

Human Errors Assessment for Board Man in a Control Room of Petrochemical Industrial Companies using the extended CREAM method

Safoura karimie¹, Mostafa mirzaei aliabadie², Iraj mohammadfam^{3*} 

1- Msc Student, Occupational Health Research Center and Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

2- Assistant Professor, Occupational Health Research Center and Occupational Health and Safety Research Center, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

3- Associate Professor, Occupational Health Research Center and Occupational Health and Safety Research Center, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Abstract

Background and Aims: One of the important characteristic features of modern industries is the precise control of key components of the industry through central control rooms. Thus, committing an error by the control room staff can be catastrophic. The present study was conducted with the aim of identifying and evaluating human errors in the control room of one of the petrochemical industries.

Materials and Methods: The present descriptive-analytic study was conducted in a control room of one of the petrochemical industries. In this research, the job tasks in the main control room were first analyzed using hierarchical analysis. Then, using the extensive CREAM method, in addition to identifying human errors, probabilistic user controls and cognitive probability errors for job tasks were determined and evaluated. All stages of this research were conducted ethically.

Results: The results of the study showed that the type of control style for the Board man tasks was strategic in 88% of the cases and the remaining 12% was of the instant type. Based on the results of the CREAM method, execution errors (55%), interpretation errors (20%), planning errors (14.9%) and observational errors (10.1%) were respectively the most determined errors.

Conclusion: Regarding the determination of the role of the most important factors in the implementation of tasks, the review and redevelopment of the program of shift work and optimization of the communication system were among the most important suggestions of the present study.

Keywords: Human error, Control room, CREAM technique, Petrochemical industry

Corresponding Author: School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
E-mail: mohammadfam@umsha.ac.ir

Received: 19. Aug. 2017

Accepted: 9. Apr. 2018

ارزیابی خطاهای انسانی مربوط به بردمن در یکی از اتاق های کنترل صنایع پتروشیمی توسط روش CREAM گسترده



صفورا کریمی^۱، مصطفی میرزایی علی آبادی^۲، ایرج محمدفام^{۳*}

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، قطب علمی بهداشت حرفه ای و مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، قطب علمی بهداشت حرفه ای و مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، قطب علمی بهداشت حرفه ای و مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: از جمله ویژگی های مهم صنایع امروزی، کنترل دقیق اغلب اجزای کلیدی صنعت از طریق اتاق های کنترل مرکزی است. به همین دلیل بروز خطا توسط پرسنل اتاق های کنترل، می تواند فاجعه بار باشد. مطالعه حاضر با هدف شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی در اتاق کنترل یکی از صنایع پتروشیمی به انجام رسید.

مواد و روش ها: مطالعه حاضر، یک پژوهش مورد پژوهی توصیفی-تحلیلی می باشد که در اتاق کنترل یکی از صنایع پتروشیمی اجرا گردید. در این پژوهش ابتدا وظایف شغلی موجود در اتاق کنترل اصلی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی تحلیل شد. سپس با استفاده از روش CREAM گسترده ضمن شناسایی خطاهای انسانی، کنترل های محتمل کاربر و خطاهای احتمالی شناختی برای وظایف شغلی تعیین و ارزیابی شد. در طی انجام این مطالعه کلیه موازین اخلاقی رعایت و مجوزهای مربوطه دریافت گردید.

یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که نوع سبک کنترلی برای وظایف بردمن در ۸۸ درصد موارد از نوع استراتژیک و در ۱۲ درصد مابقی از نوع لحظه ای بود. براساس نتایج روش CREAM گسترده، از تعداد کل خطاهای شناسایی شده، خطای اجرا (۵۵ درصد)، خطای تفسیر (۲۰ درصد)، خطای برنامه ریزی (۱۴/۹ درصد) و خطای مشاهده (۱۰/۱ درصد) بدست آمد.

نتیجه گیری: با توجه به تعیین نقش مهمترین عوامل شکل دهنده عملکرد در اجرای وظایف بردمن، بازنگری و باز طراحی برنامه نوبت کاری و بهینه سازی سامانه ارتباطی از مهمترین پیشنهادات حاصل از مطالعه حاضر بود.

کلید واژه ها: خطای انسانی، اتاق کنترل، تکنیک CREAM، صنایع پتروشیمی

*نویسنده مسئول: ایران، همدان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده بهداشت.

مقدمه

توسط هولنگل می‌باشد. از جمله پژوهش‌هایی که با استفاده از این تکنیک صورت گرفته است می‌توان به مطالعه شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی پرستاران بخش مراقبت‌های ویژه قلب با استفاده از تکنیک CREAM اشاره کرد [۳-۵].

