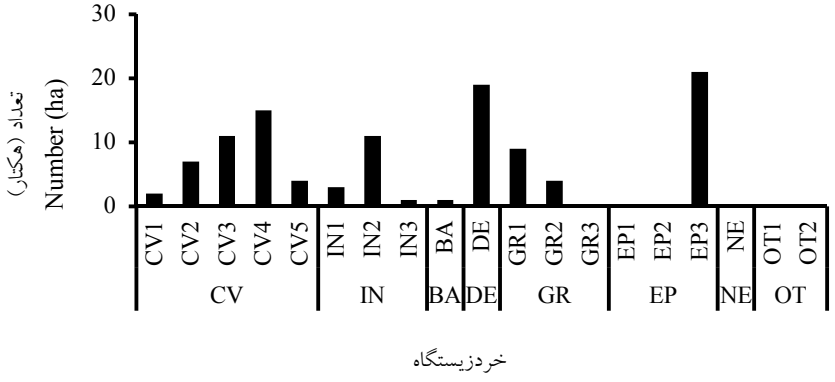
جدول ٤- نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه جهت مقایسه بین گونه‌های درختی ازنظر فراوانی خردزیستگاه‌ها.

Table 4. Results of one-way ANOVA for micro-habitat abundance among different tree species.

	مجموع مربعات Sum of Squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square	F	سطح معنی‌داری Sig.
بین گروه‌ها Between Groups	124.435	2	62.218	55.459	0.000**
درون گروه‌ها Within Groups	288.319	257	1.122		
مجموع Total	412.754	259			

** وجود رابطه معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد

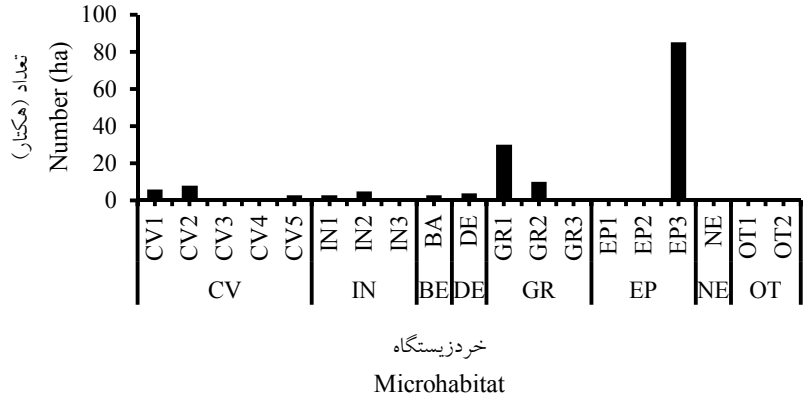
** Significant difference (P<0.01)



شکل ٤- فراوانی خردزیستگاه‌ها در درختان انجیلی.

Figure 4. Frequency of micro-habitats in *Parrotia persica* trees.

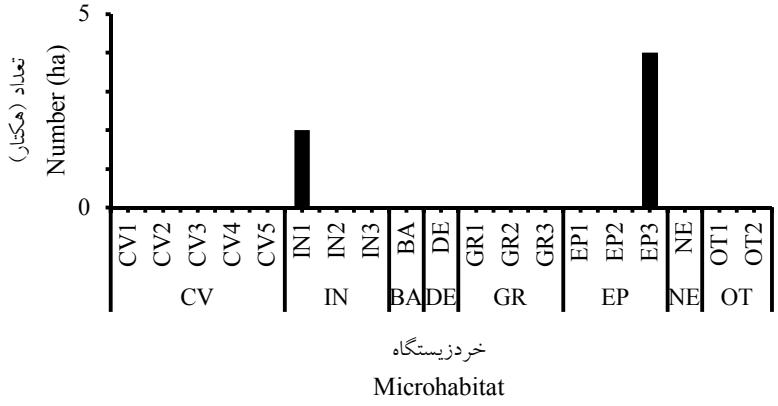
(CV: انواع حفره‌ها، IN: آسیب‌ها و زخم‌ها، BA: پوست، DE: خشکه‌دارها، GR: انواع تغییر شکل، EP: اپی‌فیت‌ها، NE: انواع لانه‌ها، OT: سایر)



شکل ٥- فراوانی خردزیستگاه در درختان ممرز.

Figure 5. Frequency of micro-habitats in *Carpinus betulus* trees.

