



University of Tehran

## Estimation of stump losses in *Populus deltoids* and *Pinus taeda* plantations in west of Guilan

Saman Khoshbandeh<sup>1</sup> | Ramin Naghdi<sup>2\*</sup> | Mehrdad Nikooy<sup>3</sup> |  
Mehrdad Mirzaei<sup>4</sup>

1. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. Email: [khoshbandehsaman85@gmail.com](mailto:khoshbandehsaman85@gmail.com)

2. Corresponding Author, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. Email: [rnaghdi@guilan.ac.ir](mailto:rnaghdi@guilan.ac.ir)

3. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. Email: [nikooy@guilan.ac.ir](mailto:nikooy@guilan.ac.ir)

4. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran. Email: [mehrdadmirzaei28@gmail.com](mailto:mehrdadmirzaei28@gmail.com)

### ARTICLE INFO

#### Article type:

Research Article

#### Article History:

Received: 22 May 2024

Revised: 22 November 2024

Accepted: 07 January 2025

Published online: 05 March 2025

#### Keywords:

Growth variables,  
Plantation,  
Topographic factors,  
Wood loss.

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate changes in the height and stump losses of *Populus deltoides* and *Pinus taeda* trees in a western plantation of Guilan Province. For this purpose, using a selective sampling method, 209 *P. deltoides* and 200 *P. taeda* trees were selected across three slope classes: 0–15%, 15–30%, and >30%. Two-way ANOVA and Duncan tests were used to analyze the data. The results showed that the mean stump heights of *P. deltoides* in the three slope classes were 17.31, 25.43, and 27.87 cm, respectively, while those of *P. taeda* were 17.04, 17.30, and 18.08 cm. The two-way ANOVA indicated a significant difference in stump height and tree volume between slope classes and species. The Duncan test further revealed a significant difference in the stump height and volume of *P. deltoides* between the 15–30% and >30% slope classes compared to the 0–15% class. However, no significant difference was found in the stump height and volume of *P. taeda* across the three slope classes. The volume of wood loss from stumps was 8.96 m<sup>3</sup> per hectare for *P. deltoides* and 7.36 m<sup>3</sup> per hectare for *P. taeda*, with estimated values of 600,320,000 and 353,280,000 rials per hectare, respectively. Reducing stump height not only helps recover the monetary value of the wood but also improves the efficiency of subsequent operations.

**Cite this article:** Khoshbandeh, S., Naghdi, R., Nikooy, M., Mirzaei, M. (2025). Estimation of stump losses in *Populus deltoides* and *Pinus taeda* plantations in west of Guilan. *Journal of Forest and Wood Products*, 77 (4), 327-337. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwpp.2025.376699.1294>



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

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwpp.2025.376699.1294>



## برآورد افت کنده درختان صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides*) و کاج تدا (*Pinus taeda*) در جنگلکاری‌های غرب گیلان

سامان خوش‌بنده<sup>۱</sup> | رامین نقدی<sup>۲\*</sup> | مهرداد نیکوی<sup>۳</sup> | مهرداد میرزایی<sup>۴</sup>

۱. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: [khoshbandehsaman85@gmail.com](mailto:khoshbandehsaman85@gmail.com)

۲. نویسنده مسئول، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: [maghdi@guilan.ac.ir](mailto:maghdi@guilan.ac.ir)

۳. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: [nikooy@guilan.ac.ir](mailto:nikooy@guilan.ac.ir)

۴. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. رایانامه: [mehrdadmirezai28@gmail.com](mailto:mehrdadmirezai28@gmail.com)

### چکیده

### اطلاعات مقاله

هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات ارتفاع و افت کنده درختان صنوبر دلتوئیدس و کاج تدا در جنگلکاری‌های غرب استان گیلان بود. بدین منظور با استفاده از روش نمونه‌برداری انتخابی، ۲۰۹ اصله درخت صنوبر دلتوئیدس و ۲۰۰ اصله درخت کاج تدا در سه طبقه شیب ۱۵-۳۰ درصد، ۳۰-۴۵ درصد و بیشتر از ۴۵ درصد انتخاب شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس دو عامله و آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین ارتفاع کنده درختان صنوبر دلتوئیدس در سه طبقه شیب به ترتیب برابر ۱۷/۳۱، ۲۵/۴۳ و ۲۷/۸۷ سانتی‌متر و ارتفاع کنده درختان کاج تدا در سه طبقه شیب به ترتیب برابر ۱۷/۰۴، ۱۷/۳۰ و ۱۸/۰۸ سانتی‌متر است. نتایج آزمون تجزیه واریانس دو عامله نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارتفاع و حجم کنده در طبقات شیب و بین دو گونه مورد مطالعه وجود دارد. تأثیر متقابل طبقات شیب و گونه‌های درختی بر ارتفاع و حجم کنده، تفاوت معنی‌داری را نشان داد. نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارتفاع و حجم کنده درختان صنوبر در دو طبقه شیب ۱۵-۳۰ و بیشتر از ۳۰ درصد با طبقه شیب ۱۵-۳۰ درصد وجود دارد. میزان افت حجمی کنده درختان صنوبر و کاج به ترتیب برابر ۸/۹۶ و ۷/۳۶ مترمکعب در هکتار به دست آمد که ارزش ریالی آن به ترتیب برابر ۶۰۰۳۲۰۰۰۰ و ۳۵۳۲۸۰۰۰۰ ریال به‌ازای هر هکتار بود. ارتفاع کم کنده درختان نه تنها به بازیابی ارزش ریالی چوب، بلکه به افزایش کارایی عملیات بعدی کمک می‌کند.

