University of Tehran

Journal of Forest and Wood Products

Online ISSN: 2383-0530

Home Page: https://jfwp.ut.ac.ir

Quantity, quality and bole form of trees in logged, protected, and recreational parcels in mixed beech stands (Case study: Nav-Asalem forest)

Sarkhoosh Karamzadeh[1] | Mehrdad Nikooy[2] | Farzam Tavankar[3] Kambiz Taheri Abkenar[4]

1. Department of forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. E-mail: sarkhoshkaramzadeh@yahoo.com
2. Corresponding Author, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. E-mail: nikooy@guilan.ac.ir
3. Department of Forestry, Khalkhal Branch, Islamic Azad University, Khalkhal, Iran. E-mail: farzam.iaukh@gmail.com
4. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. E-mail: taherikambiz@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received 25 February 2023
Revised 17 May 2023
Accepted 06 June 2023
Published online 14 September 2023

Keywords:
Bole deformity,
Mixed beech stands,
Selection cutting,
Stem decay,
Snag.

ABSTRACT

In the current study, the quantity, quality, and bole form of trees were investigated in three parcels of selectively logged, protected, and recreational areas in the mixed beech (*Fagus orientalis*) stands in Nav-e Asalem forests. The quality and bole form of trees were measured and evaluated through systematic plot sampling. The results of the research showed that the abundance of live trees in the selectively logged parcel (268 trees ha^{-1}) and recreational parcel (210 trees ha^{-1}) was lower than that in the protected parcel (389 trees ha^{-1}). The abundance of beech, maple (*Acer cappadocicum*), and alder (*Alnus glutinosa*) species in the selectively logged parcel, and the abundance of beech and alder species in the recreational parcel were significantly higher than their abundances in the protected parcel. The abundance of snags in the protected, selectively logged, and recreational parcels was 18, 9, and 8.4 stems ha^{-1}, respectively. The average abundance of stem deformity in the protected, selectively logged, and recreational parcels was 18.3, 9.4, and 8.4 stems ha^{-1}, respectively. Logging operations, although increased the frequency of leaning and bending stems, decreased the frequency of conical and decaying stems. In general, the abundance of high-quality trees and boles in the selectively logged and recreational parcels was higher than in the protected parcel. Regular and long-term monitoring of the quantity, quality, and form of tree trunks may be a good approach to align ecological and economic goals in forest management.

Cite this article: Karamzadeh, S., Nikooy, M., Tavankar, F., Taheri Abkenar, K. (2023). Quantity, quality and bole form of trees in logged, protected, and recreational parcels in mixed beech stands (Case study: Nav-Asalem forest). *Journal of Forest and Wood Products*, 76 (2), 153-164. DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.355827.1243

© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.355827.1243

دانشگاه تهران

نشریهٔ جنگل و فرآورده‌های چوب

سایت نشریه: https://jfwp.ut.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۰۵۳۰-۲۳۸۳

کمیت، کیفیت و فرم تنهٔ درختان در سه پارسل بهره‌برداری شده، حفاظتی و تفرجی در توده‌های راش آمیخته (مطالعهٔ موردی: جنگل ناو اسالم)

سرخوش کرم‌زاده[۱] | مهرداد نیکوی[۲*] | فرزام توانکار[۳] | کامبیز طاهری آبکنار[۴]

۱. گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران. رایانامه: sarkhoshkaramzadeh@yahoo.com

۲. گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: nikooy@guilan.ac.ir

۳. گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خلخال، خلخال، ایران. رایانامه: farzam.iaukh@gmail.com

۴. گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: taherikambiz@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۳

کلیدواژه:
بدفرمی تنه درخت،
برش تک‌گزینی،
پوسیدگی تنه،
خشک‌دار،
توده‌های راش آمیخته.

چکیده

در پژوهش حاضر کمیت، کیفیت و فرم تنهٔ درختان در سه پارسل بهره‌برداری شده، حفاظتی و تفرجی در توده‌های راش آمیخته ناو اسالم بررسی شد. کیفیت و فرم تنهٔ درختان با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی منظم اندازه‌گیری و ارزیابی شد. نتایج نشان داد که فراوانی درختان زنده در پارسل تک‌گزینی (۲۶۸ اصله در هکتار) و تفرجی (۲۱۰ اصله در هکتار) کمتر از پارسل حفاظت‌شده (۳۸۹ اصله در هکتار) بود. فراوانی گونه‌های راش، شیردار و توسکا در پارسل بهره‌برداری شده و گونه‌های راش و توسکا در پارسل تفرجی به‌طور معنی‌داری بیشتر از پارسل حفاظت شده بود. میانگین فراوانی خشک‌دارها در پارسل‌های حفاظتی، تک‌گزینی و تفرجی به‌ترتیب ۱۸/۳، ۹/۴ و ۸/۴ اصله در هکتار بود. فراوانی درختان بدفرم در پارسل پارسل‌های حفاظتی، تفرجی و بهره‌برداری شده به‌ترتیب ۸/۹، ۵/۵ و ۲/۸ درصد بود. هرچند بهره‌برداری موجب افزایش فراوانی بد فرمی‌های انحناء و کجی شده بود، اما در مقابل موجب کاهش فراوانی بد فرمی‌های مخروطی و پوسیدگی شده بود. در مجموع، فراوانی درختان با کیفیت و فرم مناسب در پارسل‌های بهره‌برداری شده و تفرجی بیشتر از پارسل حفاظتی بود. نظارت منظم و بلندمدت کمیت، کیفیت و فرم تنهٔ درختان ممکن است رویکرد خوبی برای همسوسازی اهداف اکولوژیک و اقتصادی در مدیریت جنگل باشد.

استناد: کرم‌زاده، سرخوش؛ نیکوی، مهرداد؛ توانکار، فرزام؛ طاهری آبکنار، کامبیز (۱۴۰۲). کمیت، کیفیت و فرم تنهٔ درختان در سه پارسل بهره‌برداری شده، حفاظتی و تفرجی در توده‌های راش آمیخته، (مطالعهٔ موردی: جنگل ناو اسالم). *نشریهٔ جنگل و فرآورده‌های چوب*، ۷۶ (۲)، ۱۶۴-۱۵۳.

DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.355827.1243

© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.355827.1243

۱. مقدمه

افزایش درآمد اقتصادی از طریق افزایش کیفیت چوب تولیدی یکی از اهداف بلندمدت مدیریت جنگل‌های تولیدی است. کیفیت تنهٔ درختان به دو روش میکروسکوپی و ریخت‌شناسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. ویژگی‌های ریخت‌شناسی تنهٔ درخت به‌طور قابل توجهی بر ارزش محصولات تجاری قابل دستیابی تأثیر می‌گذارد. در واقع، کیفیت چوب تا اندازهٔ زیادی تحت تأثیر فرم و کیفیت تنهٔ درختان است [۱]. بروز هر نوع بدفرمی در تنهٔ درختان از کیفیت چوب آن می‌کاهد. تنه‌های با فرم‌های سینوسی، انحناء، کجی، چنگالی، مخروطی، مقطع بیضوی، پیچیدگی و وجود پوسیدگی از موارد اصلی بد فرمی تنهٔ درختان جنگل محسوب می‌شوند [۴-۲]. وجود هر نوع بدفرمی در تنهٔ درخت، نسبت حجم چوب قابل فروش به حجم کل گرده بینه در کارخانه چوب‌بری را کاهش می‌دهد. پایداری اقتصادی توده‌های جنگلی به‌شدت تحت تأثیر فرم و کیفیت تنهٔ درختان است [۴، ۱].

