

Research Paper

**Analysis of Occupational Accidents in Forest Logging Operations
(Case Study: Chafroud Forests, Guilan)****Farshad Keivan Behjou¹, Sajad Ghanbari^{2,3}, Porya Pourramezan⁴, and
Ayesheh Esmaili⁵**

1- Professor, Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources,
University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Professor, Department of Forestry, Faculty of Ahar Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar,
Iran, (Corresponding author: ghanbarisajad@gmail.com)

3- Professor, Research Center of Biotechnology and Bioscience, University of Tabriz, Tabriz, Iran

4- B. Sc Student of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili,
Ardabil, Iran

5- Ph.D. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

Received: 1 September, 2025

Revised: 15 November, 2025

Accepted: 05 December, 2025

Extended Abstract

Background: Examining injury rates in various occupations, particularly in the forestry sector, is a critical indicator for assessing occupational safety. Forestry is considered one of the most hazardous occupational sectors. It is associated with a high rate of occupational injuries and accidents. Due to the inherently dangerous nature of forestry, it is prone to incidents that result in both physical and financial losses, especially in mountainous countries such as Iran. Numerous reports have highlighted that forest exploitation is a high-risk occupation that not only faces natural hazards but also safety challenges related to machinery use and poor working conditions. To mitigate these accidents, effective management and the promotion of a safety culture in the workplace are of utmost importance. Studies have shown that the majority of accidents are caused by unsafe behaviors and environmental conditions. Research on the causes of accidents and risk analysis, particularly in wood harvesting operations within Iranian forests, has focused on identifying risk factors and improving occupational safety. Investigating the types and severity of injuries is crucial for the better management of occupational safety. Therefore, this study investigates occupational injuries related to forest harvesting in the Chafroud region of western Guilan Province.

Method: The study area is located in the Chafroud watershed in the western part of Gilan Province. Geographically, it is a mountainous and steep region, with slopes reaching up to 80% in some areas. The elevation in this region ranges from 900 to 1500 meters above sea level. For this study, data on work-related accidents in the forests of Chafroud were gathered from reports and questionnaires, covering 371 accidents over 10 years (2004-2013). Semi-mechanized exploitation methods are employed in the area, including chainsaw cutting, skidding with a skidder, and loading with a loader. This study was conducted using a cross-sectional descriptive design, and the data were analyzed using SPSS software. Accident frequency rate (AFR) and accident severity rate (ASR) were used to analyze the accidents. The AFR measures the number of accidents per million working hours, while the ASR measures the number of days lost per thousand working hours. The severity rates were analyzed and compared based on slope and different stages of operation. Additionally, the frequency rate, severity and type, cause of the incident, type of accident, time of occurrence, type of injury, and occupation of the injured were the other evaluated factors.

Results: The average AFR (recurrence coefficient) was 14 in the forests of Chafroud, meaning that, on average, 14 accidents occurred per million working hours. The highest number of accidents was recorded in 2009. The average ASR was 0.18, indicating that 0.18 days were lost per thousand working hours. The highest accident severity rate occurred in 2006, while the lowest was in 2008. In terms of accident causes, being struck by equipment or moving objects was the most common cause, accounting for 14% of the accidents, while burns were the least common. Regarding the type of injury, the most frequent injuries were to the hands (36%) and feet (28%). Results from the one-way analysis of variance (ANOVA) showed that the ASR significantly varied depending on land slope and the cause of the accident. The severity rate was higher on slopes greater than 30% compared to lower slopes, and accidents during the felling stage were more severe than those during the logging and loading stages. As for the time of

occurrence, most accidents took place between 11:00-12:00 AM and 1:00-2:00 PM. Finally, the majority of injuries were associated with logging operations, while the fewest accidents occurred during restoration and development activities. Based on the results of the Tukey mean comparison test, the ASR is higher in the felling stage and different from the logging stage, and it is also higher and different from the loading stage in the logging stage. On the other hand, the results of the regression analysis show that the ASR decreases exponentially as the operation stage changes from felling to skidding and loading.

Conclusion: Given the commencement of the Seventh Development Plan in Iran and the shift in perspective regarding forest management, along with the growing need to prioritize human resources in forestry, research on occupational safety in forests has become particularly crucial. Therefore, the reliable dissemination of research findings on occupational safety and work-related accidents in forests is of significant importance, especially considering the limited number of such studies published in the country. To reduce the incidence and severity of accidents in the study area, it is recommended to incorporate safety programs into worker training upon their entry into the job. Foremen should conduct these safety training sessions in the forest. Additionally, workers should be encouraged to use safety and personal protection equipment, informed about the benefits of these devices, and motivated to use them consistently.

Keywords: Chafroud forests, Frequency rate, Logging operation, Severity rate, Work accident

How to Cite This Article: Keivan Behjou, F., Ghanbari, S., Pourramezan, P., & Esmaili, A. (2026). Analysis of Occupational Accidents in Forest Logging Operations (Case Study: Chafroud Forests, Guilan). *Ecol Iran For*, 14(1), 146-157. DOI: 10.61882/ifej.2026.581



مقاله پژوهشی

تحلیل حوادث شغلی در عملیات بهره‌برداری جنگل (مطالعه موردی: جنگل‌های چفرو در گیلان)

فرشاد کیوان بهجو^۱، سجاد قنبری^{۲،۳}، پوریا پورمضان^۴ و عایشه اسماعیلی^۵

- ۱- استاد، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۲- استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، (نویسنده مسوول: ghanbarisajad@gmail.com)
 ۳- استاد، مرکز تحقیقات علوم و فناوری‌های زیستی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
 ۴- دانشجوی کارشناسی، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۵- دانش‌آموخته دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۴

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۴
صفحه ۱۴۶ تا ۱۵۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: امروزه بررسی نرخ صدمات در مشاغل مختلف، به‌ویژه در بخش جنگل‌داری، به‌عنوان شاخصی مهم در ارزیابی ایمنی شغلی شناخته می‌شود. جنگل‌داری به‌عنوان یکی از خطرناک‌ترین مشاغل، با نرخ بالای صدمات و حوادث شغلی همراه است. این مشاغل به‌دلیل ماهیت خطرناک خود، به‌ویژه در کشورهای کوهستانی مانند ایران، مستعد وقوع حوادثی از جمله آسیب‌های جسمی و مالی هستند. گزارش‌های مختلف نشان داده‌اند که بهره‌برداری جنگل یکی از شغل‌های پرخطر است که علاوه بر خطرات طبیعی، با مشکلات ایمنی مربوط به استفاده از ماشین‌آلات و شرایط نامناسب محیط کار نیز روبه‌رو است. برای کاهش این حوادث، مدیریت صحیح و تقویت فرهنگ ایمنی در محیط کار از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا، مطالعات و تحلیل‌های مختلف نشان داده‌اند که اکثر حوادث ناشی از رفتارهای ناایمن و شرایط ناامن محیطی هستند. پژوهش‌ها بر روی علل حوادث و تحلیل خطرات، به‌ویژه در عملیات برداشت چوب در جنگل‌های ایران، به شناسایی فاکتورهای خطر و بهبود ایمنی شغلی پرداخته‌اند. بررسی نوع و شدت صدمات می‌تواند به مدیریت بهتر ایمنی کار کمک نماید. از این رو در پژوهش حاضر، صدمات انسانی ناشی از بهره‌برداری در جنگل‌های چفرو واقع در غرب استان گیلان مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: منطقه مورد بررسی در حوزه آبخیز چفرو در غرب استان گیلان قرار دارد و از نظر توپوگرافی کوهستانی و شیب‌دار است؛ به‌طوری‌که شیب در برخی نقاط تا ۸۰ درصد می‌رسد و ارتفاع آن از ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا متغیر است. در این تحقیق، داده‌های حوادث کار در جنگل‌های چفرو استان گیلان از گزارشات و پرسشنامه‌ها برای ۳۷۱ حادثه طی ۱۰ سال (۲۰۱۴-۲۰۰۵) جمع‌آوری شدند. در این منطقه از شیوه بهره‌برداری نیمه‌مکانیزه شامل قطع با اهر موتوری، چوب‌کشی با اسکیدر و بارگیری با لودر استفاده شد. پژوهش حاضر مقطعی-توصیفی است و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تحلیل شدند. برای تجزیه و تحلیل حوادث، معیارهای نرخ فراوانی و شدت حادثه استفاده شدند. نرخ فراوانی حادثه نشان‌دهنده تعداد حوادث به‌ازای یک میلیون ساعت کاری است و نرخ شدت حادثه تعداد روزهای تلف شده به‌ازای هزار ساعت کار را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل و مقایسه نرخ شدت حادثه با توجه به شیب و مراحل مختلف بهره‌برداری انجام شد. عواملی مانند نرخ فراوانی، شدت، نوع و علت حادثه، زمان وقوع، نوع آسیب‌دیدگی و شغل افراد حادثه دیده نیز ارزیابی گردیدند.

