Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 17, No. 2, Summer 2025
Pages: 69-84

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۷ ، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴
صفحه: ۸۴-۶۹

تجزیه و تحلیل خطای انسانی در کارکنان اتاق کنترلیک صنعت فولادی توسط تکنیک CREAM با رویکرد شناختی

یاسر لطفی[۱]، حمید حبوباتی[۲]، غلامحسین حلوانی[۳]، علی صدری اصفهانی[۴]، رضیه سلطانی[۵]، مسعود رستمی[۶]، ویداسادات انوشه[۷*]

چکیده

مقدمه: روش CREAM یکی از تکنیک‌های ارزیابی قابلیت اطمینان انسانی است که امکان پیش‌بینی و تحلیل خطاهای انسانی را فراهم می‌کند. هدف این مطالعه، شناسایی و تحلیل خطاهای انسانی در میان کارکنان اتاق کنترل، به عنوان جامعه هدف در صنعت فولاد، با رویکرد ارگونومی شناختی و تعیین سبک‌های کنترلی مرتبط با وظایف آنان می‌باشد.

روش بررسی: تحلیل داده‌ها بر مبنای روش CREAM صورت گرفته است؛ به‌طوری که در ابتدا، با تحلیل اولیه خطاها، سبک کنترلی هر وظیفه (شامل سرشیفت تولید، اپراتور ارشد کنترل، کنترل تاکتیکی، اپراتور کنترل و اپراتور سایت) تعیین گردید. سپس، با ارزیابی شرایط عملکردی (CPCs)و به‌کارگیری فرمول‌های محاسبه احتمال خطای کلی، داده‌ها مورد تفسیر قرار گرفتند. علاوه بر این، برای تعیین روابط بین متغیرهای مورد بررسی، تحلیل‌های آماری با استفاده از آزمون‌های همبستگی و مقایسه‌ای با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج: یافته‌ها نشان می‌دهد که سبک کنترلی وظایف مورد بررسی عمدتاً از نوع لحظه‌ای است. بیشترین خطاهای شناسایی‌شده به ترتیب شامل خطای اجرا، خطای تفسیر، خطای برنامه‌ریزی و خطای مشاهده بوده‌اند.

نتیجه‌گیری: وظایف ارشد کنترل و سرشیفت تولید دارای ماهیت کنترلی منسجم بوده و در سایر وظایف، عواملی مانند انجام هم‌زمان چند کار، محدودیت زمانی و کیفیت آموزش‌ها موجب افزایش کنترل لحظه‌ای شده‌اند. به‌طور کلی، مهم‌ترین خطای شناختی شناسایی‌شده در میان وظایف مورد بررسی، «خطای اجرا» بوده که ارتباط مستقیمی با فرآیندهای کنترلی در اتاق کنترل دارد.

واژه‌های کلیدی: خطای انسانی، ارگونومی شناختی، تحلیل قابلیت اطمینان، ایمنی شغلی، روش CREAM

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد ایمنی صنعتی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و هنر یزد، یزد، ایران
[۲] دانشکده پزشکی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
[۴] گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و هنر یزد، یزد، ایران
[۵] کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، مرکز تحقیقات بیماریهای ناشی از صنعت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
[۶] دانشکده زبان و ادبیات، دانشگاه یزد، یزد، ایران
[۷] دانشگاه علوم پزشکی شیراز،گروه آموزشی ارگونومی دانشکده بهداشت و تغذیه دانشگاه علوم پزشکی شیراز، کمیته تحقیقات دانشجویی ،شیراز،ایران
*(نویسنده مسئول)؛ تلفن تماس: ۰۳۵۳۸۲۲۷۳۴۱ ، پست الکترونیک: anooshehvida@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

مقدمه

ایمنی و سلامت انسان همواره یکی از دغدغه‌های اساسی جوامع بشری در طول تاریخ بوده است(۱). انسان از دیرباز در تلاش بوده تا با توسعه فناوری‌ها و ارتقاء دانش، کیفیت زندگی خود را بهبود بخشد و محیطی امن و پایدار برای زندگی و کار ایجاد کند(۲). در این مسیر، بهره‌گیری از فناوری‌های پیچیده و سیستم‌های پیشرفته در صنایع گوناگون نقش مؤثری در رشد اقتصادی و اجتماعی داشته، اما همزمان با این پیشرفت‌ها، چالش‌ها و تهدیدهای جدیدی نیز پدیدار شده است(۳). یکی از این چالش‌های عمده، افزایش سطح ریسک و بروز حوادث ناشی از خطای انسانی در محیط‌های صنعتی است(۴)؛ خطاهایی که می‌توانند پیامدهای جبران‌ناپذیری برای انسان، تجهیزات و محیط‌زیست به دنبال داشته باشند(۵).

در میان عوامل مختلف ایجادکننده حوادث صنعتی، خطای انسانی سهم قابل‌توجهی را به خود اختصاص داده است(۶). بررسی‌ها و آمارهای بین‌المللی نشان می‌دهند که بین ۷۰ تا ۹۰ درصد از حوادث صنعتی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم ناشی از اشتباهات انسانی هستند(۷). این مسئله به‌ویژه در صنایع سنگین مانند صنعت فولاد، که با حجم بالایی از مواد خام، انرژی، و فرایندهای پیچیده سر و کار دارد، از اهمیت دوچندانی برخوردار است(۸). ویژگی خاص این صنایع، تمرکز فعالیت‌های کنترل فرآیند در اتاق‌های کنترل و وابستگی شدید عملکرد سیستم به تصمیم‌گیری‌های انسانی است(۹). در چنین شرایطی، کوچک‌ترین خطا در قضاوت، درک نادرست از وضعیت یا ضعف در مهارت‌های شناختی می‌تواند به وقوع حوادثی با شدت بالا منجر شود(۱۰).

در واکنش به این چالش، در سال‌های اخیر تلاش‌های گسترده‌ای برای توسعه روش‌های ارزیابی و تحلیل خطاهای انسانی صورت گرفته است. روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان انسان (Human Reliability Assessment – HRA) ابزارهایی هستندکه به‌منظور شناسایی، تحلیل و کاهش خطاهای انسانی طراحی شده‌اند(۱۱). در این میان، روش CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method)که توسط Erik Hollnagel در سال ۱۹۹۸ معرفی شده، به‌عنوان یکی از جامع‌ترین و پیشرفته‌ترین تکنیک‌های نسل دوم HRA شناخته می‌شود(۱۲). این روش بر مبنای درک دقیق از جنبه‌های شناختی رفتار انسانی طراحی شده و تلاش می‌کند تا با بهره‌گیری از مفاهیم کنترل شناختی، چارچوبی ساختاریافته برای تحلیل ریشه‌ای خطاها و شرایط بروز آن‌ها ارائه دهد.

روش CREAM علاوه بر برخورداری از رویکرد نظری قوی، دارای انعطاف‌پذیری بالایی در کاربرد است و می‌تواند هم در مطالعات گذشته‌نگر (Post-event analysis) و هم در ارزیابی‌های آینده‌نگر (Prospective analysis) به‌کار گرفته شود. از دیگر مزایای این روش می‌توان به شناسایی متغیرهای کلیدی مؤثر بر عملکرد انسانی، تحلیل سبک‌های کنترلی شناختی، و تأثیر شرایط عملکردی مشترک (Common Performance Conditions – CPCs) بر احتمال بروز خطا اشاره کرد. با این حال، با وجود کاربردهای گسترده این روش در حوزه‌های گوناگون، هنوز کاستی‌هایی در استفاده عمیق و هدفمند از آن در صنایع خاص، به‌ویژه در بسترهای واقعی و پویا مانند اتاق‌های کنترل صنعت فولاد، مشاهده می‌شود.

مرور ادبیات نشان می‌دهد که اغلب پژوهش‌های پیشین بر تحلیل کلی کاربرد CREAM متمرکز بوده‌اند و به بررسی دقیق ارتباط میان متغیرهای شناختی، سبک‌های کنترلی، و عوامل زمینه‌ای در محیط‌های صنعتی پیچیده نپرداخته‌اند. همچنین، اغلب مطالعات فاقد ترکیب مؤثر رویکردهای ارگونومی شناختی با تکنیک‌های آماری و داده‌کاوی پیشرفته برای تحلیل کمی روابط میان متغیرها و پیش‌بینی دقیق رفتار انسانی بوده‌اند. از سوی دیگر، شرایط کاری ویژه اپراتورهای صنعت فولاد، از جمله فشار زمانی، پیچیدگی فرآیند، تعامل همزمان با چندین سیستم و نیاز به تصمیم‌گیری‌های سریع، این حوزه را به محیطی حساس برای بروز خطاهای انسانی تبدیل کرده است که نیازمند تحلیل دقیق‌تر و ابزارهای پیشرفته‌تر می‌باشد.