عوامل ژنتیکی، بوم‌شناختی و جنگل‌شناسی در بروز بدفرمی تنهٔ درختان تأثیرگذارند [۳]. توجه به شاخص مهم تنهٔ درختان از نظر سالم و استوانه‌ای بودن از اهداف مهم ژنتیک و مدیریت جنگل است [۵]. برف و باد از مهم‌ترین عوامل محیطی در بروز بدفرمی تنه درختان هستند [۶، ۳]. تأثیر این دو عامل از طریق افزایش فشار وارده بر تنه‌ها و ایجاد انحناء در آن‌ها خصوصاً در شیب‌های تند صورت می‌گیرد. بدفرمی تنه و صدمات وارد آمده بر درختان در اثر برف و باد بسته به مشخصات درخت و توده از قبیل تراکم و ضریب قدکشیدگی درختان و توده است [۶، ۵، ۱]. فراوانی یخبندان، حملهٔ حشرات، بیماری‌های قارچی، صدمات گیاه‌خواران با خوردن مریستم انتهایی نهال‌های جوان از دیگر عوامل اکولوژیک در بروز بدفرمی تنه درختان در جنگل هستند [۷، ۳، ۲]. رسیدن نور یک‌طرفه به تاج درخت نیز در شکل تنه تأثیرگذار است، به‌طوری‌که این شرایط در درختان رویش یافته در حاشیهٔ توده‌ها قابل مشاهده است [۸]. خطر سرمای دیررس علاوه بر اینکه باعث از دست رفتن شادابی درخت می‌شود، با تأثیر بر شکل درخت نیز منجر به کاهش رشد ارتفاعی و قطری درخت می‌شود [۳، ۱]. بررسی تمایز بین فرم درختان و منشاء پیدایش چنگال‌ها بر روی تنهٔ درختان و نحوهٔ تحول آنها مورد بحث بسیاری قرار گرفته است، زیرا پیدایش چنگال بر روی تنه، باعث کاهش چشمگیر طول محور اصلی (تنهٔ درخت) شده و ارزش تجاری درخت به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد [۹، ۳].

واکنش درختان به عوامل محیطی با توجه به مشخصات جنگل‌شناسی توده که خود تحت تأثیر نوع مدیریت و اقدامات انجام گرفته است، متفاوت خواهد بود. نتایج تحقیقات انجام گرفته در جنگل‌های شمال کشور نشان داده که فراوانی و حجم درختان سالم [۱۰]، خشک‌دارها [۱۱] و درختان قطور [۱۲] در توده‌های بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینی کمتر از توده‌های شاهد بود. مشابه این نتایج در جنگل‌های پهن‌برگ آمیخته اروپا نیز گزارش شده است [۱۳]. نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد که با افزایش فاصلهٔ کاشت گونهٔ افرا (*Acer velutinum*)، فراوانی تنه با بدفرمی‌های از نوع بیضوی، برون مرکزی و مخروطی افزایش یافت؛ هر چند تفاوت‌ها معنی‌دار نبود [۱۴].

اکوسیستم‌های جنگلی ارائه‌دهندهٔ خدمات متنوعی هستند. تولید چوب یکی از خدمات مهم بسیاری از جنگل‌ها، از جمله جنگل‌های شمال ایران می‌باشد. این جنگل‌ها طی سه دههٔ اخیر به روش تک‌گزینی مدیریت شده‌اند. حفظ تنوع زیستی، تجدید حیات طبیعی درختان، بهبود کیفیت و کمیت تودهٔ سرپا و تولید مستمر چوب باکیفیت خوب از اهداف اصلی مدیریت جنگل به روش قطع تک‌گزینی درختان یا روش نزدیک به طبیعت است. در جنگل‌هایی که به روش قطع تک‌گزینی مدیریت می‌شوند، تودهٔ سرپا با کیفیت و کمیت نامناسب و درختان بدفرم علاوه بر کاهش درآمد احتمال بروز خطر در هنگام قطع و بارگیری را افزایش می‌دهد. بررسی کیفیت تنهٔ درختان از لحاظ سالم و غیر سالم بودن، و تمایز درختان بدون پوسیدگی از درختان دارای پوسیدگی تنه، و خشک‌دارها و فراوانی آن‌ها در جنگل‌ها از نظر بوم‌شناختی جنگل می‌تواند اطلاعات مهمی برای مدیران جنگل فراهم کند. اهداف پژوهش حاضر عبارتند از: الف) بررسی کیفیت و فرم تنهٔ درختان در سه پارسل بهره‌برداری، حفاظتی و تفرجی، و ب) شناسایی و برآورد فراوانی انواع بدفرمی‌های تنه در سه پارسل بهره‌برداری، حفاظتی و تفرجی در توده‌های راش آمیخته ناو اسالم.

۲. روش شناسی پژوهش

۲-۱. منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه جنگل‌های ناو اسالم در شهرستان تالش واقع در استان گیلان در شمال ایران با مختصات جغرافیایی ′۳۳ °۴۸ تا ′۱ °۴۹ طول شرقی و ′۳۱ °۳۷ تا ′۴۵ °۳۷ عرض شمالی است. پارسل شمارهٔ ۳۴۰ به وسعت ۵۶ هکتار با سابقهٔ مدیریتی تک‌گزینی (پارسل بهره‌برداری شده)، پارسل شمارهٔ ۲۷۱ به وسعت ۵۱ هکتار با سابقهٔ استفاده جهت تفرج توسط گردشگران (پارسل تفرجی) و پارسل شمارهٔ ۳۴۱ به وسعت ۶۲ هکتار با سابقهٔ مدیریتی حفاظتی (پارسل حفاظتی) با مشخصات فیزیوگرافی و پوشش گیاهی تقریباً مشابه به‌عنوان پارسل‌های مورد مطالعه تعیین شد. ارتفاع از سطح دریا در این پارسل‌ها از ۱۵۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا، جهت عمومی شیب شمالی، میانگین بارش سالانه ۹۲۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه در حدود ۱۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد و تیپ جنگلی، راش آمیخته است. اقلیم منطقهٔ براساس ضریب رطوبت دومارتن در گروه مرطوب قرار دارد. پارسل تک‌گزینی در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ به‌ترتیب با شدت‌های ۱۲/۳ و ۷/۵ متر مکعب در هکتار بهره‌برداری شده است. برش‌های اصلاحی و پرورشی طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ در پارسل تفرجی انجام شده است. هیچ‌گونه قطع درخت در پارسل حفاظتی انجام نشده است [۱۵].

۲-۲. جمع‌آوری داده‌ها

برای جمع‌آوری داده‌های مورد نظر از روش نمونه‌برداری تصادفی منظم استفاده شد. ابعاد شبکه ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر، شکل قطعه نمونه‌ها دایره‌ای و مساحت هر قطعه نمونه ۱۰ آر بود [۱۲-۱۰]. در داخل هر قطعه نمونه، قطر برابر سینه تمام درختان بزرگ‌تر یا مساوی ۷/۵ سانتی‌متر و خشک‌دارها با استفاده از خط‌کش دوبازو تا دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. درختان داخل قطعه نمونه با توجه به شکل و کیفیت ظاهری تنه به دو دسته خوش‌فرم و بدفرم شناسایی و ثبت شدند. درختان تنهٔ بدفرم براساس هشت شاخص سینوسی (Sinuosity)، انحناء (Leaning)، کجی (Bending)، چنگالی (Forking)، مخروطی (Conical)، مقطع بیضوی (Elliptical)، پیچیدگی (Twisting) و پوسیدگی (Decaying) شناسایی و ثبت شدند [۱۶، ۷، ۴-۱].