یافته‌ها: متوسط نرخ فراوانی (ضریب تکرار) حوادث در جنگل‌های چفرو برابر ۳۷ بود، به این معنی که در هر یک میلیون ساعت کاری به‌طور میانگین ۳۷ حادثه رخ داد. بیشترین حوادث در سال ۲۰۱۰ ثبت شدند. همچنین، متوسط نرخ شدت حادثه ۰/۱۸ بود که نشان‌دهنده ۱۸ صدم روز تلف شده به‌ازای هر هزار ساعت کاری است. بیشترین نرخ شدت حادثه مربوط به سال ۲۰۰۷ و کمترین آن مربوط به سال ۲۰۰۹ بودند. بر اساس علت حادثه، ضربه‌خوردن از وسیله با ۱۴ درصد، بیشترین دلیل بروز حادثه بود و سوختگی کمترین درصد را به‌خود اختصاص داد. در مورد نوع عضو آسیب‌دیده، بیشترین آسیب‌ها به‌دست‌ها (۳۶ درصد) و پاها (۲۸ درصد) مربوط بود. نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان دادند که نرخ شدت حادثه با توجه به شیب زمین و علت حادثه تفاوت معنی‌داری داشت. نرخ شدت حادثه در شیب‌های بالای ۳۰ درصد بیشتر از شیب‌های کمتر بود و همچنین در مرحله قطع، شدت حوادث بیشتر از مراحل چوب‌کشی و بارگیری بود. از نظر زمان وقوع، بیشترین حوادث در ساعات ۱۱ تا ۱۲ قبل از ظهر و ۱۳ تا ۱۴ بعد از ظهر رخ دادند. در نهایت، بیشترین آسیب‌دیدگان مربوط به عملیات بهره‌برداری جنگل بودند و کمترین تعداد حادثه در فعالیت‌های احیا و توسعه مشاهده شد. براساس نتایج آزمون مقایسه میانگین توکی، نرخ شدت حادثه در مرحله قطع بیشتر و متفاوت از مرحله چوب‌کشی و در مرحله چوب‌کشی نیز بیشتر و متفاوت از مرحله بارگیری بود. از طرفی، نتایج تحلیل رگرسیونی نشان دادند که با تغییر مولفه بهره‌برداری از قطع به چوب‌کشی و بارگیری، نرخ شدت حادثه به‌صورت توانی کاهش یافت.

نتیجه‌گیری کلی: با توجه به شروع برنامه هفتم توسعه در کشور و نگاهی متفاوت به بحث مدیریت جنگل‌ها در کشور و همچنین لزوم توجه ویژه به نیروی انسانی در جنگل، انجام پژوهش‌های مرتبط با موضوع ایمنی شغلی در جنگل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، لذا، انتشار معتبر نتایج پژوهش‌های مرتبط با ایمنی شغلی و حوادث کار در جنگل نظر به کم‌بودن انتشار این قبیل مطالعات در کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. برای کاهش فراوانی و شدت حادثه در منطقه مورد مطالعه، پیشنهاد می‌گردد که ضمن آموزش کارگران در بدو ورود به کار، برنامه‌های ایمنی در حین کار توسط سرکارگران در جنگل آموزش داده شود. کارگران را به استفاده از وسایل ایمنی و حفاظت فردی تشویق و از مزایای استفاده از این وسایل آگاه کنند و در آنان ایجاد انگیزه نمایند.

واژه‌های کلیدی: بهره‌برداری جنگل، جنگل چفرو، حوادث کار، نرخ شدت حوادث، نرخ فراوانی حادثه

مقدمه

(al., 2022). بر اساس گزارش‌های سازمان بین‌المللی کار و سازمان جهانی بهداشت، سطح ایمنی شغلی در این بخش پایین است (Garland et al., 2020). آمار مربوط به ایالات متحده، نیوزیلند، کشورهای عضو اتحادیه اروپا (Akay et al., 2021) و جنوب شرقی آسیا (Kaakkurivaara et al., 2022) نیز این موضوع را تأیید می‌کند. بر اساس دستورالعمل مدیریت سلامت و ایمنی شغلی، بهره‌برداری جنگل

امروزه بررسی نرخ صدمات در مشاغل مختلف، شاخص مهمی در ارزیابی ایمنی شغلی محسوب می‌شود (Akay et al., 2021). جنگلداری در سطح جهانی یکی از پرخطرترین حرفه‌ها شناخته می‌شود (Landekić et al., 2021) و فعالیت بهره‌برداری از جنگل، چه به‌عنوان شغل و چه فعالیت صنعتی، با خطرات جانبی بسیاری همراه است (Kaakkurivaara et

