مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال هفدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۴
ص ۳۷۹-۳۶۵
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2025.500986.2032
CC BY 4.0

بررسی تنوع و فراوانی خردزیستگاه‌های درختان کهنسال تیپ راش خالص در جنگل‌های شمال ایران (مطالعهٔ موردی: بخش بهاربن جنگل خیرود نوشهر)

زهرا ویسی[۱]، محسن جوانمیری‌پور[۲]، وحید اعتماد[۳*] و شعبان قلندرآیشی[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم زیستی جنگل، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
[۲] استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
[۳] دانشیار، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
[۴] استادیار، گروه آمار، دانشکدهٔ علوم فنی و مهندسی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۶)

چکیده

مقدمه: درختان کهنسال از مهم‌ترین عوامل ناهمگنی ساختاری در توده‌های جنگلی طبیعی هستند و نقش‌های بوم‌شناختی و زیستگاهی فراوانی در جنگل دارند. این پژوهش تلاش دارد تنوع و زادآوری خردزیستگاه‌های درختان قطور و کهنسال تیپ راش خالص را در بخش بهاربن جنگل خیرود بررسی کند.

مواد و روش: با استفاده از جنگل‌گردشی در تیپ راش خالص، ۳۰ اصله درخت کهنسال به‌صورت تصادفی شناسایی و بررسی شد. متغیرهایی مانند گونهٔ درختان دارای خردزیستگاه و نوع خردزیستگاه مشاهده‌شده مانند حفره‌های دارکوب، حفره‌های روی تنهٔ اصلی، حفره‌های روی شاخهٔ درختان، حفره‌های روی گورچهٔ درخت (بزرگ)، شکاف روی پوست، غده یا رشد اضافی روی تنه، آشیانه، ریزخاک، حفره‌های روی گورچهٔ درخت (کوچک)، قارچ‌های تنه‌ای و شکاف تنه‌ای ثبت و فراوانی ارزش خردزیستگاهی درختان کهنسال بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان داد که خردزیستگاه غدهٔ روی تنه با ۲۲/۱۶ درصد مجموع ۱۵۳۰ شکل از انواع خردزیستگاه‌های مشاهده‌شده، بیشترین فراوانی و حفرهٔ روی شاخه با ۰/۶۵ درصد کمترین فراوانی را داشت. فراوانی خردزیستگاه‌های موجود برای گونهٔ پلت (*Acer velutinum* Boiss.)، راش (*Fagus orientalis* Lipsky.) و توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A.Mey.) به‌ترتیب ۵۳/۷۹، ۲۷/۱۲ و ۱۹/۰۸ درصد است. بیشترین فراوانی خردزیستگاه‌ها برای گونه‌های پلت و توسکای ییلاقی مربوط به غدهٔ روی تنه به‌ترتیب ۲۲/۱۶ و ۲۱/۹۱ درصد بود، درحالی که در گونهٔ راش حفرهٔ روی گورچه (بزرگ) با ۱۷/۸۳ درصد بیشترین فراوانی را داشت. کمترین فراوانی خردزیستگاه‌ها برای هر سه گونهٔ پلت، توسکای ییلاقی و راش مربوط به آشیانه به‌ترتیب ۰/۶۰، ۱/۰۲ و ۰/۷۲ درصد بود. حفرهٔ روی شاخه نیز در گونهٔ راش فاقد فراوانی بود. بیشترین فراوانی عناصر خردزیستگاهی در گونهٔ پلت و در طبقهٔ کلان با ۹ مورد و کمترین فراوانی عناصر خردزیستگاهی در گونهٔ توسکای ییلاقی و در طبقه خیلی کلان با ۲ مورد مشاهده شد. بیشترین فراوانی عناصر خردزیستگاهی در گونهٔ پلت و در طبقهٔ خیلی کلان با ۱۱ مورد و کمترین فراوانی عناصر خردزیستگاهی در گونهٔ توسکای ییلاقی و در طبقهٔ خیلی کلان با ۲ مورد دیده شد. بررسی فراوانی درختان زیستگاهی با استفاده از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) در سطح احتمال ۹۹ درصد (۰/۰۱) در تیپ راش خالص نشان‌دهندهٔ معنی‌داری در بین ۱۲ گروه بررسی‌شده است.

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر نقش منحصربه‌فرد درختان کهنسال، به‌ویژه گونه‌های پلت و توسکای ییلاقی را در شکل‌گیری و تنوع خردزیستگاه‌های جنگلی نشان می‌دهد. این درختان به‌دلیل ویژگی‌های فیزیولوژیکی، ساختاری و ژنتیکی خاص خود مانند ضخامت پوست، تاج گسترده، پوسیدگی درون‌چوب و شکل‌گیری غده‌ها، میزبان مؤلفه‌های زیستگاهی متعددی هستند که برای بسیاری از موجودات از جمله گونه‌های ساپروکسیلیک، پرندگان و اپی‌فیت‌ها اهمیت حیاتی دارد. یافته‌ها همچنین نشان می‌دهند که تمرکز بر درختان کهنسال به‌جای بررسی کلی درختان دارای خردزیستگاه، می‌تواند نتایج متفاوتی نسبت به برخی از پژوهش‌های قبلی ارائه دهد. گونهٔ پلت برجسته‌ترین کلان‌زیستگاه در این پژوهش معرفی شد که به‌دلیل تنوع زیاد ویژگی‌های زیستگاهی، قابلیت تبدیل به «کلان‌زیستگاه درختی» را دارد. بنابراین در برنامه‌های مدیریتی مانند عملیات قطع و بهره‌برداری باید به ارزش زیستگاهی درختان کهنسال و نقش آنها در پایداری توده‌های جنگلی توجه ویژه‌ای داشت.

واژگان کلیدی: آشیانه، پوسیدگی، حفره، شکاف، غده.

[*] نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۹۱۲۴۶۴۸۰۷۴
ایمیل: vetemad@ut.ac.ir

مقدمه

تیپ‌ها در بوم‌سازگان‌های جنگلی، به‌سبب تأثیر در افزایش تنوع زیستی و عملکردهای بوم‌شناختی بسیار مهم‌اند. با آغاز دورهٔ کهنسالی، تأثیر بوم‌شناختی این تیپ‌ها همچنان روندی فزاینده دارد (Tavankar & Nikooy, 2017). یکی از شاخصه‌های دورهٔ کهنسالی، وجود شمار بیشتری از درختان مسن در توده‌های جنگلی در مقایسه با جنگل‌های جوان و میانسال است (Etemad et al., 2024). این درختان ویژگی‌هایی منحصربه‌فرد دارند؛ مانند ریشه‌های تکیه‌گاه (گورچه)، پوست ضخیم شیاردار، پوسته‌پوسته شدن، پوسیدگی، توخالی شدن و شاخه‌های بزرگ اولیه و ثانویه که برای بسیاری از موجودات زنده و چرخه‌های اکولوژیک حائز اهمیت‌اند (Etemad et al., 2024; Finsinger et al., 2022). این ویژگی‌ها، به‌ویژه زیستگاه‌های خاصی که این درختان فراهم می‌کنند، سبب جلب توجه به آنها به‌منزلهٔ نشانگرهای تنوع زیستی شده است (Asbeck et al., 2021).

برخی از این درختان، به‌دلیل وجود پوسیدگی، از نظر بوم‌شناختی اهمیت ویژه‌ای دارند؛ زیرا پوسیدگی کنده و بقیهٔ بخش‌ها زیستگاه ارزشمندی برای گونه‌های وابسته به پوسیدگی فراهم می‌سازند (Etemad et al., 2024)و خردزیستگاه‌های متنوعی را برای گونه‌های نادر گیاهی و جانوری ایجاد می‌کنند (Javanmiri Pour & Etemad, 2024; Baker et al., 2022). درختان کهنسال معماری تاجی پیچیده‌تر و از نظر زیستگاهی و ژنتیکی، ارزش بیشتری دارند (Javanmiri Pour, 2024).

دست‌کم ۲۵ درصد گونه‌های جانوری در بوم‌سازگان‌های جنگلی از درختان زیستگاهی و خشک‌دارها بهره می‌برند(Sefidi & Sadeghi, 2020) . بنابراین درختان کهنسال که در مرحلهٔ دیرزیستی قرار دارند، با قطر زیاد و پوست ضخیم، مستعد ایجاد انواع خردزیستگاه هستند (Sefidi et al., 2019; Haghighatdoust & Waez-Mousavi, 2021). این درختان، اجزای ساختاری مهمی هستند و کارکرد مهمی در افزایش تنوع زیستی و پیچیدگی ساختاری جنگل‌ها دارند (Javanmiri Pour & Etemad, 2024; Baker et al., 2022).