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف تحلیل سیستماتیک خطاهای انسانی در اتاق‌های کنترل صنعت فولاد و با به‌کارگیری روش CREAM طراحی شده است. این مطالعه با تمرکز بر شناسایی سبک‌های کنترلی شناختی غالب، بررسی اثر شرایط عملکردی و تبیین روابط میان متغیرهای انسانی و عملکرد سیستم کنترلی، در پی ارائه راهکارهایی عملی جهت کاهش خطاهای انسانی و ارتقاء ایمنی در این صنعت حیاتی می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مرجعی

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]
[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

برای مدیران صنایع، مهندسان ایمنی و طراحان سیستم‌های کنترلی در جهت بهبود طراحی محیط کار، آموزش اپراتورها، و ارتقاء قابلیت اطمینان سیستم‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

داشتن زندگی عاری از خطر، از اصلی‌ترین اهداف بشر در همه اعصار بوده است. از طرفی، انسان همواره در تلاش برای بهبود شرایط زندگی و افزایش راحتی بوده و در این مسیر با ایجاد تغییر در طبیعت و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، متغیرهای محیطی را به خدمت خود درآورده است؛ امّا این امر همزمان با ظهور خطرات جدید و افزایش ریسک‌ها همراه بوده است(۱۳) و در این راه سعی کرده است با ایجاد تغییر در طبیعت، متغیرهای آن را به خدمت خود درآورد که در این راه همراه با دستیابی به مواد، تجهیزات، دستگاه‌ها و به عبارت ساده‌تر با به‌کارگیری فن‌آوری نوین با خطرات بیشتر و همچنین جدیدتری نیز مواجه شده است(۱۴)، از قبیل حوادث ناشی از خطای انسانی است که باعث بحران‌آفرینی شده است به صورتی که روند رو به رشد انسان در زمینه فنّاوری‌های نوین شدیداً زیر سؤال رفته است(۱۵).از این رو امروزه خطاهای انسانی به عنوان یکی از عوامل مهم در بروز حوادث در دنیا به حساب می‌آید(۱۶). بررسی‌ها نشان داده‌اند علت اصلی حوادث، نقص و خطا در اجزای تشکیل‌دهنده سیستم و اثر متقابل آنها و خطای انسانی به حساب می‌آید(۱۷, ۱۸). حوادث گوناگون با شدت‌های مختلف در صنعت فولاد رخ می‌دهد که علت اکثر این حوادث خطای انسانی شناخته شده است(۱۹) زیرا از ویژگی اصلی صنایع بزرگی مانند صنایع فولاد این است که مقادیر عظیمی از مواد بالقوه خطرناک در یک واحد و توسط چند کاربر کنترل می‌شود که باعث می‌شود خطای انسانی زیاد رخ دهد. حوادث در این واحدها تهدیدی برای تجهیزات و افرادی که در آن صنعت مشغول به کار هستند ایجاد می‌کند از این رو از اهمیت بالایی برخوردار است(۲۰). کارکنان صنایع فولاد در ایران و اکثر نقاط دنیا دارای وظایف حساسی در کنترل فرایند هستند که به طور مداوم توسط کاربرها و مسئولان اتاق کنترل صورت می‌گیرد که این امر اهمیت و توجه هر چه بیشتر به موضوع خطاهای انسانی را می‌طلبد(۲۱). CREAM: Cognitive Reliability and Error Analysis Method جزو روش‌های کارآمد در این حوزه به حساب می آید که توسط Erik Hollnagel در سال ۱۹۹۸ ارائه گردیده است و جزء تکنیک‌های نسل دوم فرآیند ارزیابی قابلیت اطمینان انسان HRA: Human Reliability Analysis با داشتن یک پشتوانه نظری مشروح و تمرکز بر روی زمینه‌های شناختی رفتار انسانی می‌باشد و توانایی توصیف علت‌های بنیادی خطای انسانی و یا بیان چهارچوبی که در آن خطای انسانی رخ می‌دهد. قادر بودن به شناسایی انواع حالت‌های خطا، که ممکن است بر روی وضعیت ایمنی تاثیر بگذارد(۲۲, ۲۳) و از مهمترین مزیت روش CREAM نسبت به دیگر تکنیک‌های ارزیابی خطای انسانی می‌توان به ساختار سیستماتیک این متد برای تعریف و کمی‌سازی خطاهای انسانی به منظور به حداقل رساندن احتمال خطای انسانی می‌باشد(۲۴). این روش برای تعریف و کمی‌سازی خطاهای انسانی هم به صورت آینده‌نگر (پیش‌بینی خطای انسانی) و هم به صورت گذشته‌نگر (تجزیه و تحلیل رخدادها) عمل می‌کند (۲۰, ۲۵-۲۷). به طور کلی سه مزیت اصلی تکنیک CREAM شامل به حداکثر رساندن احتمال عملکرد انسانی، به حداقل رساندن احتمال خطای انسانی و به حداکثر رساندن احتمال بهبود و ریکاوری اشتباهات انسانی می‌باشد(۲۸, ۲۹). خطای انسانی در صنایع مختلف به عنوان یکی از عوامل مهم در بروز حوادث به حساب می‌آید و در صنعت فولاد که از وظایف اصلی آن کنترل فرآیند توسط اپراتورها و مسئولین اتاق کنترل است(۱۹).

با وجود مطالعات متعددی که در زمینه تحلیل خطاهای انسانی با استفاده از تکنیک CREAM انجام شده است، هنوز شکاف‌های مهمی در بررسی‌های علمی موجود به چشم می‌خورد. برخی از تحقیقات بر کاربرد کلی CREAM در صنایع مختلف متمرکز شده‌اند و جزئیات مربوط به تحلیل دقیق فعالیت‌های شناختی و سبک‌های کنترلی در محیط‌های ویژه مانند اتاق‌های کنترل صنعت فولاد به طور جامع مورد توجه قرار نگرفته است. علاوه بر این، ارتباط بین متغیرهای مربوط به شرایط عملکردی (CPCs) و سبک‌های کنترلی در بسترهای واقعی کاری، همچنان به صورت محدود و در قالب مطالعات موردی بررسی شده است. از سوی دیگر، ادغام رویکرد ارگونومی شناختی با روش‌های پیشرفته تحلیل آماری برای تعیین دقیق روابط میان عوامل انسانی و عملکرد سیستم‌های کنترلی، یکی از گپ‌های اساسی موجود در ادبیات پژوهشی محسوب می‌شود. بنابراین، بررسی دقیق و سیستماتیک این زمینه‌ها می‌تواند به ارائه راهکارهای کنترلی بهبودیافته و کاهش خطاهای انسانی در صنایع حساس مانند فولاد منجر شود.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]
[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

روش بررسی

مطالعه حاضر، یک مطالعه مورد پژوهی توصیفی- تحلیلی می‌باشد و با استفاده از روش CREAM به منظور ارزیابی خطای انسانی در بین کارکنان اتاق کنترل یک پلنت احیا مستقیم صنعت فولادی در سال ۱۳۹۵ از طریق مشاهده مستقیم فعالیت‌ها و اسناد و مدارک و مصاحبه با سرپرستان تولید و اپراتورهای اتاق کنترل واحد و بر اساس شرایط عملکردی تاثیرگذار بر اپراتورها تدوین شده است. جهت تجزیه و تحلیل و مطالعه خطاهای انسانی از روش CREAM استفاده کرده که مراحل آن در ۲ مرحله ذیل صورت می‌گیرد:

گام ۱. انجام تجزیه و تحلیل خطا با استفاده از روش اولیه (CREAM: Basic Method-CREAM):

تجزیه و تحلیل وظایف شغلی (به روش HTA: Hierarchical Task Analysis): این فرآیند با تجزیه و تحلیل فعالیتهای اجرایی شروع می‌شود که برای اینکار از تکنیک HTA استفاده می‌شود (۳۰) و تجزیه و تحلیل شغل به صورت سلسله مراتبی به جزییات و مرتبه‌های لازم برای انجام آن فعالیت تجزیه می‌شود. در واقع کار تجزیه و تحلیل به با مشخص کردن هدف نهایی و تقسیم‌بندی شغل جهت دست‌یابی به آن هدف، صورت می‌گیرد(۳۱).

ارزیابی شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد اپراتور (CPCs: Assess the Common Performance Conditions (CPCs)): در مرحله بعد با ارائه روش CREAM و تعیین میزان کنترلی که اپراتور بر روی کاری که دارد انجام می‌دهد، احتمال خطای انسانی را محاسبه می‌نماید. این میزان کنترل با استفاده از ارزیابی شرایط عملکردی تعیین می‌گردد. به منظور ارزیابی شرایط عملکردی در این روش۹ پارامتر با عنوان شرایط عملکردی متداول تعریف گردیده است. هرکدام از این پارامترها دارای درجات مشخصی می‌باشند که هر درجه بیانگر میزان تاثیر آن پارامتر بر روی قابلیت اطمینان عملکرد اپراتور می‌باشد. به عنوان مثال پارامتر قابلیت دسترسی به روشها و برنامه‌ها دارای سه پارامتر با عنوان مناسب، قابل تحمل، نامناسب با میزان تاثیر به ترتیب، بهبود، بی‌تاثیر، کاهش بر روی عملکرد اپراتور می‌باشد. پارامترهای مذکور به همراه درجه‌بندی و میزان تاثیر در جدول شماره یک قابل رویت هستند(۳۲).

