

بررسی مشخصه‌های کمی و کیفی درختان کهن سال در جنگل‌های شمال ایران (مطالعه موردی: بخش بهاربن، جنگل خیرود نوشهر)

زهرا ویسی^۱، محسن جوانمیری پور^{۲*}، وحید اعتماد^۳ و شعبان قلندرآیسی^۴

(۱) دانشجوی کارشناسی ارشد علوم زیستی جنگل، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(۲) استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: m.javanmiri@ut.ac.ir

(۳) دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(۴) استادیار گروه آمار، دانشکده علوم فنی و مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۷

چکیده

درختان کهن سال به عنوان مهم ترین مولفه های ساختاری بوم سازگان های جنگلی، نقشی فراتر از یک موجود زنده منفرد داشته و حضور آنها برای پایداری و تعادل اکولوژیکی جنگل ها حیاتی است. به همین منظور این مطالعه تلاش دارد، مشخصه های کمی و کیفی درختان کهن سال در بخش بهاربن جنگل خیرود را مورد بررسی قرار دهد. در همین راستا طی جنگل گردشی در منطقه، ۶۰ اصله درخت کهن سال به صورت تصادفی انتخاب و مشخصه هایی همچون فراوانی، ترکیب گونه ای و ویژگی های کمی و کیفی آنها ثبت و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد فراوانی گونه های شناسایی شده شامل افراپلت، راش، توسکای ییلاقی و سایر گونه ها به ترتیب برابر با ۲۴، ۲۸، ۶ و ۲ اصله بود. میانگین ضریب قد کشیدگی این گونه ها به ترتیب ۲۵/۷۵، ۲۸/۰۹، ۲۷/۹۸، ۲۰/۲۹ و ۲۰ محاسبه شد. از نظر شادابی تاج، گونه های بلندمازو و راش به ترتیب با ۱۰۰ و ۸۸/۳ درصد و از نظر سلامت تنه، توسکای ییلاقی و بلندمازو به ترتیب با ۷۲/۲ و ۶۶/۷ درصد دارای بیشترین نسبت بودند. مقایسه گروه های مورد بررسی با استفاده از آزمون آنالیز واریانس نشان داد میانگین ضریب قد کشیدگی، قطر برابر سینه، ارتفاع کل و حجم در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ارتفاع تنه و ارتفاع تاج در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی دار بودند، در حالی که مشخصه سطح تاج پوشش معنی دار نشد. همچنین، آزمون کروسکال-والیس در بررسی ویژگی های کیفی اختلاف معنی داری در سلامت تاج، رنگ برگ، شاخه دوانی تنه و شکل تنه تا شروع تاج نشان داد. به طور کلی، نتایج بیانگر آن بود که درختان کهن سال جنگل خیرود، به ویژه گونه های راش، افراپلت و توسکای ییلاقی با برخورداری از تنوع ریختی و نقش اکولوژیک برجسته، سهم مهمی در پایداری جنگل دارند. بررسی پیچیدگی ریختی نشان داد گونه های راش و افراپلت به دلیل ریخت شناسی منظم تر و واکنش پذیری کمتر در برابر تغییرات محیطی پایدارتر هستند، در حالی که توسکای ییلاقی با تنوع ریختی زیاد از انعطاف پذیری بیشتری برخوردار است. تفاوت در ویژگی های کمی نسبت به مطالعات پیشین احتمالاً ناشی از شرایط حفاظتی ویژه منطقه است. در عین حال، کاهش برخی گونه ها مانند نمدار و ملج به دلیل بیماری ها، نقش عوامل زیستی در تغییر ترکیب گونه ای این جنگل ها را برجسته می سازد. این پژوهش با تبیین ویژگی های ریختی و وضعیت سلامت زیستی درختان، نقش آنها را در تاب آوری و کارکرد اکولوژیکی بوم سازگان ها روشن نمود. نتایج می تواند مبنای علمی برای شناسایی گونه های کلیدی، ارتقای پایداری جنگل و حمایت از سیاست گذاری های حفاظتی فراهم آورد.

واژه های کلیدی: پایداری اکولوژیکی، جنگل خیرود، درختان کهن سال، ریخت شناسی، ویژگی های کمی و کیفی.

درختان کهن سال به عنوان عناصر بنیادین و مولفه های ساختاری اصلی بوم سازگان های جنگلی مناطق معتدله، نقشی بسیار فراتر از یک موجود زنده منفرد ایفا می کنند (Hauck et al., 2023; Paratori et al., 2023) و حضور آنها برای پایداری و تعادل بوم شناختی جنگل ها حیاتی است (اعتماد و همکاران، ۱۴۰۳). این درختان که اغلب صدها سال عمر دارند، به دلیل ابعاد بزرگ تنه و تاج، مقاومت چشمگیری در برابر آشفته گی های طبیعی مانند طوفان، خشکسالی و آتش سوزی داشته و همچنین ویژگی های ریختی منحصربه فرد آنها مانند پوسیدگی های تنه ای، حفره های ریشه ای و تاج های نامتقارن (Stokland et al., 2012)، نه تنها نماد سلامت و انعطاف پذیری جنگل ها به شمار می روند (Sillett et al., 2018; Gray et al., 2023)، بلکه به عنوان مخازن ارزشمندی از اطلاعات بوم شناختی و تاریخی عمل می کنند (Sillett et al., 2018; Pederson, 2010). ساختار پیچیده و منحصربه فرد این درختان، زیستگاه های متنوعی را برای گونه های مختلف گیاهی و جانوری فراهم می آورد (Stokland et al., 2012)، به طوری که بسیاری از گونه های نادر و وابسته به جنگل، تنها در سایه حضور این درختان قادر به بقا و تولیدمثل هستند (Brown et al., 2019). افزون بر این، درختان کهن سال در ذخیره سازی کربن، تنظیم چرخه آب، حفظ رطوبت خاک و کاهش فرسایش نقش به سزایی دارند (اعتماد و همکاران، ۱۴۰۳) که از این طریق به تقویت خدمات بوم سازگانی و مقابله با تغییرات اقلیمی کمک می کنند (Nagel & Cerioni., 2023). اهمیت این درختان زمانی بیشتر نمایان می شود که توجه گردد هر یک از آنها به واسطه عمر طولانی خود، گنجینه ای از اطلاعات ژنتیکی و شواهد تاریخی تغییرات اقلیمی و بوم شناختی منطقه را در خود جای داده و مطالعه آنها می تواند به درک بهتر روندهای بوم سازگانی و تدوین راهبردهای مدیریت پایدار جنگل ها یاری رساند. با توجه به اینکه فشارهای انسانی مانند بهره برداری بی رویه، تغییر کاربری اراضی و وقوع آتش سوزی ها، بقای این درختان ارزشمند را تهدید می کند (Pederson., 2010)، حفاظت، مطالعه و احیای آنها ضرورتی راهبردی برای تضمین آینده بوم سازگان های جنگلی و حفظ تنوع زیستی به شمار می رود. در شرایطی که