صدمات در اثر پرخطر بودن ماهیت آن شغل ایجاد می‌شوند (Lacerda et al., 2015; Leigh, 1987). این زبان‌ها را می‌توان در دو گروه مستقیم و غیر مستقیم تقسیم‌بندی نمود. از زبان‌های مستقیم می‌توان وقفه در کار، هزینه‌های درمانی و خسارت پرداخت شده در ارتباط با از کار افتادگی موقت، دائم و یا فوت اشاره کرد (Milburn, 1998; Peters, 1991). از زبان‌های غیر مستقیم که اغلب از زبان‌های مستقیم بیشتر هستند می‌توان به زبان‌های ناشی از وقفه در کار سایر کارگران به‌علت کمک به فرد مصدوم، به‌هم ریختن نظم کار پس از وقوع حادثه و خسارت‌های وارده به ماشین‌آلات اشاره کرد. مدیریت بر فرایند حوادث به معنی بررسی علل حوادث در هنگام کار و انجام اقدامات پیشگیرانه است. با مدیریت صحیح بر حوادث می‌توان روش‌هایی را به‌کار برد که هزینه‌های اقتصادی حوادث را به‌حداقل ممکن برسانند. یکی از راه‌های مهم جلوگیری از حوادث، تقویت فرهنگ ایمنی در محیط کار است (Garland et al., 2020; Sullman et al., 1999). آشنایی با مشکلات و مخاطرات حرفه‌ای و اصول ایمنی می‌تواند علاوه بر افزایش سطح سلامت روحی‌روانی، سبب افزایش بازده‌کاری نیز شود (Javadi & Mirpanahi, 2017). خدایی و همکاران (Khodaei et al., 2013) در تحقیقی که در جنگل‌های منطقه ساری انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ۵۳ درصد حوادث به‌دلیل اعمال نایمن مانند (بی‌احتیاطی، قصور در انجام وظیفه، تنظیم و تعمیر دستگاه در حین کار، عدم استفاده از وسایل استحضاطی انفرادی، عدم رعایت عمدی دستورالعمل و غیره) و ۴۷ درصد به‌دلیل شرایط ناامن محیط (مانند ناهمواری‌ها و لغزندگی محیط کار، نایمن بودن ماشین‌آلات، فقدان وسایل حفاظتی و غیره) بود. ملمز (Melemez, 2015) ارزیابی عوامل ریسک در حوادث منجر به فوت در بهره‌برداری جنگل را در کشور ترکیه مورد بررسی قرار داد و دریافت که عوامل شخصی و سازمانی در کنار عواملی مانند استقرار در موقعیت خطرناک، انجام رفتارهای پرخطر، بی‌دقتی در کار و انتخاب نامناسب کارگران نقش مهمی در بروز حوادث منجر به فوت در بهره‌برداری جنگل داشتند. تجزیه و تحلیل وی نشان می‌دهد که مدیران جنگل نقش مهمی در انتخاب کارگران و آموزش آن‌ها دارند تا از این طریق تعداد حوادث احتمالی منجر به فوت را کاهش دهند. مستا و ماندوآ (۲۰۱۵) به بررسی ایمنی شغلی و مشکلات سلامت در فعالیت‌های بهره‌برداری جنگل با استفاده از پرسش‌نامه، مصاحبه‌ها و مشاهدات مستقیم پرداختند. ۵۹ درصد از پاسخ‌دهندگان فعالیت بهره‌برداری از جنگل را به‌عنوان فعالیت خطرناک نام بردند (Matsa & Mandowa, 2015). کیم و همکاران (Kim et al., 2017). به بررسی ایمنی شغلی و نگرانی‌های سلامتی در طی عملیات‌های بهره‌برداری در ویرجینیای آمریکا پرداختند و با تکمیل پرسشنامه از ۱۲۲ بهره‌بردار انواع فعالیت‌های خطرآفرین را بررسی نمودند. ۱۵ درصد از کارگران این فعالیت‌ها را کم‌خطر عنوان کردند. حدود ۵۷ درصد از کارگران نیز دود ناشی از سوخت موتور را عامل تنش‌زای سلامت دانستند. چو و همکاران (Cho et al., 2023) در ارزیابی

خطرناک‌ترین شغل در ایالات متحده شناخته شده است (Lacerda et al., 2015). در ایران نیز به‌دلیل کوهستانی بودن جنگل‌های هیرکانی و انجام فعالیت‌ها به‌صورت دستی یا نیمه‌مکانیزه، این بخش در زمره مشاغل پرخطر طبقه‌بندی می‌شود (Nikooy et al., 2017).

در دهه‌های اخیر، پیشرفت در زمینه ایمنی کار از طریق جمع‌آوری و تحلیل داده‌های حوادث جنگلی بهبود یافته است (Cho et al., 2023). از وظایف مدیران، علاوه بر تولید کالا یا خدمات، کاهش حوادث، رعایت مسائل زیست‌محیطی و توجه به حداقل‌سازی حوادث شغلی است (Helmkamp & Derk, 1999). فرآیند تولید در جنگل نیازمند ایمنی و مدیریت عوامل روانی و اجتماعی مؤثر بر حوادث است (Akay et al., 2021). مدیریت صحیح بر فرآیند حوادث مستلزم بررسی علل وقوع و انجام اقدامات پیشگیرانه است (Cho et al., 2023) که می‌تواند هزینه‌های اقتصادی ناشی از حوادث را کاهش دهد (Lacerda et al., 2015). یکی از مهم‌ترین راهکارهای پیشگیری از حوادث، تقویت فرهنگ ایمنی در محیط کار است (Garland et al., 2020).

حوادث شغلی در جنگل‌داری، بدون توجه به سطح شرکت یا جامعه، زبان‌های اقتصادی و اجتماعی به‌همراه دارند (Hull et al., 1996). به‌طور ویژه، ماهیت فعالیت‌های جنگل‌داری با مشکلات متعدد ایمنی و سلامت همراه است (Wilhelmson et al., 2005). تمرکز بر کاهش حوادث شغلی در بخش جنگل، به‌ویژه بهره‌برداری، همچنان یکی از راهبردهای اصلی در کشورهای دارای صنعت جنگل محسوب می‌شود. سالانه حوادث گوناگونی در بخش‌های مختلف تولیدی جنگل رخ می‌دهند که خسارت‌های جانی و مالی متعددی را به بار می‌آورند (Hull et al., 1996). به‌منظور پیشگیری، ابتدا باید علل حوادث بررسی و تحلیل شوند تا از تکرار وقایع مشابه جلوگیری گردد (Khodaei et al., 2013). امروزه، تلاش‌های گسترده‌ای برای تدوین استانداردهای ملی و بین‌المللی مدیریت پایدار جنگل صورت گرفته‌اند. عملیات بهره‌برداری جنگل، به‌عنوان یک نظام مهندسی، در پی بیشینه‌سازی کارایی و کمینه‌سازی اثرات نامطلوب است و تحت فشار سازمان‌های زیست‌محیطی قرار دارد. اجرای دقیق این عملیات نه‌تنها برای پایداری جنگل‌ها، بلکه برای تداوم جنگل‌داری به‌عنوان یک حرفه حیاتی اهمیت دارد. طبق گزارش‌ها، بهره‌برداری جنگل پس از معدن‌کاری، دومین فعالیت پرمخاطره از نظر فراوانی حوادث در جهان است (Garland et al., 2020). با توجه به پایین بودن درجه مکانیزاسیون و غلبه شرایط کوهستانی در جنگل‌های شمال ایران، انتظار می‌رود که در طی عملیات برداشت چوب، نرخ فراوانی و شدت حوادث افزایش یابند (Safarzadeh et al., 2022).

حوادث در بهره‌برداری جنگل گریزناپذیر هستند (Ashby, 1998; Axelsson, 2002). در بهره‌برداری جنگل عموماً ترکیبی از خطرات طبیعی و وجود ماشین‌آلات دخالت دارد که می‌تواند به سلامت و ایمنی کارگران جنگل آسیب برساند (Garland et al., 2020). در فرایند بهره‌برداری، اکثر

از انجام این تحقیق، تعیین علل، تشخیص فاکتورهای خطر و ارزیابی ایمنی شغلی طی عملیات برداشت چوب در جنگل‌های منطقه چفرود گیلان در شمال ایران است.

