Research Article

Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol. 31 No. 4, 2024
Vol. 31, No. 4, Page 267-276 (2024)

DOI: 10.22092/ijfpr.2023.362992.2112

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

F. Rahimi [1], M. Nikooy [2*], M. Heidari [3] and P. A. Tsioras [4]

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 صنوبرکاری‌ها 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 تسالونیکی، تسالونیکی، 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، گزراش 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 جنگل‌کاری 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 جنگل‌کاری‌های صنوبر انجام شد. کارگر شاغل جنگل سابقه کار قابل توجهی (بیش از ۲۰ سال) در عملیات قطع درختان در صنوبر کاری‌ها داشت. جمع‌آوری داده‌های صحرایی 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 دسی بل) و بن بری (۱۰۰/۴۶ دسی بل) مشاهده شد. همچنین، سطح صدا در حین کار حرکت به سمت درخت، ارزیابی درخت، سوخت‌گیری اره‌موتوری، تاخیرهای فنی، اجرایی و شخصی به‌ترتیب ۶۹/۴۳، ۷۲/۶۲، ۶۹/۳۲، ۸۷/۱۰، ۷۸/۱۹ و ۶۷/۲۰ دسی بل بود. افزایش قطر درختان باعث افزایش مدت زمان قطع و قرار گرفتن کارگران جنگل در معرض سروصدا شد. مقایسه داده‌های نرمال مربوط به منحنی ترازشده صدا و زمان‌های مجاز قراگیری در معرض این شدت‌های صدا با ترازهای شدت صدا مربوط به بن‌زنی، بن‌بری 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 درعین‌حال، 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; Apăfăian *et al.*, 2017). در این شرایط، بخش مهمی از کار برداشت چوب به‌صورت 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 درنتیجه، 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 باتوجه‌به تعداد انتشارهای علمی در این زمینه است (Naghdi *et al.*, 2010). این وضعیت را می‌توان به عوامل متعددی مانند هزینه‌های خرید و کارکرد قابل‌قبول، عمر به‌نسبت 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 درنتیجه کاهش خون‌رسانی، آتروفی و ضعف ماهیچه‌ای می‌شود. در نهایت، مواجهه طولانی با ارتعاش، از کارافتادگی عضو را به‌دنبال دارد (Bovenzi, 2008). بااین‌حال، عملیات قطع درختان از فعالیت‌های پرخطر در عملیات برداشت چوب است. به‌طوری‌که هرساله برخی از کارگران در اثر حوادث ناشی از کار، جان خود را از دست می‌دهند یا به‌شدت 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).

بررسی فشار کار ناشی از صدا بر کارگران جنگل در اثر عملیات بینه‌بری با اره‌موتوری نشان داد که در مرحله بینه‌بری، اره‌موتورچی 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 اره‌موتورچی در معرض صدای ۱۱۶ دسی‌بل قرار داشت. همچنین، با افزایش قطر تنه، کارگر، مدت بیشتری در معرض صدای غیرمجاز قرار داشت. باتوجه‌به 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 اره‌موتوری 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 اره‌موتوری در طول عملیات قطع درخت گزارش کردند که متوسط سطح صدا برای مرحله‌های بن‌زنی و بن‌بری به‌ترتیب ۹۵ و ۸۷ دسی‌بل است. سطح صدا بیشتر از حد ۸۵ دسی‌بل در مرحله بن‌بری ممکن است باعث ناشنوایی دایمی کارگر شود. از سوی دیگر، سطح صدا در مرحله بن‌زنی بیشتر از ۹۰ دسی‌بل هرچند ممکن است به ناشنوایی دایمی منجر نشود، اما مشکلات سلامتی فیزیولوژیکی و روانی را به‌دنبال دارد. Poje و همکاران (۲۰۱۸) با مقایسه اره‌موتوری‌های برقی شارژی و بنزینی در درختان جوان صنوبر از نظر کارایی و ایمنی نشان دادند که اره‌موتوری‌های برقی شارژی، انتخاب بهتری برای استفاده در مقیاس کوچک در جنگل هستند.