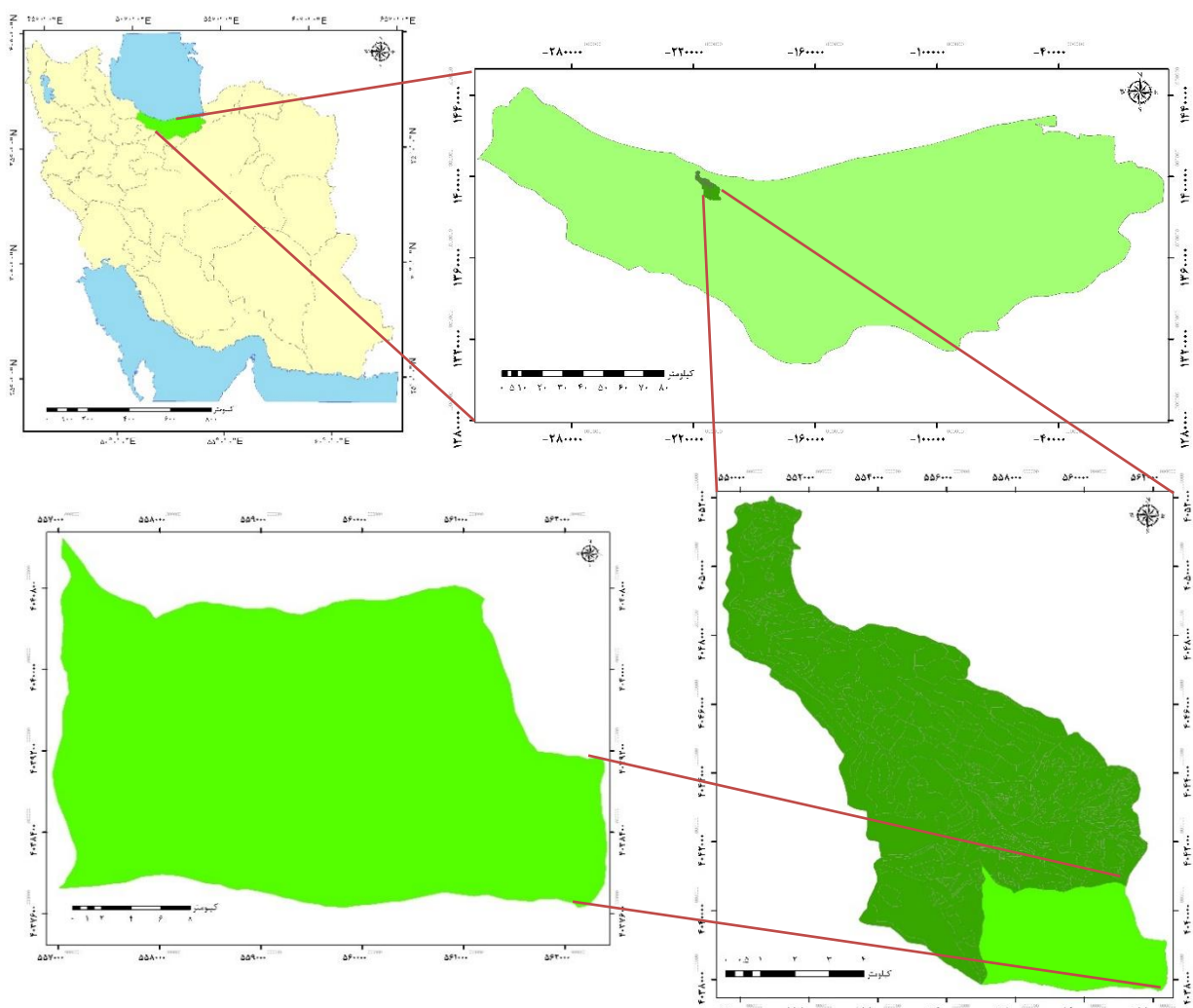
تغییرات اقلیمی و تهدیدات انسانی بیش از پیش سلامت جنگل ها را به خطر انداخته است، توجه ویژه به درختان کهن سال می تواند تضمین کننده پایداری و تاب آوری این بوم سازگان های ارزشمند در برابر چالش های پیش رو باشد. مطالعات متعددی به بررسی ویژگی های ریختی درختان کهن سال در بوم سازگان های جنگلی پرداخته اند. در جنگل های هیرکانی، پژوهشی نشان داد گونه بلندمازو دارای بیشترین میانگین قطر برابر سینه و ارتفاع بوده و ۵۹ درصد درختان کهن سال دارای تنه درون تهی و تاج نامتقارن هستند (آذریان و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین، مطالعه ای در مورد درختان راش قطور در گیلان نشان داد پوسیدگی درون تنه ای با صدمات پایین تنه ارتباط معنی داری دارد (مرادی و همکاران، ۱۳۸۹). در ناحیه زاگرس، بررسی ها حاکی از آن بود گونه های بنه و بلوط دارای بیشترین قطر برابر سینه و ارتفاع بوده و اکثریت درختان تاج شاداب و مقارنی دارند (حسینی و اعظمی، ۱۳۹۵). در سطح جهانی، پژوهشی در جنگل های مدیرانه ای نشان داد جنگل های کهن سال نسبت به جنگل های مدیریت شده تراکم بیشتری از درختان بزرگ و تنوع بیشتری در اندازه دارند (Tiscar et al., 2016). با این حال، این مطالعات اغلب به صورت پراکنده انجام شده و در جنگل های هیرکانی، به ویژه در مناطق بالابند، فاقد انسجام و جامعیت لازم هستند. فقدان داده های جامع درباره ویژگی های ریختی و ارتباط آنها با پایداری بوم سازگان، مانع از تدوین راهبردهای مؤثر مدیریت پایدار جنگل شده است. مطالعات پیشین عمدتاً به صورت موردی و با تمرکز محدود بر گونه ها یا مناطق خاص انجام شده اند و نتوانسته اند داده های کافی برای تدوین راهبردهای مدیریت پایدار ارائه دهند (آذریان و همکاران، ۱۳۹۴؛ حسینی و همکاران، ۱۴۰۳). این شکاف پژوهشی، ضرورت انجام مطالعاتی هدفمند را برای شناسایی ویژگی های ریختی درختان کهن سال و نقش آنها در پایداری بوم سازگان های جنگلی بیش از پیش آشکار می سازد. بنابراین، هدف این مطالعه، بررسی ساختار ریختی و سلامت زیستی درختان کهن سال در مناطق بالابند جنگل های هیرکانی و تحلیل ارتباط این ویژگی ها با سلامت و پایداری بوم سازگان جنگلی است. بنابراین انتظار می رود یافته های این پژوهش تصویری جامع از

شده است. مختصات جغرافیایی این جنگل $51^{\circ} 39' 56''$ و $51^{\circ} 33' 12''$ در طول شرقی و $36^{\circ} 32' 08''$ و $36^{\circ} 45' 05''$ در عرض شمالی می باشد که این پژوهش در آن جنگل به انجام رسیده است. جنگل خیرود به هشت بخش تقسیم شده که ریشگاه مورد مطالعه در بخش بهاربن واقع شده است و به عنوان بخش ششم این جنگل شناخته می شود. این بخش از شمال به جنگل چلیز، از شرق به حوزه ۴۶، از جنوب به یال هشتادتن و از غرب به رودخانه کلیک و بخش منیاسنگ منتهی می گردد (شکل ۱). مساحت بخش بهاربن برابر با ۱۵۵۰ هکتار است و در محدوده ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا گسترش یافته است (جشنی و همکاران، ۱۳۹۱). تیپ های جنگلی عمده این بخش شامل راش خالص، راش - مرمرز، راش آمیخته، مرمرز - راش و همچنین توسکای بیلاقی - افرا و توسکای بیلاقی - مرمرز می باشد.

ویژگی های ریختی و وضعیت سلامت زیستی این درختان ارایه دهد و نقش آنها را در تاب آوری و عملکرد اکولوژیکی بوم سازگان ها روشن سازد. این پژوهش می تواند چارچوب علمی لازم را برای شناسایی گونه های کلیدی، درک روابط بین ساختار ریختی و پایداری جنگل، و ارایه راهبردهای مدیریت پایدار فراهم آورد، به گونه ای که نتایج آن ضمن ارتقای دانش پایه به تصمیم گیری های حفاظتی و سیاست گذاری های عملی برای حفاظت از جنگل های کهن سال نیز کمک کند.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه: جنگل آموزشی و پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (جنگل خیرود) در هفت کیلومتری شرق شهرستان نوشهر و در استان مازندران واقع



شکل ۱. نقشه موقعیت مکانی بخش بهاربن در جنگل خیرود

روش انجام پژوهش

برای انجام این تحقیق با استفاده از جنگل‌گردشی در بخش بهارین، تعداد ۶۰ اصله درخت کهن‌سال به‌طور کاملاً تصادفی و بدون توجه به تیپ‌بندی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در بخش بهارین به دلیل آنکه این بخش جنگل حفاظتی محسوب می‌شود، واحدهای مدیریتی به صورت پارسل وجود نداشتند. در این پژوهش از طرح نمونه‌گیری انتخابی استفاده شد که در این روش، هر کدام از واحدهای موجود در جامعه آماری با توجه به ویژگی خاص مورد بررسی شانس بیشتری برای انتخاب شدن داشتند. آنچه از دیدگاه آماری در این روش اهمیت دارد، کافی‌بودن حجم کلی نمونه برای تحلیل آماری است (بی‌همتا و زارع‌چاهوکی، ۱۳۸۹). گرچه انتخاب درختان کهن‌سال به صورت انتخابی انجام شده است اما نوع گونه درختان کهن‌سال به صورت تصادفی بوده است. بنابراین در پژوهش حاضر با وجود نابرابری تعداد درختان در گونه‌های مختلف، تعداد ۶۰ اصله درخت کهن‌سال از لحاظ آماری دارای پشتوانه می‌باشند.

با توجه به شرایط جنگل و نیز مراجعه به پژوهش‌های پیشین برای هرگونه درختی یک قطر خاص به‌عنوان معیاری برای کهن‌سال بودن درخت در نظر گرفته شد (آذریان و همکاران، ۱۳۹۴). به‌عنوان مثال حداقل قطر برابر سینه برای گونه‌های راش^۱، ممرز^۲، توسکای بیلاقی^۳ و افراپلت^۴ ۱/۵ متر و بلندمازو^۵ ۲ متر در نظر گرفته شد. انجام جنگل‌گردشی در نوارهایی به عرض ۱۰۰ متر در تیپ‌های مورد مطالعه صورت گرفت و بدین ترتیب جنگل مورد نظر مورد پیمایش قرار گرفت تا تعداد ۶۰ اصله درخت کهن‌سال انتخاب شود. بدین منظور پس از شناسایی درختان کهن‌سال، ویژگی‌های ریختی آنها ثبت شد. برای هر کدام از درختان کهن‌سال ویژگی‌های کمی شامل قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، ارتفاع تنه، طول تاج، مساحت تاج و ضریب قدکشیدگی و نیز مشخصات کیفی شامل میزان سلامت تنه، تاج و تیپ توده جنگل ثبت

شد. برای محاسبه حجم درختان از مشخصه‌های قطر و ارتفاع کل بر اساس رابطه (۱) استفاده شد.

$$v = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \times f \quad \text{رابطه (۱)}$$

در اینجا v برابر حجم به مترمکعب، d قطر بر حسب سانتی‌متر، h ارتفاع بر حسب متر و f ضریب شکل درخت است که برابر با ۰/۵ می‌باشد (زبیری، ۱۳۹۱).

لازم به ذکر است مساحت تاج پوشش با اندازه‌گیری قطرهای اصلی و فرعی تاج درخت با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (Huckaby et al., 2003).

$$S = \left(\frac{\text{قطر اصلی} + \text{قطر فرعی}}{2} \right)^2 \times \pi \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در اینجا S برابر با سطح تاج پوشش به مترمربع و ضریب π برابر ۳/۱۴ می‌باشد.

