مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی
دوره ۸ شماره ٤ زمستان ۱۳۸۹ ، صفحات :۳۰ -۱۵

مطالعه خطاهای انسانی در یکی از اتاق های کنترل صنایع پتروشیمی توسط تکنیک CREAM با رویکرد ارگونومی شناختی

عادل مظلومی: استادیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
مصطفی حمزئیان زیارانی: دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
نویسنده رابط: M.hamzeiyan@gmail.com
اصغر دادخواه: استاد، گروه روانشناسی بالینی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
مهدی جهانگیری: دانشجوی دوره دکترا، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
مریم مقصودی پور: استادیار، گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
پریسا محدثی: کارشناس، واحد HSE شرکت پتروشیمی بوعلی سینا، ماهشهر، ایران
مهدی قاسمی: کارشناس ارشد ، واحد HSE صنایع دریایی، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/٦/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۹/۳۰

چکیده

زمینه و هدف : امروزه در بسیاری از محیط‌های شغلی نظیر صنایع هسته‌ای، نظامی و شیمیایی بروز یک خطای انسانی می‌تواند به حادثه‌ای فاجعه‌بار منتهی شود. ویژگی عمومی سامانه‌های بزرگ فن آوری این است که مقادیر عظیمی از مواد بالقوه خطرناک در یک واحد متمرکز هستند و توسط چند کاربر ، کنترل می‌شوند. اتاق کنترل به عنوان قلب تپنده یک سامانه می‌باشد و هر گونه خطا در وظایف کاربرها می‌تواند پیامدهای جبران ناپذیری را به همراه داشته باشد. بنابراین، مطالعه‌ی حاضر با هدف شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی در اتاق کنترل یکی از صنایع پتروشیمی با استفاده از روش Cognitive Reliability Error Analysis Method (CREAM) به انجام رسید.

روش‌کار: مطالعه حاضر، یک مطالعه مورد پژوهی توصیفی- تحلیلی می باشد که در اتاق کنترل یکی از صنایع پتروشیمی که دارای ۳۹ نفر شاغل می‌باشد، اجرا گردید. در ابتدا با روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (HTA) وظایف شغلی تحلیل گشته و سپس با استفاده از روش اولیه و گسترده CREAM، کنترل‌های محتمل کاربر و خطاهای احتمالی شناختی برای وظایف شغلی تحلیل شده تعیین گردید.

نتایج : بر اساس نتایج روش اولیه CREAM، برای وظایف اقدام، بردمن و سرپرست نوبت کارنوبت کار، نوع سبک کنترلی لحظه‌ای و برای وظیفه نوبت کار ارشد اتاق کنترل، نوع سبک کنترلی تاکتیکی تعیین گردید و بر اساس نتایج روش گسترده CREAM، از تعداد کل خطاهای شناسایی شده، خطای اجرا (۵۱/۷۰ ٪)، خطای تفسیر (۱۹/۵۵٪)، خطای برنامه‌ریزی (۱٤/۹٤٪) و خطای مشاهده (۱۳/۸۱ ٪) بدست آمد.

نتیجه‌گیری: مطابق با روش اولیه CREAM عواملی CPCs مرتبط با کاهش اطمینان عملکرد شامل، انجام دو یا چند کار بطور همزمان، زمان انجام کار (ریتم سیرکادین) و کیفیت آموزشهای موجود و تجربیات کاری می باشد که باعث ایجاد سبک کنترلی لحظه‌ای می‌گردد. و مطابق با روش گسترده CREAM بیشترین خطاهای شناختی شامل خطای اجرا و مهمترین فعالیت‌های شناختی مرتبط با فرایند کنترلی در این اتاق کنترل، فعالیت ارتباط، اجرا، تشخیص، پایش و برنامه‌ریزی بوده که توجه به تهیه و تدوین دستورالعمل‌های کاری، برگزاری دوره‌های آموزشی، برنامه نوبت کاری، بهینه سازی سامانه ارتباطی و ایجاد تغییرات لازم در نرم‌افزار کنترلی ضروری می‌باشد.

