

رتبه‌بندی خطرات ناشی از کار با اره موتوری در عملیات قطع درختان جنگلی

فرشته رحیمی بی‌تم^۱، مهرداد نیکوی*^۲ و اسماعیل قجر^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۰۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۱

چکیده

مدیریت خطرات ناشی از کار با اره موتوری به ارزشیابی خطرات آن بستگی دارد. تاکنون یک روش مناسب برای ارزیابی ریسک کار با این وسیله ارائه نشده است و عموماً خطرات کار با اره موتوری بدون رتبه‌بندی ارائه شده است. این پژوهش با هدف رتبه‌بندی خطرات ناشی از کار با این وسیله طرح‌ریزی شده است. برای شناسایی خطرات مربوط به کار با اره موتوری در هنگام انجام عملیات قطع درختان از روش آنالیز ایمنی شغلی استفاده شد. بدین منظور از نظرات کارگران اره‌موتورچی، ناظران عملیات قطع، کارشناسان بهره‌برداری و کارشناسان بخش ایمنی کار در جنگل مجریان بزرگ طرح‌های جنگلداری در جنگل‌های شمال استفاده شد. سپس شاخص‌های ارزیابی ریسک با استفاده از روش دلفی و با کمک کارگران قطع، مدیران حوزه‌های جنگلی، متخصصین و اساتید دانشگاه انجام و توسط کارشناسان ایمنی کار در جنگل جمع‌بندی شد. سرانجام رتبه‌بندی خطرات با استفاده از روش تاپسیس فازی انجام شد. نتایج پژوهش نشان داد که درختان خطرآفرین، برگشت به عقب انتهای تنه درخت پس از افتادن و لگزدن اره موتوری مهم‌ترین خطرات کار با این وسیله هستند. این پژوهش با رتبه‌بندی خطرات کار موجب افزایش قدرت تشخیص خطرات کار با اره موتوری و تعیین شاخص‌های صحیح ارزیابی ریسک شد و نتایج نهایی منتج به رتبه‌بندی خطرات کار با این وسیله شد که با تدوین دستورالعمل ایمنی مناسب می‌توان حوادث ناشی از کار با این وسیله را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز ایمنی شغلی، ارزیابی ریسک، اره موتوری، تاپسیس فازی، روش دلفی.

مقدمه

مانند عدم استفاده صحیح از وسایل ایمنی شخصی و حتی در برخی موارد عدم استفاده از آن‌ها، استفاده از کارگران فاقد تخصص و آموزش‌نندیده همراه با فقدان برنامه‌های آموزشی از مهم‌ترین دلایل این امر است (Nikooy *et al.*, 2012). هرچند تأثیر استرس شغلی بر وضعیت سلامت روانی کارگران قطع و چوب‌کشی جنگل در جنگل شمال ایران موردبررسی قرار گرفته است و نتایج حاکی از اثرهای استرس شغلی بر روی کارایی کارگران و پیامدهای ناشی از آن مانند اضطراب، عصبی‌بودن و کمبود خواب بوده است (Lotfalian *et al.*, 2014).

با توجه به نیمه‌مکانیزه بودن کار بهره‌برداری جنگل در ایران نرخ حوادث کار در آن بالاست و این امر سلامت جسمانی کارگران را در معرض تهدید قرار می‌دهد (Parsakhoo *et al.*, 2017). شرایط خاص جنگل‌های شمال ایران (کوهستانی بودن، درختان پهن‌برگ و قطور و غیره) آره موتوری را به وسیله‌ای بی‌رقیب برای قطع درختان تبدیل کرده است. استفاده از آره موتوری برای قطع درختان همراه با ایجاد خطر برای کارگر آره‌موتورچی بوده و سلامت او را در معرض آسیب قرار داده است. خطرات ناشی از آره موتوری ناشی از خود این وسیله، شرایط محیط کار و موضوع کار (چوب) هستند و در پژوهش‌های مختلفی مدنظر قرار گرفته است (Majnounian *et al.*, 2017). تعداد کارگران زخمی و فوت‌شده شاخص بسیار مهمی برای جلوگیری از خطر است و به‌خوبی نشان می‌دهد که کشورهای مختلف چه مقدار در فراهم کردن شرایط ایمنی در محیط‌های کار موفق بوده‌اند (Klun and Medved, 2007). خطر یک منبع بالقوه آسیب‌رسان است درحالی‌که ریسک در معرض آسیب قرارگرفتن است. یک خطر مانند لگزدن آره موتوری ممکن است بزرگ باشد اما به‌علت انجام دادن اقدامات