تعیین کنترل‌های محتمل اپراتور در شرایط مذکور(Determine the probable control mode) (تعیین احتمال خطای کلی): در این مرحله تعداد کل فعالیت‌هائی که باعث بهبود عملکرد (Improved) می‌شوند از تعداد کل فعالیت‌هائی که باعث کاهش عملکرد (Reduced) می‌شوند کسر شده ($\beta = \sum R - \sum I$) و از عدد بدست آمده مطابق با شکل یک برای تعیین کنترل‌های محتمل اپراتور در شرایط مذکور و از فرمول زیر برای تعیین احتمال خطای کلی استفاده می‌شود و احتمال بروز خطای انسانی با توجه به میزان کنترل فرد بر روی کار خود پیش‌بینی می‌گردد. چهار سطح کنترلی که در این روش تعریف شده‌اند شامل موارد زیر هستند.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

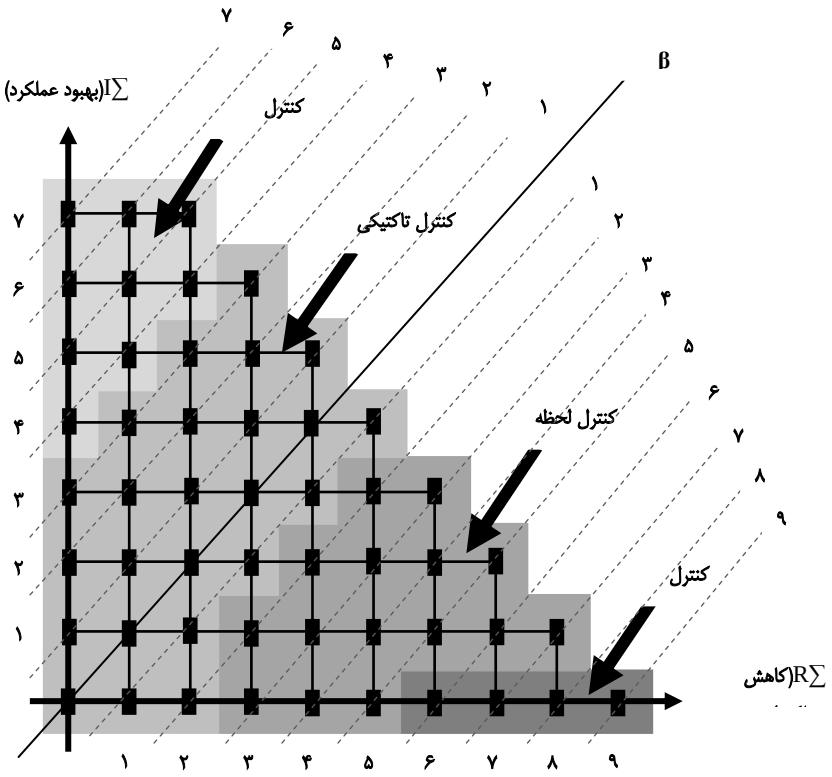
جدول ۱: درجه‌بندی CPCs و تأثیر آن بر عملکرد اپراتور

شرایط اثر گذار بر عملکرد اپراتور(CPCs)	درجه CPCs	اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت اطمینان عملکرد
توانمندی سازمان	خیلی کارآمد	بهبود
	کارآمد	بی تأثیر
	ناکارآمد	بهبود
شرایط کار	عالی	بهبود
	متناسب	بی تأثیر
	نامتناسب	کاهش
متناسب بودن سیستم های انسان ماشین و حمایت های عملیاتی موثر	عالی	بهبود
	قابل تحمل	بی تاثیر
	نامناسب	کاهش
قابلیت دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها	مناسب	بهبود
	قابل تحمل	بی تاثیر
	نامناسب	کاهش
انجام دو یا چند کار بطور همزمان	کمتر از حد توان فردی	بی تاثیر
	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 کادین)	شیفت کار(منظم)	بی تاثیر
	شیفت کار (نامنظم)	کاهش
کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات کاری	کافی (با تجربه بالا)	بهبود
	کافی (با تجربه محدود)	بی تاثیر
	ناکافی	کاهش
نحوه همکاری و تعامل بین همکاران	عالی	بهبود
	خوب	بی تاثیر
	ضعیف	بی تاثیر
	نبود همکاری	کاهش

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0



شکل ۱: رابطه بین سبک های کنترلی و ضریب سبک کنترل

کنترل اتفاقی: در این نوع از کنترل، اقدام مورد نیاز عملاً به صورت غیرقابل پیش‌بینی و یا اتفاقی می‌باشد. کنترل اتفاقی، وضعیت و شرایطی را توصیف می‌کند که در آن هیچ (یا کمی) تلاش فکری درباره اینکه چه کاری باید انجام گیرد وجود ندارد.

کنترل لحظه‌ای: در این نوع از کنترل اقدام بعدی براساس مشخصه‌های بارز شرایط جاری شکل می‌گیرد نه براساس اهداف و مقاصد قطعی از قبل تعیین شده، در این نوع از کنترل فرد برنامه‌ریزی و یا پیش‌بینی در سطح اندکی از خود دارد.

کنترل تاکتیکی: در این حالت از کنترل، عملکرد مبتنی بر برنامه‌ریزی شکل می‌گیرد، بنابراین از فرآیند یا قواعد کم و بیش شناخته‌شده‌ای پیروی می‌کند. با این وجود، برنامه‌ریزی در این نوع کنترل محدود بوده و نیازهای در نظر گرفته شده گاهی مختص یک نوع روش که از عمومیت کمتری برخوردار است، می‌باشد.

کنترل استراتژیک: در این نوع کنترل شخص با در نظر گرفتن یک شرایط کلی، از گستره زمانی بیشتری برخوردار بوده و سطوح بالاتری از اهداف و مقاصد کاری را می‌تواند ببیند. سبک استراتژیک منجر به عملکردهای مؤثرتر و قوی‌تری می‌شود.

جدول شماره دو، چهار سطح کنترل را به همراه یک بازه عددی که بیانگر احتمال خطای انسانی می‌باشد نشان می‌دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود با پایین آمدن درجه کنترل فرد بر روی عملکرد خود، احتمال خطای انسانی افزایش می‌یابد. انتخاب سطح کنترل و در نتیجه بازه احتمال خطای انسانی به سادگی و با شمارش تعداد C های مثبت و منفی و استفاده از فرمول زیر و قرار دادن آن‌ها در شکل شماره یک قابل محاسبه است(۳۲, ۳۳).

$$CFPt = 0.0056 \times 100.25\beta$$

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

جدول ۲: لیست فعالیت‌های شناختی مهم برای انجام وظیفه

فعالیت های شناختی	شرح کلی
هماهنگی (Co-Ordinate)	قرار دادن وضعیت های سیستم (یا کنترل ها) برای انجام یک کار یا بخشی از کار . تخصیص یا انتخاب منابع به منظور آماده سازی کار/ شغل تجهیزات و غیره .
ارتباط (Communicate)	تبادل اطلاعات مورد نیاز برای عملیات سیستم بین افراد به صورت کلامی، مکانیکی و یا الکتریکی. ارتباطات یک بخش اساسی از سیستم مدیریت است.
مقایسه (Compare)	بررسی ویژگیهای دو یا چند متغییر به منظور آشکارسازی شباهت ها و یا تفاوت ها. مقایسه ممکن است نیاز به محاسبه داشته باشد.
تشخیص (Diagnose)	شناسایی یا تعیین ماهیت یا علت شرایط توسط تجزیه و تحلیل علائم، نشانه ها و یا از طریق به انجام رساندن یکسری آزمایشات. تشخیص کاملتر از شناسایی است.
ارزشیابی (Evaluate)	برآورد یا ارزیابی موقعیت های فرضی یا واقعی، بر اساس اطلاعات موجود (در دسترس) بدون نیاز به عملیات خاص. واژه های مشابه آن عبارتند از "بازرسی" و "چک کردن".
اجرا (Execute)	انجام یک برنامه یا کار از قبل تعیین شده. اجرا شامل فعالیت های، باز و بسته کردن، شروع و پایان، تخلیه و پر کردن و غیره می باشد.
شناسایی (Identify)	شناسایی حالت سیستم یا زیر سیستم ها(اجزاء). شناسایی مستلزم عملیات ویژه جهت بازیابی اطلاعات و بررسی جزئیات می باشد. شناسایی کاملتر از ارزشیابی اشت.
حفظ و نگهداری (Maintain)	حفظ یک حالت عملیاتی ویژه (با عملیات تعمیر و نگهداری که در زمان خارج از خط بودن سیستم انجام می شود متفاوت می باشد).
پایش (Monitor)	پیگیری مجموعه فعالیت ها و فرآیند ها در حین کار سیستم.
مشاهده (Observer)	قرائت مقادیر ویژه یا کمیت های مرتبط با سیستم.
برنامه‌ریزی(Plan)	تدوین یا سازماندهی کردن مجموعه ای از اقدامات جهت دست یابی کامل به اهداف از پیش تعیین شده. برنامه ممکن است کوتاه مدت یا بلند مدت باشد.
ثبت(Record)	یاداشت کردن رخدادهای مربوط به سیستم، مقادیر و غیره .
تنظیم (Regulate)	تغییر سرعت یا جهت یک کنترل در سیستم به منظور حصول به اهداف مورد نظر.
اسکن(Scan)	بازنگری سریع نمایشگرها یا دیگر منابع اطلاعاتی جهت درک حالت کلی سیستم و یا زیر سیستم ها.
تائید و تصدیق (Verity)	تائید صحت شرایط یک سیستم یا صحت مقادیر و اندازه های مربوطه، چه از طریق بازرسی یا انجام آزمایشات مربوطه. این مرحله همچنین شامل چک کردن بازخوردهای مربوطه به عملیات قبلی نیز می باشد.

