Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Wood and Forest Science and Technology

Print ISSN: 2322-2077
Online ISSN: 2322-2786

The effect of harvesting intensity in the single tree selection system on mixed Hornbeam stand characteristics

Mahmoud Radaei[*1], Hashem Habashi[2]

1. Corresponding Author, Ph.D. of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. Iran. E-mail: mah_radaei@yahoo.com
2. Associate Prof., Dept. of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. Iran. E-mail: habashi@gau.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 07.29.2022
Revised: 09.10.2022
Accepted: 09.15.2022

Keywords:
Carpinus,
Harvest intensity,
Selection system,
Stand structure,
Stem height

ABSTRACT

Background and Objectives: Marking and harvesting tree with different intensities in the single-tree selection method depends on stand characteristics, site conditions, and expert opinion on silvicultural practices. Different harvesting intensities have a significant effect on the remaining stands and regeneration characteristics that describe the future sustainability of the forest. The impact of harvesting intensity on forest and stand characteristics has not been studied, particularly in the Hyrcanian forests. This study investigated the silvicultural characteristics of a mixed hornbeam stand in a control and harvested stand under different harvesting intensities.

Materials and Methods: A regular random sampling layout with a size of 300 × 400 m was used in this study. A number of 70 half-hectare sample plots covering 24 management units were surveyed to measure trees and shrubs characteristics. Forest stands were classified into three harvesting intensities of low, medium, and high compared to an unharvest stand (control) based on the report of harvest council. The structural triangle of the French Forestry Association was used to determine the stand structure, and according to the semi-logarithmic diagram, the total number of trees were classified in 5 cm diameter classes between 40 and 90 cm.

Results: The density of hornbeam as the main species in the harvested stands was higher than that of the control stand, but it had a smaller diameter at the breast height. The results showed that harvesting intensity had no effect on the Lorey's height, tree volume and deadwood volume, while its effect on diameter at the breast height, crown characteristics, such as trunk and crown height and canopy volume, was significant. The lowest harvesting intensity had the greatest additive effect on tree crown (47%) and tree canopy volume (142%). Increasing harvest intensity in the short-term improved the commercial characteristics of trunk volume. The structure of the harvested stands was not significantly different from the control stand, although the highest harvesting intensity rejuvenated the stand structure with small to medium diameter classes. Intermediate harvesting intensity in terms of placement of sample pieces in seven structural classes was most similar to the control stand. Most of the stands had an irregular structure with an intermediate and large diameter, indicating the structural state of irregular uneven-aged for all mixed hornbeam stands.

Conclusion: The results showed that harvesting intensity below 13.5% improved stands characteristics in mixed hornbeam stands, indicating the importance of forest management treatments and the impact of implementing a single tree selection silviculture on improving stand structure. Due to the proximity of the stand structure at the medium harvesting intensity (between 3.5 and 9.5%) with the control stand, this level of intensity is introduced as an optimal treatment to adjust the structure of the mixed hornbeam stands in eastern Hyrcanian forests.

Cite this article: Radaei, Mahmoud, Habashi, Hashem. 2022. The effect of harvesting intensity in the single tree selection system on mixed Hornbeam stand characteristics. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 29 (2), 137-152.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JWFST.2022.20470.1975
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۷۷
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۸۶

تأثیر شدت برداشت در شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی بر مشخصات ساختار توده ممرز آمیخته

محمود ردایی*[۱]، هاشم حبشی[۲]

۱. نویسنده مسئول، دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mah_radaei@yahoo.com

۲. دانشیار گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: habashi@gau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۷
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۴

واژه‌های کلیدی:
ارتفاع تنه،
ساختار توده،
شدت بهره‌برداری،
شیوه گزینشی،
ممرز

چکیده

سابقه و هدف: نشانه‌گذاری و برداشت درختان با شدت‌های مختلف در شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی تابعی از مشخصات توده، رویشگاه و نظر کارشناس است. شدت برداشت متفاوت بر توده باقی‌مانده و وضعیت تجدید حیات که آینده جنگل را معرفی می‌کند تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای دارد. تأثیر شدت برداشت بر مشخصه‌های مختلف جنگل و توده جنگلی از جمله بر ساختار جنگل‌های هیرکانی ارزیابی نشده است. پژوهش حاضر به بررسی و مقایسه مشخصه‌های ساختار توده ممرز آمیخته در یک توده شاهد (بهره‌برداری نشده) و توده برداشت‌شده با شدت‌های متفاوت می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: برای انجام این پژوهش از شبکه نمونه‌برداری منظم تصادفی به ابعاد ۳۰۰ در ۴۰۰ متر استفاده گردید. تعداد ۷۰ قطعه‌نمونه نیم هکتاری در ۲۴ پارسل از دو توده برداشت‌شده و شاهد، اندازه‌گیری گردید و اطلاعات درختان و خشک‌دارها در قطعات نمونه برداشت شد. با توجه به اطلاعات صورت‌مجلس برداشت، توده‌ها به چهار گروه برداشت با شدت کم، متوسط، زیاد و بدون برداشت (شاهد) تقسیم گشت. برای تعیین ساختار توده از مثلث ساختار انجمن جنگلبانی فرانسه استفاده شد و با توجه به نمودار نیمه لگاریتمی، تعداد کل درختان در طبقه‌های قطری ۵ سانتی‌متری بین ۴۰ تا ۹۰ سانتی‌متر قرار گرفتند.

یافته‌ها: تراکم گونه ممرز به‌عنوان گونه اصلی در توده برداشت‌شده بیش‌تر از توده شاهد بود اما قطر برابرسینه کم‌تری داشتند. نتایج نشان داد شدت برداشت تأثیری بر مشخصه‌های ارتفاع لوری، حجم درختان و حجم خشک‌دار نداشت درحالی‌که تأثیر آن بر قطر برابرسینه و مشخصه‌های تاج‌پوشش به‌ویژه ارتفاع تنه و تاج، سطح و حجم تاج درختان معنی‌دار بود.

کم‌ترین شدت برداشت بیش‌ترین تأثیر افزایشی را بر سطح تاج (٤٧ درصد) و حجم تاج (١٤٢ درصد) درختان ایجاد نمود و افزایش شدت برداشت در کوتاه‌مدت منجر به بهبود مشخصه حجم تجاری تنه شد. ساختار توده‌های برداشت‌شده تفاوت معنی‌داری با توده شاهد نداشت هرچند بیش‌ترین شدت برداشت باعث جوان‌تر شدن توده‌ها و ایجاد ساختار کم‌قطر و میان‌قطر شد. شدت برداشت متوسط بیش‌ترین شباهت از لحاظ قرارگیری قطعات نمونه در هفت کلاسه ساختار را با توده شاهد داشت. اغلب توده‌ها ساختاری نامنظم، قطور و میان قطر داشتند که گویای وضعیت ساختاری برای توده‌های نامنظم ناهمسال برای تمامی توده‌های ممرز آمیخته بررسی شده است.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که شیوه تک‌گزینی با شدت کم‌تر از ١٣/٥ درصد در توده ممرز آمیخته جنگل شصت‌کلاته باعث بهبود مشخصات ساختار توده گردیده که این موضوع بیان‌کننده اهمیت و تأثیر مدیریت صحیح و اجرای مناسب شیوه تک‌گزینی در حفظ و بهبود ساختار توده جنگلی ممرز آمیخته می‌باشد. با توجه به نزدیکی ساختار توده در شدت برداشت متوسط (بین ٣/٥ تا ٩/٥ درصد) با توده شاهد این شدت به‌عنوان شدت بهینه در تنظیم ساختار توده ممرز آمیخته میان‌بند جنگل‌های شرق هیرکانی معرفی می‌گردد.