بهره‌برداری جنگل همراه با خطراتی برای سلامت و ایمنی کارگران جنگل است. کارهای مربوط به برداشت چوب عموماً در مناطق دوردست، پرشیب، ناهموار و در شرایط آب و هوایی نامساعد انجام می‌شود (Enez *et al.*, 2014). کار در جنگل از مشاغل است که از آن به‌عنوان یکی از مشاغل پرخطر برای کارگران یاد می‌شود و مانند بسیاری از مشاغل دیگر، زندگی کارگران شاغل در این کار در معرض آسیب قرار دارد (Klun and Medved, 2007). قطع و تبدیل درختان از خطرناک‌ترین فعالیت‌های مربوط به برداشت چوب بوده و در برخی موارد هم منجر به مرگ کارگران شده است (Nikooy *et al.*, 2016, Potocnik, Nikooy *et al.*, 2012, Melemez, 2015, *et al.*, 2009). هر یک از روش‌های بهره‌برداری سطح فناوری منحصراً به خود را دارا است که متکی به شرایط طبیعی منطقه، شرایط تولید و سطح فناوری مورد استفاده در کل مراحل کار دارد (Gerasimov and Sokolov, 2014). حوادث کار در جنگل منجر به آسیب و مرگ کارگران و خسارت به مواد و تجهیزات و ماشین‌آلات و یا صدمات زیست‌محیطی می‌شود. بخش اقدامات احتیاطی برای مقابله با حوادث کار به-خصوص در عملیات انداختن و تبدیل درختان از مهم‌ترین بخش‌های بهره‌برداری است و این عملیات از پرمخاطره‌ترین کارها است (Sarikhani, 2008).

باوجوداینکه در ارتباط با حوادث کار در جنگل در کشورهای توسعه‌یافته اطلاعات دقیقی وجود دارد ولی در این ارتباط پژوهش‌های کمی در ایران انجام شده است و باوجوداینکه حوادث در کشورهای درحال توسعه در حال کاهش است، معدود پژوهش‌های انجام شده در ایران چنین کاهشی را نشان نمی‌دهد (Nikooy *et al.*, 2012). در این ارتباط مواردی

این طریق تعداد حوادث احتمالی منجر به فوت را کاهش دهند.

پژوهش بر روی ریسک حوادث و گسترش برنامه‌های طولانی‌مدت کنترل حوادث از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. عمده حوادث ناشی از کار در جنگل منتج از تلاقی دو یا چند عامل است که شناسایی و کنترل یا حذف این عوامل کمک زیادی به کاهش حوادث کار می‌کند. پژوهش‌های بسیاری نشان داده است که قطع درختان با اره موتوری خطرناک‌ترین عملیات بهره‌برداری جنگل است (Klun and Medved, 2007, Bentley et al., 2005). Lindroos and Burström, 2010). قطع درختان با اره موتوری در محیطی انجام می‌شود که خطرات زیادی در آن وجود دارد. بررسی شش سال حوادث کار در نیوزلند نشان داده است که ۱۷/۵ درصد از حوادث منجر به دوری از کار در هنگام عملیات قطع و سرشاخه‌زنی ناشی از سرخوردن، افتادن و لغزیدن بوده است که در نهایت موجب دوری از کار ۲۸۷۰ روزه کارگران در طول دوره شش‌ساله شده است (Standards Association of Australia, 1997). به-علاوه، انجام ایمن عملیات قطع درختان نیازمند مواجهه با ریسک‌های خاص محیط‌های کاری قطع درختان است. بسیاری از خطراتی که کارگران قطع در جنگل را تهدید می‌کند می‌تواند برای افرادی که در محیط خارج از جنگل و در محوطه روستایی و باغی با اره موتوری اقدام به قطع درختان می‌کند، خطرناک باشد. هدف از این پژوهش شناسایی مهم‌ترین خطرات کار با اره موتوری، شاخص‌های ارزیابی ریسک کار با اره موتوری و ارائه روش ارزیابی ریسک بر اساس شاخص‌های تعیین‌شده برای رتبه‌بندی خطر بود.

کنترلی مانند استفاده از ترمز زنجیر، ریسک آن کم می‌شود. ارزیابی ریسک شامل سه مرحله اصلی است: (۱) تعیین پتانسیل خطرات (در محیط کاری، سازمان کار یا خطرات احتمالی خارجی)، (۲) محاسبه ریسک با تعیین فراوانی حادثه و شدت خطر و (۳) تعیین روش‌های کاهش یا حذف خطر. آگاهی از علل حوادث کاری می‌تواند به استراتژی کاهش و حذف حوادث کمک کرده و عوامل اصلی حوادث را نمایان سازد (Holizki et al., 2015). ارزیابی ریسک به‌طور نظام‌مند تعیین می‌کند که چه خطراتی در محیط وجود داشته و احتمال رخ دادن خطر چقدر است و چه آسیبی و با چه شدتی ممکن است به وجود آید.

Inoue و همکاران (1999) تجزیه و تحلیل عوامل ریسک‌پذیری در کار جنگل را در ژاپن مورد پژوهش قرار داده و دریافتند که عواملی مانند دست‌کم گرفتن خطر، آگاهی کم سرکارگران از خطر، مشکلات رفتاری کارگران با خطر (مانند تمایل به رسیدن به مقدار تولید مشخص و در معرض خطر دادن خود)، چشم‌پوشی در دقت در ارزیابی ریسک از عوامل اصلی تأثیرگذار در بروز خطر بود. پژوهش آنان همچنین نشان داد که آگاهی کم ناظران از مدیریت ایمنی و بازنگری در روابط بین کارگران و ناظران کار در کاهش ریسک خطر از اهمیت بالایی برخوردار است. (Melemez 2015) ارزیابی عوامل ریسک در حوادث منجر به فوت در بهره‌برداری جنگل را در کشور ترکیه مورد بررسی قرار داده 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 داشته‌اند. تجزیه و تحلیل وی نشان داد که مدیران جنگل نقش مهمی در انتخاب کارگران و آموزش آن‌ها دارند تا از