خردزیستگاه‌ها ساختارهایی‌اند که روی درختان زنده یا خشک‌دار ایجاد می‌شوند. این زیستگاه‌های کوچک، حاصل فرایندهای زیستی هستند و بستر مناسبی برای زیست گونه‌ها یا جمعیت‌هایی به شمار می‌آیند که دست‌کم در یکی از مراحل چرخهٔ زندگی خود برای تغذیه، آشیانه‌سازی یا تجدید نسل به آنها وابسته‌اند (Sefidi & Sadeghi, 2020; Haghighatdoust & Waez-Mousavi, 2021; Butler et al., 2021; Larrieu et al., 2021). افزایش خردزیستگاه‌ها گذشته از افزودن پیچیدگی ساختاری، به پایداری بیشتر جنگل در برابر آشفتگی‌ها می‌انجامد (Sefidi & Sadeghi, 2020).

پژوهشی دربارهٔ عوامل تأثیرگذار بر وقوع و تراکم خردزیستگاه‌های درختی در جنگل‌های بلوط مدیترانه‌ای (*Quercus ilex* Lour.) نشان داد که درختان پهن‌برگ، خشک و قطور نسبت به درختان سوزنی‌برگ، تنوع بیشتری از خردزیستگاه‌ها را حمایت می‌کنند. بلوط همیشه‌سبز (*Q. ilex*) به‌عنوان گونه‌ای غالب، ظرفیت زیادی در میزبانی خردزیستگاه‌ها دارد. همچنین مدت زمان گذشته از آخرین عملیات قطع درخت، مهم‌ترین عامل مؤثر در تراکم خردزیستگاه‌ها بود؛ به‌طوری که توده‌های قدیمی‌تر (بیش از ۹۰ سال) نزدیک به ۱۳ برابر توده‌های تازه‌قطع‌شده (کمتر از ۳۰ سال) خردزیستگاه داشتند (Regnery et al., 2013).

هفت فرم مهم خردزیستگاه‌های درختی در جنگل‌های معتدله و مدیترانه‌ای اروپا برپایهٔ ویژگی‌های ریخت‌شناسی و اهمیت بوم‌شناختی آنها شامل حفره‌های بزرگ، آسیب‌های درختی و چوب نمایان، شاخه‌های مردهٔ تاج، غده‌ها، قارچ‌ها و شبه‌قارچ‌های زاپروکسیلیک، ساختارهای اپی‌فیتیک و اپی‌زیلیک و ترشحات طبقه‌بندی شد (Larrieu et al., 2018).

پژوهش Sefidi & Sadeghi (2020) در توده‌های راش شرقی (*Fagus orientalis* Lipsky.) استان گیلان، با بررسی ۸۷ درخت زیستگاهی و ۱۴۷

خردزیستگاه نشان داد که حفره‌های دارکوب رایج‌ترین و ریزخاک نادرترین نوع خردزیستگاه بودند. بیشتر این زیستگاه‌ها روی تنه، شاخه‌های اصلی و گورچهٔ درختان زندهٔ راش شکل گرفته بودند.

عوامل مؤثر بر وقوع خردزیستگاه‌ها شامل ابعاد درخت (به‌ویژه قطر در ارتفاع برابرسینه)، گونهٔ درخت و نوع مدیریت جنگل نیز هستند (Asbeck et al., 2021). در پژوهشی در جنگل‌های انجیلی- ممرز (*Carpinus betulus* L. - *Parrotia persica* DC. C.A.Mey.) گرگان، مشخص شد که درختان ممرز بیشترین تنوع و فراوانی خردزیستگاه را داشتند. رایج‌ترین انواع مشاهده‌شده به‌ترتیب شامل گروه اپی‌فیت‌ها (EP)، حفره‌های پیرامون ریشه (GR) و حفره‌ها (CV) بودند. همچنین همبستگی مثبتی بین قطر درخت و تعداد خردزیستگاه‌ها گزارش شد (Haghighatdoust & Waez- Mousavi, 2021).

بررسی الگوهای فراوانی درختان زیستگاهی نشان داد که ۳۳ مورد مربوط به درختان پهن‌برگ و ۹ مورد مربوط به سوزنی‌برگان است. افتادگی پوست، حفره‌های پوسیدگی، ترک و غده در پهن‌برگان و افتادگی پوست در سوزنی‌برگان بیشترین فراوانی را داشتند (Larrieu et al., 2021).

پژوهشی نشان داد که افزایش قطر درختان، موجب پایداری بیشتر خردزیستگاه‌ها می‌شود و گونه‌های درختی زیستگاهی، تضمین‌کنندهٔ حفظ بلندمدت این زیستگاه‌ها هستند (Spinu et al., 2024).

پژوهشی در جنگل‌های میان‌بند هیرکانی نشان داد که بیشترین تراکم درختان زیستگاهی (۱۰/۹۵ اصله در هکتار) مربوط به پایه‌های توخالی در ناحیهٔ کنده و امتداد ریشه‌ها بود، درحالی که کمترین آن (۰/۵۵ اصله در هکتار) به درختان دارای جاروی جادوگر تعلق داشت. در پارسل‌های ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۹ و ۳۱۱، درختان توخالی از ناحیهٔ کنده و گورچه با فراوانی به‌ترتیب ۲۸۷، ۲۲۶، ۴۴۵ و ۱۹۷ اصله بیشترین حضور را داشتند. میانگین قطر درختان کهنسال با ویژگی‌هایی چون جاروی جادوگر، قارچ‌زدگی یا لانه‌سازی به‌ترتیب ۱۱۴، ۱۱۱، ۴/۷۸ و ۹/۶۳ سانتی‌متر بود، درحالی که درختان سرشکسته کمترین قطر را با میانگین ۲۱/۵ سانتی‌متر داشتند (Javanmiri Pour & Etemad, 2024).

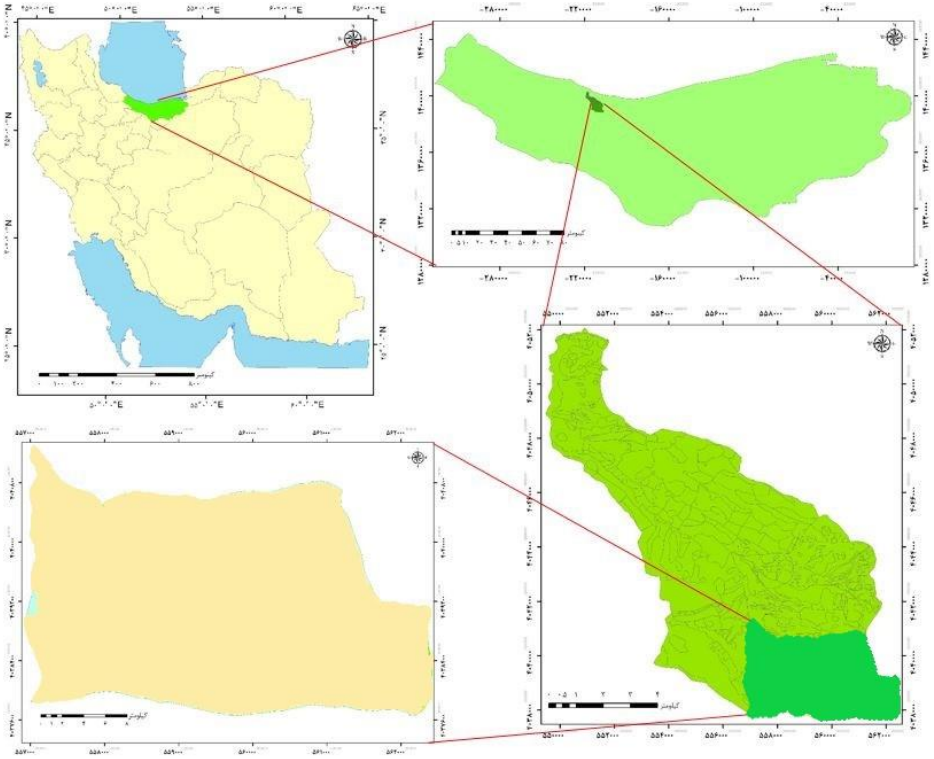
با توجه به اهمیت تنوع زیستی و عملکردهای بوم‌شناختی توده‌های جنگلی، پژوهش‌های متعددی توسط محققان داخلی و خارجی انجام گرفته است (Javanmiri Pour & Etemad, 2024; Sefidi & Sadeghi, 2020; Larrieu et al., 2018; Asbeck et al., 2021). با وجود این، به ارزش زیستگاهی درختان کهنسال به‌ویژه از منظر بوم‌شناختی کمتر توجه شده است. این پژوهش با هدف بررسی تنوع و فراوانی خردزیستگاه‌های درختان قطور و کهنسال در تیپ راش خالص جنگل‌های شمال ایران انجام می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

جنگل آموزشی و پژوهشی دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران (جنگل خیرود) در هفت کیلومتری شرق شهرستان نوشهر در استان مازندران با مختصات جغرافیایی شرقی ″۵۶ ′۳۹ °۵۱ و ″۱۲ ′۳۳ °۵۱ و عرض‌های جغرافیایی شمالی ″۰۸ ′۳۲ °۳۶ و ″۰۵ ′۴۵ °۳۶ قرار دارد. جنگل خیرود در دسته‌بندی اولیه به هشت بخش تفکیک شده که رویشگاه بررسی‌شده (بخش بهاربن) بخش ششم آن محسوب می‌شود. این بخش از شمال به جنگل چلیر، از شرق به حوزهٔ ۴۶، از جنوب به یال هشتادتن و از غرب به رودخانهٔ کلیک و بخش منیاسنگ محدود می‌شود (شکل ۱). مساحت بخش بهاربن بالغ بر ۱۵۵۰ هکتار است که در محدودهٔ ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا گسترش یافته است (Jashni, 2012). مهم‌ترین تیپ‌های جنگلی این بخش راش خالص، راش- ممرز، راش آمیخته، ممرز- راش، توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A.Mey.) - افرا (*Acer velutinum*) و توسکای ییلاقی- ممرز است. شایان ذکر است که توده‌های

موجود در تیپ‌های مدنظر، اغلب در مراحل تحولی اوج و کهنسالی قرار داشتند.