استناد: ردایی، محمود، حبشی، هاشم (١۴٠١). تأثیر شدت برداشت در شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی بر مشخصات ساختار توده ممرز آمیخته. *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ٢٩ (٢)، ١٣٧-١٥٢.
DOI: 10.22069/JWFST.2022.20470.1975

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

بهره‌برداری جنگل تأثیر زیادی بر ساختار فعلی و آینده توده‌های جنگلی و تنوع زیستی اکوسیستم جنگل می‌گذارد (۱). مدیریت جنگل ساختار و ترکیب جنگل‌ها را تغییر می‌دهد و این نگرانی کلی وجود دارد که تنوع زیستی جنگل و عملکرد اکوسیستم به‌طور منفی با افزایش شدت برداشت تحت‌تأثیر قرار گیرد. هم‌چنین تفاوت در عناصر ساختاری کلیدی و ترکیب بین جنگل‌های مدیریت‌شده (برداشت‌شده) و طبیعی (شاهد) با افزایش شدت برداشت افزایش می‌یابد. در بسیاری از مطالعات در مورد تأثیر مدیریت جنگل، شدت برداشت در نظر گرفته نمی‌شود، اما مقایسه‌هایی بین جنگل‌های شاهد و برداشت‌شده انجام می‌شود. بااین‌حال، این رویکرد یک محدودیت مهم دارد؛ و آن این‌که وضعیت ذخایر جنگلی برداشت‌نشده را می‌توان به‌خوبی توصیف و تعریف کرد اما جنگل‌های برداشت‌شده می‌توانند طیف وسیعی از شدت برداشت را (پاک کردن تا روش تک‌گزینی) پوشش دهند، ازاین‌رو، مقایسه ساده بین جنگل‌های شاهد و برداشت‌شده اطلاعات کمی در مورد تأثیر شدت برداشت بر ساختار جنگل و تنوع زیستی ارائه می‌کند. در این پژوهش که با ارزیابی تأثیر شدت برداشت بر تنوع ساختاری جنگل‌های جنوب غربی آلمان انجام شد فرضیه این بود که افزایش شدت برداشت منجر به کاهش تنوع ساختاری جنگل‌ها می‌شود. بااین‌حال، هیچ فرضیه‌ای در رابطه با شکل این رابطه، یعنی این‌که آیا کاهش از یک تابع خطی یا غیرخطی پیروی می‌کند یا در کدام شدت برداشت، تنوع ساختاری جنگل‌ها شروع به کاهش می‌کند، نشان نداد (۲).

متناسب با شیوه و روش پرورش جنگل، نرخ رویش توده، پتانسیل رویشگاه و شرایط فیزیوگرافی، امکان برداشت رویشگاه تعیین می‌شود که برحسب موجودی توده، از آن به‌عنوان شدت برداشت یاد می‌شود (۳). شدت برداشت مناسب باعث بهبود ساختار توده جنگلی است بنابراین ارزیابی آن می‌تواند ادامه عملیات دخالت در توده و مدیریت جنگل را هوشمند سازد. نحوه نشانه‌گذاری درختان[1] یا نحوه برداشت و شدت آن می‌تواند وضعیت ساختار عمودی و افقی توده جنگل را تحت‌تأثیر قرار دهد بنابراین بررسی شدت برداشت در هر شیوه پرورش توده جنگلی امری ضروری است (٤). در سی سال اخیر مهم‌ترین شیوه اجرا شده در جنگل‌های شمال کشور تک‌گزینی بوده است. تأثیر شیوه جنگل‌شناسی بر مشخصات توده‌های جنگلی هیرکانی با پژوهشی در سری جمند منطقه نوشهر در سال ۱۳۸۰ شروع شده که در آن شیوه جنگل‌شناسی تدریجی- پناهی موردبررسی قرار گرفت (۱). یافته‌ها بیانگر تأثیر معنی‌داری این شیوه بر مشخصات توده شامل قطر سطح مقطع متوسط، سطح مقطع در هکتار، تعداد در هکتار، حجم در هکتار، ارتفاع لوری، تعداد زادآوری در هکتار و درجه کیفی درختان (۵)، تنوع گونه‌ای (٦) و سایر مشخصه‌ها است. بنابراین درک تغییرات مشخصه‌های جنگل به‌منظور مدیریت بهتر اکوسیستم‌های جنگلی اهمیت زیادی دارد (۷).

مطالعات مختلفی به بررسی و مطالعه ساختار جنگل در ارتباط با برداشت درختان پرداخته‌اند که مهم‌ترین هدف این پژوهش‌ها را می‌توان درک وقایع تحول جنگل و ارتباط فرایندهای اکولوژیکی توده‌های جنگلی دانست (۷، ۸، ۹ و ۱۰). در پژوهشی با مطالعه مشخصه‌های جنگل‌شناسی یک توده بهره‌برداری نشده راش آمیخته بیان شد که آگاهی از مشخصه‌های جنگل‌شناسی یک توده با توجه به تغییرپذیری این مشخصه‌ها در بعد زمانی و مکانی، اهمیت زیادی در مدیریت هرچه بهتر جنگل‌ها دارد (۱۰). آخرین شیوه

1- Tree marking

پرورش جنگل‌های هیرکانی شیوه تک‌گزینی بوده که از شرایط تخریب طبیعی در مقیاس کوچک الگو گرفته و به‌عنوان روشی مناسب برای حفظ تنوع گونه‌ای در کنار بهره‌برداری از جنگل پیشنهاد شده است (۱۱). در خصوص تأثیر شدت برداشت، در پژوهشی تأثیر بهره‌برداری به شیوه تک‌گزینی بر رویش حجمی توده‌های راش آمیخته اسالم معنی‌دار گزارش شده است. در این پژوهش بیش‌ترین رویش حجمی در شدت برداشت متوسط یافت شد (۱۲). هم‌چنین بررسی تأثیر شدت بهره‌برداری در شیوه تک‌گزینی بر زیست‌توده درختان نشان داد که زیست‌توده روی‌زمینی در توده تک‌گزینی بیش‌تر از توده شاهد است و برداشت به‌طور متوسط دو درصد زیست‌توده کل را افزایش داد (۳). درنهایت با توجه به نتایج این پژوهش شدت برداشت متوسط (۳/٦ تا ۹/۵ درصد حجم سرپا) به‌عنوان شدت برداشت مناسب برای کسب اپتیمم زیست‌توده تعیین شد.