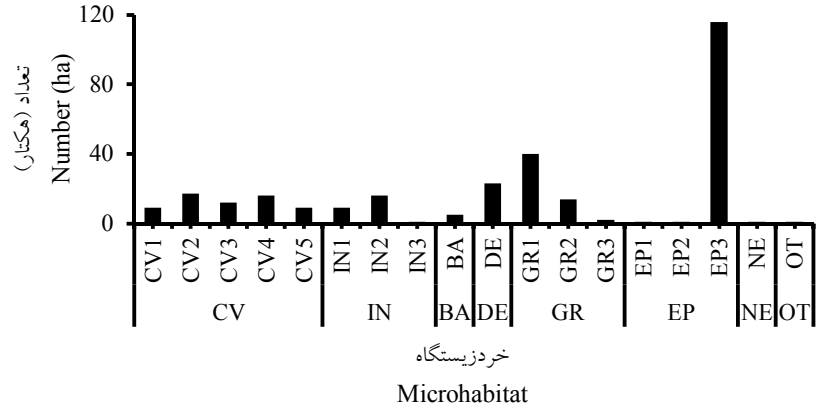
(CV: انواع حفره‌ها، IN: آسیب‌ها و زخم‌ها، BA: پوست، DE: خشکه‌دارها، GR: انواع تغییر شکل، EP: اپی‌فیت‌ها، NE: انواع لانه‌ها، OT: سایر)



شکل ٦- فراوانی خردزیستگاه در درختان افرایلت.

Figure 6. Frequency of micro-habitats in *Acer velutinum* trees.

(CV: انواع حفره‌ها، IN: آسیب‌ها و زخم‌ها، BA: پوست، DE: خشکه‌دارها، GR: انواع تغییر شکل، EP: اپی‌فیت‌ها، NE: انواع لانه‌ها، OT: سایر)



شکل ۷- فراوانی کل خردزیستگاه‌ها در مجموع گونه‌ها.

Figure 7. Total frequency of micro-habitats in all species.

(CV: انواع حفره‌ها، IN: آسیب‌ها و زخم‌ها، BA: پوست، DE: خشکه‌دارها، GR: انواع تغییر شکل، EP: اپی‌فیت‌ها، NE: انواع لانه‌ها، OT: سایر)

نتایج آزمون همبستگی در مورد رابطه بین قطر درختان با تعداد خردزیستگاه‌ها نشان داد که بین قطر درختان با تعداد خردزیستگاه‌ها در گونه‌های انجیلی، ممرز، افرا و مجموع گونه‌ها ارتباط معنی‌دار (در سطح احتمال ۹۹ درصد) و مستقیم وجود دارد یعنی با افزایش قطر بر تعداد خردزیستگاه‌ها افزوده می‌شود (جدول ۵). هم‌چنین رابطه بین قطر برابرسینه درختان گونه‌های مختلف با فراوانی خردزیستگاه‌ها در شکل ۸ نشان داده شده است.

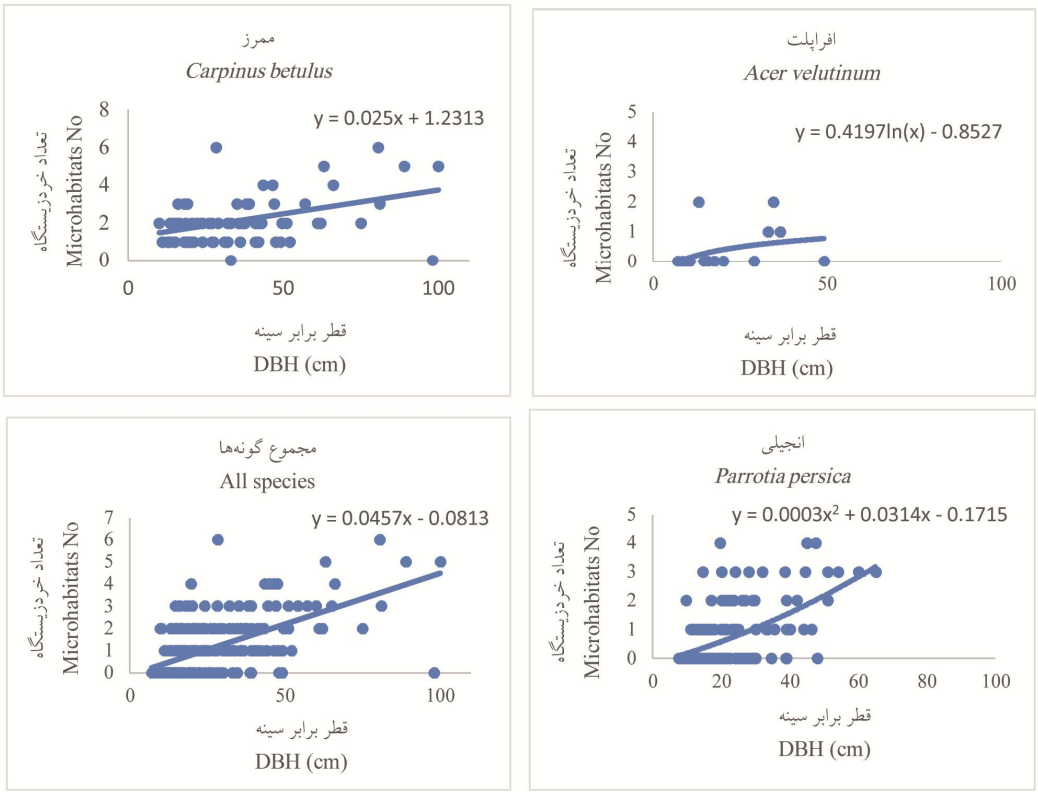
جدول ۵- نتایج آزمون همبستگی رابطه بین قطر درختان با تعداد خردزیستگاه.

