



University of Tehran

Determination of wood volume losses and financial loss due to cutting garden trees (Case study: Langaroud County)

Ammar Naghdi¹ | Ramin Naghdi^{2*} | Mehrdad Mirzaei³

1. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. Email: ammarnaghdi7@gmail.com

2. Corresponding author, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. Email: rnaghdi@guilan.ac.ir

3. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. Email: mehrdadmirzaei28@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article type:

Research Article

Article History:

Received: 11 December 2023

Revised: 15 January 2024

Accepted: 20 January 2024

Published online: 10 March 2024

Keywords:

Cost,

Forest biometry,

Forest logging,

Stump height.

The occurrence of log damage happens at different stages of logging, but minimizing it is one of the principles of proper logging. The purpose of this study was to estimate the wood volume losses during the harvesting stages of garden trees in Langaroud County. In order to calculate the wood value loss following tree felling, the selection sampling method was used. In total, 52 trees consisting of oak (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey), Caucasian wingnut (*Petrocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach), alder (*Alnus glutinosa* L.), elm (*Ulmus carpiniifolia* Borkh.), and maple (*Acer velutinum* Boiss.) species across three diameter classes of 20-40, 40-60, and >60 cm were measured. Two-way ANOVA and Duncan tests were used to analyze the data. The results showed that the sum of wood loss rates in oak, Caucasian wingnut, alder, elm, and maple species are 0.644, 0.467, 0.610, 0.466, and 0.499 m³, respectively. Additionally, the results showed that with the increase of diameter classes, the rate of wood loss increased in all species. The results of the ANOVA test showed that there was a significant difference between the volumes of wood loss in the diameter classes, but there was no significant difference between different species. The cross impact of diameter classes and tree species on the rate of volume wood loss did not show any significant difference. The results of the Duncan test showed that there was a significant difference in volume wood loss in the tree diameter classes. The results also showed that the volume wood loss in all species (52 trees) is 2.686 m³, with a value of 148,389,000 Rials. In general, the results indicate that by reducing the wood volume loss, it is possible to increase income from cutting and selling wood products.

Cite this article: Naghdi, A., Naghdi, R., Mirzaei, M. (2024). Determination of wood volume losses and financial loss after the cutting operation of the garden trees (Case study: Langaroud County). *Journal of Forest and Wood Products*, 76 (4), 367-377. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwp.2024.369446.1271>



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

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwp.2024.369446.1271>



تعیین میزان افت حجمی چوب و کاهش ارزش آن پس از عملیات قطع درختان جنگلی-باغی (مطالعه موردی: شهرستان لنگرود)

عمار نقدی^۱ | رامین نقدی^{۲*} | مهرداد میرزایی^۳

۱. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: ammarnaghd7@gmail.com
 ۲. نویسنده مسئول، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: rnaghd@guilan.ac.ir
 ۳. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: mehrdadmirzaei28@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

ضایعات چوب در مراحل مختلف برداشت چوب اتفاق می‌افتد، اما به حداقل رساندن آن از اصول بهره‌برداری صحیح است. هدف این بررسی، برآورد درصد افت حجمی چوب پس از قطع، تبدیل و استحصال درختان باغی در شهرستان لنگرود بود. به منظور محاسبه افت چوب در اثر قطع درخت با استفاده از آره موتوری و محاسبه افت ارزش آن، از روش نمونه‌برداری انتخابی استفاده شد. در مجموع ۵۲ اصله درخت از گونه‌های بلوط (*Quercus castaneifolia* C.A.)، لرج (*Mey*)، لرج (*Petrocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach)، توسکا (*Alnus glutinosa* L.)، اوجا (*Ulmus carpinifolia* Borkh.) و افرا (*Acer velutinum* Boiss.) در سه طبقه قطری ۴۰-۶۰، ۲۰-۴۰ و بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس دو عامله و آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. نتایج نشان داد که مجموع میزان افت چوب در گونه‌های بلوط، لرج، توسکا، اوجا و افرا به ترتیب ۰/۶۴۴، ۰/۴۶۷، ۰/۶۱۰، ۰/۴۶۶ و ۰/۴۹۹ مترمکعب است. نتایج نشان داد که با افزایش طبقات قطری، میزان افت چوب در همه گونه‌ها افزایش می‌یابد. نتایج آزمون تجزیه واریانس دو عامله نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان افت حجمی در طبقات قطری وجود دارد ولی بین میزان افت حجمی در گونه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تأثیر متقابل طبقات قطری و گونه‌های درختی بر میزان افت حجمی چوب، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. آزمون مقایسه میانگین دانکن نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان افت حجمی چوب در هر سه طبقه قطری وجود دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان افت حجمی چوب در ۵۲ اصله درخت بررسی شده، ۲/۶۸۶ مترمکعب است که ارزش ریالی آن برابر ۱۴۸۳۸۹۰۰۰ ریال می‌باشد. به طور کلی، نتایج نشان داد که با کاهش افت حجمی چوب می‌توان درآمد حاصل از قطع و فروش چوب‌آلات را افزایش داد.

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۰
 تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵
 تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۳۰
 تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰

کلیدواژه:

ارتفاع کنده،
 بهره‌برداری جنگل،
 بیومتری جنگل،
 هزینه‌یابی.