در سال‌های اخیر، تولیدکنندگان اره‌موتوری، این محصول را با طول تیغه‌های مختلفی به بازار عرضه کرده‌اند. باتوجه‌به کلاسه قطری درختان، امکان استفاده از انواع اره‌موتوری در عرصه‌های جنگل‌کاری‌شده و خصوصی امکان‌پذیر هست. تنوع استفاده از آن‌ها در عرصه‌های جنگل‌کاری‌شده همراه با اثرات ارگونومیک، موضوعی است که در پژوهش‌ها، کمتر به آن توجه شده است. همچنین، پژوهش‌های مربوط به اثرات ارگونومی اره‌موتوری به‌ویژه صدا در ایران اغلب روی مدل‌های مختلف اره‌موتوری اشتیل انجام شده‌اند و اره‌های دیگر کمتر بررسی شده‌اند. اره‌موتوری MASHOUF از اره‌موتوری‌های 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 اره‌موتوری MASHOUF در عملیات قطع یکسره درختان صنوبر جنگل‌کاری‌شده 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 به‌ترتیب ۸۲/۴۶ و ۹۸۹/۷ میلی‌متر، متوسط درجه‌حرارت سالانه نیز حدود ۲۱/۳ درجه سانتی‌گراد و بیشینه دما (۳۱/۷ درجه سانتی‌گراد در

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 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.

$$\overline{Lp}\,(dB) = 10Log\left[\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{Lp_i}{10}}\right] \quad \text{رابطه (۱)}$$

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).

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 اندازه‌گیری، کارگر حدود ۴۶/۰۲ درصد از کل زمان کار تولید را صرف کارهایی کرد که فرض بر استفاده از اره‌موتوری با موتور روشن بود، درحالی‌که حدود ۵۳/۹۸ درصد از زمان تولیدی را با اره‌موتوری خاموش در کارهای مختلف سپری کرد. جدول ۲، تفکیک قرارگیری در معرض صدا را در وظایف کاری مختلف نشان می‌دهد که به‌عنوان سطح فشار صوتی A-weighted محاسبه‌شده برای هریک از وظایف انجام و نیز برای کل زمان مطالعه اندازه‌گیری شد.