از مهمترین مزیت‌های CREAM نسبت به دیگر تکنیک‌های ارزیابی خطای انسانی، می‌توان به ساختار نظام‌مند این روش برای تعریف و کمی‌سازی خطاهای انسانی هم به صورت آینده‌نگر (Prospective) برای پیش‌بینی خطای انسانی و هم به صورت گذشته‌نگر (Retrospective) برای تجزیه و تحلیل رخدادهای اشاره کرد [۵،۴].

با توجه به این امر که در صنعت نفت و پتروشیمی در ایران و اکثر نقاط دنیا، وظیفه حساس کنترل فرآیند به طور مداوم توسط کاربرها و مسوولان اتاق کنترل صورت می‌گیرد، اهمیت و توجه هر چه بیشتر به موضوع خطاهای انسانی را می‌طلبد؛ لذا هدف اصلی مطالعه حاضر شناسایی و بررسی انواع خطاهای انسانی ممکن در مراحل کاری وظیفه بردمن، توسط روش CREAM بود. انتظار می‌رود خروجی مطالعه به ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش احتمال بروز خطاها و همچنین شدت پیامدهای حاصل از بروز خطاهای احتمالی بیانجامد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک مطالعه مورد پژوهی از نوع توصیفی - تحلیلی می‌باشد که در صنعت پتروشیمی واقع در غرب کشور در سال ۱۳۹۵ انجام شد. در این مطالعه، اتاق کنترل واحد آمونیاک به عنوان محل اجرای بررسی انتخاب گردید. به منظور رعایت موازین اخلاقی، مجوزهای لازم از سازمان دریافت شد. همچنین هدف از تحقیق، حفظ محرمانه بودن اطلاعات و آزادی آنها برای ورود و خروج از مصاحبه برای تمامی کارکنان تشریح شد.

جامعه آماری، کلیه افراد و شغل‌های موجود در اتاق کنترل بود که مجموعاً شامل ۲۴ نفر در مشاغل رئیس واحد، نوبت کار ارشد (معاون)، سرپرست نوبت کار، نوبت کار اتاق کنترل بردمن و سایت من بود. بعد از بازدید، مصاحبه با بردمن، ارشد شیفت و رئیس واحد آمونیاک و تجزیه و تحلیل داده‌های حوادث و شبه حوادث ثبت شده، وظیفه بردمن به عنوان وظیفه بحرانی انتخاب شد. دلایل دیگر این انتخاب درگیری بیشتر بردمن در کنترل فرایند واحد آمونیاک، پیچیدگی وظیفه، استرس، خستگی و فشارهای بالای وارده بر بردمن‌های اتاق کنترل بود [۷،۶].

در مرحله بعد با استفاده از روش آنالیز سلسله مراتبی (Hierarchical Task Analysis: HTA)، شغل بردمن به وظایف

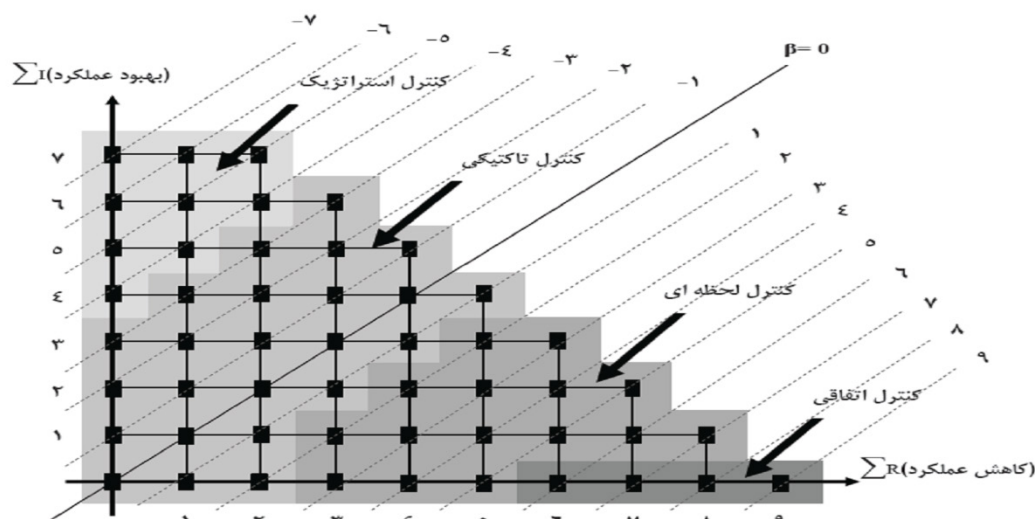
تاریخ شاهد حوادث فرآیندی فاجعه باری بوده است. انفجار کارخانه شیمیایی فلیکس بورو در انگلستان در سال ۱۹۷۴، حادثه بوپال هند و حادثه مکزیکوسیتی در سال ۱۹۸۴، حادثه پایپر آلفا در سال ۱۹۸۸ که بزرگترین حادثه نفتی در دنیا بود، آتش سوزی پالایشگاه تکزاکو در سال ۱۹۹۴ و حادثه بی پی تگزاس سیتی در سال ۲۰۰۵، مثال‌هایی از حوادث فرآیندی هستند. اگر چه روند این حوادث در دنیا نزولی بوده؛ ولی در ایران سیر صعودی قابل توجهی داشته است، بطوری که در سال‌های اخیر شاهد حوادث پی‌درپی فرآیندی در ایران بوده‌ایم. در این میان می‌توان به حادثه آتش سوزی پتروشیمی بندر امام ماهشهر، آتش سوزی مهیب مخزن پتروشیمی بوعلی و هم چنین وقوع ۱۲ حادثه در بازه زمانی ۱۵۶ روز در صنایع فرآیندی پتروشیمی در سال ۹۵ اشاره کرد [۱].