مقادیر ضریب قدکشیدگی درختان کهن‌سال بر اساس رابطه (۳) محاسبه شد (حسینی و اخوان، ۱۴۰۱).

$$Slc = \frac{H_{total}}{DBH} \times 100 \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه Slc برابر ضریب قدکشیدگی درخت، H_{total} برابر ارتفاع کل درخت به متر و DBH قطر برابر سینه درخت به سانتی‌متر است.

به‌طور کلی سلامت درخت به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن درخت از نظر فیزیکی و فیزیولوژیکی قادر به انجام عملکردهای طبیعی خود باشد و در برابر عوامل بیماری‌زا و تنش‌های محیطی مقاومت کافی داشته باشد (Martinez-Trinidad et al., 2009).

شادابی تاج هر یک از این درختان با در نظر گرفتن چند مشخصه کیفی تاج درخت مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت سطوح کیفیت شاداب، متوسط و ضعیف برای هر یک از این درختان در نظر گرفته و ثبت گردید (آذریان و همکاران، ۱۳۹۴). بر این اساس، میزان شاخه‌های خشک موجود در تاج درخت نسبت به حالت طبیعی درختان بالغ کمتر از ۱۰ درصد (شاداب)، ۱۰ تا ۳۰ درصد (شادابی متوسط)، ۳۰ تا ۶۰ درصد (شادابی ضعیف)، ۶۰ تا ۸۰ درصد (شادابی خیلی ضعیف) و بیشتر از ۸۰ درصد (خشک‌شده) محسوب می‌شود. تراکم

1. F.orientalis
2. C.betulus
3. A.subcordata
4. A.velutinum
5. Q.castaneifolia

برای این امر شاخص های منفرد انتخاب و شاخص چندمتغیره پیچیدگی محاسبه شد (جوانمیری پور، ۱۴۰۳). در ابتدا تعدادی از متغیرهای معمول در اندازه گیری های ظاهری درختان کهن سال در جنگل ها بر اساس پژوهش های پیشین در زمینه کمی سازی ظاهری درختان کهن سال تعیین شد (آذریان و همکاران، ۱۳۹۴). متغیرهای مورد استفاده برای محاسبه پیچیدگی ظاهری درختان کهن سال شامل ویژگی هایی از قبیل قطر، ارتفاع کل، ارتفاع تنه، ارتفاع تاج، سطح تاج و حجم درخت می باشد.

برای جمع آوری داده ها در جنگل از نوار قطرسنج، متر، شیب سنج، قطب نما، GPS و سایر ابزارهای مورد نیاز استفاده شد. پس از جمع آوری داده ها از جنگل، اطلاعات در فایل اکسل ذخیره شد. نمودارها نیز در همین برنامه ترسیم و داده ها از نظر همگنی واریانس و نرمال بودن کنترل شدند. برای این کار به ترتیب از آزمون های همگنی لیون^۱ و آزمون نرمال کولموگروف-اسمیرنوف^۲ استفاده شد. سپس داده ها در قالب طرح تصادفی در نرم افزار SPSS^{۲۷} مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین انجام شد. ویژگی های کمی شامل قطر در ارتفاع برابر سینه، ارتفاع کل، ارتفاع تنه، ارتفاع تاج، حجم، ضریب قد کشیدگی و سطح تاج پوشش با استفاده از آزمون آنالیز واریانس^۳ و ویژگی های کیفی شامل شادابی تاج، رنگ برگ، تراکم برگ، شاخه دوانی تنه، شکل تنه تا شروع تاج و سلامت تنه با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس^۴ بررسی شد.

نتایج

پنج گونه درخت کهن سال شناسایی شد که فراوانی آنها در مجموع ۶۰ پایه بود. فراوانی گونه های کهن سال موجود شامل افراپلت، راش، توسکای ییلاقی، ممرز و بلندمازو به ترتیب برابر با ۲۴، ۲۸، ۶، ۱ و ۱ اصله بود. به طور کلی میانگین قطر، ارتفاع کل، ارتفاع تنه، ارتفاع تاج و ضریب قد کشیدگی به ترتیب برابر با ۱۹۷/۸۷ سانتی متر و ۴۱/۶۱، ۲۳/۱، ۲۴/۶۶ و ۲۶/۸۸ متر شد (جدول ۱).

برگ ها در تاج درخت نسبت به درختان بالغ به دسته های طبیعی، متوسط و ضعیف تقسیم می شوند. رنگ برگ های درخت با در نظر گرفتن انحراف نسبت به رنگ طبیعی برگ های درختان بالغ شامل انواع طبیعی، متوسط، رنگ پریده و خشک شده می باشند. با توجه به حجم زیاد تاج این درختان، انتظار می رفت تاج برخی از آنها به سمتی منحرف شده و متقارن نباشد، بنابراین مشخصه تقارن تاج از نظر متقارن یا نامتقارن بودن برای هر یک از این درختان در نظر گرفته و ثبت شد. اگر تنه درخت در مرکز تصویر تاج روی زمین قرار نگیرد، تاج نامتقارن است (Hauck et al., 2023; Nebelsick et al., 2021). همچنین وضعیت تنه از نظر شاخه دوانی از ناحیه کنده یعنی بدون شاخه، کم شاخه و پر شاخه؛ فرم تنه تا شروع تاج شامل تنه واحد، دوشاخه و چند شاخه؛ کیفیت تنه یعنی خوب، متوسط و ضعیف؛ وضعیت تنه از نظر پوسیدگی از قبیل وجود پوسیدگی سطحی روی پوست و تنه و وجود پوسیدگی عمیق در تنه مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین سلامت تنه درختان از نظر درون تهی یا سالم بودن بررسی شد. برای درختان سه پیش فرض سالم، توخالی درونی و توخالی آشکار در نظر گرفته شد. توخالی آشکار یا ظاهری وضعیتی می باشد که درون تهی بودن درخت با شکاف یا حفره هایی در تنه یا گورچه مشخص باشد (Hauck et al., 2023). با توجه به شرایط موجود برای تشخیص توخالی بودن، از روش جنگلبانان استفاده شد و از صدای حاصل از چند ضربه ته تبر به تنه در جهت های مختلف درخت، درون تهی بودن آن تشخیص داده شد که نیاز به تجربه داشت. کیفیت تنه درختان بر اساس مشخصات کیفی مطرح شده در سه سطح خوب، متوسط و ضعیف طبقه بندی شد. تنه دارای کیفیت خوب، تنه ای می باشد که واحد، بدون انحنا و بدون پوسیدگی باشد؛ تنه متوسط شامل تنه هایی که چند شاخه، دارای انحنا و دارای پوسیدگی کم باشد؛ تنه ضعیف نیز تنه هایی که پوسیدگی و یا انحنای شدید دارند را شامل می شود (Niringiyimana et al., 2022).

برای کمی سازی پیچیدگی ظاهری درختان کهن سال همانند شاخص پیچیدگی ساختار از مجموعه ای از متغیرهای مرتبط با مهم ترین ویژگی های ظاهری درختان کهن سال استفاده شد.

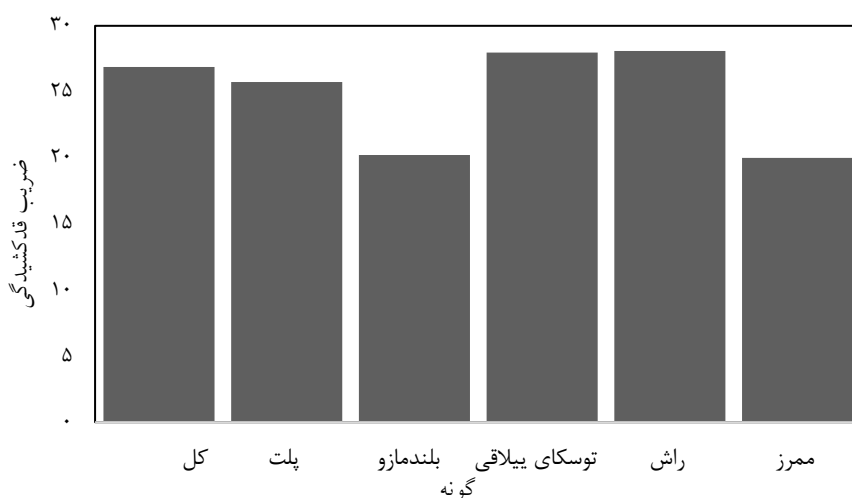
1. Levene,s Test
2. Kolmogorov-Smirnov Test
3. ANOVA
4. Kruskal-Wallis test

جدول ۱. مشخصه‌های آماری متغیرهای بررسی شده در درختان کهن سال

گونه	فراوانی (تعداد)	نسبت (درصد)	ضریب قدکشیدگی			قطر برابر سینه (سانتی متر)			ارتفاع کل (متر)			ارتفاع تنه (متر)			ارتفاع تا (متر)
			میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	
افراپلت	۲۴	۴۰	۲۵/۷۵	۱۵۱	۲۹۰	۱۸۴/۳۳	۳۲	۵۳	۴۱/۰۴	۱۴	۲۵	۱۹/۲	۲۲	۳۹	۲۸/۱۲۵
بلندمازو*	۱	۱/۶۷	۲۰/۲۲	-	۲۶۷	-	-	-	۴۸	-	-	۴۴	-	۱۰	-
توسکای ییلاقی	۶	۱۰	۲۷/۹۸	۱۵۲	۲۹۶	۱۸۹	۳۹	۵۰	۴۳/۳	۲۹	۳۶	۳۳	۱۱	۲۰	۱۵/۵
راش	۲۸	۴۶/۶۷	۲۸/۰۹	۱۵۱	۲۴۵	۱۷۴/۰۳	۳۰	۵۲	۴۲	۱۶	۳۱	۲۳/۴۲	۱۶	۳۳	۲۴/۱۷
ممرز*	۱	۱/۶۷	۲۰	-	۱۷۵	-	-	-	۴۶	-	-	۲۷	-	۲۵	-
کل	۶۰	۱۰۰	۲۶/۸۸	۱۵۱	۲۹۶	۱۹۷/۸۷	۳۰	۵۳	۴۱/۶۱	۱۴	۴۴	۲۳/۱	۱۰	۳۹	۲۴/۶۶