گام ۲. انجام تجزیه و تحلیل خطا با استفاده از روش گسترده (CREAM: Extended method- CREAM)

ارائه نیازهای شناختی متناسب با هر یک از وظایف شغلی آنالیز شده (Build a profile of the cognitive demands of the task): نیازهای شناختی متناسب با هر یک از زیر وظیفه‌های شغلی با استفاده از جدول(۲) به منظور ایجاد یک پروفایل شناختی و تعیین خصوصیات شناختی و احتمال خطای شناختی مورد نیاز برای هر یک از وظایف شغلی، تعیین می‌شوند.

شناسایی خطاهای شناختی احتمالی برای هر یک از وظایف شغل: بعد از تعیین نیازهای شناختی متناسب با هر یک از وظایف شغلی، خطاهای شناختی احتمالی (جدول۳) برای هر یک از وظایف شغلی در ۴ دسته مشاهده، تفسیر، برنامه‌ریزی و اجرا و نمرات مربوط به هر کدام تعیین می‌شود.

انجام تجزیه و تحلیل خطا با استفاده از روش گسترده CREAM

اولین مرحله از روش گسترده CREAM بر پا نمودن یک پروفایل نیازهای شناختی می‌باشد. هدف از پروفایل نیازهای شناختی، نشان دادن نیازهای شناختی ویژه مرتبط با هر یک از وظایف شغلی و همچنین بیان ویژگی‌های مورد نیاز هر وظیفه و نشان دادن بخشی از عدم موفقیت‌های مورد انتظار می‌باشد. نیازهای شناختی متناسب با هر یک از وظایف انالیز شده جدول بر اساس یک مدل ساده شناختی (SMoC) آورده شده‌اند در مدل ارائه شده، چهار نوع عملکرد شناختی پایه شامل: مشاهده، تفسیر، برنامه‌ریزی و اجرا فرض شده است هر یک از فعالیت‌های شناختی شرح داده شده می‌تواند بر حسب ترکیبی

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]
[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]
CC BY- NC 4.0

از ۴ نوع عملکرد شناختی پایه مورد نیاز شرح داده شود برای نمونه هماهنگی مستلزم برنامه‌ریزی علاوه بر اجرا می‌باشدکه در جدول شماره سه پروفایل نیازهای شناختی و عملکردهای شناختی مرتبط با آن آورده شده است.

جدول ۳: ماتریکس نیازهای شناختی لیست شده در کارکردهای شناختی

نوع نیاز های شناختی	عملکردهای شناختی			
هماهنگی	مشاهده	تفسیر	برنامه ریزی	اجرا
ارتباط			*	*
مقایسه				*
تشخیص		*		
ارزشیابی		*	*	
حفظ و نگهداری			*	*
پایش	*			*
مشاهده	*			
برنامه ریزی			*	
ثبت		*		*
تنظیم	*			*
اسکن	*			
تائید و تصدیق	*	*		

پس از شناسایی خطاهای شناختی احتمالی برای هر یک از وظایف شغلی با استفاده از جدول شماره چهار می‌بایست برآورد کمی احتمال خطای شناختی صورت گیرد اما از آنجایی که نمی‌توان از روش اولیه CREAM برای برآورد احتمال کلی خطای شناختی (CFP) هر یک از زیر وظیفه‌ها استفاده نمود، برای این منظور شاخص تاثیر عملکرد(PII) به عنوان شاخصی بر حسب ارزش‌های منتظره از نمرات CPCs روی قابلیت اطمینان عملکردی برای محاسبه کمی CPCs طبق جدول شماره پنج و به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$PII = \sum_{i=1}^{9} pi$$

جدول ۴: احتمال کلی خطا و سبک های کنترلی برای وظایف آنالیز شده

وظایف اتاق کنترل واحد	ضریب کنترل (β)	احتمال کلی خطای شناختی (CFPt)	سبک کنترلی
وظایف سرشیفت تولید	-۲	۰/۰۰۱۷۷	کنترل تاکتیکی
وظایف نوبتکار ارشد اتاق کنترل	۱	۰/۰۰۹۹۵	کنترل تاکتیکی
وظایف نوبتکار اتاق کنترل	۲	۰/۰۱۷۷	کنترل لحظه ای
وظایف نوبتکار محوطه (اپراتور سایت)	۳	۰/۰۱۷۷	کنترل لحظه ای

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

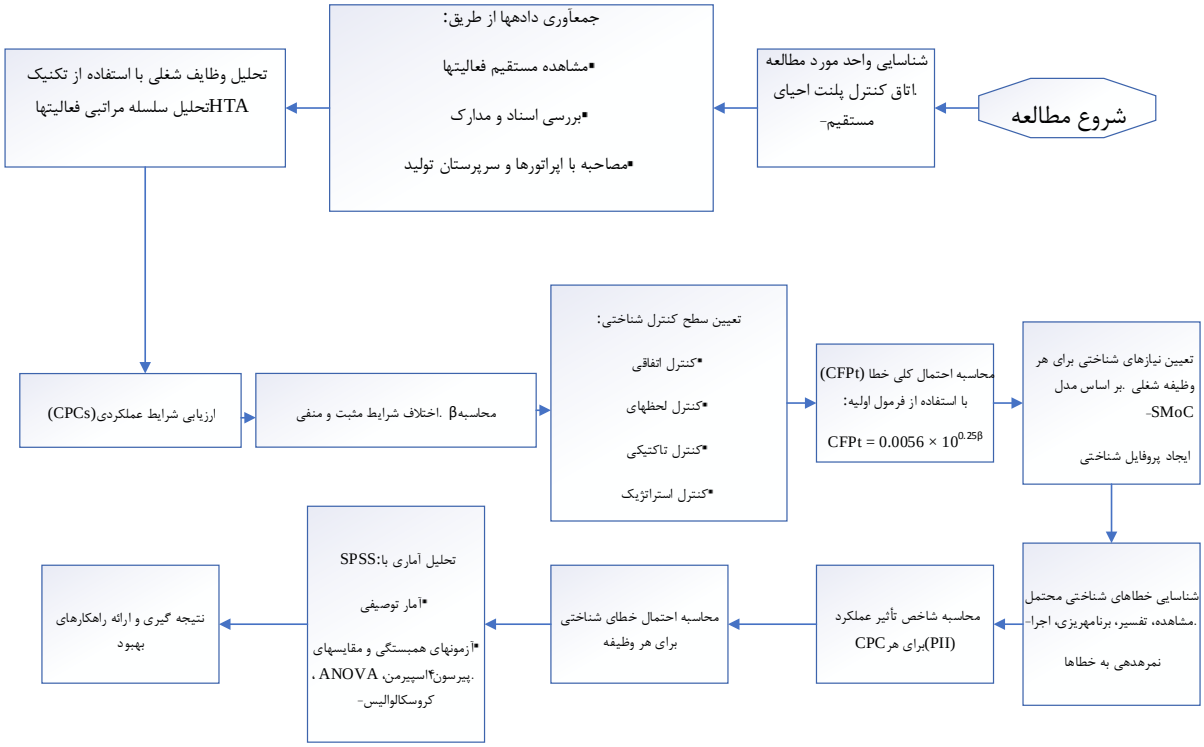
جدول ۵: فاکتورهای - CPCs مرتبط با شرایطی که باعث کاهش عملکرد می‌شوند

عنوان وظیفه	تعداد "کاهش عملکرد"	فاکتورهای CPCs مرتبط
نوبتکار ارشد اتاق کنترل	۳	انجام دو یا چند کار بطور همزمان زمان انجام کار (ریتم سیر کادین) کیفیت آموزش های موجود و تجربیات کاری
نوبتکار اتاق کنترل(اپراتور اتاق کنترل)	۳	انجام دو یا چند کار بطور همزمان زمان انجام کار (ریتم سیرکادین) کیفیت آموزش های موجود و تجربیات کاری
نوبتکار محوطه (اپراتور سایت)	۴	شرایط کار انجام دو یا چند کار بطور همزمان زمان انجام کار (ریتم سیر کادین)

در روش گسترده CREAM چون هر فاکتور CPCs دارای نمره‌ای متفاوت است و نیز هر یک از این فاکتورها می‌توان در ۴ عملکرد شناختی دسته‌بندی شوند، بنابراین دیگر نمی‌توان از فرمول روش اولیه‌ی CREAM استفاده نمود از اینرو این فرمول در روش گسترده CREAM به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CFPi = CFP.\times 10^{0.25PII}$$

مقدار CFP برابر با ارزش عددی هر یک از خطاهای شناختی از جدول شماره چهار برای هر یک از زیر وظیفه‌ها می‌باشد.