استناد: نقدی، عمار؛ نقدی، رامین؛ میرزایی، مهرداد (۱۴۰۲). تعیین میزان افت حجمی چوب و کاهش ارزش آن پس از عملیات قطع درختان جنگلی-باغی (مطالعه موردی: شهرستان لنگرود). *نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب*، ۷۶ (۴)، ۳۶۷-۳۶۷. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfw.2024.369446.1271>



۱. مقدمه

اطلاعات دقیق و به‌روز برای اهداف متعددی، از جمله مدیریت جنگل، پایش سلامت، تنوع زیستی، اثر تغییرات آب و هوا و عوامل محیطی مختلف مورد نیاز است [۱]. کسب اطلاعات دقیق کمی از توده‌های جنگلی در اعمال مدیریت علمی و فنی و هدایت توده جنگلی به سمت جنگل پایا از ضروریات است. بدون شک برداشت چوب به‌عنوان مهم‌ترین حلقه فعالیت در علم جنگلداری، در اقتصاد ملی و آینده جنگل از نظر استمرار تولید و تأمین نیاز مواد اولیه چوبی کشور نقش اساسی دارد. برداشت چوب اصولی از توده‌های جنگلی قابل استحصال، با توجه به برنامه‌ریزی زمانی و مکانی برداشت، استمرار تولید بیولوژیک را فراهم می‌کند و توسعه پایدار جنگل و تولید چوب را به‌همراه دارد [۲]. برداشت چوب یکی از فعالیت‌های مدیریتی در جنگل است که تأثیر به‌سزایی در هزینه‌های برداشت و دیگر درآمدهای جانبی دارد. از این‌رو، در صورت طراحی و اجرای ضعیف این فرآیند، هزینه‌ها افزایش یافته و صدمات محیط زیستی و نیز صدمات اقتصادی و اجتماعی زیادی همچون افت زیاد چوب، استفاده محدود از منابع موجود و صدمه به نیروی کار را به‌دنبال خواهد داشت [۳]. اطلاعات لازم در مورد کمیت و کیفیت محصولات ناشی از قطع و برداشت چوب، ابزار قدرتمندی به‌منظور مدیریت بهینه واحد جنگلداری است. پیش‌بینی و برآورد مقدار چوب حاصل از عملیات برداشت چوب یکی از موارد اساسی در مدیریت بازار فرآورده‌های چوبی است. به‌طور کلی، سیستم برداشت چوب دستی در مقایسه با سیستم برداشت چوب مکانیزه، صدمه بیشتری به گرده‌بینه‌های برداشت شده می‌زند و بیشتر این صدمات مربوط به عملیات قطع و انداختن با اهر موتوری است [۴]. عملیات قطع و تبدیل درختان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و شاید مشکل‌ترین و خطرناک‌ترین قسمت برداشت چوب است و یکی از ویژگی‌های آن پرمخاطره‌بودن ماهیت کار قطع و برداشت چوب از جنگل است. یکی از احتیاجات اصلی برای دستیابی به مدیریت پایدار جنگل‌ها، کاهش صدمات ناشی از برداشت چوب است که در نتیجه سیستم بهره‌برداری با کاهش صدمات یا برداشت چوب طراحی شده قابل دستیابی است [۵].

براساس مشاهدات و مطالعاتی که در ایران به‌عمل آمده، در اثر نحوه اجرای نادرست عملیات قطع و تبدیل، حدود ۱۵ درصد از بهترین و پرارزش‌ترین قسمت‌های چوب (در مجاورت کنده و انتهای تنه) به‌صورت کنده‌های بلند و در اثر شکافتگی چوب و غیره از بین می‌رود. البته این ضایعات فقط مربوط به مرحله قطع درخت بوده و ضایعات چوب در امر تبدیل منظور نگردیده است [۶]. Amozadeh و Nikooy (۲۰۱۴) با بررسی عوامل مؤثر بر ارتفاع بلند کنده درختان و افت حجمی و ریالی ناشی از آن در جنگل‌های حوزه آبخیز اسالم، نشان دادند که متوسط ارتفاع کنده درختان مورد مطالعه در مقایسه با ارتفاع ایده‌آل کنده (۱۵ سانتی‌متر)، برابر ۲۵/۴۵ سانتی‌متر بود. همچنین بیان کردند که قطر کنده مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر روی ارتفاع آن است و به ازای هر درخت مقطوعه، حجم چوبی معادل ۰/۰۲۶۹۱ مترمکعب و ۴۷۱۶۷ ریال به ازای ارتفاع بیش از اندازه کنده از بین می‌رود [۷]. در پژوهشی دیگر، Ghorbani و Jourgholami (۲۰۱۵) با بررسی میزان افت حجمی چوب و کاهش ارزش ریالی آن طی عملیات قطع درخت و بینه بری برای درختان راش و ممرز در جنگل‌های خیرود نشان دادند که از کل حجم قطع شده در بین تمام گونه‌ها، ۴۲/۵ مترمکعب و در بخش بینه‌بری ۱۶/۰۵ مترمکعب چوب دچار انواع درجه‌های صدمه شدند. بیشتر صدمات مشاهده شده در چوب بر اثر عملیات قطع مربوط به شکاف و پارگی طولی بود که حدود ۴۶ درصد افت را شامل می‌شود. میزان افت از نوع ارتفاع زیاد کنده، ۳ درصد، شکستگی و خردشدگی، ۲۷ درصد و افت جدا شدگی ورقه‌ای، ۲۴ درصد بود [۸]. Awasthi و همکاران (۲۰۲۰) به برآورد ارزش اقتصادی افت چوب ناشی از کنده و مقطوعات درختان در کشور نپال پرداختند که نتایج نشان داد، میزان افت چوب ناشی از کنده درختان در حدود ۱۵/۲۱۷ مترمکعب (۲۸/۴۹ درصد) بوده که ارزش اقتصادی آن با استفاده از قیمت بازار برابر ۶۹۷۱/۱۴ دلار به‌دست آمد [۹]. Aryal و همکاران (۲۰۲۲) به ارزیابی افت چوب طی برداشت چوب از جنگل‌های مدیریت شده در کشور نپال پرداختند که نتایج نشان داد افت چوب در مراحل قطع کردن، با و بدون پوسیدگی تنه درختان به ترتیب برابر ۲۳ و ۲۲ درصد، میزان افت چوب ناشی از برش بینه‌ها، با و بدون پوسیدگی تنه به‌ترتیب برابر ۳۱ و ۳۰ درصد بود. این پژوهش نشان داد مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در میزان افت چوب در همه مراحل قطع درختان، استفاده از تجهیزات نامناسب می‌باشد [۱۰]. در پژوهشی دیگر Gülcü و همکاران (۲۰۲۳) با مقایسه دو روش قطع درختان شامل قطع دستی (اره موتوری) و قطع مکانیزه (فلربانچر) در ارتباط با میزان افت چوب ناشی از ارتفاع کنده درختان در جنگل‌های ترکیه، بیان کردند که