### نوع مقاله:

پژوهشی

### تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۱۵

### کلیدواژه:

افت حجمی،

جنگلکاری،

مشخصه‌های رویشی،

وضعیت توپوگرافی.

**استناد:** خوش‌بنده؛ سامان، نقدی؛ رامین، نیکوی؛ مهرداد، میرزایی؛ مهرداد (۱۴۰۳). برآورد افت کنده درختان صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides*) و کاج تدا (*Pinus taeda*) در

جنگلکاری‌های غرب گیلان. نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، ۷۷ (۴)، ۳۲۷-۳۲۷. DOI: <https://doi.org/10.22059/jfwf.2025.376699.1294>



## ۱. مقدمه

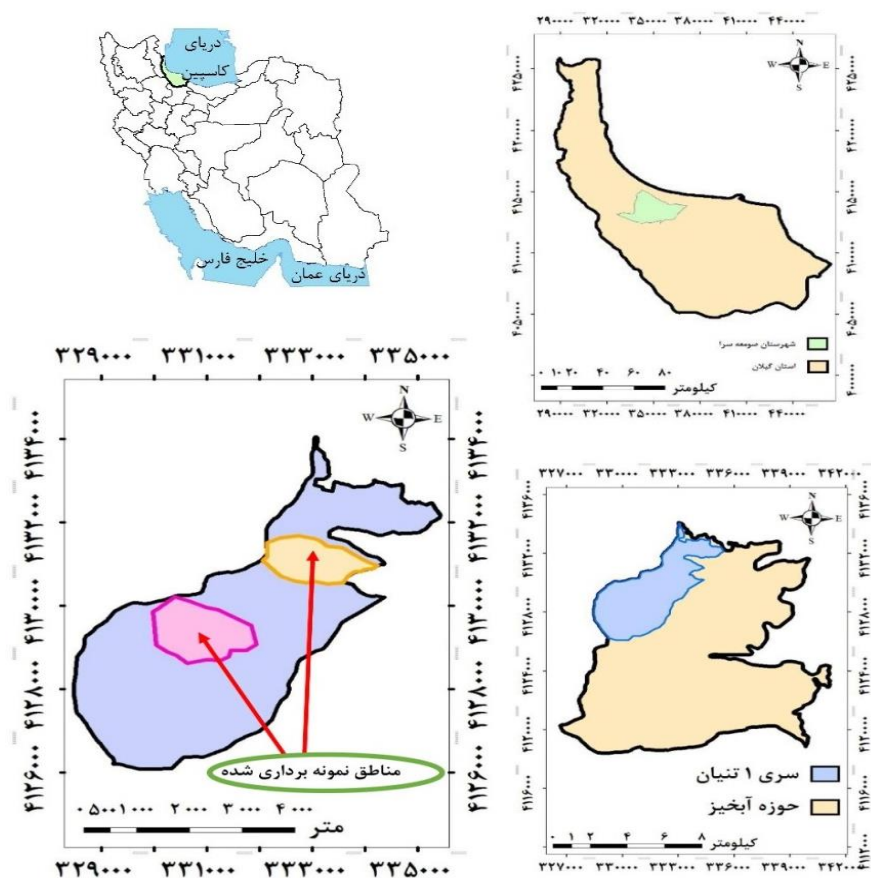
بهره‌برداری از جنگل شامل مراحل فنی و اجرایی است که برای برداشت چوب، فراهم‌سازی عرصه برای زادآوری و برقراری ثبات و بهبود اکوسیستم جنگل در محدوده وسیعی به‌لحاظ زمانی و مکانی صورت می‌گیرد [۱]. بهره‌برداری یکی از فعالیت‌های مدیریتی در جنگل است که شامل قطع درختان نشانه‌گذاری شده، قطع، سرشاخه‌زنی، بینه‌بری، تاج‌بری و در نهایت چوبکشی و انتقال بینه‌ها به محل دیو چوب‌آلات است. از این‌رو در صورت طراحی و اجرای ضعیف این مراحل، هزینه‌ها افزایش یافته و صدمات محیط زیستی و اقتصادی و اجتماعی زیادی همچون افت زیاد چوب، استفاده محدود از منابع موجود و صدمه به نیروی کار را به‌دنبال خواهد داشت [۲]. بهره‌برداری جنگل با عملیات قطع درخت شروع می‌شود و داشتن کنده با ارتفاع کم، مقدار شکستگی چوب‌آلات در مرحله قطع و چوبکشی را کاهش می‌دهد [۳]. به‌همین دلیل است که امروزه کاهش ارتفاع کنده درختان یکی از موارد مهمی است که در بهره‌برداری با حداقل صدمات مدنظر است [۴]. کنده قسمتی از تنه درخت است که پس از قطع بر روی زمین باقی می‌ماند و بخشی از مازاد مقطوعات چوب در عملیات بهره‌برداری جنگل را تشکیل می‌دهد [۵]. تحقیقات انجام شده در جنگل ناو اسالم در استان گیلان نشان می‌دهد که ۱۷ درصد [۶] تا ۱۸ درصد [۷] از حجم کل بهره‌برداری متعلق به مازاد مقطوعات است. تحقیقات صورت گرفته نیز نشان می‌دهد کنده درختان بخش اصلی مازاد مقطوعات بوده و حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد حجم آن را شامل می‌شود [۸]. چوب‌های ابتدای تنه درختان (ناحیه کنده) از قسمت‌های با ارزش تنه بوده و معمولاً بدون نقایص پوسیدگی و کجی الیاف هستند [۹]. ارتفاع کم کنده، نقش به‌سزایی در افزایش حجم چوب خروجی و افزایش درآمد ناشی از آن را به‌دنبال دارد زیرا حجم زیادی از چوب در انتهای قطور کرده‌بینه قرار دارد که در صورت عدم پوسیدگی و برآمدگی بسیار با ارزش است و کاهش ارتفاع کنده، امکان استفاده از این قسمت با کیفیت چوب را فراهم می‌کند [۱۰]. Han و Renzie (۲۰۰۵) با بررسی ارتفاع کنده درختان سوزنی‌برگ در کانادا نشان دادند که میانگین ارتفاع کنده درختان قطع شده برابر ۱۹/۸ سانتی‌متر است و همچنین بیان کردند شیب زمین و گونه درختان در ارتفاع قطع تأثیرگذار هستند به‌طوری که با افزایش شیب زمین، ارتفاع قطع زیاد شده و در گونه‌هایی که چوب آنها ارزش تجاری بیشتری دارند، ارتفاع کنده کوتاه‌تر است [۹]. Han و Hall (۲۰۰۶) با بررسی ارتفاع کنده درختان در جنگل‌های سوزنی‌برگ آمریکا نشان دادند که ارتفاع کنده در قطع مکانیزه کوتاه‌تر از قطع با ارموتوری است به‌طوری که میانگین ارتفاع کنده در قطع مکانیزه ۱۳/۱ سانتی‌متر و در قطع با ارموتوری ۲۱/۹ سانتی‌متر به‌دست آمد [۱۱]. در پژوهشی دیگر، 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 [۱۲]. Gülci و همکاران (۲۰۲۳) با مقایسه دو روش قطع درختان شامل قطع دستی (ارموتوری) 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 [۱۳]. با توجه به ماده ۳۶ برنامه هفتم توسعه کشور 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 سریع‌الرشد که تحت عنوان زراعت چوب کشت شده است، انجام می‌گیرد. از طرفی دیگر، به‌دلیل عملیات برداشت چوب سنتی و نیمه‌مکانیزه 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 کرده‌بینه‌های 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، زیرا 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 این پژوهش، ارزیابی تغییرات ارتفاع کنده درختان مقطوعه تحت تأثیر عامل شیب در جنگلکاری‌های غرب گیلان است.