۲-۳. تجزیه و تحلیل داده‌ها

فراوانی درختان، خشک‌دارها و انواع پایه‌های بدفرم در هر قطعه نمونه محاسبه و براساس اشتباه معیار محاسبه شده و مقدار t جدول سطح زیر منحنی نرمال در سطح اعتماد ۹۵ درصد به کل سطح پارسل تعمیم داده شد. توزیع نرمال داده‌ها از طریق آزمون کولموگرف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها از طریق آزمون لون بررسی و تائید شد. تأثیر نوع پارسل (بهره‌برداری شده، تفرجی و حفاظتی) بر میانگین‌های فراوانی درختان، خشک‌دارها، و انواع بدفرمی پایه‌ها به‌وسیلهٔ آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن بررسی شد. همبستگی بین فراوانی انواع بدفرمی تنه با قطر برابر سینه درختان از طریق رگرسیون غیر خطی بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۰ و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel نسخهٔ ۲۰۱۶ در سطح معنی‌داری (۰/۰۵) انجام شد.

۳. یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه واریانس نشان داد میانگین فراوانی درختان زنده، خشک‌دارها و درختان بدفرم در سه پارسل بهره‌برداری، حفاظتی و تفرجی تفاوت معنی‌داری ($P<0/01$) وجود دارد (جدول ۱). بیشترین فراوانی درختان زنده در پارسل حفاظتی (۳۸۷ اصله در هکتار) و کمترین آن در پارسل تفرجی (۲۱۰ اصله در هکتار) مشاهده شد (جدول ۲). فراوانی درختان زنده در پارسل بهره‌برداری نیز ۲۶۸ اصله در هکتار بود. نتایج آزمون دانکن نشان داد که فراوانی درختان زنده در پارسل حفاظتی به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) بیشتر از پارسل بهره‌برداری و فراوانی درختان زنده در پارسل بهره‌برداری به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) بیشتر از پارسل تفرجی بود (جدول ۲).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس فراوانی درختان زنده، خشک‌دارها و درختان بدفرم در سه پارسل پارسل بهره‌برداری، تفرجی و حفاظتی

نوع درخت	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
فراوانی درختان زنده	بین گروه‌ها	۸۹۳۴۶۵/۵۰	۲	۴۴۶۷۳۲/۷۵	۲۲۰۰/۴۱	۰/۰۰۰
	درون گروه‌ها	۳۳۹۰۴/۷۹	۱۶۷	۲۳۰/۰۲		
	کل	۹۲۷۳۷۰/۲۹	۱۶۹			
فراوانی خشک‌دارها	بین گروه‌ها	۳۱۵۱/۸۵۵	۲	۱۵۷۵/۹۲۸	۴۴۸/۳۵۴	۰/۰۰۰
	درون گروه‌ها	۵۸۶/۹۹۲	۱۶۷	۳/۵۱۵		
	کل	۳۸۳۷/۸۴۷	۱۶۹			
فراوانی درختان بدفرم	بین گروه‌ها	۹۶۰/۰۷۳	۲	۴۸۰/۰۳۷	۷۲۰/۴۷۷	۰/۰۰۰
	درون گروه‌ها	۱۱۱/۲۶۸	۱۶۷	۰/۶۶۶		
	کل	۱۰۷۱/۳۴۱	۱۶۹			

میانگین فراوانی خشک‌دارها در پارسل حفاظت‌شده، تفرجی و پارسل بهره‌برداری به‌ترتیب ۱۸/۳، ۹/۴ و ۸/۴ اصله در هکتار بود (جدول ۲). فراوانی خشک‌دارها در پارسل حفاظت شده به طور معنی‌داری ($P<$ ۰/۰۵) بیش‌تر از فراوانی آن‌ها در پارسل‌های تفرجی و بهره‌برداری بود، اما تفاوت معنی‌داری بین پارسل‌های تفرجی و بهره‌برداری مشاهده نشد ($P>$۰/۰۵) (جدول ۲). فراوانی درختان بدفرم در پارسل حفاظت شده (۸/۹ درصد) بیشتر از پارسل تفرجی (۵/۵ درصد) و پارسل بهره‌برداری (۲/۸ درصد) بود (جدول ۲). نتایج آزمون دانکن نیز نشان داد که میانگین فراوانی درختان بدفرم در سه پارسل تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. بیشترین درصد درختان بدفرم در پارسل حفاظتی (۸/۸۸ درصد) و کمترین درصد درختان بدفرم در پارسل بهره‌برداری (۲/۸۳ درصد) بود (جدول ۲).

جدول ۲. آمار توصیفی فراوانی درختان زنده، خشک‌دارها و درختان بد فرم در مدیریت‌های متفاوت جنگل

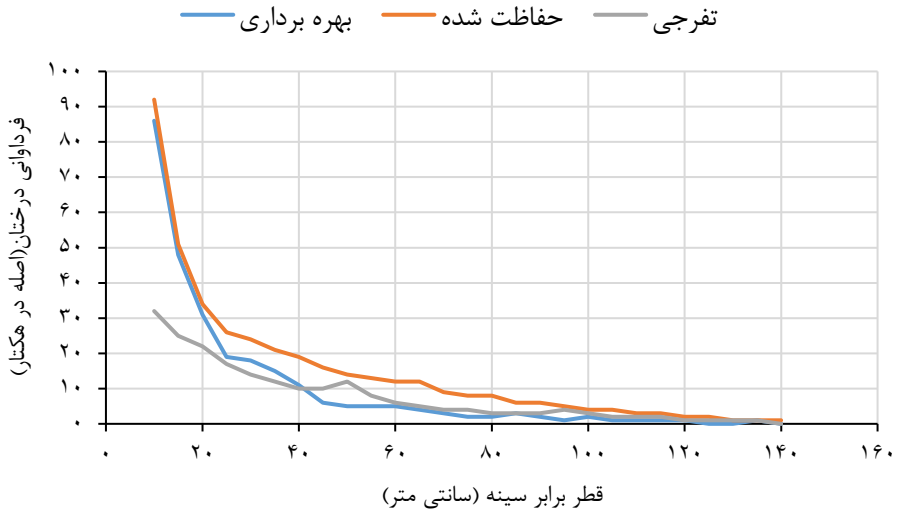
نوع درخت	تیمار	حد اقل	حد اکثر	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار
فراوانی درختان زنده (اصله در هکتار)	بهره‌برداری	۲۱۴	۳۰۱	۲۶۸/۰۹B	۴۶/۳۲	۶/۲۵۰
	تفرجی	۱۹۰	۲۲۵	۲۱۰/۳۵C	۲۲/۰۰	۲/۷۲۵
	حفاظت شده	۳۶۰	۴۱۰	۳۸۶/۸۲A	۳۶/۴۵	۵/۱۵۰
فراوانی خشک‌دارها (اصله در هکتار)	بهره‌برداری	۶	۱۲	۸/۳۶۳۶ B	۱/۴۹۵۲	۰/۲۰۱۶
	تفرجی	۴	۱۱	۹/۳۸۴۶ B	۱/۳۹۹۷	۰/۱۷۳۶
	حفاظت شده	۱۱	۲۴	۱۸/۳۲۰۰ A	۲/۶۳۷۶	۰/۳۷۳۰
فراوانی درختان بدفرم (٪)	بهره‌برداری	۰	۳	۲/۸۳۸۲ C	۰/۹۴۷۰	۰/۱۲۷۷
	تفرجی	۴	۶	۵/۵۲۶۲ B	۰/۶۶۳۹	۰/۰۸۲۳
	حفاظت شده	۷	۱۱	۸/۸۸۰ A	۰/۸۴۰۷	۰/۱۱۸۹

توجه: حروف متفاوت پس از میانگین نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط آزمون دانکن است.