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

داده‌های مربوط به برگه‌های حوادث کار در جنگل، ناشی از کار در فعالیت قطع درختان در جنگل‌های غرب استان گیلان و در حوزه‌های مدیریت شرکت سهامی جنگل سفارود جمع‌آوری شد. این پژوهش در سه مرحله انجام شد. در مرحله اول برای شناسایی خطرات مربوط به عملیات قطع با اړه موتوری از روش آنالیز ایمنی شغل استفاده شد. آنالیز ایمنی شغل شامل بررسی کیفی ایمنی یک شغل معین، روش انجام آن شغل، تشخیص خطرات، موقعیت‌های خطرناک و شبه‌خطرات به تفکیک اجزای کاری، تعیین ابزار و

کنترل‌های لازم برای قسمت‌های دارای خطر و خلاصه کردن و پیگیری نتایج حاصله است (Mohammadfam, 2009). سپس در مرحله دوم شناسایی شاخص‌های ارزیابی انجام شد. برای دست-یابی به شاخص‌های ارزیابی خطرات ناشی از کار با اړه موتوری از روش دلفی استفاده شد. شاخص‌های اولیه ارزیابی ریسک خطر در هنگام کار با اړه موتوری با استفاده از برگه‌های حوادث کار در جنگل، مصاحبه با کارگران قطع، مدیران حوزه‌های جنگلی و اساتید دانشگاه متخصص بهره‌برداری جمع‌بندی و برای کارشناسان ایمنی کار در جنگل فرستاده شد (جدول ۱).

جدول ۱- اطلاعات مربوط به تعداد و سطح تحصیلات افراد سؤال‌شونده در این پژوهش

Table 1. Information about number and education of Questionable people in this study

کارشناسان بخش ایمنی جنگل Forest Safety Experts	اساتید جنگل Forestry professors	مدیران حوزه‌های جنگلی Forest watershed managers	کارگران قطع Felling group	تعداد Number
6	10	6	10	
کارشناسی، کارشناسی ارشد University degree, Master's degree	دکتری Doctorate degree	کارشناسی، کارشناسی ارشد University degree, Master's degree	مدرک ابتدایی Primary school only	تحصیلات Education

مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است (Shahraki and Moradi, 2013). در این روش m گزینه (خطرات) به وسیله n شاخص (معیارها) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. اساس این فن، بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه‌حل مطلوب مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه‌حل مطلوب منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. مراحل تاپسیس فازی در شکل ۱ آورده شده است.

برگه‌های حوادث کار حاوی اطلاعاتی در مورد حادثه، عضو حادثه‌دیده، مشخصات شغلی شخص آسیب‌دیده، شرایط محل حادثه، نحوه وقوع حادثه، سطح ایمنی فرد حادثه‌دیده و غیره بود. اولویت‌بندی شاخص‌ها توسط تیمی شش نفره از کارشناسان ایمنی کار در جنگل انجام شد. سپس هر یک از کارشناسان به هرکدام از شاخص‌های ارزیابی مطابق متغیرهای کلامی برای تعیین وزن هر شاخص (جدول ۲) وزنی را اختصاص دادند (Shahraki and Moradi, 2013).

در مرحله سوم رتبه‌بندی خطر با استفاده از روش تاپسیس فازی انجام شد. این مدل، یکی از بهترین

جدول ۲- متغیرهای کلامی به‌منظور تعیین وزن هر شاخص

Table 2. Verbal variables to determine the weight of each criteria

خیلی کم Very low (VL)	(1,1,3)
کم Low (L)	(1,3,5)
متوسط Medium (M)	(3,5,7)
زیاد High (H)	(5,7,9)
خیلی زیاد Very high (VH)	(7,9,9)

۱- ایجاد ماتریس تصمیم نظرات افراد
1- Aggregate fuzzy decision matrix
۲- نرمال‌سازی ماتریس تصمیم
2- Normalized decision matrix
۳- ایجاد ماتریس بدون مقیاس وزین فازی
3- Construct weighted normalized fuzzy decision matrix
۴- مشخص کردن مطلوب فازی A+ (مثبت) و ضد مطلوب فازی A- (منفی) رأی مؤلفه‌ها
4- Identify the positive ideal solution A+(benefits) and negative ideal solution A-
۵- محاسبه مجموع فواصل هر یک از مؤلفه‌ها از مطلوب مثبت فازی و مطلوب منفی فازی
5- Calculate the total distances each option from positive and negative ideal solution
۶- محاسبه شاخص نزدیکی نسبی برای رسیدن به گزینه مطلوب
6- Calculating Relative proximity index to Ideal Solution
۷- رتبه‌بندی گزینه‌ها
7- Ranking options