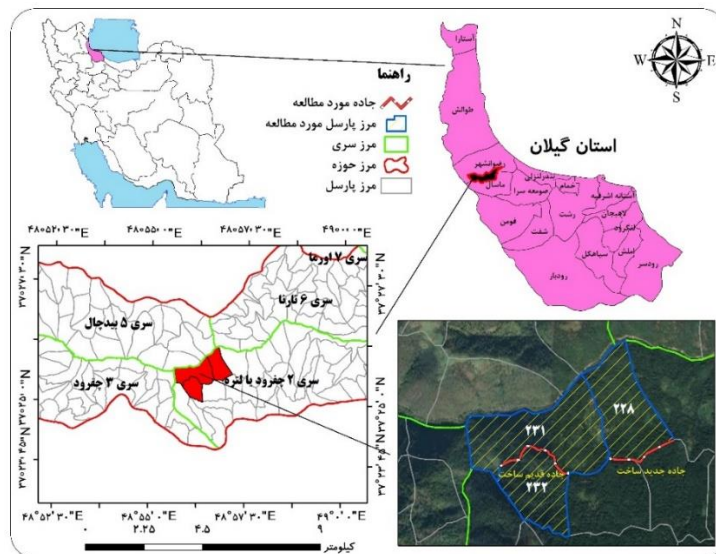
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در حوزه آبخیز چفرود واقع در غرب استان گیلان قرار گرفته است (شکل ۱). حوزه آبخیز چفرود طبق حوزه‌بندی آبخیزهای جنگل‌های شمال ایران در حوزه آبخیز ۱۰ قرار گرفته است. این سری در فاصله حدود ۵۰ کیلومتری از شهر شاندرمن واقع شده است که توسط شرکت سفارود گیلان مدیریت می‌شود. از سمت شمال به سری‌های ۵ و ۶ این حوزه، از سمت جنوب به حوزه شاندرمن و از سمت شرق به سری ۱ محدود می‌گردد. جهت منطقه شمالی و این ناحیه در عرض ۲۵° و ۳۷° و طول جغرافیایی ۲۶° و ۴۹° واقع شده است. از نظر وضعیت پستی بلندی منطقه‌ای است کوهستانی و شیب‌دار که شیب آن در پاره‌ای از موارد تا ۸۰ درصد می‌باشد؛ همچنین ارتفاع از سطح دریا در سری مورد نظر از ۹۰۰ متر تا ۱۵۰۰ متر متغیر است (Anonymous, 2001).

خطرات و عوامل ایمنی شغلی در بخش جنگل‌داری به بررسی داده‌های ۱۰ ساله و عوامل خطرزا پرداختند. این محققین نشان دادند که برداشت الوار و عملیات‌های جنگل‌شناسی بالاترین نرخ خطر را در مقایسه با بقیه فعالیت‌ها داشته است. آسیب‌های قطع عضو و پارگی، همچنین صدمات ناشی از لغزش و راه رفتن، به ترتیب ۲۹/۲ درصد و ۲۲/۳ درصد از کل حوادث شغلی سالانه را به خود اختصاص می‌دهد.

جهت‌گیری مطالعات پیشین در کشور موجب شدند که مدیران بهره‌برداری، هزینه‌های بهره‌برداری را فقط شامل هزینه‌های قطع، چوبکشی، بارگیری و حمل و خسارات وارده به عرصه این اکوسیستم بدانند در حالی که صدمات دیگری شامل صدمات ایجاد شده در اثر آسیب‌های وارده به افراد، باید در سیستم محاسبات وارد گردند تا بتوان مقادیر هزینه‌های واقعی ایجاد شده در فرآیند بهره‌برداری را محاسبه کرد. در این پژوهش، سعی شده است تا با استفاده از معیارهای مناسب به بررسی میزان آسیب وارده به افراد طی عملیات برداشت چوب پرداخته شود. اگرچه مطالعات مشابهی در بخش‌های مختلف دنیا صورت گرفته‌اند، ولی بر اساس آخرین اطلاعات محققان، در منطقه مورد مطالعه این تحقیق، مطالعه مشابهی با توجه به اهمیت بالایی مسئله صورت نگرفته است، لذا هدف



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان گیلان
Figure 1. Location of the study area in Iran and Guilan Province

توضیح این که در منطقه هیچ حادثه‌ای منجر به فوت نشد و همه آن‌ها منجر به جراحات بدنی شد. در منطقه مورد بررسی، از شیوه بهره‌برداری نیمه‌مکانیزه شامل قطع با اره موتوری، چوب‌کشی با اسکیدر و بارگیری با لودر استفاده شد. پژوهش حاضر از نوع مقطعی-توصیفی است. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کارگران فعال در جنگل‌های چفرود گیلان است. به‌منظور انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری، داده‌های مربوط به حوادث کار وارد نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ شدند.

روش انجام پژوهش

در این تحقیق، داده‌های مربوط به حوادث کار در جنگل‌های چفرود استان گیلان از گزارشات مربوط به حوادث کار در قالب فرم‌های تکمیل شده و همچنین پرسشنامه استخراج شدند. تعداد نمونه شامل ۳۷۱ حادثه ناشی از کارهای جنگل مربوط به ۱۰ سال (از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴) بود که توسط بخش فنی حوزه چفرود شرکت سفارود گیلان ثبت شد. کارگران در استخدام شرکت بودند و تجربه آن‌ها حدود ۱۵ سال بود؛ کل کارگران مورد استفاده در هر سال ۶۵ نفر بود (متأسفانه اخذ اطلاعات دیگر توسط محققین مقدور نبود).

تجزیه و تحلیل حوادث کار

در این پژوهش، برای سهولت بیان امر و به‌وجود آوردن امکان درک و مقایسه اطلاعات مختلف، معیارهایی که از طرف کارشناسان سازمان بین‌المللی کار شامل نرخ‌های فراوانی و شدت حادثه پیشنهاد شده‌اند، استفاده گردید. همچنین، تعداد روز کاری در سال ۲۷۵ روز و ساعت کار در روز به‌میزان ۶ ساعت در نظر گرفته شدند.

نرخ فراوانی حادثه یا ضریب تکرار حادثه

نرخ فراوانی حادثه به معنی تعداد حوادثی است که در مدت یک‌سال به‌ازای یک میلیون ساعت کاری منجر به ضایعات انسانی (اعم از نقص عضو، تلفات و بیماری‌های شغلی) می‌شود و از طریق رابطه ۱ قابل محاسبه است (Khodaei et al., 2013).

$$(۱) \quad \text{نرخ فراوانی حادثه} = \frac{\text{تعداد حوادث} \times 1000000}{\text{ساعات کل کار}}$$

نرخ شدت حادثه یا ضریب شدت حادثه

نرخ شدت حادثه تعداد روزهای تلف شده در اثر حوادث اتفاق افتاده در طول یک‌سال به‌ازای یک هزار ساعت کار است (Khodaei et al., 2013).

$$(۲) \quad \text{نرخ شدت حادثه} = \frac{1000 \times \text{تعداد روزهای از دست رفته کار}}{\text{ساعات کل کار}}$$

به‌منظور مقایسه نرخ شدت حادثه در شرایط مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین به روش توکی استفاده شد. به این منظور، نرخ شدت حوادث با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه، در سه طبقه شیب (۰-۱۵ درصد،

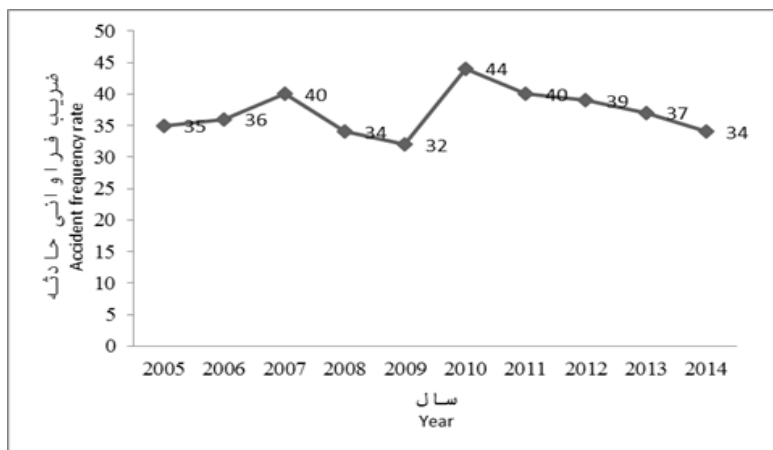
۱۵-۳۰ درصد و بیشتر از ۳۰ درصد)، و با توجه به مرحله بهره‌برداری در سه سطح (قطع، چوب‌کشی و بارگیری) تجزیه و تحلیل و مقایسه شد. از طرف دیگر، به‌منظور بررسی ارتباط بین نرخ شدت حادثه با طبقات شیب از تحلیل رگرسیونی استفاده شد.