پراکنش فراوانی درختان در طبقات قطری درختان نشان داد که در هر سه پارسل مورد مطالعه، با افزایش قطر درختان از فراوانی آن‌ها کاسته شده و دارای ساختار ناهمسال هستند (شکل ۱). فراوانی درختان با قطرهای کمتر از ۲۰ سانتی‌متر در پارسل تفرجی کمتر از پارسل‌های بهره‌برداری و حفاظت شده بود، در حالی‌که فراوانی درختان با قطرهای بیشتر از ۲۰ سانتی‌متر در پارسل تفرجی بیشتر از پارسل بهره‌برداری و حفاظت شده بود.

در هر سه پارسل بررسی شده، راش بیشترین درصد فراوانی درختان را داشت (جدول ۳) و ممرز در رتبهٔ دوم قرار داشت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد نوع مدیریت تأثیر معنی‌داری بر فراوانی گونه‌های راش، شیردار و توسکا داشت، اما درمورد گونه‌های ممرز

و پلت چنین نبود. فراوانی درختان راش در پارسل حفاظتی کمتر از پارسل‌های بهره‌برداری و تفرجی بود. فراوانی هر یک از گونه‌های ممرز و پلت تفاوت معنی‌داری در پارسل‌های مورد مطالعه نداشتند. فراوانی شیردار در پارسل بهره‌برداری بیشتر از دو پارسل دیگر و فراوانی توسکا در پارسل‌های بهره‌برداری و حفاظتی بیشتر از پارسل حفاظت‌شده بود. همچنین، مدیریت تأثیر معنی‌داری بر فراوانی سایر گونه‌های درختی (ون، ملج، اوجا و نمدار) داشت، به‌طوری‌که فراوانی آن‌ها در پارسل حفاظتی (۱۲/۲ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر پارسل ها بود ($P<$ ۰/۰۵).



شکل ۱. پراکنش فراوانی درختان در طبقات قطری درختان در پارسل های مورد مطالعه

جدول ۳. فراوانی (درصد تعداد) گونه‌های درختان (میانگین ± انحراف معیار) در مدیریت‌های متفاوت جنگل

گونه	نوع پارسل			تجزیه واریانس	
	بهره برداری شده	تفرجی	حفاظتی	مقدار F	سطح معنی‌داری
راش	۵۵/۵±۳/۹ A	۵۶/۵±۱/۷ A	۵۱/۵±۰/۹ B	۴/۳۰۸	۰/۰۳۳*
ممرز	۱۴/۳±۱/۵ A	۱۵/۳±۸/۶ A	۱۷/۳±۵/۱ A	۱/۱۰۱	۰/۰۸۶ NS
پلت	۸/۲±۰/۶ A	۷/۲±۳/۶ A	۸/۲±۱/۹ A	۰/۹۹۵	۰/۰۶۰ NS
شیردار	۱۰/۲±۱/۱ A	±۳/۵ ۱/۵ B	۵/۱±۵/۷ B	۶/۴۵۰	۰/۰۰۰**
توسکا	۹/۲±۵/۰ A	۹/۱±۰/۴ A	۵/۱±۷/۶ B	۶/۰۶	۰/۰۰۰**
سایر	۳/۰±۰/۸ C	۶/۱±۵/۰ B	۱۲/۱±۲/۷ A	۱۳/۷۱۱	۰/۰۰۰**
کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	–	–

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، NS غیرمعنی‌دار

حروف متفاوت پس از میانگین نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط آزمون دانکن است، سایر گونه‌ها عبارتند از: ون، ملج، اوجا، نمدار

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که بدفرمی‌های انحناء، کجی، مخروطی و پوسیدگی تنهٔ درختان تحت تأثیر نوع پارسل ($P<$۰/۰۱) بود، اما بدفرمی‌های سینوسی، چنگالی، بیضوی و پیچیدگی تنه، ارتباطی به نوع مدیریت نداشت (جدول ۴). فراوانی بدفرمی از نوع انحناء و کجی تنه در پارسل تک‌گزینی بیشتر از پارسل‌های تفرجی و حفاظت‌شده بود ($P<$۰/۰۵)، در حالی‌که بدفرمی از نوع مخروطی و پوسیدگی در پارسل حفاظت‌شده بیشتر از پارسل‌های تفرجی و بهره‌برداری بود ($P<$۰/۰۵).

جدول ٤. فراوانی (درصد) انواع بدفرمی تنهٔ درختان (میانگین±انحراف معیار) در مدیریت‌های متفاوت جنگل

نوع بدفرمی تنه	نوع پارسل			تجزیه واریانس	
	بهره‌برداری شده	تفرجی	حفاظتی	مقدار F	سطح معنی‌داری
سینوسی	۰/۰±۱۳/۰۵ A	۰/۰±۱۰/۰۴ A	۰/۰±۱۲/۰۵ A	۰/۶۰۸	۰/۵۹۴ N.S
انحناء	۰/۰±۵۳/۰۵ A	۰/۰±۱۲/۰۵ B	۰/۰±۱۰/۰۳ B	۳/۱۴۰	۰/۰۲۸*
کجی	۰/۰±۵۸/۰۳ A	۰/۰±۰۸/۰۲ B	۰/۰±۰۷/۰۳ B	۵/۰۶۵	۰/۰۲۰*
چنگالی	۰/۰±۰۸/۰۱ A	۰/۰±۰۷/۰۱ A	۰/۰±۱۰/۰۳ A	۰/۴۳۰	۰/۳۰۲ N.S
مخروطی	۰/۰±۱۴/۰۱ C	۰/۰±۲۵/۰۱ B	۰/۰±۴۴/۱۱ A	۶/۴۲۰	۰/۰۰۰**
بیضوی	۰/۰±۰۵/۰۱ A	۰/۰±۰۵/۰۱ A	۰/۰±۰۶/۰۱ A	۰/۲۵۵	۰/۶۸۲ N.S
پیچیدگی	۰/۰±۰۴/۰۱ A	۰/۰±۰۴/۰۱ A	۰/۰±۰۶/۰۱ A	۰/۳۷۱	۰/۴۲۰ N.S
پوسیدگی	۱/۰±۲۹/۲۷ C	۴/۰±۸۲/۴۸ B	۷/۰±۹۳/۵۴ A	۴۵/۳۱۸	۰/۰۰۰**
مجموع	۲/۰±۸۴/۹۵ C	۵/۰±۵۳/۶۶ B	۸/۰±۸۸/۸۴ A	۷۲۰/۴۷۷	۰/۰۰۰**

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، NS غیرمعنی‌دار

حروف متفاوت پس از میانگین نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط آزمون دانکن است، سایر گونه‌ها عبارتند از: ون، ملج، اوجا، نمدار

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین گونه‌های راش، ممرز، پلت، شیردار و توسکا، فقط فراوانی بدفرمی راش تحت تأثیر نوع پارسل قرار داشت ($P<۰/۰۱$) و فراوانی بقیهٔ گونه‌ها مستقل از نوع پارسل بود (جدول ۵). همچنین، فراوانی بدفرمی تنه در سایر گونه‌ها (ون، ملج، اوجا و نمدار) تحت تأثیر نوع پارسل قرار داشت ($P<۰/۰۱$). بیشترین فراوانی بدفرمی تنهٔ راش در پارسل حفاظت‌شده و کمترین آن در پارسل بهره‌برداری مشاهده شد. همچنین، بدفرمی تنهٔ سایر گونه‌ها (ون، ملج، اوجا و نمدار) در پارسل حفاظت‌شده بیشتر از پارسل‌های تفرجی و بهره‌برداری بود.