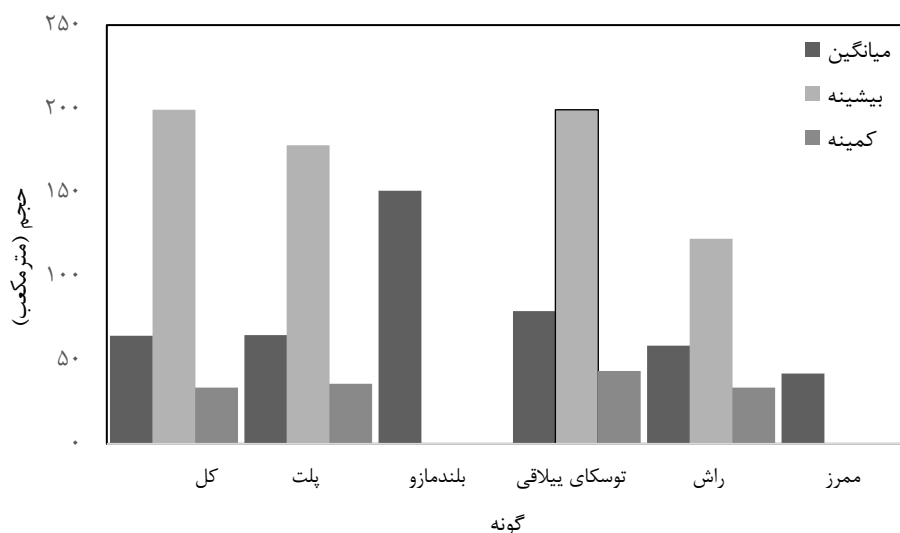
* از گونه‌های قید شده در جدول، هر کدام یک پایه شناسایی و با توجه به اینکه برای یک پایه انجام آنالیز آماری مفهومی ندارد، صرفاً جهت ارایه گزارش آورده شدند.

میانگین کل ضریب قدکشیدگی برابر با ۲۶/۸۸ به دست آمد. کهن سال مربوط به راش و ممرز به ترتیب ۲۸/۰۹ و ۲۰ بود (شکل ۲).



شکل ۲. نمودار ضریب قدکشیدگی درختان کهن سال بخش بهارین، جنگل خیرود

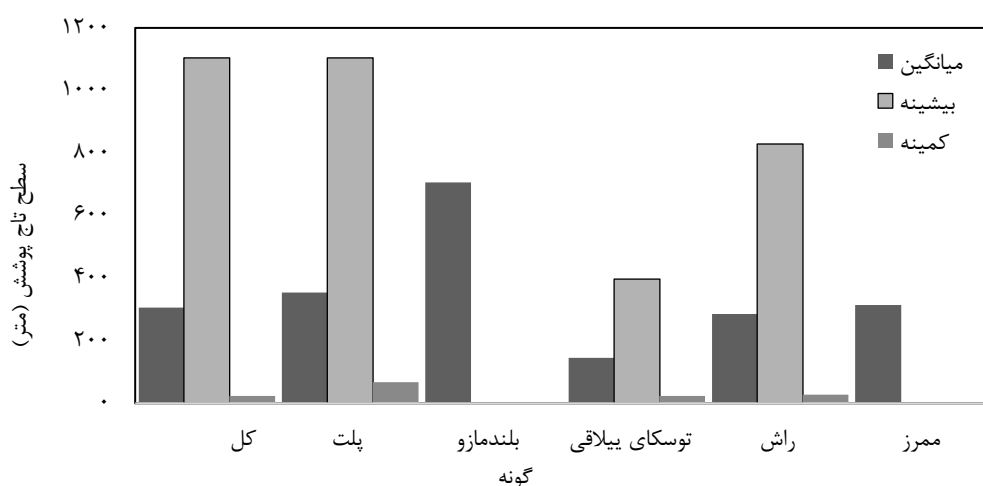
میانگین کل حجم درختان برابر ۶۴/۵۱ مترمکعب به دست آمد. به بلندمازو و راش بود که به ترتیب برابر با ۱۵۱/۱۰ و ۳۳/۵۵ بیشترین و کمترین مقدار حجم در درختان کهن سال مربوط (شکل ۳).



شکل ۳. نمودار حجم درختان کهنسال بخش بهارین، جنگل خیرود

درختان کهنسال مربوط به افراپلت و توسکای بیلاقی بود که به ترتیب برابر با ۱۱۰۳/۹۱ و ۲۳/۷۵ مترمربع است (شکل ۴).

میانگین کل مساحت تاج پوشش برابر با ۳۰۶/۲۲ مترمربع به دست آمد. بیشترین و کمترین مقدار سطح تاج پوشش در



شکل ۴. نمودار سطح تاج پوشش درختان کهنسال، بخش بهارین

شامل افراپلت با ۲۱ و راش با ۱۳ و ۶ مورد فراوانی است. بیشترین فراوانی درختان کهنسال در طبقات تقارن از نظر متقارن و نامتقارن بودن تاج به ترتیب شامل راش با ۲۴ مورد فراوانی و افراپلت با ۸ مورد است (جدول ۲). همچنین، بیشترین درختان کهنسال از نظر سلامت تنه در گروه های سالم، توخالی درونی و توخالی آشکار به ترتیب شامل راش با ۴ مورد فراوانی، افراپلت و راش با ۷ مورد فراوانی و افراپلت و راش با ۱۷ مورد فراوانی است (جدول ۲).

از نظر شادابی تاج در گروه های شاداب، شادابی متوسط و شادابی ضعیف گونه راش با داشتن ۱۹ اصله درخت کاملاً شاداب دارای بیشترین فراوانی است، درحالی که افراپلت با فراوانی ۱۵ و ۴ دارای بیشترین تعداد شادابی متوسط و شادابی ضعیف است. بیشترین پایه های درختان کهنسال از نظر فراوانی در گروه های بدون شاخه، کم شاخه و پرشاخه به ترتیب شامل راش با ۲۰ مورد فراوانی، افراپلت با ۱۲ مورد و افراپلت با ۳ مورد بوده است (جدول ۲).

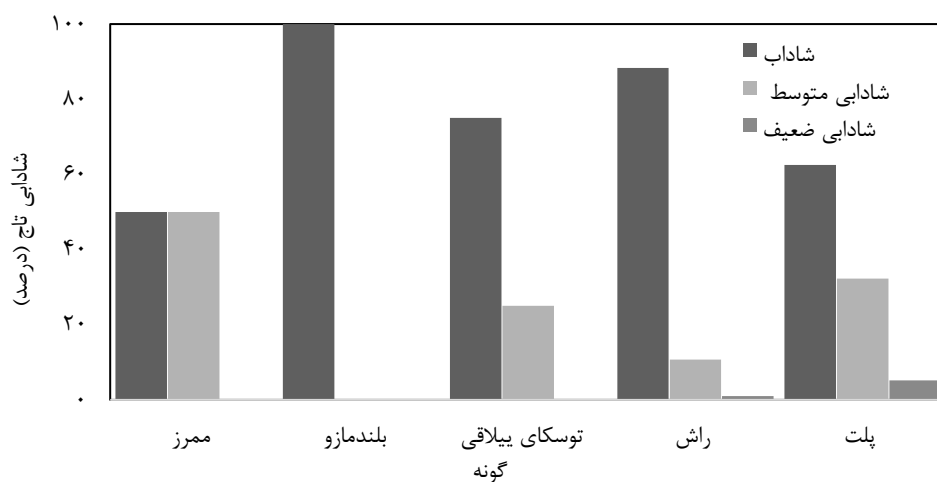
در همین حال بیشترین پایه های درختان کهنسال از نظر فراوانی در طبقات تنه واحد، دوشاخه و چندشاخه به ترتیب

جدول ۲. وضعیت کیفی درختان کهن سال

مشخصه	وضعیت	ممرز	بلندمازو	توسکای ییلاقی	راش	افراپلت	کل	نسبت (درصد)
شادابی تاج	کاملاً شاداب	۰	۱	۵	۱۹	۵	۳۰	۵۰
	شادابی متوسط	۱	۰	۱	۸	۱۵	۲۵	۴۱/۶۶
	شادابی ضعیف	۰	۰	۰	۱	۴	۵	۸/۳۳
تراکم برگ	طبیعی	۱	۱	۵	۲۸	۲۲	۵۷	۹۵
	متوسط	۰	۰	۱	۰	۲	۳	۵
رنگ برگ	طبیعی	۱	۱	۵	۲۸	۱۷	۵۲	۸۶/۶۶
	متوسط	۰	۰	۱	۰	۶	۷	۱۱/۶۶
	رنگ پریده	۰	۰	۰	۰	۱	۱۱	۱/۶۶
شاخه دوانی تنه	بدون شاخه	۰	۱	۵	۲۰	۹	۳۵	۵۸/۳۳
	کم شاخه	۱	۰	۱	۷	۱۲	۲۱	۳۵
	پر شاخه	۰	۰	۰	۱	۳	۴	۶/۶۶
شکل تنه تا شروع تاج	تنه واحد	۱	۱	۶	۹	۲۱	۳۸	۶۳/۳۳
	تنه دوشاخه	۰	۰	۰	۱۳	۲	۱۵	۲۵
	تنه چند شاخه	۰	۰	۰	۶	۱	۷	۱۱/۶۶
تقارن تاج	متقارن	۰	۱	۳	۲۴	۱۶	۴۴	۷۳/۳۳
	نامتقارن	۱	۰	۳	۴	۸	۱۶	۲۶/۶۶
سلامت تنه	سالم	۰	۰	۲	۴	۰	۶	۱۰
	تو خالی درونی	۰	۰	۱	۷	۷	۱۵	۲۵
	تو خالی آشکار	۱	۱	۳	۱۷	۱۷	۳۹	۶۵

درصد می‌باشند. همچنین، بیشترین فراوانی انواع تاج در طبقه متوسط در گونه‌های ممرز و افراپلت مشاهده شد که به ترتیب برابر با ۵۰ و ۳۲/۳ درصد است (شکل ۵).