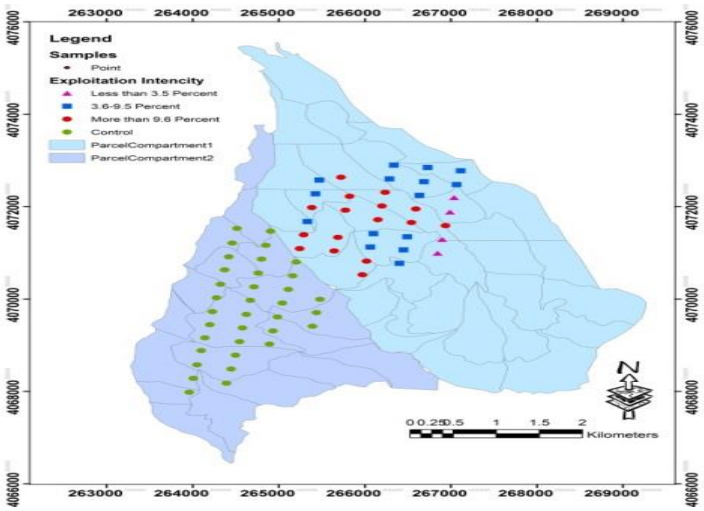
با توجه به فقدان پژوهشی مدون در خصوص تأثیر شدت برداشت بر ساختار توده که در پرورش جنگل بسیار دارای اهمیت است، پژوهش حاضر به بررسی و مقایسه مشخصه‌های جنگل‌شناسی توده انجیلی- ممرز در یک توده با سه شدت برداشت و شاهد می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه در بخشی از سری‌های یک و دو طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا (شصت‌کلاته) با طول جغرافیایی ″۲٦ ′۲۱ °٥٤ تا ″٥۷ ′۲٤ °٥٤ شرقی و عرض جغرافیایی ″۲۷ ′٤۳ °۳٦ تا ″٦ ′٤۸ °۳٦ شمالی در حوزه آبخیز ۸۵ اداره کل منابع طبیعی استان گلستان و در جنوب شرقی شهر گرگان واقع شده است. جهت عمومی دامنه، شمال غربی و محدوده ارتفاعی منطقه پژوهش ۳۰۰ تا ۷۰۰ متر بالاتر از سطح دریا واقع شده است. مساحت کل سری یک (توده برداشت‌شده) و سری دو (شاهد) به‌ترتیب ۱۷۱٤ و ۱۹۹۲ هکتار است. ازنظر طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه (براساس اطلاعات ۱۰ ساله ایستگاه کلیماتولوژی هاشم‌آباد در فاصله پنج کیلومتری شمال منطقه طرح) دارای اقلیم مرطوب معتدل و میزان بارندگی متوسط سالانه آن ٦٤۹ میلی‌متر است که بین ٥۲۸ تا ۸۱۷ میلی‌متر متغیر است. پوشش گیاهی غالب منطقه تحقیق، گونه‌های انجیلی، ممرز، بلندمازو، پلت و توسکا ییلاقی است (۱۳).

آخرین قطع درختان در جنگل شصت‌کلاته در سال ۱۳۹٦ انجام شد که مربوط به طرح تجدیدنظر سوم طرح جنگلداری بود. نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۷ به روش منظم با شروع تصادفی و با ابعاد شبکه ٤۰۰ × ۳۰۰ متر انجام گرفت و درمجموع ۷۰ قطعه‌نمونه مستطیلی نیم هکتاری برداشت شد (شکل ۱) (٤، ۱٤ و ۱٥). موقعیت مراکز تمامی قطعات نمونه با استفاده از دستگاه GPS تفاضلی با خطای کم‌تر از ۱۰ سانتی‌متر ثبت شد. اطلاعات همه درختان شامل گونه، قطر برابرسینه گونه‌های چوبی با قطر بزرگ‌تر از ۷/۵ سانتی‌متر، ارتفاع کل، ارتفاع تنه و شعاع تاج در هشت جهت جغرافیایی اندازه‌گیری شدند. مساحت تاج از فرمول هرون و حجم تاج از فرمول الیپسوئید و مخروط ناقص تعیین شد. برداشت در سری یک طی مدت ۳۰ سال (طرح اولیه و دو طرح تجدید نظر) انجام شده است. با توجه به صورت‌مجلس برداشت درختان ابتدا حجم اولیه توده در هر قطعه‌نمونه (موجودی فعلی به‌علاوه موجودی برداشت‌شده) محاسبه شد و سپس شدت برداشت از تقسیم حجم برداشت به موجودی به‌دست آمد. بر این اساس شدت برداشت به سه‌طبقه کم‌تر از ۳/۵ درصد موجودی (در یک پارسل و چهار قطعه‌نمونه که با عنوان شدت برداشت کم نامیده شد)، ۹/۵-۳/٦ درصد موجودی

(در سه پارسل و ١٤ قطعه‌نمونه که با عنوان شدت برداشت متوسط نامیده شد) و بیش‌تر از ٩/٦ درصد موجودی (در ٨ پارسل و ١٧ قطعه‌نمونه که با عنوان شدت برداشت زیاد نامیده شد)، تقسیم گشت (شکل ١). حداکثر شدت برداشت در توده برداشت‌شده ١٣/٥ درصد بود و در سری دو که هیچ‌گونه برداشتی انجام نشده است به‌عنوان تیمار شاهد منظور شد که در ١٢ پارسل و ٣٥ قطعه‌نمونه از این سری نیز نمونه‌برداری انجام شد.

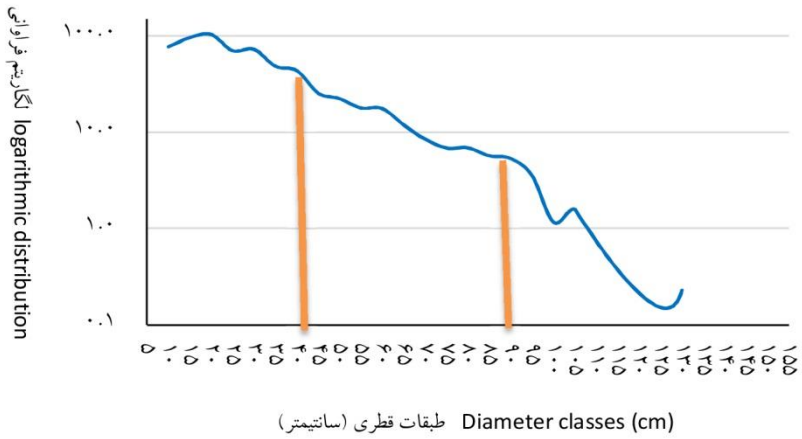


شکل ١- شبکه نمونه‌برداری در سری یک و دو جنگل شصت‌کلاته گرگان.

Figure 1. Sampling layout in district one and two - Shast-Kalate forest, Gorgan.

برای تعیین ساختار توده ابتدا جهت تعیین آستانه‌های سه کلاسه قطری شامل کم قطر (نماینده مرحله جوان)، میان قطر (نماینده مرحله بلوغ یا اوج) و قطور (نماینده مرحله پوسیدگی) از نمودار نیمه لگاریتمی تعداد کل درختان در طبقه‌های قطری ٥ سانتی‌متری استفاده شد (شکل ٢) (١٦).