جدول ۵. فراوانی (درصد) بدفرمی تنه گونه‌های درختان (میانگین±انحراف معیار) پارسل‌های مختلف

گونه	نوع پارسل			تجزیه واریانس	
	بهره‌برداری شده	تفرجی	حفاظتی	مقدار F	سطح معنی‌داری
راش	۱/۰±۱/۶ C	۴/۱±۱/۰ B	۷/۱±۵/۶ A	۱۵/۰۸۵	۰/۰۰۰**
ممرز	۱/۰±۵/۵ A	۱/۰±۸/۶ A	۱/۰±۴/۴ A	۱/۰۵۰	۰/۰۷۷ N.S
پلت	۱/۰±۹/۶ A	۱/۰±۵/۶ A	۱/۰±۷/۵ A	۰/۹۹۸	۰/۰۶۵ N.S
شیردار	۲/۰±۱/۵ A	۱/۰±۹/۴ A	۲/۰±۰/۷ A	۰/۹۸۰	۰/۰۷۶ N.S
توسکا	۲/۰±۸/۷ A	۲/۰±۵/۶ A	۲/۰±۱/۶ A	۱/۱۰۲	۰/۱۰۵ N.S
سایر	۲/۰±۰/۵ C	۳/۱±۳/۰ B	۶/۵±۰/۷ A	۱۳/۷۱۱	۰/۰۰۰**

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، NS غیرمعنی‌دار

حروف متفاوت پس از میانگین نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط آزمون دانکن است، سایر گونه‌ها عبارتند از: ون، ملج، اوجا، نمدار

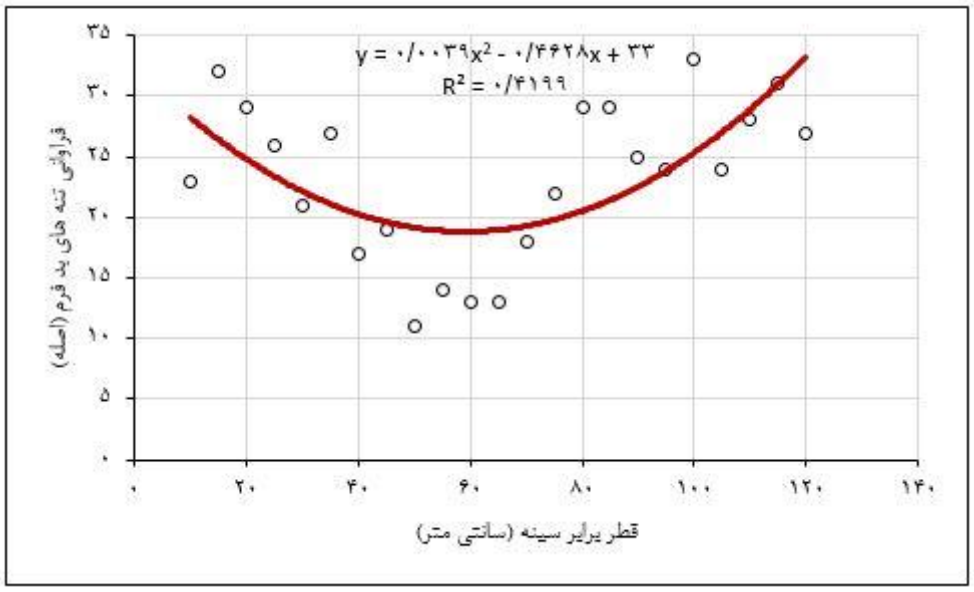
نتایج بررسی فراوانی (درصد) انواع بدفرمی تنه در گونه‌های مختلف و تجزیه واریانس نشان داد که فراوانی بدفرمی‌های انحناء، کجی، مخروطی و پوسیدگی تحت تأثیر گونهٔ درخت بود، اما فراوانی بدفرمی‌های سینوسی، چنگالی، بیضوی و پیچیدگی مستقل از گونه بود (جدول ۶). فراوانی انحناء تنه در گونه‌های پلت، شیردار و توسکا بیشتر از سایر گونه‌ها بود ($P<۰/۰۵$)، فراوانی کجی تنه در توسکا بیشتر از سایر گونه‌ها بود ($P<۰/۰۵$). فراوانی تنهٔ مخروطی و پوسیدگی تنه در سایر گونه‌ها (ون، ملج، اوجا و نمدار) بیشتر از گونه‌های راش، ممرز، پلت، شیردار و توسکا بود ($P<۰/۰۵$). نتایج بررسی پراکنش تنه‌های بدفرم در طبقات قطری نشان داد که فراوانی تنه‌های بدفرم در قطرهای کم (کمتر از ۳۰ سانتی‌متر) زیاد بود. با افزایش قطر تا ۶۵ سانتی‌متر از فراوانی آن‌ها کاسته شد و سپس با افزایش قطر دوباره فراوانی آن‌ها افزایش یافت (شکل ۲). نتایج آزمون همبستگی نشان داد که ضریب همبستگی بین فراوانی تنه‌های بدفرم و قطر برابر سینه ($r=۰/۴۱۹۹$) در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود ($F=۳۵/۴۱۳$).

جدول ٦. فراوانی (درصد) انواع بدفرمی تنه در گونه‌های مختلف درختان (میانگین±انحراف معیار)

نوع بدفرمی تنه	گونه							تجزیه واریانس	
	راش	ممرز	پلت	شیردار	توسکا	سایر	مقدار F	سطح معنی‌داری
سینوسی	۰/۰۹±۰/۰۳^{a}	۰/۱۰±۰/۰۳^{a}	۰/۱۲±۰/۰۳^{a}	۰/۱۲±۰/۰۴^{a}	۰/۱۱±۰/۰۳^{a}	۰/۱۰±۰/۰۳^{a}	۰/۸۲۳	۰/۶۴۷ N.S
انحناء	۰/۱۱±۰/۰۳^{b}	۰/۱۲±۰/۰۴^{b}	۰/۱۸±۰/۰۴^{a}	۰/۱۹±۰/۰۴^{a}	۰/۲۱±۰/۰۵^{a}	۰/۱۱±۰/۰۳^{b}	۳/۵۵۲	۰/۰۲۲*
کجی	۰/۱۰±۰/۰۳^{b}	۰/۰۸±۰/۰۲^{b}	۰/۰۹±۰/۰۳^{b}	۰/۱۰±۰/۰۳^{b}	۰/۱۷±۰/۰۳^{a}	۰/۰۸±۰/۰۳^{b}	۴/۱۹۰	۰/۰۴۵*
چنگالی	۰/۰۵±۰/۰۱^{a}	۰/۰۶±۰/۰۱^{a}	۰/۰۵±۰/۰۱^{a}	۰/۰۵±۰/۰۱^{a}	۰/۰۴±۰/۰۱^{a}	۰/۰۴±۰/۰۱^{a}	۰/۲۸۵	۰/۴۷۱ N.S
مخروطی	۰/۰۶±۰/۰۱^{bc}	۰/۰۸±۰/۰۲^{ab}	۰/۰۵±۰/۰۱^{c}	۰/۰۵±۰/۰۱^{c}	۰/۰۴±۰/۰۳^{c}	۰/۱۰±۰/۰۳^{a}	۴/۰۸۰	۰/۰۰۰*
بیضوی	۰/۰۵±۰/۰۱^{a}	۰/۰۵±۰/۰۱^{a}	۰/۰۶±۰/۰۱^{a}	۰/۰۵±۰/۰۳^{a}	۰/۰۵±۰/۰۳^{a}	۰/۰۸±۰/۰۳^{a}	۰/۶۳۷	۰/۵۸۱ N.S
پیچیدگی	۰/۰۴±۰/۰۱^{a}	۰/۰۵±۰/۰۱^{a}	۰/۰۶±۰/۰۱^{a}	۰/۰۶±۰/۰۱^{b}	۰/۰۵±۰/۰۱^{b}	۰/۰۶±۰/۰۱^{b}	۰/۴۱۰	۰/۶۴۴ N.S
پوسیدگی	۲/۳۳±۰/۵۰^{a}	۲/۴۲±۰/۵۴^{a}	۱/۱۵±۰/۲۷^{b}	۱/۰۰±۰/۲۲^{b}	۱/۱۰±۰/۲۵^{b}	۲/۲۱±۰/۴۵^{a}	۸/۴۰۸	۰/۰۰۰**