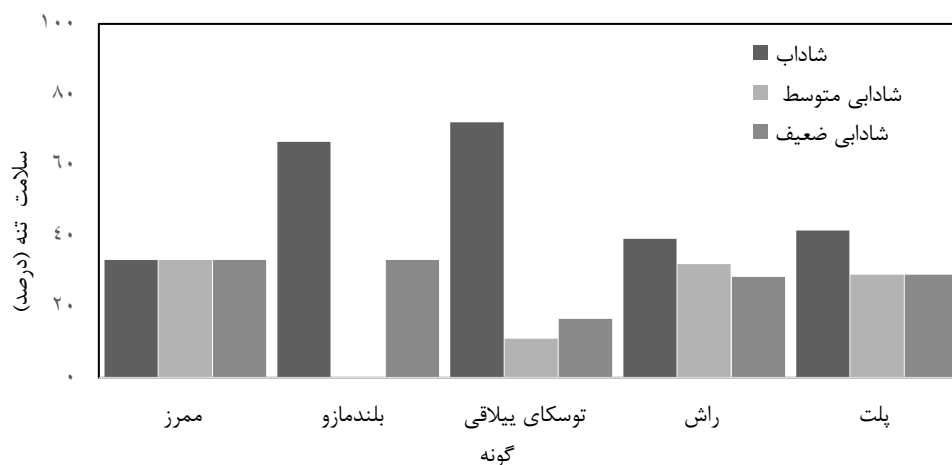
از نظر شادابی تاجی گونه‌های بلندمازو و راش دارای بیشترین نسبت هستند که به ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۸۸/۳ درصد می‌باشند. بیشترین فراوانی تاج‌های ضعیف در گونه‌های افراپلت و راش دیده می‌شوند که به ترتیب برابر با ۵/۲ و ۱



شکل ۵. نمودار درصد شادابی تاج درختان کهن سال بهارین، جنگل خیرود

درصد می باشند. همچنین، بیشترین فراوانی انواع سلامت تنه در طبقه متوسط در گونه راش مشاهده شد که برابر با ۳۲/۱۵ درصد است (شکل ۶).

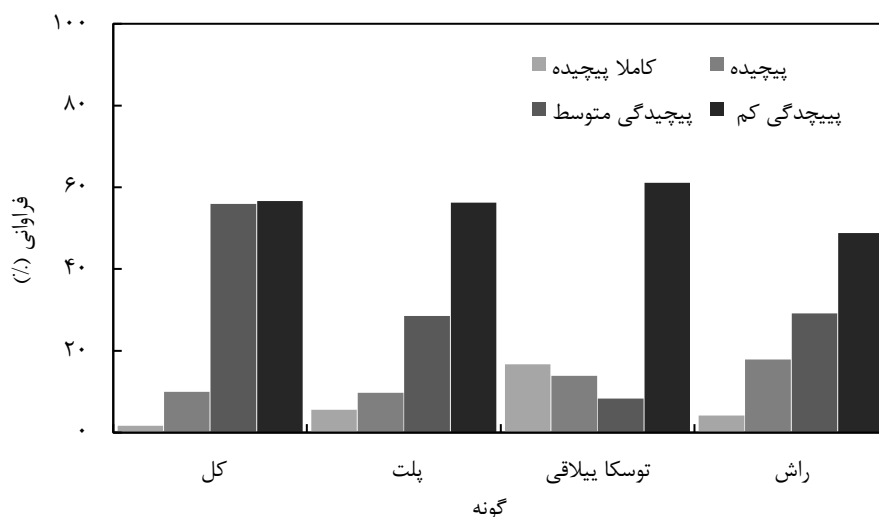
از نظر سلامت تنه ای گونه توسکای ییلاقی دارای بیشترین نسبت است که به ترتیب برابر با ۷۲/۲ درصد می باشند. بیشترین فراوانی تنه های ضعیف در گونه های راش و توسکا ییلاقی دیده می شود که به ترتیب برابر با ۲۸/۵۵ و ۱۵/۶۵



شکل ۶. نمودار درصد سلامت تنه درختان کهن سال، جنگل خیرود

حضور را در سطوح پیچیدگی زیاد نشان می دهند. در مقابل گونه توسکا توزیع متعادل تری با فراوانی نسبتاً یکسان در تمام سطوح و کمی تمایل به شرایط پیچیدگی کم دارد (شکل ۷).

نتایج این نمودار نشان داد توزیع فراوانی گونه های مختلف در سطوح پیچیدگی ریختی، الگوهای متمایزی را دنبال می کند. گونه های راش و افراپلت بیشترین فراوانی (به ترتیب حدود ۵۰ و ۶۰ درصد) را در دسته پیچیدگی کم دارند و کمترین



شکل ۷. توزیع فراوانی گونه های مختلف بر اساس سطوح پیچیدگی ریختی

درصد و ویژگی های ارتفاع تنه (۰/۰۰۰) و ارتفاع تاج (۰/۰۰۰) به احتمال ۹۹ درصد دارای اختلاف معنی دار می باشند. همچنین نتایج آنالیز مقایسه میانگین برای مشخصه سطح تاج پوشش (۰/۰۵۳) معنی دار نشد (جدول ۳).

نتایج مقایسه گروه های مورد بررسی (راش، پلت و توسکای ییلاقی) با استفاده از آزمون ANOVA نشان داد میانگین ویژگی های ضریب قد کشیدگی (۰/۰۴۰)، قطر برابر سینه (۰/۰۵۰)، ارتفاع کل (۰/۰۲۵) و حجم (۰/۰۲۸) به احتمال ۹۵

جدول ۳. آنالیز واریانس ویژگی‌های کمی درختان کهن‌سال مورد بررسی با استفاده از آزمون ANOVA

ویژگی های کمی درختان	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
بین گروه‌ها	۱۷۰/۱۱۵	۲	۴۲/۵۲۹		
ضریب قدکشیدگی	۸۶۵/۰۶۸	۵۵	۱۵/۷۲۹	۲/۷۰۴	۰/۰۴۰*
کل	۱۰۳۵/۱۸۳	۵۷	-		
بین گروه‌ها	۹۴۳۷/۸۸۶	۲	۲۳۵۹/۴۷۱		
داخل گروه‌ها	۵۱۱۶۸/۲۹۸	۵۵	۹۳۰/۳۳۳	۲/۵۳۶	۰/۰۵۰*
کل	۶۰۶۰۶/۱۸۳	۵۷	-		
بین گروه‌ها	۳۰۲/۸۳۸	۲	۷۵/۷۱۰		
ارتفاع	۱۳۶۹/۳۴۵	۵۵	۲۴/۸۹۷	۳/۰۴۱	۰/۰۲۵*
کل	۱۶۷۲/۱۸۳	۵۷	-		
بین گروه‌ها	۱۴۰۶/۵۸۵	۲	۳۵۱/۶۴۶		
ارتفاع تنه	۶۳۶/۸۱۵	۵۵	۱۱/۵۷۸	۳۰/۳۷۱	۰/۰۰۰**
کل	۲۰۴۳/۴۰۰	۵۷	-		
بین گروه‌ها	۱۰۱۳/۱۰۱	۲	۲۵۳/۲۷۵		
ارتفاع تاج	۱۰۰۰/۲۳۲	۵۵	۱۸/۱۸۶	۱۳/۹۲۷	۰/۰۰۰**
کل	۲۰۱۳/۳۳۳	۵۷	-		
بین گروه‌ها	۱۰۲۵۹/۰۰۴	۲	۲۵۶۴/۷۵۱		
حجم	۴۸۰۳۹/۱۵۵	۵۵	۸۷۳/۴۳۹	۲/۹۳۶	۰/۰۲۸*
کل	۵۸۲۹۸/۱۵۹	۵۷	-		
بین گروه‌ها	۸۱۷۸۱۰/۱۶۰	۲	۸۱۷۸۱۰/۱۶۰		
سطح تاج پوشش	۴۸۵۵۴۷۹/۵۹۱	۵۵	۴۸۵۵۴۷۹/۵۹۱	۲/۴۸	۰/۰۵۳ ^{ns}
کل	۵۶۷۳۲۸۹/۷۵۱	۵۷	-		

** معنی داری به احتمال ۹۹ درصد، * معنی داری به احتمال ۹۵ درصد، ns عدم معنی داری است.

*** با توجه به اینکه از گونه‌های ممرز و بلوط بلندمازو تنها یک پایه کهن‌سال وجود داشت، در آزمون ANOVA دخالت داده نشدند.

نتایج آنالیزهای آماری برای مقایسه مشخصه‌های کیفی مورد
بررسی نشان داد شادابی تاج (۰/۳۰۰)، رنگ برگ (۰/۰۴۵)، شاخه‌دوانی تنه (۰/۰۴۵)، شکل تنه تا شروع تاج (۰/۰۰۰)
دارای اختلاف معنی دار می‌باشند (جدول ۴).