[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از مراحل مختلف روش CREAM ، از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) استفاده شد. در ابتدا، آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، درصد و فراوانی برای توصیف متغیرهای مورد بررسی از جمله شرایط عملکردی(CPCs)، سبک‌های کنترلی و انواع خطاهای شناختی به‌کار گرفته شد. سپس به منظور بررسی ارتباط میان شرایط عملکردی و سطوح کنترل شناختی، از آزمون همبستگی استفاده شد. بسته به نوع و توزیع داده‌ها، از آزمون همبستگی پیرسون (در صورت نرمال بودن داده‌ها) یا اسپیرمن (در صورت غیرنرمال بودن) بهره گرفته شد. همچنین، برای مقایسه میانگین احتمال خطای انسانی در وظایف مختلف اپراتوری، از آزمون‌های مقایسه‌ای مناسب نظیر آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) یا آزمون کروسکال-والیس (در صورت عدم نرمال بودن داده‌ها) استفاده گردید. تحلیل‌های آماری مذکور با سطح معناداری ۰/۰۵ انجام پذیرفت.

نتایج

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل جامع به روش توسعه‌یافته CREAM، شاخص عملکرد شناختی (Cognitive Performance Index) برای چهار وظیفه کلیدی در واحد احیاء مستقیم مورد ارزیابی قرار گرفت. مقدار این شاخص برای وظیفه «سرشیفت تولید» برابر با ۳/۸-، برای «نوبت‌کار ارشد اتاق کنترل» برابر با ۱/۸، برای «نوبت‌کار اتاق کنترل» برابر با ۴/۴، و برای «نوبت‌کار محوطه (اپراتور سایت)» برابر با ۲/۴ محاسبه شد. مقدار منفی شاخص عملکرد در وظیفه سرشیفت تولید حاکی از احتمال بالاتر بروز خطای شناختی و سطح عملکرد پایین‌تر نسبت به سایر وظایف است. این مقدار نشان می‌دهد که در این جایگاه شغلی ممکن است اختلالاتی در تصمیم‌گیری، هماهنگی وظایف، یا درک وضعیت‌های پیچیده عملیاتی وجود داشته باشد که می‌تواند ناشی از عواملی مانند بارکاری بالا، تعدد مسئولیت‌ها، یا ضعف در سیستم‌های حمایتی باشد.

در ادامه، با تحلیل سبک‌های کنترلی مورد استفاده توسط اپراتورها در این وظایف، مشخص شد که وظایف سرشیفت تولید و نوبت‌کار ارشد اتاق کنترل دارای سبک کنترلی "تاکتیکی (Tactical Control) "هستند. مقدار احتمال کلی خطای شناختی - (Total Cognitive Failure Probability CFPt) در این وظایف به ترتیب برابر با ۰/۰۰۰۱۷۷ و ۰/۰۰۹۹۵ محاسبه شد. این سبک کنترلی بیانگر آن است که تصمیم‌گیری‌ها در این جایگاه‌ها بر مبنای هدف‌های میان‌مدت، تجربه و شناخت نسبتاً بالا از شرایط کاری انجام می‌گیرد. در مقابل، وظایف نوبت‌کار اتاق کنترل و نوبت‌کار محوطه دارای سبک کنترلی "لحظه‌ای (Contextual Control) " هستند که با احتمال کلی خطای شناختی برابر با ۰/۰۱۷۷ نشان‌دهنده تصمیم‌گیری‌های آنی و متأثر از شرایط لحظه‌ای محیط هستند. این الگوی سبک کنترلی و میزان احتمال خطا با ماهیت وظایف و سطح مسئولیت‌های هر نقش شغلی مطابقت دارد.

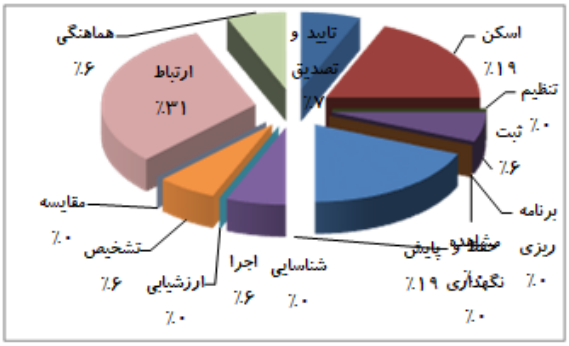
با این حال، نکته قابل تأمل در نتایج آن است که با وجود سطح بالای مسئولیت در وظیفه سرشیفت تولید، انتظار می‌رفت که سبک کنترلی در سطح "استراتژیک" باشد، چرا که این وظیفه نیازمند تصمیم‌گیری‌های کلان، پیش‌بینی وضعیت‌های آتی و مدیریت بحران‌هاست. کاهش سبک کنترلی از سطح استراتژیک به تاکتیکی می‌تواند هشداری نسبت به وجود کاستی‌هایی در سیستم‌های پشتیبانی، آموزش ناکافی، یا محدودیت‌های ساختاری در محیط کار باشد و ضرورت بازنگری در سیاست‌های مدیریت منابع انسانی، طراحی شغلی و ارتقاء قابلیت تصمیم‌سازی در این نقش را مطرح می‌سازد.

بررسی نمودارهای تحلیلی مربوط به هر چهار وظیفه (شکل‌های ۱ تا ۴) نشان داد که انواع خطاهای شناختی در سطوح مختلف زیروظایف قابل تفکیک بوده و برای هر وظیفه، الگوی مشخصی از توزیع خطاها و فعالیت‌های شناختی غالب وجود دارد. در وظیفه سرشیفت تولید، بیشترین خطا مربوط به مؤلفه «ارتباطات (Communication) «است که ۳۸٪ از کل خطاها را شامل می‌شود. این الگو در وظایف نوبت‌کار ارشد اتاق کنترل (با ۳۱٪ خطای ارتباطی) و نوبت‌کار محوطه (با ۳۳٪ خطای ارتباطی) نیز مشاهده شد و نشان‌دهنده آن است که فرآیندهای ارتباطی در سطح عملیاتی و مدیریتی یکی از گلوگاه‌های اصلی بروز خطای انسانی در واحد احیاء مستقیم هستند.

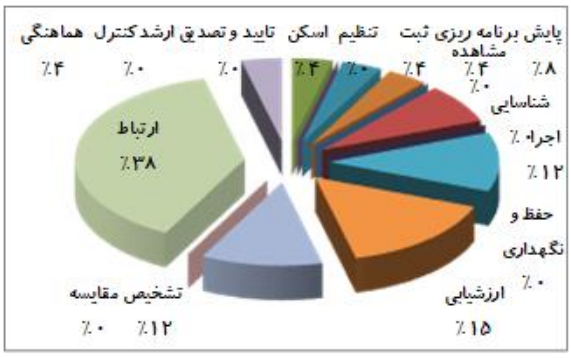
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

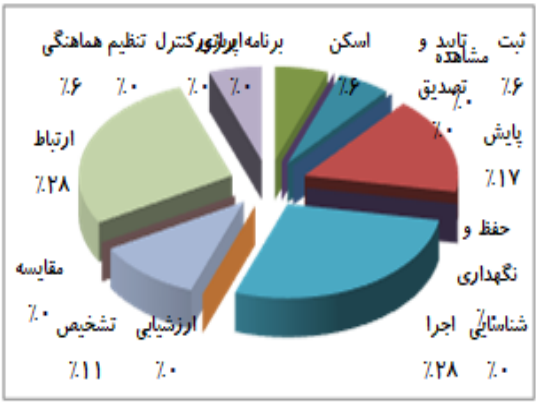
CC BY- NC 4.0



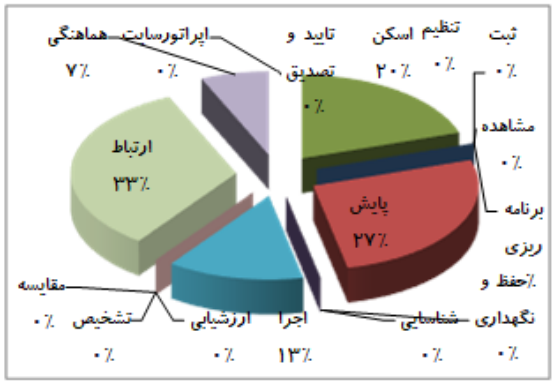
نمودار ۱: فعالیت های شناختی وظایف نوبتکار ارشد اتاق کنترل