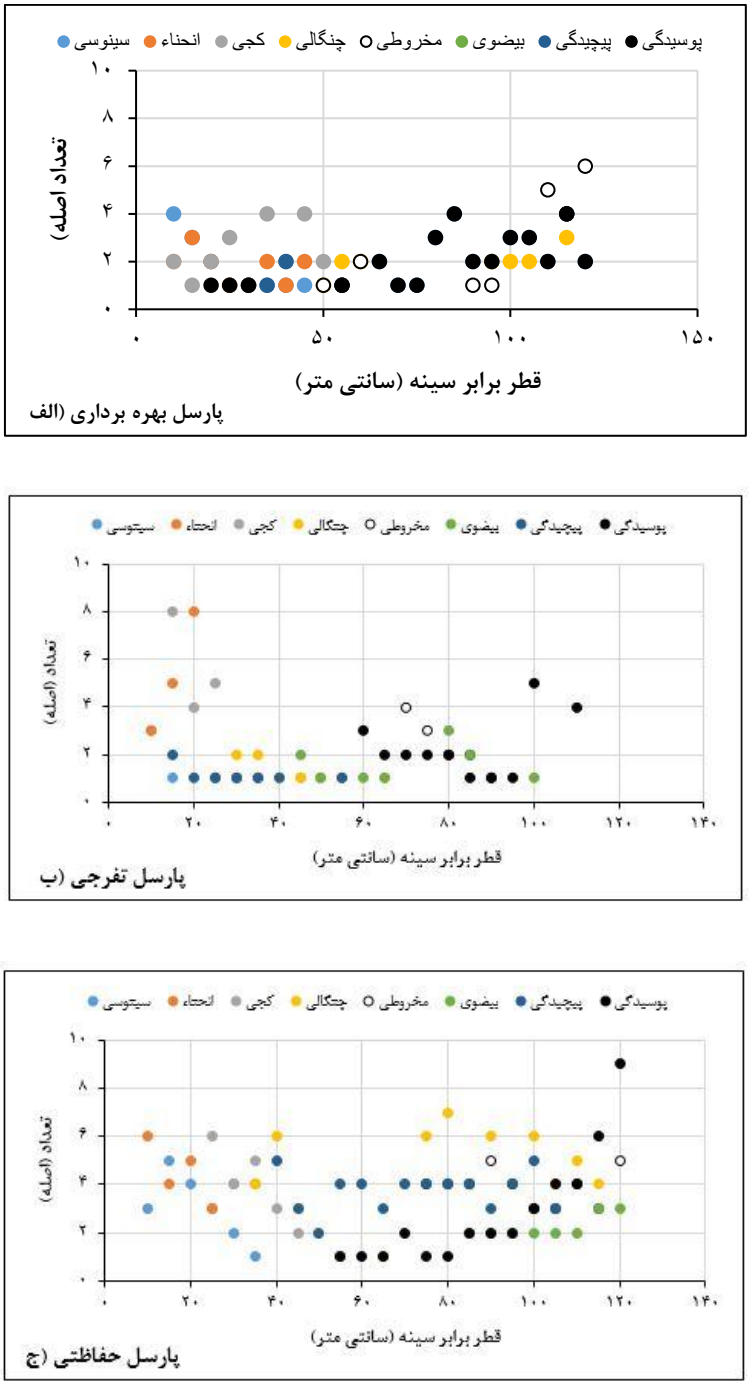
**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، NS غیرمعنی‌دار

حروف متفاوت پس از میانگین نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط آزمون دانکن است، سایر گونه‌ها عبارتند از: ون، ملج، اوجا، نمدار



شکل ۲. پراکنش فراوانی بدفرمی درختان در طبقات قطری درختان در پارسل‌های مورد مطالعه

بررسی فراوانی انواع بدفرمی تنه در طبقه‌های قطری درختان نشان داد که در هر سه پارسل حفاظت‌شده، تفرجی و بهره‌برداری شده، بدفرمی‌های تنه از نوع سینوسی، انحناء و کجی بیشتر در طبقه‌های قطری کم (کمتر از ۳۰ سانتی‌متر)، و بدفرمی‌های تنه از نوع پوسیدگی و مخروطی در طبقه‌های قطری زیاد (بزرگ‌تر از ۶۰ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۳). بدفرمی از نوع پوسیدگی در پارسل بهره‌برداری شده در تمام طبقه‌های قطری مشاهده شد (شکل ۳ الف)، در صورتی‌که این نوع بدفرمی در پارسل‌های تفرجی (شکل ۳ ب) و حفاظت‌شده (شکل ۳ ج) از طبقه قطری ۵۵ سانتی‌متر به بعد مشاهده شد.



شکل ۳. فراوانی انواع بدفرمی تنه درختان در طبقه‌های قطری درختان در پارسل‌های مختلف

۴. بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فراوانی درختان زنده در پارسل‌های بهره‌برداری شده و تفرجی کمتر از پارسل حفاظت‌شده بود. پژوهش‌های متعددی به فراوانی بیشتر درختان و حجم سرپای بیشتر جنگل در توده‌های حفاظت‌شده نسبت به توده‌های بهره‌برداری شده و حفاظتی در توده های راش‌های هیرکانی [۱۲] و سایر جنگل‌های پهن‌برگ اشاره کرده‌اند [۱۷، ۱۸]. همچنین، نتایج این پژوهش نشان داد که هرچند ساختار جنگل در پارسل‌های بهره‌برداری شده، تفرجی و حفاظت‌شده ناهمسال بود، اما فراوانی درختان میان‌قطر (۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر) و قطور (قطورتر از ۶۰ سانتی‌متر) در آن‌ها کمتر از پارسل حفاظت شده بود. این نتایج نیز در راستای

پژوهش‌های پیشین Villela و همکاران (۲۰۰۶) است [۱۹]. پارسل تفرجی کمترین فراوانی درختان کم‌قطر (کوچک‌تر از ۳۰ سانتی‌متر) را نسبت به پارسل‌های بهره‌برداری شده و حفاظت شده داشت.

نتایج این مطالعه نشان داد که نوع مدیریت، تأثیر معنی‌داری بر ترکیب گونه‌های درختی داشت، به‌طوری‌که در مقایسه با پارسل حفاظت شده، فراوانی گونه‌های راش، شیردار و توسکا در پارسل بهره‌برداری شده و گونه‌های راش و توسکا در پارسل تفرجی افزایش یافت، در حالی‌که در پارسل بهره‌برداری و تفرجی فراوانی گونه‌های پراکنده (ون، ملج، اوجا و نمدار) کاهش یافت. این نتایج در راستای پژوهش‌های پیشین است [۲۰] که اشاره کرده‌اند در اثر اجرای بهره‌برداری در جنگل‌های هیرکانی، علاوه بر فراوانی راش، فراوانی گونه‌های پیشگام و نورپسند مانند افرا و توسکا افزایش یافته است. نتایج این پژوهش نشان داد که فراوانی خشک‌دارها در پارسل بهره‌برداری و تفرجی در مقایسه با پارسل حفاظتی کاهش یافت. هم‌راستا با نتایج این پژوهش، در سایر پژوهش‌ها نیز اشاره شده است که مدیریت‌های تک‌گزینی و تفرجی موجب کاهش فراوانی خشک‌دارها شده است [۲۵-۲۰].