شکل ۱- نقشهٔ موقعیت مکانی بخش بهاربن در جنگل خیرود
Figure 1. Location map of the Baharbon district in the Kheyrud forest

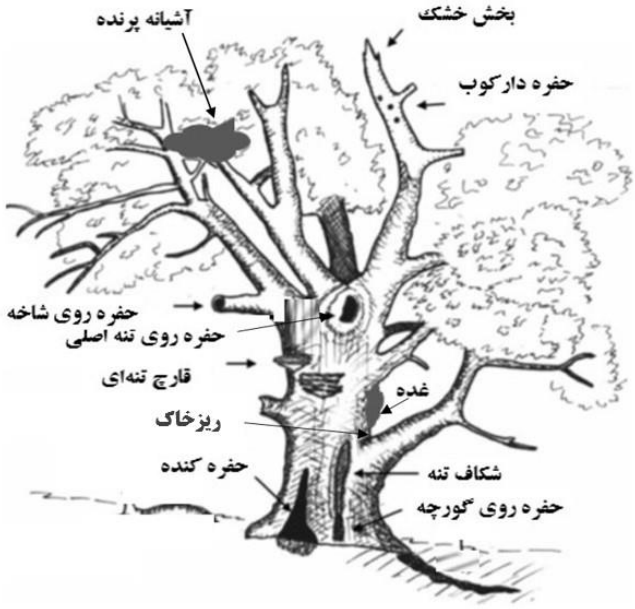
شیوهٔ اجرای پژوهش

برای اجرای این تحقیق از نقشهٔ توپوگرافی و نقشهٔ تیپ‌بندی بخش بهاربن با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ استفاده شد. با جنگل‌گردشی و پیمایش عرصه، درختان کهنسال موجود در تیپ جنگلی راش خالص شناسایی شد. جنگل‌گردشی در نوارهایی به عرض ۱۰۰ متر در تیپ راش خالص صورت گرفت. با توجه به شرایط جنگل و نیز مراجعه به پژوهش‌های پیشین برای هر گونهٔ درختی یک قطر خاص معیاری برای کهنسالی درخت در نظر گرفته شد (Azaryan et al., 2015: Hosseini et al., 2020). برای مثال حداقل قطر برابرسینه برای گونهٔ پلت، راش و توسکای ییلاقی، ۱/۵ متر منظور شد (Azaryan et al., 2015). در این تیپ ۳۰ اصله درخت کهنسال به‌طور تصادفی شناسایی و بررسی شدند. بدین منظور درختان کهنسال فارغ از نوع گونه به‌طور تصادفی شناسایی و ویژگی‌های بوم‌شناختی و خردزیستگاهی آنها ثبت شد. این عملیات تا وقتی ادامه یافت که ۳۰ اصله درخت کهنسال ارزیابی شدند. شایان ذکر است که گونه‌های درختی کهنسال شامل پلت، راش و توسکای ییلاقی به‌ترتیب ۱۶، ۹ و ۵ اصله بوده است. برای بررسی انواع درختان زیستگاهی، ابتدا انواع خردزیستگاه تعیین شد. در تیپ تحت بررسی، متغیرهایی مانند گونهٔ درختان دارای خردزیستگاه و نوع خردزیستگاه مشاهده‌شدهٔ مربوط به آن ثبت (Javanmiri Pour & Etemad., 2024) و فراوانی ارزش خردزیستگاهی درختان کهنسال بررسی شد (Kraus et al., 2016). مهم‌ترین علائم زیستگاه بودن درخت شامل حفره‌های دارکوب، حفره‌های روی تنهٔ اصلی، حفره‌های روی شاخهٔ درختان، حفره‌های روی گورچهٔ درخت (بزرگ)، شکاف روی پوست، غده یا رشد اضافی روی تنه، آشیانه، ریزخاک، حفره‌های روی گورچهٔ درخت (کوچک)، قارچ‌های تنه‌ای و شکاف تنه‌ای است (جدول ۱، شکل ۲).

جدول ۱- تعیین نوع خردزیستگاه شامل ویژگی‌های کلی و تعریف هر یک از آنها (Kraus et al., 2016)

Table 1. Determining the type of microhabitat including general characteristics and defining each of them (Kraus et al., 2016)

ردیف Row	نوع خردزیستگاه Microhabitat Type	اختصار Abbreviation	تعریف Definition
1	حفره‌های دارکوب Wood pecker cavity	WPC	حفره‌های ایجادشده توسط دارکوب (قطر حفرهٔ کمتر از ۱۰ سانتی‌متر) Holes created by woodpeckers (hole diameter less than 10 cm)
2	حفره‌های روی تنهٔ اصلی Trunk cavity	TC	حفره‌های روی تنهٔ اصلی (حداقل قطر ۱۰ سانتی‌متر) Holes on the main trunk (at least 10 cm in diameter)
3	حفره‌های روی شاخهٔ درختان Branch hole	BH	حفره‌های با حداقل قطر ۵ سانتی‌متر روی شاخه‌های اصلی Holes with a minimum diameter of 5 cm on the main branches
4	حفره‌های روی گورچهٔ درخت (بزرگ) Trunk base rot hole	TB	حفره‌های روی گورچه با حداقل قطر ۱۵ سانتی‌متر با تجمع آب Holes on the base with a minimum diameter of 15 cm with water accumulation
5	شکاف روی پوست Crack in the bark	CB	درختان با پوسیدگی و شکاف روی پوست با حداقل مساحت ۲۵ سانتی‌متر Trees with decay and cracks on the bark with a minimum area of 25 cm
6	غده (رشد اضافی) روی تنه Canker	CA	مشاهدهٔ رویش اضافی نامعمول با حداقل قطر ۲۰ سانتی‌متر Observation of unusual extra growth with a minimum diameter of 20 cm
7	آشیانه Nest	NE	وجود آشیانهٔ پرندگان یا برخی مهره‌داران The presence of bird nests or some vertebrates
8	ریزخاک Micro soil	MS	تجمع خاک روی شکاف‌های پوست تنه یا شاخه‌های قطور Accumulation of soil on the cracks of trunk bark or thick branches
9	حفره‌های روی گورچهٔ درخت (کوچک) Buttress root concavity	BRC	حفره‌های روی گورچه با حداکثر قطر ۱۵ سانتی‌متر Holes on the buttress with a maximum diameter of 15 cm
10	بخش خشک یا پوسیده Dead wood	DW	وجود شاخه‌های پوسیده یا کاملاً خشک‌شده در تاج یا شاخه‌های اصلی درخت The presence of rotten or completely dried branches in the crown or main branches of the tree
11	قارچ‌های تنه‌ای Stem Fungi	SF	قارچ‌های ماکروسکوپی رشدیافته روی تنهٔ اصلی درخت با حداقل اندازهٔ ۵ سانتی‌متر Macroscopic fungi grown on the main trunk of the tree with a minimum size of 5 cm
12	شکاف تنه‌ای Crack in the stem	CS	وجود شکاف روی تنهٔ اصلی با طول حداقل ۳۰ سانتی‌متر، عرض یک سانتی‌متر و عمق ۱۰ سانتی‌متر The presence of a crack on the main trunk with a length of at least 30 cm, a width of one cm and a depth of 10 cm



شکل ۲- نمای شماتیک از انواع خردزیستگاه‌های موجود روی درختان کهنسال (اقتباس از Stokland et al., 2012)
Figure 2. Schematic view of the microhabitats types on old trees (adapted from Stokland et al., 2012)