بدین ترتیب که در آن نقطه‌ای از نمودار که شیب به حداقل خود می‌رسد (نقطه عطف اول) تا نقطه‌ای که شیب پس‌ازآن مجدداً با سرعت بیش‌تری افت می‌کند (نقطه عطف دوم)، به‌عنوان محدوده کم شیب نمودار تعیین شده و به‌عنوان مرحله بلوغ شناخته می‌شود. با ترسیم نمودار نیمه لگاریتمی برای منطقه موردمطالعه، محدوده کم شیب از حدود طبقه قطری ٤٠ سانتی‌متر آغاز شده و تا حدود طبقه قطری ٩٠ سانتی‌متری ادامه داشت؛ بنابراین این محدوده به‌عنوان کلاسه میان قطر تعیین شد (١٦). طبقات قطری قبل از ٤٠ سانتی‌متر به‌عنوان کلاسه کم قطر و طبقات قطری بعد از ٩٠ سانتی‌متر نیز به‌عنوان کلاسه قطور مشخص شدند. بعد از تعیین سهم هرکدام از کلاسه‌های قطری در هر قطعه‌نمونه از مثلث ساختار معرفی‌شده از سوی انجمن جنگلبانی فرانسه که دارای هفت کلاسه است؛ استفاده شد و مشخص گردید هر قطعه‌نمونه دارای کدام ساختار است (١٦).



شکل ۲- تعیین حد کلاسه‌های کم قطر، میان قطر و قطور در جنگل موردبررسی (۱۶).

Figure 2. Determining of threshold sets in diameter classes including small, intermediate and large in the forest studied.

نرمال بودن توزیع مشاهدات توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شد و در مواردی که توزیع غیرفرمال بوده از طریق تبدیل جانسون مشاهدات نرمال شدند. همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون بررسی شد و از طریق آنالیز واریانس و آزمون تی مستقل معنی‌داری تفاوت میانگین‌ها بررسی و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی انجام شد.

نتایج

نتایج مقایسه مشخصه‌های اولیه نشان داد که تراکم و ارتفاع درختان در توده برداشت‌شده به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از توده شاهد بود (جدول ۱). تراکم در توده برداشت‌شده ۱۶۹/۸ پایه در هکتار و در توده شاهد ۱۳۶/۷ پایه در هکتار بود. هم‌چنین ارتفاع در توده برداشت‌شده ۲۲/۹۱ متر و در توده شاهد ۱۹/۵۴ متر بود. درحالی‌که میانگین قطر برابرسینه در توده شاهد با ۳۳/۴ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از توده برداشت‌شده با ۳۰/۲ سانتی‌متر بود. میانگین حجم درختان و حجم خشکه‌دار در دو توده شاهد و توده برداشت‌شده فاقد تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه برخی از مشخصات کمی بین دو توده شاهد و برداشت‌شده با استفاده از آزمون تی مستقل.

Table 1. Basic quantitative characteristics of control and harvested stands using independent t-test.

توده Stand		مشخصه Characteristic
برداشت‌شده Harvested	شاهد Control	
35	35	تعداد نمونه Plot number
17.5	17.5	سطح (هکتار) Area (h)
169.80[a]	136.70[b]	تراکم (تعداد در هکتار) Density (n/h)
30.20[b]	33.40[a]	میانگین قطر برابرسینه (سانتی‌متر) Mean DBH (cm)
22.91[a]	19.54[b]	میانگین ارتفاع لوری (متر) Mean height L. (m)
207.98[a]	204.78[a]	میانگین حجم درختان (مترمکعب در هکتار) Mean tree volume (m^3)
28.47[a]	25.53[a]	میانگین حجم خشک‌دار (مترمکعب در هکتار) Mean deadwood volume (m^3)

حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین توده برداشت‌شده و شاهد است.

Different letters indicate significant differences between the harvested and controlled stands

مشخصات اولیه توده‌های شاهد و برداشت‌شده به تفکیک گونه‌های مختلف مشاهده‌شده نیز موردبررسی قرار گرفت. تراکم درختان ممرز در توده برداشت‌شده بیش‌تر از توده شاهد بود اما قطر برابرسینه کم‌تری داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه مشخصه‌های توده‌های شاهد و برداشت‌شده به تفکیک گونه‌های مختلف مشاهده‌شده.

Table 2. Comparison of characteristics of control and harvested stands based on species.

سایر Other	افرا Acer	توسکا Alnus	خرمندی Diospyros	ممرز Carpinus	انجیلی Parrotia	توده Stand	مشخصه Characteristic
7.9^{b}	13.1^{a}	2.6	13.2^{a}	53.4^{a}	79.6^{a}	برداشت‌شده Harvested	تراکم (تعداد در هکتار) Density(n/h)
14.3^{a}	6.4^{b}	-	18.1^{a}	36.1^{b}	69.1^{a}	شاهد Control	
37.4^{b}	33.2^{b}	56.2	17.6^{a}	34.9^{b}	25.2^{a}	برداشت‌شده Harvested	میانگین قطر برابرسینه (سانتی‌متر) Mean DBH (cm)
48.8^{a}	49.4^{a}	-	18.4^{a}	44.8^{a}	24.5^{a}	شاهد Control	
21.3^{a}	20.1^{b}	24.5	16.9^{a}	23.6^{a}	16^{a}	برداشت‌شده Harvested	میانگین ارتفاع اصله (متر) Mean height (m)
23.7^{a}	24.6^{a}	-	15.7^{b}	22.9^{b}	14.8^{b}	شاهد Control	
1.68^{b}	1.41^{b}	3.48	0.24^{b}	1.67^{b}	0.59^{a}	برداشت‌شده Harvested	میانگین حجم اصله (مترمکعب) Mean volume (m^3)
4.50^{a}	4^{a}	-	0.34^{a}	2.72^{a}	0.64^{a}	شاهد Control	

حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین توده برداشت‌شده و شاهد است

Different letters indicate significant differences between the harvested and control stands

تأثیر شدت برداشت بر مشخصه‌های توده در جدول سه نشان داده شده است. شدت برداشت تأثیری بر ارتفاع لوری، حجم درختان و حجم خشکه‌دار نداشت. کم‌ترین تراکم و بیش‌ترین قطر برابرسینه توده در توده شاهد مشاهده شد. برخلاف مشخصه‌های حجم و ارتفاع درختان، شدت برداشت تأثیر کاملاً معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد بر ویژگی‌های تاج‌پوشش ایجاد نمود. کوچک‌ترین تاج درختان در توده شاهد وجود داشت و بزرگ‌ترین تاج در توده با شدت برداشت کم‌تر از ۳/۵ درصد ایجاد شده بود به‌نحوی‌که مساحت تاج در این شدت برداشت ٤٧ درصد و حجم تاج ١٤٢ درصد بیش‌تر از توده شاهد بود (جدول ۳).

جدول ۳- تأثیر شدت بهره‌برداری بر مشخصه‌های توده (میانگین ± اشتباه معیار).