واژگان کلیدی: خطای انسانی، قابلیت اطمینان عملکرد، اتاق کنترل، تکنیک CREAM، صنایع پتروشیمی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

مقدمه

مطالعات انجام شده در زمینه‌ی حوادث صنعتی نشان داده است که عامل انسانی مهم‌ترین و اصلی‌ترین نقش را در بروز حوادث دارد؛ به طوری که آمار نشان داده که عامل بیش از ۸۰ درصد حوادث در صنایع شیمیایی و پتروشیمی اشتباه و خطای انسانی می باشد. همچنین تجزیه و تحلیل ۲۰۰۰ حادثه در استرالیا سهم عامل خطای انسانی را ۸۳ درصد نشان داده است و نیز یک بررسی انجام شده توسط دانشگاه فنی برلین (Universität Technische (UBT) Berlin) نشان داد که ٦٤ درصد از کل حوادث ناشی از قصور انسانی می باشد. فاجعه ی شهر تگزاس (Texas Disaster City (1947))، بوپال (Bhopal (1984))، پایپر آلفا (Piper Alpha (1988)) و آتش سوزی پالایشگاه تکزاکو (Texaco refinery fire (1994)) نشان داده است که همه این حوادث بصورت مستقیم یا غیر مستقیم ناشی از خطای انسانی می باشند (Kariuki and Lowe 2007; Mallett 2001).

ویژگی عمومی سامانه های بزرگ فن آوری مانند صنایع نفت و پتروشیمی این است که مقادیر عظیمی از مواد بالقوه خطرناک در یک واحد متمرکز هستند و توسط چند کاربر کنترل می شود. حوادث در این واحد ها نه فقط تهدیدی برای تجهیزات و آنهایی که در داخل واحد مشغول به کار هستند، بلکه به جهت عواقب و اثرات آن بر نواحی مجاور و حتی کشور های همسایه از اهمیت بالایی برخوردار است (Stanton and Salmon 2005). با توجه به این امر که در صنعت نفت و پتروشیمی در ایران و اکثر نقاط دنیا وظیفه حساس کنترل فرایند به طور مداوم توسط کاربر ها و مسوولان اتاق کنترل صورت می گیرد اهمیت و توجه هر چه بیشتر به موضوع خطاهای انسانی را می طلبد.

روش های ارزیابی قابلیت اطمینان انسان Human Reliability Assessment (HRA) ، برای ارزیابی خطر در اوایل دهه سال های ۱۹۷۰ پا به عرصه وجود گذاشته اند. روش های ارزیابی قابلیت اطمینان انسانی تا قبل از مقاله منتقدانه آقای دوک هرتی (Dogherty 1990) به عنوان روش های نسل اول و بعد از آن به عنوان روش های نسل دوم فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان انسان (HRA) نام گذاری شده اند. از جمله روش های نسل دوم می توان به روش تجزیه و تحلیل رخدادهای انسانی ATHEANA، روش تجزیه و تحلیل درخت تشخیص نابجا MDTA و روش ارزیابی و جستجوی خطای ارتکابی CESA اشاره کرد. تمرکز اصلی روش های نسل دوم فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان انسان بر روی خطاهای اولیه انسانی می باشد (Hollnagel 1998; Pham 2009; Reer 2008; Kim 2000) .

روش تجزیه و تحلیل خطا با تاکید بر قابلیت اطمینان شناختی انسان(CREAM) توسط اریک هلنیگل (Hollnagel) در سال ۱۹۹۸ ارائه گردیده است. این روش جزو تکنیک های نسل دوم فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان انسان (HRA) بوده، از یک پشتوانه نظری مشروح و از ویژگی تمرکز بر روی زمینه های شناختی رفتار انسانی برخوردار می باشد. از مهمترین مزیت های CREAM نسبت به دیگر تکنیک های ارزیابی خطای انسانی می توان به ساختار نظام مند این روش برای تعریف و کمی سازی خطاهای انسانی هم به صورت آینده نگر (پیش بینی خطای انسانی) و هم به صورت گذشته نگر(تجزیه و تحلیل رخدادها)، رویه های طبقه بندی شده (Classification Scheme)، مدل کنترلی شناختی بر حسب موقعیت(Contextual Control Model of Cognition) و تعریف علت خطای های انسانی بر پایه عوامل مرتبط با انسان، فن آوری و سازمان یا همان مدل MTO (Man-Technology-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