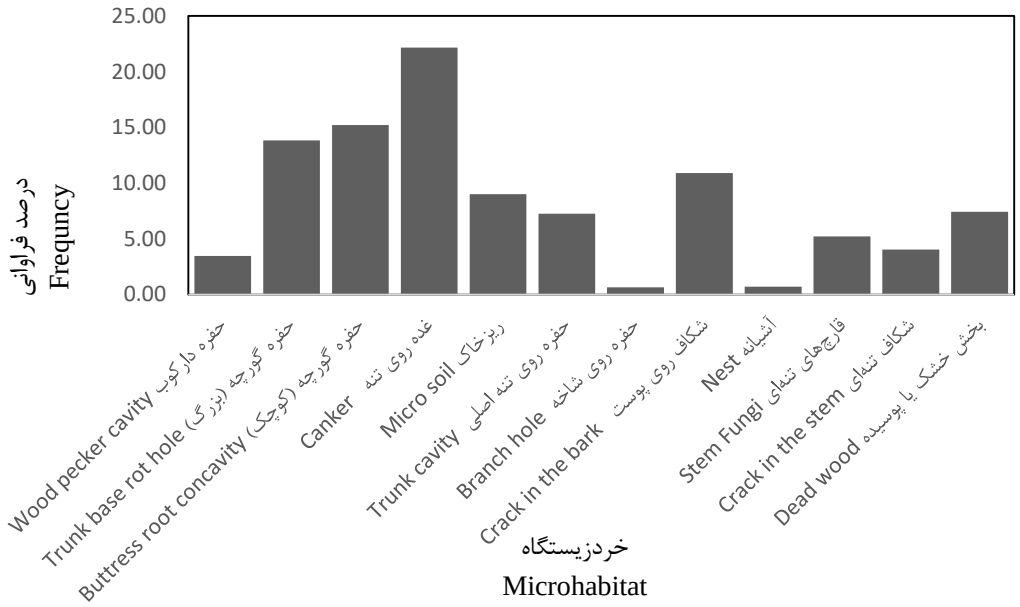
همچنین طبقه‌بندی فراوانی انواع عناصر خردزیستگاهی و تعداد فراوانی عناصر خردزیستگاهی براساس طبقه‌بندی (Stokland et al., 2012) صورت گرفت و درختان بررسی‌شده در طبقات کوچک، متوسط، کلان و خیلی کلان قرار گرفتند. طبق دسته‌بندی صورت‌گرفته، درختان دارای کمتر از چهار خردزیستگاه در طبقهٔ کوچک، درختان دارای ۲۰-۵ خردزیستگاه در طبقهٔ متوسط، درختان دارای ۴۰-۲۱ خردزیستگاه در طبقهٔ کلان و درختانی که بیش از ۴۰ خردزیستگاه داشتند در طبقهٔ خیلی کلان قرار گرفتند. همچنین درختانی که دارای کمتر از ۳ نوع از ۱۲ نوع خردزیستگاه مشخص‌شده بودند در طبقهٔ کوچک، درختانی که دارای ۶-۴ نوع خردزیستگاه بودند در طبقهٔ متوسط، درختانی که دارای ۹-۷ نوع خردزیستگاه بودند در طبقهٔ کلان و درختانی که دارای بیش از ۹ نوع خردزیستگاه بودند در طبقهٔ خیلی کلان قرار گرفتند (Stokland et al., 2012).

روش تحلیل

پس از جمع‌آوری داده‌ها از جنگل، جزئیات به‌صورت فایل اکسل ذخیره شد. نمودارها نیز در همین برنامه ترسیم و داده‌ها از نظر همگنی واریانس و نرمال بودن کنترل شد. برای این کار از آزمون همگنی لیون و آزمون نرمال کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. سپس از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی، برای بررسی معنی‌داری اختلاف بین گروه‌های بررسی‌شده مانند حفره‌های دارکوب، حفره‌های روی تنهٔ اصلی، حفره‌های روی شاخهٔ درختان، حفره‌های روی گورچهٔ درخت (بزرگ)، شکاف روی پوست، غده یا رشد اضافی روی تنه، آشیانه، ریزخاک، حفره‌های روی گورچهٔ درخت (کوچک)، قارچ‌های تنه‌ای و شکاف تنه‌ای در رویشگاه مدنظر استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج

در مجموع ۱۵۳۰ شکل از خردزیستگاه‌ها مشاهده شد. غدهٔ روی تنه با ۲۲/۱۵ درصد بیشترین فراوانی را نسبت به بقیهٔ انواع خردزیستگاه داشت و کمترین فراوانی مربوط به حفرهٔ روی شاخه با ۰/۶۵ درصد بود (شکل ۳).

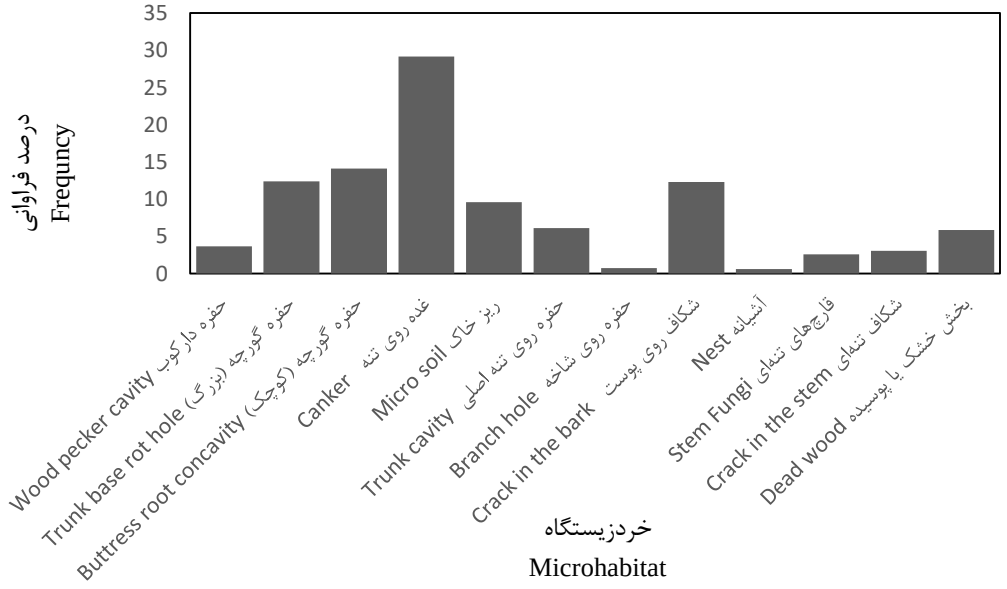


شکل ۳- درصد فراوانی کل خردزیستگاه‌های موجود در تیپ راش خالص بخش بهاربن، جنگل خیرود

Figure 3. The abundance of all microbiomes in the pure beech type of the Baharbon district, the Kheyrud forest

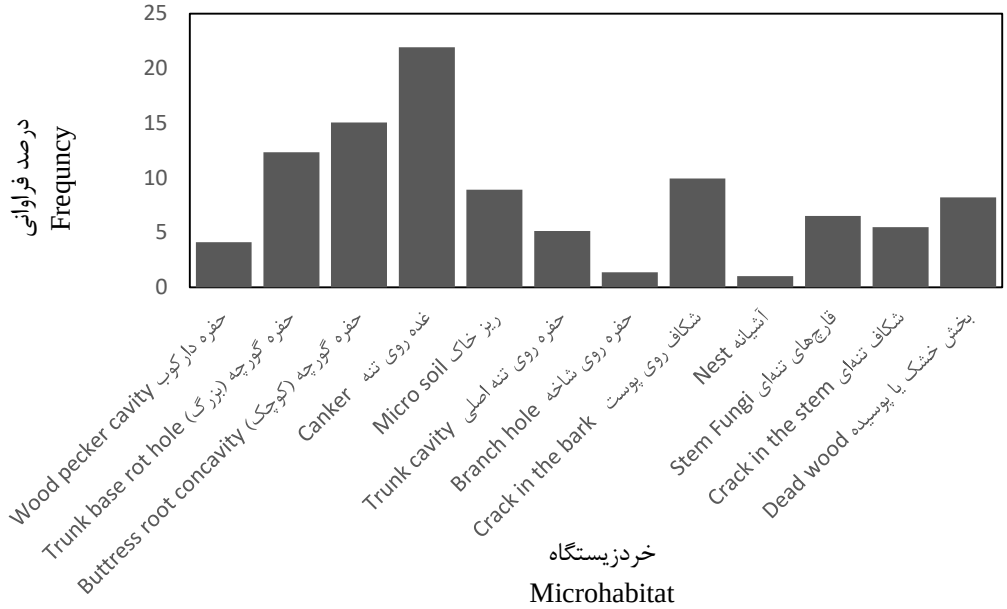
در مجموع ۵۳/۷۹ درصد از خردزیستگاه‌ها روی گونهٔ پلت مشاهده شد. غدهٔ روی تنه با ۲۹/۱۶ درصد بیشترین فراوانی را نسبت به دیگر انواع خردزیستگاه داشت و کمترین فراوانی مربوط به آشیانه با ۰/۶ درصد بود (شکل ۴).

