



University of Tehran

Relative proportion of dominant tree species across diameter classes in less-disturbed mid-elevation forests of the western Hyrcanian region

Mojtaba Azaryan^{1*} | Hamed Aghajani² | Vahid Etemad³ |
Seyed Mohammad Moein Sadeghi⁴

1. Corresponding Author, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorram Abad, Iran. Email: mojtabaazaryan@yahoo.com
2. Department of Forest Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. Email: h.aghajani@sanru.ac.ir
3. Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: vetemad@ut.ac.ir
4. School of Forestry, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA. Email: s.sadeghi@nau.edu

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article History:

Received: 17 July 2025

Revised: 16 September 2025

Accepted: 19 October 2025

Published online: 22 November 2025

Keywords:

Close-to-nature silviculture,
Complete enumeration,
Kheyrud Forest,
Tree diameter classes.

ABSTRACT

In uneven-aged forests, analyzing the relative proportion of species across diameter classes provides a clearer understanding of their ecology than simply examining diameter distribution. This study was conducted in the relatively undisturbed Gorazbon District of the Kheyrud Educational and Research Forest (prior to logging in 2009) to investigate tree species composition and the relative proportion of species across different diameter classes. Data were obtained through complete enumeration over 770 ha, and all trees with diameter at breast height (DBH) greater than 7.5 cm were grouped into seven 25-cm diameter classes. Results showed that *Carpinus betulus* was the most abundant species (50.3%), but its relative proportion declined sharply with increasing diameter, indicating its comparatively short lifespan, high decay rate, and weak competitive ability in later successional stages. In contrast, *Fagus orientalis* (31.3% of all trees) dominated the large-diameter classes, constituting more than 60% of trees above 85 cm DBH, confirming its long-lived, climax characteristics. *Quercus castaneifolia* displayed a U-shaped pattern, with notable presence in both smaller and larger diameter classes. The analysis of relative proportions revealed that species do not necessarily follow the same behavior along the successional pathway. These findings demonstrate that merely observing declining diameter distribution is insufficient to uncover ecological differences, lifespan, and spatial competitiveness among species. Instead, analyzing relative proportions within diameter classes provides a deeper understanding of survival dynamics. The results can serve as a foundation for developing predictive models of species composition, optimizing tree-marking practices, and formulating sustainable harvesting guidelines for the Hyrcanian forests.

Cite this article: Azaryan, M., Aghajani, H., Etemad, V., Sadeghi, S.M.M. (2025). Relative proportion of dominant tree species across diameter classes in less-disturbed mid-elevation forests of the western Hyrcanian region. *Journal of Forest and Wood Products*, 78 (3), 333-346. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwpp.2025.400354.1363>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwpp.2025.400354.1363>



دانشگاه تهران

نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۳-۰۵۳۰

سایت نشریه: <https://jfwf.ut.ac.ir>

سهم نسبی گونه‌های درختی غالب در طبقات قطری در جنگل‌های میان‌بند کم‌تر دست‌خورده در غرب ناحیه رویشی هیرکانی

مجتبی آذریان^{۱*} | حامد آقاجانی^۲ | وحید اعتماد^۳ | سید محمدمعین صادقی^۴

۱. نویسنده مسئول، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: mojtabaazaryan@yahoo.com

۲. گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: h.aghajani@sanru.ac.ir

۳. گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: vetemad@ut.ac.ir

۴. مدرسه جنگلداری، دانشگاه آریزونا شمالی، فلگ‌استف، آریزونا، آمریکا. رایانامه: s.sadeghi@nau.edu

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۹/۰۱

کلیدواژه:

آماربرداری صددرصد،

جنگل خیرود،

جنگل‌شناسی همگام با طبیعت،

طبقات قطری درختان.

در جنگل‌های ناهمسال، تحلیل سهم نسبی گونه‌ها در طبقات قطری، دید دقیق‌تری از پویایی بوم‌شناختی آنها ارائه می‌دهد. مطالعه حاضر در یکی از جنگل‌های نسبتاً بکر هیرکانی، یعنی بخش گرازبن جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود نوشهر (پیش از بهره‌برداری در سال ۱۳۸۸)، با هدف بررسی ترکیب گونه‌ای و سهم نسبی گونه‌های درختی در طبقات قطری انجام شد. داده‌ها از آماربرداری صددرصد در سطح ۷۷۰ هکتار گردآوری و درختان با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر در هفت طبقه قطری ۲۵ سانتی‌متری گروه‌بندی شدند. نتایج نشان داد، ممز با سهم کلی ۵۰/۳ درصد، فراوان‌ترین گونه است، اما سهم نسبی آن با افزایش قطر، به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد، یعنی الگوی که نشان‌دهنده عمر نسبتاً کوتاه، نرخ بالای پوسیدگی و محدودیت رقابت‌پذیری این گونه در مراحل پایانی توالی و در طبقات قطور است. در مقابل، راش شرقی با سهم کلی ۳۱/۳ درصدی، در طبقات قطور، بیش از ۶۰ درصد سهم را به‌خود اختصاص داده است که تأکیدی بر دیرزیستی و نقش کلیماکسی آن دارد. بلندمازو نیز با الگوی U-شکل، هم در ابتدای توالی و هم در لایه‌های قطور ساختاری نقش دارد. تحلیل سهم نسبی نشان داد که گونه‌ها در مسیر جانشینی الزماً رفتار همسانی ندارند. این یافته‌ها آشکار می‌کند که صرف مشاهده توزیع کاهشی قطر نمی‌تواند تفاوت‌های بوم‌شناختی، طول عمر و رقابت فضایی گونه‌ها را نمایان کند و تحلیل سهم نسبی در هر طبقه قطری، دید عمیق‌تری از پویایی حذف و بقا ارائه می‌دهد. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنایی برای توسعه مدل‌های پیش‌بینی‌کننده ترکیب گونه‌ای، بهینه‌سازی نشانه‌گذاری درختان و تدوین دستورالعمل‌های بهره‌برداری پایدار در جنگل‌های هیرکانی فراهم آورد.

استناد: آذریان؛ مجتبی، آقاجانی؛ حامد، اعتماد؛ وحید، صادقی؛ سید محمدمعین (۱۴۰۴). سهم نسبی گونه‌های درختی غالب در طبقات قطری در جنگل‌های میان‌بند کم‌تر دست‌خورده در غرب ناحیه رویشی هیرکانی. نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، ۷۸ (۳)، ۳۳۳-۳۴۶. DOI: <https://10.22059/jfwf.2025.400354.1363>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

<https://doi.org/10.22059/jfwf.2025.400354.1363>



۱. مقدمه

در گذشته، رویکرد غالب در مدیریت جنگل مبتنی بر اصول جنگلداری کلاسیک و با هدف اصلی تولید پایدار چوب بود، رویکردی که بیش از ۳۰۰ سال سابقه تاریخی دارد و عمدتاً بر برداشت برنامه‌ریزی‌شده و کنترل‌شده تأکید می‌کرد. این دیدگاه، هرچند در زمان خود پاسخگوی نیازهای اقتصادی بود، اما اغلب نقش‌های محیط زیستی، حفاظتی و تنوع زیستی جنگل را نادیده می‌گرفت. امروزه، نگرش فکری مدیران و پژوهشگران جنگل به جنگلداری چندمنظوره با نگاه بوم‌سامانه‌محور تغییر یافته است [۱]. در این رویکرد نوین، بهره‌برداری و حفاظت از جنگل به‌گونه‌ای انجام می‌شود که کارکردهای بوم‌شناختی، اجتماعی و اقتصادی آن به‌صورت همزمان و پایدار در مقیاس‌های محلی، ملی و جهانی حفظ گردد. این کارکردها شامل تنوع زیستی، حاصلخیزی خاک، توان زادآوری طبیعی، سلامت بوم‌سازگان و خدمات اجتماعی-فرهنگی جنگل‌هاست. اجرای مؤثر چنین رویکردی، نیازمند شناخت دقیق و علمی از وضعیت کمی و کیفی ساختار جنگل و فرآیندهای درونی آن است [۲]. بنابراین، هرگونه مداخله در قالب عملیات پرورشی یا بهره‌برداری تنها زمانی می‌تواند پایدار باشد که بر پایه درک عمیق از پویایی ساختار جنگل، رقابت میان گونه‌ای و روابط پیچیده درون بوم‌سازگان انجام گیرد [۳]. نمونه بارز چنین بوم‌سازگان‌هایی را می‌توان در جنگل‌های پهن‌برگ و ناهمسال هیرکانی مشاهده کرد [۴]، جنگل‌هایی که بوم‌سازگان مرجع برای مطالعه پویایی طبیعی و مدیریت همگام با طبیعت (طبیعت‌محور) به‌شمار می‌آیند. جنگل‌های پهن‌برگ شمال ایران، موسوم به جنگل‌های هیرکانی، یکی از غنی‌ترین و با ارزش‌ترین بوم‌سازگان‌های جنگلی جهان هستند. این جنگل‌ها به‌صورت نواری با طول حدود ۸۰۰ کیلومتر و عرضی بین ۲۰ تا ۷۰ کیلومتر در نواحی جنوبی دریای خزر گسترده شده‌اند [۵]. مساحت این جنگل‌ها حدود ۱/۹ میلیون هکتار بوده و از ارتفاعات جلگه‌ای تا ارتفاعات بالای ۲۸۰۰ متر امتداد دارند. بیش از ۳۲۳۴ گونه گیاهی در این جنگل‌ها شناسایی شده که حدود ۲۲ درصد آن بومی منطقه و انحصاری این ناحیه رویشی هستند [۶]. گونه‌های درختی غالب جنگل‌های هیرکانی شامل راش شرقی (*Fagus orientalis*)، بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) و مرمر (*Carpinus betulus*) هستند، در حالی که گونه‌هایی مانند پلت (*Acer velutinum*)، نمدار (*Tilia begoniifolia*)، ون (*Farxinus excelsior*) و توسکای بیلاقی (*Alnus subcordata*) نیز بسته به شرایط توپوگرافی، رطوبتی و ریزاقلیمی در ترکیب گونه‌ای حضور دارند [۵]. ارزش زیستی این جنگل‌ها با حضور گونه‌های بازمانده از دوران سوم زمین‌شناسی مانند انجیلی (*Parrotia persica*)، سفیدپلت (*Populus caspica*)، لیلکی (*Gleditsia caspica*) و لرگ (*Pterocarya fraxinifolia*) دوچندان شده است [۵]. از این‌رو، بسیاری از پژوهشگران این جنگل‌ها را مادر جنگل‌های اروپایی و یک میراث زنده ژنتیکی در مقیاس جهانی معرفی کرده‌اند [۵]. پایداری استثنایی این جنگل‌ها و وجود بخش‌هایی که کمترین آشفتگی‌های انسانی را تجربه کرده‌اند، فرصتی بی‌نظیر برای مطالعه دقیق ساختار طبیعی و فرآیندهای بوم‌شناختی فراهم می‌کند. در میان زیست‌بوم کم‌نظیر جنگل‌های هیرکانی، بخش گرازین از جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود (واقع در شهرستان نوشهر، استان مازندران) جایگاهی ویژه دارد. این رویشگاه، که پیش از آغاز بهره‌برداری در سال ۱۳۸۹ خورشیدی، در زمره معدود مناطق نسبتاً بکر و کمتر دست‌خورده هیرکانی قرار داشت، این امکان را فراهم ساخت تا در آن آماربرداری صددرصد در مقیاس وسیع انجام شود. چنین داده‌های دقیق و گسترده‌ای، که به‌ندرت در سطح ملی و حتی بین‌المللی در دسترس است، پایه‌ای منحصربه‌فرد برای تحلیل ساختار طبیعی و شناخت فرآیندهای بوم‌شناختی جنگل فراهم می‌کند و دقیقاً از همین‌جا نیاز به شناخت کمی و کیفی ساختار درونی جنگل‌های طبیعی و روابط بین گونه‌ای برای مدیریت طبیعت‌محور مطرح می‌شود.