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که فراوانی پایه‌های بدفرم به‌طور معنی‌داری در پارسل‌های بهره‌برداری و تفرجی نسبت به پارسل حفاظتی کاهش یافت. البته، تغییرات در فراوانی بدفرمی تنه بستگی به نوع پارسل و نوع بدفرمی داشت، به‌طوری‌که نوع مدیریت تنها بر فراوانی بدفرمی‌های انحنا، کجی، مخروطی و پوسیدگی تنه درختان تأثیر معنی‌دار داشت. در پارسل بهره‌برداری فراوانی بدفرمی‌های انحنا و کجی افزایش و فراوانی بدفرمی‌های مخروطی و پوسیدگی کاهش یافت.

در پارسل تفرجی هم فراوانی بدفرمی‌های مخروطی و پوسیدگی کاهش یافت. دلیل این امر را می‌توان نحوهٔ اجرای بهره‌برداری بر پایهٔ اهداف کلاسیک برداشت در منطقهٔ مورد مطالعه ذکر کرد زیرا از یک‌سو، با قطع پایه‌های بدفرم در طی دوره‌های گذشته از فراوانی آن‌ها کاسته و از سوی دیگر شرایط محیطی را برای رویش درختان خوش‌فرم مهیا ساخته است. بهره‌برداری به روش تک‌گزینی با تنظیم تاج‌پوشش و تراکم درختان (اصله در هکتار) از فراوانی درختان مقطع بیضوی و تنه مخروطی کاسته و شرایط رویش تنه‌های استوانه‌ای را مهیا کرده است. پایه‌های چنگالی در دوران بهره‌برداری قطع شده و شرایط بروز این نوع بدفرمی کاهش یافته است. پایه‌های به سن دیرزیستی رسیده از جنگل خارج و فراوانی درختان پوسیده را کاهش داده است. هرچند بدفرمی پایه‌ها از نوع پوسیدگی در پارسل بهره‌برداری وجود دارد، اما علت ایجاد آن‌ها بیشتر به‌دلیل صدمات مکانیکی بهره‌برداری بر درختان باقی‌مانده در جنگل است.

نتایج این پژوهش نشان داد که نوع مدیریت، تأثیر معنی‌داری بر فراوانی بدفرمی تنه‌های گونه راش داشت و فراوانی بدفرمی تنه‌های گونه‌های ممرز، توسکا، پلت و شیردار مستقل از نوع پارسل بود. همچنین، فراوانی بدفرمی تنه‌های گونه‌های پراکنده (ون، ملج، اوجا و نمدار) تحت تأثیر نوع پارسل بود. فراوانی پایه‌های بدفرم راش در پارسل بهره‌برداری به‌طور معنی‌داری کمتر از پارسل‌های تفرجی و حفاظتی بود. در واقع، بهره‌برداری صرف نظر از گونه، موجب بهبود کیفیت تنهٔ تمام درختان توده شده بود. این موضوع دلالت بر ماهیت بهره‌برداری تک‌گزینی مبنی بر حفظ ساختار، ترکیب و تنوع گونه‌های درختان توده دارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فراوانی بدفرمی تنهٔ درختان بستگی به گونه و نوع بدفرمی دارد؛ به‌طوری‌که فراوانی بدفرمی‌های سینوسی، چنگالی، بیضوی و پیچیدگی مستقل از گونه، اما فراوانی بدفرمی‌های انحنا، کجی، مخروطی و پوسیدگی تحت تأثیر گونهٔ درخت بود. همچنین، گونه‌های پلت، شیردار بیشتر از سایر گونه‌ها در معرض بدفرمی از نوع انحنا و گونه توسکا بیشتر از سایر گونه‌ها در معرض بدفرمی از نوع کجی بود. فاصلهٔ درختان از همدیگر در توده‌های جنگلی بر رقابت بین درختان برای نور خورشید، رطوبت و مواد مغذی تأثیر می‌گذارد، بنابراین بر الگوهای رشد درختان و تشکیل چوب تأثیرگذار خواهد بود [۲۶]. گونه‌های پیشگام به‌دلیل رشد سریع خود، پس از عملیات برداشت چوب، مستعد ابتلا به ناهنجاری‌های سینوسی، کجی و خم‌شدگی هستند. همان‌طور که در مقدمه اشاره شد عوامل متعددی در بروز پدیدهٔ بدفرمی تنه و فراوانی آن‌ها در جنگل‌ها می‌توانند تأثیرگذار باشند، عواملی مانند چرای حیوانات و دام از نهال‌های جوان و همچنین حضور انسان در عرصه‌های تفرجی. احتمالاً در پارسل تک‌گزینی تأثیر برش‌های انجام گرفته، در پارسل حفاظتی تأثیر چرای حیوانات و در پارسل تفرجی حضور انسان بیشترین نقش را در بروز و فراوانی تنه‌های بدفرم داشته‌اند، که نیاز به تحقیقات کامل‌تر دارد.

نتایج نشان داد که فراوانی و نوع بدفرمی تنهٔ درختان در ارتباط با قطر برابر سینه درختان بود. با افزایش قطر برابر سینه درختان از

۷/۵ تا ۶۵ سانتی‌متر، از فراوانی تنه‌های بدفرم کاسته و با افزایش قطر برابر سینه درختان از ۶۵ سانتی‌متر به بالا، فراوانی تنه‌های بدفرم افزایش یافت. همچنین، نتایج نشان داد که بدفرمی‌های تنه از نوع سینوسی، انحنا و کجی بیشتر در طبقه‌های قطری کم (کمتر از ۳۰ سانتی‌متر)، و بدفرمی‌های تنه از نوع پوسیدگی و مخروطی در طبقه‌های قطری زیاد (بزرگ‌تر از ۶۰ سانتی‌متر) مشاهده شد. نکتهٔ قابل توجه این بود که بدفرمی از نوع پوسیدگی در پارسل تک‌گزینی در تمام طبقه‌های قطری مشاهده شد، در صورتی‌که این نوع بدفرمی در پارسل‌های تفرجی و حفاظت‌شده از طبقهٔ قطری ۵۵ سانتی‌متر به بعد مشاهده شد. بیشتر بودن فراوانی درختان بدفرم در طبقات قطری پایین به‌دلیل بیشتر بودن فراوانی‌های بدفرمی از نوع سینوسی، انحنا و کجی، و بیشتر بودن فراوانی بدفرمی در طبقات قطری بالا به‌دلیل بیشتر بودن فراوانی بدفرمی از نوع پوسیدگی و مخروطی بود. یکی از دلایل بیشتر بودن فراوانی تنه‌های بد فرم در توده‌های طبیعی حفاظت‌شده می‌تواند تراکم بیشتر درختان در آن‌ها نسبت به توده‌های تک‌گزینی باشد زیرا به‌دلیل افزایش رقابت برای نور، درختان جوان دارای قطر کم و ارتفاع زیاد می‌شوند و در نتیجه فراوانی خم‌شدگی در آن‌ها زیاد شده یود.

یکی از نگرانی‌هایی که در مورد حفاظت و توسعهٔ پایدار راشستان‌های ایران وجود دارد، نحوهٔ نشانه‌گذاری انتخابی جنگلبانان است که با حفظ پایه‌های خوش‌فرم سعی در اصلاح توده‌ها دارند، ولی از طرف دیگر این نوع انتخاب ممکن است باعث فرسایش ژنتیکی توده‌ها شود [۲۷]. نظارت سیستماتیک و طولانی‌مدت برای همراهی با پویایی و فرآیندهای اکولوژیک جنگل‌ها، مانند نرخ مرگ‌ومیر، تجدید حیات، تغییرات ترکیب گونه‌ای و رویش درختان ضروری است [۱۲]. مدیریت بهره‌برداری به روش تک‌گزینی، پویایی طبیعی جنگل را از طریق افزایش نرخ مرگ و میر، تجدید حیات و نرخ رشد درختان باقیمانده تغییر می‌دهد [۲۸].