میزان افت چوب ناشی از ارتفاع زیاد کنده درختان در روش دستی بیشتر از روش مکانیزه است [۱۱]. تاکنون تحقیقاتی در مورد برآورد افت چوب در مراحل مختلف برداشت چوب از درختان جنگلی واقع در اراضی مستثنیات و باغات اشخاص انجام نشده است و بیشتر تحقیقات انجام شده مربوط به برآورد افت چوب در درختان واقع در عرصه‌های جنگلی بوده است. با توجه به طرح تنفس جنگل که دیگر عملیات برداشت چوب از درختان جنگلی انجام نمی‌شود و به‌منظور برآورده کردن بخشی از نیاز صنایع چوب کشور، عملیات برداشت چوب از درختان باغی و همچنین گونه‌های جنگلی که در مستثنیات اشخاص واقع شده است، انجام می‌گیرد. از طرفی دیگر به‌دلیل عملیات برداشت چوب سنتی و نیمه مکانیزه این درختان، افت چوب در اثر عملیات قطع این درختان وجود دارد. امروزه با افزایش تقاضا برای درجه‌های مختلف چوب و تفاوت در قیمت فرآورده‌های چوبی از جمله گرده‌بینه‌های درجه ۱ با درجه‌های پایین‌تر (درجه ۲، درجه ۳ و...)، توجه به مسئله کاهش افت کمی و کیفی چوب در جریان عملیات برداشت چوب جنگل ضروری به‌نظر می‌رسد و در این راستا، اجرای روش‌های برداشت چوب به‌صورت بهینه و اصولی، کیفیت محصول و در نتیجه درآمد حاصل از واحدهای مدیریت جنگل را افزایش خواهد داد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، بررسی میزان افت حجمی چوب درختان واقع در باغات و مستثنیات اشخاص بوده تا میزان افت حجمی چوب در مراحل مختلف برداشت چوب برای بهره‌برداران مشخص شود.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

با توجه به اینکه عملیات برداشت چوب از جنگل‌های شمال کشور متوقف شده است، این پژوهش طی عملیات قطع و تبدیل درختان باغی در مستثنیات اشخاص انجام شد. بدین ترتیب تمام فعالیت‌هایی که در برداشت چوب از جنگل انجام می‌شد، در برداشت چوب از درختان باغی نیز انجام می‌گرفت. این فعالیت‌ها شامل قطع درختان، حمل و نقل، دیو و بارگیری می‌شود. محل انجام این پژوهش، حوزه استحفاظی اداره منابع طبیعی و آب‌خیزداری شهرستان لنگرود در استان گیلان بود (شکل ۱). میانگین سالانه دما برابر ۱۶/۳ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالانه بارندگی برابر ۱۴۰۲/۳ میلی‌متر و اقلیم منطقه براساس اقلیم‌نمای آمبرژه، خیلی مطلوب می‌باشد. بیشترین فراوانی برداشت درختان در مستثنیات اشخاص شامل صنوبر (*Populus deltoides*)، بلوط (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey)، لرگ (*Petrocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach)، توسکا (*Alnus glutinosa* L.)، اوجا (*Ulmus carpinifolia* Borkh.) و افرا (*Acer velutinum* Boiss.) بود. حداکثر ارتفاع از سطح دریا به‌منظور ارائه خدمات باغی ۱۰۰ متر می‌باشد [۱۲]. همچنین میزان شیب که اجازه قطع درختان را می‌توان صادر کرد، ۶۰ درصد بوده و بالاتر از آن خدمات باغی ارائه نمی‌شود.

۲-۲. روش تحقیق

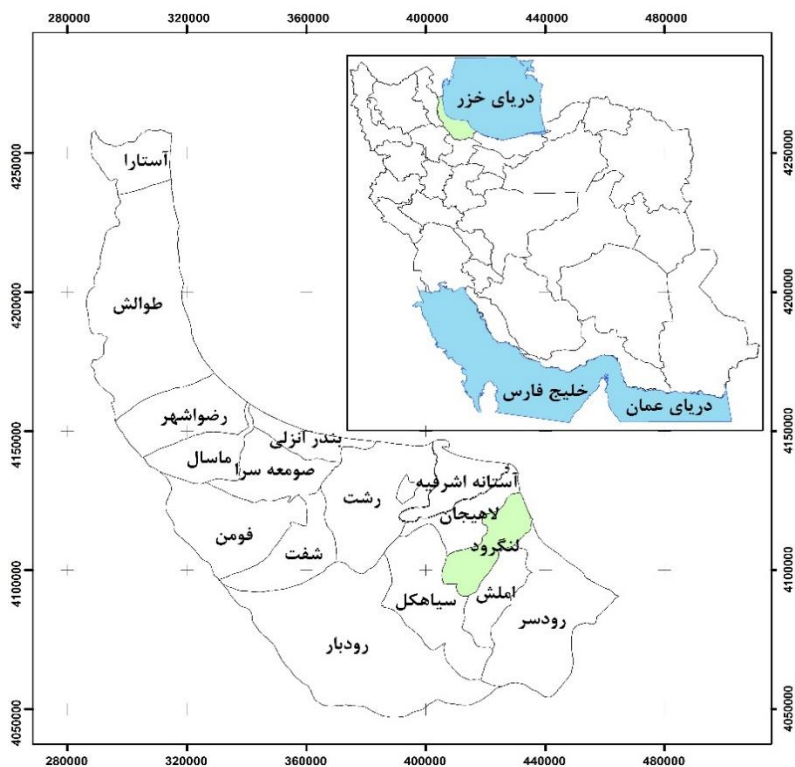
به‌منظور بررسی میزان افت حجمی چوب در عملیات قطع و برداشت درختان باغی، از روش نمونه‌برداری انتخابی استفاده شد. بدین ترتیب ۵۲ اصله درخت از گونه‌های بلوط، توسکا، اوجا، افرا، صنوبر و لرگ در سه طبقه قطری ۲۰-۴۰ (۲۰ اصله)، ۴۰-۶۰ (۱۸ اصله) و بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر (۱۴ اصله) انتخاب شد. قبل از قطع درختان، قطر برابر سینه (با استفاده از کالیپر و با دقت سانتی‌متر) و ارتفاع (با استفاده از سونتو و با دقت سانتی‌متر) درختان اندازه‌گیری و با استفاده از جدول حجم دو عامله، حجم درختان (حجم نشان‌گذاری) محاسبه شد. به‌منظور جلوگیری از عوامل تأثیرگذار بر قطع درختان، برای قطع درختان از یک گروه قطع با سابقه کار ۱۵ سال استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از بروز حوادث، زمان قطع درختان از ساعت ۸ صبح تا ۱۲ ظهر و در روزهای آفتابی انجام گرفت. قطع درختان با ااره موتوری مدل STIHL MS 381 انجام گرفت (جدول ۱).