در یک جنگل طبیعی، مشخصات ساختاری توده مانند تعداد در طبقات قطری مشخص است و می‌توان به نحوه استقرار و روابط درونی درختان سرپا اشاره کرد. اغلب توده‌های جنگلی هیرکانی، دانه‌زاد، ناهمسال و دارای ساختاری پیچیده‌اند [۴، ۷] و تا پیش از توقف بهره‌برداری در سال ۱۳۹۳، روش تک‌گزینی به‌عنوان مناسب‌ترین شیوه مدیریتی نزدیک به رویکرد جنگل‌شناسی همگام با طبیعت برای این جنگل‌ها معرفی شده بود [۵]. اجرای موفق چنین رویکردی، نیازمند اطلاعات دقیق از ساختار افقی و عمودی توده، به‌ویژه سهم نسبی گونه‌ها در طبقات مختلف قطری است. این اطلاعات می‌تواند مبنای نشانه‌گذاری هدفمند، هدایت عملیات پرورشی و جلوگیری از اختلال در ترکیب طبیعی درختان در هر طبقه قطری در جنگل باشد.

در دهه‌های اخیر، مطالعات متعددی برای شناخت ساختار قطری و توزیع درختان در جنگل‌های هیرکانی انجام شده است. با

این حال، در اغلب مطالعات پیشین، تمرکز بر تحلیل توزیع کلی قطر بوده است و کمتر به تفاوت‌های میان گونه‌ها در طبقات قطری مختلف پرداخته شده است. برای مثال، Fallah و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی الگوی کاهشی توزیع قطری توده‌های راش شرقی را در جنگل‌های سنگده مازندران و شصت کلاته گلستان، این جنگل‌ها را ناهمسال با توزیع قطری کاهنده معرفی کرده‌اند [۸]. Mohammadalizadeh و همکاران (۲۰۰۹) در بخش گرازین جنگل خیرود نوشهر، داده‌های قطر درختان را با توزیع‌های نمایی، گاما و لگ‌نرمال برازش کردند و نتیجه گرفتند که توزیع گاما بهترین برازش را ارائه می‌دهد [۹]. به‌طور مشابه، Migghi و همکاران (۲۰۲۱) در جنگل‌های آمیخته اسالم گیلان، برازش توزیع فراوانی قطر برابر سینه درختان را در مراحل مختلف ریشی با توابع احتمال بتا، گاما، نرمال، لوگ‌نرمال، نمایی، لجستیک و جانسون SB مقایسه کردند [۱۰]. نتایج آن‌ها نشان داد که تابع توزیع مناسب بسته به مرحله تحولی جنگل متفاوت است، به‌طوری‌که در مرحله جوانی، تابع جانسون SB، در مرحله میانسالی، تابع وایبول و در مرحله کهنسالی، توزیع وایبول و جانسون SB بهترین برازش را داشتند، هرچند کلیه توابع روند کاهشی در ارتباط با فراوانی برحسب قطر برابر سینه نشان دادند. همچنین Lotfi و همکاران (۲۰۲۲) در جنگل الندان ساری تغییرات ساختار توده با افزایش طبقات قطری را بررسی کردند و روند کاهشی در ارتباط با فراوانی برحسب قطر برابر سینه را در شیوه‌های مختلف جنگل‌شناسی (تک‌گزینی و تدریجی-پناهی) و جنگل شاهد گزارش کردند [۱۱]. اگرچه این مطالعات نمای کلی از ساختار قطری جنگل‌ها ارائه می‌دهند، اما دو محدودیت اساسی دارند: ۱) تشابه شکل منحنی‌های توزیع قطر میان گونه‌های مختلف، مانع از آشکارسازی تفاوت‌های ساختاری و بوم‌شناختی گونه‌ها می‌شود. ۲) عدم تحلیل سهم نسبی گونه‌ها در طبقات قطری، تصویر روشنی از رقابت، جانشینی و نقش بوم‌شناختی گونه‌ها در ساختار افقی جنگل ارائه نمی‌دهد. بنابراین، تمرکز صرف بر فراوانی یا برازش آماری قطر، نمی‌تواند برای مدیریت طبیعت‌محور کافی باشد. پژوهش حاضر با تکیه بر داده‌های آماربرداری صددرصد در سطح وسیع و تحلیل سهم نسبی گونه‌ها در طبقات قطری، برای نخستین بار در جنگل‌های هیرکانی به این خلأ علمی پاسخ می‌دهد و تفاوت‌های بنیادی میان گونه‌های کوتاه‌عمر (کوتاه‌زی) و دیرزیست (دیرزی) را آشکار می‌سازد. این رویکرد می‌تواند تفاوت‌های بنیادی میان گونه‌های کوتاه‌عمر و دیرزیست را آشکار کند و الگوی رقابت و حذف تدریجی گونه‌ها را نمایان سازد.

بر این اساس، هدف این پژوهش بررسی الگوی تغییرات سهم نسبی گونه‌های درختی در طبقات قطری مختلف در یکی از جنگل‌های نسبتاً بکر هیرکانی بود. تمرکز اصلی بر آن است که با افزایش قطر، سهم هر گونه درختی چگونه تغییر می‌کند و این تغییرات چه دلالت‌هایی برای مدیریت جنگل مبتنی بر اصول همگام با طبیعت دارد. نتایج این مطالعه می‌تواند مبنایی علمی برای تصمیم‌گیری آگاهانه در نشانه‌گذاری درختان و طراحی عملیات پرورشی متناسب با ساختار طبیعی جنگل فراهم آورد. در شرایطی که بخشی از سیاست‌های بهره‌برداری جنگل توسط سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور با هدف تأمین منابع چوبی در حال بازنگری است، یافته‌های این پژوهش می‌تواند به‌عنوان ابزاری هشداردهنده و راهنما برای حفظ پایداری ساختار طبیعی توده‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. منطقه پژوهش

منطقه پژوهش، جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود نوشهر بود. این جنگل، با وسعتی بالغ بر ۸ هزار هکتار در دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز، در ناحیه ریشی هیرکانی واقع شده است و در محدوده جغرافیایی عرض‌های $36^{\circ}27'$ تا $36^{\circ}40'$ شمالی و طول‌های $51^{\circ}33'$ تا $51^{\circ}34'$ شرقی قرار دارد. این جنگل به هشت بخش مدیریتی تقسیم شده که پژوهش حاضر در بخش گرازین، سومین بخش از این جنگل انجام گرفته است. بخش گرازین در فاصله ۱۸ کیلومتری جنوب شهر نوشهر واقع شده و ارتفاع آن از ۴۵۰ متر تا ۱۳۸۰ متر از سطح دریا متغیر است. از نظر اقلیمی، براساس شاخص اقلیمی دومارتن، اقلیم منطقه بسیار مرطوب طبقه‌بندی می‌شود و دارای میانگین بارندگی سالانه حدود ۱۳۸۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه $9/1$ درجه سانتی‌گراد است [۱۲]. خاک‌های منطقه عمدتاً از نوع خاک‌های قهوه‌ای جنگلی عمیق و نیمه‌عمیق با بافت متوسط تا سنگین، غنی از مواد آلی و دارای زهکشی نسبتاً مناسب هستند. از نظر زمین‌شناسی، بخش گرازین عمدتاً بر روی سنگ‌های آهکی و مارن‌های آهکی متعلق به دوره میوسن

و پلیوسن (از دوران سوم زمین‌شناسی) و همچنین سنگ‌های آهکی، کرتاسه فوقانی (از دوران دوم زمین‌شناسی) شکل گرفته است. ترکیب گونه‌ای این جنگل تنوع بالایی دارد. عمده‌ترین درختان بخش گرازین، راش شرقی، ممرز، بلندمازو، پلت، توسکای بیلاقی، نمدار، شیردار، ملج، انجیلی، ون، گیلان جنگلی، خرمندی و بارانک می‌باشند [۳].