طبق فرم حادثه عواملی مانند علت حادثه شامل افتادن، لغزیدن، خالی‌شدن زیر پا، سرخوردن و افتادن ناگهانی در سطح هم‌تراز، برخورد شامل برخورد کارگر در حال حرکت با یک شی، سقوط شامل افتادن از سطح بلندتر به سمت پایین‌تر، سوختگی نتیجه تماس بخشی از بدن با سطح داغ یا جرقه، ضربه‌خوردن از وسیله شامل برخورد شی متحرک به کارگر، غلتیدن و گرفتار شدن هنگامی که پای کارگر بین تنه قطع شده جنگل گیر می‌کند، همچنین نوع عضو صدمه‌دیده (سر، صورت، چشم، دست، تنه، پا و گردن)، زمان حادثه (چه ساعتی از روز) و بررسی شغلی افراد حادثه دیده (احیا، بهره‌برداری و پشتیبانی) نیز ارزیابی شدند.

نتایج و بحث

نرخ فراوانی و نرخ شدت حادثه

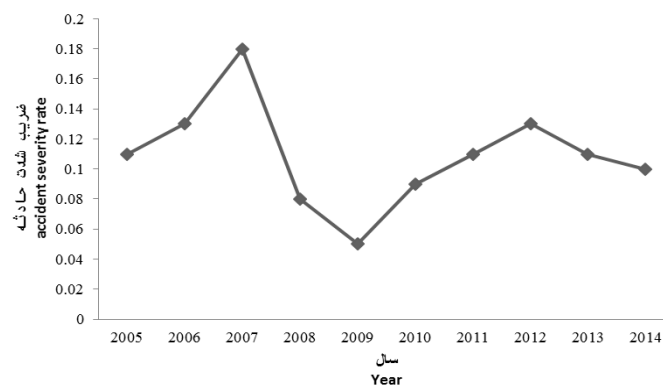
همان‌طورکه شکل ۲ نشان می‌دهد، متوسط نرخ فراوانی (ضریب تکرار) حادثه، ۳۷ به‌دست آمد به این معنی که در مدت یک‌سال، به‌ازای هر یک میلیون ساعت کار به‌طور میانگین، ۳۷ حادثه اتفاق افتاد که بیشترین حوادث کار در سال ۲۰۱۰ با تعداد ۴۴ مورد ثبت شده بود.



شکل ۲- ضریب فراوانی حادثه در سال‌های مورد مطالعه (۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴)
Figure 2. The accident frequency rate in the studied years (2005-2014)

شدت حادثه ۰/۱۸ نشان‌دهنده این است که به‌ازای هر هزار ساعت یازده‌صدم روز در سال تلف شده است (از دست رفته است). همان‌طور که در شکل ۳ قابل مشاهده است، کمترین و بیشترین نرخ شدت حادثه مربوط به سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۰۷ هستند.

از آن جایی‌که نرخ فراوانی حادثه فقط تعداد حوادث به‌ازای یک میلیون ساعت کاری را مدنظر قرار می‌دهد و به درستی نمی‌توان با آن حوادث کار را اندازه‌گیری نمود، از نرخ شدت حادثه هم استفاده شد؛ نتایج نشان دادند که به‌طور متوسط نرخ شدت حادثه ۰/۱۸ بود (شکل ۳). متوسط ضریب

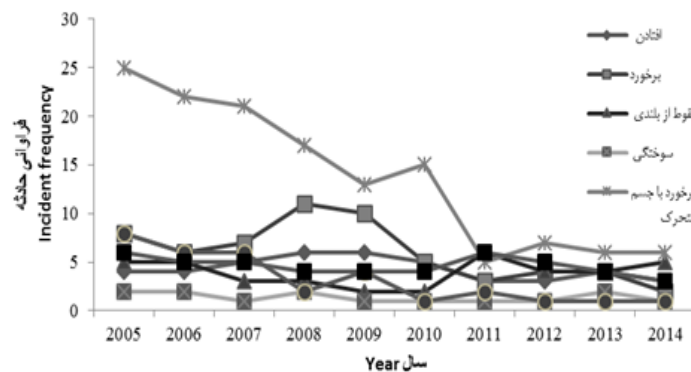


شکل ۳- نرخ شدت حادثه در سال‌های مورد مطالعه (۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴)
Figure 3. The accident severity rate in the studied years (2005-2014)

با جسم متحرک حادث شده است. از طرف دیگر، کم‌ترین حوادث کاری بر حسب نوع فعالیت در قالب سوختگی است، به‌طوری که حدود ۱/۴ درصد حوادث با سوختگی حادث شده است.

علت حادثه

شکل ۴ علت حادثه در سال‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن هستند که برخورد با جسم متحرک در طی ۱۰ سال در رتبه اول قرار دارد؛ از طرفی، شایع‌ترین حوادث کاری بر حسب نوع فعالیت در قالب برخورد با جسم متحرک است؛ به‌طوری که حدود ۱۴ درصد حوادث با برخورد

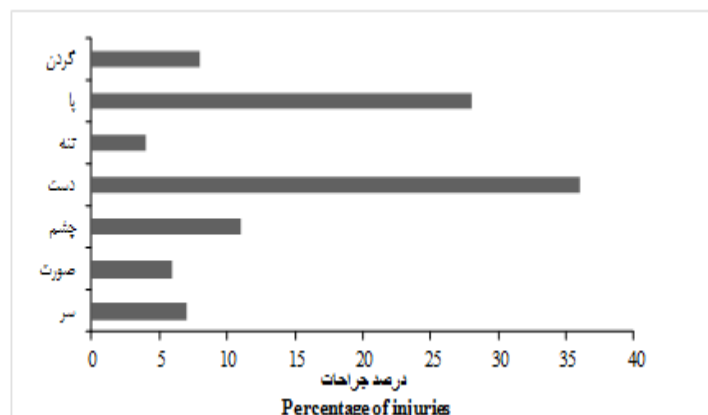


شکل ۴- علت‌های حوادث در سال‌های مورد مطالعه
Figure 4. The causes of accidents in the studied years

مختلف بدن، بیشترین اعضای آسیب‌دیده، دست‌ها (۳۶ درصد) و پاهای کارگران (۲۸ درصد) بودند.

نوع عضو حادثه دیده

طبق شکل ۵، بررسی آسیب به اعضای بدن کارگران در اثر بروز حوادث نشان داد که در حوادث وارده به اعضای



شکل ۵- درصد جراحات اعضای مصدوم در سال‌های مورد مطالعه
Figure 5. The percentage of injuries of injured organs in the studied years

معنی‌داری دارند ($P=0/009$). همچنین، نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه حاصل از بررسی نرخ شدت حادثه با توجه به فاکتور علت حادثه (سه علت) طبق جدول ۱، نشان می‌دهند که نرخ شدت حادثه در مراحل قطع، چوب‌کشی و بارگیری متفاوت است ($P=0/001$).