مطالعات انجام شده در زمینه حوادث نشان می‌دهد که یکی از اصلی‌ترین و مهم‌ترین علل بروز آنها عامل انسانی است که در بیش از ۸۰ درصد حوادث نقش دارد. امروزه بسیاری از مشاغل و فرآیندها از نقطه نظر خطای انسانی، بحرانی تلقی می‌شوند؛ چرا که بروز یک خطا، می‌تواند نتایج فاجعه باری نظیر مرگ و میر، خسارت شدید اقتصادی و آلودگی‌های گسترده زیست محیطی به بارآورد. صنایع هسته‌ای، صنایع هوا و فضا، بیمارستان‌ها و صنایع نفت و گاز در این زمره قرار می‌گیرند. ماهیت فعالیت‌ها در اتاق کنترل صنایع نفت و گاز، بار کار ذهنی زیادی به افراد تحمیل کرده و آنها را مستعد خطا می‌کند. در نتیجه لازم است که فعالیت‌های شناختی صورت گرفته توسط این افراد مورد تحلیل قرار گرفته شود، خطاهای مربوطه بصورت کیفی شناسایی و احتمال آنها به صورت کمی تعیین گردد. جهت شناسایی و تعیین احتمال خطاهای انسانی، روش‌های متفاوتی ارائه شده است. به طور کلی این روش‌ها در دو دسته نسل اول مانند تکنیک پیش‌بینی میزان خطای انسانی (Technique for Human Error Rate Prediction: THERP) و نسل دوم همچون روش تجزیه و تحلیل خطا با تاکید بر قابلیت اطمینان شناختی انسانی (Cognitive Reliability and Error Analysis Method: CREAM) و تکنیکی برای آنالیز وقایع انسانی (A Technique for Human Error Analysis: ATHENA) تقسیم بندی شده‌اند. بر خلاف روش‌های نسل اول، روش‌های نسل دوم مبتنی بر مدل‌های شناختی بوده و دقت بالاتری در تعیین احتمال خطای انسانی دارند و با استفاده از آنها تاثیر مدل‌های شناختی بر رخداد خطای انسانی و سطح قابلیت اطمینان عملکرد به طور دقیق بررسی می‌شود [۲]. یکی از کاملترین روش‌های نسل دوم، روش CREAM ارائه شده

اثر گذار بر عملکرد شغل بردمن، با توجه به حدود تعیین شده برای عامل مؤثر، اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت اطمینان عملکرد شناسایی و در جدول تکنیک ثبت گردید. این اثرات در قالب سه امتیاز شامل بهبود، بی تأثیر و کاهش طبقه‌بندی شده و تعداد هر یک به شکل مجزا شمارش شد. در ادامه بر اساس شمارش انواع اثرات و تعداد آنها، شاخص سطح کنترلی موجود (β) که عددی صحیح در بازه اعداد ۷- تا ۹ می باشد با تفریق تعداد فعالیت‌هایی که باعث بهبود عملکرد می‌شوند ($\sum R$) بدست آمد ($\beta = \sum R - \sum I$). در ادامه با استفاده از شاخص β و شکل شماره ۱، 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 کنترل‌ها به معنی عملکرد کنترلی فرد در مقابل خطا می‌باشند. شکل شماره ۱ به صورت ساده رابطه بین قابلیت اطمینان عملکرد و سطوح کنترلی را نشان می‌دهد، به این گونه که در وضعیت‌هایی که کنترل کمی وجود دارد (کنترل اتفاقی یا لحظه‌ای)، قابلیت اطمینان عملکرد به دلیل بالا بودن احتمال عدم موفقیت پایین است و زمانی که سطح کنترلی افزایش می‌یابد (کنترل تاکتیکی و استراتژیک) قابلیت اطمینان عملکرد به دلیل پایین بودن احتمال عدم موفقیت بالاست. در نهایت احتمال خطای شناختی کلی (CFPt)، طبق رابطه ۱ محاسبه شد [۱۰]:

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

و زیر وظایف تشکیل دهنده آن تقسیم بندی شد. این روش بر روی درک افراد از شغل برای دستیابی به اهداف که می‌تواند ناشی از اجرای برنامه‌های عملیاتی یا طرح و دستورالعمل‌هایی که برای رسیدن به اهداف تدوین شده‌اند، تکیه دارد. ساختار تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای است که فرایند موردنظر را به جزئیات و مرتبه‌های لازم برای انجام آن فعالیت تجزیه می‌سازد. در واقع کار تجزیه و تحلیل اینگونه آغاز می‌شود که هدف نهایی در نظر گرفته شده و جهت دستیابی به آن هدف، فرایند به جزءهای کوچکتر تقسیم می‌شود [۸]. سپس برای شناسایی و آنالیز خطاهای انسانی از روش CREAM استفاده گردید. تکنیک تجزیه و تحلیل خطا با تاکید بر قابلیت اطمینان شناختی انسان در سال ۱۹۹۳ توسط هلنگل معرفی شده است [۷]. در این تکنیک پس از آن که یک فعالیت شغلی انتخاب شد، شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد کاربر (Common Performance Conditions: CPCs) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد، ساختار پایه و جامع از ویژگی‌های محیط کار هستند که انتظار می‌رود عملکرد فرد را تحت تاثیر قرار داده و در نتیجه بر احتمال وقوع خطا تاثیر گذار باشد [۷]. این شرایط شامل توانمندی سازمان، شرایط کار، تناسب سامانه‌های انسان- ماشین، دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها، انجام دو یا چند کار بطور همزمان، زمان در دسترس برای انجام کار، زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)، کیفیت آموزش و تجربیات کاری، همکاری و تعامل بین همکاران است [۷]. پس از تعیین انواع عامل



شکل ۱- تعیین سبک های کنترلی با استفاده از ضریب کنترل

رابطه (۱)

الف) ارایه نیازهای شناختی متناسب با هریک از وظایف شغلی آنالیز شده (Build a Profile of the Cognitive demands of the Task): اولین مرحله از روش گسترده CREAM تعیین پروفایل نیازهای شناختی (Cognitive Demands Profile) بود. هدف از

در ادامه کار برای تعیین احتمال بروز خطاهای انسانی در هر زیر وظیفه از روش گسترده CREAM - Extended method (CREAM) بشرح زیر استفاده شد [۱۱]:

$i = 1-9$ تعداد عوامل CPCs
PII برابر با مجموع نمرات CPCi

جدول ۲- ارزش‌های عددی فاکتورهای CPCs

شاخص تاثیر عملکرد PII	سطح	شرایط اثرگذار بر عملکرد اپراتور CPCs
۰/۶-	خیلی کارآمد	توانمندی سازمان
۰/۰	کارآمد	
۰/۶	ناکارآمد	
۰/۶-	عالی	شرایط کار
۰/۰	متناسب	
۱/۰	نامناسب	
۱/۲-	عالی	متناسب بودن سیستم‌های انسان ماشین و حمایت‌های عملیاتی موثر
۰/۴-	کافی	
۰/۰	قابل تحمل	
۱/۴	نامناسب	
۱/۲-	مناسب	قابلیت دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها
۰/۰	قابل تحمل	
۱/۴	نامناسب	
۰/۰	کمتر از حد توان فردی	انجام دو یا چند کار بطور همزمان
۰/۰	متناسب با توان فردی	
۱/۲	بیشتر از حد توان فردی	
۱/۴-	کافی	زمان در دسترس برای انجام کار
۰/۰	ناکافی (بطور موقت)	
۲/۴	ناکافی (بطور دائم)	
۰/۰	روزکار (منظم)	زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)
۰/۶	شب کار (نامنظم)	
۱/۴-	کافی (با تجربه بالا)	کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات کاری
۰/۰	کافی (با تجربه محدود)	
۱/۸	ناکافی	
۱/۴-	عالی	نحوه همکاری و تعامل بین همکاران
۰/۰	خوب	
۰/۴	ضعیف	
۱/۴	نبود همکاری	

در روش گسترده CREAM چون هر فاکتور CPCs دارای نمره‌ای متفاوت است؛ بنابراین دیگر نمی‌توان از فرمول روش اولیه CREAM استفاده نمود؛ از این رو این فرمول در روش گسترده CREAM به صورت زیر تعریف می‌شود [۱۳]:

پروفایل نیازهای شناختی، نشان دادن نیازهای شناختی ویژه مرتبط با هریک از وظایف شغلی یا قسمت‌های مختلف هریک از وظایف شغلی می‌باشد [۱۲].

