

Noise assessment of motor-manual felling of poplar stands using MASHOUF PSI 9700 chainsaw

F. Rahimi¹, M. Nikooy^{2*}, M. Heidari³ and P.A. Tsioras⁴

1- Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran

2*- Corresponding author, Professor., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran.
E-mail: nikooy@guilan.ac.ir

3- Associate Prof., Department of Occupational Health, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

4- Assistant Prof., Lab of Forest Utilization, Faculty of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece

Received: 23.07.2023

Accepted: 09.10.2023

Abstract

Background and objectives: Globally, chainsaws are extensively used for motor-manual tree felling and processing, making them a significant part of wood harvesting. However, this can pose a threat to the sustainability of forest operations from an ergonomic perspective. Chainsaw usage in logging operations is recognized as strenuous work, exposing workers to safety risks and harmful factors. The MASHOUF PSI 9700, a new chainsaw model, has gained popularity in the wood harvesting sector. However, the extent of ergonomic effects during its operation remains unexplored. This study aims to evaluate the noise exposure levels during tree felling using this specific chainsaw model in a poplar plantation in the western part of Guilan province, Iran.

Methodology: This study was conducted in Tanyan forest district number 2, located around Soumesara, Guilan province. The felling operation was performed using the MASHOUF PSI 9700 chainsaw in a poplar plantation. The forest worker involved had over 20 years of experience in poplar plantations. Field data collection spanned one working day, during which a total of 133 trees were felled. Sound level measurements during the tree felling operations were taken at 5-second intervals using a TESTO 815 sound meter, in accordance with the ISO 1996-1 standard. The sound was measured along the arm and at the height of the worker's ear using the A-weighting filter with Fast time setting enabled, within the range of 80-130 dB. The sound levels recorded at each stage were averaged to obtain the average pressure level.

Results: The majority of the time consumption was attributed to tree felling, accounting for 46.02% of the total production time. The highest average sound levels were observed during the undercut (102.01 dB(A)) and backcut (100.46 dB(A)) work elements. The sound levels during the work elements of walk to tree, quire for felling, chainsaw refueling, technical delays, operational delays, and personal delays were 69.43, 72.62, 69.32, 87.10, 78.19, and 67.20 dB(A), respectively. Additionally, an increase in the diameter of the trees also led to an increase in the felling duration and the forest worker's exposure to noise. Upon comparing the normal data related to the leveled sound curve and the permitted exposure times to these sound intensities, it was observed that the equivalent sound levels and the duration of exposure, in most cases, were below the allowed limits. This was evident for undercut, backcut, and the overall felling duration.

Conclusion: The results of this study indicate that the MASHOUF PSI 9700 chainsaw exposes cutting workers to high noise levels. To mitigate the adverse effects of exposure to chainsaw noise, it is necessary to equip workers with personal safety equipment such as ear protection, consider taking breaks between tasks, and ensure timely maintenance of chainsaws. Furthermore, organizing on-the-job training courses focused on ergonomic topics and subjecting chainsaw operators to regular health checks may be crucial for early identification and prevention of hearing loss.

Keywords: Occupational diseases, hearing loss, chainsaw, forest operations.

ارزیابی صدا در عملیات قطع جنگل کاری‌های صنوبر با استفاده از اره‌موتوری MASHOUF PSI 9700

فرشته رحیمی^۱، مهرداد نیکوی^{۲*}، محمود حیدری^۳ و پتروس سایروس^۴

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

۲* - نویسنده مسئول، استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. پست الکترونیک: nikooy@guilan.ac.ir

۳- دانشیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

۴- استادیار، آزمایشگاه بهره‌برداری از جنگل، دانشکده جنگل‌داری و محیط زیست طبیعی، دانشگاه ارسطو تسالونیک، تسالونیک، یونان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: در سطح جهانی، بخش زیادی از برداشت چوب با اره‌موتوری انجام می‌شود و این وسیله هنوز هم یک گزینه پرکاربرد برای عملیات قطع درختان و پردازش دستی درختان است. با این حال، این واقعیت می‌تواند پایداری عملیات جنگل را از نقطه نظر ارگونومیک تهدید کند. استفاده از اره‌موتوری در عملیات بهره‌برداری به‌عنوان کار سنگینی که کارگران را در معرض خطرات ایمنی و عوامل مضر قرار می‌دهد، گزارش شده است. MASHOUF PSI 9700 یک مدل اره‌موتوری جدید است که محبوبیت فزاینده‌ای در میان بخش برداشت چوب به دست آورده است، اما میزان تأثیرهای ارگونومیکی آن در حین کار بررسی نشده است. پژوهش پیش‌رو با هدف ارزیابی سطوح مواجهه با صدا در حین عملیات قطع درختان با استفاده از این مدل اره‌موتوری خاص در یک جنگل کاری صنوبر در غرب استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش پیش‌رو در سری ۲ تنیان واقع در اطراف شهرستان صومعه‌سرا، در غرب استان گیلان انجام شد. عملیات قطع با استفاده از اره‌موتوری MASHOUF PSI 9700 در جنگل کاری‌های صنوبر انجام شد. کارگر شاغل جنگل سابقه کار قابل توجهی (بیش از ۲۰ سال) در عملیات قطع درختان در صنوبر کاری‌ها داشت. جمع‌آوری داده‌های صحرائی یک روز کاری طول کشید و در مجموع ۱۳۳ درخت قطع شد. اندازه‌گیری صدا در هنگام انجام عملیات قطع درختان، در فواصل زمانی پنج ثانیه و با استفاده از صداسنج، TESTO 815، و با استفاده از استاندارد، ISO 1996-1، انجام شد. اندازه‌گیری صدا در امتداد بازو و در ارتفاع گوش کارگر روی شبکه، A-fast، و در دامنه ۱۳۰-۸۰ دسی‌بل اندازه‌گیری شد. میانگین ترازهای صوتی اندازه‌گیری‌شده در هر مرحله محاسبه و متوسط تراز فشار به دست آمد.