۲-۲. روش کار

برای انجام این پژوهش، ۷۶۸/۴ هکتار از بخش گرازین آماربرداری شد. آماربرداری سال ۱۳۸۹، قبل از بهره‌برداری درختان بخش گرازین برداشت شده است. در این پژوهش، آماربرداری به صورت صد درصد انجام شد. به این صورت که قطر برابر سینه (DBH) تمامی درختان با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر (مطابق با اولین طبقه قطری ۱۰ سانتی‌متر) در کل بخش گرازین اندازه‌گیری شد. این رویکرد صد درصدی باعث شد هیچ‌گونه نمونه‌برداری تصادفی یا تخمینی اعمال نشود و کل جمعیت درختان مورد ارزیابی قرار گیرد، که دقت نتایج ساختاری را به حداکثر می‌رساند.

در ادامه، برای بررسی ساختار افقی گونه‌ها، درصد پایه‌های هفت گونه اصلی شامل راش شرقی، ممرز، بلندمازو، پلت، توسکای بیلاقی، شیردار و نمدار در هفت طبقه قطری به فاصله ۲۵ سانتی‌متر تحلیل شد. این طبقات عبارت‌اند از: ۱۰-۳۰، ۳۵-۵۵، ۸۰-۱۰۵، ۱۱۰-۱۳۰، ۱۳۵-۱۵۵، و بیش از ۱۶۰ سانتی‌متر. در هر طبقه قطری، نسبت هر گونه از مجموع پایه‌های موجود در همان طبقه محاسبه شد و به صورت درصد بیان گردید. برای مثال، مشخص شد که چه درصدی از درختان موجود در طبقه قطری ۱۰-۳۰ سانتی‌متر، متعلق به گونه راش شرقی است که از تقسیم فراوانی درختان راش شرقی به تعداد کل درختان در آن طبقه قطری محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel (نسخه ۲۰۲۱) طبقه‌بندی و تحلیل شدند. سپس برای هر گونه، نمودار ستونی رسم گردید که در آن، محور افقی نمایانگر طبقات قطری و محور عمودی، بیانگر درصد حضور گونه در هر طبقه است، به‌طوری‌که ارتفاع هر ستون نشان‌دهنده سهم نسبی گونه در آن طبقه قطری است.

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. درصد فراوانی گونه‌های درختی

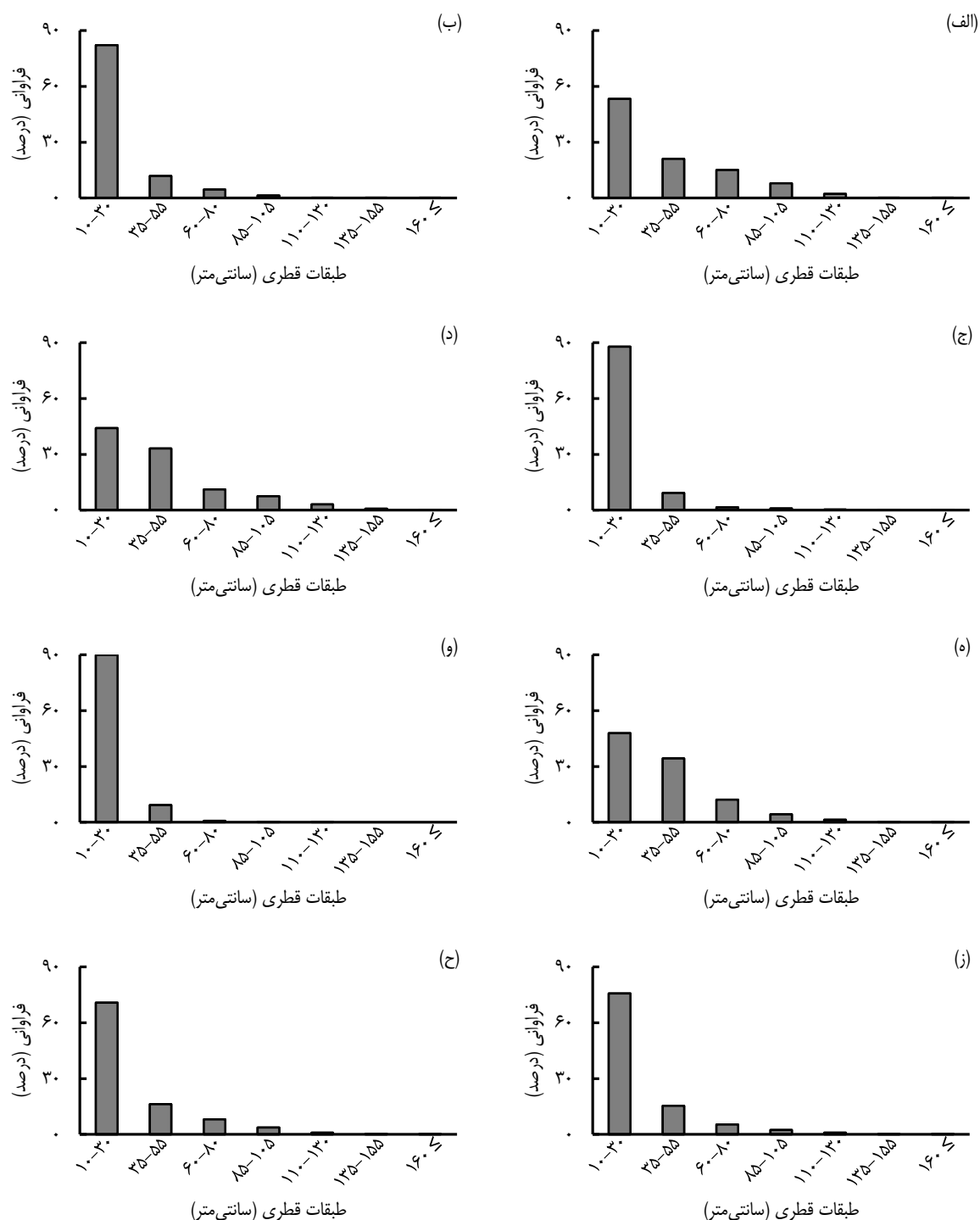
در سطح ۷۶۸/۴ هکتار از بخش گرازین، در مجموع تعداد ۲۲۸۰۱۱ اصله درخت اندازه‌گیری شد. این مقدار، معادل میانگین ۲۹۷ اصله درخت در هکتار است (جدول ۱). از نظر فراوانی نسبی، گونه ممرز با ۱۱۴۶۰۰ اصله درخت و سهمی معادل ۵۰/۳ درصد از کل درختان اندازه‌گیری شده، فراوان‌ترین گونه منطقه محسوب می‌شود و گونه راش شرقی با سهمی معادل ۳۱/۳ درصد، در رتبه دوم از نظر فراوانی قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱. تعداد پایه‌ها در هکتار و فراوانی نسبی گونه‌های درختی در بخش گرازین، جنگل خیرود، نوشهر

مشخصه	گونه						
	راش شرقی	ممرز	بلندمازو	پلت	توسکای بیلاقی	شیردار	نمدار
تعداد در هکتار	۹۲/۸	۱۴۹/۲	۱۴/۵	۱۱/۶	۱۲/۵	۷/۴	۳/۵
فراوانی نسبی (درصد)	۳۱/۳	۵۰/۳	۵/۹	۳/۹	۴/۲	۲/۵	۱/۲
سایر گونه‌ها							۲/۴

شکل ۱، سهم طبقات قطری براساس فراوانی در طبقه را برای هفت گونه اصلی راش شرقی، ممرز، بلندمازو، پلت، توسکای بیلاقی، شیردار و نمدار در هر گونه در بخش گرازین جنگل خیرود نشان می‌دهد (فراوانی یک گونه در طبقه قطری خاص نسبت به فراوانی کل همان گونه). نتایج نشان داد که با افزایش قطر، درصد پایه‌های هر گونه در طبقات بالاتر کاهش می‌یابد (شکل ۱). این روند کاهشی در تمام گونه‌ها مشهود است و بیانگر غالب بودن درختان کم‌قطر در ساختار افقی توده می‌باشد (شکل ۱). به‌طور میانگین، برای هفت گونه غالب مورد بررسی (شکل ۱-ز)، بیشترین سهم گونه‌ها در طبقه قطری ۱۰-۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد (۷۰/۷ درصد) و در مقابل، تنها ۱/۱ درصد از پایه‌ها در طبقات قطری بالاتر از ۱۱۰ سانتی‌متر قرار دارند. حدود ۷۱ درصد درختان در طبقه قطری کم‌قطر حضور دارند (شکل ۱-ز) که این الگو نشان‌دهنده غلبه پایه‌های کم‌قطر و جوان‌تر در ساختار افقی توده است که می‌تواند بیانگر پویایی زادآوری در این بخش از جنگل باشد. روند

تغییرات گونه‌نمدار بیش‌ترین شباهت را با میانگین کلی تغییرات گونه‌های درختی نشان می‌دهد و شاید بتوان اظهار داشت که این گونه می‌تواند به‌عنوان نماینده‌ای از درصد فراوانی گونه‌های درختی در نظر گرفته شود (شکل ۱-ز و ح). در مقابل، گونه‌های شیردار (شکل ۱-و)، پلت (شکل ۱-د) و توسکای ییلاقی (شکل ۱-ه) کمترین شباهت را به الگوی کلی فراوانی گونه‌ها (شکل ۱-ح) در طبقات قطری نشان می‌دهند. شکل یک تأیید می‌کند که تحلیل صرف الگوی کلی کاهشی کافی نیست و باید تغییر سهم نسبی گونه‌ها در طبقات نیز بررسی شود، زیرا در همین توزیع کاهشی، تفاوت‌های رقابتی، طول عمر و نقش بوم‌شناختی گونه‌ها پنهان شده است.