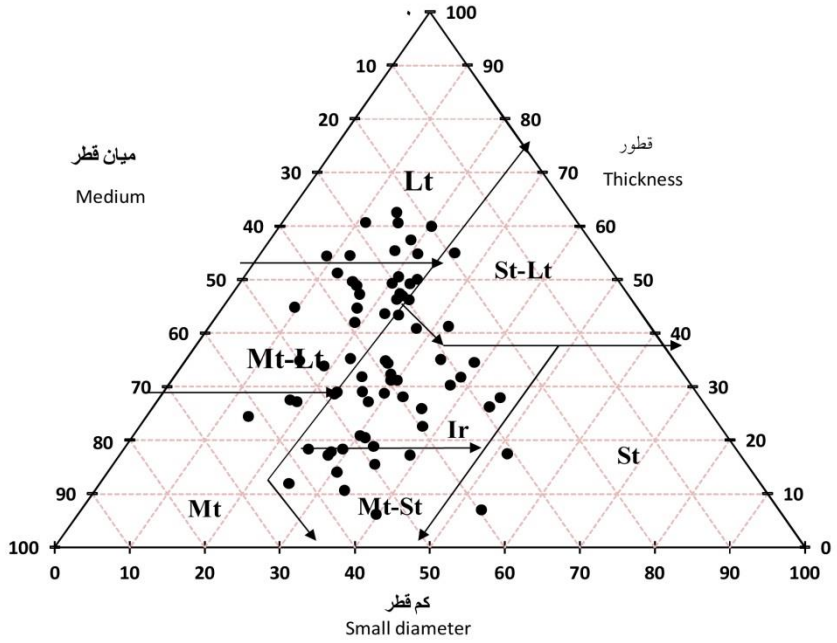
Table 3. Effect of harvest intensity on stands characteristics (Mean ± standard error).

برداشت‌شده Harvested			شاهد Control	مشخصه Characteristic
> 9.6%	3.6-9.5%	<3.5 ٪	0	شدت برداشت (درصد)
> 9.6%	3.6-9.5%	< 3.5%		Harvest intensity (٪)
16	15	4	35	تعداد قطعه‌نمونه نیم هکتاری Number of half-hectare sample plots
157.9±10^{ab}	181.2±10.4^{a}	179.5±28.6^{a}	136.7±6.5^{b}	تراکم (تعداد در هکتار) Density (n/h)
30.5±1.2^{b}	28.1±0.9^{b}	32.4±2.5^{ab}	33.4±0.8^{a}	میانگین قطر برابرسینه (سانتی‌متر) Mean DBH (cm)
23.4±1.6^{a}	22.3±1.3^{a}	23.0±2.7^{a}	19.5±1.2^{a}	میانگین ارتفاع لوری (متر) Mean height Lori (m)
16.6±0.2^{a}	16.5±0.2^{a}	14.1±0.3^{c}	15.9±0.1^{b}	ارتفاع تنه (متر) Trunk height (m)
2.7±0.1^{c}	3.0±0.1^{b}	4.1±0.1^{a}	2.4±0.1^{d}	ارتفاع تاج (متر) Crown height (m)
8688.8±435.8^{a}	8823.6±656.8^{a}	9049.5±1290.6^{a}	6137.6±419.7^{b}	مساحت تاج (مترمربع در هکتار) Crown area (m^2/h)
316177.6±34660.6^{ab}	341763.4±30477.0^{b}	458737.7±74062.8^{a}	189323.7±17844.5^{c}	حجم تاج (مترمکعب در هکتار) Crown volume (m^3/h)
195.7±13.1^{a}	167.9±12.6^{b}	240.5±46.4^{a}	204.8±11.9^{a}	حجم سرپا (مترمکعب در هکتار) Standing volume (m^3/h)
33.3±7.4^{a}	27.1±7.0^{a}	14.1±4.7^{b}	25.5±3.3^{a}	حجم خشک‌دار (مترمکعب در هکتار) Deadwood volume (m^3/h)

حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سه شدت برداشت و شاهد است

Different letters indicate significant differences between three harvesting intensity levels and control stand

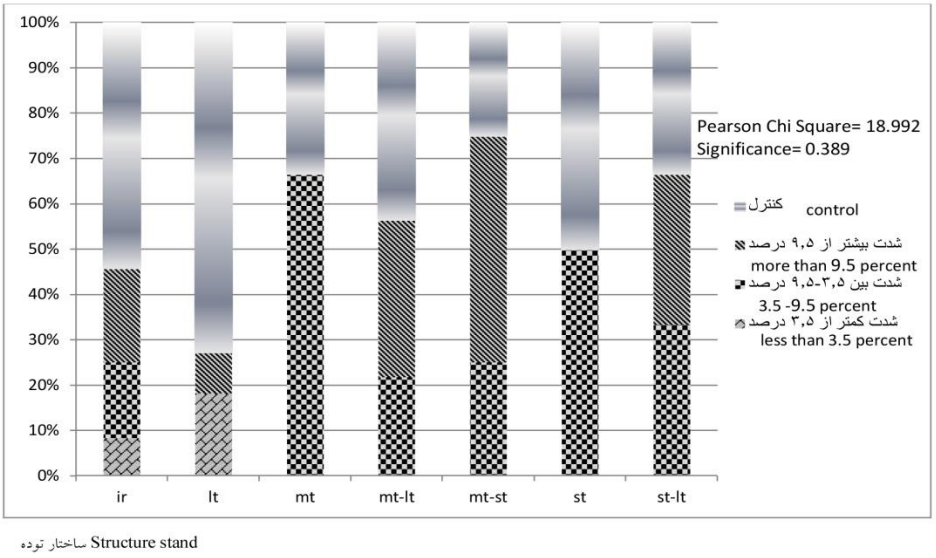
بررسی وضعیت ساختار توده در اثر برداشت نشان داد که اختلاف معنی‌داری در اثر برداشت با شدت‌های مختلف در ساختار توده ایجاد نشده است. ساختار توده شاهد بیش‌تر نامنظم (Irregular) بود به‌نحوی‌که ۳۷/۱ درصد فراوانی را شامل می‌شد و بعدازآن ساختار قطور- میان قطر (mt-lt) با فراوانی ۲۸/۶ درصد دومین کلاسه ساختار را در توده شاهد داشت (شکل ۳).



شکل ۳- وضعیت ساختار توده در اثر شدت برداشت.

Figure 3. Effect of harvesting intensity on stand structure.

در شدت‌های برداشت متوسط و زیاد نیز بیش‌ترین فراوانی ساختار مربوط به همین دو کلاسه است اما در شدت برداشت کم بیش‌ترین فراوانی در دوطبقه نامنظم و قطور مشاهده شد هرچند اختلاف معنی‌داری در اثر برداشت با شدت‌های مختلف بین توده‌های بررسی‌شده مشاهده نگردید (شکل ٤). بیش‌ترین شباهت از لحاظ قرارگیری قطعات نمونه در هفت کلاسه ساختار را شدت برداشت متوسط داشت.



شکل ٤- فراوانی طبقه‌های ساختار در سه شدت برداشت و توده شاهد.