نتایج: بیشترین بخش از زمان صرف عملیات قطع درختان شد (۴۶/۰۲ درصد از کل زمان تولید). بالاترین میانگین تراز صدا در عناصر کاری بن‌زنی (۱۰۲/۰۱ دسی‌بل) و بن بری (۱۰۰/۴۶ دسی‌بل) مشاهده شد. همچنین، سطح صدا در حین کار حرکت به سمت درخت، ارزیابی درخت، سوخت‌گیری اره‌موتوری، تاخیرهای فنی، اجرایی و شخصی به ترتیب ۶۹/۴۳، ۷۲/۶۲، ۶۹/۳۲، ۸۷/۱۰، ۷۸/۱۹ و ۶۷/۲۰ دسی‌بل بود. افزایش قطر درختان باعث افزایش مدت زمان قطع و قرار گرفتن کارگران جنگل در معرض سروصدا شد. مقایسه داده‌های نرمال مربوط به منحنی تراز شده صدا و زمان‌های مجاز قراگیری در معرض این شدت‌های صدا با ترازهای شدت صدا مربوط به بن‌زنی، بن بری و زمان کل نشان داد که تراز صداها و مدت مواجهه با آن‌ها در بیشتر مواقع، کمتر از حد مجاز بود.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج این پژوهش نشان داد که اره‌موتوری MASHOUF PSI 9700 کارگران قطع را در معرض صدای زیادی قرار می‌دهد. برای کاهش اثرات نامطلوب قرار گرفتن در معرض صدای اره برقی ضروری است تا کارگران به تجهیزات ایمنی شخصی مانند محافظ گوش، استراحت بین کارها و نگهداری به موقع اره‌موتوری مجهز شوند. همچنین، سازماندهی دوره‌های آموزشی در محل کار با

تمرکز بر موضوعات ارگونومیک و نظارت کارگران قطع جهت بررسی‌های بهداشتی منظم ممکن است برای شناسایی زودهنگام و پیشگیری از کاهش شنوایی بسیار مهم باشد. واژه‌های کلیدی: بیماری‌های شغلی، کاهش شنوایی، اره‌موتوری، بهره‌برداری جنگل.

مقدمه

چوب یکی از پرکاربردترین مصالح صنعتی است که به توسعه و رشد اقتصادی کمک می‌کند و درعین حال، فرصت‌های شغلی زیادی را نیز فراهم می‌کند. از نظر عملیاتی برای تحویل چوب به بازار باید تغییراتی در شکل و ساختار آن انجام شود تا به صورت یک محصول حدواسط یا نهایی به بازار عرضه شود. بخش قابل توجهی از این تغییرات ارزش‌افزوده در جنگل و با استفاده از سامانه‌های مختلف برداشت صورت می‌گیرد که سطح مکانیزاسیون آن‌ها به عامل‌های مختلفی از جمله وضعیت اقتصادی یک منطقه یا کشور بستگی دارد (Moskalik et al., 2017). به دلیل‌های مختلف مانند کاهش دسترسی به جنگل یا محدودیت برداشت به مناطق کوچک و شدت برداشت کم، اجازه استفاده از مکانیزاسیون در این جنگل‌ها میسر نیست (Borz et al., 2014; Rauch et al., 2015; Apăfaian et al., 2017). در این شرایط، بخش مهمی از کار برداشت چوب به صورت نیمه‌مکانیزه انجام می‌شود که می‌تواند بر پایداری عملیات برداشت چوب از نظر تولید و ارگونومیک تأثیر بگذارد. زیرا سامانه‌های برداشت مورد استفاده باید تضمین‌کننده حفاظت و حمایت از کارگران در برابر خطرهای ناخواسته در عین سازگاری کار با نیروی کار باشند. این خطرها می‌توانند سبب مهاجرت نیروی کار به صنایع دیگر و در نتیجه، کاهش نرخ اشتغال در برداشت چوب شود (Heinimann, 2007; Marchi et al., 2018).

از یک سو، قطع درختان و پردازش درختان با اره‌موتوری هنوز هم یکی از پرکاربردترین گزینه‌ها در عملیات برداشت چوب با توجه به تعداد انتشارهای علمی در این زمینه است (Naghdi et al., 2010). این وضعیت را می‌توان به عوامل متعددی مانند هزینه‌های خرید و کارکرد قابل قبول، عمر به نسبت طولانی، سازگاری با زمین‌های

شیب‌دار، سازگاری با طیف وسیعی از اندازه‌ها و گونه‌های درختان و شدت کم تولید در مقایسه با ماشین‌آلات مکانیزه نسبت داد (Calvo et al., 2013). از سوی دیگر، اره‌موتورچی‌ها موظف هستند که در محیط باز کار کنند و در بسیاری از موارد در معرض دمای شدید قرار می‌گیرند که کار با اره‌موتوری را بسیار دشوار می‌کند (Yongang & Baojun, 1998). در عرصه‌های قطع، عوامل متعددی مانند شیب عرصه، فاصله بین درختان و شرایط آب و هوایی بر کارایی کارگران قطع تأثیر می‌گذارند و باعث بارکاری شدید این شغل می‌شوند (Silayo et al., 2010; Magagnotti & Spinelli, 2012). همچنین، کار با اره‌موتوری در جنگل، کارگران قطع را در معرض صدای زیاد (Neitzel & Yost, 2002)، ارتعاش (Rottensteiner et al., 2012; Rottensteiner & Stampfer, 2013)، ذرات معلق و خطر اختلال‌های اسکلتی عضلانی (Grzywiński et al., 2016) قرار می‌دهد که با گذشت زمان می‌تواند سلامت آن‌ها را در معرض تهدید قرار دهد. با گذشت زمان، قرار گرفتن در معرض صدا باعث کاهش شنوایی (Tunay & Melemez, 2008; Fonseca et al., 2015)، اختلال‌های عروقی، بی‌حسی در نتیجه کاهش خون‌رسانی، آتروفی و ضعف ماهیچه‌ای می‌شود. در نهایت، مواجهه طولانی با ارتعاش، از کارافتادگی عضو را به دنبال دارد (Bovenzi, 2008). با این حال، عملیات قطع درختان از فعالیت‌های پرخطر در عملیات برداشت چوب است. به طوری که هر ساله برخی از کارگران در اثر حوادث ناشی از کار، جان خود را از دست می‌دهند یا به شدت مصدوم می‌شوند (Tsioras et al., 2014; Laschi et al., 2016). این حوادث اغلب با رفتار کارگران، سازمان‌دهی کار و ریسک‌های غیرضروری یا عدم استفاده از روش‌های ایمنی مرتبط هستند (Borz et al., 2014; Melemez, 2015).