(ب) شناسایی خطاهای شناختی احتمالی برای هریک از وظایف شغلی (Identify the Likely cognitive function failures):
دومین مرحله از روش گسترده CREAM تعیین خطاهای شناختی احتمالی برای هر یک از وظایف می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- خطای بالقوه شناختی

کارکردهای شناختی	نوع خطای شناختی	نمره (CFP0)
خطای مشاهده	O۱. مشاهده نادرست موارد	۰/۰۰۱
	O۲. شناسایی نادرست	۰/۰۰۷
خطای تفسیر	I۱. تشخیص نادرست	۰/۰۰۲
	I۲. خطای تصمیم‌گیری	۰/۰۰۱
	I۳. تفسیر همراه با تاخیر	۰/۰۰۱
	I۱. تشخیص نادرست	۰/۰۰۲
	I۲. خطای تصمیم‌گیری	۰/۰۰۱
	I۳. تفسیر همراه با تاخیر	۰/۰۰۱
خطای برنامه ریزی	P۱. خطا در ترتیب انجام کار	۰/۰۰۱
	P۲. نقص برنامه ریزی	۰/۰۰۱
خطای اجرا	E۱. نقص در نحوه اجرا	۰/۰۰۳
	E۲. زمان نادرست در اجرا	۰/۰۰۳
	E۳. نقص در موارد مورد اجرا	۰/۰۰۰۵
	E۴. نقص در توالی و ترتیب	۰/۰۰۳
	E۵. عدم اجرا	۰/۰۰۳

(ج) برآورد کمی احتمال خطای شناختی (Determine Cognitive Failure Probability): در روش اولیه CREAM شاخص β (ضریب سبک کنترلی) به عنوان اختلاف بین فاکتورهای CPCs تعریف شد؛ اما نمی‌توان از آن برای برآورد احتمال کمی خطای شناختی (Cognitive Failure Probability: CFP)، هریک از زیر وظیفه‌ها استفاده نمود برای این منظور شاخص تاثیر عملکرد (Performance Influence Index: PII) به عنوان شاخصی بر حسب ارزش‌های منتظره از نمرات CPCs، روی قابلیت اطمینان عملکردی برای محاسبه کمی CPCs (جدول ۲) به جای طبقه بندی کردن آنها به صورت بهبود، کاهش و یا بی‌تاثیر بر عملکرد، تعریف می‌شود. از این رو شاخص PII در روش گسترده CREAM مطابق رابطه ۲ تعریف می‌گردد [۱۱].

$$\text{PII} = \sum_{i=1}^9 P_i \quad \text{رابطه (۲)}$$

Pi برابر با نمرات مربوط به هر یک از فاکتورهای CPCi از جدول ۲

رابطه (۳)

$$CFP_i = CFP_0 \times 10^{0.25PII}$$

بعد از محاسبه احتمال کمی خطای شناختی با استفاده از فرمول ۳

برای هر یک از زیر وظیفه‌ها، با استفاده از فرمول‌های ارائه شده در جدول ۳ و قواعد حاکم بر وابستگی مابین زیر وظیفه‌ها، احتمال کمی خطای شناختی برای وظیفه اصلی محاسبه می‌گردد.

جدول ۳- محاسبه خطای شناختی برای وظیفه اصلی

خطای شناختی کل $CFPt$	وابستگی مابین زیر وظیفه‌ها	ارتباط منطقی بین زیر وظیفه‌ها
$CFPt \approx \text{Min} (CFP_i)$ $CFPt = \Pi (CFP_i)$	وابستگی بالا وابستگی کم / مستقل	خطای زیر وظیفه‌ها منجر به خطای وظیفه می‌گردد (بصورت موازی)
$CFPt \approx \text{Max} (CFP_i)$ $CFPt = 1 - \Pi(1 - CFP_i) \approx \sum CFP_i$	وابستگی بالا وابستگی کم / مستقل	خطای یک زیر وظیفه منجر به خطای وظیفه می‌گردد (بصورت متوالی)