در مجموع ۱۹/۰۸ درصد از خردزیستگاه‌ها روی گونهٔ توسکای ییلاقی مشاهده شد. غدهٔ روی تنه با ۲۱/۹۱ درصد بیشترین فراوانی را نسبت به دیگر انواع خردزیستگاه داشت و کمترین فراوانی مربوط به آشیانه با ۱/۰۲ درصد بود (شکل ۵).



شکل ۴- درصد فراوانی خردزیستگاه‌های موجود در گونهٔ پلت در تیپ راش خالص بخش بهاربن، جنگل خیرود

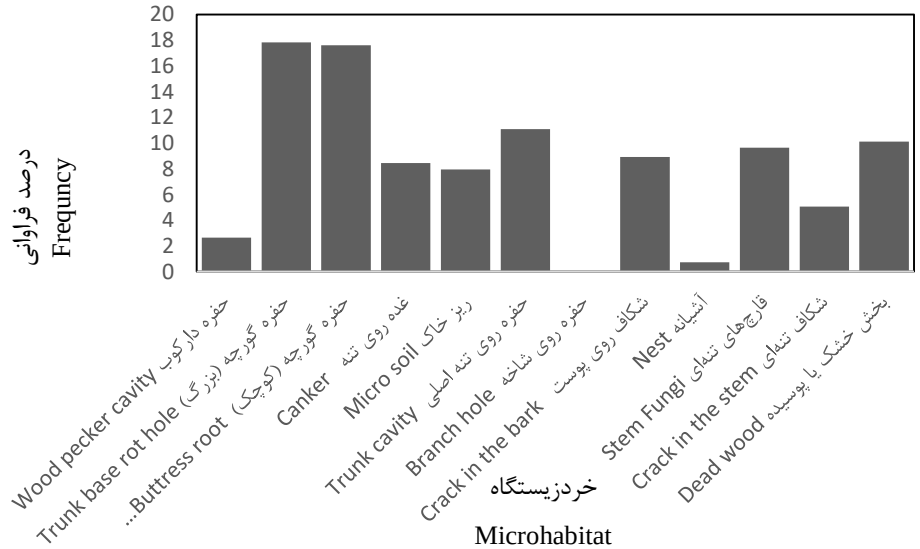
Figure 4. The abundance of microhabitats on maple in pure beech type in the Baharbon district, the Kheyrud forest



شکل ۵ – درصد فراوانی خردزیستگاه‌های موجود در گونهٔ توسکای ییلاقی در تیپ راش خالص بخش بهاربن، جنگل خیرود
Figure 5. The abundance of microhabitats in alder in pure beech type of the Baharbon district, the Kheyrud forest

در مجموع ۲۷/۱۲ درصد از خردزیستگاه‌ها روی گونهٔ راش مشاهده شد. حفرهٔ گورچه (بزرگ) با ۱۷/۸۳ درصد بیشترین فراوانی را نسبت به دیگر انواع خردزیستگاه داشت و کمترین فراوانی مربوط به آشیانه با ۰/۷۲ درصد بود. حفرهٔ روی شاخه نیز فاقد فراوانی بود (شکل ۶).

فراوانی خردزیستگاه‌ها در درختان بررسی‌شده در جدول ۲ آورده شده است. به‌طور کلی فراوانی انواع خردزیستگاه در گونهٔ پلت نسبت به بقیهٔ درختان بیشتر بود. برای مثال بیشترین فراوانی غدهٔ روی تنه در پلت ۵۸/۵ درصد بود، اما در گونه‌های توسکای ییلاقی و راش به‌ترتیب ۲۶/۸ و ۱۴/۶ درصد بود.



شکل ۶- درصد فراوانی خردزیستگاه‌های موجود در گونهٔ راش در تیپ راش خالص بخش بهاربن، جنگل خیرود
Figure 6. The abundance of microhabitats on the beech in the pure beech type of the Baharbon district, the Kheyrud forest

جدول ۲- فراوانی خردزیستگاه‌ها به‌طور کلی در درختان بررسی‌شده در تیپ راش خالص بخش بهاربن، جنگل خیرود

Table 2. The abundance of microhabitats on the studied trees in the pure beech type of the Baharbon district, the Kheyrud forest

میانگین (٪) Mean (%)	بخش خشک یا پوسیده (٪) DW[12] (%)	شکاف تنه‌ای (٪) CS[11] (%)	قارچ‌های تنه‌ای (٪) SF[10] (%)	آشیانه (٪) NE[9] (%)	شکاف روی پوست (٪) CB[8] (%)	حفرهٔ روی شاخه (٪) BH[7] (%)	حفرهٔ روی تنهٔ اصلی (٪) TC[6] (%)	ریزخاک (٪) MS[5] (%)	غدهٔ روی تنه (٪) Ca[4] (%)	حفره گورچه (کوچک) (٪) BRC[3] (%)	حفرهٔ گورچه (بزرگ) (٪) TB[2] (%)	حفرهٔ دارکوب (٪) WPC[1](%)	
48.9	42.1	40.3	26	45.4	60	60	45	57.2	58.5	47.2	48.1	56.6	Maple پلت
22.74	21	25.8	24	27.3	17.3	40	13.5	18.85	26.8	18.9	17	22.6	توسکای ییلاقی Alder
28.35	36.85	33.8	50	27.3	22.1	0	41.5	23.9	14.6	31.35	34.9	20.7	Beech راش
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Total کل

[1]Wood pecker cavity (%), [2]Trunk base rot hole (%), [3]Buttress root concavity (%), [4]Canker (%), [5]Micro soil (%), [6]Trunk cavity (%), [7]Branch hole (%), [8]Crack in the bark (%), [9]Nest (%), [10]Stem Fungi (%), [11]Crack in the stem (%), [12]Dead wood (%).

فراوانی تعداد خردزیستگاه‌ها به‌ازای هر درخت در درختان بررسی‌شده در جدول ۳ آورده شده است. به‌طور کلی فراوانی انواع خردزیستگاه در گونهٔ توسکای ییلاقی به‌ازای هر درخت نسبت به بقیهٔ درختان بیشتر بود. برای مثال بیشترین فراوانی شکاف تنه‌ای در توسکای ییلاقی به‌ازای هر درخت ۳۸/۲ نمونه بود، اما در گونه‌های پلت و راش به‌ترتیب ۱/۵۷ و ۲/۳۳ نمونه بود.

جدول ۳- فراوانی خردزیستگاه‌ها به‌ازای هر درخت در گونه‌های بررسی‌شده در تیپ راش خالص بخش بهاربن، جنگل خیرود

Table 3 - The abundance of microhabitats per tree on the studied species in the pure beech type of the Baharbon district, the Kheyrud forest

میانگین (تعداد) Mean (F)	بخش خشک یا پوسیده (تعداد) (DW)[12] (F)	شکاف تنه‌ای (تعداد) (CS)[11] (F)	قارچ‌های تنه‌ای (تعداد) (SF)[10] (F)	آشیانه (تعداد) (NE)[9] (F)	شکاف روی پوست (تعداد) (CB)[8] (F)	حفرهٔ روی شاخه (تعداد) (BH)[7] (F)	حفرهٔ روی تنهٔ اصلی (تعداد) (TC)[6] (F)	ریزخاک (تعداد) (MS)[5] (F)	غدهٔ روی تنه (تعداد) (CA)[4] (F)	حفرهٔ گورچه (کوچک) (تعداد) (BRC)[3] (F)	حفرهٔ گورچه (بزرگ) (تعداد) (TB)[2] (F)	حفرهٔ دارکوب (تعداد) (WPC)[1] (F)	
3.75	3	1.57	1.31	0.31	6.31	0.37	3.12	4.93	8.75	7.25	6.37	1.88	پلت Maple
7.78	4.8	38.2	3.8	0.6	5.8	0.8	3	5.2	12.8	8.8	7.2	2.4	توسکای ییلاقی Alder
3.83	4.6	2.33	4.44	0.33	4.11	0	5.11	3.66	3.9	8.11	8.22	1.22	راش Beech
3.95	3.8	2.06	2.66	0.36	5.53	0.33	3.7	4.6	7.96	7.76	7.06	1.76	کل Total

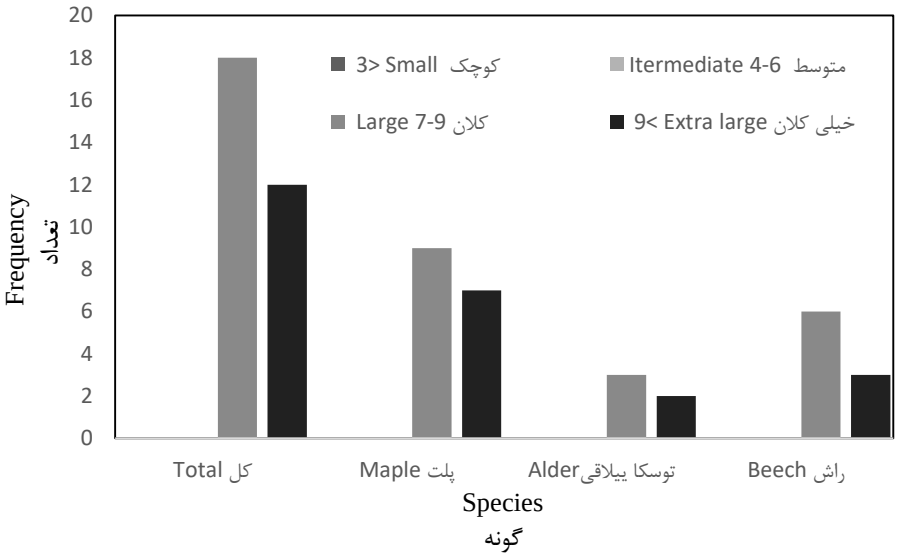
[1]Wood pecker cavity (Frequency), [2]Trunk base rot hole (Frequency), [3]Buttress root concavity (Frequency), [4]Canker (Frequency), [5]Micro soil (Frequency), [6]Trunk cavity (Frequency), [7]Branch hole (Frequency), [8]Crack in the bark (Frequency), [9]Nest (Frequency), [10]Stem Fungi (Frequency), [11]Crack in the stem (Frequency), [12]Dead wood (Frequency).