Table 5. Results of correlation test for a relationship between the diameter of trees with the number of micro-habitats.

سطح معنی‌داری Sig.	ضریب همبستگی R	تعداد N	گونه Species
0.000**	0.560	166	انجیلی *Parrotia persica*
0.000**	0.429	77	ممرز *Carpinus betulus*
0.000**	0.315	17	افراپلت *Acer velutinum*
0.000**	0.594	260	همه گونه‌ها All species

** وجود رابطه معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد

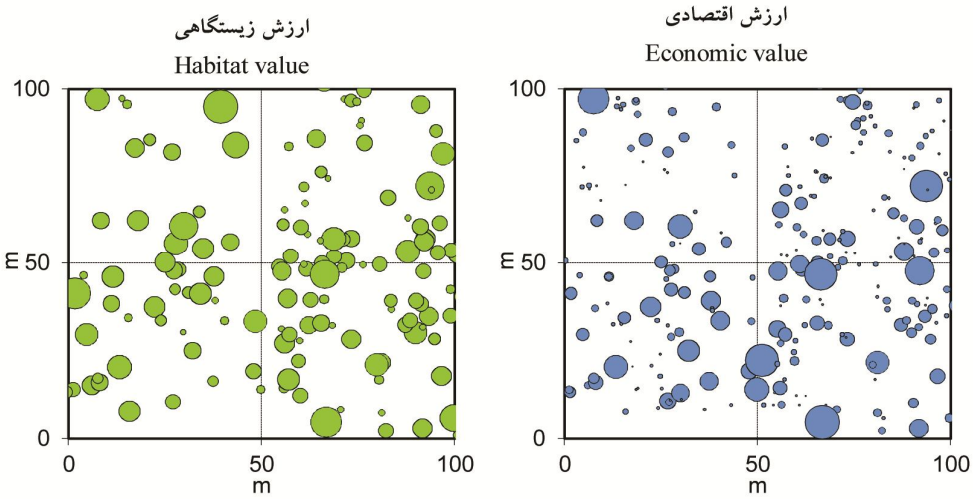
** Significant difference (P<0.01)



شکل ۸- رابطه بین قطر برابرسینه با تعداد خردزیستگاه روی درختان موردمطالعه به تفکیک گونه.

Figure 8. Relationship between DBH with microhabitat abundance of the studied trees.

شکل ۹ تصاویر خروجی نرم‌افزار Integrate+ می‌باشد که موقعیت مکانی هر درخت را بر اساس ارزش اقتصادی (شکل الف) و ارزش زیستگاهی (شکل ب) آن‌ها نشان می‌دهد به این نحو که درختان دارای ارزش بیش‌تر با دایره بزرگ‌تر نمایش داده شده‌اند.



شکل ۹- پراکنش مکانی درختان در قطعات نمونه بر اساس ارزش اقتصادی (الف) و ارزش زیستگاهی (ب).

Figure 9. Distribution pattern in four sample plots based on their economic value (A) and habitat value (B).