نمودار ۲: فعالیت های شناختی وظایف سرشیفت تولید



نمودار ۳: فعالیت های شناختی وظایف نوبتکار اتاق کنترل



نمودار ۴: فعالیت های شناختی وظایف نوبتکارمحوطه(اپراتور سایت)

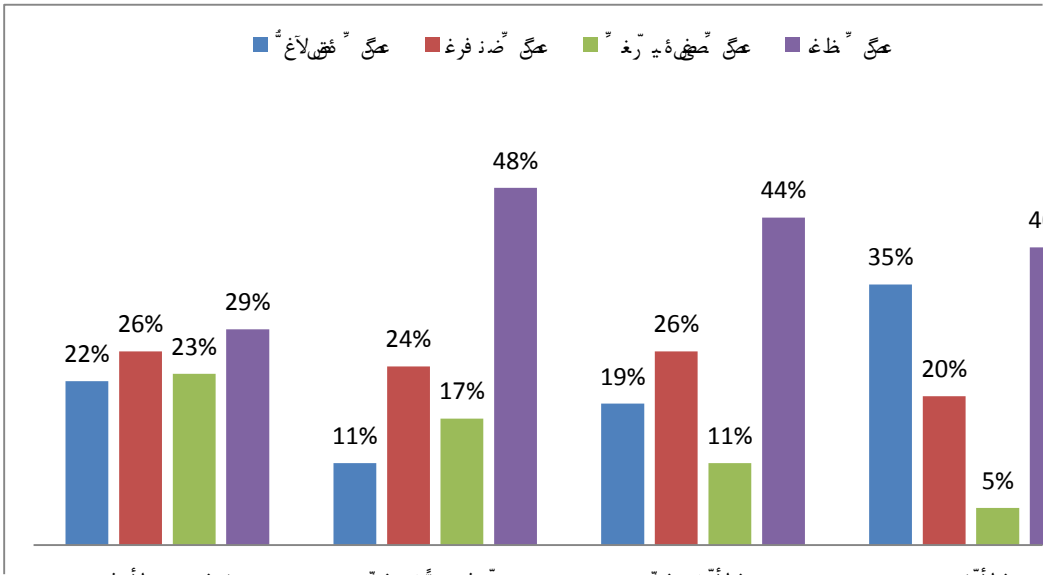
در وظیفه نوبت‌کار اتاق کنترل، خطاهای مربوط به اجرای دستورات و عملکردهای فیزیکی نیز به همان اندازه ارتباطات (هر کدام ۲۸٪) سهم دارند که نشان‌دهنده چالش‌های مرتبط با هماهنگی بین اقدامات فنی و درک پیام‌های ارتباطی در محیطی پیچیده و پرتنش است. این وضعیت می‌تواند ناشی از طراحی ضعیف رابط‌های کاربری سیستم کنترل، فشار زمانی در شرایط اضطراری، یا نبود بازخورد مؤثر در ساختارهای کنترلی باشد.

در بررسی عوامل مشترک زمینه‌ای (Common Performance Conditions - CPCs)در جدول شماره ۵، دو عامل بحرانی در سه وظیفه نوبت‌کار ارشد اتاق کنترل، نوبت‌کار اتاق کنترل و نوبت‌کار محوطه شناسایی شدند. این عوامل عبارتند از: «انجام همزمان چند وظیفه» و «ناهماهنگی زمانی وظایف با ریتم طبیعی بدن (سیرکادین)». این دو عامل تأثیر قابل‌توجهی بر افزایش بار شناختی، خستگی ذهنی و کاهش دقت اپراتورها دارند و به‌عنوان تهدیدهای مهم در بروز خطای شناختی شناخته می‌شوند.

بر اساس نتایج ارائه‌شده در نمودار شماره ۵، سهم خطاهای اجرایی (Execution Errors) در وظیفه نوبت‌کار ارشد اتاق کنترل برابر با ۴۸٪ و در وظیفه نوبت‌کار اتاق کنترل برابر با ۴۴٪ بود که این دو وظیفه بالاترین میزان خطای اجرایی را دارا هستند. این یافته مؤید آن است که ساختار این وظایف بیش از هر چیز مبتنی بر اقدام مستقیم، اجرای دستورالعمل‌ها و انجام واکنش‌های سریع نسبت به وضعیت‌های محیطی است. در مقابل، وظایف سرشیفت تولید و نوبت‌کار محوطه دارای سهم بیشتری از خطاهای مشاهده، تفسیر و تشخیص هستند که با نقش تصمیم‌گیری، ارزیابی اطلاعات و تحلیل وضعیت‌های پیچیده در این مشاغل همخوانی دارد. این تغییر در الگوی خطا با ارتقاء سطح سازمانی وظایف نشان‌دهنده آن است که مداخلات آموزشی باید متناسب با نوع خطای غالب طراحی شوند؛ به‌گونه‌ای که برای سطوح پایین‌تر، تمرکز بر مهارت‌های اجرایی و برای سطوح بالاتر، تمرکز بر توانایی‌های شناختی، تحلیلی و تصمیم‌سازی مد نظر قرار گیرد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]
[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0



نمودار ۵: درصد خطاهای تفکیک شده مربوط به هر وظیفه شغلی

جمع‌بندی کلی نتایج نشان می‌دهد که از میان کل خطاهای شناسایی‌شده، ۵۵٪ مربوط به خطاهای اجرایی، ۲۱٪ مربوط به خطاهای مشاهده (Observation Errors) ، ۱۹٪ مربوط به خطاهای تفسیر (Interpretation Errors) و ۵٪ مربوط به خطاهای برنامه‌ریزی (Planning Errors) بوده است. این توزیع بیانگر آن است که در محیط واحد احیاء مستقیم، بیشتر خطاها در مرحله «عمل» و «ارتباط» رخ می‌دهند، نه در مراحل ابتدایی پردازش اطلاعات.

همچنین فعالیت‌های شناختی غالب در این واحد به ترتیب شامل «ارتباط» با سهم ۳۴٪، «اجرا» با سهم ۱۵٪، «پایش» با سهم ۱۶٪، «اسکن محیطی» با سهم ۱۱٪ و «تشخیص» با سهم ۸٪ هستند. این یافته‌ها ضرورت مداخله در ارتقاء مهارت‌های ارتباطی، بهینه‌سازی دستورالعمل‌های کاری، باز طراحی نرم‌افزارهای اتاق کنترل با اصول ارگونومی شناختی، بهبود طراحی نوبت‌کاری متناسب با ریتم سیرکادین و برگزاری دوره‌های آموزشی هدفمند را بیش از پیش برجسته می‌سازند.

در نهایت، استفاده از روش CREAM به‌عنوان ابزاری کارآمد در تحلیل ریسک شناختی و تعیین عوامل مؤثر بر بروز خطاهای انسانی، بستری ارزشمند برای شناسایی دقیق شکاف‌های عملکردی فراهم می‌سازد و می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای برای طراحی اقدامات اصلاحی و ارتقاء ایمنی عملکرد سیستم مورد استفاده قرار گیرد. اجرای مداخلات مبتنی بر این تحلیل‌ها می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری، کاهش خطاهای پرهزینه و ارتقاء سطح ایمنی عملیاتی در واحدهای صنعتی حساس مانند احیاء مستقیم شود.