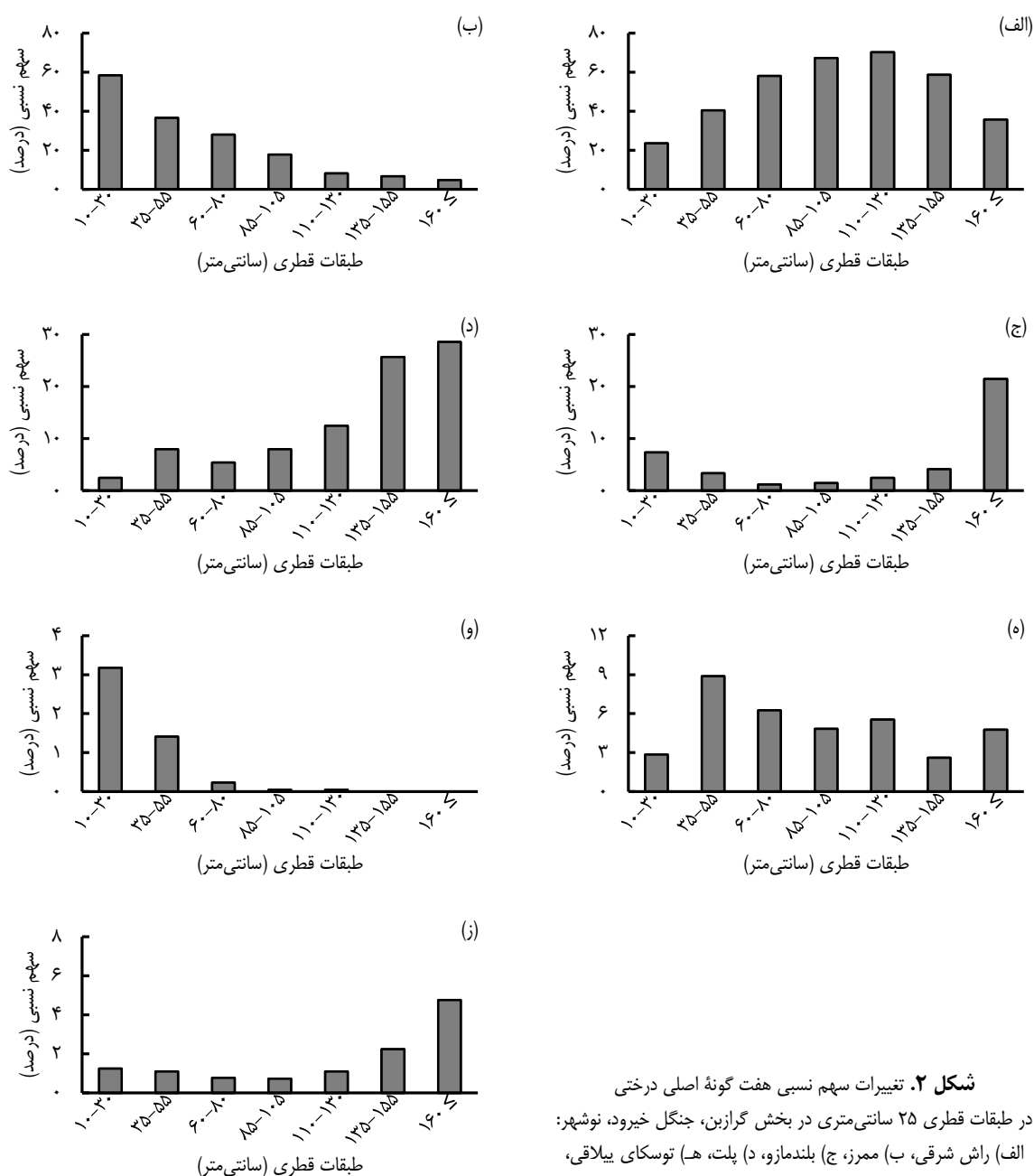


شکل ۱. درصد فراوانی گونه‌های درختی در طبقات قطری ۲۵ سانتی‌متری در بخش گرازین، جنگل خیرود، نوشهر:

(الف) راش شرقی، (ب) ممرز، (ج) بلندماز، (د) پلت، (ه) توسکای ییلاقی، (و) شیردار، (ز) نمدار و (ح) کل گونه‌های درختی جنگل مورد بررسی

۳-۲. درصد سهم نسبی گونه‌های درختی

شکل ۲، درصد حضور هفت گونه اصلی درختی (راش شرقی، ممرز، بلندمازو، پلت، توسکای بیلاقی، شیردار و نم‌دار) را در طبقات قطری ۲۵ سانتی‌متری در بخش گرازین جنگل خیرود نشان می‌دهد. برخلاف شکل ۱ که صرفاً توزیع فراوانی را در هر گونه به صورت جداگانه نشان می‌دهد، این شکل سهم نسبی هر گونه را در مقایسه با کل ترکیب گونه‌ای در هر طبقه قطری مشخص می‌کند. به بیان دیگر، این شکل نشان می‌دهد که از درختان کم‌قطر به سمت درختان قطور، چه تغییری در نسبت هر گونه نسبت به سایر گونه‌ها رخ می‌دهد. نتایج نشان داد که سهم نسبی گونه‌های اصلی درختی در طبقات قطری ۲۵ سانتی‌متری تفاوت‌های آشکاری دارد (شکل ۲). ممرز (شکل ۲-ب) در طبقات کم‌قطر (۱۰-۳۰ سانتی‌متر)، بیشترین سهم نسبی را داشت و با افزایش قطر، سهم آن به طور پیوسته کاهش یافت تا در نهایت در طبقات قطور تقریباً حذف شد. در مقابل، راش شرقی (شکل ۲-الف) در طبقات کم‌قطر سهم کمتری داشت، اما با افزایش قطر، سهم نسبی آن افزایش یافت و در طبقات قطور غالب شد. گونه‌های بلندمازو (۲-ج) الگوی تقریباً U-شکل و گونه پلت (شکل ۲-د) الگوی افزایشی نشان دادند و به صورت مشترک، هر دو گونه فوق در طبقات قطور، حضور قابل توجهی یافتند.



شکل ۲. تغییرات سهم نسبی هفت گونه اصلی درختی

در طبقات قطری ۲۵ سانتی‌متری در بخش گرازین، جنگل خیرود، نوشهر:
الف) راش شرقی، ب) ممرز، ج) بلندمازو، د) پلت، ه) توسکای بیلاقی،
و) شیردار و ز) نم‌دار

۴. بحث

۴-۱. درصد فراوانی گونه‌های درختی

متوسط تراکم ۲۹۷ اصله درخت در هکتار در این پژوهش، بیانگر تراکم بالای درختی در این بخش از جنگل‌های بهره‌برداری نشده واقع در ارتفاعات میان‌بند هیرکانی است. در همین راستا، Mighi و همکاران (۲۰۲۱)، تراکم درختان را در جنگل‌های آمیخته راش شرقی بهره‌برداری نشده در بخش ۱۴ حوضه شفارود (استان گیلان) بین ۱۶۱ (مرحله جوان) تا ۴۱۹ اصله (مرحله کهنسال) در هکتار گزارش کردند و این دامنه تغییر را تابعی از مراحل مختلف تحولی جنگل دانسته‌اند. با صرف نظر از تفکیک مراحل رویشی، میانگین تقریبی تراکم در مطالعه فوق حدود ۲۸۰ اصله در هکتار برآورد می‌شود که به مقدار میانگین این پژوهش بسیار نزدیک است. گونه ممرز با ۱۱۴۶۰۰ اصله درخت و سهمی معادل ۵۰/۳ درصد از کل درختان ثبت شده، فراوان‌ترین گونه منطقه است (جدول ۱) که این فراوانی زیاد، بازتابی از توان زیاد تجدید حیات طبیعی و سازگاری بوم‌شناختی این گونه در ارتفاعات میان‌بند جنگل‌های هیرکانی است. پس از ممرز، راش شرقی، حدود یک‌سوم (۳۱/۳ درصد) از گونه‌های این جنگل را در بر می‌گیرد که این حضور چشمگیر، نقش دیرزیستی و جایگاه کلیماکسی این گونه را در ساختار جنگل‌های میان‌بند تأیید می‌کند. سایر گونه‌های همراه، از جمله بلندمازو، پلت، نمدار و توسکای بیلاقی، سهم‌های پایین‌تری داشتند اما نقش مکمل در تنوع ساختاری و بوم‌شناختی جنگل ایفا می‌کنند. این الگوی فراوانی نسبی، نه تنها ترکیب گونه‌ای فعلی، بلکه سرشت بوم‌شناختی و پویایی طبیعی گونه‌ها را نیز بازتاب می‌دهد.