بحث

در مطالعه حاضر مشخص شد با وجود آن‌که انجیلی گونه غالب توده موردبررسی بود اما درختان ممرز با دارا بودن میانگین قطری بالاتر، میزبان اکثریت خردزیستگاه‌های توده بودند (۵۵٪ خردزیستگاه‌ها). بنابراین نوع گونه درختی عامل مهمی در تعیین نوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها در اکوسیستم‌های جنگلی موردمطالعه است. به‌طورکلی گونه‌های مختلف ازنظر میزبانی برای خردزیستگاه‌ها با یکدیگر متفاوت هستند. به‌عنوان‌مثال گونه‌های پهن‌برگ نسبت به گونه‌های سوزنی‌برگ تعداد خردزیستگاه بیش‌تری دارند (۲٦). نوع گونه از طریق عواملی مانند میزان سختی چوب و مقاومت آن در برابر پوسیدگی، ضخامت پوست تنه و دیرزیستی گونه می‌تواند در رابطه با نوع و تعداد خردزیستگاه‌هایی که روی درخت ایجاد می‌شوند تعیین‌کننده باشد. در ارزیابی کمی خردزیستگاه‌ها در توده‌های راش جنگل‌های گیلان (۳٦) و نیز مقایسه خردزیستگاه‌ها در دو پارسل مدیریت‌شده و مدیریت نشده در جنگل‌های مازندران (۷) مشخص شد که بیش‌ترین تعداد خردزیستگاه روی درختان راش بوده است. دلیل این مسأله وجود حفره‌های بیش‌تر روی گونه راش به نسبت سایر گونه‌ها بیان شد (۳٦). هم‌چنین لاریو و کابانتیس (۲۰۱۲) در مطالعه فراوانی خردزیستگاه‌ها در جنگل‌های راش و نراد گزارش نمودند که درختان راش دارای خردزیستگاه‌های بیش‌تر و متنوع‌تری هستند زیرا به‌علت ترجیح دارکوب‌ها برای فعالیت روی درختان راش، به نسبت سایر گونه‌های موجود در منطقه حفره‌های تنه بیش‌تری روی درختان راش وجود دارد (۲۰). نتایج ذکرشده از این نظر که نوع گونه‌ی درختی بر فراوانی و تنوع خردزیستگاه تأثیرگذار است، با پژوهش حاضر مطابقت دارند. هر خردزیستگاه گویای شرایط ویژه‌ای است (۸). در این مطالعه بیش‌ترین فراوانی خردزیستگاه به‌ترتیب مربوط به گروه EP (اپی‌فیت‌ها)، GR (حفره‌های پیرامون ریشه) و CV (حفره‌ها) بوده است. در مطالعه‌ای که در جنگل‌های مدیترانه صورت گرفت نیز فراوانی حداکثری اپی‌فیت‌ها گزارش شده است (۳۵). در پژوهش سفیدی و صادقی (۱۳۹۹) در جنگل‌های راش گیلان درختان دارای حفره بیش از نیمی از خردزیستگاه‌ها را به خود اختصاص دادند (۳۹). فراوانی حفره‌های گورچه‌ای در توده جنگلی موردمطالعه به‌علت شیب‌دار بودن منطقه موردمطالعه است زیرا حفره‌هایی که توسط ریشه و در قسمت گورچه درخت شکل می‌گیرند بیش‌تر در مناطق شیب‌دار به وجود می‌آیند (۲۰). حفره‌های مشاهده‌شده نیز بیش‌تر حفره‌های ایجادشده توسط دارکوب یا حفره‌های تنه‌ای بودند که از این نظر نتایج حاصل با نتایج مطالعه کرامپ (۱۹۸۰) مطابقت دارد (٦). حفره‌های تجمع آب (CV4) بیش‌تر در گونه انجیلی مشاهده شد که این می‌تواند به‌دلیل خاصیت شکل‌پذیری درخت انجیلی باشد البته حفره‌های تجمع آب در گونه‌های راش، ممرز، شاه‌بلوط، توسکا نیز گزارش شده است (٤۲ و ٤٤). طی مطالعاتی که صورت گرفته عنوان شده است که شاخه‌های خشک‌شده بیش‌تر در درختان بزرگ ظاهر می‌شوند (٤)، بااین‌حال این رابطه در نتایج حاضر مشاهده نشد. در بررسی‌های انجام‌شده در این پژوهش تکرار وقوع شاخه‌های خشکیده (DE) در درختان انجیلی به نسبت قابل‌توجه بود، درحالی‌که درختان ممرز ازنظر قطر و ارتفاع در توده بزرگ‌تر هستند. بیش‌تر بودن تعداد شاخه‌های خشکیده در درخت انجیلی می‌تواند ناشی از پرشاخه بودن گونه انجیلی باشد. ضمن این‌که انجیلی در توده‌های موردبررسی در زیرآشکوب قرار دارد که این مسأله شاخه‌های آن را بیش‌تر در معرض خشک شدن ناشی از نرسیدن نور کافی قرار می‌دهد.