شکل ۱- مراحل تاپسیس فازی

Figure 1. Process of Fuzzy TOPSIS

آسیب‌دیده - متمایل - گورچه)، درجه نامساعد بودن شرایط آب و هوایی، از نوع شاخص سود است زیرا با افزایش این شاخص‌ها عدد ریسک افزایش می‌یابد و شاخص‌های سطح استفاده از وسایل ایمنی شخصی، استفاده از فن‌های مساعد قطع از نوع شاخص زیان هستند زیرا با افزایش این شاخص‌ها عدد ریسک کاهش می‌یابد. سپس ماتریس نرمالیزه وزین تشکیل و راه‌حل مطلوب مثبت و راه‌حل مطلوب منفی تعیین شد. سپس فاصله هر گزینه از راه‌حل مطلوب مثبت و

با مشخص شدن شاخص‌های ارزیابی، هرکدام از اعضاء گروه شش‌نفری تصمیم‌گیرنده، خطرات را بر اساس این شش شاخص ارزیابی کردند. سپس میانگین نظرات شش تصمیم‌گیرنده درباره شاخص‌های ارزیابی و رتبه‌بندی خطرات انجام شد. پس از میانگین‌گیری ماتریس تصمیم حاصل شد. در مرحله بعدی به نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم پرداخته شد. لازم به یادآوری است که شاخص‌های شرایط توپوگرافی، قطر درخت، درجه خطرناک بودن درخت (قطور-

راه حل مطلوب منفی به دست آمد و مقدار شاخص شباهت برای رسیدن به گزینه مطلوب محاسبه و رتبه بندی گزینه ها انجام شد.

نتایج با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی، خطرات مهم در کار قطع درختان در جنگل با استفاده از اره موتوری شناسایی شدند (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آنالیز ایمنی شغلی کار قطع با اره موتوری

Table 3. Job safety analysis results of felling with chainsaw

ردیف	شرح خطر
Row	Hazard description
1	خطرات ناشی از شیب و شرایط نامساعد زمین Hazards due to slope and unstable ground condition
2	خطر سقوط تاج درخت، سرشاخه، شاخه بیوه ساز Falling objects hazard such as top, limbs and widow makers
3	گیاهان سرپا در مسیر جهت افت درخت Standing vegetation in the intended direction of fall
4	برگشت به عقب انتهای تنه درخت پس از افتادن Being struck by the butt of the tree
5	لگدزدن اره موتوری Chainsaw Kickback
6	درختان خطرناک Hazardous trees
7	شرایط آب و هوایی نامساعد Bad weather conditions
8	حوادث ناشی از خستگی Fatigue related accident

مهم ترین شاخص های ارزیابی خطرات در کار قطع درختان در جنگل حاصل از روش دلفی و نتایج وزن دهی کارشناسان به شاخص های ارزیابی در جدول ۴ آمده است. سپس فاصله هر گزینه از راه حل مطلوب مثبت و راه حل مطلوب منفی به دست آمد و مقدار

نزدیکی نسبی محاسبه شد (جدول ۵). نتایج نهایی نشان داد که درختان خطر آفرین، برگشت به عقب انتهای تنه درخت پس از افتادن و لگدزدن اره موتوری مهم ترین خطرات کار با اره موتوری است (جدول ۵).

جدول ۴- مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی خطرات در کار قطع درختان در جنگل حاصل از روش دلفی و وزن اختصاص

داده‌شده به هر شاخص توسط هر تصمیم‌گیرنده (شماره شاخص اولویت شاخص را نشان نمی‌دهد)

Table 4. The most important criteria for assessing the risks associated with the felling of trees in the forest; derived from the Delphi method and Weight assigned to each criterion by each decision maker (DM) (The criterion number does not indicate the criterion priority)

تصمیم‌گیرنده	تصمیم‌گیرنده	تصمیم‌گیرنده	تصمیم‌گیرنده	تصمیم‌گیرنده	تصمیم‌گیرنده	شاخص ارزیابی خطر	شماره شاخص
۶	۵	۴	۳	۲	۱	Risk assessment criteria	Criterion number
DM6	DM5	DM4	DM3	DM2	DM1		
						درجه نامساعد بودن شرایط توپوگرافی	1
متوسط	زیاد	متوسط	زیاد	متوسط	زیاد	Degree of inappropriate topographic conditions	
M	H	M	H	M	H		
						سطح استفاده از وسایل ایمنی شخصی	2
زیاد	متوسط	متوسط	خیلی زیاد	متوسط	کم	Level of use of personal safety equipment	
H	M	M	VH	M	L		
						قطر درخت	3
زیاد	متوسط	زیاد	متوسط	متوسط	زیاد	Tree diameter	
H	M	H	M	M	H		
						درجه خطرناک بودن درخت (قطور- آسیب‌دیده- متمایل- گورچه)	4
خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	Tree Danger Level (Thick-Damaged-Lean trees - Buttress)	
VH	VH	VH	M	H	VH		
						درجه نامساعد بودن شرایط آب و هوایی	5
زیاد	زیاد	کم	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	Degree of bad weather conditions	
H	H	L	VH	VH	M		
						استفاده از فن‌های مساعد قطع	6
متوسط	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	کم	The use of cutting techniques	
M	H	H	H	H	L		

