Journal of Military Medicine
Winter 2016 ,Volume 17, Issue 4
Pages: 241-247

The Study of Human Errors in De-mining Operations Using the CREAM Technique

Mohammadfam I.[1] PhD, Amid M.[2] PhD, Mirzaei Aliabadi M.[1] PhD, Hajiakbari M.[*3] MSc, Soltanian A. [4] PhD

[1] Occupational Health Engineering Department, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[2] Vice Safety and Reduce Dangers, Thought Consulting Engineers and Development Environment Company, Tehran, Iran
[3] Occupational Hygiene Engineering Department, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
[4] Biostatistical and Epidemiology Department, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Abstract

Aims: Considering the dangers of de-mining operations and the wide area of minefields left from war in Iran, this study has been conducted in order to identify, to assess and to manage human errors among demining personnel, in a demining workshop in war zones at the west side of this country.

Methods: This cross-sectional study was conducted in 2015, using the potentials of the CREAM technique, in four main steps. These steps included: task analysis, assessment of working conditions affecting the tasks, determining controlling approaches and estimating the probability of total cognitive error. The linear regression model indicated that working conditions was significantly correlated with the possibility of the total error.

Results: The results of this study show that demining operation is composed of 18 tasks. The maximum and minimum probability of total cognitive error was related to the tasks of the technical exploration group by 0.0099 and the digging group by 0.0031.The most effective factors in performance reduction included: working conditions, available time and the coordination of human and machine systems. Among the nine working condition factors which can affect performance, six of them had a significant level and their P-Values were less than 0.05.

Conclusion: It can be concluded the possibility of human error in demining operations can be declined, by reducing the performance reduction factors through coordinating the available time, working conditions, human and machine systems and on the other hand, by increasing improvement factors by enhancing cooperation and interaction in activities which must be performed with the cooperation of two or more people.

Keywords: Human Error, Cognitive Error, De-mining, CREAM Technique

[*]Corresponding author: Hajiakbari M. Email: Hajiakbari68@gmail.com

مجله طب نظامی
دوره ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴
صفحات: ۲۴۷-۲۴۱

مطالعه خطاهای انسانی در عملیات مین زدایی با استفاده از تکنیک CREAM

ایرج محمدفام[۱] .PhD، محمد عمید[۲] .PhD، مصطفی میرزایی علی‌آبادی[۱] .PhD، محمد حاجی اکبری[۳*] .MSc، علیرضا سلطانیان[۴] .PhD

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو مرکز تحقیقاتی علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۲] معاون ایمنی و کاهش خطرات، شرکت مهندسین مشاور اندیشه و عمران محیط، تهران، ایران
[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۴] گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

چکیده

اهداف: با توجه به خطرات عملیات مین زدایی و همچنین گستره وسیع میادین مین بجا مانده از جنگ تحمیلی در کشور، مطالعه حاضر به منظور شناسایی، ارزیابی و مدیریت خطاهای انسانی در میان پرسنل مین زدایی در یکی از کارگاه‌های مین زدایی در مناطق جنگی غرب کشور انجام گرفت.

روش‌ها: این پژوهش مقطعی، در سال ۱۳۹۴ با استفاده از توانمندی‌های تکنیک CREAM در چهار مرحله اصلی: تجزیه و تحلیل وظایف، ارزیابی شرایط کاری اثر گذار بر وظایف، تعیین سبک های کنترلی و تخمین احتمال خطای شناختی کلی صورت گرفت. با استفاده از مدل رگرسیون خطی، همبستگی بین شرایط کاری و احتمال خطای کلی، شرایط موثر معنی دار تعیین گردید.

یافته‌ها: با انجام مطالعه حاضر مشخص شد عملیات مین زدایی از ۱۸ وظیفه تشکیل شده است. بیشترین و کمترین احتمال خطای شناختی کل به ترتیب مربوط به وظایف دسته شناسایی فنی با ۰/۰۰۹۹ و وظایف دسته کندوکاو با ۰/۰۰۳۱ بود. شرایط کاری، زمان در دسترس و تناسب سیستم های انسان و ماشین به عنوان موثرترین عوامل کاهنده عمکرد شناسایی شدند. از مجموع نه شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد، شش شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد دارای سطح معنی داری P value < ۰/۰۵ بود.

نتیجه‌گیری: می‌توان با کاهش عوامل کاهنده عملکرد از جمله متناسب سازی زمان در دسترس، شرایط کاری، سیستم های انسان و ماشین و یا افزایش عوامل بهبود دهنده از جمله افزایش همکاری و تعامل، انجام دو یا چند کار به کمتر از حد توان فردی، موجبات کاهش احتمال خطای انسانی را در عملیات مین زدایی فراهم آورد.