Organization) را نـام بـرد (Hollnagel 1998; Salmon et al. 2005; Wilpert 1999; Myrto Konstandinidou et al. 2006; He et al. 2008).

با توجه به این امر که در صنعت نفت و پتروشـیمی در ایران و اکثر نقاط دنیا وظیفه حساس کنترل فراینـد بـه طـور مداوم توسط کـاربر هـا و مـسوولان اتـاق کنتـرل صـورت می گیرد اهمیت و توجه هر چه بیشتر به موضـوع خطاهـای انسانی را می طلبد. لذا در این راستا هـدف از ایـن مطالعـه، شناسایی و تجزیه و تحلیـل خطاهـای انـسانی بـا رویکـرد ارگونومی شناختی و با استفاده از روش CREAM در اتاق کنترل واحد آروماتیک یکی از صنایع پتروشیمی و ارائه راه-کارهای کنترلی مناسب برای پیشگیری و کاهش خطا در آن صنعت می باشد.

روش کار

مطالعه حاضر یک مطالعه مورد پژوهی از نوع توصـیفی – تحلیلـی مـی باشـد. در ایـن مطالعـه اتـاق کنتـرل واحـد آروماتیک به عنوان محل اجرای بررسی انتخـاب گردیـد. در این واحد مجموعا ۳۹ نفر در مشاغل رئیس واحد، نوبت کار ارشد (معاون)، سرپرست نوبت کار، نوبت کار اتـاق کنتـرل (بردمن) و کاربر محوطه (سایت‌من) مشغول بکارند. بعـد از بازدید، مصاحبه بـا بـردمن، ارشـد شـیفت و رئـیس واحـد آروماتیک و تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده، وظـایف اقدام، نوبت کار ارشد اتاق کنترل (Head Control (H.C ، سرپرست نوبت کار اتاق کنتـرل (Shift Control (S.C و بردمن(Board Man (B.M به دلیل درگیری بیـشتر در کنترل فرایند واحد آروماتیک و نیز به دلایلی چون پیچیدگی وظیفه، استرس، خستگی و فشارهای وارده بر کاربرهای اتاق کنترل جهت تجزیه و تحلیل و مطالعه خطاهـای انـسانی بـا استفاده از روش CREAM انتخاب و به شـرح ۲ مرحلـه ذیل (شکل۱) انجام گردید :

گام ۱ – انجام تجزیه و تحلیل خطا با استفاده از روش اولیـه Basic Method-CREAM:

۱-۱ تجزیـــه و تحلیـــل وظـــایف شـــغلی بـــه روش Hierarchical Task Analysis (HTA): این فراینـد بـا تجزیه و تحلیل فعالیتهای اجرایی شـروع مـی‌شـود کـه بـرای اینکار از روش HTA استفاده می شود. این تکنیـک در سـال ۱۹۷۱ توسط آنت (Annett)مطرح و سـپس توسـط سـایرین توسعه پیدا کرد، این تکنیک بر روی درک افراد از شغل بـرای دستیابی به اهداف که می‌توانـد ناشـی از اجـرای برنامـه‌هـای عملیاتی یا طرح و دستورالعمل‌هایی که برای رسیدن به اهداف تدوین شده‌اند، تکیه دارد. سـاختار تجزیـه و تحلیـل سلـسله مراتبی به گونه‌ای است که شغل مـورد نظـر را بـه جزییـات و مرتبه های لازم برای انجام آن فعالیت تجزیه می‌سازد. در واقع کار تجزیه و تحلیل به اینگونه آغاز می‌شود که هدف نهایی در نظر گرفته شده و جهت دست یابی بـه آن هـدف، وظیفـه بـه جزءهـای کـوچکتر تقـسیم مـی‌شـود(Lane et al. 2006; Shepherd 2001).