## ۲. روش شناسی پژوهش

### ۱-۲. منطقه مورد مطالعه

سری یک جنگل‌های تنیان در حوزه آبخیز شماره ۱۳ تنیان و در محدوده استحقاقی اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان

صومعه‌سرا واقع شده است. مساحت کل سری ۲۲۰۴ هکتار است که ۳۱۳/۸ هکتار از آن طی سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۰ با گونه‌های صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides*) و کاج تدا (*Pinus taeda*) و سایر پهن‌برگان جنگلکاری شده است. عرصه‌های مورد نظر این طرح در قسمت‌های جلگه‌ای و پایین‌دست سری قرار گرفته و ارتفاع از سطح دریا بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر متغیر است. از نظر مختصات جغرافیایی در طول  $49^{\circ} 04' 05''$  تا  $49^{\circ} 08' 20''$  شرقی و در عرض  $37^{\circ} 15' 35''$  تا  $37^{\circ} 16' 10''$  شمالی واقع شده است (شکل ۱). ساختمان خاک به‌صورت دانه‌ای ریز و درشت بوده و تیپ آن راندزین دکربناته و حداکثر عمق خاک ۴۵ سانتی‌متر می‌باشد. فاصله کاشت نهال‌ها ۵×۶ متر بوده به‌طوری که تعداد در هکتار عرصه ۳۲۰ اصله به‌دست آمد. متوسط دمای سالیانه این سری برابر ۱۶/۲۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه نیز برابر ۹۸۹/۷ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه نیز براساس طبقه‌بندی آمبرژه، خیلی مرطوب می‌باشد [۱۴].



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

## ۲-۲. روش تحقیق

به‌منظور جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، از روش نمونه‌برداری انتخابی استفاده شد. در ابتدا براساس شیب منطقه، سه طبقه شیب ۱۵-۰ درصد، ۳۰-۱۵ درصد و بیشتر از ۳۰ درصد در نظر گرفته شد [۷]. سپس با توجه به همگنی و همسالی توده‌های جنگلکاری شده، تعداد ۴۰۹ اصله درخت از دو گونه صنوبر دلتوئیدس (۲۰۹ اصله) و کاج تدا (۲۰۰ اصله) در طبقات مختلف قطری انتخاب و در کلاسه‌های قطری ۵ سانتی‌متری کلاسه‌بندی شد. به‌منظور جلوگیری از عوامل تأثیرگذار بر قطع درختان، برای قطع درختان از یک گروه قطع استفاده شد. کارگران قطع دارای حداقل ۱۵ سال سابقه کار در زمینه قطع درختان بودند. به‌منظور جلوگیری از بروز حوادث، زمان قطع درختان از ساعت ۸ صبح تا ۱۲ ظهر و در روزهای آفتابی انجام گرفت. برای قطع درختان از اره‌موتوری مدل STIHL MS 381 استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات اره‌موتوری 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