۵. نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، کمیت، کیفیت و فرم تنهٔ درختان در سه پارسل بهره‌برداری شده، حفاظتی و تفرجی در توده‌های راش آمیخته در جنگل‌های ناو اسالم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد هرچند در پارسل بهره‌برداری شده و تفرجی فراوانی درختان کاهش یافته بود، اما با کاهش فراوانی خشک‌دارها و تنه‌های بدفرم موجب اصلاح کیفیت و فرم تنهٔ درختان در مقایسه با پارسل حفاظتی شده است. همچنین فراوانی گونه‌های درختان پراکنده و درختان قطور (قطر برابر سینه بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر) در پارسل بهره‌برداری شده کاهش یافت. خشک‌دارها از اجزاء مهم اکوسیستم‌های جنگلی بوده و از نظر اکولوژیک، نقش مهمی در توالی و پایداری جنگل دارند. درختان پراکنده و قطور نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی جنگل دارند. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که مدیریت پایدار جنگل نیاز به نظارت منظم و مداوم کمیت و کیفیت تنهٔ درختان دارد.

۶. منابع

[1]. Bosela, M., Redmond, J., Kučera, M., Marin, G., & Adolt, R. (2016). Stem quality assessment in European National Forest Inventories: an opportunity for harmonized reporting? *Annals of Forest Science*, 73(3): 635-648.

[2]. Leduc, D.J., Sung, Sh. S., & Wharton, K. (2012). Assessing the leaning, bending, and sinuosity of sapling-size trees. Proceedings of the 16th Biennial Southern Silvicultural Research Conference. pp. 177-183.

[3]. Del Río, M., Bravo, F., Pando, V., Sanz, G., & De Grado, R.S. (2004). Influence of individual tree and stand attributes in stem straightness in *Pinus pinaster* Ait. Stands. *Annals of Forest Science*, 61(2): 141-148.

[4]. Tavankar, F., Nikooy, M., Lo Monaco, A., & Picchio, R. (2021). Long-term impact of selection cutting management on frequency of stem deformity in mixed beech forests of northern Iran. *Drewno*, 64(207): 1-26.

[5]. Rudnicki, M., Wang, X., Ross, R.J., Allison, R.B., & Perzynski, K. (2017). Measuring wood quality in standing trees: A review. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 13 p.

[6]. Tavankar, F., Monaco, A., Nikooy, M., Venanzi, R., Bonyad, A., & Picchio, R. (2019). Snow damages on trees of an uneven age in mixed broadleaf forests: effects of topographical conditions and tree characteristics. *Journal of Forestry Research*, 30: 1383-1394.

[7]. Zeltinš, P., Katrevi˘cs, J., Gailis, A., Maaten, T., Baders, E., & Jansons, A. (2018). Effect of Stem Diameter, Genetics, and Wood Properties on Stem Cracking in Norway Spruce. *Forests*, 9(9): 1-10.

[8]. Turvey, N.D., Downes, G.M., Hopmans, P., Stark, N., Tomkins, B., & Rogers, H. (1993). Stem deformation in fast grown *Pinus radiata*: an investigation of causes. *Forest Ecology and Management*, 62(1-4): 189-209.

[9]. Gartner, B.L., & Johnson, G.R. (2006). Is long primary growth associated with stem sinuosity in Douglas-fir?. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(9): 2351-2356.

[10]. Karamdost Marian, B., Bonyad, A., & Tavankar, F. (2019). Effect of harvest intensity on volume growth of mixed beech stands in Asalem Nav forests. *Journal of Forest Research and Development*, 4(4): 533-547.

[11]. Tavankar, F., Kivi, A.R., Taheri-Abkenari, K., Lo Monaco, A., Venanzi, R., & Picchio, R. (2022). Evaluation of Deadwood Characteristics and Carbon Storage under Different Silvicultural Treatments in a Mixed Broadleaves Mountain Forest. *Forests*, 13(2), 259.

[12]. Tavankar, F., & Nikooy, M. (2017). Decay development of trees bole following logging damages in a 10 years period in mixed beech forest (Case study of Asalem-Nav forest in Guilan). *Journal of Forest Research and Development*, 3(1): 15-27. (In Persian)

[13]. Keren, S., & Diaci, J. (2018). Comparing the Quantity and Structure of Deadwood in Selection Managed and Old-Growth Forests in South-East Europe. *Forests*, 9(2): 76.

[14]. Fallahnia, M., & Rafighi, A. 2012. The effect of initial spacing on bole form and annual growth of (*Acer velutinum*). *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 19(2): 153-159. (In Persian)

[15]. Nav Forest management plan, (2008). Asalem natural resources office, Nav watershed. 288.

[16]. Downes, G., Moore, G.A., & Turvey, N.D. (1994). Variations in response to induced stem bending in seedlings of *Pinus radiate*. *Trees*, 8: 151-159.

[17]. Verburg, R., & Van Eijk-Bos, C. (2003). Effects of selective logging on tree diversity, composition and plant functional type patterns in a Bornean rain forest. *Journal of Vegetation Science*, 14(1): 99-110.

[18]. Schnabel, F., Donoso, P.J., & Winter, C. (2017). Short-term effects of single-tree selection cutting on stand structure and tree species composition in Valdivian rainforests of Chile. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 47(1), 21.

[19]. Villela, D.M., Nascimento, M.T., De Aragao, L.E.O.C., & Gama, D.M. (2006). Effect of selective logging on forest structure and nutrient cycling in a seasonally dry Brazilian Atlantic forest. *Journal of Biogeography*, 33(3): 505-516.

[20]. Tavankar, F., Nikooy, M., Picchio, R., Venanzi, R., & Lo Monaco, A. (2017). Long-term effects of single-tree selection cutting management on coarse woody debris in natural mixed beech stands in the Caspian forest (Iran). *iForest*, 10(3), 652-658.

[21]. Šenhofa, S., Jaunslaviete, I., Šnepsts, G., Jansons, J., Liepa, L., & Jansons, A. (2020). Deadwood Characteristics in Mature and Old-Growth Birch stands and their implications for carbon storage. *Forests*, 11(5), 536.

[22]. Kenefic, L.S., & Nyland, R.D. (2007). Cavity trees, snags, and selection cutting: A Northern Hardwood Case Study. *Northern Journal of Applied Forestry*, 24(3): 192-196.

[23]. Sefidi, K., & Marvi Mohadjer, M.R. (2009). Amount and quality of dead trees (snag and logs) in a mixed beech forest with different management histories. *Journal of Forest and Wood Products*, 62(2): 191-202. (In Persian)

[24]. Sefidi, K., & Marvi Mohadjer, M. R. (2016). Dynamic of coarse woody debris among stand developmental stages of mixed beech (*Fagus orientalis*) forests. *Forest Research and Development*, 2(1): 17-32. (In Persian)

[25]. Sefidi, K. (2005). Qualitative and quantitative investigation on dead trees in the managed and unmanage forests. M.Sc Thesis. University of Tehran, Tehran, 180 p. (In Persian)

[26]. Macdonald, E., & Hubert, J. (2002). A review of the effects of silviculture on timber quality of Sitka spruce. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 75(2): 107-138.

[27]. Salehi Shanjani P., Asareh M.H. & Calagari M. (2011). Genetic differentiation among the forked and monopodial beech (*Fagus orientalis* Lipsky) groups. *Iranian Journal of Biology*, 24(5): 752-765. (In Persian)

[28]. Amaral, M.R.M., Lima, A.J.N., Higuchi, F.G., Santos, J.D., & Higuchi, N. (2019). Dynamics of tropical forest twenty-five years after experimental logging in central Amazon mature forest. *Forests*, 10(2): 89.