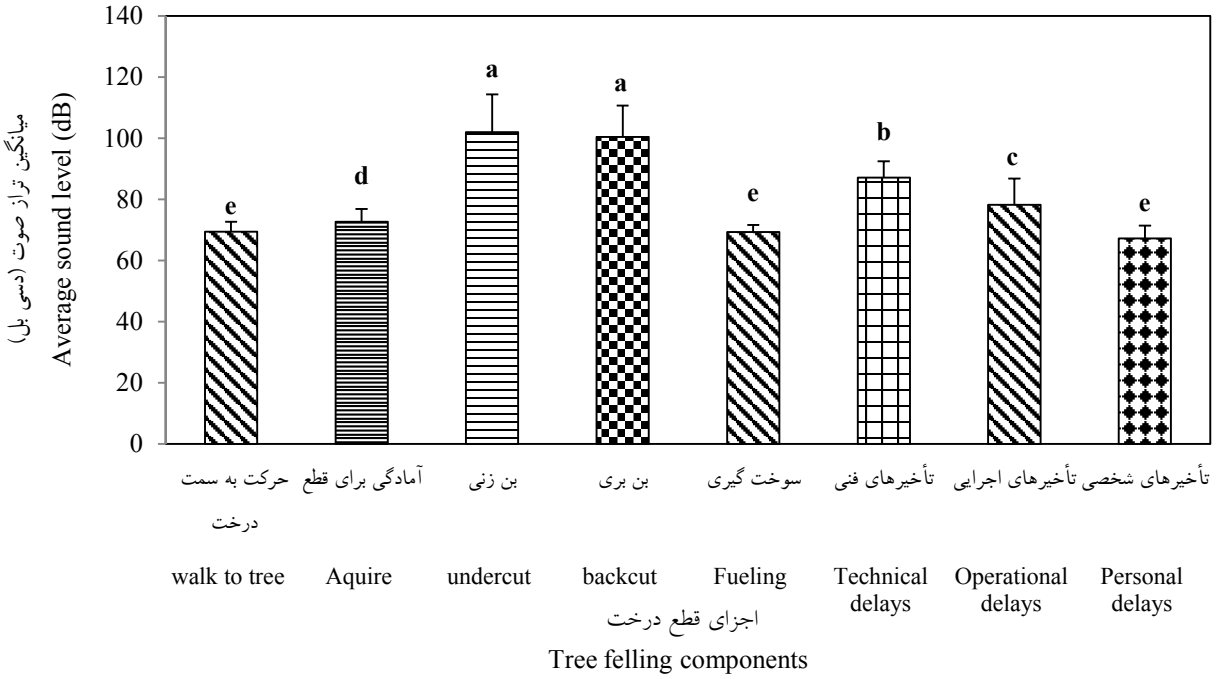
در طول زمان تولید، سطح صدا براساس نوع کار انجام‌شده، متفاوت بود. بیشترین میانگین تراز صوت در حین بن‌زنی (۱۰۲/۰۱ دسی‌بل) و بن‌بری (۱۰۰/۴۶ دسی‌بل) ثبت شد (شکل ۲). زیرا در این اجزای کاری قطع، اره‌موتورچی موظف بود که وضعیت‌های کاری را در فاصله‌های کوتاه‌تر بین منبع صدا و گوش انجام دهد. علاوه بر این، در بیشتر زمان صرف‌شده برای چنین کارهایی، اره‌موتوری تقریباً با ظرفیت کامل خود کار می‌کرد، بنابراین در مقایسه با کارهای دیگر (که اره‌موتوری اغلب در حالت خاموش بود) صدای بیشتری تولید می‌کرد. در مقایسه با قوانین و استانداردهای مربوط به ارزیابی قرارگیری در معرض صدا، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در اجزای بن‌زنی و بن‌بری، قرارگیری در معرض صدا از کمینه سطح عمل ۸۰ دسی‌بل (A) فراتر رفته است. حرکت به سمت درخت، آمادگی برای قطع، سوخت‌گیری و تأخیرها سبب قرارگیری در معرض صدای کمتر از این آستانه شد. بااین‌حال، چنین رویدادهایی در حدود ۵۴ درصد از زمان مشاهده‌شده را تشکیل دادند. از سوی دیگر، ۴۶/۰۲ درصد از زمان مشاهده‌شده با قرارگیری در معرض صداهایی مشخص شد که به‌طور قابل توجهی از ۸۵ دسی‌بل 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 می‌یابد و کارگر اره‌موتورچی، بیشتر در معرض صدای ناشی از کار با اره‌موتوری قرار می‌گیرد. در شکل ۴، داده‌های نرمال مربوط به منحنی ترازشده صدا و زمان‌های مجاز قراگیری در معرض این شدت‌های صدا در مقایسه با ترازهای شدت صدا مربوط به بن‌زنی، بن‌بری و زمان کل آورده شده است. براساس نتایج، تراز صداها 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