اره‌موتوری‌های برقی شارژی و بنزینی در درختان جوان صنوبر از نظر کارایی و ایمنی نشان دادند که ااره‌موتوری‌های برقی شارژی، انتخاب بهتری برای استفاده در مقیاس کوچک در جنگل هستند.

در سال‌های اخیر، تولیدکنندگان ااره‌موتوری، این محصول را با طول تیغه‌های مختلفی به بازار عرضه کرده‌اند. با توجه به کلاسه قطری درختان، امکان استفاده از انواع ااره‌موتوری در عرصه‌های جنگل‌کاری شده و خصوصی امکان‌پذیر هست. تنوع استفاده از آن‌ها در عرصه‌های جنگل‌کاری شده همراه با اثرات ارگونومیک، موضوعی است که در پژوهش‌ها، کمتر به آن توجه شده است. همچنین، پژوهش‌های مربوط به اثرات ارگونومی ااره‌موتوری به‌ویژه صدا در ایران اغلب روی مدل‌های مختلف ااره‌موتوری اشتیاق انجام شده‌اند و ااره‌های دیگر کمتر بررسی شده‌اند. ااره‌موتوری MASHOUF از ااره‌موتوری‌های جدیدی است که برای عملیات برداشت چوب در جنگل‌کاری‌های استان گیلان استفاده می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی تراز صدا در حین عملیات قطع درختان با ااره‌موتوری MASHOUF در عملیات قطع یکسره درختان صنوبر جنگل‌کاری شده در غرب استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش پیش‌رو در جنگل‌های سری دو تنیان در حومه شهرستان صومعه‌سرا انجام شد. این سری از شمال به روستای تنیان از آبادی‌های گوراب زرمیخ، سیاه خالی و آهکلان از توابع ماسال، از شرق و جنوب به سری سه این حوضه و از غرب به جنگل‌های حوضه ماسال متصل شده است. این مناطق که از نظر ارتفاعی بین ۱۰۰ تا ۱۴۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند، اغلب در سطح ارتفاعی ۳۰۰ متر از سطح دریا هستند. متوسط بارش ماهانه و سالانه در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۸۲/۴۶ و ۹۸۹/۷ میلی‌متر، متوسط درجه‌حرارت سالانه نیز حدود ۲۱/۳ درجه سانتی‌گراد و بیشینه دما (۳۱/۷) درجه سانتی‌گراد در

بررسی فشار کار ناشی از صدا بر کارگران جنگل در اثر عملیات بینه‌بری با ااره‌موتوری نشان داد که در مرحله بینه‌بری، ااره‌موتورچی به‌طور دائم در معرض صدای بیشتر از حد استاندارد (۸۵ دسی‌بل) قرار دارد که به‌طور تقریبی تا آستانه دردناکی پیش می‌رود (Ahmadi et al., 2013). در طول عملیات بینه‌بری، مدت اندازه‌گیری صدا در محدوده بین ۰/۱۲ تا ۱۲/۰۳ دقیقه بود که در آن ااره‌موتورچی در معرض صدای ۱۱۶ دسی‌بل قرار داشت. همچنین، با افزایش قطر تنه، کارگر، مدت بیشتری در معرض صدای غیرمجاز قرار داشت. با توجه به استاندارد ایران و کنفرانس متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH)، فرد مجاز است که حدود ۲۴ ثانیه در معرض این حد صدا قرار بگیرد، درحالی‌که طبق نتایج پژوهش مذکور در بیشتر از ۹۵ درصد زمان‌سنجی‌ها، مدت مواجهه بیشتر از حد مجاز بود. Ahmadi و همکاران (۲۰۱۶) نیز با مقایسه زمان قطع و تراز صدا در قطع درختان راش و ممرز در جنگل خیرود نشان دادند که کارگران همواره با صدای بیشتر از ۸۵ دسی‌بل سروکار دارند. همچنین، مدت مواجهه با صدای ااره‌موتوری در عملیات قطع فراتر از حد مجاز و استاندارد گزارش شد. بررسی کارگران جنگل‌های برزیل که در معرض صدا بودند، نشان داد که ۲۳/۸ درصد از آن‌ها، شنوایی خود را از دست داده بودند، ۵/۵ درصد شرکت‌کنندگان در معرض صدای بین ۸۵ تا ۸۹/۹ دسی‌بل و ۱۱ درصد نیز در معرض صدای بیشتر از ۹۰ دسی‌بل قرار داشتند (Lacerda et al., 2015). Taş و همکاران (۲۰۱۸) با آنالیز سطح صدا توسط ااره‌موتوری در طول عملیات قطع درخت گزارش کردند که متوسط سطح صدا برای مرحله‌های بن‌زنی و بن‌بری به ترتیب ۹۵ و ۸۷ دسی‌بل است. سطح صدا بیشتر از حد ۸۵ دسی‌بل در مرحله بن‌بری ممکن است باعث ناشنوایی دائمی کارگر شود. از سوی دیگر، سطح صدا در مرحله بن‌زنی بیشتر از ۹۰ دسی‌بل هرچند ممکن است به ناشنوایی دائمی منجر نشود، اما مشکلات سلامتی فیزیولوژیکی و روانی را به‌دنبال دارد. Poje و همکاران (۲۰۱۸) با مقایسه

اثرات ویژگی‌های دموگرافیت کارگران و تأثیر آن‌ها بر نتایج این پژوهش فقط یک اره‌موتورچی به‌کار گرفته شد. در انتخاب کارگر مورد مطالعه تلاش شد تا میانگین ویژگی‌های دموگرافیک کارگران از جمله سن و تجربه‌کاری در منطقه مد نظر قرار گیرد (Kanawaty, 1992; Groover, 2007). اره‌موتوری مورد استفاده در این پژوهش، MASHOUF PSI 9700 بود (جدول ۱).