۱-۲ ارزیـابی شـرایط کـاری اثـر گـذار بـر عملکـرد کـاربر Common Performance Conditions (CPCs): بعـد از تجزیه وتحلیل وظایف شغلی، در این مرحله ویژگیهای کلی هر وظیفه و شرایط کاری اثر گذار بر عملکرد کاربر با اسـتفاده از جدول CPCs (جدول۱) ارائه شـده در روش CREAM مـورد ارزیـابی قـرار گرفتـه و شـرایطی را کـه باعـث بهبـود (Improved) و یا کـاهش (Reduced) عملکـرد و یـا بـی تـاثیر (Not Significant) درعملکـرد هـستند را تعیـین، و تعداد کل آنها برای هر وظیفه محاسبه می شوند. شرایط کاری اثر گذار بر عملکرد کاربر، ساختار پایه‌ای مناسـب و جـامع از ویژگی‌های شرایط کاری است که تحت آن عملکردهای مورد انتظار انجام می‌شوند و احتمال وقوع خطا را تحت تـاثیر قـرار می‌دهند (Hollnagel 1998; He et al. 2008).

۱-۳ تعیین کنترل های محتمل کـاربر در شـرایط مـذکور تعیـین احتمـال خطـای کلـی Cognitive Failure

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

Probability total (CFPt) : در این مرحله تعداد کل فعالیت هائی که باعث بهبود عملکرد می شوند از تعداد کل فعالیت هائی که باعث کاهش عملکرد می شوند کسر شده (β = ∑R - ∑I)و از عدد بدست آمده مطابق با شکل۲ برای تعیین کنترل های محتمل کاربر در شرایط مذکور و از فرمول زیر برای تعیین احتمال خطای کلی استفاده می شود (Hollnagel 1998; He et al. 2008).

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

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

۲-۱ ارایه ی نیازهای شناختی متناسب با هر یک از وظایف شغلی: در این مرحله نیازهای شناختی متناسب با هر یک از زیر وظیفه ها شغلی با استفاده از جدول.۲ به منظور ایجاد یک شناسنامه ی شناختی (Cognitive demands) و تعیین خصوصیات شناختی و احتمال خطای شناختی مورد نیاز برای هر یک از وظایف شغلی، تعیین می شوند (Hollnagel 1998; He et al. 2008).

۲-۲ شناسایی خطاهای شناختی احتمالی برای هر یک از وظایف شغلی : بعد از تعیین نیازهای شناختی متناسب با هر یک از وظایف شغلی، خطاهای شناختی احتمالی (جدول۳) برای هر یک از وظایف شغلی در ٤ دسته مشاهده (Observation)، تفسیر (Interpretation)، برنامه ریزی (Planning) و اجرا (Execution) و نمرات مربوط به هر کدام تعیین می شود (Hollnagel 1998; He et al. 2008).

۲-۳ برآوردکمی احتمال خطای شناختی Cognitive Failure Probability (CFPi): در این مرحله با توجه به امتیازات به دست آمده از مراحل قبل و با استفاده از فرمول زیر ابتدا احتمال خطای شناختی برای هر یک از زیر وظیفه ها (i) تعیین می گردد (Hollnagel 1998; He et. al. 2008).

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

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

- Pi برابر است با نمرات مربوط به هر یک از فاکتور CPCi
- i=۱-۹ تعداد عوامل CPCs
- PII برابر با مجموع امتیازات CPCi

نتایج

در این بخش به علت زیاد بودن نمودارهای H.T.A، یک نمونه از نمودار H.T.A و جدول تحلیل عواملی CPCsمربوط به وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل آورده شده و در ادامه نتایج مربوط به روش اولیه CREAM ارائه می گردد (نمودار.۱)(جداول٤،٥).