کلیدواژه‌ها: خطای انسانی، خطای شناختی، مین‌زدایی، CREAM

*نویسنده مسئول: محمد حاجی اکبری. پست الکترونیک: hajiakbari68@gmail.com
دریافت مقاله: ۹۴/۳/۴ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۲/۸

مقدمه

باور بر این است که عنصر انسان غیرقابل‌اعتماد است [۱]. در عملیات مختلف اشتباهات افراد، در قالب رفتارهای ناایمن از جمله خطاهای انسانی حادث می‌شود. خطای انسانی شکست ناخواسته فعالیت‌های هدفمند و برنامه‌ریزی شده در دستیابی به یک نتیجه مطلوب می‌باشد [۲،۳]. خطا نتیجه محدودیت‌های فیزیولوژی و روانشناختی انسان بوده و بطور قابل‌ملاحظه‌ای پیچیده است [۴]. بارها و بارها خطای انسانی به عنوان علت حوادث ذکر شده است [۱]. اقدامات ناایمن در درجه اول ناشی از فرآیندهای ذهنی نابجا مانند فراموشی، غفلت، بی‌توجهی، انگیزه ضعیف، بی‌دقتی و بی‌پروایی می‌باشند [۵،۶].

مشاغل و فرایندهایی از نقطه نظر خطای انسانی بحرانی تلقی می شوند که در آنها بروز یک خطا بتواند نتایج فاجعه باری نظیر مرگ و میر، خسارات اقتصادی شدید، آلودگی‌های گسترده زیست محیطی به بار آورد [۷]. عملیات مین زدایی، جزء این نوع مشاغل می باشد. بسته محتوی مواد منفجره، شیمیایی یا آتش‌زا مسلح به ماسوره که علیه نفرات، خودروهای زرهی و غیرزرهی، کشتی یا هواپیما به کار گرفته می شود را مین می‌نامند [۸]. به افرادی که وظیفه شناسایی، خنثی سازی، جمع آوری و انهدام مین‌ها را بر عهده دارند مین زدا گفته می‌شود. برآوردها نشان می‌دهد بیش از ۱۰۰ میلیون مین در سراسر دنیا وجود دارد و دو تا پنج میلیون مین جدیدی که سالانه به آنها اضافه می شود، از نرخ پاکسازی میادین مین بیشتر می‌باشد [۹]. آمارهای کمیته ملی صلیب سرخ نشان می دهد که هر ماه در دنیا ۸۰۰ نفر در اثر برخورد با مین کشته و ۱۲۰۰ نفر هم مجروح می شوند [۹].

تخمین ها نشان می‌دهد که ۱۶ میلیون مین در ۴ هزار هکتار از زمین های پنج استان غربی ایران (خوستان، ایلام، کردستان، آذربایجان غربی، کرمانشاه) کار رفته است [۱۰]. همه مین‌های زمینی غرب ایران توسط عراق طی هشت سال جنگ علیه ایران بکار برده شده است [۱۰]. بعد از ده سال مین زدایی توسط ایران بیش از ۵۰۰ مین زدا کشته شده‌اند و بیش از نیمی از میادین مین هنوز بجای مانده است [۱۰]. هرساله در ایران بیش از ۳۰۰ غیر نظامی در اثر برخورد با مین زمینی جان خود را از دست می دهند [۱۰]. برای ساخت هر مین حدود ۳ تا ۳۰ دلار هزینه می‌شود که این در حالی است برای جمع آوری و خنثی کردن آن می بایست بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار خرج کرد [۹]. عملیات مین زدایی ۱۰۰ برابر کندتر از عملیات کاشت مین انجام می‌شود، به نحوی که یک تیم ده نفری روزانه قادر به پاکسازی مساحتی در حدود ۵۰۰ متر مربع است [۱۱]. آمارها نشان دهنده بروز یک حادثه به ازای هر ۱۵۰۰ خنثی سازی است [۱۱].

حدود دو هزار نوع مین مختلف در سراسر دنیا وجود دارد. تا به حال شناسایی و پاکسازی مین اغلب به روش دستی اولیه متکی بوده است. مشکل موجود تشخیص در بار اول و بعد از آن چگونگی افزایش بهره‌وری توسط افزایش سرعت مین روبی ایمن و مطمئن است [۹].

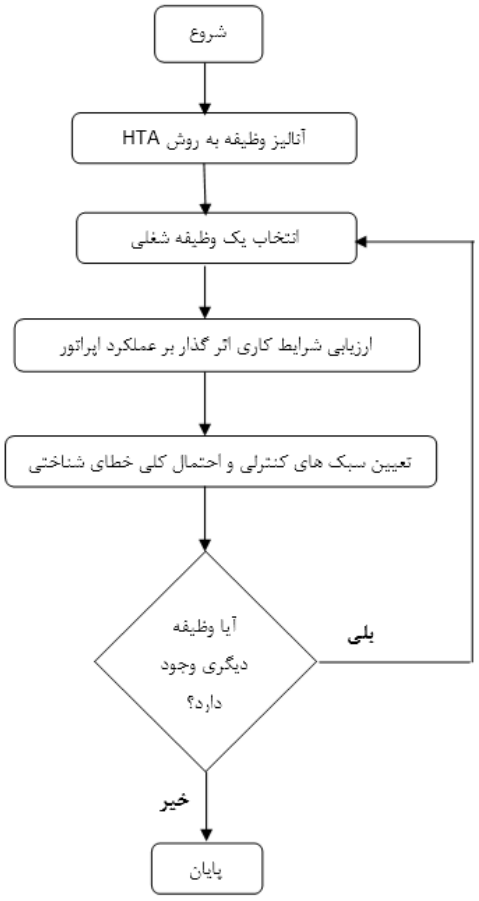
با توجه به اهمیت مطالب ذکر شده و ماهیت عملیات مین زدایی که در آن یک اشتباه کوچک می تواند به قیمت از دست رفتن جان افراد زیادی تمام شود و همچنین گستره وسیع میادین مین بجا مانده از جنگ تحمیلی در کشور، شناسایی انواع خطاهای احتمالی، ارزیابی و ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش ریسک اینگونه خطاها یک ضرورت انکارناپذیر بشمار می رود. لذا با توجه به عدم وجود مطالعه علمی خطاهای انسانی در حرفه مورد نظر، مطالعه حاضر با هدف شناسایی، ارزیابی و مدیریت خطاهای انسانی در عملیات مین زدایی با استفاده از تکنیک CREAM انجام می‌گیرد.