اندازه‌گیری صدا

اندازه‌گیری صدا در هنگام انجام عملیات قطع ۱۳۳ درخت صنوبر، در فاصله‌های زمانی پنج ثانیه و با استفاده از صداسنج TESTO 815 و استاندارد ISO 1996-1 انجام شد (شکل ۱). صداسنج براساس شدت صوت ۹۵ دسی‌بل (A) تولیدشده توسط اره‌موتوری پیش از اندازه‌گیری صدا کالیبره شد. صدا در امتداد بازو و در ارتفاع گوش کارگر روی شبکه A-fast و در دامنه ۸۰ تا ۱۳۰ دسی‌بل اندازه‌گیری شد (Ahmadi *et al.*, 2013, 2016).

ترازهای صوتی اندازه‌گیری‌شده در هر مرحله به‌صورت میانگین محاسبه شد و متوسط تراز فشار به دست آمد. متوسط فشار صوت نیز از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$\overline{Lp} (dB) = 10 \log \left[\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n 10^{\frac{Lp_i}{10}} \right] \quad (1)$$

که در آن، \overline{Lp} متوسط تراز فشار صوت (دسی‌بل)، n تعداد نقاط برداشت صوت و Lp_i تراز فشار صوت در هر نقطه (دسی‌بل) است (Neri *et al.*, 2018).

مردادماه و کمیته آن در بهمن‌ماه (۱۱/۷) درجه سانتی‌گراد) ثبت شده است (Anonymous, 2007).



شکل ۱- اندازه‌گیری صدای ناشی از اره‌موتوری

MASHOUF PSI 9700 با صداسنج TESTO 815

Figure 1. Measuring the noise caused by the MASHOUF PSI 9700 chainsaw with TESTO 815 sound meter

روش پژوهش

اندازه‌گیری صدا در عملیات قطع یکسره درختان در جنگل‌کاری‌های صنوبر (*Populus deltoides* Marsh) انجام شد (Abedi & Abedi, 2002). برای جلوگیری از

جدول ۱- مشخصه‌های فنی اره‌موتوری MASHOUF PSI 9700 مورد استفاده در این پژوهش

Table 1. Technical characteristics of the MASHOUF PSI 9700 chainsaw used in this study

Pure weight (Kg)	5.1
Fuel tank volume (ml)	5520
Oil tank volume (ml)	2260
Blade length (cm)	550
Cylinder displacement (cm ³)	554
Output power (kW)	22.2
Longevity (h)	22000

نتایج

در طول اندازه گیری، کارگر حدود ۴۶/۰۲ درصد از کل زمان کار تولید را صرف کارهایی کرد که فرض بر استفاده از اره موتوری با موتور روشن بود، درحالی که حدود ۵۳/۹۸ درصد از زمان تولیدی را با اره موتوری خاموش در کارهای مختلف سپری کرد. جدول ۲، تفکیک قرارگیری در معرض صدا را در وظایف کاری مختلف نشان می دهد که به عنوان سطح فشار صوتی A-weighted محاسبه شده برای هر یک از وظایف انجام و نیز برای کل زمان مطالعه اندازه گیری شد.

در طول زمان تولید، سطح صدا براساس نوع کار انجام شده، متفاوت بود. بیشترین میانگین تراز صوت در حین بن زنی (۱۰۲/۰۱ دسی بل) و بن بری (۱۰۰/۴۶ دسی بل) ثبت شد (شکل ۲). زیرا در این اجزای کاری قطع، اره موتوری موظف بود که وضعیت های کاری را در فاصله های کوتاه تر بین منبع صدا و گوش انجام دهد. علاوه بر این، در بیشتر زمان صرف شده برای چنین کارهایی، اره موتوری تقریباً با ظرفیت کامل خود کار می کرد، بنابراین در مقایسه با کارهای دیگر (که اره موتوری اغلب در حالت خاموش بود) صدای بیشتری تولید می کرد. در مقایسه با قوانین و