جدول ۵- شاخص نزدیکی نسبی هر خطر

Table 6. Relative proximity index

رتبه‌بندی Ranking	شاخص نزدیکی نسبی Relative proximity index	خطرات Hazards
1	0.496	درختان خطرآفرین Hazardous trees
2	0.445	برگشت به عقب انتهای تنه درخت پس از افتادن Being struck by the butt of the tree
3	0.345	لگزدن اره موتوری Kickback from the chainsaw
4	0.337	خطر سقوط تاج درخت - سرشاخه و شاخه - شاخه بیوه ساز Falling objects hazard such as top, limbs and widow makers
5	0.329	خطرات ناشی از شیب و شرایط نامساعد زمین Unsuitable ground conditions and slope
6	0.317	شرایط آب و هوایی نامساعد Bad weather conditions
7	0.306	حوادث ناشی از خستگی Fatigue related accident
8	0.301	گیاهان سرپا در مسیر جهت افت درخت Standing vegetation in the intended direction of fall

بحث

Gerasimov and Sokolov (2014) در روسیه و Lindroos and Burström (2010) را نام برد که عموماً به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی خطر با روش دلفی به دست آمد و شاخص‌های سطح استفاده از وسایل ایمنی شخصی، استفاده از فن‌های مساعد قطع، شرایط توپوگرافی، درجه خطرناک بودن درخت (قطور - آسیب‌دیده - متمایل - گورچه)، قطر درخت و درجه نامساعد بودن شرایط آب و هوایی به عنوان شاخص‌های ارزیابی ریسک مدنظر قرار گرفت. تعیین شاخص‌های ارزیابی خطر در پژوهش‌های مربوط به علوم جنگل کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. عواملی مانند دست کم گرفتن خطر، آگاهی کم سرکارگران از خطر، مشکلات رفتاری کارگران با خطر (Inoue *et al.*, 1999)، عوامل شخصی و سازمانی، استقرار در موقعیت خطرناک، انجام رفتارهای پرخطر، بی‌دقتی در کار و انتخاب

در این پژوهش خطرات ناشی از کار در عملیات قطع درخت با استفاده از آنالیز ایمنی شغلی شناسایی شد. شناسایی خطر اولین مرحله محاسبه ریسک خطر است که عموماً به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که در این بررسی از روش آنالیز ایمنی شغلی استفاده شد و خطرات ناشی از شیب و شرایط نامساعد زمین، سقوط تاج درخت، سرشاخه، شاخه، شاخه بیوه‌ساز، گیاهان سرپا در مسیر جهت افت درخت، برگشت به عقب انتهای تنه درخت پس از افتادن، لگزدن اره موتوری، درختان خطرناک، شرایط آب و هوایی نامساعد، حوادث ناشی از خستگی شناسایی شد. تاکنون پژوهشگران زیادی در علوم جنگل نسبت به شناسایی خطرات کار در بهره‌برداری جنگل اقدام کرده‌اند که از آن می‌توان به پژوهش‌های Holzki و همکاران (2015) در کانادا، Tsioras و همکاران (2014) در کشور اتریش، Enez و همکاران (2014) در ترکیه،

نامناسب کارگران (Melemez, 2015) از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در بروز خطر معرفی شده است.

درختان خطرآفرین، برگشت به عقب انتهای تنه درخت پس از افتادن و لگزدن اره موتوری به ترتیب با شاخص نزدیکی نسبی (۰/۴۹)، (۰/۴۴) و (۰/۳۴) خطرناک‌ترین حوادث ناشی از کار در اره موتوری در جنگل‌های غرب استان گیلان شناسایی شدند. تاکنون پژوهشی در ارتباط با رتبه‌بندی خطرات ناشی از کار با اره موتوری در دنیا انجام نشده است و این پژوهش اولین کار در این زمینه است. اندک پژوهش‌های انجام شده در این ارتباط شامل موضوعات مرتبط با پروژه‌های سدسازی، تونل و احداث نیروگاه‌ها بوده است که از آن می‌توان به پژوهش‌های Sayadi و همکاران (2010) و Shirali و همکاران (2014) اشاره کرد. بررسی حوادث بهره‌برداری در نقاط مختلف جهان نشان داده است که بسیاری از حوادث در جنگل ناشی از درختان خطرناک است، بنابراین لازم است تا نسبت به این نوع درختان اقدامات لازم را در نظر گرفت. درختان خطرآفرین درختانی هستند که به خاطر شرایط خاص آن‌ها شامل پوسیدگی و صدمه فیزیکی به ریشه، تنه، ساقه و شاخه و به خاطر تمایل و جهتشان پتانسیل آسیب به کارگران را دارا هستند. وجود درختان خطرناک در هر توده جنگلی مشکلات آشکاری برای ایمنی بهره‌برداری، نحوه انجام و هزینه‌های ناشی از آن ایجاد خواهد کرد. با توجه به دستی بودن عملیات قطع در جنگل‌های شمال ایران و نشانه‌گذاری خشکه‌دارها و درختان خطرناک و خطرات ناشی از آن برای گروه قطع، شناسایی و معرفی روش‌های مقابله با این نوع درختان می‌تواند در کاهش صدمات ناشی از این درختان برای اعضای گروه قطع و دیگر کارگران جنگل مفید باشد.