پس از قطع درختان، حجم صنعتی و حجم هیزمی درختان اندازه‌گیری و مجموع این حجم‌ها به‌عنوان حجم تجدیدحجم در نظر گرفته شد. سپس درختان، بینه‌بری و در محل دیو دوباره حجم هر یک از مقطوعات درختان اندازه‌گیری و حجم استحصال درختان به‌دست آمد. به‌منظور مشخص نمودن مقطوعات درختان، از شماره‌گذاری استفاده و مقطوعات هر درخت به‌طور جداگانه به محل دیو

انتقال داده شد. علاوه بر این موارد، محل دپو در نزدیکی محل قطع درختان در نظر گرفته شد. افت حجمی چوب از تفاوت حجم استحصال و تجدیدحجم درختان به دست آمد. اندازه‌گیری حجم مقطوعات درختان با استفاده از فرمول هوبر انجام شد [۱۳]:

$$V = g_m \times h \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه g_m : سطح مقطع در میانه مقطوعات به مترمربع، h : طول مقطوعات به متر و V : حجم مقطوعات به مترمکعب می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. مشخصات اره موتوری مورد استفاده

مشخصه	توضیحات
ابعاد	۳۳×۲۰×۸۵ سانتی‌متر
وزن	۶/۵ کیلوگرم
سرعت حرکت زنجیر	۱۳۵۰ دور در دقیقه
طول تیغه	۵۵ سانتی‌متر
قدرت موتور	۵/۳ اسب بخار

در محل قطع، حجم کنده درختان نیز با استفاده از فرمول اسمالیان برآورد شد که حجم ارتفاع بالای ۱۵ سانتی‌متر به‌عنوان افت مربوط به کنده در نظر گرفته شد [۷]:

$$V = ((g_1 + g_2)/2) \times h \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این رابطه g_1 : سطح مقطع بالای کنده به مترمربع، g_2 : سطح مقطع پایین کنده به مترمربع و h : ارتفاع کنده به متر می‌باشد.

برای محاسبه افت کمی چوب ناشی از ضخامت زنجیر اره‌موتوری از رابطه زیر استفاده شد [۱۴]:

$$V = g \times L \quad \text{رابطه ۳}$$

که در این رابطه g : سطح مقطع به مترمربع، L : ضخامت زنجیر اره‌موتوری به متر و V : حجم افت به مترمکعب می‌باشد. به‌منظور محاسبه حجم هیزم، شاخه‌ها و سرشاخه‌های کمتر از ۱۲ سانتی‌متر استر بندی شدند و از حاصل ضرب طول، عرض و ارتفاع استر برحسب متر، حجم هیزم به‌دست آمد. با ضرب نمودن مقدار حاصل در ضریب استر (۰/۶)، میزان حجم هیزم برحسب مترمکعب به‌دست آمد.

برای برآورد افت ارزش چوب، قیمت یک مترمکعب چوب در محل دیو در سال ۱۴۰۲ مبنای قرار گرفت (جدول ۲) و پس از محاسبه افت حجمی چوب، افت ارزش ریالی چوب محاسبه شد.

جدول ۲. قیمت فرآورده‌های مستحصله درختان اندازه‌گیری شده در محل دیو در سال ۱۴۰۲

گونه	قیمت چوب‌آلات (ریال)		
	گرده بینه (مترمکعب)	کاتین (مترمکعب)	هیزم (مترمکعب)
اوجا	۵۵۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰
افرا	۵۵۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰
توسکا	۷۵۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰
بلوط	۴۷۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰
لرگ	۴۷۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای همگن بودن واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. به‌منظور مقایسه افت حجمی چوب ناشی از کنده و اره‌خوری در گونه‌های مختلف و همچنین در طبقات قطری از آزمون تجزیه واریانس دو عامله استفاده شد. به‌منظور مقایسه میانگین افت حجمی چوب در طبقات قطری و گونه‌های مختلف از آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. تمامی تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری IBM SPSS ver. 22 و تمام نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شد.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

بررسی مشخصه‌های کمی اندازه‌گیری شده درختان اندازه‌گیری شده نشان داد که بیشترین و کمترین میانگین قطربرابرسینه، به‌ترتیب مربوط به گونه‌های توسکا و اوجا است. نتایج سایر مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. میانگین \pm انحراف معیار مشخصه‌های کمی اندازه‌گیری شده درختان (به‌زای یک اصله)