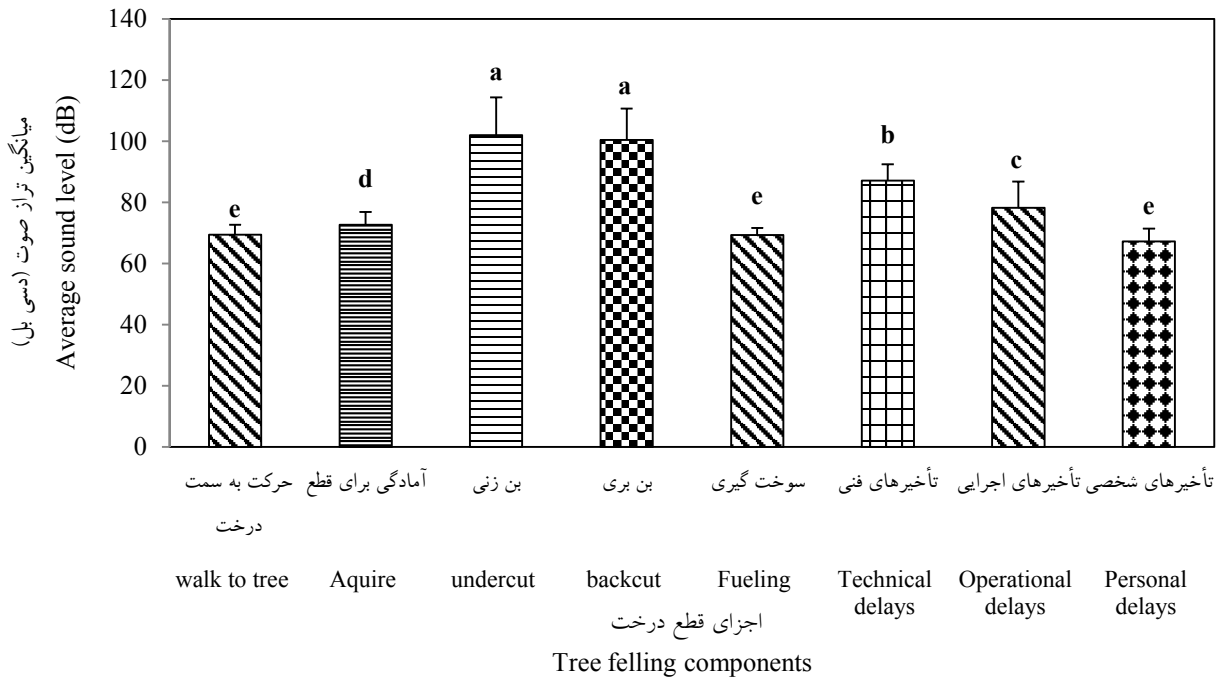
استانداردهای مربوط به ارزیابی قرارگیری در معرض صدا، نتایج این پژوهش نشان می دهد که در اجزای بن زنی و بن بری، قرارگیری در معرض صدا از کمینه سطح عمل ۸۰ دسی بل (A) فراتر رفته است. حرکت به سمت درخت، آمادگی برای قطع، سوخت گیری و تأخیرها سبب قرارگیری در معرض صدای کمتر از این آستانه شد. با این حال، چنین رویدادهایی در حدود ۵۴ درصد از زمان مشاهده شده را تشکیل دادند. از سوی دیگر، ۴۶/۰۲ درصد از زمان مشاهده شده با قرارگیری در معرض صداهایی مشخص شد که به طور قابل توجهی از ۸۵ دسی بل فراتر رفت.

در شکل ۳، رابطه بین قطر درختان صنوبر و زمان قطع آمده است. بر این اساس، با افزایش قطر درختان، زمان قطع هم افزایش می یابد و کارگر اره موتوری، بیشتر در معرض صدای ناشی از کار با اره موتوری قرار می گیرد. در شکل ۴، داده های نرمال مربوط به منحنی تراز شده صدا و زمان های مجاز قرارگیری در معرض این شدت های صدا در مقایسه با ترازهای شدت صدا مربوط به بن زنی، بن بری و زمان کل آورده شده است. براساس نتایج، تراز صدا و مدت مواجهه با آنها در بیشتر مواقع، کمتر از حد مجاز بوده است.

جدول ۲- مدت و میانگین تراز صوت برای اجزای زمانی قطع درخت و تراز معادل مواجهه صوت برای کل مطالعه

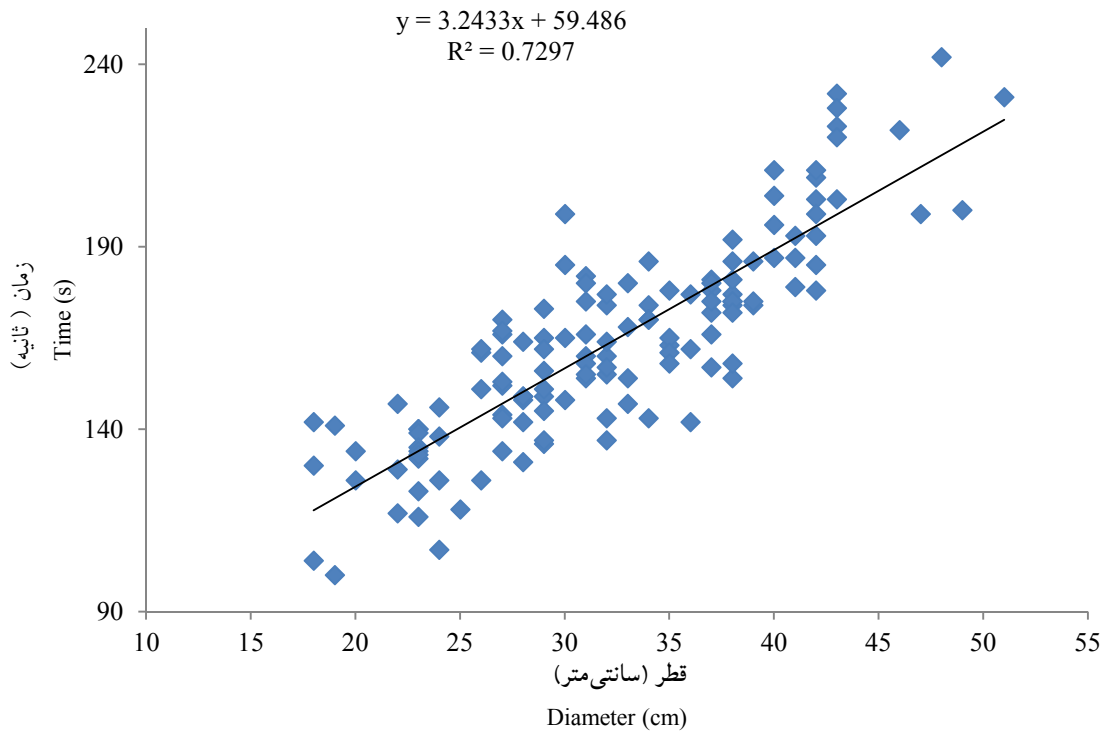
Table 2. Duration and average sound level for the time components of tree felling and the equivalent level of sound exposure for the whole study