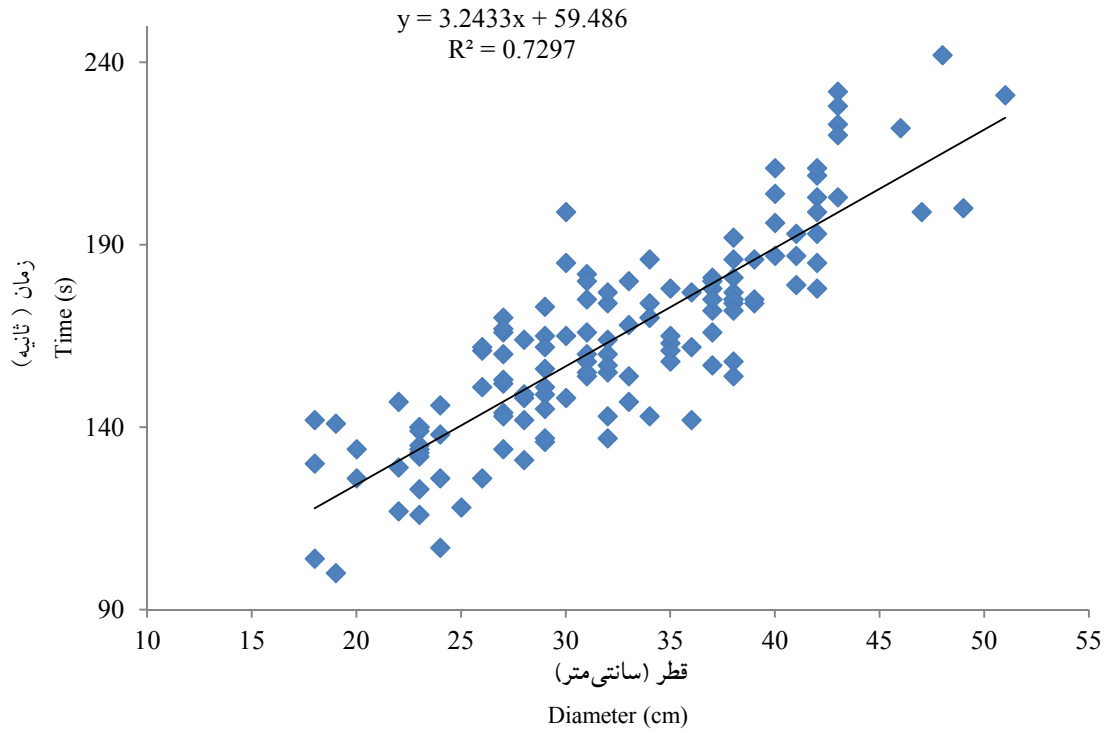
Table 2. Duration and average sound level for the time components of tree felling and the equivalent level of sound exposure for the whole study

Item	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



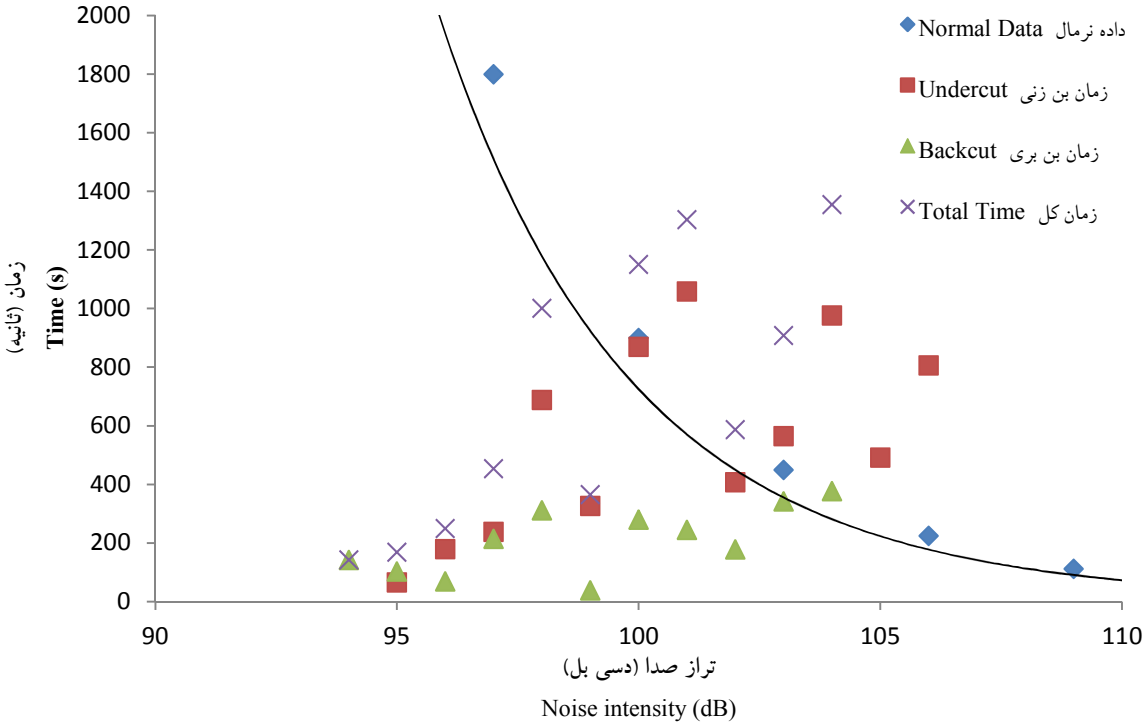
شکل ۲- مقایسه میانگین تراز صوت در اجزای قطع درختان صنوبر در منطقه مورد مطالعه