پس از قطع درختان، ارتفاع کنده با استفاده از متر نواری و قطر پایین و بالای سطح کنده درختان با استفاده از کالیبر اندازه‌گیری شد. در محل قطع، حجم کنده درختان نیز با استفاده از فرمول اسمالیان برآورد شد. حجم ارتفاع بالای ۱۵ سانتی‌متر به‌عنوان افت مربوط به کنده در نظر گرفته شد [۱۶، ۱۵، ۳]:

$$V = ((g_1 + g_2) / 2) \times h \quad \text{رابطه (۱)}$$

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

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

گونه	گرده بینه (مترمکعب)	کاتین (مترمکعب)	هیزم (مترمکعب)
صنوبر	۸۰۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰
کاج	۶۰۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای همگن بودن واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. به منظور مقایسه ارتفاع و حجم کنده درختان اندازه‌گیری شده، از آزمون تجزیه واریانس دو عامله استفاده شد. همچنین به‌منظور مقایسه میانگین ارتفاع و حجم کنده درختان از آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری IBM SPSS ver. 22 و کلیه نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شد.

### ۳. یافته‌های پژوهش و بحث

جدول ۳ مقادیر فراوانی و درصد فراوانی درختان کاج تدا و صنوبر دلتوئیدس در کلاسه‌های قطری را نشان می‌دهد. نتایج بررسی مشخصه‌های کمی اندازه‌گیری شده درختان صنوبر و کاج تدا نشان داد که میانگین تمام مشخصه‌ها در گونه صنوبر، بیشتر از گونه کاج بوده که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج بررسی ارتفاع کنده درختان نشان داد که با افزایش شیب، میانگین ارتفاع کنده درختان صنوبر و کاج روند افزایشی دارد به‌طوری که میانگین ارتفاع کنده درختان صنوبر در سه طبقه شیب به‌ترتیب برابر ۱۷/۳۱، ۲۵/۴۳ و ۲۷/۸۷ سانتی‌متر و ارتفاع کنده درختان کاج تدا در سه طبقه شیب به‌ترتیب برابر ۱۷/۰۴، ۱۷/۳۰ و ۱۸/۰۸ سانتی‌متر است (جدول ۵). Gülcı و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه خود نشان دادند که شیب دامنه، تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع کنده باقیمانده درختان مقطوعه دارد و با افزایش شیب ارتفاع کنده باقیمانده افزایش می‌یابد [۱۳].

با افزایش قطر درختان، ارتفاع کنده و حجم افت ناشی از ارتفاع کنده در هر دو گونه افزایش معنی‌داری نشان داد (شکل ۲).

افزایش ارتفاع کنده با افزایش قطر در مطالعه Gülici و همکاران (۲۰۲۳)، Subedi و Ghimire (۲۰۲۰)، Han و همکاران (۲۰۰۵) و Boston و Dysart (۲۰۰۰) گزارش شده است. قسمت‌های نزدیک به انتهای تنه درخت از قسمت‌های با ارزش درخت محسوب می‌شود که هر گونه افزایش ارتفاع کنده می‌تواند باعث افزایش ارتفاع کنده و افت چوب شود.