Figure 4. Frequency of structure classes in three harvest intensities and control stand.
(ساختار نامنظم=Ir، ساختار قطور=Lt، ساختار قطور- میان قطر= mt-lt، ساختار میان قطر=mt،
ساختار میان قطر- کم قطر=mt-st، ساختار کم قطر=mt-st، ساختار کم قطر- قطور=st-lt)

بحث

در پژوهش حاضر میانگین قطر برابرسینه در توده شاهد بیش‌تر از توده برداشت‌شده بود به‌نحوی‌که با افزایش شدت برداشت در توده برداشت‌شده قطر برابرسینه درختان کاهش یافته است. کاهش قطر برابرسینه درنتیجه بهره‌برداری امری طبیعی است چراکه با برداشت درختان قطور، میانگین قطر و سطح مقطع توده کاهش می‌یابد و از سوی دیگر با باز شدن فضای توده شرایط را برای زادآوری فراهم می‌کند و درنتیجه تعداد در طبقات قطری پایین، افزایش خواهد داشت (۱۹). هم‌چنین در مطالعات مختلف بیان شده که بهره‌برداری باعث کاهش سطح مقطع می‌شود (۲۰). به‌طورکلی ازآن‌جایی‌که توده شاهد به دلیل داشتن حفظ قدمت و ساختار ناهمسال و طبقات ارتفاعی متفاوت و درنتیجه تنوع آشکوب‌بندی درختان از نور کافی بهره‌مند شده و منطقی به نظر می‌رسد که بیش‌ترین قطر را به خود اختصاص داده‌اند (۱).

در پژوهش حاضر، تراکم درختان در توده برداشت‌شده بیش‌تر از توده شاهد بود بااین‌حال نتایج بررسی پژوهش کرو و همکاران بیانگر آن است که بهره‌برداری، تراکم درختان و سطح مقطع را کاهش می‌دهد (۱۸). به نظر می‌رسد در اثر برداشت درختان و حذف تاج پوشش آن‌ها، سطحی از عرصه جنگلی خالی شده، استقرار زادآوری افزایش‌یافته و درنتیجه دسترسی مناسب‌تر نهال‌ها به عرصه رویشی مانند نور و عناصر غذایی، بر فراوانی تعداد در طبقات قطری افزوده شده است که ناشی از ورود شل‌گروه‌ها به حد شمارش است (۱۳ و ۱۹)؛ بنابراین افزایش تراکم در توده برداشت‌شده می‌تواند تأییدی بر اجرای صحیح شیوه تک‌گزینی در منطقه موردمطالعه این پژوهش باشد. از سوی دیگر با افزایش تراکم درختان انجیلی، ممرز و پلت در توده برداشت‌شده نسبت به توده شاهد می‌توان دریافت که نشانه‌گذار سعی داشته تا در جهت آمیختگی بهتر توده قدم بردارد (۲۰). بنابراین با توجه به نتایج حاضر انتظار می‌رود تا در آینده توده برداشت‌شده حجم سرپای بیش‌تری تولید کند.

به‌طورکلی بیش‌ترین ارتفاع تنه و کم‌ترین ارتفاع تاج در یک جنگل تجاری همواره بهترین نتیجه است (۲۱). با توجه به نتایج اگرچه متوسط ارتفاع لوری که نشان‌دهنده ارتفاع درختان در توده‌های ناهمسال است اختلاف معنی‌داری را نشان نداد اما ارتفاع درختان و ارتفاع تنه متأثر از شدت برداشت تغییر نموده است. مناسب‌ترین حالت ارتفاع تنه و تاج در بیش‌ترین شدت برداشت مشاهده می‌شود که ارتفاع تنه حداکثر و ارتفاع تاج تقریباً حداقل است و به عبارتی با افزایش شدت برداشت حجم تنه افزایش یافته است. این موضوع نشان می‌دهد که افزایش شدت برداشت در کوتاه‌مدت منجر به بهبود مشخصه حجم تجاری تنه می‌گردد چراکه ارتفاع درخت با سرشت گونه، تراکم، میزان نور، رقابت و حاصلخیزی رویشگاه ارتباط مستقیم دارد (۲۱). در این پژوهش تراکم در توده برداشت‌شده بیش‌تر بود و درنتیجه موجب شده تا ارتفاع نیز در توده برداشت‌شده نسبت به توده شاهد بیش‌تر باشد که با نتایج پژوهش امینی و همکاران (۲۲) همخوانی دارد اما با نتایج کیالاشکی و اسدپور (۲۳) مغایرت دارد.

سطح تاج نشان‌دهنده تصویر تاج بر رویشگاه است که از طریق تأثیر بر میزان تابش نور بر کف جنگل منجر به تغییرات اساسی بر مشخصه‌های خاک خواهد شد. از طرفی درصد تاج پوشش را به‌عنوان یک عامل کلیدی در ارتباط با فراوانی گونه‌ها و تنوع آن بیان داشته‌اند، به‌طوری‌که هرچه تاج‌پوشش بازتر باشد به همان نسبت میزان تنوع بیشتر خواهد بود (٦ و ٢٤). بیش‌ترین سطح تاج در توده برداشت‌شده مشاهده شد و در بین شدت‌های مختلف بهره‌برداری،

کم‌ترین شدت برداشت، بالاترین سطح تاج را دارا بود. باز شدن تاج‌پوشش درنتیجه برداشت درختان، محیطی متفاوت ازنظر شرایط اکولوژیکی ایجاد می‌کند که بر رویش بخش‌های مختلف درختان باقی‌مانده تأثیر می‌گذارد (۱). نور مهم‌ترین عامل اکولوژیکی است که درآمیختگی توده، میزان رشد درختان و حضور عناصر کف جنگل مؤثر است (۲۵). بدون تردید در نتایج پژوهش حاضر تغییرات نوری به‌واسطه شدت‌های مختلف برداشت بیش‌تر از سایر عوامل خود را نشان داده و باعث افزایش سطح تاج و هم‌چنین حجم تاج شده است (۲٦).

در پژوهش حاضر حجم سرپا در توده شاهد و توده برداشت‌شده تفاوت معنی‌داری نداشت که با نتایج امیری و همکاران و آنگرس و همکاران (۲۲ و ۲۷) مغایرت دارد. این در حالی است که حجم سرپا با افزایش شدت برداشت کاهش‌یافته است به‌طوری‌که تنها در شدت برداشت کم‌تر از ۳/۵ درصد، حجم سرپا از توده شاهد بیش‌تر است که این تفاوت را می‌توان به دلیل عدم نشانه‌گذاری و قطع در توده شاهد دانست (۲۸). هم‌چنین تفاوت‌های مشاهده‌شده بین حجم سرپای گونه‌های مختلف در این پژوهش احتمالاً ناشی از پراکنش نشانه‌گذاری برای قطع بوده که درنتیجه آن با افزایش تعداد درختان در طبقات قطری پایین همراه بوده است که با نتایج پژوهش انیسی و همکاران همخوانی دارد (۲۹). عدم تفاوت معنی‌دار بین توده‌های بررسی‌شده را می‌توان نشان‌دهنده مدیریت صحیح توده دانست و بر اساس آن‌چه مشخص است در کل تفاوت بیش‌تر مشخصه‌های بررسی‌شده به لحاظ آماری معنی‌دار نبوده که بیان‌کننده روند مثبت توده مدیریت‌شده به شیوه تک‌گزینی ازنظر حفظ ساختار و ترکیب اولیه است (۲۸).