همان‌طور که در جنگل‌های طبیعی انتظار می‌رفت، با افزایش قطر درختان، درصد پایه‌های هر گونه در طبقات قطری بالاتر کاهش می‌یابد (شکل ۱) این روند، که به صورت منحنی کاهنده در توزیع قطر مشاهده می‌شود، شاخصی شناخته‌شده برای ناهمسانی و پویایی طبیعی توده‌هاست [۵، ۸]. چنین الگویی در جنگل‌های بکر و کم‌تر دست‌خورده امری طبیعی و بیانگر حضور فرآیندهای طبیعی رقابت، زادآوری و مرگومیر در طول زمان است. در طی تکامل توده‌های جنگلی، افزایش قطر درختان با شدت یافتن رقابت‌های بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای همراه است و این فرآیند به تدریج ترکیب گونه‌ای و سهم نسبی گونه‌ها را در هر طبقه قطری تحت تأثیر قرار می‌دهد. تاکنون کلیه مطالعات مشابه، تنها به بررسی توزیع فراوانی گونه‌ها در طبقات قطری پرداخته‌اند و این الگو به دفعات در پژوهش‌های مختلف گزارش شده است [۱۱-۸، ۱۳]. با این حال، تحلیل صرف فراوانی، بدون توجه به سهم نسبی گونه‌ها در هر طبقه قطری، قادر نیست تصویر روشنی از پویایی رقابت و جانشینی گونه‌ها ارائه دهد.

۴-۲. درصد سهم نسبی گونه‌های درختی

در تحلیل نمودارهای سهم نسبی گونه‌های درختی (شکل ۲) باید دقت شود که برخلاف شکل ۱ که فراوانی مطلق هر گونه را در طبقات قطری نشان می‌داد، شکل ۲ سهم نسبی گونه‌ها را در هر طبقه قطری نسبت به کل گونه‌های موجود در همان طبقه قطری نشان می‌دهد. به بیان دیگر، در هر طبقه قطری، مجموع درصد گونه‌ها برابر با ۱۰۰ درصد است و ستون‌ها بیانگر رقابت نسبی گونه‌ها در هر قطر هستند، نه تعداد مطلق درختان. این تفاوت مفهومی بسیار مهم است، زیرا در شکل یک، تنها کاهش یا افزایش تعداد پایه‌ها در یک گونه مشاهده می‌شد، اما در شکل ۲ می‌توان الگوی جانشینی و تغییر نقش نسبی گونه‌ها را در طول یک دامنه قطری تحلیل کرد. به‌طور کلی، هر عاملی که بر سرعت حذف پایه‌ها در سنین و طبقات قطری مختلف تأثیر بگذارد، شکل نمودار سهم نسبی گونه‌ها (شکل ۲) را تغییر می‌دهد. اگر گونه‌ای در تمامی طبقات قطری دقیقاً با همان شدتی حذف شود که کل توده حذف می‌شود، سهم نسبی آن در تمام قطرهای ثابت می‌ماند و نمودار به صورت یک خط افقی ظاهر خواهد شد. با این حال، در شرایط واقعی جنگل، گونه‌ها به دلیل تفاوت در طول عمر، رقابت‌پذیری و نرخ پوسیدگی، شدت حذف یکسانی ندارند و بنابراین نمودارها همیشه روند افزایشی یا کاهشی نشان می‌دهند و به صورت کاملاً افقی مشاهده نمی‌شوند. مطالعات پیشین تنها به تحلیل فراوانی یا برازش منحنی‌های توزیع قطر محدود بودند و نمی‌توانستند تفاوت‌های بوم‌شناختی گونه‌ها را در طول طیف قطری آشکار کنند. اما این تحلیل، رفتار بوم‌شناختی هر گونه در طبقات قطری را نسبت به سایر گونه‌ها روشن می‌کند. ممرز با سهمی معادل ۵۰/۳ درصد، فراوان‌ترین گونه درختی در ارتفاعات میان‌بند جنگل طبیعی کمتر دست‌خورده گرازی است (جدول ۱). این حضور گسترده بیانگر ظرفیت بالای زادآوری و توان استقرار سریع این گونه در ارتفاعات میان‌بند جنگل‌های معتدله است [۱۴]. در کل جنگل‌های

هیرکانی نیز ممرز بیش‌ترین سطح پراکنش را دارد و حدود ۳۳ درصد از حجم کل درختان را تشکیل می‌دهد [۱۵]. همان‌طور که در شکل ۱-ب مشخص است، ممرز در طبقات کم‌قطر (۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) بیشترین تعداد را به‌خود اختصاص داده و به‌عنوان گونه‌ای غالب در لایه‌های جوان‌تر و میانی جنگل ایفای نقش می‌کند. با این حال، تحلیل فراوانی کلی برای درک پویایی واقعی جنگل کافی نیست و نیازمند بررسی سهم نسبی گونه‌ها در طول دامنه قطری است. شکل ۲-ب این پویایی را روشن می‌کند. ممرز اگرچه در طبقات کم‌قطر سهم غالب را به خود اختصاص می‌دهد (حدود ۵۹ درصد)، اما با افزایش قطر، سهم نسبی آن به‌طور پیوسته کاهش یافته است و در طبقات قطور تقریباً حذف می‌شود. این الگو به دلیل طول عمر نسبتاً کوتاه [۱۲]، حساسیت چوب به پوسیدگی در سنین بالا [۱۶، ۱۷] و توان رقابت محدود در مراحل پایانی توالی جنگل است. ممرز در آغاز توالی و در شرایط نور کافی و فضای باز، به‌سرعت استقرار می‌یابد و لایه‌های پایین و میانی تاج را اشغال می‌کند، اما در رقابت بلندمدت با گونه‌های همچون راش شرقی و بلندمازو، به‌تدریج از لایه‌های فوقانی حذف می‌شود [۵]. همچنین، ممرز گونه‌ای نیمه‌سایه‌پسند است [۵] که در مراحل اولیه رشد می‌تواند به‌سرعت رشد ارتفاعی داشته باشد، اما پس از ورود به فاز میانی، رشد قطری بر ارتفاعی غلبه می‌یابد و در نتیجه، توان رقابت نوری خود را از دست می‌دهد [۱۳]. در همین زمان، گونه‌های دیرزیست و سایه‌پسند مانند راش شرقی، که رشد کندتر اما پایداری دارند، به‌تدریج از ممرز جلو می‌افتند و گستره تاجی خود را در لایه فوقانی ممرز تثبیت می‌کنند. این تغییر تدریجی، باعث می‌شود سهم ممرز در طبقات قطور کاهش یابد و نهایتاً از ترکیب لایه فوقانی حذف شود. این پویایی بوم‌شناختی باید به‌درستی در عملیات مدیریت پایدار جنگل لحاظ گردد تا فرآیند طبیعی حذف و بقاء دچار اختلال نشود. بنابراین، نباید صرفاً براساس تعداد زیاد پایه‌های جوان ممرز در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی به آن اولویت داده شود، بلکه لازم است نقش موقتی و جایگزین‌پذیر این گونه در ساختار بلندمدت توده‌ها را نیز در نظر گرفت. از منظر مدیریتی، نشانه‌گذاری و برداشت باید به‌گونه‌ای طراحی شود که مسیر طبیعی جانشینی ممرز توسط گونه‌های دیرزیست حفظ شود.

براساس یافته‌های این پژوهش، راش شرقی، با ۳۱/۳ درصد از ترکیب گونه‌ای، در رتبه دوم قرار دارد (جدول ۱) اما در طبقات قطری بالا به‌مراتب سهم بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها (به‌خصوص ممرز) کسب می‌کند (شکل ۲-الف). این روند نشان‌دهنده رقابت‌پذیری زیاد، دیرزیستی و جایگاه بوم‌شناختی راش شرقی به‌عنوان گونه کلیماکس جنگل‌های میان‌بند هیرکانی است [۱۸]. مطالعات پیشین نیز تأکید کرده‌اند که راش شرقی تقریباً ۲۶ درصد از حجم چوبی و حدود ۲۴ درصد از سطح پوشش جنگل‌های هیرکانی را به‌خود اختصاص می‌دهد [۱۵]. براساس شکل ۲-الف، در طبقه قطری ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر، سهم نسبی راش شرقی حدود ۲۳ درصد است، اما این سهم به‌تدریج در طبقات میانی (۵۵-۳۵ سانتی‌متر) افزایش می‌یابد و در طبقات قطور (۸۵ سانتی‌متر به بالا) به بیش از ۶۰ درصد می‌رسد. چنین الگویی بیانگر توان زیاد این گونه در ادامه حیات، دیرزیستی نسبتاً زیاد، عبور از رقابت‌های درون‌گونه‌ای و میان‌گونه‌ای و رسیدن به طبقات نهایی توالی جنگلی است [۵، ۱۶]. از سوی دیگر، این نتایج با موقعیت بوم‌شناختی بخش گرازین نیز همخوانی دارد، چراکه بخش عمده‌ای از این توده در ارتفاعات میان‌بند (۷۰۰ تا ۱۲۵۰ متر) قرار گرفته که شرایط بهینه برای رشد و استقرار بلندمدت راش شرقی را فراهم می‌کند، به‌طوری‌که بهترین درختان راش شرقی در ارتفاعات میان‌بند (۷۰۰ تا ۱۲۰۰ متر) حضور دارند [۱۹]. جالب آنکه کمترین سهم نسبی راش شرقی در نخستین طبقه قطری مشاهده می‌شود، اما با گذر زمان و افزایش قطر، جایگاه آن نسبت به سایر گونه‌ها تثبیت و تقویت می‌شود. این ویژگی نشان می‌دهد اگرچه تجدید حیات اولیه راش شرقی ممکن است کندتر و در سایه سایر درختان باشد، اما در صورت استقرار موفق، گونه‌ای پایدار و چیره در ساختار جنگل باقی می‌ماند. این الگو نه تنها نقش کلیدی راش شرقی را در حفظ پایداری جنگل‌های میان‌بند تأیید می‌کند، بلکه هشدار مدیریتی است مبنی بر اینکه برداشت بی‌رویه پایه‌های قطور راش شرقی می‌تواند جنگل را از یک گونه کلیماکس محروم کند و ساختار طبیعی توالی دچار اختلال شود.