روش‌ها

این مطالعه مقطعی به منظور شناسایی، ارزیابی و مدیریت خطاهای انسانی در میان پرسنل مین زدایی در یکی از کارگاه‌های مین زدایی در مناطق جنگی غرب کشور، در سال ۱۳۹۴ انجام گرفت. مین‌های به کار گرفته شده در این میدان مین از انواع مین ضد نفر و ضد تانک می‌باشد. شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی در این پژوهش با استفاده از توانمندی‌های تکنینک CREAM مطابق با شکل ۱، انجام شد. تجزیه و تحلیل وظایف شغلی با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظیفه (Hierarchical Task Analysis) انجام گرفت [۱۲]. این فرآیند با تجزیه و تحلیل فعالیتهای اجرایی شروع می شود و بر روی درک افراد از شغل برای دستیابی به اهدافی که می تواند ناشی از اجرای برنامه‌های عملیاتی یا طرح و دستورالعمل هایی که برای رسیدن به اهداف تدوین شده اند، تکیه دارد. ساختار تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای است که پست کاری را به جزئیات و رتبه های لازم برای انجام آن فعالیت تجزیه می سازد در واقع کار تجزیه و تحلیل به اینگونه آغاز می شود که هدف نهایی در نظر گرفته شده و جهت دستیابی به آن هدف، وظیفه به جزء هایی کوچکتر تقسیم می‌شود [۱۲]. با توجه به این که در فرایند یاد شده بجای افراد تنها به بررسی شغل و وظایف آنها پرداخته می شود، هیچ مشخصه خاصی از افراد مورد مطالعه در پژوهش حاضر بیان نشده است.

به منظور تخمین احتمال خطای انسانی از تکنیک CREAM استفاده شد. تکنیک تجزیه و تحلیل خطا با تاکید بر قابلیت اطمینان شناختی انسان، که توسط Hollnagel که در سال ۱۹۹۳ با انتشار کتاب Cognitive Reliability and Error Analysis Method معرفی گردید و هنوز هم در حال توسعه است، قابل استفاده برای پیش‌بینی عملکرد و نیز تجزیه و تحلیل حادثه می‌باشد [۷]. تکنیک‌های قبل از سال ۱۹۹۰ جزو تکنیک های نسل اول فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان انسان (HRA) و تکنیک‌های پس آن جزء تکنیک های نسل محسوب می‌شوند [۷]. بارزترین ویژگی تکنیک CREAM دارا بودن ساختار نظام‌مند تعریف و کمی

سازی خطاهای انسانی است و همانند تکنیک‌های ATHEANA و MDTA جزو تکنیک های نسل دوم فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان انسان محسوب می‌شود [۷،۱۳].