گونه	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	حجم نشانه‌گذاری (مترمکعب)	حجم استحصال (مترمکعب)	حجم کنده (مترمکعب)
اوجا	۳۷/۹۱ \pm ۱۶/۱۶	۱/۳۷ \pm ۱/۳۱	۱/۲۸ \pm ۱/۲۴	۰/۰۶۲ \pm ۰/۰۶
افرا	۳۹/۵۰ \pm ۱۶/۴۰	۱/۵۹ \pm ۱/۴۱	۱/۵۳ \pm ۱/۳۷	۰/۰۷۵ \pm ۰/۰۷
توسکا	۴۳/۰۰ \pm ۱۶/۰۲	۱/۹۰ \pm ۱/۳۹	۱/۸۴ \pm ۱/۳۵	۰/۰۸۹ \pm ۰/۰۷
بلوط	۴۲/۵۰ \pm ۱۵/۱۳	۱/۷۸ \pm ۱/۲۹	۱/۶۹ \pm ۱/۲۵	۰/۰۹۴ \pm ۰/۰۷
لرگ	۴۰/۵۰ \pm ۱۳/۸۳	۱/۴۹ \pm ۱/۰۷	۱/۴۰ \pm ۱/۰۳	۰/۰۶۹ \pm ۰/۰۵

نتایج افت حجمی چوب درختان ناشی از ضخامت زنجیر اره‌موتوری و همچنین افت کنده در طبقات قطری نشان داد که

بیشترین میزان افت اره‌خوری و افت کنده در تمام گونه‌های درختی بررسی شده مربوط به طبقه قطری بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر و کمترین مقدار آن نیز در طبقه قطری ۴۰-۲۰ سانتی‌متر است (جدول ۴).

بررسی نتایج افت اره‌خوری نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار افت اره‌خوری به ترتیب در گونه‌های توسکا و اوجا مشاهده شد. دلیل اصلی این اختلاف، متفاوت بودن قطر برابر سینه درختان توسکا و اوجا می‌باشد؛ به طوری که میانگین قطر برابر سینه درختان توسکا برابر ۴۳ سانتی‌متر و میانگین قطر برابر سینه درختان اوجا برابر ۳۷/۹۱ سانتی‌متر به دست آمد. از طرفی، بین قطر برابر سینه با افت اره‌خوری رابطه مستقیمی وجود دارد و هر چقدر قطر برابر سینه درختان بیشتر باشد، میزان افت اره‌خوری بیشتر است؛ به طوری که نتایج مطالعات Ghorbani و Jourgholami (۲۰۱۵)، Nikooy و Amozadeh (۲۰۱۴) و Eslami و Badr (۲۰۱۶) نشان داد که رابطه مستقیمی بین میزان افت چوب و قطر درختان وجود دارد [۷، ۸ و ۱۵] که همسو با نتایج پژوهش حاضر است.

جدول ۴. میانگین \pm انحراف معیار افت اره‌خوری و افت کنده در طبقات مختلف قطری به‌ازای یک اصله

نوع افت	گونه	طبقات قطری (سانتی‌متر)		
		۲۰-۴۰	۶۰-۴۰	بیشتر از ۶۰
اره‌خوری	اوجا	۰/۰۰۱۹±۰/۰۰۱	۰/۰۰۵۴±۰/۰۰۰۶	۰/۰۱۰۹±۰/۰۰۱
	افرا	۰/۰۰۱۷±۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶±۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۲±۰/۰۰۴
	توسکا	۰/۰۰۲۳±۰/۰۰۱	۰/۰۰۸۱±۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۴۵±۰/۰۰۰۳
	بلوط	۰/۰۰۲۰±۰/۰۰۱	۰/۰۰۷۳±۰/۰۰۱	۰/۰۱۲۳±۰/۰۰۱
	لرگ	۰/۰۰۶۹±۰/۰۱۰	۰/۰۰۵۶±۰/۰۰۱	۰/۰۱۳۷±۰/۰۰۰
کنده	اوجا	۰/۰۰۷۹±۰/۰۰۹	۰/۰۰۴۹±۰/۰۰۲۱	۰/۱۰۵±۰/۰۲۸
	افرا	۰/۰۰۴۸±۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۵۸±۰/۰۰۲۰	۰/۱۲۲±۰/۰۲۷
	توسکا	۰/۰۰۸۵±۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۵۵±۰/۰۰۲۱	۰/۱۴۱±۰/۰۱۳
	بلوط	۰/۰۰۸۸±۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۷۳±۰/۰۰۲۴	۰/۱۲۷±۰/۰۲۰
	لرگ	۰/۰۱۲۶±۰/۰۱۶	۰/۰۰۴۷±۰/۰۰۳۱	۰/۱۰۹±۰/۰۰۰

نتایج آزمون تجزیه واریانس افت اره‌خوری و افت کنده تحت تأثیر طبقات مختلف قطری و گونه‌های درختی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان افت اره‌خوری و افت کنده در طبقات قطری وجود دارد ولی بین میزان افت اره‌خوری و افت کنده در گونه‌های درختی وجود ندارد (جدول ۵).