بلندمازو با سهمی معادل ۵/۹ درصد، در رتبه سوم فراوانی نسبی پایه‌های درختی در جنگل طبیعی میان‌بند بخش گرازین قرار دارد (جدول ۱). این سهم با یافته‌های Rouhi-Moghaddam و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد که گزارش کردند بلندمازو حدود ۶/۶ درصد از سطح، هشت درصد از حجم چوبی و ۷/۷ درصد از تعداد پایه‌های جنگل‌های هیرکانی را تشکیل می‌دهد [۲۰]. الگوی توزیع بلندمازو در طبقات قطری به‌صورت U-شکل است، یعنی در درختان طبقات کم‌قطر حضور بیشتری دارند، در طبقات میانی

از تعداد کاسته می‌شود و در طبقات قطور مجدداً سهم بیشتری پیدا می‌کند (شکل ۲-ج). این الگو، بیانگر دو نقش بوم‌شناختی مهم بلندمازو در جنگل است: مشارکت در مراحل اولیه توالی و تثبیت حضور در مراحل نهایی و قطور جنگل. چنین روندی تأیید می‌کند که بلندمازو گونه‌ای دیرزیست [۵]، نیمه‌نورپسند [۵، ۲۰] و رقابت‌پذیر در بلندمدت [۲۱] است، اما در دوره‌های میانی رشد ممکن است نسبت به رقابت با گونه‌های چیره‌تری مانند راش شرقی، خصوصاً در دامنه شمالی دچار افت شود، هر چند در دامنه‌های جنوبی، تاج بلندمازو به دلیل شرایط خوب بردبار به نور، بالاتر از تاج راش شرقی قرار می‌گیرد. از این رو، در چرخه جانشینی طبیعی، بلندمازو در مرحله استقرار اولیه می‌تواند نسبتاً موفق باشد ولی در صورت نبود حمایت یا شرایط مناسب، در طبقات قطری میانی دچار کاهش تراکم می‌شود و تنها بخشی از پایه‌های مقاوم به طبقات قطور می‌رسند. این امر، از دیدگاه مدیریتی، یک نکته مهم برای مدیریت پایدار در توده‌های طبیعی هیرکانی است. اگر در مراحل میانی رشد، پایه‌های سالم و مقاوم بلندمازو بی‌رویه برداشت شوند، احتمال حضور این گونه در طبقات قطور کاهش می‌یابد و نقش آن در ساختار نهایی جنگل تضعیف خواهد شد. بنابراین، مدیر جنگل باید در نشانه‌گذاری، پایه‌های میانی بلندمازو را در اولویت حفظ قرار دهد تا فرصت عبور به طبقات قطور و ایفای نقش دیرزستی برای آن فراهم شود. در مقایسه، گونه‌هایی مانند پلت که سهم اندکی در طبقات کم‌قطر دارند، ولی در طبقات قطور سهم نسبی بیشتری پیدا می‌کنند، تحت تأثیر موانعی مانند چرای دام و تجدید حیات محدود قرار دارند. این تفاوت‌های بوم‌شناختی میان گونه‌ها نشان می‌دهد که تصمیم‌های مدیریتی نباید صرفاً بر پایه وضعیت فعلی توده باشد، بلکه باید براساس شناخت روند تحولی حضور گونه‌ها و پیش‌بینی نقش آینده آنها در توالی جنگل گرفته شود.

پلت در میان گونه‌های بررسی شده الگویی متفاوت از تغییرات سهم نسبی دارد. هرچند پراکندگی این گونه در طبقات مختلف قطر منظم نیست اما در حالت کلی سهم نسبی آن از طبقات کم‌قطر به سمت طبقات قطور روندی افزایشی را نشان می‌دهد (شکل ۲-د). در طبقات کم‌قطر، حضور پلت بسیار محدود است و می‌تواند ناشی از چرای دام و وحوش به دلیل خوش‌خوراکی نهال‌های این گونه [۲۲] و نیز کمبود نور در زیر تاج‌پوشش متراکم جنگل، به‌ویژه در راشستان‌ها باشد که در چنین شرایطی، تعداد زیادی از نونهال‌های پلت در مراحل اولیه رشد از بین می‌روند. با این حال، در صورت وجود نور کافی (به دلیل نیمه‌نورپسند بودن: [۲۳]) و فراهم بودن شرایط رویشگاهی مناسب، بخشی از نهال‌ها می‌توانند به رشد ادامه دهند و به مراحل رویشی بالاتر برسند [۱۹]. با این حال، در طبقات قطور، سهم نسبی پلت افزایش می‌یابد و جایگاه آن نسبت به گونه‌های کوتاه‌عمر تقویت می‌شود. این روند، بیانگر دیرزستی متوسط و توان بقا در رقابت بلندمدت پس از استقرار اولیه است [۵]. از سوی دیگر، در مراحل ابتدایی رشد، پلت نسبت به راش شرقی سرعت رشد بیشتری دارد. به همین دلیل در سال‌های اولیه از نظر قطر و ارتفاع رشد بهتری نشان می‌دهد. با این حال، در ادامه چرخه زندگی، رشد و استقرار راش شرقی پایدارتر بوده و در رقابت بلندمدت بر پلت غلبه می‌کند [۱۹]. همچنین، ویژگی‌های خاک در بخش گرازین، به‌ویژه غلظت نسبتاً زیاد کلسیم [۲۴]، می‌تواند شرایط مطلوب‌تری برای رشد و ماندگاری پلت در طبقات قطور فراهم کند. این گونه نسبت به ویژگی‌های خاک حساس است و حضور آن اغلب در رویشگاه‌هایی با خاک حاصلخیز و غنی از کلسیم گزارش شده است، به همین دلیل در منابع بوم‌شناسی به عنوان گونه‌ای وابسته به خاک‌های خاص و حساس به ویژگی‌های رویشگاهی یاد می‌شود [۵]. چنین ارتباطی نشان می‌دهد که حضور پلت در طبقات قطور نه تنها نتیجه ویژگی‌های زیستی این گونه، بلکه وابسته به کیفیت خاک و شرایط خردزیستگاهی است. از منظر مدیریتی، پلت گونه‌ای است که برای رسیدن به طبقات قطور به مراقبت بیشتری در مراحل استقرار نیاز دارد. اگر چرای دام و برداشت غیرهدفمند در مراحل اولیه کاهش یابد، سهم این گونه در ساختار بلندمدت جنگل می‌تواند پایدارتر شود. بنابراین، حفاظت از نهال‌ها و پایه‌های جوان پلت در مراحل اولیه رشد و روشنه‌ها ابتدایی باید بخشی از سیاست‌های پرورشی و احیایی جنگل‌های طبیعی هیرکانی باشد تا نقش دیرزستی آن در طبقات قطور تضمین گردد.

توسکای ییلاقی در طبقات قطری سهمی بین ۲ تا ۹ درصد دارد و نمودار سهم نسبی آن روند مشخصی را دنبال نمی‌کند (شکل ۲-ه). این پراکندگی نامنظم نشان می‌دهد که شدت حذف و بقا در این گونه نسبتاً یکنواخت است و نوسان زیادی در طبقات مختلف قطر ندارد. توسکای ییلاقی به عنوان گونه پیشگام [۲۵] و نیتروژن‌افزا [۵]، نقش کلیدی در مراحل اولیه توالی جنگل دارد و با بهبود حاصلخیزی خاک، شرایط را برای استقرار گونه‌های دیرزیست‌تر فراهم می‌کند. با این حال، در ساختار نهایی جنگل‌های

هیرکانی معمولاً چیره نیست، زیرا در رقابت بلندمدت با گونه‌های راش شرقی و بلندمازو مغلوب می‌شود. تنها در شرایط خاص خاکی و رطوبتی، مانند خاک‌های آبرفتی مرطوب و سبک، توسکای بیلاقی می‌تواند به‌صورت توده‌های نیمه‌پایدار یا خالص باقی بماند [۲۵، ۲۶]. حضور محدود و پراکنده آن در طبقات قطور نیز بیانگر دیرزیستی پایین‌تر آن نسبت به گونه‌های کلیماکس مانند راش شرقی و بلندمازو است. از دیدگاه مدیریتی، توسکای بیلاقی گونه‌ای موقتی، اما دارای کارکرد مشخص در فرآیند بازسازی طبیعی جنگل‌های هیرکانی است (به‌دلیل پیشگام بودن و تثبیت نیتروژن خاک). بنابراین، در نشانه‌گذاری و عملیات پرورشی، نباید توسکای بیلاقی را به‌عنوان گونه با هدف بلندمدت تلقی کرد، اما حفظ پایه‌های سالم آن در مراحل احیایی می‌تواند به بهبود کیفیت خاک و تسریع جانشینی طبیعی کمک کند.