بحث

نتایج مطالعات متعددی نشان داده‌اند خطای انسانی عامل اصلی بروز حوادث به حساب می‌آید (۳۴) از این رو به منظور کاهش حوادث لازم است خطای انسانی در شرکت‌های بزرگ فولاد کنترل شود(۳۵) یکی از شناخته‌شده‌ترین روش‌های انسانی CREAM به حساب می‌آید(۳۶) که توسط اریک هلنیگر در سال ۱۹۹۸ ارائه گردیده است (۲۳) که به منظور تعیین سبک‌های کنترلی و احتمال کلی خطای شناختی با استفاده از روش اولیه CREAM در واحدهای کنترل صنعت فولاد انتخاب و انجام گردیده است. همانطور که از ماهیت وظیفه نوبتکار ارشد انتظار می‌رود، نوع سبک کنترلی آن تاکتیکی می‌باشد که نشان‌دهنده تخصیص مناسب وظایف کاری این وظیفه شغلی و نیز تسلط فرد مربوطه در جایگاه خویش است؛ اما با توجه به ماهیت کار انتظار می‌رود که سبک کنترلی برای وظیفه سرشیفت تولید، کنترل استراتژیک باشد. با توجه به عدد پایین احتمال کلی خطای شناختی برای این وظیفه می‌توان نتیجه گرفت که نوع سبک کنترلی برای این وظیفه به سبک کنترلی استراتژیک بسیار نزدیک بوده و قابل قبول می‌باشد و در مورد دو اپراتور کنترل و اپراتور سایت، مطابق با روش اولیه CREAM فاکتورهای CPCs مرتبط با کاهش اطمینان عملکرد شامل، انجام دو یا چند کار بطور همزمان، زمان انجام کار (ریتم

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]
[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

سیرکادین)، کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات کاری، توانمندی سازمان و شرایط کار است که منجر به بروز کنترل از نوع کنترل لحظه‌ای گردیدند از میان کل خطاهای شناسایی شده، بیشترین خطای شناختی برای چهار وظیفه آنالیز شده مربوط به "خطای اجرا" بوده که مهمترین فعالیت شناختی، فعالیت"ارتباط" می‌باشد. که توجه به تهیه و تدوین دستورالعمل‌های کاری، برگزاری دوره‌های آموزشی، برنامه نوبت کاری، بهینه‌سازی سیستم ارتباطی و ایجاد تغییرات لازم در نرم‌افزار کنترلی ضروری می‌باشد و همچنین با توجه به سهم خطای اجرا بین چهار وظیفه آنالیز شده مشاهده می‌گردد که، بیشترین وظیفه اپراتورهای نوبتکار و ارشد کنترل، اجرایی می‌باشد. این نتایج نشان‌دهنده این است که هر چه قدر به سمت سطوح مدیریتی بالا می‌رویم از سهم خطای اجرا (از مجموع خطاها) کاسته می‌شود. در حالی که سهم خطای تفسیر و مشاهده بیشتر می‌گردد، که با توجه به ماهیت وظایف، این نتایج عقلانی می‌باشد و مطالعه مظلومی و همکاران نشان داد با تجزیه و تحلیل فاکتورهای CPCs برای ۳ وظیفه آنالیز شده، ۳ فاکتور "انجام دو یا چند کار بطور همزمان"، "زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)" و "کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات کاری" مرتبط با کاهش قابلیت اطمینان عملکرد (و نوع سبک کنترل لحظه‌ای) می‌باشند(۲۵) و در مطالعه که دکتر محمد فام و همکاران با استفاده از تکنیک CREAM انجام دادند نشان داد بیشترین نوع سبک کنترلی برای وظایف بردمن از نوع استراتژیک و مابقی از نوع لحظه‌ای بود. براساس نتایج روش CREAM گسترده، از تعداد کل خطاهای شناسایی شده، خطای اجرا جزو بیشترین خطا بدست آمد(۳۶) و در مطالعه‌ای که توسط امین بابائی پویا و همکاران صورت گرفت بیشترین خطاهای شناختی شناسایی شده خطا در اجرا بود. بالاترین احتمال بروز خطا مربوط به وظیفه اصلی پایش و کنترل اپراتور و در زیر وظایف "انجام دو یا چند کار همزمان"،" زمان انجام کار " و " کیفیت آموزشها" شناسایی گردید که اعمال تغییرات لازم جهت کاهش در وظایفی که اپراتور مجبور به انجام دو یا چندکار بطورهمزمان است و توجه به برگزاری دوره‌های آموزشی، برنامه‌های نوبت‌کاری و تهیه دستورالعمل کاری مناسب ضروری به نظر می‌رسد (۳۷) که با نتایج مطالعه ما همخوانی دارند.

نتیجه گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که روش CREAM با رویکرد ارگونومی شناختی، ابزاری کارآمد برای تحلیل دقیق خطاهای انسانی در محیط‌های پیچیده و حساس مانند اتاق‌های کنترل صنعت فولاد می‌باشد. بیشترین سبک کنترلی در میان اپراتورها از نوع لحظه‌ای و تاکتیکی بوده و سهم عمده‌ای از خطاهای شناسایی‌شده به خطاهای اجرایی و ارتباطی اختصاص داشت. همچنین، شرایط عملکردی مانند انجام هم‌زمان چند وظیفه، نامنظم بودن شیفت کاری و کیفیت پایین آموزش‌ها نقش مهمی در کاهش قابلیت اطمینان عملکرد اپراتورها ایفا کردند.

بر اساس این نتایج، می‌توان گفت که بهبود شرایط عملکردی، بازطراحی سیستم‌های انسان-ماشین، ارتقای مهارت‌های ارتباطی و تدوین دستورالعمل‌های دقیق و کاربردی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش خطاهای انسانی و ارتقاء ایمنی عملیاتی داشته باشد. استفاده از روش CREAM به‌عنوان روشی ترکیبی از تحلیل کیفی و کمی، فرصت مناسبی برای شناسایی نقاط ضعف عملکردی و طراحی مداخلات هدفمند فراهم می‌سازد.

محدودیت‌های مطالعه

محدودیت‌های این مطالعه نیز باید مورد توجه قرار گیرند. یکی از محدودیت‌های مهم، اتکا به روش‌های کیفی و قضاوت خبرگان برای تعیین فاکتورهای CPCs و سبک‌های کنترلی بود که ممکن است با سوگیری ذهنی همراه باشد. همچنین، استفاده از روش CREAM به‌صورت دستی و نه نرم‌افزاری، امکان بروز خطاهای انسانی در محاسبات را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، انجام مطالعه تنها در یک شرکت فولاد و در بازه زمانی مشخص، موجب محدود شدن تعمیم‌پذیری نتایج به سایر صنایع یا بازه‌های زمانی دیگر می‌شود. نبود داده‌های کمی دقیق برای برخی از فاکتورها و همچنین دشواری در شناسایی و تحلیل دقیق خطاهای شناختی در شرایط واقعی محیط کار نیز از دیگر چالش‌های این تحقیق بود. علاوه بر این، همکاری محدود برخی از کارکنان در بیان صادقانه تجربیات و خطاهای خود می‌توانست بر دقت تحلیل‌ها تأثیر بگذارد. در نهایت، شرایط نوبت‌کاری و فشار کاری ممکن است بر پاسخ‌دهی صحیح افراد در زمان جمع‌آوری اطلاعات اثر منفی گذاشته باشد.

پیشنهادات

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، پیشنهاد می‌شود دوره‌های آموزشی هدفمند در زمینه مهارت‌های شناختی، تصمیم‌گیری و مدیریت هم‌زمان چند وظیفه برای

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]
[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

اپراتورهای اتاق کنترل طراحی و اجرا شود. همچنین، با توجه به تأثیر منفی شیفت‌کاری نامنظم بر عملکرد شناختی، بازنگری در برنامه‌ریزی نوبت‌کاری به نحوی که با ریتم طبیعی بدن (سیرکادین) هماهنگ باشد، ضروری به نظر می‌رسد. بهینه‌سازی سیستم‌های انسان–ماشین و طراحی رابط‌های کاربری با رعایت اصول ارگونومی شناختی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش خطاهای انسانی داشته باشد. استفاده از راهنماهای تصویری، چک‌لیست‌ها و دستورالعمل‌های شفاف و مرحله‌ای نیز می‌تواند احتمال خطاهای اجرایی را کاهش دهد. علاوه بر این، توسعه فضای همکاری و تعامل مؤثر بین اپراتورها و سرپرستان، برگزاری جلسات هماهنگی منظم و ایجاد محیط‌های تیم‌محور می‌تواند زمینه‌ساز بهبود عملکرد شناختی کارکنان باشد. استفاده از نرم‌افزارهای تحلیل خطای انسانی بر پایه روش CREAM نیز به‌عنوان ابزاری برای افزایش دقت تحلیل‌ها و تسهیل فرآیند ارزیابی توصیه می‌شود. در نهایت، انجام مطالعات مشابه در سایر صنایع حیاتی همچون پتروشیمی، نیروگاه‌ها و صنایع دارویی می‌تواند به توسعه دانش در زمینه خطای انسانی و ارائه راهکارهای کاربردی در شرایط واقعی‌تر کمک کند.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از کلیه مسئولان و کارکنان واحد احیای مستقیم صنعت فولاد مورد مطالعه که با صبوری و همکاری صادقانه، امکان انجام این تحقیق را فراهم نمودند، صمیمانه سپاسگزاری می‌نماییم.

تعارض در منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض در منافع علمی، مالی، شخصی یا سازمانی در ارتباط با انجام این مطالعه وجود ندارد.

حامی مالی

این مطالعه بدون دریافت حمایت مالی مستقیم از نهادها یا سازمان‌های دولتی یا خصوصی انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه با کد اخلاق IR.SSU.REC.1399.275 توسط کمیته اخلاق دانشگاه علم و هنر یزد تأیید شده است. تمامی مراحل پژوهش مطابق با اصول اخلاقی در پژوهش‌ها انجام شده و رضایت آگاهانه دریافت گردیده است.

مشارکت نویسندگان

این مطالعه بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علم و هنر یزد می‌باشد. کد مصوب این طرح IR.SSU.REC.1399.275 هست و تمامی نویسندگان در طراحی، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته‌اند.