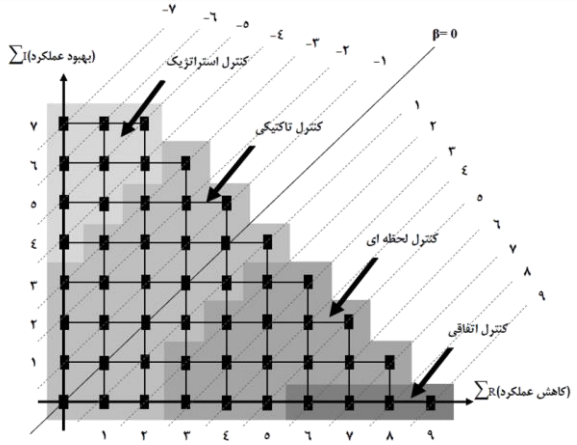


شکل ۱. فلوچارت فرایند تکنیک CREAM

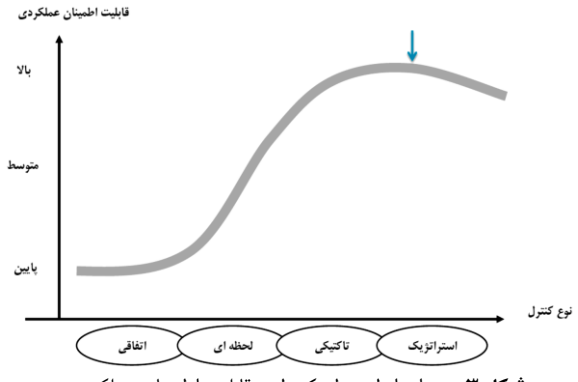
در این تکنیک نیز پس از آن که یک فعالیت شغلی مدنظر قرار گرفته می‌شود، شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد کاربر مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد (Commons Conditions Performance)، ساختار پایه و جامع از ویژگی های محیط کار را تشکیل می‌دهد که انتظار می‌رود عملکرد فرد تحت تاثیر آن انجام شود و در نتیجه بر احتمال وقوع خطا تاثیر گذار باشد [۷]. این شرایط (CPCs) شامل ۹ عامل فردی، فنی و تجهیزاتی می‌باشند که شامل توانمندی سازمان، شرایط کار، تناسب سامانه‌های انسان– ماشین، دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها، انجام دو یا چند کار بطور همزمان، زمان دردسترس برای انجام کار، زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)، کیفیت آموزش و تجربیات کاری، همکاری و تعامل بین همکاران است [۷]. همه این عوامل پس از انجام تجزیه و تحلیل وظایف شغلی و مصاحبه با افراد مورد نظر، توسط تحلیل‌گر در جدولی همانند جدول ۱ تکمیل شدند. با توجه به این که مطالعه حاضر به تحلیل شغل می پردازد نه فرد، کلیه پرسنل شاغل در کارگاه مین زدایی مورد مطالعه مورد مصاحبه قرار گرفتند. سپس با توجه به حدود تعیین شده برای عامل مؤثر، اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت اطمینان عملکرد شناسایی شد و در همان جدول ثبت گردید. این اثرات در قالب سه امتیاز شامل بهبود، بی‌تأثیر و کاهش طبقه‌بندی شده و تعداد هر یک به شکل مجزا شمارش شد. در ادامه شاخص سطح کنترلی (β) که عددی صحیح در بازه اعداد ۷- تا ۹ می‌باشد با تفریق تعداد فعالیت هایی که باعث بهبود عملکرد می شوند (∑I) از تعداد فعالیت هایی که باعث کاهش عملکرد می شوند (∑R) بدست آمد ($\beta = \sum R - \sum I$). با استفاده از β و دیاگرام شکل ۲، سطح کنترلی به دست آمد. کنترل‌ها شامل چهار سطح است که به ترتیب افزایش درجه کنترل شامل کنترل اتفاقی، کنترل لحظه‌ای، کنترل تاکتیکی و کنترل استراتژیک می‌باشند. این کنترل ها به معنی عملکرد کنترلی فرد در مقابل خطا می باشند. دیاگرام شکل ۳ به صورت ساده رابطه بین قابلیت اطمینان عملکرد و سطوح کنترلی را نشان می دهد به اینگونه که در وضعیت هایی که کنترل کمی وجود دارد (کنترل اتفاقی یا لحظه ای)، قابلیت اطمینان عملکرد به دلیل بالا بودن احتمال عدم موفقیت پایین است و زمانی که سطح کنترلی افزایش می یابد (کنترل تاکتیکی و استراتژیک) قابلیت اطمینان عملکرد به دلیل پایین بودن احتمال عدم موفقیت بالاست. در نهایت احتمال خطای شناختی کلی (CFPt)، طبق رابطه زیر محاسبه شد [۷]:

$$CFPt = 0.0056 \times 10^{0.25\beta} \quad \text{رابطه ۱)}$$

در نهایت با استفاده از مدل رگرسیون خطی، همبستگی بین شرایط کاری و احتمال خطای کلی تعیین گردید.



شکل ۲. تعیین سبک‌های کنترلی با استفاده از ضریب کنترل (β)



شکل ۳. نمودار رابطه سطح کنترل و قابلیت اطمینان عملکردی

جدول ۱. جدول بررسی شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد (Conditions Performance Commons)

شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد CPCs	توصیف	اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت عملکرد انسان
توانمندی سازمان	خیلی کارآمد	بهبود
	کارآمد	بی تاثیر
	ناکارآمد	کاهش
شرایط کار	عالی	بهبود
	متناسب	بی تاثیر
	نامتناسب	کاهش
تناسب سیستم های انسان ماشین و حمایتهای عملیاتی موثر	عالی	بهبود
	کافی	بی تاثیر
	قابل تحمل	بی تاثیر
	نامناسب	کاهش
دسترسی به روشها و برنامه ها	مناسب	بهبود
	قابل تحمل	بی تاثیر
	نامناسب	کاهش
انجام دو یا چند کار بطور همزمان	کمتر از حد توان فردی	بهبود
	متناسب با توان فردی	بی تاثیر
	بیشتر از حد توان فردی	کاهش
زمان در دسترس برای انجام کار	کافی	بهبود
	ناکافی (بطور موقت)	بی تاثیر
	ناکافی(بطور دائم)	کاهش
زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)	شیفت کار (منظم)	بی تاثیر
	شیفت کار (نامنظم)	کاهش
کیفیت آموزش و تجربیات کاری	کافی (با تجربه بالا)	بهبود
	کافی (با تجربه محدود)	بی تاثیر
	ناکافی	کاهش
همکاری و تعامل بین همکاران	عالی	بهبود
	خوب	بی تاثیر
	ضعیف	بی تاثیر
	نبود همکاری	کاهش