بیشتر انواع عناصر خردزیستگاهی در گونه‌های تحت بررسی در طبقه‌های کلان و خیلی کلان قرار دارد. بیشترین فراوانی انواع عناصر خردزیستگاهی در گونهٔ پلت و در طبقهٔ کلان با ۹ مورد و کمترین

فراوانی عناصر خردزیستگاهی در گونهٔ توسکای ییلاقی و در طبقهٔ خیلی کلان با ۲ مورد رخ داد (شکل ۷).

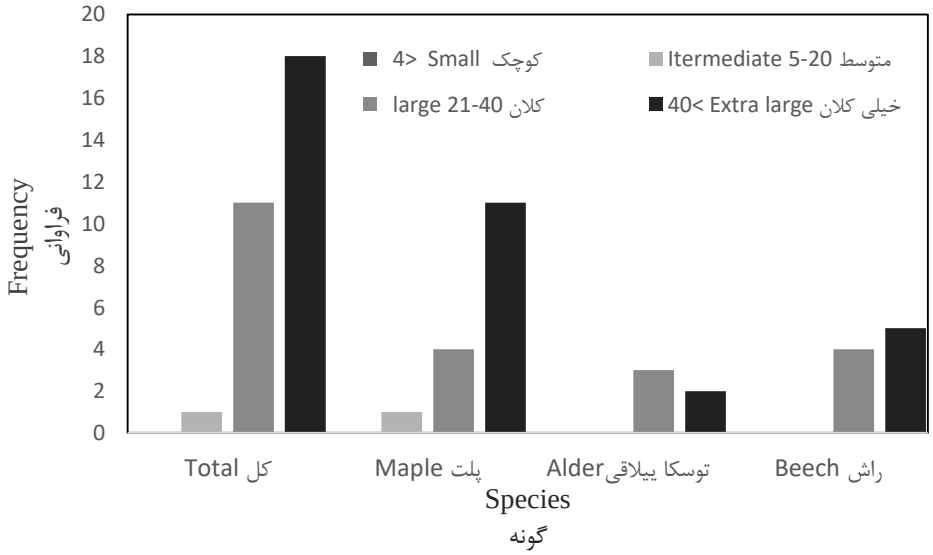
بیشتر عناصر خردزیستگاهی در گونه‌های بررسی‌شده در طبقه‌های خیلی کلان و کلان قرار دارد. بیشترین فراوانی عناصر خردزیستگاهی در گونهٔ پلت و در طبقهٔ خیلی کلان با ۱۱ مورد و کمترین فراوانی عناصر خردزیستگاهی در گونهٔ توسکای ییلاقی و در طبقهٔ خیلی کلان با ۲ مورد رخ داد (شکل ۸).

بررسی فراوانی انواع درختان زیستگاهی با استفاده از آنالیز واریانس در سطح احتمال ۹۹ درصد (۰/۰۱) در تیپ راش خالص نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (جدول ۴).



شکل ۷– فراوانی انواع عناصر خردزیستگاهی در گونه‌های بررسی‌شده در تیپ راش خالص بخش بهاربن، جنگل خیرود

Figure 7. Abundance of various types of microhabitat components on the studied species in the pure beech type of the Baharbon district, the Kheyrud forest



شکل ۸- فراوانی عناصر خردزیستگاهی در گونه‌های بررسی‌شده در تیپ راش خالص بخش بهاربن، جنگل خیرود

Figure 8. Abundance of microhabitat components on the examined species in the pure beech type of the Baharbon district, the Kheyrud forest

جدول ۴- نتایج آزمون آنالیز واریانس در بین گروه‌های بررسی‌شده در درختان زیستگاهی
Table 4. Comparison of the average of the investigated habitat trees by the ANOVA test

فراوانی درختان زیستگاه Frequency of microhabitat trees	مجموع مربعات Sum of squares	درجهٔ آزادی df	میانگین مربعات Mean of square	مقدار F F-value	معنی‌داری Sig.
بین گروه‌ها Between groups	3696.541	11	462.068	15.887	0.0001**
داخل گروه‌ها Within groups	7590.900	261	29.084		
کل Total	11287.441	272			

** به احتمال ۰/۰۱ * به احتمال ۰/۰۵ ns معنی‌دار نبودن

** probability of 1% (p=0.01) * probability of 5% (p=0.05), ns: Not significant

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان داد که در مجموع غدهٔ روی تنه با ۲۲/۱۶ درصد فراوان‌ترین شکل خردزیستگاه موجود است، درحالی که حفرهٔ روی شاخه با ۰/۶۵ درصد کمترین فراوانی را نشان داد. با اینکه غدهٔ روی تنه در مجموع بیشترین فراوانی را داشت، در گونهٔ راش با ۱۷/۸۳ درصد، حفرهٔ روی گورچه (بزرگ) فراوانی بیشتری داشت. نتایج این پژوهش با یافته‌های Sefidi et al. (2019) و Larrieu et al. (2021) همسو و با یافته‌های دیگر پژوهشگران مانند Javanmiri Pour & Etemad (2024) و Haghighatdoust & Waez-Mousavi (2021) ناهمسو است. ناهمسویی یافته‌های تحقیق حاضر با برخی پژوهش‌ها ممکن است به این دلیل باشد که این پژوهش فقط به بررسی نقش زیستگاهی درختان کهنسال پرداخته است، درحالی که پژوهش‌های مقایسه‌شده به‌صورت کلی اقدام به بررسی درختان خردزیستگاه کرده‌اند. درختان با رسیدن به کهنسالی و قطور شدن ویژگی‌هایی از خود بروز می‌دهند که نشان‌دهندهٔ کهنسالی آنهاست؛ از جمله ضخیم شدن پوست، شیاردار شدن تنه، غده و رشد اضافی روی تنه، پوسیدگی، توخالی شدن و ایجاد قارچ.

غده‌ها روی درختان کهنسال به‌دلیل فرایندهای فیزیولوژیکی خاصی شکل می‌گیرند که شامل تغییرات هورمونی و متابولیکی است. این غده‌ها به‌طور معمول مکان‌های ذخیره‌سازی مواد غذایی و آب هستند و ممکن است به عوامل مختلفی از جمله سن درخت، شرایط محیطی و نوع گیاه بستگی داشته باشند (Karami et al., 2017). این فرایندهای فیزیولوژیکی نتیجهٔ عمل هورمون‌ها، تغییرات متابولیکی، عوامل محیطی و عوامل ژنتیکی است. برای مثال هورمون‌های گیاهی مانند جبیرلین، محرک رشد در ساقه‌ها هستند و می‌توانند بر تشکیل غده‌ها تأثیر بگذارند (Annalliasa et al., 2004). همچنین با افزایش سن درخت، تغییرات متابولیک سبب تجمع مواد غذایی در غده‌ها می‌شود. این فرایند به‌ویژه در شرایط نامساعد محیطی مانند کمبود رطوبت یا مواد غذایی تشدید می‌شود که به تشکیل غده‌هایی برای ذخیره‌سازی می‌انجامد (Kirk et al., 2008; Yamashita et al., 2009). درختان کهنسال به‌طور معمول در شرایط خاصی رشد کرده‌اند که ممکن است سبب ایجاد غده‌های بزرگ‌تری شوند. برخی از گونه‌های درختی مانند پلت به‌طور طبیعی تمایل بیشتری به تشکیل غده دارند که ناشی از عوامل ژنتیکی است (Stokland et al., 2012).