برگشت به عقب انتهای تنه درخت پس از افتادن یکی از پیامدهای قطع نادرست است. هنگامی که درخت قطع شده در لحظه افتادن به زمین برخورد می‌کند می‌تواند با نیروی زیادی به عقب حرکت کند. در منابع مربوط به ارگونومی قطع به استفاده از فنون قطع صحیح درخت برای کاهش و یا حذف این خطرات اشاره شده است (ILO, 2005). همچنین توصیه شده است تا در هنگام افتادن درخت در امتداد مسیر افت فرار نکنیم. استقرار بن‌بری پایین‌تر از دهانه بن‌زنی در برش‌های بن‌زنی سنتی و معکوس احتمال بروز این خطر را افزایش می‌دهد. لگزدن اره به‌عنوان حرکت ناگهانی و سریع و غیرقابل انتظار تیغه اره موتوری می‌تواند سبب بروز حوادثی جدی شود. علل این عکس‌العمل متفاوت بوده و شامل مواردی مانند شروع نامناسب کار با اره موتوری، برخورد نوک اره به موانع، اجسام و شکاف برش قبلی و ... است. حوادث ناشی از لگزدن را می‌توان با تعبیه ترمز زنجیر در اره موتوری (Axelsson 1998) و با استفاده از اره‌های دارای وسایل ضد لگزدن Bentley و همکاران (2005) کاهش داد. خطر سقوط تاج درخت، سرشاخه، شاخه و شاخه بیوه‌ساز در درختان نشانه‌گذاری شده بسیار مهم است. (Sygnatur 1998) هم در پژوهش خود شاخه‌های بیوه‌ساز را یکی از مهم‌ترین خطرات ناشی از انجام عملیات قطع دانسته است که هر سالانه کارگران زیادی را به کام مرگ می‌فرستد. لازم است تا در داخل محوطه افتادن شاخه‌های بیوه‌ساز، کار قطع انجام نشود. شرایطی مانند اتصال در محل تنه یا شاخه با درختان دیگر، معلق بودن درخت، اتصال به گیاهان (مانند ازملک، پیچک و ...) و وجود درختان کوچک‌تر و خشکه‌دارهای افتاده در هنگام عملیات قطع ایجاد خطر می‌کنند. شیب و شرایط نامساعد زمین از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر

بوده است و نقش آن در ایجاد خطر و بروز حادثه اثبات شده است تا جایی که انجام عملیات قطع درختان در شرایط آب و هوایی نامساعد متوقف می‌شود. Slappendel و همکاران (1993) در پژوهش خود به نقش شرایط آب و هوایی نامساعد در کاهش تولید و توقف عملیات قطع درخت با اره موتوری اشاره کرده‌اند. خستگی نوعی احساس نداشتن نیرو است و عموماً همراه با عدم تمرکز و اختلالات اسکلتی-عضلانی موجب بروز حادثه می‌شود که عموماً به دو صورت حاد و مزمن ظاهر می‌شود. خستگی مفهومی پیچیده است که ترکیبی از عوامل فیزیولوژیک و روان‌شناختی را در بر می‌گیرد. خستگی را می‌توان به دو نوع خستگی عضلانی و خستگی ذهنی طبقه‌بندی کرد. برخی پژوهش‌های به موضوع خستگی و نقش آن بر حوادث کار در دو کلاس فوق اشاره کرده‌اند (Gallis, Grzywiński et al., 2010). گیاهان سرپا در مسیر جهت افت درخت از عواملی هستند که می‌توانند برای روی کارایی تولید و سلامت و ایمنی کارگران قطع تأثیرگذار باشند. موضوع گیاهان در مسیر افت درختان کمتر در پژوهش‌های مربوط به ارگونومی قطع درخت مورد بررسی قرار گرفته است و اطلاعات اندکی در این ارتباط در کارهای Bentley و همکاران (2005) و Tsioras و همکاران (2014) دیده می‌شود و این پژوهش‌های هم بر نقش گیاهان سرپا در ایجاد خطر در هنگام عملیات قطع درختان اشاره کرده‌اند.

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از آنالیز ایمنی شغلی و روش دلفی و با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از برگه‌های حوادث کار ناشی از عملیات قطع در جنگل‌های غرب استان گیلان نشان داد که درختان خطرآفرین، برگشت به عقب انتهای تنه درخت پس از افتادن و لگدزدن اره موتوری