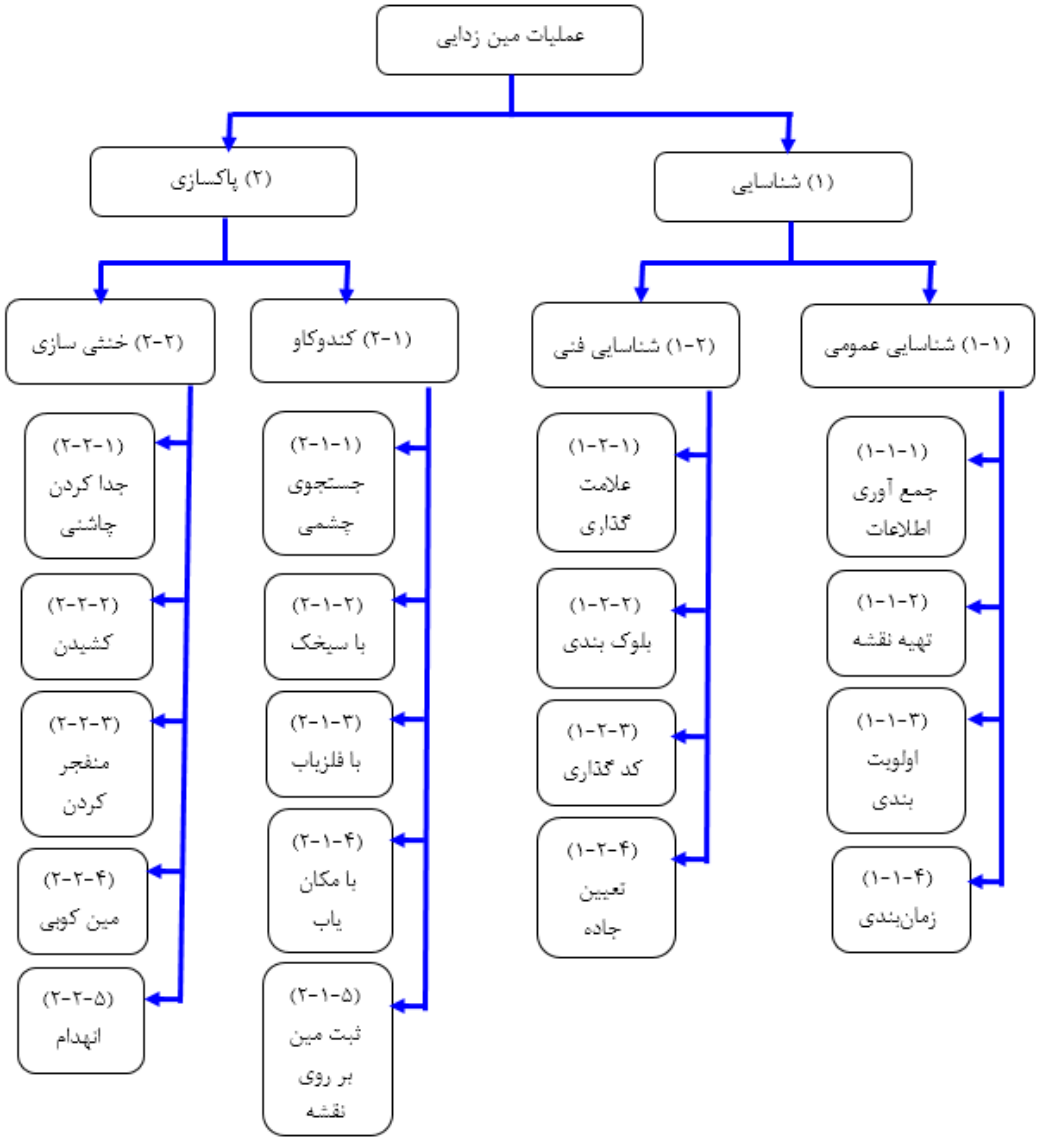
نتایج

نتایج مطالعه حاضر به ترتیب روش کار بیان شده به صورت زیر گزارش می‌گردد. پس از انجام HTA مشخص شد، عملیات مین زدایی از دو سروظیفه اصلی شناسایی و پاکسازی تشکیل شده است. سروظیفه شناسایی به دو دسته وظیفه نسبتا متفاوت شناسایی عمومی و شناسایی فنی تقسیم می‌شود. همچنین سروظیفه پاکسازی به دو دسته کندوکاو و خنثی سازی تقسیم می‌گردد. انجام تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی نشان داد عملیات مین زدایی در مجموع از ۱۸ وظیفه متفاوت تشکیل شده است. مشروح نتایج انجام تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی عملیات مین‌زدایی در شکل ۴ آمده است.

تکنیک CREAM به صورت جداگانه بر روی هرکدام از ۱۸ وظیفه بدست آمده از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی حرفه مین زدایی مطالعه شد. به دلیل تعدد وظایف، مشروح نتایج انجام بررسی شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد وظیفه جدا کردن چاشنی مین (که یکی از حساس ترین مراحل عملیات مین زدایی می‌باشد) در جدول ۲ آمده است. همچنین با استفاده از مدل رگرسیون خطی، همبستگی بین شرایط کاری و احتمال خطای کلی، شرایط موثر معنی دار تعیین گردید. از مجموع ۹ شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد، ۶ شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد دارای سطح معنی داری P_Value < ۰/۰۵ بود. مقادیر دقیق سطح معنی داری برای هر ۹ شرایط اثرگذار برعملکرد، در جدول ۲ آمده است.