یافته‌ها

موجود و تجربه‌های کاری و نحوه همکاری و تعامل بین همکاران، از نوع بی تاثیر در عملکرد شناسایی شد. احتمال خطای شناختی کلی (CFPt) برای سه زیر وظیفه کنترل درخت (خلا)، چک کردن آنالیزور و کنترل فرآیند ۰/۰۰۰۰۹ و سبک کنترل برای آنها استراتژیک بدست آمد. هم چنین مقدار CFPt برای پنج وظیفه شغلی کنترل دما، کنترل فشار، کنترل سطح، کنترل فلو و ارتباط با نوبت کاران دیگر، ۰/۰۰۰۰۵۶ و سبک کنترل برای آنها استراتژیک بدست آمد و میزان احتمال خطای شناختی زیروظیفه ارتباط با نوبت کار ارشد، برابر با ۰/۰۰۹ و سبک کنترل آن کنترل لحظه‌ای بود. در جدول‌های زیر نتایج حاصل از روش CREAM پایه و گسترده ذکر شده است که البته در روش CREAM گسترده تنها به ذکر یکی از زیر وظایف (ارتباط بردمن با بردمن ارشد) پرداخته شده است.

براساس مشاهده فرآیند کاری و مصاحبه با اپراتورها با استفاده از روش HTA، تجزیه و تحلیل انجام گرفت. انجام تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که نوبت کار (بردمن) اتاق کنترل از نه وظیفه اصلی و تعدادی زیر وظیفه تشکیل شده است. تکنیک CREAM به صورت جداگانه بر روی هر کدام از زیروظایف بردمن انجام شد. با بررسی تعداد تکرار، از ۹ شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد در وظیفه بردمن تعداد ۲ مورد شامل زمان در دسترس برای انجام کار و زمان انجام کار (ریتم سیرکاردین) از نوع بهبود دهنده عملکرد و ۷ مورد شامل توانمندی سازمان، شرایط کاری، متناسب بودن سامانه‌های انسان ماشین، قابلیت دسترسی به برنامه‌ها و روش‌ها، انجام دو یا چند کار به طور هم زمان، کیفیت آموزش‌های

جدول ۴- نتایج حاصل از گام اول CREAM

ردیف	زیر وظایف بردمن	میزان ضرب B	نوع کنترل	احتمال خطای انسانی
۱	کنترل درخت [میزان خلا]	$\beta = 0-7=-7$	کنترل استراتژیک	۰/۰۰۰۰۹
۲	چک کردن آنالیزور	$\beta = 0-7=-7$	کنترل استراتژیک	۰/۰۰۰۰۹
۳	کنترل فرآیند	$\beta = 0-7=-7$	کنترل استراتژیک	۰/۰۰۰۰۹
۴	کنترل فلو	$\beta = 0-8=-8$	کنترل استراتژیک	۰/۰۰۰۰۵۶
۵	کنترل فشار	$\beta = 0-8=-8$	کنترل استراتژیک	۰/۰۰۰۰۵۶
۶	کنترل دما	$\beta = 0-8=-8$	کنترل استراتژیک	۰/۰۰۰۰۵۶
۷	کنترل سطح	$\beta = 0-8=-8$	کنترل استراتژیک	۰/۰۰۰۰۵۶
۸	ارتباط با نوبت کاران دیگر	$\beta = 0-8=-8$	کنترل استراتژیک	۰/۰۰۰۰۵۶
۹	ارتباط با بردمن [نوبت کار ارشد]	$\beta = 2-1=1$	کنترل لحظه‌ای	۰/۰۰۹

جدول ۵- نتایج حاصل از گام دوم CREAM برای زیروظیفه ارتباط بردمن با بردمن ارشد

بردمن [نوبت کار]	زیر مراحل	فعالیت‌های شناختی	کارکردهای شناختی	نوع نقص‌های عمومی	نرخ خطاهای CFP0	CFP برای هر زیر مرحله
۱: ارتباط با بردمن [نوبت کار ارشد]	۱-۱: تحویل دادن شیفت‌ها	ارتباط	برنامه ریزی	P1	۱*۱۰ ^{-۲}	۱/۱۲*۱۰ ^{-۴}
	۲-۱: اعلام ساعتی روند انجام کار	ارزشیابی	برنامه ریزی	P1	۱*۱۰ ^{-۲}	۱/۱۲*۱۰ ^{-۴}
	۳-۱: اعلام ساعات ورود و خروج	ارزشیابی	برنامه ریزی	P1	۱*۱۰ ^{-۲}	۱/۱۲*۱۰ ^{-۴}
	۴-۱: دادن برگه log sheet به سرپرست نوبت کار	ارتباط	اجرا	E2	۳*۱۰ ^{-۳}	۳/۳۶*۱۰ ^{-۵}

بحث

همانگونه که اشاره شد، نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که عامل اصلی بروز حوادث، خطاهای انسانی می‌باشند [۱۴]. براین اساس برای کاهش نرخ بروز حوادث، لازم است ریسک خطاهای انسانی مدیریت گردند [۱۵]. برای کنترل ریسک خطاهای انسانی، شناسایی انواع خطاها، عوامل موثر بر بروز آنها و همچنین تعیین احتمال بروز آنها الزامی است [۱۶]. یکی از شناخته شده‌ترین تکنیک‌های موجود برای این کار که قادر به کمی سازی احتمال بروز خطاهای انسانی نیز می‌باشد، CREAM است. محققین زیادی با استفاده از روش CREAM به شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی پرداخته‌اند که نتایج این تحقیقات با توجه به سازمان مورد نظر و شرایط و محیط کاری متفاوت می‌باشد [۱۷].