جدول ۴. آنالیز ویژگی‌های کیفی درختان کهن‌سال مورد بررسی با استفاده از آزمون کروسکال-والیس

شادابی تاج	تراکم برگ	رنگ برگ	شاخه‌دوانی تنه	شکل تنه تا شروع تاج	تقارن تاج	سلامت تنه
۱۶/۲۶۹	۳/۷۹۵	۹/۷۲۹	۹/۷۶۱	۲۴/۷۶۸	۵/۱۸۲	۳/۲۹۱
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۰/۰۰۳**	۰/۴۳۴*	۰/۰۴۵*	۰/۰۴۵*	۰/۰۰۰**	۰/۲۶۹ ^{ns}	۰/۵۱۰ ^{ns}

** معنی داری به احتمال ۹۹ درصد، * معنی داری به احتمال ۹۵ درصد، ns عدم معنی داری است.

بحث و نتیجه‌گیری

حدود زیادی هم‌راستا است. در مطالعه مورد مقایسه علاوه بر گونه‌های مشترک، گونه‌های نمودار (*Tilia Begonifolia*)، انجیلی (*Parrotia Persica*) و ملج (*Ulmus Glabra*) نیز گزارش شده بودند. وجود درختان کهن‌سال و شکل‌گیری

درختان کهن‌سال بررسی شده با فراوانی بیشتر در این بخش جنگلی، شامل افراپلت، راش و توسکای بیلاقی به ترتیب با تعداد ۲۴، ۲۸ و ۶ اصله درخت می‌باشند. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج مطالعه آذریان و همکاران (۱۳۹۴) تا

تیپ های جنگلی به شرایط بوم شناختی و ساختار فیزیکی و زیستی بوم سازگان وابسته است. درختان انجیلی به عنوان گونه های گرماسپند شناخته می شوند و به طور عمده در ارتفاعات پایین تر رویش می کنند. بر این اساس، انتظار می رود چنین درختانی در نواحی بالابند هیرکانی، به ویژه در نقاط مرتفع بخش بهارین به عنوان مثال در یال هشتادتن یافت نشوند (سفیدی، ۱۳۹۵). گونه نمدار به عنوان یک گیاه با قابلیت سازگاری زیاد نسبت به شرایط محیطی مختلف شناخته می شود و بیشترین پراکنش آن در مناطق معتدل و مرطوب با خاک های زهکشی شده طبیعی، حاصلخیز و دره های رطوبتی بالا مشاهده می شود. بنابراین به دلیل وجود چنین شرایطی در منطقه بهارین، درختان جوان تر نمدار در این ناحیه دیده می شود (زارع و همکاران، ۱۳۹۱).

به دلیل استفاده چوب نمدار در مصارف روستایی به عنوان مثال برای تهیه کندوی زنبور، چمدان چوبی، صندوق چای و برنج و نیز برای مصارف ساختمانی از قبیل ستون خانه ها تمایل به قطع درختان کهن سال و قطور نمدار از دیرباز در بین روستاییان و جوامع محلی جنگل نشین وجود داشته است (ثابتی، ۱۳۹۵). عوامل مذکور در طول زمان به تدریج سبب حذف تک پایه های قطور نمدار در جنگل شده است، به طوری که امروزه کمتر چنین درختانی در توده های جنگلی مشاهده می شود. شیوع بیماری مرگ نارون در سال های اخیر تأثیرات منفی بر گونه ملج در جنگل های شمال، به ویژه از دهه ۱۳۸۰ به بعد داشته و منجر به خشکیدگی و مرگ این درختان شده است. این پدیده منجر به کاهش فراوانی درختان ملج و اوجا در توده های جنگلی شده و تأثیر قابل توجهی بر تعداد درختان قطور و کهن سال داشته است (عراقی و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج نشان داد که میانگین کل ضریب قد کشیدگی برابر با ۲۶/۸۸ می باشد. بیشترین ضریب قد کشیدگی برای گونه های راش و توسکای ییلاقی به ترتیب برابر با ۲۸/۰۹ و ۲۷/۹۸ بود. همچنین گونه های بلندمازو و ممرز با ۲۰/۲۲ و ۲۰ درصد دارای کمترین این مقدار بودند. یافته های این تحقیق به طور دقیق با یافته های تحقیق خاصی منطبق نمی باشد. به عنوان نمونه نتیجه به دست آمده توسط آذریان و همکاران (۱۳۹۴)، برابر با ۲۰/۲ است که کمتر از مقدار به دست آمده در تحقیق حاضر است. در حالی که ضریب

قد کشیدگی در نتایج مطالعات مروی مهاجر و مرادی (۱۳۹۰) و مرادی و همکاران (۱۳۸۹) به ترتیب برابر با ۳۳/۲ و ۳۳/۱۹ بود. در همین راستا، اخوان و نمیرانیان (۱۳۸۶) نیز در بررسی پنج گونه مهم جنگلی (راش، ممرز، افراپلت، توسکای ییلاقی و بلندمازو) در جنگل های خیرودکنار نوشهر، دامنه تغییرات ضریب قد کشیدگی را بین ۲۰ تا ۱۷۳ گزارش کردند و بیان نمودند که حدود ۷۵ درصد درختان دارای ضریب قد کشیدگی کمتر از ۸۰ و در وضعیت پایدار قرار دارند. بنابراین می توان گفت تفاوت در شرایط رویشگاهی و ساختار توده ها از جمله دلایل اصلی اختلاف نتایج تحقیقات مختلف در زمینه ضریب قد کشیدگی است.

مهم ترین عوامل موثر بر ضریب قد کشیدگی درختان کهن سال شامل مواردی از قبیل قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، رویشگاه، سن درخت، نوع گونه و تراکم توده جنگلی می باشد. در درختان کهن سال به ویژه تأثیر سن درخت و نیز نوع گونه بسیار قابل توجه است، زیرا با افزایش سن، رویش قطری بیشتر شده و معمولاً پایداری درخت بهبود می یابد. همچنین هر گونه گیاهی ویژگی های خاص خود را دارد که بر مقدار ضریب قد کشیدگی تأثیر می گذارد. به عنوان مثال در مطالعه حاضر ضریب قد کشیدگی راش و توسکای ییلاقی با سایر گونه های مورد بررسی در مطالعه حسینی و اخوان (۱۴۰۱) متفاوت می باشد.

نتایج نشان داد میانگین قطر برابر سینه و ارتفاع کل به ترتیب برابر با ۱۹۷/۸۷ سانتی متر و ۴۰/۱۷ متر به دست آمد. این نتایج با یافته های تحقیق آذریان و همکاران (۱۳۹۴) و مرادی و همکاران (۱۳۸۹) متفاوت می باشد. در مطالعات مورد مقایسه میانگین ارتفاع کل برای جنگل خیرود برابر ۳۷/۹ و ۳۴/۸ متر در رویشگاه گیلان بود. همچنین میانگین قطر برابر سینه در مطالعه آذریان و همکاران (۱۳۹۴) برابر با ۱۹۲ سانتی متر بود که با یافته های پژوهش حاضر متفاوت است.

شرایط محیطی از قبیل در دسترس بودن مواد غذایی و حاصلخیزی رویشگاه، سنگ مادری، شرایط اقلیمی، همچنین فاصله بین درختان، خاصیت ریشه دوانی و دخالت های مدیریتی از قبیل عملیات پرورشی تنک کردن از مهم ترین عوامل موثر در تفاوت قطری و ارتفاعی درختان در نواحی رویشی مختلف می باشد. منطقه مورد مطالعه در این پژوهش،

توده‌هایی در جنگل خیرود است که تا کنون طرح بهره‌برداری چوب در آن انجام نشده و جزو مناطق حفاظتی در چارچوب طرح‌های جنگلداری می‌باشد. درحالی‌که مطالعات مورد مقایسه به‌ویژه مطالعه آذریان و همکاران (۱۳۹۴) در طرح‌های دارای مدیریت جنگلداری صورت گرفته و برای مدت‌ها در آنها عملیات قطع و بهره‌برداری انجام شده است. به عبارت دیگر علاوه بر تفاوت شرایط رویشگاهی، دخالت‌های مدیریتی مهم‌ترین عامل تاثیرگذار در این زمینه است.

نتایج این پژوهش نشان داد میانگین کل مساحت تاج پوشش برابر با $306/22$ مترمربع می‌باشد. بیشترین و کمترین مقدار سطح تاج پوشش در درختان کهن‌سال مربوط به افراپلت و توسکای بیلاقی به‌ترتیب برابر با $1103/91$ و $23/75$ مترمربع است. این نتایج با مطالعه آذریان و همکاران (۱۳۹۴) تا حد زیادی نزدیک است، زیرا در تحقیق مورد مقایسه میانگین سطح تاج پوشش برابر با 325 مترمربع محاسبه شده بود.