با بررسی تعداد تکرار ۹ شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد در مجموع ۱۸ وظیفه کاری موجود، تعداد ۴۰ شرایط بهبود دهنده عملکرد و تعداد ۴۰ شرایط کاهنده عملکرد شناسایی شد که در این بین، توانمندی سازمان با ۱۸ مورد، کیفیت آموزش و تجربیات کاری با ۹ مورد و دسترسی به برنامه ها و روش‌ها با ۸ مورد به عنوان موثرترین عوامل بهبود دهنده عملکرد شناسایی شدند. همچنین عامل شرایط کاری با ۱۴ مورد، تناسب سیستم های انسان و ماشین با ۱۲ مورد، زمان در دسترس با ۹ مورد موثرترین عوامل کاهنده عمکرد شناسایی شدند. دو شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد «زمان انجام کار و دو یا چند کار به طور همزمان» هیچ گونه تاثیری در بهبود یا کاهش عملکرد نداشته‌اند. کمترین و بیشترین احتمال خطای شناختی کلی به ترتیب مربوط به مجموعه فعالیت‌های شناسایی فنی و مجموعه فعالیت‌های مربوط به کندوکاو بود. شرح نتایج انجام تکنیک CREAM عملیات مین زدایی، در جدول ۳

آمده است.



شکل ۴. نتیجه انجام تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظیفه (HTA) در عملیات مین زدایی

جدول ۲. نتایج بررسی شرایط اثر گذار بر عملکرد وظیفه جدا کردن چاشنی در عملیات مین زدایی ($\sum I$: مجموع تعداد فعالیت های بهبود دهنده عملکرد، $\sum R$: مجموع تعداد فعالیت‌های کاهنده عملکرد، β: شاخص سطح کنترلی، CFPt : احتمال خطای شناختی کلی)

شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد CPCs	توصیف	اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت عملکرد انسان	شیب خط رگرسیون(b)	سطح معنی داری P_Value
توانمندی سازمان	خیلی کارآمد	بهبود	۰/۰۶۱	۰/۰۲۱
شرایط کار	نا متناسب	کاهش	۰/۰۳۲۰	۰/۰۱۴
تناسب سیستم های انسان ماشین و حمایتهای عملیاتی موثر	ناکافی	کاهش	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷
دسترسی به روشها و برنامه ها	مناسب	بهبود	۰/۰۱۷	۰/۰۳۱
انجام دو یا چند کار بطور همزمان	متناسب با توان فردی	بی تاثیر	۰/۰۰۲۰۱	۰/۱۷۵
زمان در دسترس برای انجام کار	ناکافی	کاهش	-۰/۰۲۵	۰/۰۱۶
زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)	شیفت کار (منظم)	بی تاثیر	-۰/۰۵۱	۰/۶۷۵
کیفیت آموزش و تجربیات کاری	کافی (با تجربه بالا)	بهبود	۰/۰۴۴	۰/۰۰۱
همکاری و تعامل بین همکاران	خوب	بی تاثیر	۰/۰۳۱۱	۰/۲۴۸

$$\beta = \sum R - \sum I$$

$$\beta = 3 - 3 = 0$$

$$CFPt = 0.0056 \times 10^{0.25\beta} = 0.0056 \times 10^{0.25 \times 0} = 0.0056$$

جدول ۳. نتایج بررسی شرایط اثر گذار بر عملکرد وظایف عملیات مین زدایی ($\sum I$: مجموع تعداد فعالیت های بهبود دهنده عملکرد، $\sum R$: مجموع تعداد فعالیت‌های کاهنده عملکرد، β: شاخص سطح کنترلی، CFPt: احتمال خطای شناختی کلی)

سروظیفه	کد وظیفه	عنوان وظیفه	$\sum I$	$\sum R$	β	CFPt	سبک کنترلی
شناسایی عمومی	۱-۱-۱	جمع آوری اطلاعات	۱	۱	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
	۱-۱-۲	تهیه نقشه	۱	۱	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
	۱-۱-۳	اولویت بندی	۱	۱	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
	۱-۱-۴	زمان بندی	۱	۱	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
شناسایی فنی	۱-۲-۱	علامت گذاری	۱	۲	۱	۰/۰۰۹۹	تاکتیکی
	۱-۲-۲	بلوک بندی	۱	۲	۱	۰/۰۰۹۹	تاکتیکی
	۱-۲-۳	کد گذاری	۱	۲	۱	۰/۰۰۹۹	تاکتیکی
	۱-۲-۴	تعیین جاده دسترسی	۱	۲	۱	۰/۰۰۹۹	تاکتیکی
کندوکاو	۲-۱-۱	جستجوی چشمی	۳	۳	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
	۲-۱-۲	کندوکاو با سیخک	۴	۳	-۱	۰/۰۰۳۱	تاکتیکی
	۲-۱-۳	کندوکاو با فلزیاب	۴	۳	-۱	۰/۰۰۳۱	تاکتیکی
	۲-۱-۴	کندوکاو با مکان یاب	۴	۳	-۱	۰/۰۰۳۱	تاکتیکی
	۲-۱-۵	ثبت مین بر روی نقشه	۲	۱	-۱	۰/۰۰۳۱	تاکتیکی
خنثی سازی	۲-۲-۱	جدا کردن چاشنی	۳	۳	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
	۲-۲-۲	کشیدن مین	۳	۳	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
	۲-۲-۳	منفجر کردن مین	۳	۳	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
	۲-۲-۴	مین کوبی	۳	۳	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی
	۲-۲-۵	انهدام مین	۳	۳	۰	۰/۰۰۵۶	تاکتیکی

بحث

نتایج مطالعات مختلف و متعدد نشان می دهند که عامل اصلی اغلب حوادث، رفتارهای غلط و خطاهای انسانی می باشد [۱۳-۱۵]. حوادث بزرگ صنعتی از جمله حادثه تگزاس سیتی ۱۹۴۷، بوپال ۱۹۴۸، پایپر آلفا ۱۹۸۸ و حریق تکساکو ریفانری ۱۹۹۴ همگی بر اثر دلایل مستقیم یا غیرمستقیم خطاهای انسانی به وقوع پیوسته اند [۱۳].