همانطوری که بیان شد، دو عامل اصلی و مهم تاثیر گذار بر عملکرد شناسایی شده در این مطالعه شامل زمان در دسترس برای انجام کار و زمان انجام کار (ریتیم سیرکاردین) بود. در مطالعه مظلومی و همکاران نیز فاکتور زمان در دسترس برای انجام کار در کنار عامل «نحوه همکاری و تعامل بین همکاران» مرتبط با کاهش اطمینان عملکرد شناسایی شده است [۱۸]. همچنین در یک پژوهش دیگر که توسط محمدفام و همکاران صورت گرفت، زمان در دسترس برای انجام کار به همراه دو عامل تناسب سیستم‌های انسان ماشین و شرایط کار بعنوان عوامل موثر در عملکرد ایمنی افراد شناسایی شدند [۱۹]. در مطالعه‌ای دیگر که با استفاده از تکنیک CREAM در بخش مراقبت‌های ویژه قلب انجام شده است، بیشترین تاثیر در کاهش قابلیت اعتماد انسان مربوط به سه شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد، انجام دو یا چند کار به طور هم زمان، شرایط کار و زمان در دسترس برای انجام کار گزارش گردیده است [۲۰، ۵]. از علل اصلی موثر بودن دو عامل زمان در دسترس برای انجام کار و زمان انجام کار (ریتیم سیرکاردین) در نوع عملکرد پرسنل، می‌توان به

مواردی نظیر پیامدهای احتمالی حوادث فاجعه بار ناشی از خطاهای انسانی، استرس بالای ناشی از محدودیت زمان، خستگی‌های جسمانی و روانی حاصل از شیفت‌های کار نامناسب، اشاره کرد. در مطالعه حاضر، ۸۸ درصد سبک‌های کنترلی از نوع استراتژیک تعیین شد. این در حالی است که در مطالعه دیگر که توسط محمد فام و همکاران در اتاق عمل صورت گرفت، بیشترین سبک‌های کنترلی از نوع لحظه‌ای و تاکتیکی گزارش شده است [۲۱]. از علل اصلی فراوانی بالای این نوع سبک کنترلی (استراتژیک) در مطالعه حاضر، می‌توان به بحرانی بودن فرآیند انجام کار و پیامدهای فاجعه بار در صورت رخداد حادثه در صنایع پتروشیمی اشاره کرد که وجود سبک‌های اتفاقی یا لحظه‌ای در آنها با احتمال بالای بروز خطای انسانی همراه خواهد بود.

با بررسی نقص‌های عمومی در این مطالعه، مشخص شد که ۷۵ درصد نواقص از نوع برنامه‌ریزی و مابقی مربوط به اجرا بود. در مطالعه‌ای که توسط چراغی و همکاران در بخش مراقبت‌های ویژه انجام گرفت، یافته‌ها نشان داد که بیشترین نقص عمومی مربوط به اجرا و سپس مشاهده بود [۲۲]. دلیل این امر می‌تواند به عدم وجود و یا در دسترس نبودن دستورالعمل‌های عملیاتی و یا عدم اعتماد کافی پرسنل به آنها باشد که باعث می‌شود در اغلب موارد تنها بر اساس تجربه کاری خود اقدام نمایند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر منجر به شناسایی و ارزیابی انواع خطای انسانی شده است. براساس روش توسعه یافته CREAM خطاهای شناختی مربوط به خطای اجرا و خطای برنامه ریزی می‌باشد و مهمترین نیازهای شناختی مربوط به پایش می‌باشد. در همین راستا برای کاهش این نوع خطا می‌توان از اقدامات اصلاحی لازم از جمله تهیه و تدوین دستورالعمل‌های کاری، برگزاری دوره‌های آموزشی،

تشکر و قدردانی

این پژوهش بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان است. از معاونت تحقیقات و فن آوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان به دلیل حمایت مالی، سپاسگزاری می گردد.