	Time spent (s)	Percentage of time spent	Average sound level (dB)	The equivalent level of sound exposure (dB)
Walk to tree	5099	16.99	69.43	
Aquire for felling	2948	9.82	72.62	
Undercut	9748	32.48	102.01	
Backcut	4063	13.54	100.46	
Fueling	1571	5.23	69.32	
Technical delays	1334	4.44	87.1	
Operational delays	625	2.17	78.19	
Personal delays	4598	15.32	67.2	
Total	30013	100	98.08	98.2



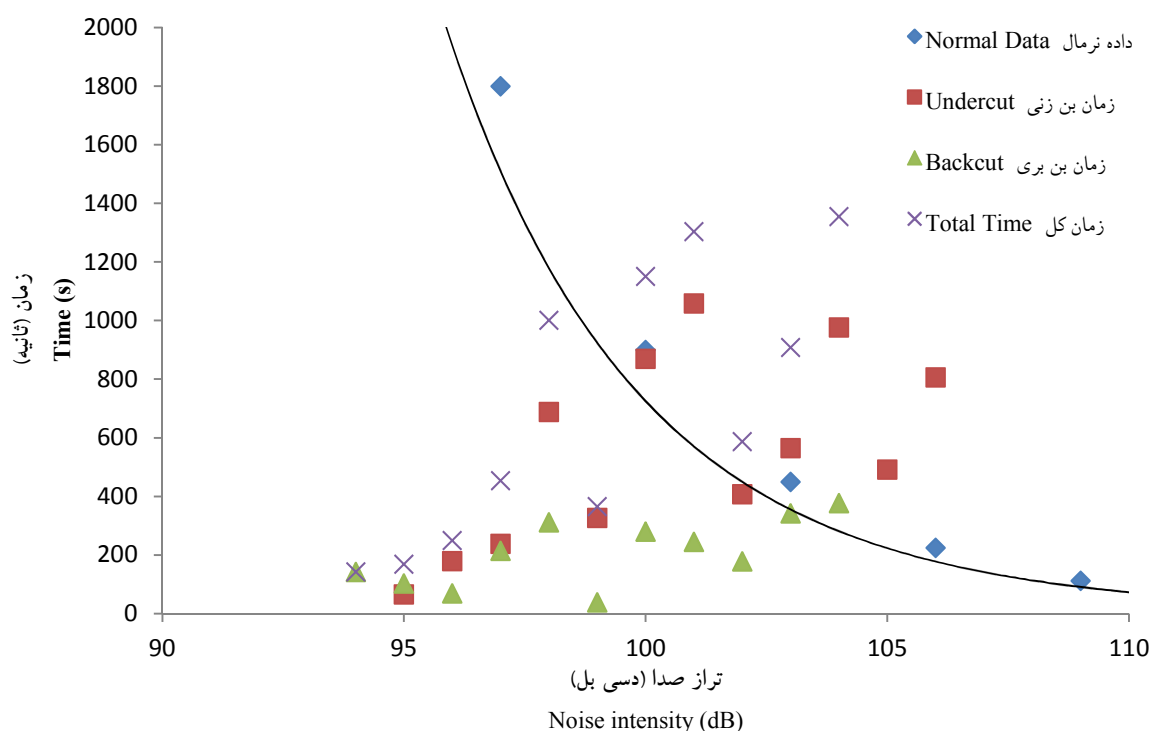
شکل ۲- مقایسه میانگین تراز صوت در اجزای قطع درختان صنوبر در منطقه مورد مطالعه

Figure 2. Comparison of the average sound level in the components of cutting poplar trees in the study area



شکل ۳- رابطه بین قطر و زمان قطع درختان مورد مطالعه

Figure 3. Relationship between diameter and cutting time of studied trees



شکل ۴- رابطه زمان و شدت صدا و مقایسه آن با حد مجاز در درختان صنوبر مورد مطالعه

Figure 4. The relationship between time and sound intensity and its comparison with the permissible limit in the studied poplar trees

بحث

به عنوان حد اخطار و ۹۰ دسی بل به عنوان حد خطرناک توسط سازمان بین المللی کار معرفی شده است. در پژوهش پیش رو، بیشترین میانگین تراز صوت در حین بن زنی (۱۰۲/۰۱ دسی بل) و بن بری (۱۰۰/۴۶ دسی بل) ثبت شد، بنابراین در اجزای بن زنی و بن بری، قرارگیری در معرض صدا از کمینه سطح عمل یعنی ۸۰ دسی بل فراتر رفته است. Ahmadi و همکاران (۲۰۱۶) با مقایسه زمان قطع و تراز صدا در قطع درختان راش و ممرز در جنگل خیرود گزارش کردند که تراز صدای اره موتوری Stihl 070 برای مرحله بن زنی بین ۱۰۹ تا ۱۱۰ دسی بل و برای مرحله بن بری حدود ۱۰۸ تا ۱۰۹ دسی بل است. آن ها در پژوهشی دیگر با بررسی فشار کار ناشی از صدا بر کارگران جنگل در اثر عملیات بینه بری با اره موتوری Stihl 090 نشان دادند که در این مراحل، کارگر در معرض صدای بین ۱۰۸ تا ۱۲۲ دسی بل قرار دارد (Ahmadi et al., 2013). Neri و همکاران (۲۰۱۸) دامنه میانگین تراز صدا برای چهار نوع

آلودگی صدا از مشکلات صنعتی و محیط زیستی دنیای امروز است. با وجود اقدام های ایمنی کافی و مؤثر، صداهای تولید شده توسط دستگاه های صنعتی ممکن است سبب آسیب جدی به کارگران شوند. صداهای محیط می توانند سلامت فیزیولوژیک و روانی انسان را تحت تأثیر خود قرار دهند (Serin & Akay, 2010). اگر حفاظت از سلامت کارکنان به اندازه کارایی آنان مدنظر باشد، فضای محیط کاری باید با ساختار بیولوژیکی انسان، محدودیت تحمل طبیعی و واکنش های روان شناختی و فیزیولوژیکی وی سازگار باشد (Serin & Akay, 2010). گوش انسان نسبت به شدت صدا تا سطح خاصی سازگار است، اما این تطابق برای سازگاری با صداهای صنعتی کافی نیست. پژوهش ها در این زمینه نشان داده اند که قرارگیری در معرض صدای ۸۵ دسی بل و بیشتر برای بلندمدت سبب کاهش قدرت شنوایی می شود. به همین دلیل، صدا با شدت ۸۵ دسی بل