با توجه به ماهیت عملیات مین زدایی که در آن هر اشتباهی می تواند منجر به پیامدهای فاجعه بار گردد و همچنین گستردگی مناطق آلوده به مین من الجمله در ایران، با جستجو در پایگاه های علمی مانند Sciencedirect ،PubMed ،Google Scholar مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی خطاهای انسانی در حرفه مین زدایی مشاهده نگردید. بنابر مطالعه حاضر را می‌توان جزء اولین گام‌های علمی و عملی جهت شناسایی و مدیریت خطاهای انسانی در حرفه مین زدایی نامید.

نتایج ارائه شده در جدول شماره سه نشان می‌دهند که نوع کنترل پرسنل در کلیه وظایف مین زدایی از نوع سبک تاکتیکی‌اند. هر چند که در سبک کنترل تاکتیکی، عملکرد مبتنی بر برنامه‌ریزی شکل می‌گیرد، بنابراین از فرآیند یا قواعد کم و بیش شناخته شده-ای پیروی می‌شود ولی ماهیت کار نیازمند ارتقاء این نوع کنترل به نوع استرتژیک می باشد که در آن امکان بروز خطای انسانی در مقایسه با نوع تاکتیکی بسیار محدودتر می باشد. برنامه‌ریزی در کنترل تاکتیکی محدود بوده و نظم و قاعده موجود بیشتر به علت تشابه در شرایط موجود و یا مشابهت در شرایط اجراء می باشد تا ماهیت ذاتی اجراء [۷].

هر چند در مطالعات میدانی اولیه فرض بر این بود که وظایفی مانند یافتن مین با فلزیاب به دلیل مشخص نبودن مکان و نوع مین، نسبت به سایر وظایف دارای احتمال خطای انسانی بیشتری باشند ولی با ارزیابی‌های انجام شده این امر تایید نشد. با وجود این که تعداد شرایط بهبود دهنده عملکرد وظایف مربوط به کندوکاو نسبت به دسته شناسایی در حدود یک واحد بیشتر است، اما شرایط بهبود دهنده عملکرد در حدود دو واحد بیشتر است و از آنجا که این امر موجب کوچکتر شدن شاخص سطح کنترلی دسته کندوکاو نسبت به دسته شناسایی فنی می‌شود، احتمال خطای شناختی هم کمتر شده است. همچنین در صورت تخصیص زمان مناسب و طولانی‌تر و استفاده از ابزار و وسایل به روز، می‌توان عوامل تناسب سیستم های انسان و ماشین، زمان در دسترس را بهبود داد تا احتمال کلی بروز خطای انسانی کاهش یابد.

از تکنیک CREAM در سال ۱۹۹۹ به منظور تحلیل تصادف قطار بین شهری در کشور سوئد استفاده شد. گریگر ویسکراند بعد از تجزیه و تحلیل این حادثه، زمان ناکافی برای سفر، پی نبردن به اشتباهات توسط راننده و سوزن بان، کنترل کیفی ناکافی و مشکلات مدیریتی را از دلایل بروز این حادثه ذکر کرده است [۱۶]. در مطالعه حاضر با بررسی دقیق شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد، مشخص شد، بیشترین تاثیر در کاهش قابلیت اعتماد انسان مربوط به سه شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد شامل تناسب سیستم های انسان و ماشین، شرایط کار و زمان در دسترس برای انجام کار در عملیات مین زدایی است. علت اصلی تفاوت نتایج مطالعه گریگر ویسکراند

با مطالعه حاضر را می‌توان وجود تفاوت‌های ذاتی در وظایف شغلی حرفه مین زدایی با حرفه رانندگی قطار و سوزن بانی دانست، زیرا تفاوت در مشاغل و وظایف، یکی از دلایل تفاوت در بروز خطاهای انسانی می‌باشد [۱].

در مطالعه‌ای که مظلومی و همکاران بر روی خطاهای انسانی اتاق کنترل یک صنعت پتروشیمی توسط تکنیک CREAM با رویکرد ارگونومی شناختی انجام دادند، مشخص شد عوامل شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد مرتبط با کاهش اطمینان عملکرد انسان شامل سه عامل دو یا چند کار به صورت همزمان، زمان انجام کار، کیفیت آموزش های موجود و تجربیات کاری می‌باشد که باعث ایجاد سبک کنترل لحظه‌ای می‌شود [۱۷]. در مطالعه مذکور، احتمال کلی خطای شناختی برای وظایف مختلف، ۰/۰۰۱۷، ۰/۰۰۳۱ و ۰/۰۰۹۹ تخمین زده شد. در مطالعه حاضر، بیشترین و کمترین احتمال خطای شناختی کل به ترتیب مربوط به وظایف دسته شناسایی فنی با ۰/۰۰۹۹ و وظایف دسته کندوکاو با ۰/۰۰۳۱ بود [۱۷].