همانطور که در جدول ٥ مشاهده می شود برای دو وظیفه شغلی "اقدام" و " نوبت کار اتاق کنترل B.M"، احتمال کلی خطای شناختی (CFPt) برابر با ۰/۰۳۱۵ و نوع سبک کنترلی، کنترل لحظه ای بدست آمد. این مقدار برای وظیفه " سرپرست نوبت کار اتاق کنترل S.C"، برابر با ۰/۰۱۷۷ و نوع سبک کنترلی نیز کنترل لحظه ای و برای وظیفه "نوبت کار ارشد اتاق کنترل H.C"، برابر با ۰/۰۰۹۹ و نوع سبک کنترلی، کنترل تاکتیکی حاصل گردید.

به همین ترتیب برای نتایج مربوط به روش گسترده CREAM، به عنوان نمونه جدول تحلیل کمی خطای شناختی و نمودار فعالیت‌های شناختی مربوط به وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل ارائه می گردد و در ادامه از نمودار برای نشان دادن یک نمای کلی از فعالیت‌های شناختی مرتبط با ٤ وظیفه شغلی تحلیل شده استفاده می شود (جدول-٦) (نمودارهای۲و۳).

از کل خطاهای شناسایی شده برای ٤ وظیفه شغلی تحلیل شده، ٥١/٧٠ ٪ مربوط به خطای اجرا، ١٩/٥٥ ٪ خطای تفسیر، ١٤/٩٤٪ خطای برنامه ریزی و ١٣/٨١ ٪ مربوط به خطای مشاهده است. با بررسی پروفایل نیازهای شناختی برای وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل برای نمونه (نمودار۲)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

بیشترین درصد فعالیت های شناختی مرتبط با انجام این وظیفه به ترتیب شامل: فعالیت ارتباط (۳۹/۲۸٪)، فعالیت ارزشیابی (۱٤/۲۸ ٪)، فعالیت اجرا (۱۰/۷۲٪)، فعالیت تشخیص (۱۰/۷۲٪)،فعالیت پایش (۷/۱٤٪)، فعالیت هماهنگی (۷/۱٤٪)، فعالیت ثبت (۳/۵۷ ٪)، فعالیت برنامه-ریزی (۳/۵۷ ٪) و فعالیت اسکن (۳/۵۷ ٪) می باشد.

بحث

"روش تجزیه و تحلیل خطا با تاکید قابلیت اطمینان شناختی انسان CREAM" که توسط اریک هلنیگر در سال ۱۹۹۸ ارایه گردیده جزتکنیک های نسل دوم فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان انسان، با داشتن یک پشتوانه نظری مشروح و تمرکز بر روی زمینه های شناختی رفتار انسانی می باشد (Hollnagel 1998; He et al. 2008)، که به منظور تعیین سبک‌های کنترلی و احتمال کلی خطای شناختی و نیز تعیین پروفایل نیازهای شناختی به منظور بررسی ریشه‌ای علل وقوع خطاهای شناختی در اتاق کنترل یکی از صنایع پتروشیمی انجام گردیده است. در این راستا روش CREAM، روشی منسجم و حساس به شناسایی خطاهای شناختی در اتاق کنترل می باشد.