جدول ۳. فراوانی و درصد فراوانی درختان کاج ندا و صنوبر دلتوئیدس در کلاسه‌های قطری

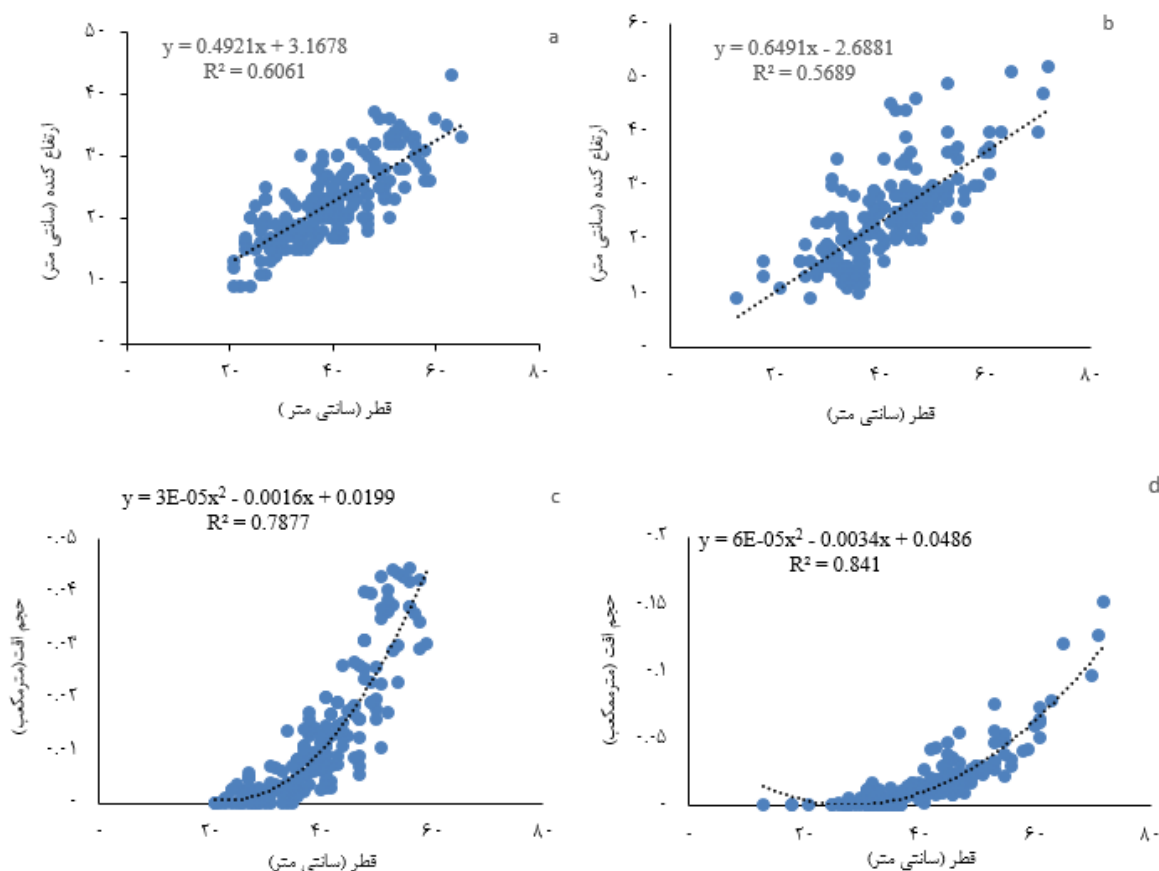
کلاسه قطری	فراوانی در کلاسه قطری	درصد فراوانی در کلاسه قطری	فراوانی در کلاسه قطری	درصد فراوانی در کلاسه قطری
۲۰ >	۰	۰	۳	۱/۴
۲۰-۲۵	۱۳	۶/۵	۳	۱/۴
۲۵-۳۰	۲۸	۱۴	۱۸	۸/۶
۳۰-۳۵	۲۴	۱۲	۴۲	۲۰/۱
۳۵-۴۰	۴۷	۲۳/۵	۳۵	۱۶/۷
۴۰-۴۵	۳۳	۱۶/۵	۴۵	۲۱/۵
۴۵-۵۰	۲۶	۱۳	۳۵	۱۶/۷
۵۰-۵۵	۱۶	۸	۱۹	۹/۱
۵۵-۶۰	۱۰	۵	۰	۰
۶۰-۶۵	۳	۱/۵	۶	۲/۹
۶۵-۷۰	۰	۰	۱	۰/۵
۷۰-۷۵	۰	۰	۲	۱
مجموع	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۹	۱۰۰

جدول ۴. میانگین  $\pm$  انحراف معیار مشخصه‌های کمی درختان اندازه‌گیری شده

گونه	قطر کنده (سانتی‌متر)	سطح مقطع کنده (سانتی‌متر مربع)	ارتفاع کنده (سانتی‌متر)
صنوبر	۴۱/۰۵ $\pm$ ۹/۷۰	۰/۱۳۹ $\pm$ ۰/۰۶	۱۹/۹۶ $\pm$ ۸/۳۴
کاج	۳۹/۵۱ $\pm$ ۹/۶۳	۰/۱۲۹ $\pm$ ۰/۰۶	۱۷/۵۸ $\pm$ ۵/۰۸

جدول ۵. آماره‌های توصیفی ارتفاع کنده درختان اندازه‌گیری شده

نوع گونه	تعداد	طبقات شیب (درصد)	میانگین (سانتی‌متر)	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
صنوبر	۱۴۸	۰-۱۵	۱۷/۳۱	۵/۱۸	۲۹/۹۲
	۳۷	۱۵-۳۰	۲۵/۴۳	۱۰/۴۵	۴۱/۰۹
	۲۴	> ۳۰	۲۷/۸۷	۱۱/۳۱	۴۰/۵۸
	۲۰۹	کل	۱۹/۹۶	۸/۳۴	۴۱/۷۸
کاج ندا	۶۹	۰-۱۵	۱۷/۰۴	۴/۷۴	۲۷/۸۱
	۲۶	۱۵-۳۰	۱۷/۳۰	۴/۲۰	۲۴/۲۷
	۹۵	> ۳۰	۱۸/۰۸	۵/۶۰	۳۰/۹۷
	۲۰۰	کل	۱۷/۵۸	۵/۰۸	۲۸/۸۹



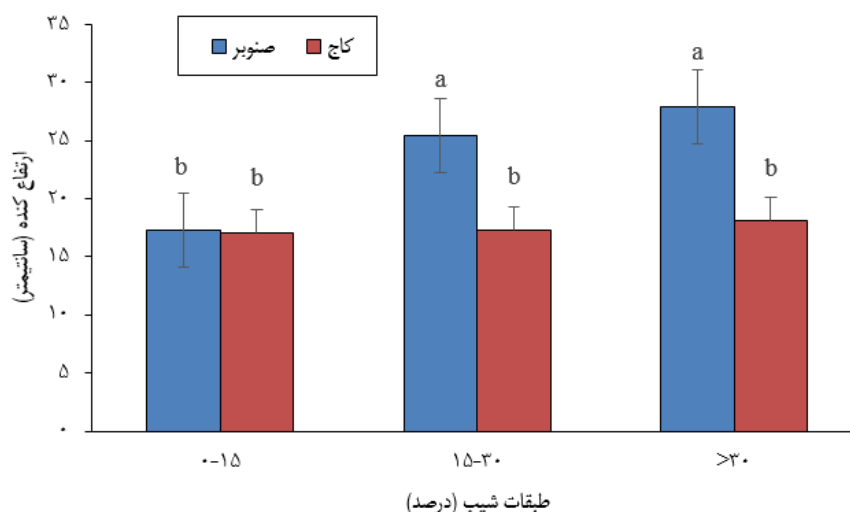
شکل ۲. رابطه بین قطر و ارتفاع کنده در درختان صنوبر (a) و کاج (b) و رابطه بین قطر و حجم افت کنده در درختان صنوبر (c) و کاج (d)