شیردار در طبقات قطور (۶۰ سانتی‌متر به بالا) سهم بسیار اندکی دارد (شکل ۲-و) که این موضوع به توان رقابت پایین با گونه‌های چیره، رشد نسبتاً کند و نیازهای رویشی خاص این گونه باز می‌گردد [۲۷، ۵]. سهم ناچیز آن در طبقات قطور و تعداد بسیار کم پایه‌های مادری می‌تواند هشدار نسبت به کاهش تدریجی ذخیره ژنتیکی این گونه در جنگل‌های طبیعی باشد. از نظر بوم‌شناختی، شیردار گونه‌ای نیمه‌نورپسند است [۲۸، ۵] که در مراحل اولیه استقرار می‌تواند در نواحی با نور متوسط حضور یابد، اما در رقابت بلندمدت با گونه‌های راش شرقی و بلندمازو مغلوب می‌شود. به همین دلیل، در بسیاری از توده‌های جنگلی شمال ایران، نهال و پایه‌های جوان شیردار فراوان است، اما درختان قطور این گونه بسیار نادرند [۲۷، ۵]. از منظر مدیریتی، هرچند شیردار گونه‌ای غالب در ساختار جنگل نیست، اما به دلیل نقش آن در حفظ تنوع گونه‌ای و ژنتیکی جنگل‌های هیرکانی، ارزش حفاظتی بالایی دارد. بنابراین، حمایت از درختان مادری، ایجاد شرایط مناسب برای تجدید حیات طبیعی یا کاشت هدفمند در خردزیستگاه‌های مناسب می‌تواند از حذف تدریجی و خاموش این گونه در روند جانشینی جلوگیری کند.

نمدار از طبقات قطری پایین تا آغاز طبقات کهنسال، روندی افزایشی و کم‌نوسان در سهم نسبی خود نشان می‌دهد (شکل ۲-ز). این الگو، بیانگر دیرزیستی بالا و سرشت نیمه‌سایه‌پسند این گونه است [۲۶]. حضور اندک نمدار در طبقات کم‌قطر و میانی می‌تواند ناشی از رقابت نوری و مکانی پایین در مراحل ابتدایی رشد باشد. علاوه بر این، چرای دام و تغذیه وحوش از نهال‌های جوان نمدار به‌دلیل خوش‌خوراکی، تجدید حیات طبیعی آن را محدود می‌کند. با این حال، در صورت استقرار موفق، نمدار می‌تواند در طبقات قطور و در رویشگاه‌های سنگلاخی با خاک نیمه‌عمیق [۲۶] جایگاه پایداری پیدا کند. از دیدگاه مدیریتی، هرچند نمدار گونه‌ای غالب در ساختار جنگل نیست، اما به‌عنوان گونه همراه، با نقش تکمیلی در ساختار افقی، افزایش تنوع عملکردی و جلوگیری از یکنواختی توده‌های راش غالب اهمیت دارد. بنابراین، کاهش فشار چرای دام و حفاظت از نهال‌ها در ریزرویشگاه‌های مناسب، برای تداوم حضور این گونه در توده‌های طبیعی ضروری است.

این پژوهش در یکی از توده‌های نسبتاً بکر جنگل‌های هیرکانی، یعنی بخش گرازبن جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود، انجام شد تا تحلیل دقیقی از سهم نسبی گونه‌های درختی در طبقات مختلف قطری ارائه دهد. این رویکرد، با عبور از شمارش صرف تعداد پایه‌ها، امکان فهم ژرف‌تری از پویایی ساختار افقی و فرایندهای جانشینی گونه‌ها را فراهم می‌سازد. درک الگوی توزیع افقی درختان، شرط لازم برای پیاده‌سازی موفق جنگلداری همگام با طبیعت است. اساس این رویکرد، تقلید از روندهای طبیعی بوم‌سازگان برای ایجاد توده‌هایی با ساختار پایدار، عملکرد بوم‌شناختی مطلوب، و مقاومت بالا در برابر تنش‌های محیطی است [۵]. به‌همین دلیل، بررسی کمی و کیفی جنگل‌های بکر و کمتر دست‌خورده، به‌ویژه در ارتباط با ساختار قطری و ترکیب گونه‌ای، مبنای تصمیم‌گیری در جنگلداری همگام با طبیعت محسوب می‌شود [۳، ۲۹، ۳۰].

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان داد که الگوی حضور و حذف گونه‌های درختی در طبقات قطری، بین گونه‌ها متفاوت است که این تفاوت‌ها ریشه در ویژگی‌های بوم‌شناختی آنها شامل طول عمر، توان رقابت، پایداری در شرایط سایه، سرعت تجدید حیات و حساسیت به فشارهای محیطی دارد. گونه‌های دیرزیست و کلیماکس مانند راش شرقی و بلندمازو، سهم بیشتری در طبقات قطور داشته و ستون‌های پایداری ساختار جنگل محسوب می‌شوند. در مقابل، گونه‌ای مانند ممرز اگرچه عمر آن کوتاه نیست و می‌تواند به سنین

میانی تا حتی کهنسالی برسد، اما به دلیل پوسیدگی نسبتاً سریع چوب، توان پایین در پایداری تاج در درازمدت و رقابت‌پذیری کمتر در محیط‌های سایه‌پسند، سهم آن در طبقات قطور کاهش می‌یابد. با این حال، ممرزها به‌طور کامل از توده حذف نمی‌شوند، بلکه فراوانی آنها به‌شدت پیش از مراحل نهایی توالی کاهش می‌یابد. پلت و نمدار نیز در زمره گونه‌هایی با طول عمر متوسط تا زیاد قرار می‌گیرند، با این حال تثبیت آنها در طبقات قطور مستلزم فراهم بودن شرایط رویشی خاص، نور کافی و حفاظت مؤثر از نهال‌ها است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مدیریت همگام با طبیعت نمی‌تواند بر یک رویکرد یکنواخت (مانند تعیین صرف قطر هدف یا تعداد پایه‌های هر گونه) استوار باشد. بلکه باید بر پایه‌ی نقش بوم‌شناختی گونه‌ها، جایگاه آنها در توالی جنگل، ظرفیت بقا و رقابت در بلندمدت طراحی شود. بنابراین، برداشت بی‌رویه درختان بدون در نظر گرفتن سهم نسبی گونه‌ها در طبقات قطری می‌تواند ساختار طبیعی توالی را مختل کند. برای نمونه، رهاسازی ممرز در تراکم بالا در طبقات کم‌قطر، ممکن است مسیر جانشینی گونه‌های دیرزیست را محدود و روند استقرار طبیعی آن‌ها را مختل سازد. از منظر کاربردی، داده‌های این پژوهش می‌توانند مبنای طراحی مدل‌های پیش‌بینی‌کننده تغییرات ترکیب گونه‌ای در طبقات قطری باشند و در شبیه‌سازی پیامدهای مختلف مدیریتی، از جمله نشانه‌گذاری، برداشت انتخابی یا حتی تغییر اقلیم، مورد استفاده قرار گیرند. این اطلاعات ابزاری عملی برای جنگلبانان فراهم می‌کند تا توده‌هایی متنوع، پایدار و مقاوم در برابر فشارهای محیطی و انسانی ایجاد کنند. در نهایت، تداوم چنین مطالعاتی در توده‌های بکر و کمتر دست‌خورده و بازتاب نتایج آن در بازنگری دستورالعمل‌های نشانه‌گذاری و بهره‌برداری، یک گام کلیدی برای تحقق مدیریت پایدار و همسو با طبیعت جنگل‌های هیرکانی خواهد بود.