برنامه نوبت کاری، نظارت بر عملکرد کارکنان، بهینه سازی وسایل ارتباطی، پایش مداوم تجهیزات و استفاده از ماشین های هوشمند استفاده کرد. با این امر می توان خطاهای اجرا و برنامه ریزی را کاهش داد.

References

- 1- Meshkati N. Human factors in large-scale technological systems' accidents: Three Mile Island, Bhopal, Chernobyl. *Industrial Crisis Quarterly* 1991; 5(2):133-54.
- 2- Richei A, Hauptmanns U, Unger H. The human error rate assessment and optimizing system HEROS—a new procedure for evaluating and optimizing the man-machine interface in PSA. *Reliability Engineering & System Safety* 2001; 72(2):153-64.
- 3- Islam R, Khan F, Abbassi R, Garaniya V. Human error probability assessment during maintenance activities of marine systems. *Safety and Health at Work* 2018; 9(1):42-52.
- 4- Hollnagel E. *Cognitive reliability and error analysis method [CREAM]*. Oxford: Elsevier; 1998.
- 5- Mohammadfam I, Movafagh M, Bashirian S. Comparison of Standardized Plant Analysis Risk Human Reliability Analysis (SPAR-H) and Cognitive Reliability Error Analysis Methods (CREAM) in Quantifying Human Error in nursing practice. *Iranian Journal of Public Health* 2016; 45(3):401-402.
- 6- Akyuz E, Celik M. Application of CREAM human reliability model to cargo loading process of LPG tankers. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 2015; 34:39-48.
- 7- Majewicz PJ, Blessner P, Olson B, Blackburn T. Estimating the probability of human error by incorporating component failure data from User- Induced Defects in the development of complex electrical systems. *Risk Analysis* 2017. <https://doi.org/10.1111/risa.12798>
- 8- Sun Z, Li Z, Gong E, Xie H. Estimating human error probability using a modified CREAM. *Reliability Engineering & System Safety* 2012; 100:28-32.
- 9- Li P-c, Chen G-h, Dai L-c, Li Z. Fuzzy logic-based approach for identifying the risk importance of human error. *Safety Science* 2010; 48(7):902-13.
- 10- Noroozi A, Khakzad N, Khan F, MacKinnon S, Abbassi R. The role of human error in risk analysis: Application to pre-and post-maintenance procedures of process facilities. *Reliability Engineering & System Safety* 2013; 119:251-58.
- 11- Yang Z, Bonsall S, Wall A, Wang J, Usman M. A modified CREAM to human reliability quantification in marine engineering. *Ocean Engineering* 2013; 58:293-303.
- 12- Asadzadeh S, Azadeh A. An integrated systemic model for optimization of condition-based maintenance with human error. *Reliability Engineering & System Safety* 2014; 124:117-31.
- 13- Ung S-T. A weighted CREAM model for maritime human reliability analysis. *Safety Science* 2015; 72:144-52.
- 14- Lee SM, Ha JS, Seong PH. CREAM-based communication error analysis method (CEAM) for nuclear power plant operators' communication. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 2011; 24(1):90-97.
- 15- Mara L, Massimo G, Giuliano R. The Management of Uncertainty: Model for evaluation of human error probability in railway system. *American Journal of Applied Sciences* 2014; 11(3):381-90.
- 16- Desmorat G, Guarnieri F, Besnard D, Desideri P, Loth F. Pouring CREAM into natural gas: The introduction of Common Performance Conditions into the safety management of gas networks. *Safety Science* 2013; 54:1-7.
- 17- Rui-shan S, Xin W. Application of failure probability of CREAM for judgment and decision-making in the cockpit. *Journal of Safety Science and Technology* 2010; 6(6):40-45.

- 18- Mazlomi A, Hamzeiyan Ziarane M, Dadkhah A, Jahangiri M, Maghsodepor 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 & Institute of Public Health Research* 2011; 8(4):15-30.
- 19- Mohammadfam I, Amid M, Hajiakbari M. The study of human errors in de-mining operations using the CREAM. *Journal of Military Medicine* 2016; 17(4):241-47 (In Persian).
- 20- Mohammadfam I, Mansouri N, Nikoomaram H, Ghasemi F. Comparison of commonly used accident analysis techniques for manufacturing industries. *International Journal of Occupational Hygiene* 2015; 7(1):32-37.
- 21- Mohammadfam I, Bashirian S, Bakhshi Z. Evaluation and Management of Human Errors in Critical Processes of Hospital Using the Extended CREAM Technique. *Iranian Journal of Health, Safety and Environment* 2017; 4(4):851-58.
- 22- Cheraghi MA, Nasabadi N, Reza A, Mohammad Nejad E, Salari A, Kheyli EK, et al. Medication errors among nurses in intensive care units (ICU). *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 2012; 21(1):115-19 (In Persian).