روی حوادث کار در جنگل است. اگر درختی بر روی کنده درختی دیگر، سنگ‌های بزرگ و صخره‌ای و یا زمین ناهموار بیافتد ممکن است موجب ایجاد خطر شود. حرکت در مسیرهای پرپیچ‌وخم و با پستی و بلندی‌های پنهان و آشکار، خیس و مرطوب بودن خاک، وجود مازاد مقطوعات و زیراشکوب و موانع دیگر بر روی زمین از مهم‌ترین مشکلات پیش روی کارگران جنگل در هنگام تردد بر روی مسیرهای جنگلی به‌خصوص در مناطق کوهستانی است و این موضوعات در پژوهش‌های (Enez, Melemez, 2015) و همکاران (2014)، Tsioras و همکاران (2014) و Potočnik و همکاران (2009) دیده می‌شود و توصیه شده است تا برای کاهش حوادث ناشی از تردد بر روی اراضی مذکور از کفش‌های ته‌میخی استفاده شود. یکی از مهم‌ترین حوادث کار در اراضی جنگلی کوهستانی با شرایط نامساعد زمین خطر لغزیدن، افتادن، سرخوردن و پیچیدن مچ پای کارگران است (Standards Association of Australia, 1997). امروزه استفاده از این چکمه‌های ته‌میخی به‌صورت گسترده‌ای در جنگل‌های نیوزلند مورد استقبال کارگران قرار گرفته است و بیشتر کارگرانی که از آن استفاده می‌کنند رضایت کاملی از آن دارند و داده‌های مربوط حوادث کار کاهش معنی‌دار در صدمات مربوط به سرخوردن بین جنگلبانان و کارگران شاغل در جنگل را نشان داده است (Bentley et al., 2005). شرایط آب و هوایی نامساعد شامل بارندگی، برف، وزش باد، سرما و گرمای هوا در محیط جنگل است که در تلفیق با رطوبت محیط ضمن کاهش تولید گروه‌های کاری قطع، می‌تواند احتمال بروز خطر در هنگام انجام عملیات قطع را افزایش دهد. موضوع تغییرات آب‌وهوا از موضوعاتی است که در پژوهش‌های مربوط به ارگونومی کار در جنگل موردتوجه

برای مدیریت ریسک خطرات عملیات قطع مناسب باشد. باید در نظر داشت که روش‌های کنترل انتخابی جدید، خطر جدیدی را به وجود نیاورد. باید دقت کرد تا توجه به خطرات ذکرشده در این پژوهش موجب غفلت و فراموشی دیگر خطرات نشده و ناخواسته این امر سبب افزایش حوادث کار در جنگل نشود. اقدامات آموزشی متمرکز و تکرار مکرر آن برای کارگران متخصص و استفاده از تجهیزات ایمنی و سازمان‌دهی کار می‌تواند در این راه تأثیرگذار باشد. باید توجه داشت که کیفیت مدیریت حوادث کار در جنگل تنها از طریق جمع‌آوری آمار و تجزیه و تحلیل سالیانه آن ممکن است. نتایج چنین پژوهش‌هایی می‌تواند به‌عنوان راهنمای کلی مورد استفاده متخصصین ایمنی کار در جنگل قرار گیرد.

از بالاترین خطر ریسک در بین خطرات مربوط به عملیات قطع درخت برخوردار هستند. با شناخت سطح خطر و رتبه‌بندی آن می‌توان نسبت به حذف، جایگزین، جداسازی و به‌کار بردن کنترل‌های مهندسی نسبت به کاهش ریسک خطرات اقدام کرد. در صورتی که هنوز احتمال خطر وجود دارد می‌توان با استفاده از کنترل‌های مدیریتی مانند چرخش‌های کاری و انجام کار گروهی احتمال خطر را بازم کاهش داد. دیگر ریسک‌های باقی‌مانده را با به‌کار بردن وسایل ایمنی شخصی می‌توان کاهش داد. البته باید توجه داشت که تأثیر کنترل‌های اجرایی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی مبتنی بر رفتار و نظارت انسانی است و عدم کاربرد آن می‌تواند حداقل کاهش ریسک خطر را به دنبال داشته باشد. ترکیبی از اقدامات کنترلی می‌تواند

References

- 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., R. J. Parker & L. Ashby, 2005. Understanding felling safety in the New Zealand forest industry, *Applied Ergonomics*, 36(2): 165-175.
- Enez, K., M. Topbas & H. H. Acar, 2014. An evaluation of the occupational accidents among logging workers within the boundaries of Trabzon Forestry Directorate, Turkey, *International journal of industrial ergonomics*, 44(5): 621-628.
- Gallis, C., 2006. Work-related prevalence of musculoskeletal symptoms among Greek forest workers, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(8):731-736.
- Gerasimov, Y. & A. Sokolov, 2014. Ergonomic evaluation and comparison of wood harvesting systems in Northwest Russia, *Applied Ergonomics*, 45(2): 318-338.
- Grzywiński, W., A. Wandycz, A. Tomczak, T. Jelonek, J. Szaban & M. Jakubowski, 2010. Occurrence of musculoskeletal disorders in woodcutters. Proceeding of FORMEC, pp. 11-14.
- Holizki, T., R. McDonald & F. Gagnon, 2015. Patterns of underlying causes of work-related traumatic fatalities—comparison between small and larger companies in British Columbia, *Safety Science*, 71: 197-204.
- ILO, 2005. Guidelines for labor inspection in forestry, Meeting of Experts to Develop Guidelines for Labor Inspection in Forestry, ILO publication, 64 p.
- Inoue, K., E. Gotoh, I. Ishigaki & T. Hasegawa, 1999. Factor analysis of risk-taking behavior in forest work, *Journal of forest research*, 4(3): 201-206.
- Klun, J. & M. Medved, 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.
- Lindroos, O. & L. Burström, 2010. Accident rates and types among self-employed private forest owners, *Accident Analysis & Prevention*, 42(6): 1729-1735.
- Lotfalian, M., S. F. Emadian, N. R. Far, M. Salimi & F. Sheikhmoonesi, 2014. EPA-0056-Occupational stress impact on mental health status of forest workers, *European Psychiatry*, 29(1): 1361-1365.
- Majnounian, B., M. Jabari, M. Jourgholami, R. Yarahmadi & A. Deljouei, 2017.