در بخش نخست (روش اولیه)، هدف افزایش قابلیت اطمینان عملکرد (وکاهش احتمال کلی خطای شناختی) است که برای این منظور باید نوع سبک کنترلی، از نوع کنترل لحظه ای به سمت کنترل استراتژیک حرکت کند (Hollnagel 1998). گریگر ویکستراند (Wikstrand 1999)، از تکنیک CREAM برای تحلیل تصادف قطار بین شهرهای سوئدی Eksjö و Nässjö که در سال ۱۹۹٦ اتفاق افتاده بود استفاده کردند. برای شروع تحلیل از شرایط کاری اثر گذار بر عملکرد کاربر (CPCs) استفاده شد و نوع سبک های کنترلی، سبک کنترلی لحظه‌ای و اتفاقی بدست آمدکه بعد از تجزیه و تحلیل حادثه، از علت های مرتبط با این تصادف به زمان ناکافی برای سفر، پی نبردن به اشتباهات توسط راننده و سوزن بان، کنترل کیفی ناکافی و مشکلات مدیریت اشاره شده است (Wikstrand 1999). در این پژوهش، با تجزیه و تحلیل عوامل CPCs برای ٤ وظیفه تحلیل شده، نشان داد که ۳ فاکتور "انجام دو یا چند کار بطور همزمان"، "زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)" و "کیفیت آموزش های موجود و تجربیات کاری" مرتبط با کاهش اطمینان عملکرد می باشد. با بررسی‌های انجام شده در این شرکت پتروشیمی ، استفاده از دستورالعمل‌های از قبل تهیه شده برای شرایط اضطراری، لزوم توجه به برنامه نوبت کاری و محتوای برنامه‌های آموزشی جهت بهبود ۳ فاکتور CPCs و در نتیجه افزایش قابلیت اطمینان عملکرد تاثیر گذار است.

با بررسی پروفایل نیازهای شناختی برای ٤ وظیفه شغلی تحلیل شده (نمودار۳) مشخص می‌شود که بیشترین فعالیت-های شناختی مرتبط با اتاق کنترل به ترتیب شامل: فعالیت‌های ارتباط، اجرا، پایش، تشخیص، برنامه‌ریزی، هماهنگی، ارزشیابی، تایید و تصدیق، اسکن و ثبت است. این نتایج با نتایج پژوهش میرتو و همکاران در سال ۲۰۰٦، که یک مطالعه پایلوت به منظور محاسبه احتمال فعالیت های اشتباه برای وظایف تعمیر و نگهداری، کاربرهای اتاق کنترل در صنایع شیمیایی با استفاده از سامانه های طبقه بندی شده فازی (Fuzzy classification system) بر پایه روش شناسی تکنیک CREAM انجام گرفت، می‌باشد (Myrtokonstandinidou et al. 2006). برای نمونه، فعالیت ارتباط عبارت است از تبادل اطلاعات مورد نیاز برای عملیات سامانه بین افراد به صورت کلامی، مکانیکی و یا الکتریکی (Hollnagel 1998) . با بررسی های انجام شده در این اتاق کنترل، پرکاربردترین سامانه ی ارتباطی مورد استفاده بی سیم بوده که طی حضور در این اتاق کنترل و مشاهده نحوه ارتباط، دو نکته مهم درباره آن باید مورد توجه قرار گیرد. اول این که کیفیت صدای این نوع بی سیم ها مطلوب نبوده و در مواردی مشاهده شد که فرد خواستار تکرار

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

مطلب بیان شده می شد و دوم اینکه در اتاق کنترل صداهای جانبی مربوط به صدای زمینه‌ی دستگاه‌های پردازش اطلاعات و نیز گفتمان های بین افراد وجود دارد که به نوبه خود بر روی درک پیام دریافتی و بعبارتی افزایش خطاهای از نوع "خطای شناختی" تاثیر می گذارد.

از میان کل خطا های شناسایی شده برای "وظیفه نوبت کار اتاق کنترل (بردمن)" سهم خطای اجرا بیشترین مقدار، در حالی که سهم خطای برنامه ریزی کم‌ترین مقدار است. اما این وضعیت (خطای برنامه‌ریزی) برای وظیفه "نوبت کار ارشد اتاق کنترل" برعکس بوده یعنی سهم خطای برنامه ریزی بیشترین مقدار است. این نتایج نشان می دهد که هرچه‌قدر به سمت سطوح مدیریتی بالا می رویم از سهم خطای اجرا کاسته می شود در حالی که سهم خطای برنامه-ریزی بیشتر می گردد که با توجه به ماهیت وظایف، این نتایج عقلانی می باشد. این وضعیت برای سبک‌های کنترلی نیز صادق است به این‌صورت که با حرکت به سمت سطوح پایین مدیریتی، سبک کنترل از روش تاکتیکی به کنترل لحظه‌ای تغییر پیدا می‌کند.