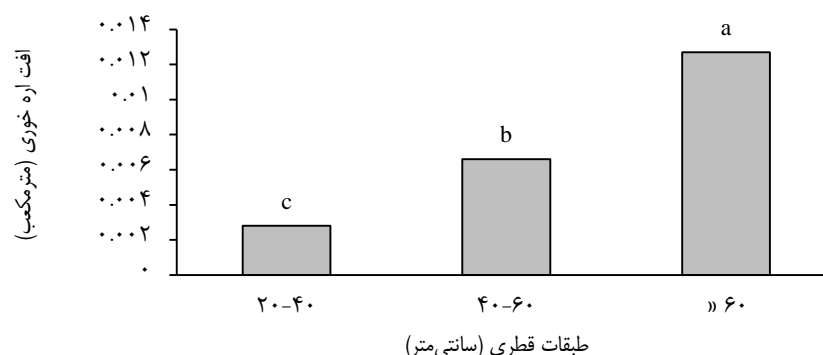
جدول ۵. تجزیه واریانس افت اره‌خوری و افت کنده در طبقات قطری گونه‌های درختی

نوع افت	منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
اره‌خوری	گونه	۰/۰۰۰۰۳	۴	۰/۰۰۰۰۰۸	۰/۷۲۸	۰/۵۷۹ ^{ns}
	طبقه قطری	۰/۰۰۱	۲	۰/۰۰	۲۴/۸	۰/۰۰*
	گونه×طبقه قطری	۰/۰۰۰۰۷	۸	۰/۰۰۰۰۰۹	۰/۸۰۶	۰/۶۰۲ ^{ns}
	خطا	۰/۰۰۰	۳۷	۰/۰۰۰۰۱		
	کل	۰/۰۰۳	۵۲			
کنده	گونه	۰/۰۰۲	۴	۰/۰۰۰	۱/۱۷	۰/۳۴۰ ^{ns}
	طبقه قطری	۰/۰۸۱	۲	۰/۰۴۱	۱۳۱/۶	۰/۰۰*
	گونه×طبقه قطری	۰/۰۰۲	۸	۰/۰۰	۰/۷۳۸	۰/۶۵۸ ^{ns}
	خطا	۰/۰۱۳	۳۷	۰/۰۰		
	کل	۰/۲۱۴	۵۲			

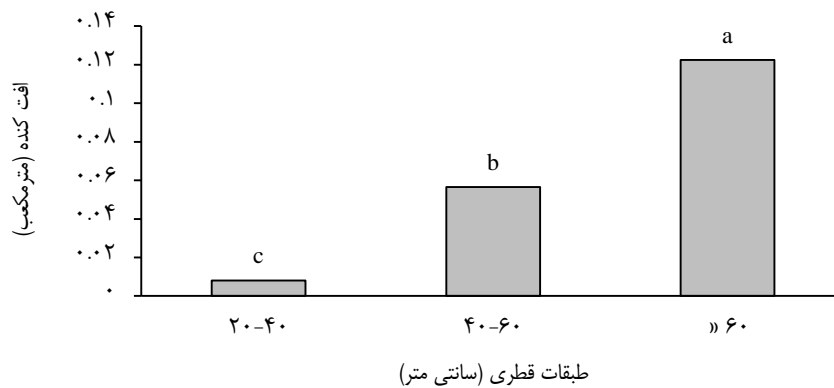
* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

در مورد زیاد بودن افت کنده درختان بلوط و توسکا نیز باید بیان کرد که میانگین قطر این درختان نسبت به سایر گونه‌های بررسی شده بیشتر بود و به همین دلیل حجم کنده و متعاقب آن میزان افت کنده در این دو گونه بیشتر از سایر گونه‌ها به دست آمد. از طرفی دیگر، به دلیل قطور بودن درختان این دو گونه، اره موتورچی به دلیل جلوگیری از بروز خطرات ناشی از سقوط درخت، ارتفاع کنده را بیشتر در نظر می‌گیرد و در درختان قطور نیز امکان انجام بن‌زنی و بن‌بری در ارتفاع کم میسر نیست. Badr و Eslami (۲۰۱۶) با بررسی حجم چوب باقیمانده در بخش کنده درختان بیان کردند که ارتفاع کنده تأثیر زیادی در میزان افت کنده درختان دارد به طوری که هر چقدر ارتفاع کنده درختان موقع قطع کمتر در نظر گرفته شود، میزان حجم کنده و متعاقب آن میزان افت کنده کمتر خواهد بود و در نتیجه افت ارزش ربالی چوب کمتر خواهد بود [۱۵] که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. در پژوهشی دیگر، Murphy و Buse (۲۰۰۱) با بررسی میزان افت ناشی از کنده درختان بیان کردند که با در نظر گرفتن ارتفاع زیاد کنده درختان، میزان افت حجمی چوب افزایش یافته به طوری که نزدیک به ۳۰ درصد از ارزش چوب آلات در طول عملیات برداشت چوب به واسطه افت چوب در کنده‌های بلند از بین می‌رود [۱۶]. همچنین Han و Renzie (۲۰۰۵) و Hall و Han (۲۰۰۶) با بررسی ارتفاع کنده درختان به ترتیب در جنگل‌های کانادا و آمریکا بیان کردند که قطر درختان یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر روی ارتفاع کنده درختان مقطوعه است و هر چقدر درختان قطورتر باشند، ارتفاع کنده بیشتر در نظر گرفته شده است و متعاقب آن، حجم کنده و در نتیجه افت چوب افزایش یافته [۱۷، ۱۸] که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در پژوهشی دیگر نیز، Nikooy و Amozadeh (۲۰۱۴) با بررسی عوامل تأثیرگذار بر ارتفاع کنده درختان نشان دادند که قطر درختان تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع کنده‌ها دارد به طوری که با افزایش قطر درختان، ارتفاع کنده درختان و در نتیجه حجم کنده افزایش می‌یابد و در نهایت سبب افزایش میزان افت حجمی چوب می‌شود [۷].

نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن افت اره‌خوری و افت کنده نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان افت اره‌خوری و افت کنده چوب در هر سه طبقه قطری با یکدیگر وجود دارد که نتایج آن در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.