همچنین نتایج این پژوهش نشان داد سلامت تاج، تراکم برگ، رنگ برگ، تقارن تاج، شاخه‌دوانی تنه، شکل تنه تا شروع تاج و سلامت تنه به‌ترتیب برابر با 50 درصد شاداب، 95 درصد طبیعی، $86/66$ درصد طبیعی، $73/33$ درصد متقارن، $58/33$ بدون شاخه، $63/33$ تنه واحد و 65 درصد توخالی آشکار می‌باشد. یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش برای ویژگی‌های کیفی از قاعده مشخصی پیروی نمی‌کند. در مواردی ویژگی‌های مورد مقایسه تا حدودی همسو می‌باشند و در مواردی دارای اختلاف هستند. در بین ویژگی‌های کیفی مورد بررسی، مشخصه‌های شاخه‌دوانی تنه و سلامت تنه دارای اختلاف می‌باشند. درحالی‌که مشخصه‌هایی همچون سلامت تاج، شکل تنه تا شروع تاج و همچنین تقارن تاج تا حدودی با مطالعه انجام شده توسط آذریان و همکاران (۱۳۹۴) انطباق دارند. یافته‌های به‌دست آمده توسط مرادی و همکاران (۱۳۸۹) در ارتباط با شاخه‌دوانی تنه دارای اختلاف می‌باشد و تنها 4 درصد از درختان از نظر شاخه‌دوانی در طبقه بدون شاخه قرار گرفتند. همچنین در مطالعه مروی‌مهاجر و مرادی (۱۳۹۰) حدود 6 درصد از درختان در طبقه بدون شاخه قرار گرفتند که با نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق همسو نمی‌باشد.

به‌طور کلی مهم‌ترین عوامل موثر بر ویژگی‌های کیفی درختان کهن‌سال به مواردی از قبیل سن و ابعاد درخت، شرایط محیطی، ساختار تنه، مدیریت جنگل، کیفیت و حاصلخیزی خاک، آب و هوا و نیز اقدامات مدیریتی از قبیل انجام عملیات پرورشی شامل تنک کردن و حفظ تراکم درختان بستگی دارد. به‌طور کلی با افزایش سن درخت، ممکن است تنه دچار پوسیدگی شود و تاج آن کاهش یابد. شرایط محیطی از قبیل عوامل توپوگرافی، نزدیکی به منابع آبی و نیز وجود رطوبت در خاک بر کیفیت تنه و تاج به‌طور مستقیم تاثیر می‌گذارد (حسینی و همکاران، ۱۴۰۳).

پیچیدگی ظاهری درختان کهن‌سال مانند وجود شاخه‌های پیچیده، گره‌ها، حفره‌ها، پوست ضخیم یا الگوهای نامنظم رشد می‌تواند عاملی کلیدی در توزیع گونه‌های درختی باشد. این یافته با چندین مطالعه دیگر که به بررسی رابطه بین ساختار فیزیکی درختان و تنوع زیستی پرداخته‌اند، همسو است (Stokland et al., 2012; Larrieu et al., 2018). یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد پیچیدگی ظاهری درختان کهن‌سال می‌تواند یک عامل بوم‌شناختی مهم برای توزیع گونه‌ها باشد. تفاوت در سطوح پیچیدگی ظاهری درختان کهن‌سال نتیجه تعامل پیچیده بین عوامل ذاتی و محیطی است که شامل ویژگی‌های ریختی گونه‌ها (مانند الگوی رشد شاخه‌ها و ساختار پوست)، شرایط محیطی (اقلیم، خاک و آشفته‌گی‌های طبیعی)، تعاملات زیستی (رقابت برای نور و همزیستی با قارچ‌ها یا اپیفیت‌ها) و تاریخچه عمر درخت می‌شود.

حضور گونه‌های راش و افراپلت در سطوح با پیچیدگی کم نشان‌دهنده الگوی ساده‌تر در ساختار ریخت‌شناختی آنها می‌باشد که می‌تواند به‌دلیل ساختار طبیعی این گونه‌ها باشد. این دو گونه ذاتاً دارای فرم رشد منظم‌تری هستند. راش اغلب در جنگل‌های متراکم و سایه‌پسند رشد می‌کند که شرایط محیطی آن یکنواخت‌تر است. در این شرایط، نیازی به واکنش‌های شدید ریختی مانند رشد شاخه‌های جانبی برای جذب نور نیست. به همین دلیل تنه‌های صاف، شاخه‌بندی متقارن و تاج کروی از ویژگی‌های بارز گونه راش است. افراپلت نیز معمولاً رشدی سریع و تاجی منظم دارد. این ساختار منظم موجب می‌شود پیچیدگی ریختی آنها در دوران

منابع

- آذریان، م.، مروی مهاجر، م.، اعتماد، و.، شیروانی، ا. و صادقی، م. (۱۳۹۴) ویژگی های مورفولوژیکی درختان کهن سال در جنگل های هیرکانی، مورد مطالعه: بخش های پاتم و نم خانه، جنگل خیرود. نشریه جنگل و فرآورده های چوب، ۶۸(۱): ۴۷-۵۹.
- اخوان، ر. و نمیرانیان، م. (۱۳۸۶) بررسی ضریب قد کشیدگی پنج گونه مهم درختی در جنگل های خزری ایران. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۲): ۱۶۵-۱۸۰.
- آذریان، م.، مروی مهاجر، م.، اعتماد، و.، شیروانی، ا. و صادقی، م. (۱۳۹۴) ویژگی های مورفولوژیکی درختان کهن سال در جنگل های هیرکانی، مورد مطالعه: بخش های پاتم و نم خانه، جنگل خیرود. نشریه جنگل و فرآورده های چوب، ۶۸(۱): ۴۷-۵۹.
- اعتماد، و.، جوانمیری پور، م. و عسگری، م. (۱۴۰۳) جنگل شناسی بوم شناختی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۴۸ صفحه.
- بی همتا، م. ر. و زارع چاهوکی، م. ا. (۱۳۸۹) اصول آمار در علوم منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۰ صفحه.
- ثابتی، ح. ا. (۱۳۹۵) جنگل ها، درختان و درختچه های ایران، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه یزد، ۸۸۸ صفحه.
- جشنی، ژ.، مروی مهاجر، م. ر.، زاهدی امیری، ق.، اعتماد، و. و حمزه، ب. (۱۳۹۱) مطالعه جوامع گیاهی بخش بهارین جنگل خیرود و ارتباط آن با عوارض زمین. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰(۳): ۴۰۲-۴۱۹.
- جوانمیری پور، م. (۱۴۰۳) بررسی شاخص پیچیدگی ساختار (SCI) و کیفیت توده در رویشگاه های آمیخته مدیریت شده در جنگل خیرود نوشهر. بوم شناسی جنگل های ایران، ۱۲(۱): ۹۹-۱۱۲.
- حسینی، ا. و اخوان، ر. (۱۴۰۱) بررسی و مقایسه ضریب قد کشیدگی درختان کهن سال بلوط ایرانی و بنه در شرایط رویشگاهی مختلف در زاگرس میانی. بوم شناسی جنگل های ایران، ۱۰(۱۹): ۱۸۳-۱۹۲.
- حسینی، ا. و اعظمی، ا. (۱۳۹۵) بررسی ویژگی های ریخت شناسی درختان کهن سال در جنگل های زاگرس، کهن سالی نیز در سطوح پایین تری باقی بماند. الگوی متعادل گونه توسکا در سطوح مختلف پیچیدگی می تواند به دلیل انعطاف پذیری فراوان آن باشد. توسکا درختی است که قابلیت سازگاری زیادی با شرایط محیطی مختلف دارد و در خاک های مرطوب، کنار رودخانه ها، مناطق باز و حتی مناطقی با خاک فقیر نیز رشد می کند. این سازگاری در شکل تاج، نحوه شاخه زایی و رشد تنه نیز منعکس شده که موجب افزایش تنوع ریختی در بین افراد این گونه می شود. علاوه بر این توسکا معمولاً در زیستگاه های مرطوب تر و در حاشیه آب ها رشد می کند که اغلب شرایط پویاتری نسبت به جنگل های متراکم راش یا افراپلت دارند که این شرایط سبب تفاوت در نور، رطوبت و دمای خاک شده و در نتیجه فرم ریختی آن در پاسخ به این عوامل شکل پذیرتر می شود.
- پژوهش حاضر نشان داد درختان کهن سال جنگل های خیرود، به ویژه گونه های راش، افراپلت و توسکای ییلاقی با فراوانی و ویژگی های ریختی متفاوت، نقش مهمی در ساختار و پایداری اکوسیستم جنگلی ایفا می کنند. تفاوت های مشاهده شده در میانگین قطر برابر سینه، ارتفاع کل و ضریب قد کشیدگی نسبت به مطالعات پیشین، عمدتاً ناشی از تفاوت های شرایط محیطی، ساختار رویشگاه و میزان دخالت های مدیریتی است. به ویژه اینکه منطقه مورد مطالعه در چارچوب مناطق حفاظتی قرار دارد و بهره برداری چوب در آن انجام نشده است. همچنین، کاهش تعداد درختان کهن سال گونه هایی مانند نمدار و ملج به دلیل شیوع بیماری ها، بیانگر تأثیرات منفی عوامل زیستی بر ترکیب گونه ای و ساختار جنگل است. یافته ها همچنین تأکید می کند توزیع متفاوت گونه ها در سطوح مختلف پیچیدگی ریختی بازتابی از تعامل بین ویژگی های درون گونه ای (ژنتیکی و فیزیولوژیکی) و عوامل بیرونی (اکولوژیکی و مدیریتی) است. گونه های راش و افراپلت نشان دهنده گونه هایی با ریخت شناسی منظم تر و کم واکنش تر به تغییرات محیطی اند، در حالی که توسکا تنوع ریختی بیشتری را به واسطه انعطاف پذیری فراوان و شرایط زیستگاهی متفاوت نشان می دهد. این تفاوت ها می تواند به تعادل بوم سازگان های جنگلی کمک کند و در برنامه ریزی حفاظتی، مدیریت تنوع زیستی و ارزیابی سلامت بوم سازگان ها بسیار موثر باشد.