نتیجه گیری

مطابق با روش اولیه CREAM عواملی CPCs مرتبط با کاهش اطمینان عملکرد شامل "انجام دو یا چند کار بطور همزمان"، "زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)" و "کیفیت آموزشهای موجود و تجربیات کاری" می باشد که باعث ایجاد سبک کنترلی لحظه‌ای می‌گردد. و مطابق با روش گسترده CREAM بیشترین خطاهای شناختی به ترتیب شامل خطای اجرا، خطای تفسیر، خطای برنامه‌ریزی و خطای مشاهده می باشد و مهمترین فعالیت‌های شناختی مرتبط با فرایند کنترلی در این اتاق کنترل ، فعالیت ارتباط، اجرا، تشخیص، پایش و برنامه‌ریزی بوده که توجه به تهیه و تدوین دستورالعمل‌های کاری، برگزاری دوره‌های آموزشی، برنامه نوبت کاری، بهینه سازی سامانه ارتباطی و ایجاد تغییرات لازم در نرم‌افزار کنترلی ضروری می‌باشد.

"روش تجزیه و تحلیل خطا با تاکید بر قابلیت اطمینان شناختی انسان CREAM" با داشتن یک پشتوانه ی نظری مشروح و تمرکز بر روی زمینه های شناختی رفتار انسانی، و حساسیت بالای این روش در شناسایی خطاهای شناختی و همچنین با توجه به ساختار و زمینه‌های شناختی کار در اتاق های کنترل در صنایع پتروشیمی و نیز احتمال بالای خطاهای شناختی در این نوع از کارها، می تواند به عنوان روشی موثر و سودمند جهت مطالعه خطاهای انسانی در اتاق‌های کنترل بکار برده شود.

تشکر و قدر دانی

این پژوهش با حمایت و پشتیبانی مالی شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران به شماره ثبت ۱۰۴-۵۰۰۰ - ۰۹/۱۴/- ۱۳۸۹ در قالب پایان نامه دانشجویی جهت ارایه در گروه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران و با تشریک مساعی گروه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران اجرا گردیده بدینوسیله نگارندگان مراتب سپاس و تشکر خود را بخاطر این حمایت ها و پشتیبانی‌های مستمر تقدیم می‌دارند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

جدول۱- رابطه بین عوامل CPCs و سطح قابلیت اطمینان عملکرد در یکی از اتاق های کنترل صنایع پتروشیمی

ردیف	شرایط اثر گذار بر عملکرد فرد CPCs	شرح موارد / حدود	اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت اطمینان عملکرد
۱	توانمندی سازمان	خیلی کارآمد	بهبود
		کارآمد	بی تاثیر
		نا کارآمد	کاهش
۲	شرایط کار	عالی	بهبود
		متناسب	بی تاثیر
		نامتناسب	کاهش
۳	متناسب بودن سامانه های انسان ماشین و حمایت‌های عملیاتی موثر	عالی	بهبود
		کافی	بی تاثیر
		قابل تحمل	بی تاثیر
		نامناسب	کاهش
٤	قابلیت دسترسی به روش ها و برنامه ها	مناسب	بهبود
		قابل تحمل	بی تاثیر
		نامناسب	کاهش
٥	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
٦	زمان در دسترس برای انجام کار	کافی	بهبود
		ناکافی (بطور موقت)	بی تاثیر
		ناکافی (بطور دائم)	کاهش
۷	زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)	شیفت کار (منظم)	بی تاثیر
		شیفت کار (نامنظم)	کاهش
۸	کیفیت آموزشهای موجود و تجربیات و تجربیات کاری	کافی (با تجربه بالا)	بهبود
		کافی (با تجربه محدود)	بی تاثیر
		ناکافی	کاهش
۹	نحوه همکاری و تعامل بین همکاران	عالی	بهبود
		خوب	بی تاثیر
		ضعیف	بی تاثیر
		نبود همکاری	کاهش