شکل ۲. نتایج مقایسه میانگین افت اره‌خوری در طبقات قطری



شکل ۳. نتایج مقایسه میانگین افت کنده در طبقات قطری

نتایج افت حجمی چوب درختان (مجموع افت اره‌خوری و افت کنده) در طبقات قطری در جدول ۶ ارائه شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان افت در تمام گونه‌های درختی بررسی شده مربوط به طبقه قطری بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر و کمترین مقدار آن نیز در طبقه قطری ۲۰-۴۰ سانتی‌متر است. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین میزان افت حجمی چوب در طبقات قطری ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر به ترتیب مربوط به گونه‌های لرگ، بلوط و توسکا می‌باشد.

جدول ۶. میانگین \pm انحراف معیار افت حجمی (مجموع افت اره‌خوری و کنده) در طبقات مختلف قطری به‌ازای یک اصله

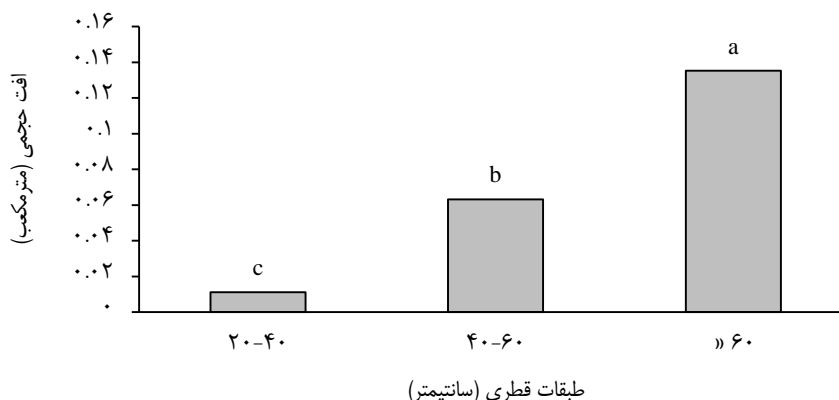
گونه	طبقات قطری (سانتی‌متر)		
	۲۰-۴۰	۴۰-۶۰	بیشتر از ۶۰
اوجا	0.099 ± 0.010	0.054 ± 0.021	0.116 ± 0.030
افرا	0.066 ± 0.006	0.065 ± 0.022	0.135 ± 0.031
توسکا	0.108 ± 0.009	0.062 ± 0.024	0.156 ± 0.016
بلوط	0.108 ± 0.009	0.080 ± 0.026	0.139 ± 0.022
لرگ	0.195 ± 0.020	0.053 ± 0.032	0.122 ± 0.000

نتایج آزمون تجزیه واریانس افت حجمی چوب تحت تأثیر طبقات قطری و گونه‌های درختی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان افت حجمی در طبقات قطری وجود دارد ولی بین میزان افت حجمی در گونه‌های درختی وجود ندارد (جدول ۷). نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان افت حجمی چوب در هر سه طبقه قطری با یکدیگر وجود دارد (شکل ۴). همان‌طور که بیان شد رابطه مستقیمی بین افزایش افت حجمی چوب با افزایش طبقات قطری درختان وجود دارد که نتایج این پژوهش نیز تأییدکننده این مطلب است. نتایج پژوهش‌های Einollahy و Tavankar (۲۰۱۰)، Amozadeh و Nikooy (۲۰۱۴) و Ghorbani و Jourgholami (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که میزان افت حجمی چوب در درختان قشورتر بیشتر است [۷، ۸، ۱۹].

جدول ۷. تجزیه واریانس افت حجمی (اره‌خوری و کنده) در طبقات قطری گونه‌های درختی

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
گونه	۰/۰۰۲	۴	۰/۰۰۰	۱/۱۴	۰/۳۵۳ ^{ns}
طبقه قطری	۰/۰۹۶	۲	۰/۰۴۸	۱۱۵/۸۶	۰/۰۰*
گونه \times طبقه قطری	۰/۰۰۳	۸	۰/۰۰۰	۰/۸۳۰	۰/۵۸۲ ^{ns}
خطا	۰/۰۱۵	۳۷	۰/۰۰۰		
کل	۰/۲۶۳	۵۲			

* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد



شکل ۴. نتایج مقایسه میانگین افت حجمی در طبقات قطری

نتایج مجموع افت حجمی چوب در همه درختان اندازه‌گیری شده نشان داد که مجموع افت حجمی چوب آلات در ۵۲ درخت بررسی شده، ۲/۶۸۶ مترمکعب (برابر ۳/۱۹ درصد چوب برداشت شده) با ارزش ریالی آن برابر ۱۴۸۳۸۹۰۰۰ ریال است. به عبارتی دیگر، نتایج نشان داد که به ازای برداشت ۸۴/۲۰ مترمکعب چوب، میزان افت حجم چوب برابر ۲/۶۸۶ مترمکعب است (جدول ۸). با توجه به آمارهای اخذ شده از اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان لنگرود، میانگین حجم نشانه‌گذاری درختان باغی در سه سال گذشته در حدود ۹ هزار مترمکعب است. با توجه به میانگین افت حجمی چوب طی هر سال (۲۸۷/۱ مترمکعب) با ارزش ریالی تقریبی ۱۵۸۶۰۹۳۸۹۰۵، توجه به بررسی افت حجمی چوب از اهمیت بسزایی برخوردار است.