شیگ (۲۰۰۱) در بررسی جنگل‌های راش اروپای مرکزی گزارش داد که شاخه‌های خشک‌شده میزبان گونه‌های بیش‌تری از حشرات هستند و تنوع گونه‌ای بیش‌تری دارند و پیشنهاد کرد که بهتر است شاخه‌های خشک‌شده در جنگل باقی بمانند تا زیستگاه مناسبی برای حشرات ایجاد کنند و تنوع گونه‌ای را افزایش دهند (٤٥). در مطالعه حاضر هم‌چنین جاری شدن شیرابه فقط یک مورد مشاهده شد زیرا توده موردبررسی از درختان پهن‌برگ تشکیل شده و جاری شدن شیرابه بیش‌تر در سوزنی‌برگان (به‌صورت رزین) دیده می‌شود. این نتیجه با گزارش ارائه‌شده از جنگل‌های راش شمال فرانسه (۲۰) مطابقت دارد. هم‌چنین نتایج آزمون همبستگی نشان داد که همبستگی مثبتی بین افزایش قطر درختان با وقوع خردزیستگاه وجود دارد که با نتایج سایر گزارش‌های در پژوهش‌های مشابه مطابقت دارد (٢٦، ٣٢ و ٤٨). سفیدی و کوپن‌هیور (۲۰۲۰) نیز در پژوهش خود که در توده‌های راش هیرکانی واقع در گیلان انجام شده بود قطر برابرسینه به همراه وضعیت شادابی درختان را مهم‌ترین عامل پیش‌بینی‌کننده فراوانی خردزیستگاه‌ها روی درختان موردمطالعه گزارش کردند (۳۷). پایلت و همکاران (۲۰۱۹) نیز قطر برابرسینه و وضعیت زنده‌مانی درختان را مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فراوانی خردزیستگاه‌ها در جنگل‌های فرانسه بیان کردند (۲۷). با توجه به این نکته می‌توان گفت در توده‌های طبیعی برداشت درختان زیستگاهی قطورتر اثرات منفی اکولوژیکی بیش‌تری برجای خواهد گذاشت. درختان قطورتر معمولاً مسن‌تر هستند و این موضوع احتمال این‌که این درختان در طول دوره زندگی خود در معرض تغییرات جوی، حوادث طبیعی و یا مورد استفاده گونه‌های وابسته (مانند دارکوب، قارچ، سوسک‌های چوب‌زی) قرار گرفته و در پوست یا تنه خود دچار آسیب شده و درنتیجه تبدیل به درختان زیستگاهی شوند بیش‌تر است. سفیدی و صادقی (۱۳۹۹) نیز حفظ درختان با قطر حداقل یک متر را در داخل توده توصیه نموده و این امر را موجب حفظ زیستگاه‌ها و درختان زیستگاهی دارای ارزش زیستی بیش‌تر عنوان کردند (۳۹). خروجی نرم‌افزار +Integrate نشان داد که بسیاری از درختان باارزش اقتصادی اندک ممکن است دارای ارزش زیستگاهی بالایی باشند؛ بنابراین ارزش‌گذاری درختان توده صرفاً بر مبنای ارزش اقتصادی آن‌ها می‌تواند منجر به از دست دادن بخش قابل‌توجهی از ارزش اکولوژیکی توده شود. البته ذکر این نکته ضروری است که علاوه بر نوع گونه و قطر درخت، عوامل محیطی نیز در تعیین نوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها نقش به‌سزایی دارند (۳۰).

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه حاضر نشان داد که خردزیستگاه‌های مختلفی در توده‌های انجیلی-ممرز موردمطالعه یافت می‌شوند. هم‌چنین افزایش قطر یکی از مؤلفه‌های اثرگذار بر فراوانی خردزیستگاه‌ها است؛ بنابراین باقی گذاشتن تعدادی از درختان قطور در توده جنگلی به‌عنوان بستری برای ایجاد خردزیستگاه‌ها می‌تواند دارای اهمیت باشد. ضمن این‌که از عامل قطر می‌توان به‌عنوان شاخصی برای پیش‌بینی فراوانی خردزیستگاه‌ها روی درختان استفاده کرد. درمجموع شناخت عوامل مؤثر بر وقوع و فراوانی خردزیستگاه‌ها می‌تواند کمک مؤثری در حفظ تنوع اکوسیستم‌های جنگلی باشد.