با بررسی کمیت و کیفیت خشک‌دار در دو توده بهره‌برداری شده به شیوه تک‌گزینی و بهره‌برداری نشده در جنگل‌های ناو اسالم، مشخص شد که حجم خشکه‌دارها در پارسل بهره‌برداری نشده با مقدار ۱۰/۱ مترمکعب در هکتار بیش‌تر از حجم خشک‌دار در پارسل بهره‌برداری شده با مقدار ۲/۱ مترمکعب در هکتار است؛ که علت این موضوع را در سابقه مدیریتی و هم‌چنین خود بهره‌برداری می‌داند به‌طوری‌که در توده بهره‌برداری شده درختان مسن کم‌تری برای تبدیل‌شدن به خشک‌دار باقی می‌ماند (۳۰ و ۳۱). در همین راستا در جنگل‌های خیرودکنار نوشهر در استان مازندران با بررسی حجم خشک‌دار در دو پارسل متفاوت ازنظر مدیریتی و دخالت پرورشی، دریافتند که در پارسل کم‌تر دخالت شده، حجم خشک‌دار بیش‌تر از پارسلی است که دخالت مدیریتی بیش‌تری داشته است؛ بنابراین می‌توان تأثیرگذارترین علت در تفاوت حجم خشک‌دار بین دو پارسل را سابقه مدیریتی و بهره‌برداری دانست (۲۱). در پژوهش پیش‌رو نیز اگرچه تفاوت معنی‌داری در بین دو توده بدون در نظر گرفتن شدت بهره‌برداری از نظر حجم خشک‌دار وجود ندارد اما با افزایش شدت برداشت، حجم خشک‌دار به‌طور معنی‌داری افزایش داشته است. به‌هرحال ازآن‌جاکه مؤلفه حجم خشک‌دار دارای پویایی زمانی و مکانی است علت کسب چنین نتایجی نیاز به پژوهش‌های بیش‌تری دارد.

با بررسی ساختار جنگل نه‌تنها وضعیت جنگل از نظر ترکیب گونه‌ای، نحوه آشکوب‌بندی و مراحل تحولی مشخص می‌شود، بلکه می‌توان آینده جنگل را ازنظر رویش، تغییرات تنوع گونه‌ای، تاج پوشش و سطح مقطع پیش‌بینی کرد (۳۲). وضعیت ساختار جنگل در ۷۰ قطعه‌نمونه نیم هکتاری که در آن‌ها با سه شدت برداشت انجام شده بود و مقایسه آن با توده شاهد نشان داد که ساختار توده کماکان نامنظم و در وضعیت قطور تا میان قطر است که با وضعیت

ساختار توده‌های میان‌بند جنگل شصت‌کلاته مشابهت دارد و در جنگل لوه استان گلستان در تیپ جنگلی ممرز نمدار ساختار توده قطور گزارش گردید (۳۲) و البته عدم‌تغییر ساختار توده برداشت‌شده به شیوه تمام‌تنه با توده شاهد در جنگل‌های خیرودکنار نیز پیش‌تر گزارش شده است (۳۳). هم‌چنین در پژوهشی نشان داده شد که تنوع ساختاری، به‌شدت برداشت بسیار حساس نیست. ازاین‌رو، در چارچوب مدیریت پایدار جنگل، سایر شاخص‌هایی که به‌طور مستقیم با ارائه خدمات پایدار اکوسیستم مرتبط هستند، برای تعیین حد بالایی شدت برداشت مهم‌تر در نظر گرفته می‌شوند. به‌خصوص شدت برداشت کم‌تر از ۲۰ تا ۳۰ درصد حجم درختان سرپا منجر به افزایش جزئی یا حفظ تنوع ساختاری در بیش‌تر انواع اکوسیستم‌های جنگلی شده است. کاهش در امتیاز برخی از متغیرهای ساختاری مانند " ارتفاع برابر سینه" یا "حجم" تنها در شدت‌های برداشت بالاتر از ۶۰ درصد مشاهده شد (۲). با جمع‌بندی نتایج مطالعه حاضر و مقایسه آن با نتایج پژوهش‌های دیگر می‌توان نتیجه گرفت که اجرای شیوه تک‌گزینی در شدت برداشت کم با توجه به باز شدن مناسب توده، سبب افزایش تراکم و ارتفاع کل شده است. با بررسی روند تغییرات مشخصه‌های توده در شدت‌های مختلف برداشت و شاهد نیز می‌توان چنین ارزیابی کرد که به‌طورکلی شیوه تک‌گزینی با حذف درصدی از تاج پوشش و ایجاد شرایط متفاوت اکولوژیکی سبب بهبود برخی مشخصه‌های توده شامل تراکم، ارتفاع تنه، ارتفاع تاج، مساحت و حجم تاج شده است. به‌طورکلی مقدار تاج‌پوشش و تنظیم متناسب آن در شیوه تک‌گزینی نقش اساسی در ساختار و عملکرد اکوسیستم داشته است.

در بیش‌تر مشخصه‌های بررسی‌شده توده برداشت‌شده نتایج بهتری را به‌ویژه برای گونه‌های صنعتی نشان داده که بیان‌کننده اهمیت و تأثیر مدیریت و اجرای شیوه تک‌گزینی در حفظ و بهبود ساختار توده جنگلی است. با توجه به نزدیکی ساختار توده در شدت برداشت متوسط (بین ۳/۵ تا ۹/۵ درصد) با توده شاهد این شدت به‌عنوان شدت بهینه در تنظیم ساختار توده ممرز آمیخته میان‌بند جنگل‌های شرق هیرکانی معرفی می‌گردد.

منابع

1. Shariatnezhad, Sh. 2001. Comparison of peer-to-peer and non-peer forestry techniques in Golband - Noshahr forests. Iranian J. of Natural Resources. 54: 2. 131-142. (In Persian)
2. Storch, F., Kändler, G., and Bauhus, J. 2019. Assessing the influence of harvesting intensities on structural diversity of forests in south-west Germany. J. Forest Ecosystems. https://doi.org/10.1186/s40663-019-0199-6.
3. Levers, Ch., Verkerk, P.J., Müller, D., Verburg, P.H., Butsic, V., Leitão, P.J., Lindner, M., and Kuemmerle, T. 2014. Drivers of forest harvesting intensity patterns in Europe. J. of Forest Ecology and Management. 315: 160-172.
4. Radaei, M., Habashi, H., Rahmani, R., Shataee, Sh., and Sohrabi, H. 2021. The Effect of harvesting intensity in single-tree selection on biomass of hornbeam - Persian ironwood stand. J. of Forest Research and Development. 7: 3. 359-373. (In Persian)
5. Hassanzad Navroodi, I., and Seyedzadeh, H. 2013. Effects of Shelterwood method on some important forest stands features in Shafarood District Nine of Guilan. J. of Iranian Forests Ecology. 1: 2. 41-55. (In Persian)
6. Pourbabaei, H., and Ranjavar, A. 2008. The effect of gradual-refuge approach on plant species diversity in Eastern beech forests. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 16: 1. 61-73. (In Persian)