در خصوص دلایل فراوانی کم حفره‌های دارکوب و آشیانهٔ پرندگان در درختان کهنسال می‌توان گفت دارکوب‌ها برای لانه‌سازی، خشک‌دارهای قطور را به درختان کهنسال ترجیح می‌دهند (Fröhlich et al., 2022). مهم‌ترین دلایل این موضوع، وجود حشرات، سختی چوب، محافظت از لانه، رقابت کمتر و سازگاری با اکوسیستم است. برای مثال زیر پوست

خشک‌دارها به‌طور معمول محل تجمع حشرات است و دارکوب با نوک زدن به آنها دسترسی پیدا می‌کند (Amlashi & Salehi, 2020) چوب خشک‌دارها به‌طور معمول نرم‌تر از درختان کهنسال است و برای حفاری راحت‌تر است. این ویژگی به دارکوب‌ها اجازه می‌دهد که با استفاده از منقار قوی خود، سریع‌تر و راحت‌تر حفره‌ای برای لانه‌سازی ایجاد کنند (Javanmiri Pour & Etemad, 2024).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که گونهٔ پلت به‌صورت کلی نسبت به درختان توسکای ییلاقی و راش و گونهٔ توسکای ییلاقی به‌صورت تک‌درخت نسبت به پایه‌های پلت و راش دارای ارزش خردزیستگاهی بیشتری است. تا کنون پژوهشی دربارهٔ فراوانی درختان خردزیستگاهی از نظر نوع گونه صورت نگرفته است تا بتوان برای مقایسه از آن استفاده کرد. پژوهش‌ها تا کنون بر تودهٔ راش (Sefidi & Sadeghi, 2020; Sefidi et al., 2019) و تیپ انجیلی- ممرز (Haghighatdoust & Waez-Mousavi, 2021) تمرکز داشته است که برای مقایسه با یافته‌های این پژوهش نامناسب به نظر می‌رسند.

یافته‌ها نشان می‌دهد که درختان کهن‌سال پلت و توسکای ییلاقی از نظر خاصیت زیستگاهی نسبت به گونهٔ راش اولویت دارند. از مهم‌ترین دلایل زیستگاه بودن آنها می‌توان به معماری تاج در گونهٔ پلت، پوست ضخیم و شیاردار در گونهٔ توسکای ییلاقی، ویژگی‌های چوب، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی، ویژگی‌های ژنتیکی، شیوهٔ مدیریت جنگل، ارزش‌های اجتماعی برخی درختان خاص و کاربرد آنها در مصارف سنتی و محلی اشاره کرد.

تحقیق حاضر نشان داد که انواع و تعداد عناصر خردزیستگاهی بیشتر در طبقات کیفی کلان و خیلی کلان وجود دارد. از این نظر بیشترین انواع و تعداد مؤلفه‌های ریززیستگاهی مربوط به پایه‌های کهنسال پلت است. بر این اساس می‌توان درختان کهنسال پلت را کلان‌زیستگاه‌های درختی (Arboreal megalopolis) نام‌گذاری کرد (Stokland et al., 2012). این واژه به خردزیستگاه‌های پیچیده‌ای اشاره دارد که در درختان کهنسال ایجاد می‌شود و دارای انواع و اقسام مؤلفه‌های خردزیستگاهی است و محیط زیست غنی‌تری را برای انواع جانداران و میکروارگانیسم‌ها مانند انواع گونه‌های ساپروکسیلیک فراهم می‌کند. با افزایش سن درختان تغییرات فیزیکی و بیولوژیک سبب شکل‌گیری زیستگاه‌های متنوعی می‌شود که برای بسیاری از موجودات حیاتی است. به‌طور کلی درختان کهنسال از نظر نقش‌هایی که در بوم‌سازگان جنگل دارند منحصربه‌فردند. در گونه‌هایی با دیرزیستی زیاد به‌ویژه در درختان کلان‌زیستگاه، میزان زیادی از ویژگی‌های خاص جمع می‌شوند. این ویژگی‌ها در نتیجهٔ بروز آسیب‌های مختلف و واکنش به آن آسیب‌ها به‌دلیل تغییرات شرایط نور و دما در درختان کهنسال است. درختان کهنسال بزرگ مرکز ثقل شکل‌گیری بسیاری از چرخه‌ها و موجودات زنده هستند (Palik et al., 2021). برای مثال در جنگل‌های مناطق معتدله مانند شمال ایران شاخه‌های قطور می‌توانند موجب تجمع جوامع بزرگ اپی‌فیت شوند و فضای لازم را برای آشیانهٔ پرندگانی مانند عقاب و سارگپ تأمین کنند. با توجه به زمان بیشتر، تاج درختان کهنسال به‌علت داشتن شاخه‌های ثانویه و تکامل شاخه‌ها بسیار گسترده و بزرگ هستند. همچنین توخالی شدن کنده و پوسیدگی بقیهٔ قسمت‌ها مانند درون‌چوب برای بسیاری از گونه‌های وابسته به پوسیدگی حائز اهمیت است. احتمال دارد درون‌چوب درختان کهنسال تکامل بیشتری نسبت به درختان جوان‌تر داشته باشد که به ایجاد خشک‌دارهای سرپا و افتاده منجر می‌شود. درون‌چوب نسبت به برون‌چوب کارکردهای مهم‌تری در طبیعت دارد (Etemad et al., 2024).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نقش منحصربه‌فرد درختان کهنسال، به‌ویژه گونه‌های پلت و توسکای ییلاقی را در شکل‌گیری و تنوع خردزیستگاه‌های جنگلی نشان

می‌دهد. این درختان به‌دلیل ویژگی‌های فیزیولوژیکی، ساختاری و ژنتیکی خاص خود، مانند ضخامت پوست، تاج گسترده، پوسیدگی درون‌چوب و شکل‌گیری غده‌ها، میزبان مؤلفه‌های زیستگاهی متعددی هستند که برای بسیاری از موجودات از جمله گونه‌های ساپروکسیلیک، پرندگان و اپی‌فیت‌ها اهمیت حیاتی دارد. یافته‌ها همچنین نشان می‌دهند که تمرکز بر درختان کهنسال به‌جای بررسی کلی درختان دارای خردزیستگاه، می‌تواند نتایج متفاوتی نسبت به برخی پژوهش‌های قبلی ارائه دهد. گونهٔ پلت برجسته‌ترین کلان‌زیستگاه در این پژوهش معرفی شد و به‌دلیل تنوع زیاد ویژگی‌های زیستگاهی، قابلیت تبدیل به «کلان‌زیستگاه درختی» را دارد. بنابراین در برنامه‌های مدیریتی مانند عملیات قطع و بهره‌برداری باید به ارزش زیستگاهی درختان کهنسال و نقش آنها در پایداری توده‌های جنگلی توجه ویژه‌ای داشت.

References

Amin Amlashi, M., & Salehi, M. (2020). Investigation on the appearance of host trees in woodpecker hunting activity Dendrocopos syriacus (Hemprich & Ehrenberg) on poplar clear wing moth Paranthrene tabaniformis (Rott.). *Biological Control of Pests and Plant Disease, 8*(2), 51-57. (In persian)

Annalliasa, S., Maari, S., Miko, M., & Jukka, J. (2004). Pivestrr of polyporus fungi (polyporaceae) in northern Borel forestry: effects site type and logging intensity, Sundinavian. *Journal of forest research, 19*, 152-163. https://doi.org/10.1080/02827580410026294.

Asbeck, T., Grobmann, J., Paillet, Y., Winiger, N., & Bauhus, J. (2021). He Use of Tree-Related Microhabitats as Forest Biodiversity Indicators and to Guide Integrated Forest Management. *Current Forestry Reports 7*, 59–68. https://doi.org/10.1007/s40725-020-00132-5.

Azaryan, M., Marvie Mohadjer, M.R., Etemaad, V., Shirvany, A., & Sadeghi, S.M.M. (2015). Morphological characteristics of old trees in hyrcanian forest (Case study: Pattom and Namkhaneh districts, Kheyrud). *Forest and Wood Products, 68*(1), 47-59. (In persian)

Baker, M., Roviello, V., Kroeger, D., & Roviello, G. (2022). Old growth forests and large old trees as critical organisms connecting ecosystems and human health. A review. *Environmental Chemistry Letters, 20*, 1529–1538.

Butler, R., Lachat, T., Krumm, F., Kraus, D., & Larrieu, L., (2021). Know, protect and promote habitat trees. WSL Fact Sheet, Swiss Federal Institute, Birmensdorf, Switzerland,12p.

Etemad, V., Javanmiri Pour, M., & Asgari, M. (2024). Ecological silviculture, concepts and applications. Tehran University Press, 648 pp. (In persian)

Finsinger, W., Cagliero, E., Morresi, D., Paradis, L., Curovic, M., Garbarino, M., Marchi, N., Meloni, F., Spalevic, V., Lingua, E., & Motta, R. (2022). the value of long-term history of small and fragmented old-growth forests for restoration ecology. *Page magazine, 30*, 8-9.

Fröhlich, A., Hawryło, P., & Ciach, M. (2022). Urbanization filters woodpecker assemblages: Habitat specialization limits population abundance of dead wood dependent organisms in the urban landscape. *Global Ecology and Conservation, 38*, 02220.