منابع

1.Amiri, M., Rahmani, R., Sagheb-Talebi, K.H., and Habashi, H. 2015. Structural characteristics of dead wood in a natural untouched of Fagus orientalis mixed stand forest (Case Study: Shast-Kalateh forest, Gorgan, Iran). J. of Wood and Forest Science and Technology. 22: 1. 185-205. (In Persian)

2.Behjou, F.K., Majnounian, B., Dvořák, J., Namiranian, M., Saeed, A., and Feghhi, J. 2009. Productivity and cost of manual felling with a chainsaw in Caspian forests. J. of Forest Science. 55: 2. 96-100.

3.Bengtsson, J., Nilsson, S.G., Franc, A., and Menozzi, P. 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. J. of Forest Ecology and Management. 132: 1. 39-50.

4.Bouget, C., Brin, A., and Brustel, H. 2011. Exploring the "last biotic frontier": are temperate forest canopies special for saproxylic beetles? J. of Forest Ecology and Management. 261: 2. 211-220.

5.Bütler, R., Lachat, T., Larrieu, L., and Paillet, Y. 2013. 2.1 Habitat trees: key elements for forest biodiversity. In: D. Kraus and F. Krumm (eds). Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute. Joensuu.

6.Cramp, S., and Brooks, D.J. 1992. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the western Palearctic, vol. VI: Warblers. Oxford University Press, Oxford. 760p.

7.Eshaghi Rad, J., and Khanalizadeh, A. 2014. Quantitative comparison of microhabitats in deciduous forests with different management histories (Case study: Golband forest- Noshahr). Iranian J. of Forest and Poplar Research. 21: 4. 594-605. (In Persian)

8.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. J. of Forest Research. 33: 8. 1481-1494.

9.Forest Europe. 2015. State of Europe's forests 2015. Forest Europe, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. 312p.

10.Forest management plan.1995. District 1 Dr. Bahramnia forest, watershed 85. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 255p. (In Persian)

11.Habashi, H., Feizi, P., Nadimi, A., and Mohamadali Pourmalekshah, A.A. 2017. Effect of beech logs deadwood quality (decay stage class) on the macro fauna diversity in managed forest. J. of Forest Research and Development. 3: 1. 1-14. (In Persian)

12.Habashi, H., and Waez-Mousavi, S.M. 2017. Single-tree selection system effects on forest soil macrofauna biodiversity in mixed oriental beech stands. J. of Applied Soil Ecology. 123: 441-446. (In Persian)

13.Haghighat-Doust, A., and Waez-Mosuavi, S.M. 2019. Evaluation of tree marking in Persian Ironwood-hornbeam stands at Bahramnia forestry plan and its effect on stand structure. Ecology of Iranian Forest. 7: 14. 111-123. (In Persian)

14.Johann, F., and Schaich, H. 2016. Land ownership affects diversity and abundance of tree microhabitats in deciduous temperate forests. J. of Forest Ecology and Management. 380: 70-81.

15. Kakavand, M., Marvi Mohadjer, M.M., Sagheb-Talebi, K.H., Sefidi, K., Moridi, M., and Abbasian, P. 2017. Quantity and quality of deadwood in the mid-successional stage in oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) stands (Case study: Kheyrood forest, Nowshahr). J. of Forest and Poplar Research. 24: 4. 612-622. (In Persian)

16.Keren, S., and Diaci, J. 2018. Comparing the quantity and structure of deadwood in selection managed and old-growth forests in South-East Europe. J. of Forests. 9: 2. 76.