نتایج آزمون تجزیه واریانس ارتفاع کنده درختان تحت تأثیر گونه و طبقات شیب نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارتفاع کنده درختان در دو گونه صنوبر و کاج تدا و همچنین بین طبقات مختلف شیب وجود دارد. نتایج تأثیر توأم نوع گونه و طبقات شیب بر ارتفاع کنده درختان معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارتفاع کنده درختان صنوبر در طبقات شیب ۱۵-۳۰ و بیشتر از ۳۰ درصد با ارتفاع کنده درختان کاج تدا وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین ارتفاع کنده درختان کاج تدا در سه طبقه شیب بررسی شده وجود ندارد (شکل ۳). استفاده از ماشین‌آلات مکانیزه قطع، نقش مؤثری در کاهش ارتفاع کنده درختان دارند، اما مشکلاتی مانند شرایط توپوگرافی نامساعد، قطور بودن درختان، تنوع گونه‌ای و عدم توسعه مکانیزاسیون به‌همراه نوع روش بهره‌برداری و حجم برداشت کم، استفاده از ماشین‌آلات مکانیزه قطع را در جنگل‌های ایران ناممکن می‌سازد. بنابراین اره‌موتوری متداول‌ترین وسیله قطع در این جنگل‌ها است [۱۷]. استفاده از اره‌موتوری، کنترل افت درخت را توسط اره‌موتورچی محدود می‌نماید و اجرای نادرست عملیات برش این امر را تشدید می‌کند. اجرای نادرست بن‌زنی وین‌بری نه تنها درختان را در مسیر افت مناسب قرار نمی‌دهد، بلکه موجب کشیده شدن الیاف از تنه و ارتفاع بلند کنده درختان مقطوعه می‌شود که هر کدام به‌تنهایی در افزایش افت چوب نقش به‌سزایی دارند [۹]، هر چند به‌دلیل کم بودن قطر درختان، در این مطالعه این موارد مشاهده نشد. به‌طور کلی نتایج مطالعات نشان دادند که استفاده از یک سیستم نظارت دقیق و همچنین آموزش کارگران قطع و استحصال می‌تواند تا حدود زیادی افت چوب ناشی از ارتفاع بلند کنده (که منجر به افزایش افت چوب می‌شود) را کاهش دهد [۱۹، ۱۸]. Renzie و Han (۲۰۰۵) بیان کردند که میزان مهارت پرسنل قطع و شیب از عوامل تأثیرگذار بر میزان ارتفاع کنده و افت چوب ناشی از آن می‌باشد [۹]. نتایج بررسی افت کنده درختان نشان داد که میانگین افت کنده درختان صنوبر دلتوئیدس و کاج تدا با افزایش شیب، روند

افزایشی دارد. نتایج نشان داد که میانگین افت کنده درختان صنوبر در تمام طبقات شیب بیشتر از میانگین افت کنده درختان کاج بود، به طوری که میانگین افت کنده درختان صنوبر دلتوئیدس در سه طبقه شیب به ترتیب ۰/۰۲۴، ۰/۰۳۵ و ۰/۰۴۶ مترمکعب و میانگین افت کنده درختان کاج در سه طبقه شیب به ترتیب ۰/۰۲۴، ۰/۰۲۲ و ۰/۰۲۵ مترمکعب به ازای هر اصله است (جدول ۷).

جدول ۶. نتایج آزمون تجزیه واریانس ارتفاع کنده تحت تأثیر گونه و طبقات شیب

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
شیب	۲۱۹۲/۲۶	۲	۱۰۹۶/۱۳	۲۷/۷۱	۰/۰۰۰
گونه	۲۵۸۰/۴۸	۱	۲۵۸۰/۴۸	۶۵/۲۳	۰/۰۰۰
شیب×گونه	۱۶۰۵/۱۴	۲	۸۰۲/۵۷	۲۰/۲۸	۰/۰۰۰
خطا	۱۵۹۴۱/۶۱	۴۰۳	۳۹/۵۵		
کل	۱۶۴۸۰۰/۰	۴۰۹			



شکل ۳. مقایسه میانگین ارتفاع کنده درختان اندازه‌گیری شده حروف متفاوت، نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۷. آماره‌های توصیفی افت کنده درختان اندازه‌گیری شده