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

آلودگی صدا از مشکلات صنعتی و محیط زیستی دنیای امروز است. با وجود اقدام‌های ایمنی کافی و مؤثر، صداهای تولیدشده توسط دستگاه‌های صنعتی ممکن است سبب آسیب جدی به کارگران شوند. صداهای محیط می‌توانند سلامت فیزیولوژیک و روانی انسان را تحت‌تأثیر 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 واکنش‌های روان‌شناختی 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. پژوهش‌ها در این زمینه نشان داده‌اند که قرارگیری در معرض صدای ۸۵ دسی‌بل و بیشتر برای بلندمدت سبب کاهش قدرت شنوایی می‌شود. به همین دلیل، صدا با شدت ۸۵ دسی‌بل به‌عنوان حد اخطار و ۹۰ دسی‌بل به‌عنوان حد خطرناک توسط سازمان بین‌المللی کار معرفی شده است. در پژوهش پیش‌رو، بیشترین میانگین تراز صوت در حین بن‌زنی (۱۰۲/۰۱ دسی‌بل) و بن‌بری (۱۰۰/۴۶ دسی‌بل) ثبت شد، بنابراین در اجزای بن‌زنی و بن‌بری، قرارگیری در معرض صدا از کمینه سطح عمل یعنی ۸۰ دسی‌بل فراتر رفته است. Ahmadi و همکاران (۲۰۱۶) با مقایسهٔ زمان قطع و تراز صدا در قطع درختان راش و ممرز در جنگل خیرود گزارش کردند که تراز صدای اره‌موتوری Stihl 070 برای مرحله بن‌زنی بین ۱۰۹ تا ۱۱۰ دسی‌بل و برای مرحله بن‌بری حدود ۱۰۸ تا ۱۰۹ دسی‌بل است. آن‌ها در پژوهشی دیگر با بررسی فشار کار ناشی از صدا بر کارگران جنگل در اثر عملیات بینه‌بری با اره‌موتوری Stihl 090 نشان دادند که در این مراحل، کارگر در معرض صدای بین ۱۰۸ تا ۱۲۲ دسی‌بل قرار دارد (Ahmadi *et al.*, 2013). Neri و همکاران (۲۰۱۸) دامنه میانگین تراز صدا برای چهار نوع

اره‌موتوری Stihl MSA160T، Stihl MSA200C، Stihl MSE180C و Stihl MSE220C را به‌ترتیب 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 به‌ترتیب ۱۰۶ و ۱۰۵ دسی‌بل است. Papandrea و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی وضعیت ارگونومیک اره‌موتوری‌های مورد استفاده در سیستم‌های اگروفارستری کوچک‌مقیاس 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 به‌خصوص 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 غیرقابل‌قبول 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 به‌منظور 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 آن و اعزام کارگران اره‌موتورچی به صورت دوره‌ای به مراکز بهداشت کاری به‌منظور بررسی آسیب‌های احتمالی و جلوگیری از دائمی شدن آسیب‌های موقت است (Papandrea *et al.*, 2022). آگاهی کارگر اره موتورچی 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). درعین‌حال، کلاه‌های ایمنی مدرن می‌توانند تضعیف صدای ۲۶ دسی‌بل را ارائه دهند (Cheța *et al.*, 2018). باتوجه‌به 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: Kheyrud 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 chainsawers 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 Manegement 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

- 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.
- Cheța, 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 feeling 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.
- Heinimann, 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.