Haghighatdoust, A., & Waez-Mousavi, S.M. (2021). Frequency of tree micro-habitats in Persian ironwood- hornbeam forest at Bahramnia forestry plan (Gorgan). *Journal of Wood and Forest Science and Technology, 27*(4), 113-129. (In persian)

Hosseini, A., Jafari, M., & Asgari, S. (2020). Investigation and recognition of ecological characteristics of sites of Persian Oak and Pistachio old trees in forests of Ilam province. *Journal of Wood and Forest Science and Technology, 26*(4), 113-128. (In persian)

Jashni, J., Marvi Mohadjer, M.R., Zahedi Amiri, G., Etemad, V., & Hamzehee, B. (2012). Plant associations in Baharbon district of Kheyroud Forest and its relationship to land forms. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20*(3), 419-402. (In persian)

Javanmiri Pour, M. (2024). A Study on the Structure Complexity Index and Stand Quality in Managed Mixed Habitats in Kheyrud Forest. *Ecology of Iranian Forest, 12*(1), 99-112. (In persian)

Javanmiri Pour, M., & Etemad, V. (2024). Habitat trees in mixed stands and mid-altitude elevation in Hyrcanian forests (Case study: Kheyrud forest, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 32*(1), 29-45. (In persian)

Karami, M., Badehyan, Sh., Abrari, Z., Ahmadi, K., & Moosazadeh, S. (2017). Identifying Fungus (*Phellinus allardii* (Bres)) and Investigating the distribution and decay relationship with some of the habitat factors (Case Study: Parak Forest, Lorestan province, Iran). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 30*(2), 465-476. (In persian)

Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W., & Stalpers, J.A. (2008). Dictionary of the Fungi, 10th edition. CABI Publishing, UK.

Kraus, D., Bütler, R., Krumm, F., Lachat, T., Larrieu, L., Mergner, U., Paillet, Y., Rydkvist, T., Schuck, A., & Winter, S. (2016). *Catalogue of tree microhabitats: Reference field list* (Integrate+ Technical Paper). European Forest Institute. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1500.6483

Larrieu, L., Paillet, Y., Winter, S., Bütler, R., Krausf, D., Krummg, F., Lachat, T., Michel, I., M., Regnery, B., & Vandekerkhove, K. (2018). Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecological Indicators, 84*, 194–207.

Larrieu, L., Cabanettes, A., Courbaud, B., Goulard, M., Heintz, W., Koz´ak, D., Kraus, D., Lachat, F., Ladet, S., Müller, G.,Paillet, Y., Schuck , A., Stillhard, J., & Svoboda, M. (2021). Co-occurrence patterns of tree-related microhabitats: A method to simplify routine monitoring. *Ecological Indicators, 127*, 107757.

Palik, B.J., D'Amato, A.W., Slesak, R.A., Kastendick, D., Looney, CH., & Kragthorpe, J. (2021) Eighth-year survival and growth of planted replacement tree species in black ash (Fraxinus nigra) wetlands threatened by emerald ash borer in Minnesota, USA, *Forest Ecology and Management*, 484, 118958. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118958.

Regnery, B., Paillet, Y., Couvet, D., & Kerbiriou, CH. (2013). Which factors influence the occurrence and density of tree microhabitats in Mediterranean oak forests?. *Forest Ecology and Management, 295*, 118–125.

Sefidi, K., & Sadeghi, S. (2020). The diversity of microhabitats and the ecological value of habitat trees in oriental beech stands. *Iranian Journal of Forest, 12*(2), 147-160. (In persian)

Sefidi, K., Sagheb Talebi, K., & Nobahar, S. (2019). Qualitative and quantitative evaluation of habitat and dead trees in the developmental old-growth phase in the oriental beech forests. *Forest and Wood Products, 72*(3), 215-226. (In persian)

Spinu, A., Nicolaie, M., Asbeck, T., Kozak, D., Paillet, Y., Cateau, E., Mikola, M., Svoboda, M., & Bauhus, J. (2024) Temporal Development of Microhabitats on Living Habitat Trees in Temperate European Forests. *Ecosystems, 27*, 690- 709. http://doi.org/10.1007/s10021-024-00915-y.

Stokland, N., Siitonen, J., & Gonsson., B.G. (2012). Biodiversity in dead wood, cambridge.

Tavankar, F., & Nikooy, M., (2017). The Effect of Selection Cutting on Frequency and Characteristics of Thick Trees (Normal, Rotten, Dead Trees) in Asalem-Nav Forest. *Iranian Journal of Applied Ecology, 5*(18), 85-100. (In persian)

Yamashita, S., Hattori, T., Ohkubo, T., & Nakashizuka, T. (2009). Spatial distribution of the basidiocarps of aphyllophoraceous fungi in a tropical rainforest on Borneo Island, Malaysia. *Mycological Research, 113*(10), 1200-1207. http://doi.org/10.1016/j.foreco. 2021.118958.

Iranian Journal of Forest
Vol. 17, No. 3, Autumn 2025
pp. 365-379
Research Article

DOI: 10.22034/ijf.2025.500986.2032
CC BY 4.0

Studying the diversity and abundance of microhabitats in old growth trees in pure beech type in the northern forests of Iran (case study: Baharbon district of Nowshahr Kheyrud Forest)

Z. Veysi[1], M. Javanmiri Pour[2], V. Etemad[3*], and Sh. Ghalandar Ayeshi[4]

[1]M.Sc. Student of Biology Forest Sciences, Dept. of Forestry and Forest Economics Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
[2]Assistance Prof., Kermanshah Agriculture and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.
[3]Associate Prof., Dept. of Forestry and Forest Economics Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
[4]Assistant Prof., Dept. of Statistics, Faculty of Engineering and Technical Sciences, Gonbad-Kavoos University, Gonbad-Kavoos, Iran.

(Received: 25 January 2025; Accepted: 16 May 2025)

Abstract

Introduction: The study of the habitat value of old trees is crucial, as they are key factors in the structural heterogeneity of natural forest stands and play significant ecological and habitat roles. This research aims to investigate the microhabitat value of thick, old trees within the pure oriental beech type in the Baharbon district of the Kheyrud Forest.

Material and methods: Using forest cruising in a pure beech stand, 30 veteran trees were randomly identified and examined. Variables such as tree species with microhabitats and the types of observed microhabitats-including Wood pecker cavity, trunk base rot hole, buttress root concavity, canker, micro soil, trunk cavity, branch hole, crack in the bark, nest, stem fungi, crack in the stem and dead wood-were recorded. The frequency and microhabitat value of the veteran trees were then analyzed.

Results: The results of the study indicated that the stem gall microhabitat had the highest frequency among the observed microhabitat types, accounting for 22.16% of the total 1,530 recorded instances. In contrast, the branch cavity with 0.65% had the lowest frequency. The distribution of microhabitats among the three tree species -*Acer velutinum* Boiss., *Fagus orientalis* Lipsky., and *Alnus subcordata* C.A.Mey. - was 53.79%, 27.12%, and 19.08%, respectively. The highest frequency of microhabitats for *Acer velutinum* and *Alnus subcordata* was associated with the stem gall, at 22.16% and 21.91%, respectively. In contrast, for *Fagus orientalis*, the highest frequency was observed for the large trunk cavity, at 17.83%. The lowest frequency of microhabitats for all three species-*Acer velutinum*, *Alnus subcordata* , and *Fagus orientalis* -was associated with nesting sites, at 0.60%, 1.02%, and 0.72%, respectively. The branch cavity was entirely absent in beech. The highest frequency of various microhabitat elements was observed in - *Acer velutinum* within the macro class, with nine recorded instances. In contrast, the lowest frequency was observed in alder within the mega class, with only two instances. Additionally, the highest frequency of microhabitat elements in the mega class was recorded in *Acer velutinum*, with 11 instances. Conversely, the lowest frequency within the mega class was again observed in alder, with only two instances. Analysis of the frequency of habitat tree types using ANOVA at a 99% confidence level ($p < 0.01$) in pure beech stands revealed a statistically significant difference among the 12 studied groups.

Conclusion: The present study highlights the unique role of veteran trees-particularly *Carpinus betulus* and *Alnus subcordata* species-in the formation and diversity of forest microhabitats. These trees, due to their specific physiological, structural, and genetic characteristics-such as thick bark, wide crowns, heartwood decay, and gall formation-host a variety of habitat components critical for numerous organisms, including saproxylic species, birds, and epiphytes. The findings also suggest that focusing specifically on veteran trees, rather than conducting a general assessment of trees with microhabitats, may yield different results compared to some previous studies. In this study, the maple species was identified as the most prominent macrohabitat tree and, due to its high diversity of habitat features, has the potential to be considered a "macrohabitat tree." Therefore, in management programs-such as logging and exploitation operations-special attention should be paid to the habitat value of veteran trees and their role in the sustainability of forest stands.

Keywords: Cankers, Cavity, Crack, Decay, Nest.

[*]Corresponding author Tel: +09124648074 Email: vetemad@ut.ac.ir