بررسی نرخ شدت حادثه در طبقات مختلف شیب بر اساس علت حادثه

با توجه به نرمال بودن داده‌ها ($P=0/956$) و همگنی واریانس‌ها ($P=0/451$)، نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه حاصل از بررسی نرخ شدت حادثه با توجه به عامل طبقات شیب (سه طبقه) (جدول ۱) نشان می‌دهند که مقادیر نرخ شدت در طبقات مختلف شیب با یکدیگر اختلاف

جدول ۱- نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه نرخ شدت حادثه با توجه به عوامل طبقات شیب و علت حادثه

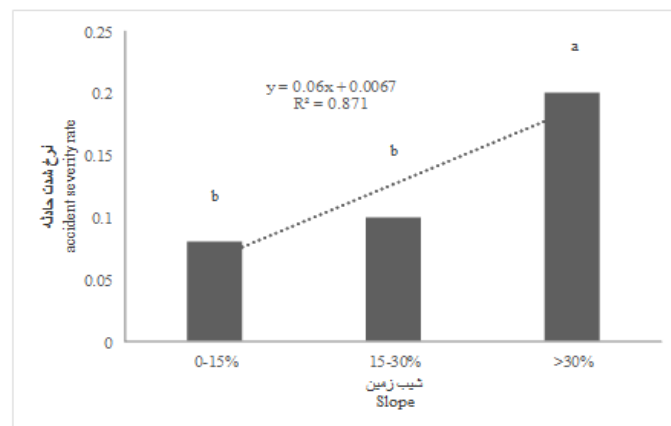
P-value	F	MS	df	SS	منبع تغییرات Source of Variation
0.009**	11.17	0.017	2	0.033	طبقه شیب Slope class
0.001**	25.03	0.148	2	0.295	علت حادثه Cause of the accident
			8	0.117	کل (طبقه شیب) Total (Slope class)
			8	0.330	کل (علت حادثه) Total (Cause of the accident)

**Significant differences at the 99% level

**اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

و عملاً مدل از اعتبار ساقط می‌شد، سه طبقه لحاظ شدند. در مدل ارائه‌شده، طبقات شیب با کدگذاری به‌عنوان متغیر مستقل وارد شده است و نرخ شدت حادثه به‌عنوان متغیر وابسته لحاظ شده است. این مهم با هدف تعیین تاثیر طبقات شیب بر حادثه انجام شده است. نرخ تعیین نیز موید آن است که حدود ۸۷ درصد از نرخ شدت حادثه را شیب تعیین می‌کند اما ۱۳ درصد ناشناخته است.

بر اساس نتایج آزمون مقایسه میانگین به روش توکی، نرخ شدت حادثه در شیب بیشتر از ۳۰ درصد از نظر آماری به‌طور معنی‌داری بیشتر از نرخ شدت حادثه در طبقات شیب ۱۵-۰ درصد و ۳۰-۱۵ درصد است. از طرفی، نتایج تحلیل رگرسیونی نشان می‌دهند که با افزایش شیب، نرخ شدت حادثه به‌صورت خطی افزایش می‌یابد (شکل ۶). به‌دلیل این که تعداد تکرار در هر طبقه با افزایش طبقات شیب کم می‌شد

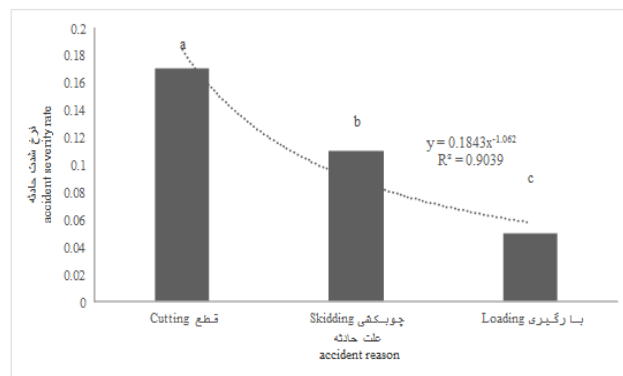


شکل ۶- نرخ شدت حوادث در طبقات شیب (مقادیر انحراف از معیار به‌صورت خطوط میله‌ای نمایش داده شده‌اند)

Figure 6- The intensity rate of accidents in slope classes (SD values are shown by error bars)

می‌دهند که با تغییر مولفه بهره‌برداری از قطع به چوب‌کشی و بارگیری، نرخ شدت حادثه به‌صورت توانی کاهش می‌یابد (شکل ۷).

همچنین بر اساس نتایج آزمون مقایسه میانگین توکی، نرخ شدت حادثه در مرحله قطع بیشتر و متفاوت از مرحله چوب‌کشی و در مرحله چوب‌کشی نیز بیشتر و متفاوت از مرحله بارگیری است. از طرفی، نتایج تحلیل رگرسیونی نشان

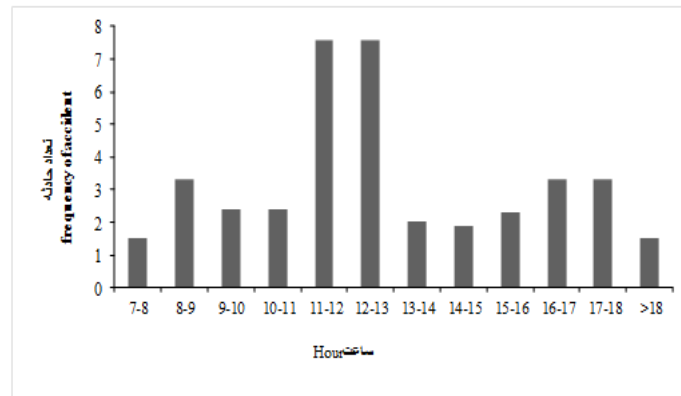


شکل ۷- نرخ شدت حوادث در نوع عملیات بهره‌برداری (مقادیر انحراف از معیار به صورت خطوط میله‌ای نمایش داده شده‌اند)
Figure 7. The severity rate of accidents in the type of exploitation operation (SD values are shown by error bars)

در ساعت منتهی به ظهر یعنی ساعات ۱۱-۱۲ قبل از ظهر و
۱۳-۱۴ بعد از ظهر رخ دادند (شکل ۸).

زمان حادثه

نتایج نشان دادند که در مجموع ۳۷۱ حادثه در عرض ۱۰
سال در منطقه اتفاق افتادند که از نظر زمانی بیشترین حوادث

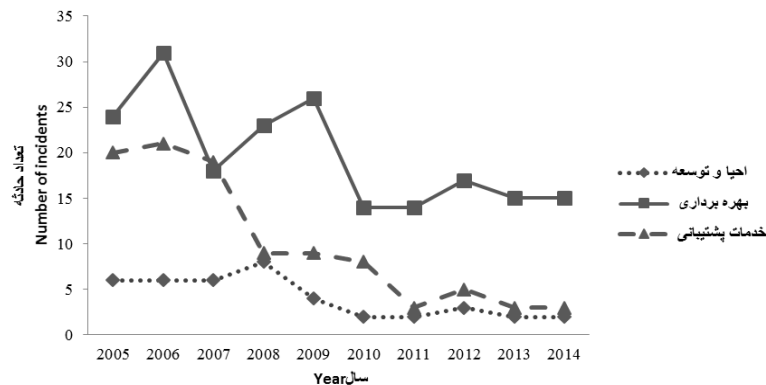


شکل ۸- حوادث واقع شده در ساعات مختلف در سال‌های مورد مطالعه
Figure 8. Incidents occurred at different times in the studied years

بیشترین آسیب‌دیدگان مربوط به عملیات بهره‌برداری و
کمترین آسیب‌دیدگان مربوط به احیاء و توسعه بودند (شکل
۹).