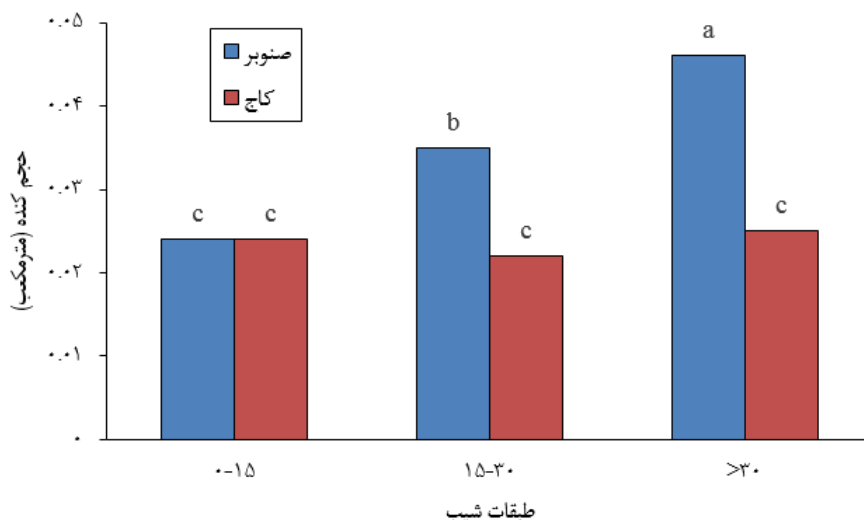
نوع گونه	تعداد	طبقات شیب (درصد)	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
صنوبر	۱۴۸	۰-۱۵	۰/۰۲۴	۰/۰۱۴	۵۸/۳۳
	۳۷	۱۵-۳۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲۵	۷۱/۴۲
	۲۴	> ۳۰	۰/۰۴۶	۰/۰۳۰	۶۵/۲۱
	۲۰۹	کل	۰/۰۲۸	۰/۰۲۰	۷۱/۴۲
کاج	۶۹	۰-۱۵	۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	۶۶/۶۶
	۳۶	۱۵-۳۰	۰/۰۲۲	۰/۰۱۴	۶۳/۶۳
	۹۵	> ۳۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱۶	۶۴/۰۰
	۲۰۰	کل	۰/۰۲۳	۰/۰۱۵	۶۵/۲۱



نتایج آزمون تجزیه واریانس افت کنده درختان تحت تأثیر گونه و طبقات شیب نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین افت کنده درختان در دو گونه صنوبر و کاج تدا و همچنین بین طبقات شیب وجود دارد. نتایج تأثیر توأم نوع گونه و طبقات شیب بر افت کنده درختان معنی‌دار بود (جدول ۸). نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین افت کنده درختان صنوبر در دو طبقه شیب ۱۵-۳۰ و بیشتر از ۳۰ درصد با افت کنده درختان صنوبر در طبقه شیب ۰-۱۵ درصد و همچنین با تمام طبقات شیب در درختان کاج تدا وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین افت کنده درختان کاج تدا در سه طبقه شیب بررسی شده وجود ندارد (شکل ۴). با توجه به قطور بودن درختان صنوبر نسبت به درختان کاج، اره‌موتورچی 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 ارزش ریالی افت چوب کمتر خواهد بود [۵] 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 چوب‌آلات در طول عملیات بهره‌برداری به‌واسطه افت چوب در کنده‌های بلند از بین می‌رود [۱۸].

جدول ۸. نتایج آزمون تجزیه واریانس حجم کنده (افت کنده) تحت تأثیر گونه و طبقات شیب

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
شیب	۰/۰۰۶	۲	۰/۰۰۳	۱۰/۴۲	۰/۰۰۰
گونه	۰/۰۰۹	۱	۰/۰۰۹	۲۹/۰۱	۰/۰۰۰
شیب × گونه	۰/۰۰۸	۲	۰/۰۰۴	۱۳/۳۹	۰/۰۰۰
خطا	۰/۱۲۴	۴۰۳	۰/۰۰۰		
کل	۰/۴۲۳	۴۰۹			



شکل ۴. مقایسه میانگین حجم کنده (افت کنده) درختان اندازه‌گیری شده حروف متفاوت، نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است.

همچنین Han و Renzie (۲۰۰۵) با بررسی ارتفاع کنده درختان در جنگل‌های کانادا 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 می‌شود که متعاقب آن حجم کنده و در نتیجه افت چوب افزایش می‌یابد [۹] که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در پژوهشی دیگر، Nikooy و Amozadeh (۲۰۱۴) با بررسی عوامل مؤثر بر افت حجمی چوب در جنگل‌های اسالم گیلان نشان دادند که قطر درختان تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع کنده‌ها دارد به طوری که با افزایش قطر درختان، ارتفاع کنده درختان افزایش یافته و در نتیجه حجم کنده افزایش می‌یابد و در نهایت سبب افزایش میزان افت حجمی چوب می‌شود [۳] که همسو با نتایج این پژوهش است. با توجه به میانگین افت کنده به‌ازای هر اصله درخت و براساس تعداد در هکتار درختان (۳۲۰ اصله در هکتار)، میزان افت حجمی کنده درختان صنوبر و کاج به‌ترتیب برابر ۸/۹۶ و ۷/۳۶ مترمکعب در هکتار با ارزش ریالی به‌ترتیب ۶۰۰۳۲۰۰۰۰ و ۳۵۳۲۸۰۰۰۰ ریال به‌ازای هر هکتار است (جدول ۹).