آن و اعزام کارگران اره‌موتورچی به صورت دوره‌ای به مراکز بهداشت کاری به منظور بررسی آسیب‌های احتمالی و جلوگیری از دائمی شدن آسیب‌های موقت است (Papandrea *et al.*, 2022). آگاهی کارگر اره‌موتورچی از آسیب‌های ناشی از قرارگیری در معرض صدا و الزام وی به استفاده از تجهیزات ایمنی کاهش‌دهنده صدا در هنگام عملیات قطع درخت ضروری است. نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استفاده از گوش‌گیرها می‌تواند صدا را بین ۱۵ دسی‌بل برای صداهای با فرکانس کم و ۳۵ دسی‌بل برای فرکانس‌های بیشتر تضعیف کند (Potocnik & Poje, 2017). درعین حال، کلاه‌های ایمنی مدرن می‌توانند تضعیف صدای ۲۶ دسی‌بل را ارائه دهند (Cheța *et al.*, 2018). باتوجه به گستره زمانی محدود، پژوهش پیش‌رو باید به‌عنوان یک تلاش اولیه برای ارزیابی صدا در عملیات قطع با اره‌موتوری MASHOUF PSI 9700 تفسیر شود. به این ترتیب، اعتبارسنجی این نتایج باید با انجام پژوهش‌های مشابه در مدت طولانی‌تر انجام شود.

منابع مورد استفاده

- Abedi, T. and Abedi, R., 2022. Investigating the different models of diameter distribution for *Populus deltoides* plantation in relation to planting distances. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 30(2): 193-210 (In Persian with English summary).
- Ahmadi, M., Jourgholami, M., Majnounian, B. and Yarahamdi, R., 2013. Investigation on the ergonomic aspects of the noise caused by chainsaw in bucking operation (Case study: Kheyroud forest research station). Iranian Journal of Forest, 5(1): 1-10 (In Persian with English summary).
- Ahmadi, M., Jourgholami, M., Majnounian, B. and Yarahamdi, R., 2016. Comparison of noise exposure levels on chainsaw users in motor-manual tree felling (Case study: Hyrcanian forest). Journal of Forest and Wood Products, 68(4): 729-740 (In Persian with English summary).
- Anonymous, 2007. Forest Management Plan of Tanyan district (Section 2). Published by General Directorate of Natural Resources and Watershed Management of Guilan Provincen, Rasht, 79 p (In Persian with English summary).
- Apăfăian, A.I., Proto, A.R. and Borz, S.A., 2017. Performance of a mid-sized harvester-forwarder system in integrated harvesting of sawmill, pulpwood and firewood. Annals of Forest Research, 60(2): 227-241.
- Borz, S.A., Ignea, G., Popa, B., 2014. Modelling and comparing timber winching performance in windthrow

اره‌موتوری Stihl MSA160T, Stihl MSA200C, Stihl MSE180C و Stihl MSE220C را به ترتیب ۸۱، ۸۴، ۹۲ و ۹۵ دسی‌بل گزارش دادند. Cheța و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی تراز صوت اره‌موتوری در هنگام قطع درختان در جنگل‌کاری‌های ۳۰ ساله صنوبر در کشور رومانی با اره‌موتوری Stihl MS 362 نشان دادند که میانگین تراز صوت در هنگام انجام عملیات بن‌زنی و بن‌بری به ترتیب ۱۰۶ و ۱۰۵ دسی‌بل است. Papandrea و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی وضعیت ارگونومیک اره‌موتوری‌های مورد استفاده در سیستم‌های آگروفارستری کوچک مقیاس در کشور ایتالیا دریافتند که دامنه تغییرات تراز صدا بین ۹۱ تا ۱۱۸ دسی‌بل بین اره‌های مختلف متفاوت است. براساس نتایج دیگر آن‌ها، تغییرات صدا در اره‌موتوری، تابع نوع چوب، نوع اره و شرایط استفاده توسط اره‌موتورچی به خصوص سرعت حرکت زنجیر هستند. Iftime و همکاران (۲۰۲۲) با ارزیابی قرارگیری اپراتورهای اره‌موتوری با عوامل خطر شغلی و بروز بیماری‌های حرفه‌ای خاص در زمینه جنگل‌داری، میانگین تراز صدا برای اره‌موتوری Husqvarna 372 XP را ۹۷ دسی‌بل عنوان کردند.

پژوهش پیش‌رو با هدف ارزیابی صدا در عملیات قطع با استفاده از اره‌موتوری MASHOUF PSI 9700 در جنگل‌کاری‌های صنوبر در غرب استان گیلان انجام شد. نتیجه اصلی این پژوهش نشان داد که قطع با اره‌موتوری مذکور در جنگل‌کاری‌های صنوبر، اره‌موتورچی‌ها را در معرض سطوح صوتی غیرقابل قبول قرار می‌دهد. به منظور کمینه کردن خطرات احتمالی ناشی از قرارگیری در معرض صدا، مدیران عرصه‌های جنگل‌کاری باید اقدام‌های ارگونومیک لازم را در نظر گیرند. برخی از این اقدام‌ها شامل تجهیز اره‌موتورچی‌ها به ابزارهای محافظ گوش همراه با ترغیب کارگران به استفاده از این وسایل، در نظر گرفتن توقف‌های کاری برای آن‌ها در حین کار به منظور استراحت، تعمیر و نگهداری اره‌موتوری در دوره‌های زمانی مناسب، برگزاری دوره‌های آموزشی در حین کار در ارتباط با آسیب‌های احتمالی ناشی از صدا و روش‌های کمینه کردن