- Assessment of hand-arm vibration caused by chainsaw in beech tree felling and bucking operations, *Iranian Journal of Forest*, 9(3): 301-313. (In Persian)
- Melemez, K., 2015. Risk factor analysis of fatal forest harvesting accidents: A case study in Turkey, *Safety science*, 79: 369-378.
 - Mohammadfam, I., 2009. Safety analysis technique, Job safety analysis (JSR), Fanavaran press, Hamedan, Iran, 80 p. (In Persian)
 - Nikooy, M., R. Naghdi & Z. Nourozi, 2012. Analysis of forest logging work accident, Case study, West forest of Guilan province, *Iranian Journal of Natural Resources*, 64(4): 475-486. (In Persian)
 - Nikooy, M., Z. Nourozi & R. Naghdi, 2016. Survey of felling and bucking operation's safety in Shafaroud watershed, *Journal of Forest Research and Development*, 1(3): 209-219, (In Persian)
 - Parsakhoo, A., S. N. Rasouli & M. R. Jumkhaneh, 2017. Monitoring physical health of the staff in forest management plans of Golestan province, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(3): 410-418. (In Persian)
 - Potočnik, I., T. Pentek & A. Poje, 2009. Severity analysis of accidents in forest operations, *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 30(2):171-184.
 - Sarikhani, N., 2008. Forest Utilization. 3rd edition. Tehran University Press, Tehran, Iran, 728 p. (In Persian)
 - Sayadi, A., M. Hayati & M. Montazeji, 2010. Evaluation, ranking and clustering operational tunneling barrier risk and power plants seimareh by method ELECTRE, *Mining Engineering*, 6(11): 57-69.
 - Shahraki, A. R. & M. Moradi, 2013. Risk evaluation in the workplace using fuzzy multi-criteria model. *Iran Occupational Health Journal*, 10(4): 43-54. (In Persian)
 - Shirali, G. A., T. Askaripoor, E. Kazemi, E. Zohoorian Azad & M. Marzban, 2014. Assessment and risks ranking in a combined cycle power plant using degree of Belief approach in fuzzy logic, *Iran Occupational Health*, 11(5): 20-29. (In Persian)
 - Slappendel, C., I. Laird, I. Kawachi, S. Marshall & C. Cryer, 1993. Factors affecting work-related injury among forestry workers: A review, *Journal of safety research*, 24(1): 19-32.
 - Standards Association of Australia, 1997. Protective clothing for user of hand held chainsaw, part 3: protective leg wear. 12 p.
 - Sygnatur, E. F., 1998. Logging is perilous work, *Compensation and Working Conditions*, 3(4): 3-9.
 - Tsioras, P. A., C. Rottensteiner & K. Stampfer, 2014. Wood harvesting accidents in the Austrian state forest enterprise 2000–2009, *Safety science*, 62: 400-408.

Ranking the dangers of working with chainsaw during felling operation

F. Rahimi Bitam¹, M. Nikooy^{*2} and E. Ghajar³

1- M.Sc. of Forest Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh-Sara, I. R. Iran.

2- Associate Professor, Forestry Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh-Sara, I. R. Iran.

3- Assistant Professor, Forestry Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh-Sara, I. R. Iran.

Received: 31.01.2018

Accepted: 25.04.2018

Abstract

Management of the risks arising from working with a chainsaw depends on the assessment of its risks. There is still no suitable method for evaluating the risk of work with this device. Generally, the risks of working with chainsaw are presented without rating. This study was designed to rank the dangers of working with this device. For investigation of dangers related to chainsaw during tree felling Job safety analysis was used. During these phase, comment of chainsaw men, felling operation supervisors, harvesting experts, and Work safety specialists working in forestry plan in Caspian forest were used. Then, the risk assessment criteria were investigated by Delphi method with help of felling workers, forest watershed managers, forestry specialist, and university professors. Results were concluded by forest safety experts. Finally, the risk ranking was done using the Fuzzy Topsis method. Risk assessment criteria were obtained using the Delphi method. Ranking of hazards with Fuzzy Topsis was determined. The results of this study showed that the dangerous trees, butt log and chainsaw kickback are the most important risks of chainsaw operation. This study enhanced the ability of risk detection of felling operation with chainsaw and correct risk assessment criteria identification with ranking of felling hazards. The final analysis resulted in rating the dangers of working with this device that it can reduce the incidents caused by working with this device by compiling the appropriate safety instructions.

Keywords: Chainsaw, Delphi method, Fuzzy Topsis, Job safety analysis, Risk assessment.

* Corresponding author:

Email: Nikooy@guilan.ac.ir