- Schumacher, Ch. and Woodall, Ch. (2023) The wicked problem of defining and inventorying mature and old-growth forests. *Forest Ecology and Management*, 546(1-3):121350. DOI: [10.1016/j.foreco.2023.121350/](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121350/)
- Hauck, M., Csapek, G. and Dulamsuren, Ch. (2023) The significance of large old trees and tree cavities for forest carbon estimates. *Forest Ecology and Management*, 546(3-4): 121319. DOI: [10.1016/j.foreco.2023.121319/](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121319/)
- Huckaby, L., Kaufmann, M.R., Fornwalt, P., Stoker, J. and Dennis, Ch. (2003) Identification and ecology of old Ponderosa Pine Trees in the Colorado Front Range, United States Department of Agriculture, Forest Service, 52p.
- Larrieu, L., Winter, S. and Vandekerckhove, K. (2018) Tree related microhabitats in temperate forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecological Indicators*, 84: 194-207. DOI: [10.1016/j.ecolind.2017.08.051/](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.051/)
- Martinez-Trinidad, T., Watson, W.T., Arnold, M.A., Lombardini, L. and Appel, D.N. (2009) Comparing various techniques to measure tree vitality of live oaks. *Urban Forestry & Urban Greening*, 9(3): 199-203.
- Nagel, T.A. and Cerioni, M. (2023) Structure and dynamics of old-growth *Pinus nigra* stands in Southeast Europe. *European Journal of Forest Research* 142(3):1-9. DOI: [10.1007/s10342-023-01540-5/](https://doi.org/10.1007/s10342-023-01540-5/)
- Nebelsick, R., Miranda, A. and Ebner., T.M. (2021) From tree to architecture: how functional morphology of arborescence connects plant biology, evolution and physics. *Palaeobio Palaeoenv*, 101: 267-284. DOI: [10.1007/s12549-020-00466-9/](https://doi.org/10.1007/s12549-020-00466-9/)
- Niringiyimana A, Nzarora A, Twahirwa JC, van der Hoek Y. Density and characteristics of tree cavities inside and outside Volcanoes National Park, Rwanda. *Ecol Evol*. 2022 Oct 27;12(10): e9461. DOI: [10.1002/ece3.9461](https://doi.org/10.1002/ece3.9461). PMID: 36311396; PMCID: PMC9608801/
- Paratori, M., Novoa, F., Altamirano, T.A., Bonacic, C. and Ibarra, J.T. (2023) Tree-cavity survival for biodiversity in temperate forests of South America: A multi-scale approach. *Forest Ecology and Management*, 530: 120769. DOI: [10.1016/j.foreco.2023.120769/](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120769/)
- Pederson, N. (2010) External characteristics of old trees in the eastern deciduous forest. *Natural Areas Journal*, 30: 396-407. DOI: [10.3375/043.030.0405/](https://doi.org/10.3375/043.030.0405/)
- Sillett, S., Antoine, M., Campbell-Spickler, J., Carroll, A.L., Coonen, E.J., Kramer, R.D. and Scarla, K.H. (2018) Manipulating tree crown structure to promote old-growth characteristics in second-growth redwood forest canopies. *Forest Ecology and Management*, 417: 77-89. DOI: [10.1016/j.foreco.2018.02.036/](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.036/)
- Stokland, N., Siitonen, J. and Gonsson, B.G. (2012) Biodiversity in dead wood, Cambridge, 545p.
- Tiscar, P., Lucas-Borja, A. and Manuel E. (2016) Structure of old-growth and managed stands and growth of old trees in a Mediterranean *Pinus* مطالعه موردی جنگل‌های استان ایلام. بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، ۴(۷): ۵۱-۵۹.
- حسینی، ا.، خوشنویس، م. و جعفری، م. (۱۴۰۳) بررسی ویژگی‌های ظاهری درختان کهن‌سال پهن‌برگ و سوزنی‌برگ به منظور کاربرد آنها در احیای جنگل‌های استان ایلام. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۴(۷۳): ۲۷۹-۲۹۳.
- زارع، ح.، امینی‌اشکوری، ط. و اسدی، م. (۱۳۹۱) مروری بر جنس نمدار در ایران، گزارش‌ها و گونه‌های جدید. گیاهشناسی ایران، ۱۸(۲): ۱۷۵-۱۹۰.
- زبیری، م. (۱۳۹۱) آماربرداری جنگل، اندازه‌گیری درخت و جنگل، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ صفحه.
- سفیدی، ک. (۱۳۹۵) تنوع ساختار مؤلفه تنوع زیستی در اکوسیستم‌های جنگلی، مطالعه موردی از جوامع درختی انجیلی (*Parrotia persica* C.A. Meyer). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۹(۴): ۸۰-۸۱۸.
- عراقی، م.م.، رهنما، ک. و طاهری، ع.ح. (۱۳۸۷) ارزیابی مقاومت نارون چتری، ملج و نارون چینی (*Ophiostoma novo-ulmi*) به عامل بیماری مرگ هلندی نارون. تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۱(۱): ۱۰-۱۹.
- مرادی، م.، مروی‌مهاجر، م.ر.، زبیری، م. و امید، ع. (۱۳۸۹) بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک و سلامت درختان راش قطورتر از یک متر، مطالعه موردی طرح جنگلداری سیستان، گیلان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸(۱): ۴۶-۵۸.
- مروی‌مهاجر، م.ر. و مرادی، م. (۱۳۹۰) مقایسه ویژگی‌های مورفولوژیک و کمی درختان راش قطور در دو رویشگاه سیستان گیلان و خیرود مازندران. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹(۳): ۳۰۰-۳۱۱.
- Brown, P.M., Gannon, B., Battaglia, M.A., Fornwalt, P.J., Huckaby, L.K.S., Cheng, A.S. and Baggett, S. (2019) Identifying old trees to inform ecological restoration in montane forests of the central Rocky Mountains, USA. *Tree-Ring Research*, 75: 34-48. DOI: [10.3959/1536-1098-75.1.34/](https://doi.org/10.3959/1536-1098-75.1.34/)
- Gray, A.N., Pelz, K., Hayward, G.D., Schuler, T., Salverson, W., Palmer, M., Schumacher, Ch.,

nigra forest in southern Spain. Forestry: An International Journal of Forest Research, 89(2): 201–207.

Analyze of Quantitative and Qualitative Characteristics Old Trees in the Northern Forests of Iran (*Case Study: Nowshahr Kheyroud Forest*)

Zahra. Veysi¹, Mohsen. Javanmiri Pour², Vahid. Etemad³, and Shaaban. Ghalandarayeshi⁴

- 1) M.Sc. Student, Forestry and Forest Economics Department, Natural Resource Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran.
- 2) Assistant Professor, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kermanshah, Iran. *Corresponding Author Email Address: m.javanmiri@ut.ac.ir
- 3) Associated Professor, Forestry and Forest Economics Department, Natural Resource Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran.
- 4) Assistant Professor, Department of Statistics, Faculty of Technical and Engineering Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

Date of Submission: 2025/07/18

Date of Acceptance: 2025/10/09

Abstract

Old growth trees, as the most critical structural components of forest ecosystems, play a role that extends beyond that of individual organisms, and their presence is vital for the ecological stability and balance of forests. Accordingly, this study examines the quantitative and qualitative characteristics of old growth trees in the Baharbon district of Kheyroud Forest. To this end, during a forest survey in the area, 60 old growth trees were randomly selected, and characteristics such as frequency, species composition, and their quantitative and qualitative traits were recorded and analyzed. The results indicated that the frequency of identified species, including Maple, Beech, Alder, Oak, and Hornbeam, was 24, 28, 6, 1, and 1 trees, respectively. The mean slenderness ratio for these species was 25.75, 28.09, 27.98, 20.29, and 20, respectively. In terms of crown vitality, Oak and Beech showed the highest percentages, with 100% and 88.3%, respectively. For trunk health, Alder and Oak demonstrated the highest proportions, at 72.2% and 66.7%, respectively. ANOVA results indicated statistically significant differences at the 95 probability level for slenderness ratio, DBH, total height, and volume, and at the 99 level for bole height and crown height. However, the crown area factor was not statistically significant. Kruskal–Wallis test results for qualitative variables showed significant differences in crown health, leaf color, trunk branching, and trunk shape up to the beginning of the crown. Overall, the results suggest that the old growth trees of Kheyroud Forest, particularly Beech, Maple, and Alder, contribute significantly to forest sustainability due to their morphological diversity and ecological roles. The assessment of morphological complexity showed that Beech and Maple, owing to their more regular morphology and lower responsiveness, are more stable against environmental changes, whereas Alder, with higher morphological variability, exhibits greater adaptability. Differences in quantitative traits compared to previous studies are likely attributable to the region's specific conservation conditions. Meanwhile, the decline of certain species, such as Linden and Ulmus, due to diseases highlights the role of biotic factors in altering species composition in these forests. This study, by elucidating the morphological characteristics and biological health status of trees, highlighted their role in ecosystem resilience and ecological functioning. The findings can provide a scientific basis for identifying key species, enhancing forest sustainability, and supporting conservation-oriented policymaking.

Keywords: Ecological Sustainability, Quantitative and Qualitative Characteristics, Kheyroud Forest, Morphology, Old-Growth Trees.