References

1. Shah IA, Mishra S. Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: an encapsulation of developments. Journal of Occupational Health. 2024;66(1):uiad017.
2. Liu W, Feng Z, Hu Y, Luo X. Study on the measurement of the level of construction occupational health and safety management in prefabricated building: a case study of a practical training building. Engineering, Construction and Architectural Management. 2025.
3. Chowdhury MN, Shafi S, Arzaman M, Farhan A, Teoh BA, Kadhim KA, et al. Navigating Human Factors in Maritime Safety: A Review of Risks and Improvements in Engine Rooms of Ocean-Going Vessels. International Journal of Safety & Security Engineering. 2024;14:(1)
4. Rafieyan A, Sarvari H, Beer M, Chan DW. Determining the effective factors leading to incidence of human error accidents in industrial parks construction projects: Results of a fuzzy Delphi survey. International Journal of Construction Management. 2024;24(7):748-60.
5. Wang H, Wei L, Wang K, Duo Y, Chen C, Zhang S ,et al. Exploring human factors of major chemical accidents in China: Evidence from 160 accidents during 2011–2022. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2024;89:105279.
6. Lázaro FL, Nogueira RP, Melicio R, Valério D, Santos LF. Human factors as predictor of fatalities in aviation accidents: a neural network analysis. Applied Sciences. 2024;14(2):640.
7. Zohorsky PJ. Human Error in Commercial Fishing Vessel Accidents: An Investigation Using the Human Factors Analysis and Classification System: Old Dominion University; 2020.
8. Sun W, Wang Q, Zhou Y, Wu J. Material and energy flows of the iron and steel industry: Status quo, challenges and perspectives. Applied Energy. 2020;268:114946.
9. Amazu CW, Abbas AN, Demichela M, Fissore D. Decision making for process control management in control rooms: A survey methodology and initial findings. 2023.
10. Mietkiewicz J, Abbas AN, Amazu CW, Baldissone G, Madsen AL, Demichela M, et al. Enhancing control room

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

operator decision making. Processes. 2024.۳۲۸:(۲)۱۲;
11. Ade N, Peres SC. A review of human reliability assessment methods for proposed application in quantitative risk analysis of offshore industries. International Journal of Industrial Ergonomics. 2022;87:103238.
12. Lee D, Kim H, Koo K, Kwon S. Human reliability analysis for fishing vessels in korea using cognitive reliability and error analysis method (CREAM). Sustainability. 2024;16(9):3780.
13. Griffin MA, Neal A. Perceptions of safety at work: a framework for linking safety climate to safety performance, knowledge, and motivation. Journal of occupational health psychology. 2000;5(3):347.
14. Pouya AB, Habibi E. using CREAM techniques for investigating human error with cognative ergonomics approach in the control room of cement industry. IJBPAS. 2015;4(3):1480-4.
15. Torres Medina Y, Nadeau S, Landau K. Application of human errors analysis in manufacturing: A proposed intervention framework and techniques selection. 2019.
16. Kletz T. An engineer's view of human error: Routledge; 2018.
17. Hendrick HW, Kleiner B. Macroergonomics: theory, methods, and applications: CRC Press; 2016.
18. Meshkati N. Human factors in large-scale technological systems' accidents: Three Mile Island, Bhopal, Chernobyl. Industrial Crisis Quarterly. 1991;5(2):133-5.٤
19. Dhillon BS. Human reliability, error, and human factors in engineering maintenance: with reference to aviation and power generation: CRC Press; 2009.
20. Harris D, Stanton NA, Marshall A, Young MS, Demagalski J, Salmon P. Using SHERPA to predict design-induced error on the flight deck. Aerospace science and technology. 2005;9(6):525-32.
21. Rasouli kahaki Z, Tahernejad S, Rasekh R, Jahangiri M. Evaluation of Human Reliability in Steel Industry Using SPAR-H and CREAM Techniques. Pakistan Journal of Medical and Health Sciences. 2018;12(2):901-5.
22. Sun Z, Li Z, Gong E, Xie H. Estimating human error probability using a modified CREAM. Reliability Engineering & System Safety. 2012;100:28-32.
23. Hollnagel E. Human reliability analysis: Context and control: Academic press London; 1993.
24. Liao P-C, Luo X, Wang T, Su Y. The mechanism of how design failures cause unsafe behavior: the cognitive reliability and error analysis method (CREAM). Procedia Engineering. 2016;145:715-22.
25. 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.(٤)٨;٢٠١١ .
26. Hollnagel E. Cognitive reliability and error analysis method (CREAM): Elsevier; 1998.
27. Konstandinidou M, Nivolianitou Z, Kiranoudis C, Markatos N. A fuzzy modeling application of CREAM methodology for human reliability analysis. Reliability Engineering & System Safety. 2006;91(6):706-16.
28. Widiyastuti ZF, Anis IM. Analisis Pengelolaan Air Limbah Industri Batik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan Pendekatan Ergonomi Makro (Studi Kasus: Kampung Batik Laweyan): Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2018.
29. Robertson MM, Kleiner BM, O'Neill MJ. Macroergonomic methods: assessing work system processes. Macroergonomics: theory, methods, and applications Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates. 2002:67-96.
30. Annett J. Hierarchical task analysis. Handbook of cognitive task design: CRC Press; 2003. p. 41-60.
31. Corbett M, O'Connor P, Byrne D, Thornton M, Keogh I. Identifying and reducing risks in functional endoscopic sinus surgery through a hierarchical task analysis. Laryngoscope Investigative Otolaryngology. 2019;4(1):5-12.
32. He X, Wang Y, Shen Z, Huang X. A simplified CREAM prospective quantification process and its application. Reliability Engineering & System Safety. 2008;93(2):298-306.
33. Zhang S, He W, Chen D, Chu J, Fan H. A DYNAMIC HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT APPROACH FOR MANNED SUBMERSIBLES USING PMV-CREAM. International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering. 2019.
34. Karimie S, Mohammadfam I, Mirzaei Aliabadi M. Human Errors Assessment in the one of the control rooms of a petrochemical industrial company using the extended CREAM method and BN. J Health Saf Work 2019; 9 (2) :105-112.
35. 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):3.٨١
36. Karimie S, Mirzaei Aliabadie M, Mohammadfam I. Human Errors Assessment for Board Man in a Control Room of Petrochemical Industrial Companies using the extended CREAM method. Journal of Health in the Field. 2018;6(1):28-35.
37. Pouya Babaei A, Habibi E. Study of human error by using the CREAM technique in the cement industry control room. 9th National congress occupational health and safety.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

CC BY- NC 4.0

Human error analysis in the staff of the metal control room industry by CREAM Cognitive Approach

Lotfi Y [1], Hobobati H[2], Halvani GH[3], Sadri Esfahani A[4], Soltani R[5], Rostami M [6], Anoosheh VS [*7]

[1] MSc. Student in Industrial Safety, Department of Industrial Engineering, University of Science and Art, Yazd, Iran
[2] Medical Faculty, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd , Iran
[3] Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[4] Department of Industrial Engineering, University of Science and Art, Yazd, Iran
[5] Industrial Diseases Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[6] Department of Languages and Literature, Yazd University, Yazd, Iran
[7] Department of ergonomics, school of Health, student research committee, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz

Abstract

Introduction: The CREAM method is a technique for estimating human error and conducting reliability analyses, which can be utilized to assess the level of control over operator errors in the workplace.

Materials & Methods: The present study was a descriptive-analytic case study. The Analytic Hierarchy Process (HTA) was first applied to eamine the job duties, and subsequently, using finding from the original CREAM method, the control approach for the production header, the senior control operator, tactical control, and control operator, and the operator at the real-ime control site were calculated.

Results: The results obtained from the original CREAM approach indicated that the control style for the production headquarter tasks, the senior operator of the control, tactical control and the site control operator employed the instantaneous type. For the analysis of the four jobs, the most frequently errors pertained to runtime, interpretation, planning, and visual errors, respectively.

Conclusion: According to the expectations, the task of senior control and production header is a controlling type and in two other cases, parameters such as concurrent work, time of work performance and quality of training have caused instantaneous control. Finally, the primary cognitive error for the four analyzed tasks pertains to the "runtime error", while the key cognitive function linked to the control process in the control room is the action of "communication".

Key words: CREAM, Human error estimation, Human reliability analysis.

This paper should be cited as:
Lotfi Y, Hobobati H, Halvani GH, Sadri Esfahani A, Soltani R, Rostami M, Anoosheh VS. ***Human error analysis in the staff of the metal control room industry by CREAM Cognitive Approach.*** Occupational Medicine Quarterly Journal. 2025:17(2): 69-84.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i2.19121]

[*] ***Corresponding Author:***
Tel:+98 3538227341
Email: anooshehvida@gmail.com
Received: 27.12.2024 ***Accepted: 19.05.2025***

CC BY- NC 4.0