7.Moridi, M., Sefidi, K., and Etemad, V. 2015. Stand characteristics of mixed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in the stem exclusion phase, Northern Iran. European J. of Forest Research. 134: 4. 693-703. (In Persian)
8.Kakavand, M., Marvie Mohadjer, M.R., Sagheb Talebi, Kh., and Sefidi, K. 2015. Structural diversity of mixed beech stands in the middle stage of succession) case study: Gorazbon, Kheyrood forest, Nowshahr). Iranian J. of Forest and Poplar Research. 22: 3. 411-422. (In Persian)
9.Sefidi, K., Esfandiary Darabad, F., and Azaryan, M. 2016. Effect of topography on tree species composition and volume of coarse woody debris in an Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) old growth forests, Northern Iran. J. of Forest-Biogeosciences and Forestry. 9: 658-665. (In Persian)
10.Amiri, A. 2018. The study of some silvicultural characteristics of an unlogged mixed oriental beech stand in the Golesatan province. J. of Plant research. 31: 3. 756-768. (In Persian)
11.Falk, K.J., Burke, D.M., Elliott, K.A., and Holmes, S.B. 2008. Effects of single-tree and group selection harvesting on the diversity and abundance of spring forest herbs in deciduous forests in Southwestern Ontario. J. of Forest Ecology and Management. 255: 7. 2486-2494.
12.Karamdost Marian, B., Bonyad, A., and Tavankar, F. 2019. Effect of harvest intensity on volume growth of mixed beech stands in Asalem Nav forests. J. of Forest Research and Development. 4: 4. 534-547. (In Persian)
13.Seyd, S.Z., Moayeri, M.H., and Mohammadi, J. 2015. Comparison of tree species diversity in the beech managed (selection cutting) and unmanaged stands (case study: Shastkalateh forest- Gorgan). J. of plant Research. 4: 28.784-793. (In Persian)
14.Jaafar, W.M., Woodhouse, I.H., Silva, C.A., Omar, H., and Hudak, A.T. 2017. Modelling individual tree aboveground biomass using discrete return LiDAR in lowland dipterocarp forest of Malaysia, J. of Tropical Forest Science. 29: 4. 465-484.
15.Carrer, M., Castagneri, D., Popa, I., Pividori, M., and Lingua, E. 2018. Tree spatial patterns and stand attributes in temperate forests: The importance of plot size, sampling design, and null model. J. Forest Ecology and Management. 407: 125-134.
16.Feldmann, E., Glatthorn, J., Hauck, M., and Leuschner, Ch. 2018. A novel empirical approach for determining the extension of forest development stages in temperate old-growth forests. European J. of Forest Research. 137: 321-335.
17.Hassanzad, A., Seyedi, N., and Seyfolahian, H.R. 2009. Investigation of changes in quantitative and qualitative characteristics of forest stands after a period of forestry. J. of Iranian Forest. 1: 4. 301-311. (In Persian)
18.Crow, T.R., Buckly, D.S., Nauertz, E., and Zasada, J.C. 2002. Effects of management on the composition and structure of Northern hardwood forests in upper Michigan. J. of Forest Science. 48: 1. 129-145.
19.Amini, M., Sagheb Talebi, Kh., Khoronkeh, S., and Amini, R. 2009. Investigation of forestry characteristics in mixed beech-hornbeam stands, Zalemrood, Mazandran. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 18: 1. 21-34. (In Persian)
20.Ghasemi, A. 2018. The study of some ecological properties in control and managed by single selection method parcels (a case study: Series 4 - Section 2- Haftkhal, NekaChoob). M.Sc. Thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. 58p. (In Persian)
21.Sefidi, K., and Marvie Mohadjer, M.R. 2010. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis*) forests of Northern Iran. J. of Forest Science. 56: 7- 17. (In Persian)
22.Amiri, M., Dargahi, D., Azadfar, D., and Habashi, H. 2009. Comparison Structure of the natural and managed Oak

(Quercus castaneifolia) Stand (shelter wood system) in Forest of Loveh, Gorgan. J. of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15: 6. (In Persian)

23. Kialashaki, A., and Asadpour, D. 2011. Investigation of the effects of breeding operations on managed and control stands. J. of Natural Resources Science and Technology. 6: 1. 75-87. (In Persian)
24. Paritsis, J., and Aizen, M.A. 2008. Effects of exotic conifer plantations on the biodiversity of understory plants, epigeal beetlets and birds in Notofagus dombeyi forests J. of. Forest Ecology and Management. 255: 1575-1583.
25. Schütz, J.P. 2004. Opportunistic methods of controlling vegetation, inspired by natural plant succession dynamics with special reference to natural out mixing tendencies in a gap regeneration. Annals of Forest Science. 61: 2. 149-156.
26. Battaglia, L.L., Sharitz R.R., and Minchin, P.R. 1999. Patterns of seedling and overstory composition along a gradient of hurricane disturbance in an old-growth bottomland hardwood community. Canadian J. of Forest Research. 29: 1. 144-156.
27. Angers, V.A., Messier, C., Beaudet, M., and Leduc, A. 2005. Comparing composition and structure in old- growth and harvested (selection and diameter limit cuts) Northern hardwood stands in Quebec. J. of Forest Ecology and Management. 217: 275-293.
28. Barzin, M., Mohammadi, J., Shataei, Sh., and Mosavinejad, S.H. 2017. Comparison of quantitative and qualitative characteristics of forest stands structure in managed and unmanaged forest stands (case study of Loveh forestes and Khandushan forests plans. J. of Natural Resources Science and Technology. 24: 4. (In Persian)
29. Anisi, A., Kiadaliri, H., Akhavan., R., and Babaye, S. 2009. Impact of management on quantitative and qualitative characteristics of forest compared to control forest. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 17: 4. 615-626. (In Persian)
30. Tavankar, F., Bonyad A.E., and Majnoniyan, B. 2011. Investigation of stand damage due to cutting of grassland and logging in Guilan Nava Asalem forest. J. of Environmental Studies. 37: 59. 89-98. (In Persian)
31. Bebber, D.P., Cole, W.G., Thomas, S.C., Balsillie, D., and Duinker, P. 2005. Effects of retention harvests on structure of old-growth Pinus strobus L. stands in Ontario. J. of Forest Ecology and Management, 205: 91-103.
32. Javanmiri Pour, M., Marvie Mohadjer, M.R., Zobeiri, M., Etemad, V., and Jourgholami, M. 2017. Quantitative changes of forest stand structure through full calipering method (Case Study: Gorazbon district, Kheyrud Forest, Noshahr). Iranian J. of Forest research. 8: 4. 493-505. (In Persian)
33. Sagheb-Talebi, Kh., Parhizkar, P., Hassani, M., Pourhashemi, M., Mirkazemi, S.Z., Karimidoost, A., Maghsoudlou, M.K., Ghorbani, H., Mortazavi, M., Seyedi, M., Rafiee, F., and Nourolahi, S.S. 2021. Structure of intact mixed broad-leaved stands in Hyrcanian forests (Case study: Loveh, Golestan province). J. Forest and Wood Products. 73: 4. 439-453.
34. Javanmiri Pour, M., Marvie Mohadjer, M., Etemad, V., and Jourgholami, M. 2018. Determining structural variation in a managed mixed stand in an old-growth forest, northern Iran. J. of Forest research. 30: 5. 493-505.