- Naghdi, R., Nikooy, M., Mohammadi Limaie, S. and Shormage, Y., 2010. Evaluation of felling productivity in Shafarood forest (Guilan province). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3): 417-425 (In Persian with English summary).
- Neitzel, R. and Yost, M., 2002. Task-based assessment of occupational vibration and noise exposures in forestry workers. *AIHA Journal*, 63: 617-627.
- Neri, F., Laschi, A., Foderi, C., Fabiano, F., Bertuzzi, L. and Marchi, E., 2018. Determining noise and vibration exposure in conifer cross-cutting operations by using Li-Ion batteries and electric chainsaws. *Forests*, 9(8): 501.
- Papandrea, S.F., Cataldo, M.F., Zimbalatti, G., Grigolato, S. and Proto, A.R., 2022. What is the current ergonomic condition of chainsaws in non-professional use? A case study to determine vibrations and noises in small-scale agroforestry farms. *Forests*, 13(11): 1876.
- Poje, A., Potočnik, I. and Mihelič, M., 2018. Comparison of electric and petrol chainsaws in terms of efficiency and safety when used in young spruce stands in small-scale private forests. *Small-scale Forestry*, 17(3): 411-422.
- Potočnik, I. and Poje, A., 2017. Forestry ergonomics and occupational safety in high ranking scientific journals from 2005–2016. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38: 291-310.
- Rauch, P., Wolfsmayr, U.J., Borz, S.A., Triplat, M., Krajnc, N., Kolck, M., ... and Handlos, M., 2015. SWOT analysis and strategy development for forest fuel supply chains in South East Europe. *Forest Policy and Economics*, 61: 87-94.
- Rottensteiner, C. and Stampfer, K., 2013. Evaluation of operator vibration exposure to chainsaws equipped with a Kesper safety bar. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28(2): 193-200.
- Rottensteiner, C., Tsioras, P. and Stampfer, K., 2012. Wood density impact on hand-arm vibration. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 33(2): 303-312.
- Serin, H. and Akay, A.E., 2010. Noise level analysis of a bulldozer used in constructing a forest road in Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 5(19): 2624-2628.
- Silayo, D.S.A., Kiparu, S.S., Mauya, E.W. and Shemwetta, D.T.K., 2010. Working conditions and productivity under private and public logging companies in Tanzania. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 31: 65-74.
- Taş, İ., Büyüksakalli, H. and Akay, A.E., 2018. Analysis of noise level influencing farm tractor operators during forest harvesting operation. *European Journal of Forest Engineering*, 4(1): 13-17.
- Tsioras, P.A., Rottensteiner, C. and Stampfer, K., 2014. Wood harvesting accidents in the Austrian State Forest Enterprise 2000–2009. *Safety Science*, 62: 400-408.
- Tunay, M. and Melemez, K., 2008. Noise induced hearing loss of forest workers in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(17), 2144-2148.
- Yongang, W. and Baojun, J., 1998. Effects of low temperature on operation efficiency of tree-felling by chainsaw in north China. *Journal of Forestry Research*, 9: 57-58.
- and uniform selective cuttings for two Romanian skidders. *Journal of Forest Research*, 19: 473-482.
- Bovenzi, M., 2008. A follow up study of vascular disorders in vibration-exposed forestry workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 81: 401-408.
- Calvo, A., Manzone, M. and Spinelli, R., 2013. Long term repair and maintenance cost of some professional chainsaws. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 34(2): 265-272.
- Čeřta, M., Marcu, M.V. and Borz, S.A., 2018. Workload, exposure to noise, and risk of musculoskeletal disorders: A case study of motor-manual tree felling and processing in poplar clear cuts. *Forests*, 9(6): 300.
- Fonseca, A., Aghazadeh, F., de Hoop, C., Ikuma, L. and Al-Qaisi, S., 2015. Effect of noise emitted by forestry equipment on workers' hearing capacity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 46: 105-112.
- Groover, M.P., 2007. *Work Systems and the Methods, Measurement, and Management of Work*. Pearson Prentice Hall, Old Bridge, New Jersey, 778p.
- Grzywiński, W., Wandycz, A., Tomczak, A. and Jelonek, T., 2016. The prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms among loggers in Poland. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 52: 12-17.
- Heinemann, H.R., 2007. Forest operations engineering and management – the ways behind and ahead of a scientific discipline. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 28: 107-121.
- Iftime, M.D., Dumitrascu, A.E. and Ciobanu, V.D., 2022. Chainsaw operators' exposure to occupational risk factors and incidence of professional diseases specific to the forestry field. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(1): 8-19.
- Kanawaty, G., 1992. *Introduction to Work Study*, 4th Edition. International Labour Office, Geneva, 524p.
- Lacerda, A., Quintiliano, J., Lobato, D., Gonçalves, C. and Marques, J., 2015. Hearing profile of Brazilian forestry workers' noise exposure. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 19: 22-29.
- Laschi, A., Marchi, E., Foderi, C. and Neri, F., 2016. Identifying causes, dynamics and consequences of work accidents in forest operations in an alpine context. *Safety Science*, 89: 28-35.
- Magagnotti, N. and Spinelli, R., 2012. Replacing steel cable with synthetic rope to reduce operator workload during log winching operations. *Small-Scale Forestry*, 11: 223-236.
- Marchi, E., Chung, W., Visser, R., Abbas, D., Nordfjell, T., Mederski, P.S., ... and Laschi, A., 2018. Sustainable forest operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate. *Science of the Total Environment*, 634: 1385-1397.
- Melemez, K., 2015. Risk factor analysis of fatal forest harvesting accidents: a case study in Turkey. *Safety Science*, 79: 369-378.
- Moskalik, T., Borz, S.A., Dvořák, J., Ferencik, M., Glushkov, S., Muiste, P., ... and Styranivsky, O., 2017. Timber harvesting methods in Eastern European countries: A review. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38(2): 231-241.