پیشنهاد می‌شود در صورت لزوم به مدیریت پایدار جنگل به بحث نشانه‌گذاری گونه‌محور توجه شود. یعنی در عملیات نشانه‌گذاری و برداشت انتخابی، علاوه بر قطر، جایگاه بوم‌شناختی گونه‌ها و نقش آنها در پایداری بلندمدت جنگل مدنظر قرار گیرد. برای نمونه، گونه‌های کوتاه‌عمر، در صورت غالب شدن بیش‌ازحد در طبقات کم‌قطر، باید از طریق عملیات پرورشی کنترل شوند تا مانع جانشینی طبیعی گونه‌های کلیماکس در جنگل‌های هیرکانی نشوند. همچنین پیشنهاد می‌شود در مدیریت طبیعت‌محور، توجه ویژه‌ای به گونه‌های حساس و کمتر رقابت‌پذیر مانند شیردار، نمدار و بارانک معطوف شود. اگرچه برخی از این گونه‌ها مانند شیردار، بذر فراوانی تولید می‌کنند، اما به دلیل ضعف در رقابت‌پذیری نونهال‌ها، احتمال استقرار و گذار آنها به مراحل خال، تیرک، تیر یا درخت بالغ در شرایط طبیعی جنگل بسیار اندک است. سایه‌اندازی شدید اشکوب‌های فوقانی، چرای دام و وحوش و محدودیت‌های ریزرویشگاهی موجب می‌شود بخش بزرگی از نهال‌ها پیش از عبور از مراحل ابتدایی رشد حذف شوند. از این‌رو، توصیه می‌شود در مراحل اولیه استقرار، اقدامات حمایتی هدفمند مانند کاهش فشار چرای دام، ایجاد فضاهای نورگیر کوچک و بهبود شرایط خاکی در خردزیستگاه‌های مناسب انجام گیرد تا این گونه‌ها بتوانند در رقابت بلندمدت در توده تثبیت شوند. شایان ذکر است که این پژوهش در سطحی گسترده، حدود ۷۷۰ هکتار، انجام شده است یعنی گستره‌ای که در دل خود تنوعی چشمگیر از نظر ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت دامنه، ریزاقلیم، و وجود فرورفتگی‌ها و دولین‌ها را دارد. هر یک از این مؤلفه‌های محیطی می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر حضور، استقرار و پویایی گونه‌های درختی تأثیر بگذارد و بخشی از تفاوت‌های مشاهده‌شده در سهم نسبی گونه‌ها را توضیح دهد. به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش به‌عنوان گامی آغازین در شناخت سهم نسبی گونه‌ها در طبقات قطری جنگل‌های میان‌بند کم‌دست‌خورده غرب هیرکانی، زمینه‌ساز تحقیقات تفصیلی‌تر در آینده است. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، با رویکردهای خردمقیاس و ارائه الگوهای مشابه، نقش تفصیلی این عوامل زیستگاهی (ارتفاع، شیب، جهت و ریزاقلیم) به‌دقت بررسی شود تا درک دقیق‌تری از الگوی استقرار، جانشینی و پایداری گونه‌ها در جنگل‌های هیرکانی به دست آید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نویسندگان از دانشگاه تهران، به‌ویژه گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی، صمیمانه قدردانی می‌کنند که امکان بهره‌گیری از داده‌های آماربرداری صددرصدی بخش گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود (پیش از بهره‌برداری در سال ۱۳۸۹) را فراهم ساختند. همچنین از تیم آماربرداری و کلیه همکاران میدانی طرح که با دقت و پشتکار، داده‌های ارزشمند و گسترده این پروژه را گردآوری و مستندسازی کردند، سپاسگزاری می‌شود.

۶. منابع

- [1] Baskent, E.Z. (2024). A thorough assessment of various forest management planning initiatives and development of improvement strategies towards an ecosystem-based planning. *Environmental Development*, 50(2024), 101006.
- [2] Brunner, A. (2024). Variable-density thinning designs for harvester-based operations in Northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 39(5), 248-256.
- [3] Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M.R., Etemad, V. & Mosandl, R. (2014). Late successional stage dynamics in natural Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in northern Iran (Case study: Gorazbon district of Kheiroud-Kenar experimental forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(2), 270-283.
- [4] Sefidi, K. (2023). Comparison of structural complexity index (SCI) in the developmental stages of Hyrcanian mixed beech forests. *Iranian Journal of Forest*, 14(4), 389-405.
- [5] Marvi Mohadjer, M.R. (2012). Silviculture. Tehran, Iran: University of Tehran Press, 387 p.
- [6] Akhiani, H., Djamali, M., Ghorbanalizadeh, A. & Ramezani, E. (2010). Plant biodiversity of Hyrcanian relict forests, N Iran: an overview of the flora, vegetation, palaeoecology and conservation. *Pakistan Journal of Botany*, 42(1), 231-258.
- [7] Sefidi, K. (2023). Rare species impacts on structural complexity index (SCI) in the Hyrcanian beech forests. *Forest Research and Development*, 9(2), 205-219.
- [8] Fallah, A., Zobeyri, M. & Marvie Mohadjer, M.R. (2005). An appropriate model for distribution of diameter classes of natural beech stands in the Sangdeh & Shastkolateh forests. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58(4), 813-822.
- [9] Mohammadalizadeh, Kh., Zobeiri, M., Namiranian, M., Hoorfar, A. & Marvie Mohajer, M.R. (2009). Fitting of diameter distribution using some statistical models (distributions) (Case study: Khyroudkenar forest, Noshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(1), 116-124.
- [10] Mighi, A., Taheri Abkenar, K. & Amanzadeh, N. (2021). Fitting frequency distributions of trees diameter at breast height in different growth stages in Asalem mixed forests of Guilan. *Forest and Wood Products*, 74(3), 291-300.
- [11] Lotfi, R., Hojjati, S.M., Pourmajidian, M.R. & Espahbodi, K. (2022). The effect of silvicultural methods on the structural characteristics of forest stand and soil properties in the intermediate Hyrcanian beech forests (Case study: Alandan-Sari series forests). *Ecology of Iranian Forest*, 10(20), 11-22.
- [12] 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, Kheyroud). *Forest and Wood Products*, 68(1), 47-59.
- [13] Amiri, M. (2018). Silvicultural characteristics of an unlogged mixed oriental beech stand in the Golesatan Province. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 31(3), 539-555.
- [14] Bobiec, A. (2007). The influence of gaps on tree regeneration: a case study of the mixed lime-hornbeam (*Tilio-Carpinetum* Tracz. 1962) communities in the Białowieża Primeval Forest. *Polish Journal of Ecology*, 55(3), 441-455.
- [15] Saeed, A. (1994). Fundamentals of Practical Economics in Forest Management. Univ. of Tehran, Iran.
- [16] Alidadi, F., Marvie Mohadjer, M.R., Etemad, V. & Sefidi, K. (2014). Decay dynamics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) deadwood in mixed beech stands. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(4), 624-635.
- [17] Kahl, T., Arnstadt, T., Baber, K., Bäessler, C., Bauhus, J., Borken, W., Buscot, F., Floren, A., Heibl, C., Hessenmöller, D. & Hofrichter, M. (2017). Wood decay rates of 13 temperate tree species in relation to wood properties, enzyme activities and organismic diversities. *Forest Ecology and Management*, 391, 86-95.
- [18] Moradi, M., Marvie Mohadjer, M.R., Sefidi, K., Zobiri, M., & Omid, A. (2012). Over-mature beech trees (*Fagus orientalis* Lipsky) and close-to-nature forestry in northern Iran. *Journal of Forestry Research*, 23, 289-294.

- [19] Sagheb-Talebi, Kh. (2013). Appropriate characteristics of beech stands for application of close to nature silviculture (selection system). Final Rep. of National Project No. 04-09-09-87023, Research Institute of Forests and Rangelands, 121 p.
- [20] Rouhi-Moghaddam, E., Hosseini, S.M., Ebrahimi, E., Tabari, M. & Rahmani, A. (2008). Comparison of growth, nutrition and soil properties of pure stands of *Quercus castaneifolia* and mixed with *Zelkova carpinifolia* in the Hyrcanian forests of Iran. *Forest Ecology and Management*, 255(3-4), 1149-1160.
- [21] Omidvar Hosseini, F., Akhavan, R., Kia-Daliri, H. & Mataji, A. (2015). Spatial patterns and intra-specific competition of Chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia* CA Mey.) using O-ring statistic (Case study: Neka Forest, Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(2), 294-306.
- [22] Morrison, J.A., & Mauck, K. (2007). Experimental field comparison of native and non- native maple seedlings: natural enemies, ecophysiology, growth and survival. *Journal of Ecology*, 95(5), 1036-1049.
- [23] Mohammadnejad Kiasari, S. M., Sagheb-Talebi, K., Rahmani, R., Adeli, E., Jafari, B. & Jafarzadeh, H. (2010). Quantitative and qualitative evaluation of plantations and natural forest at Darabkola, east of Mazandaran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3), 337-351.
- [24] Deljouei, A., Sadeghi, S.M.M., Abdi, E., Bernhardt-Römermann, M., Pascoe, E.L. & Marcantonio, M. (2018). The impact of road disturbance on vegetation and soil properties in a beech stand, Hyrcanian forest. *European Journal of Forest Research*, 137(6), 759-770.
- [25] Gorji Bahri, Y. (2000). Study of site quality of Caucasian Alder (*Alnus subcordata* CA MeY.) in the Caspian Region (west of Mazandaran province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 4(1), 1-24.
- [26] Sadati, S.E., Emadian, S.F.A., Jalilvand, H., Mokhtari, J. & Tabari, M. (2007). Influence of some topographic factors on distribution of lime tree (*Tilia platyphyllos* Scop.) in Vaz Forest. *Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 11(41B), 443-451.
- [27] Sadati, S.E. & Mostafanejad, S.R. (2008). Qualitative and quantitative investigation on plantations of lime tree (*Tilia platyphyllos*) and Cappadocian maple (*Acer cappadocicum*) in Chamestan region, northern Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(3), 408-418.
- [28] Shabani Varaki, H., Alvaninejad, S. & Espahbodi, K. (2016). The Study of some habitat characteristics and quality of cappadocian maple (*Acer cappadocicum* Gled.) trees in the forests of south Sari, Mazandaran province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(3), 485-495.
- [29] Braga, C.I., Crisan, V.E., Petritan, I.C., Scarlatescu, V., Vasile, D., Lazar, G. & Petritan, A.M. (2023). Short-term effects of anthropogenic disturbances on stand structure, soil properties, and vegetation diversity in a former virgin mixed Forest. *Forests*, 14(4), 742.
- [30] Sefidi, K., Copenheaver, C.A., Thom, D., & Felbermeier, B. (2023). Developing a structural complexity index for oriental beech forests in northern Iran. *Forest Science*, 69(6), 683-688.