17.Kraus, D., Bütler, R., Krumm, F., Lachat, T., Larrieu, L., Mergner, U., Paillet, Y., Rydkvist, T., Schuck, A., and Winter, S. 2016. Catalogue of tree microhabitats: Reference field list. Integrate+ Technical Paper. 16p.
18.Kraus, D., and Krumm, F. 2013. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute, Freiburg, Germany. 284p.
19.Kraus, D., Schuck, A., Krumm, F., Bütler, R., Cosyns, H., Courbaud, B., Larrieu, L., Mergner, U., Pyttel, P., Varis, S., Wilhelm, G., Witz, M., Zenner, E., Zudin, S. 2018. Seeing is building better understanding - the Integrate+ Marteloscopes. Integrate+ Technical Paper. 22p.
20.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. J. of Forest Research. 42: 8. 1433-1445.
21.Larrieu, L., Paillet, Y., Winter, S., Bütler, R., Kraus, D., Krumm, F., Lachat, T., Michel, A., Regnery, B., and Vandekerkhove, K. 2018. Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. J. of Ecological Indicators. 84: 194-207.
22.MEA. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. In "Ecosystems and human well-being: synthesis". Island Press. Washington. DC. USA. 155p.
23.Michel, A.K., and Winter, S. 2009. Tree microhabitat structures as indicators of biodiversity in Douglas-fir forests of different stand ages and management histories in the Pacific Northwest. J. of Forest Ecology and Management. 257: 1453-146.
24.Nabuurs, G.J., Pussinen, A., Van Brusselen, J., and Schelhaas, M.J. 2007. Future harvesting pressure on European forests. J. of Forest Research. 126: 391-400.
25.Paillet, Y., Archaux, F., Boulanger, V., and Debaive, N. 2017. Snags and large trees drive higher tree microhabitat densities in strict forest reserves. J. of Forest ecology and management. 389: 176-186.
26.Paillet, Y., Debaive, N., Archaux, F., Boulanger, V., Gilg, O., and Guilbert, E. 2018. Nothing else matters? A nationwide study of microhabitats drivers at the tree scale. J. of bioRxiv. 335836, doi: https://doi.org/10.1101/335836.
27.Paillet, Y., Debaive, N., Archaux, F., Cateau, E., Gilg, O., and Guilbert, E. 2019. Nothing else matters? tree diameter and living status have more effects than biogeoclimatic context on microhabitat number and occurrence: An analysis in French forest reserves. PLOS One. 14: 5. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216500.
28.Parviainen, J., and Frank, G. 2003. Protected forests in Europe approaches-harmonizing the definitions for international comparison and forest policy making. J. of Environmental Management. 67: 1. 27-36.
29.Pourmajidian, M.R., and Rahmani, A. 2009. The influence of single-tree selection cutting on silvicultural properties of a northern hardwood forest in Iran. American-Eurasian J. of Agricultural and Environmental Sciences. 5: 4. 526-532.
30.Rafiei Jahed, R., Kavousi, M.R., Farashiani, M.E, Sagheb-Talebi, Kh., Babanezhad, M., Courbaud, B., Wirtz, R, Müller, J., and Larrieu, L. 2020. A comparison of the formation rates and composition of tree-related microhabitats in beech-dominated primeval Carpathian and Hyrcanian Forests. Forests. 11: 1-14.
31.Rahanjam, S., Marvie Mohadjer, M.M., Zobeiri, M., and Sefidi, K. 2017. Quantitative and qualitative assessment of deadwood in natural stands of Hyrcanian forests (Case study: Gorazbon district of Kheyrud, Nowshahr). J. of Forest and Poplar Research. 25: 4. 656-666. (In Persian)