در دیاگرام شکل ۲ یک نقطه بهینه وجود دارد که حتی افزایش سطوح کنترلی، سبب افزایش قابلیت اطمینان عملکردی نمی‌شود (شاید به دلیل افزایش در برنامه ریزی و تصمیم گیری). باید توجه کرد که رابطه مابین سطوح کنترلی و قابلیت اطمینان عملکردی پیچیده تر از رابطه ساده نشان داده شده در شکل می باشد و عوامل مختلفی مانند زمان در دسترس برای انجام کار، ویژگی های کار در این رابطه تاثیرگذار هستند [۷].

محدودیت های اصلی مطالعه حاضر دشواری در دسترسی به میادین مین، مشاهده فرایند های مین زدایی، مصاحبه با پرسنل مین زدا بود که با همکاری شرکت مهندسین مشاور اندیشه و عمران محیط محدودیت های یاد شده تسهیل گردید.

نتیجه‌گیری

تکنیک CREAM را می‌توان برای ارزیابی احتمال خطای انسانی حرفه مین زدایی مناسب دانست. با توجه به شرایط کار حرفه مین زدایی، می‌توان با کاهش عوامل کاهنده عملکرد از جمله متناسب سازی زمان در دسترس، شرایط کاری، سیستم های انسان و ماشین و یا افزایش عوامل بهبود دهنده از جمله همکاری و تعامل، انجام دو یا چند کار به کمتر از حد توان فردی، موجبات کاهش احتمال خطای انسانی را در عملیات مین زدایی فراهم آورد. ارزیابی خطاهای انسانی حرفه مین زدایی توسط سایر تکنیک‌های نسل دوم فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان انسان (مانند ATHEANA و MDTA) و بررسی اثر تغییر شرایط محیط کار در افزایش عوامل بهبود دهنده جهت انجام مطالعات آینده پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی: این پژوهش در قالب پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم پزشکی همدان با همکاری شرکت مهندسین مشاور اندیشه و عمران محیط انجام گردیده است.

منابع

1. Woods DD, Dekker S, Cook R, Johannesen L, Sarter N. Behind human error: Ashgate Farnham; 2010.
2. Heidari Farsani E. Quantitative Human Error Assessment by Using HEART Technique in the Most Important Control. Rooms of Esfahan Steel Industry: Kerman University of Medical Sciences; 2011. [Persian]
3. Wiegmann DA, Shappell SA, Boquet A, Detwiler C, Holcomb K, Faaborg T. Human error and general aviation accidents: a comprehensive, fine-grained analysis using HFACS. Federal Aviation Administration Atlantic City International Airport, NJ: AHFD, May 2005. Report No.: AHFD-05-08/FAA-05-03.
4. Helmreich RL. On error management: lessons from aviation. BMJ. 2000;320(7237):781–785.
5. Brennan TA, Leape LL, Laird NM, Hebert L, Localio AR, Lawthers AG, et al. Incidence of Adverse Events and Negligence in Hospitalized Patients Results of the Harvard Medical Practice Study I. Qual Saf Health Care 2004;13(2):145-51.
6. Reason J. Human error: models and management. BMJ. 2000:320:768.
7. Hollnagel E. Cognitive Reliability and Error Analysis Method: Oxford, Elsevier Science; 1998.
8. Molanai N, Rahimi E, Mofakheri F, Shahsawari S. Landmine Injuries in Patients Admitted to Sanandaj Besat Hospital from 1997 to 2002. Journal of Military Medicine. 2004;6(3):153-8. [Persian]
9. Habib MK. Humanitarian demining: Reality and the challenge of technology-the state of the arts. International Journal of Advanced Robotic Systems. 2007;4(2):151-72.
10. Dokhanchi K. The Landmine Situation in Iran: The Challenge of Accession to the Ban Mine Treaty. The Muslim World. 2004;94(4):525-35.
11. Buré J, Pont P. Landmine Clearance Projects: Task Manager's Guide: World Bank, Conflict Prevention and Reconstruction Unit; 2003.
12. Stanton NA. Hierarchicaltask analysis: Developments, applications, and extensions. Applied Ergonomics. 2006;37(1):55-79.
13. Kariuki S, Löwe K. Integrating human factors into process hazard analysis. Reliability Engineering & System Safety. 2007;92(12):1764-73.
14. Brauer RL. Safety and health for engineers: John Wiley & Sons; 2006.
15. Kletz TA. An engineer's view of human error: IChemE; 2001.
16. Wikstrand G. Cognitive Reliability and Error Analysis-Applying CREAM to" Kollision Eksjö-Nässjö, 1996-10-08. 1999.
17. Mazlomi A, Hamzeiyan Ziarane M, Dadkhah A, Jahangiri M, Maghsodipour M, Mohadesy P, et al. Assessment of Human Errors in an Industrial Petrochemical Control Room using the CREAM Method with a Cognitive Ergonomics Approach. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research. 2011;8(4):15-30. [Persian]