بررسی شغل افراد حادثه دیده

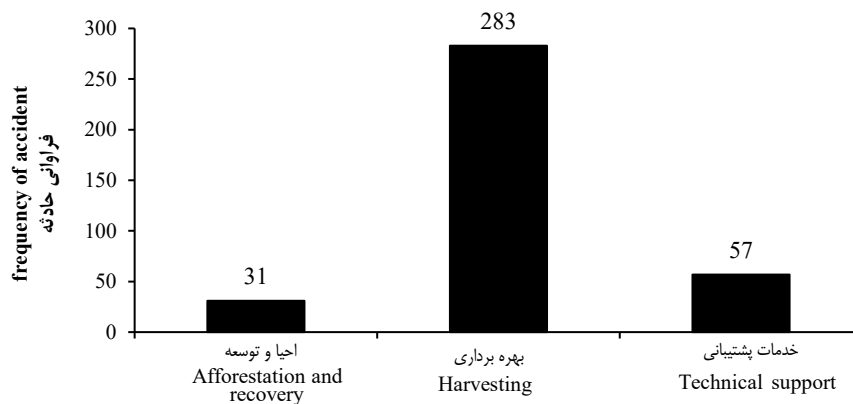
بررسی فعالیت شرکت نشان داد که کارگران تحت سه
نوع فعالیت شامل احیاء، بهره‌برداری جنگل و خدمات پشتیبانی
بودند. ارزیابی روند افراد آسیب‌دیده حاکی از آن است که



شکل ۹- بررسی شغلی افراد آسیب‌دیده در سال‌های مورد مطالعه با توجه به فعالیت
Figure 9. Occupational survey of the injured people in the studied years according to the activity

۳۱ مورد) به‌ازای ۱۰ سال است.

بر اساس شکل ۱۰، تعداد حوادث در فعالیت بهره‌برداری بیشترین (حدود ۲۸۳ مورد) و در فعالیت احیا کمترین (حدود



شکل ۱۰- سهم بهره‌برداری در حوادث در سال‌های مورد مطالعه

Figure 10. The share of exploitation in accidents during the studied years

سرخوردن و پیچیدن مچ پای کارگران است. توصیه می‌شود تا برای کاهش حوادث ناشی از تردد بر روی اراضی مذکور از کفش‌های ته‌میخی استفاده شود. امروزه، استفاده از این چکمه‌های ته‌میخی به‌صورت گسترده‌ای در جنگل‌های نیوزیلند مورد استقبال کارگران قرار گرفته است و بیشتر کارگرانی که از آن استفاده می‌کنند، رضایت کاملی از آن دارند. داده‌های مربوط حوادث کار نیز کاهش معنی‌دار در صدمات مربوط به سرخوردن بین جنگلیان و کارگران شاغل در جنگل را نشان داده است (Bentley *et al.*, 2005). طبق نتایج این تحقیق، اصلی‌ترین عامل بروز حادثه، قطع درختان است که با نتایج پژوهش‌های پیشین (Bentley *et al.*, 2005; Khodaei *et al.*, 2013; Klun & Medved, 2007; Landekić *et al.*, 2021; Lindroos & Burström, 2010) مطابقت دارد. در این راستا، باید برای کاهش صدمات این بخش، برنامه‌های جامع آموزش ایمنی کار با اره موتوری برای گروه‌های قطع در نظر گرفته شوند (Akay *et al.*, 2021) و فقط افرادی به این کار اقدام نمایند که ضمن آموزش صحیح نحوه قطع درختان، توانایی تشخیص بروز خطر در هنگام بروز کشش و فشار در درختان سر پا و افتاده را داشته باشند (Hämäläinen *et al.*, 2006). همچنین، از انجام کار قطع توسط کارگران فاقد تجربه کاری در این زمینه و سایر افرادی که از لحاظ بدنی و روحی در شرایط مساعد کاری نیستند، باید جلوگیری نمود (Lacerda *et al.*, 2015). آگاهی از تکنیک‌های تبدیل و نحوه عکس‌العمل کرده‌بینه پس از تبدیل به‌خصوص در مناطق شیب‌دار از دیگر مواردی است که باید در این زمینه مد نظر قرار گیرد. خروج اره‌های موتوری فعلی و جایگزین نمودن آن‌ها با اره موتوری‌های با تکنولوژی بالا (داشتن ترمز زنجیر، چرخ‌دنده نوک تیغه، لرزش کمتر و وزن سبک) راهکار دیگری است (Milburn, 1998) که می‌تواند ضمن کاهش صدمات، ایمنی پرسنل قطع را نیز افزایش دهد (Garland *et al.*, 2020). بر طبق نتایج، بیشترین نرخ شدت حادثه مربوط به شیب‌های بالای ۳۰ درصد و عملیات قطع درخت است که

با توجه با شروع برنامه هفتم توسعه در کشور و نگاهی متفاوت به بحث مدیریت جنگل‌ها در کشور و همچنین لزوم توجه ویژه به نیروی انسانی در جنگل، انجام پژوهش‌ها در ارتباط با موضوع ایمنی شغلی در جنگل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، لذا انتشار معتبر نتایج پژوهش‌های مرتبط با ایمنی شغلی و حوادث کار در جنگل نظر به کم‌بودن انتشار این قبیل مطالعات در کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. بر اساس نتایج تحقیق، متوسط ضریب تکرار حادثه ۳۷ و متوسط نرخ شدت حادثه ۰/۱۸ و بیشترین درصد جراحات مربوط به دست‌ها و پاها هستند که این نتایج با نتایج تحقیق خدایی و همکاران (Khodaei *et al.*, 2013) مطابقت دارند. طبق نتایج، بیشترین حوادث در ساعات نزدیک به ظهر به وقوع می‌پیوندند که این موضوع با نتایج پژوهش نیکوی و همکاران (Nikooy *et al.*, 2017) مطابقت دارد. بر اساس نتایج این تحقیق، حوادث در حین عملیات بهره‌برداری بیشتر از حوادث مربوط به عملیات احیا و پشتیبانی هستند که دلیل این مهم را می‌توان در ساختار مکانیزاسیون منطقه مورد بررسی دانست چرا که به گونه‌ای است که اکثر ماشین‌آلات سال‌های متمادی است که مورد استفاده قرار می‌گیرند و استفاده از ماشین‌آلات فرسوده و قدیمی می‌تواند عاملی منفی موثر در بروز حادثه باشد (Milburn, 1998). بر اساس نتایج محققان، انجام هر یک از مولفه‌های اصلی بهره‌برداری نیازمند ماشین‌آلات (Garland *et al.*, 2020) و تجهیزات خاصی (Leigh, 1987) است که هنگام کار کردن با آن‌ها احتمال حادثه وجود دارد و هر چه بر عمر آن‌ها افزوده می‌گردد بر تعداد و شدت حوادث افزوده می‌شود که باید در جهت کاهش این صدمات برنامه‌ریزی نمود (Rahimi *et al.*, 2018). اره موتوری به‌عنوان اصلی‌ترین وسیله برای قطع و تبدیل درختان، بیش‌ترین نقش را در بروز حوادث منجر به دوری از کار برای کارگران دارد (Cho *et al.*, 2023; Khodaei *et al.*, 2013). یکی از مهم‌ترین حوادث کار در اراضی جنگلی کوهستانی با شرایط نامساعد زمین خطر لغزیدن، افتادن،

تا رانندگان این نوع ماشین‌آلات با روش‌های ایمنی کار با این ماشین‌آلات آشنا شوند و آموزش‌های لازم در این زمینه را قبل از انجام عملیات ببینند تا از میزان حوادث کار با این ماشین‌آلات کاهش یابد. سهم معنی‌داری از حوادث کار در جنگل در هنگام انجام فعالیت‌های مربوط به تعمیر ماشین‌آلات بروز می‌کند. عمده حوادث کاری در شرایط کنترل نشده مناطق جنگلی رخ می‌دهد که امکان دسترسی به تجهیزات تعمیر ماشین‌آلات و آموزش کافی برای رعایت اصول ایمنی و استفاده از تجهیزات وجود ندارد (Parker et al., 2002). از این رو، برنامه‌های آموزشی باید بر خطرات تعمیرات و استفاده صحیح از ابزار تعمیرگاهی متمرکز باشند (Peters, 1991). استفاده از وسایل ایمنی شخصی مانند کفش، دستکش، لباس کار مناسب و عینک، نقش مهمی در کاهش تعداد و شدت حوادث دارد (Sullman et al., 1999). برای کاهش فراوانی و شدت حوادث، پیشنهاد می‌شود که ضمن آموزش کارگران در بدو استخدام، برنامه‌های ایمنی مستمر توسط سرکارگران در جنگل ارائه شوند. همچنین، کارگران نسبت به مزایای استفاده از وسایل حفاظت فردی آگاه و به استفاده از آن‌ها تشویق و ترغیب شوند.