جدول ۸. افت حجمی چوب و کاهش ارزش ریالی آن به تفکیک گونه‌های درختی

گونه	مقدار افت (مترمکعب)	ارزش ریالی
اوجا	۰/۴۶۶	۲۵۲۸۴۰۰۰
افرا	۰/۴۹۹	۲۷۱۲۰۰۰۰
توسکا	۰/۶۱۰	۴۴۶۸۵۰۰۰
بلوط	۰/۶۴۴	۲۹۸۳۴۰۰۰
لرگ	۰/۴۶۷	۲۱۴۶۶۰۰۰
جمع	۲/۶۸۶	۱۴۸۳۸۹۰۰۰

۴. نتیجه‌گیری

اطلاعات لازم در مورد کمیت و کیفیت محصولات ناشی از قطع و برداشت چوب، ابزار قدرتمندی برای مدیریت بهینه واحد جنگلداری است. پیش‌بینی و برآورد مقدار چوب حاصل از عملیات برداشت چوب، از موارد اساسی در مدیریت بازار فرآورده‌های چوبی است. صدمه به چوب درختان برداشت شده در طول عملیات بهره‌برداری از مهمترین مواردی است که مجریان برداشت چوب از درختان و تهیه‌کنندگان فرآورده‌های چوبی باید به آن توجه کنند. با توجه به اجرای طرح تنفس جنگل و کمبود ماده اولیه کارخانه‌های چوب، بخش قابل توجهی از نیاز این کارخانه‌ها توسط چوب‌آلات حاصل از درختان واقع در مستثنیات اشخاص تأمین می‌شود که در این بین آگاهی از میزان افت حجمی چوب آلات به لحاظ حجمی و اقتصادی اهمیت فراوانی دارد.

کلیه مطالعاتی که در زمینه برآورد افت کمی و کیفی چوب در تمام مراحل برداشت چوب در ایران صورت گرفته‌اند، نشان داده‌اند که داشتن طرحی اصولی برای برداشت چوب و آموزش اکیپ قطع برای کاهش ضایعات قطع و تبدیل ضروری است. علاوه بر این، بکارگیری اکیپ با تجربه در عملیات قطع و تبدیل، در کاهش ضایعات قطع و تبدیل بسیار مؤثر است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میانگین افت حجمی چوب طی هر سال برابر ۲۸۷/۱ مترمکعب با ارزش ریالی تقریبی

۱۵۸۶۰۹۳۸۹۰۵ است و بنابراین لازم است افت حجمی چوب مورد توجه قرار گیرد.

۵. منابع

- [1] Mirzaei, M., & Bonyad, A.E. (2016). Comparison of fixed area and distance sampling methods in open forests: case study of Zagros forest, Iran. *Journal of Forestry Research*, 27(5): 1121-1126.
- [2] Hemasi, A.H., Amiri, S., Hamdi, K., & Ebrahimpour Kasmani, J. (2007). Review of the production of forest products in Mazandaran Province during a 10-years period (1994-2004). *Journal of Agricultural Sciences*, 13(1): 237-253. (In Persian)
- [3] Sessions, J., Boston, K., Murphy, G., Wing, M.G., Kellogg, L., Pilkerton, S., Zweede, J., & Heinrich, R. (2007). *Harvesting Operations in the Tropics*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 170 p.
- [4] Greene, W.D., & McNeel, J.F. (1987). Productivity, costs, and levels of butt damage with a Bell Model T feller-buncher. *Forest Products Journal*, 37(11/12): 70-74.
- [5] Klassen, A. (2002). Impediments to adoption of RIL in the Indonesia cooperate sector. International conference proceedings, Kuching, Malaysia.
- [6] Etehadi Abari, M., & Majnounian, B. (2011). Quantitative and qualitative of wood loss following motor-manual tree felling (Case study: Kheyroud forest). *Iranian Journal of Forest*, 3(1): 25-34. (In Persian)
- [7] Nikooy, M., & Amozadeh, H. (2014). Investigating the effective factors on stump height and its consequences on the financial loss of the harvested volume (case study: forests of Asalem watershed, Guilan Province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(1): 133-142. (In Persian)
- [8] Ghorbani, Z., & Jourgholami, M. (2015). Harvested Log Damage Associated with Motor-Manual Tree Felling and Bucking (Case Study: Beech and Hornbeam trees in Kheyroud Forest). *Journal of Forest and Wood Products*, 67(4): 627-645. (In Persian)
- [9] Awasthi, Sh., Yadav, B., Panta, M., & Mandal, R.A. (2020). Economic loss of timber caused by over stumps and defects in community forests terai Nepal. *International Journal of World Policy and Development Studies*, 6(7): 74-80.
- [10] Aryal, U., Neupance, P.R., Rijal, B., & Manthey, M. 2022. Timber losses during harvesting in managed shorea robusta forests of Nepal. *Land*, 11(67): 1-15.
- [11] Gülci, N., Gülci, S., Akay, A. E., & Sessions, J. (2023). A Comparison of Two Felling Techniques Considering Stump-Height-Related Timber Value Loss. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 44(1): 103-110.
- [12]. Natural Resources and Watershed Management Organization. (2022) Executive instructions for the marking, management and harvesting of forest and non-forest trees located in the lands of individuals, Tehran, 36 p. (In Persian)
- [13] Zobeiri, M. (2005) Forest inventory (measurement of tree and forest). University of Tehran Press, Tehran, 401 p. (In Persian)
- [14] Keivan Behjou, F., Majnounian, B., Namiranian, M., Saeed, A., & Feghhi, J. (2010). Determination of Volume and Value Loss in Logging Operations. *Journal of Forest and Wood Products*, 63(3): 299-304. (In Persian)
- [15] Eslami, A.R., & Badr, F. (2016). Investigation of woods volume remaining of log to topography, diameter and stem quality. *Wood and Forest Science and Technology*, 23(1): 97-114. (In Persian)
- [16] Murphy, G., & Buse, J. (2001). How to reduce felling related butt damage LIRA. 19 p.
- [17] Han, H.S., & Renzie, C. (2005). Effect of ground slope, stump diameter and species on stump height for Feller-Buncher and chainsaw felling. *International Journal of Forest Engineering*, 16(2): 81-88.
- [18] Hall, R., & Han, H. S. (2006). Improvements in value recovery through low stump heights: mechanized versus manual felling. *Western Journal of Applied Forestry*, 21(1): 33-38.
- [19] Tavankar, F., & Einollahy, Y. (2010). Logging in northern forests of Iran. *Asian Journal of Chemistry*, 22(2): 1615-1618. (In Persian)