جدول ۹. افت حجمی چوب و کاهش ارزش ریالی آن به تفکیک گونه‌های درختی

گونه	مقدار افت (مترمکعب در هکتار)	ارزش ریالی (ریال در هکتار)
صنوبر	۸/۹۶	۶۰۰۳۲۰۰۰۰
کاج	۷/۳۶	۳۵۳۲۸۰۰۰۰

#### ۴. نتیجه‌گیری

قسمت‌های نزدیک به محل کنده در درختان، از قسمت‌های با ارزش درخت محسوب می‌شوند که در صورت باقی‌ماندن به‌صورت ارتفاع بلند، چوب زیادی را از چرخه تولید خارج می‌کنند. از این‌رو ارتفاع کم کنده، نقش به‌سزایی در افزایش حجم چوب خروجی و افزایش درآمد ناشی از آن دارد. این مطالعه، با هدف ارزیابی تغییرات ارتفاع کنده درختان مقطوعه تحت تأثیر عامل شیب در جنگلکاری‌های غرب گیلان انجام شد. به‌همین منظور، تعداد ۴۰۹ اصله درخت از دو گونه صنوبر دلتوئیدس (۲۰۹ اصله) و کاج تدا (۲۰۰ اصله) در سه طبقه شیب ۱۵-۰ درصد، ۳۰-۱۵ درصد و بیشتر از ۳۰ درصد انتخاب شدند. پس از قطع درختان با اندازه‌گیری ارتفاع کنده و حجم کنده افت چوب مربوط به ارتفاع کنده بلند اندازه‌گیری شد. نتایج مطالعه نشان داد که با افزایش شیب، میانگین ارتفاع کنده درختان صنوبر و کاج و افت ناشی از آن افزایش یافت. همچنین با افزایش قطر درختان و شیب دامنه، ارتفاع کنده و حجم افت ناشی از ارتفاع کنده در هر دو گونه افزایش معنی‌داری نشان داد. نتایج مطالعه همچنین نشان داد که ارتفاع و حجم کنده درختان صنوبر در طبقات شیب ۳۰-۱۵ و بیشتر از ۳۰ درصد بیشتر از ارتفاع کنده درختان کاج تدا است. نتایج نهایی مطالعه نشان داد که ارتفاع بلند کنده باعث اتلاف حجمی معادل ۸-۷ مترمکعب و اتلاف ارزشی (ریالی) معادل ۶۰۰-۳۶۰ هزار ریال می‌شود. با توجه به اجرای ایده تنفس جنگل و کمبود ماده اولیه کارخانه‌های چوب، بخش قابل توجهی از نیاز این کارخانه‌ها توسط چوب‌آلات حاصل از زراعت چوب با گونه‌های سریع‌الرشد تأمین می‌شود که در این بین آگاهی از میزان افت حجمی چوب‌آلات به‌لحاظ 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.

#### ۵. منابع

- [1] Heinimann, H.R. (2004). Forest operation under mountainous conditions. In Encyclopedia of Forest Sciences, J. Burley, J. Evans, and J. Young Quist, Editors, Elsevier Academic Press, Amsterdam, pp: 279-285.

- [2] 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.
- [3] 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)
- [4] Boston, K., & Dysart, G. (2000). A comparison of felling technology on stump height and log damage with economic interpretations. *Western Journal of Applied Forestry*, 15(2), 59-61.
- [5] 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)
- [6] Tavankar, F., & Bonyad, A.E. (2013). Assessment of logging residuals from single selection cutting by Line Intersect method (Case Study: parcel 237 from district 2 Asalem-Nav forest). *Journal of Wood and Forest Science and Technolog*, 20(2), 95-110. (In Persian)
- [7] Tavankar, F., & Einollahy, Y. (2010). Logging in northern forests of Iran. *Asian Journal of Chemistry*, 22(2), 1615-1618.
- [8] Walmsley, J.D., & Godbold, D.L. (2010). Stump Harvesting for Bioenergy – A Review of the Environmental Impacts. *Forestry*, 83(1), 17-38.
- [9] 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.
- [10] Momeni Moghaddam, T., Sagheb-Talebi, K., Akbarinia, M., Akhavan, R., & Hosseini, S.M. (2012). Impact of some physiographic and edaphic factors on quantitative and qualitative characteristics of Juniper forest (Case study: Layen region –Khorasan). *Iranian Journal of Forest*, 4(2), 143-156. (In Persian)
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] Booklet of forestry plan. (2012). Tania forestry plan, Seri 1. Natural resources and watershed management organization, Guilan province, 462 p. (In Persian).
- [15] Sarikhani N. (2008): *Forest Utilization*. 3rd Ed. Tehran, Iran, Tehran University Press: 728. (In Persian).
- [16] Subedi, T., & Ghimire, M. (2020). Economic interpretation of lost due to improper stump-height of trees in Nepal. *Banko Janakari*, 30(2), 3-10.
- [17] Ershadifar, M., Nikooy, M., & Naghdi, R. (2011). Ability assessment of felling crew in directional felling in west forest of Guilan province. *Iranian Journal of Forest*, 3(2), 169-176. (In Persian)
- [18] Murphy, G., & Buse, J. (2001). How to reduce felling related butt damage LIRA. 19 p.
- [19] Williston, E. (1979). Opportunity areas and leverage points. Proceedings of the electronics workshop, Sawmill and plywood clinic, Portland, Mar. 1979, 14-18.