32. Regnery, B., Paillet, Y., Couvet, D., and Kerbiriou, C. 2013. Which factors influence the occurrence and density of tree microhabitats in Mediterranean oak forests? J. of Forest Ecology and Management. 295: 118-125.
33. Remm, J., and Lõhmus, A. 2011. Tree cavities in forests−The broad distribution pattern of a keystone structure for biodiversity. J. of Forest Ecology and Management. 262: 579-585.
34. Sagheb-Talebi, K.H., Sajedi, T., and Pourhashemi, M. 2014. Forests of Iran, a treasure from the past, a hope for the future. Springer, Berlin. 160p.
35. Santopuoli, G., di Cristofaro, M., Kraus, D., Schuck, A., Lasserre, B., and Marchetti. M. 2019. Biodiversity conservation and wood production in a Natura 2000 Mediterranean forest. A trade-off evaluation focused on the occurrence of microhabitats. J. of iForest-Biogeosciences and Forestry. 12: 1. 76-84.
36. Sefidi, K. 2018. Quantitative evaluation of habitat and dead tree abundance in the oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, a case study from the Siahkal Forests. J. of Forest and Poplar Research. 26: 3. 331-343. (In Persian)
37. Sefidi, K., and Copenheaver, C.A. 2020. Tree-related microhabitats: a comparison of managed and unmanaged oriental beech–dominated forests in northern Iran. Forest Science. 66: 6. 747-753.
38. Sefidi, K., and Marvie Mohadjer, M.R. 2010. Snag dynamic in a mixed Beech forest. J. of Forest and Poplar Research. 18: 4. 517-526. (In Persian)
39. Sefidi, K., and Sadeghi, S.M.M. 2020. The diversity of microhabitats and the ecological value of habitat trees in oriental beech stands. Iranian J. of Forest. 12: 2. 147-160. (In Persian)
40. Scherzinger, W. 1996. Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Ulmer, Stuttgart, 447p.
41. Schiegg, K., 2001. Saproxylic insect diversity of beech: limbs are richer than trunks. J. of Forest Ecology and Management. 149: 1-3. 295-304.
42. Schmidl, J., Sulzer, P., and Kitching, R.L. 2008. The insect assemblage in water filled tree-holes in a European temperate deciduous forest: community composition reflects structural, trophic and physicochemical factors. J. of Hydrobiologia. 598: 1. 285-303.
43. Tavankar, F., Eslam Bonyad, A., and Iranparast Bodaghi, A. 2012. Effect of snags on the species diversity and frequency of tree natural regeneration in natural forest ecosystems of Guilan, Iran. J. of Forest and Poplar Research. 26: 3. 267-280. (In Persian)
44. Vaillant, F. 1978. Les Systenus et leur habitat dendrotelme [Dipt. Dolichopodidae]. J. of Bulletin de la Société entomologique de France. 83: 3. 73-85.
45. Vandekerkhove, K., De Keersmaeker, L., Menke, N., Meyer, P., and Verschelde, P. 2009. When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe. J. of Forest Ecology and Management. 258: 4. 425-435.
46. Verkerk, P.J., Mavsar, R., Giergiczny, M., Lindner, M., Edwards, D., and Schelhaas, M.J. 2014. Assessing impacts of intensified biomass production and biodiversity protection on ecosystem services provided by European forests. J. of Ecosystem Services. 9: 155-165.
47. Vizzarri, M., Chiavetta, U., Santopuoli, G., Tonti, D., and Marchetti, M. 2014. Mapping forest ecosystem functions for landscape planning in a mountain Natura 2000 site, Central Italy. J. of Environmental Planning and Management. 58: 8. 1454-1478.
48. Vuidot, A., Paillet, Y., Archaux, F., and Gosselin, F. 2011. Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. J. of Biological Conservation. 144: 1. 441-450.
49. Winter, S., and Möller, G.C. 2008. Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation. J. of Forest Ecology and Management. 255: 1251-1261.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 27 (4), 2021
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2021.18045.1874

Frequency of tree micro-habitats in Persian ironwood- hornbeam forest at Bahramnia forestry plan (Gorgan)

A. Haghighat Doust[1] and *S.M. Waez-Mousavi[2]
[1]M.Sc. Graduate of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,
[2]Assistant Prof., Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Received: 06.14.2020; Accepted: 01.11.2021

Abstract

Background and Objectives: In recent years the protection of biodiversity became an important goal in forest management and caused some conservative management approaches such as creating protected areas or areas in which no management has been implemented. In the last decade, habitat trees came under focus. Micro-habitats are structures on dead or alive trees in the forest including changes such as wounds and fractures caused by biological processes and provide places for forest living organisms. Nowadays the necessity of habitat tree protection has been emphasized in forest management and policies. This study aimed to assess the diversity and frequency of tree micro-habitats in Persian ironwood- hornbeam forest stands at Bahramnia Forestry Plan (Gorgan).

Materials and Methods: Therefore for assessing the trees' micro-habitats 4 square sample plots each one with an area of 2500 m^2 were selected and allometric characteristics (diameter and height) of all trees with a diameter more than 7.5 cm were recorded. Then according to an instruction the type and abundance of micro-habitats were assessed and recorded for all trees. A binocular was used for assessing the micro-habitats located on top of the tree crown and their upper trunk. The habitat value, as well as the economic value of all trees, have been calculated. A correlation test was used to assess the relationship between occurrence and frequency of micro-habitat with quantitative characteristics of all trees.

Results: The result showed that the studied stand is an uneven-aged stand and the Persian-ironwood tree species is the most abundant tree species within it. The hornbeam trees have the highest average diameter and height, as well as the highest diversity and frequency of micro-habitats. The most frequent micro-habitats observed on the trees were EP, GR, and CV. The result of the correlation test showed a significant relationship between tree diameter and micro-habitat abundance. By increasing the tree diameter the number of micro-habitats significantly increased.

Conclusion: Totally the results of this study show that there are different kinds of micro-habitats in the studied forest stands. Also, the tree diameter is one of the factors that affect micro-habitat abundance. Therefore it is of importance to maintain some of the high diameter trees in the forest stand. Understanding the effective factors on occurrence and abundance of the micro-habitats can be an important help in protecting forest biodiversity.

Keywords: Diversity, Habitat trees, Habitat value, Micro-habitat, Parrotio-Carpinetum

*Corresponding author: waezmousavi@gau.ac.ir