دلیل آن را می‌توان در مشکل بودن حفظ تعادل بدن در حین عملیات بهره‌برداری به‌ویژه در مورد مؤلفه قطع عنوان نمود. بر اساس نتایج، برخی تحقیقات، شیب و شرایط نامساعد زمین از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر روی حوادث کار در جنگل است (Rahimi et al., 2018).

چوبکشی بوسیله تراکتورهای چرخ‌زن‌جیری و اسکیدرهای چرخ لاستیکی هم از منابع ایجاد حوادث کار در جنگل مطرح است که منجر به بروز حادثه می‌شود. کشیدن گرده‌بین‌های بزرگ در مسیرهای چوب‌کشی که در دامنه شیب‌دار ایجاد شده‌اند، خود به تنهایی می‌تواند باعث بروز حادثه گردد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که نرخ شدت حادثه در جنگل ناشی از ماشین‌آلات چوب‌کشی ۰/۱ است. اگر کارگران شاغل در این بخش آگاهی کافی از خطرات و روش‌های انجام دادن ایمن کار را نداشته باشند بروز حادثه دور از انتظار نیست (Ashby et al., 2002). ماشین‌آلات کارکرده و قدیمی و تجهیزات مستعمل که گاهی به‌جای این که خود حافظ جان راننده و کمک او باشند، برای وی ایجاد خطر می‌کنند، از عوامل اصلی آسیب در این بخش هستند. نگاهی به اتاق راننده در اسکیدرهای منطقه مورد مطالعه به‌وضوح این امر را نشان می‌دهد. برای کاهش آسیب‌های وارده لازم است

References

- Akay, A. O., Akgül, M., Esin, A. I., Demir, M., Şentürk, N., & Öztürk, T. (2021). Evaluation of occupational accidents in forestry in Europe and Turkey by k-means clustering analysis. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(4), 495-509.
- Ashby, E., Bentley, T., & Parker, R. (2002). Felling injuries-an exploratory analysis of logging tasks and safety. *COHFE Report (Centre for Human Factors and Ergonomics), Rotorua, New Zealand*, 3(3), 1-22.
- Axelsson, S.-Å. (1998). The mechanization of logging operations in Sweden and its effect on occupational safety and health. *Journal of Forest Engineering*, 9(2), 25-31.
- Bentley, T. A., Parker, R. J., & Ashby, L. (2005). Understanding felling safety in the New Zealand forest industry. *Applied Ergonomics*, 36(2), 165-175.
- Cho, M.-J., Choi, Y.-S., & Lee, E. (2023). Identifying Risk Factors and Evaluating Occupational Safety in South Korean Forestry Sector. *Forests*, 14(4), 851. <https://www.mdpi.com/1999-4907/14/4/851>
- Garland, J., Cedergren, J., Eliasson, L., Van Hensbergen, H., & McEwan, A. (2020). Occupational safety and health in forest harvesting and silviculture. *Forestry Working Paper (FAO) Eng No*, 14, 126.
- Hämäläinen, P., Takala, J., & Saarela, K. L. (2006). Global estimates of occupational accidents. *Safety Science*, 44(2), 137-156.
- Helmkamp, J. C., & Derk, S. J. (1999). Nonfatal logging-related injuries in West Virginia. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 41(11), 967-972.
- Hull, B. P., Leigh, J., Driscoll, T. R., & Mandryk, J. (1996). Factors associated with occupational injury severity in the New South Wales underground coal mining industry. *Safety Science*, 21(3), 191-204.
- Javadi, A., & Mirpanahi, S. (2017). Evaluating ergonomic adoption of MF399 tractor in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province. *Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery*, 6(2), 59-69.
- Kaakkurivaara, T., Borz, S. A., & Kaakkurivaara, N. (2022). Risk factors and occupational safety failures in forest work in the Southeast Asian region. *Forests*, 13(12), 2034.
- Khodaei, M., Eraghi, M., & Eghtesadi, A. (2013). Evaluation of work-related accidents in Sari forests exploitation workers. *Occupational Medicine Quarterly Journal*, 5(2), 9-19.
- Kim, S., Nussbaum, M. A., Schoenfisch, A. L., Barrett, S. M., Bolding, M. C., & Dickerson, D. E. (2017). Occupational safety and health concerns in logging: a cross-sectional assessment in Virginia. *Forests*, 8(11), 440.
- Klun, J., & Medved, M. (2007). Fatal accidents in forestry in some European countries. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 28(1), 55-62.
- Lacerda, A., Quintiliano, J., Lobato, D., Gonçalves, C., & Marques, J. (2015). Hearing profile of Brazilian forestry workers' noise exposure. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 19(01), 022-029.
- Landekić, M., Martinić, I., Mijoč, D., Bakarić, M., & Šporčić, M. (2021). Injury patterns among forestry Workers in Croatia. *Forests*, 12(10), 1356.

- Leigh, J. P. (1987). Estimates of the probability of job-related death in 347 occupations. *Journal of Occupational Medicine*, 29(6), 510-519.
- Lindroos, O., & Burström, L. (2010). Accident rates and types among self-employed private forest owners. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1729-1735.
- Matsa, M., & Mandowa, J. (2015). Occupational safety and health problems in forest harvesting operations: Case of Wattle Company Nyanga Pine Estate, Zimbabwe. *International Journal of Development and Sustainability*, 4(4), 425-445.
- Melemez, K. (2015). Risk factor analysis of fatal forest harvesting accidents: A case study in Turkey. *Safety Science*, 79, 369-378.
- Milburn, J. S. (1998). *Injuries on mechanized logging operations in the Southeastern United States* (Doctoral dissertation, Virginia Tech).
- Nikooy, M., Shekarsari, E., & Sayadi, A. (2017). Occupational health and safety assessment of forestry workers (case study: Shafaroud forest company). *Forest and Wood Products*, 70(2), 261-272.
- Parker, R., Bentley, T., & Ashby, L. (2002). Forestry applications of human factors research. *Handbook of Human Factors Testing and Evaluation, second ed.* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale NJ.
- Peters, P. (1991). Chainsaw felling fatal accidents. *Transactions of the ASAE*, 34(6), 2600-2608.
- Rahimi, F., Nikooy, M., & Ghajar, I. (2018). Ranking the dangers of working with chainsaw during felling operation. *Forest Research and Development*, 4(3), 401-413.
- Safarzadeh, B., Nikooy, M., Tsioras, P. A., & Arman, Z. (2022). Ergonomic study of manual loading of log in private poplar plantation in the east of Guilan province. *Forest and Wood Products*, 75(2), 119-130.
- Sullman, M. J., Kirk, P. M., Parker, R. J., & Gaskin, J. E. (1999). New Zealand logging industry accident reporting scheme: focus for a human factors research programme. *Journal of Safety Research*, 30(2), 123-131.
- Wilhelmson, E., Wästerlund, D. S., Burström, L., & Bylund, P.-O. (2005). Public health effects of accidents in self-employed forestry work. *Small-Scale Forest Economics, Management and Policy*, 4, 427-435.