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

جدول۲- لیست فعالیت و نیازهای شناختی برای انجام وظیفه در اتاق های کنترل صنایع

فعالیت های شناختی	شرح کلی
هماهنگی (Co-Ordination)	-قرار دادن وضعیت های سامانه (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 (Communication)	-تبادل اطلاعات مورد نیاز برای عملیات سامانه بین افراد به صورت کلامی، مکانیکی و یا الکتریکی. ارتباطات یک بخش اساسی از سامانه مدیریت است.
مقایسه (Comparison)	-بررسی ویژگیهای دو یا چند متغییر به منظور آشکارسازی شباهت ها و یا تفاوت ها. مقایسه ممکن است نیاز به محاسبه داشته باشد.
تشخیص(Diagnosis)	-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 (Evaluation)	-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 (Identification)	-شناسایی حالت سامانه یا زیر سامانه ها(اجزاء).شناسایی مستلزم عملیات ویژه جهت بازیابی اطلاعات و بررسی جزئیات می باشد. شناسایی کاملتر از ارزشیابی است.
حفظ و نگهداری (Maintain)	-حفظ یک حالت عملیاتی ویژه (با عملیات تعمیر و نگهداری که در زمان خارج از خط بودن سامانه انجام می شود متفاوت می باشد).
پایش (Monitoring)	-پیگیری مجموعه فعالیت ها و فرایند ها در حین کار سامانه.
مشاهده (Observation)	-قرائت مقادیر ویژه یا کمیت های مرتبط با سامانه.
برنامه ریزی (Planing)	-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 سامانه، مقادیر و غیره .
تنظیم (Regulation)	-تغییر سرعت یا جهت یک کنترل در سامانه به منظور حصول به اهداف مورد نظر.
اسکن (Scan)	-بازنگری سریع نمایشگرها یا دیگر منابع اطلاعاتی جهت درک حالت کلی سامانه و یا زیر سامانه ها.
تائید و تصدیق (Verification)	-تایید صحت شرایط یک سامانه یا صحت مقادیر و اندازه های مربوطه، چه از طریق بازرسی یا انجام آزمایش های مرتبط. این مرحله همچنین شامل چک کردن بازخوردهای مربوطه به عملیات قبلی نیز می باشد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

جدول۳- خطاهای بالقوه شناختی مرتبط با کارکردهای شناختی در اتاق های کنترل صنایع

کارکرد های شناختی	نوع خطاهای شناختی	نمره(CFPO)
خطای مشاهده	01. مشاهده نادرست موارد	۰/۰۰۱
	02. شناسایی نادرست	۰/۰۰۷
	03. عدم مشاهده	۰/۰۰۷
خطای تفسیر	I1. تشخیص نادرست	۰/۰۲
	I2. خطای تصمیم گیری	۰/۰۱
	I3. تفسیر همراه با تاخیر	۰/۰۱
خطای برنامه ریزی	P1. خطا در ترتیب انجام کار	۰/۰۱
	P2. نقص برنامه ریزی	۰/۰۱
خطای اجرا	E1. نقص در نحوه اجرا	۰/۰۰۳
	E2. زمان نادرست در اجرا	۰/۰۰۳
	E3. نقص در موارد مورد اجرا	۰/۰۰۰۵
	E4. نقص در توالی و ترتیب اجرا	۰/۰۰۳
	E5. عدم اجرا	۰/۰۰۳

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

جدول٤- نتایج مربوط به روش اولیه CREAM برای وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل S.C

شرایط اثر گذار بر عملکرد فرد (CPCs)	توصیف گرها	اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت اطمینان عملکرد	شاخص تاثیر عملکرد (PII)
۱. توانمندی سازمان	کارآمد	بی تاثیر در عملکرد	۰/۰
۲. شرایط کار	متناسب	بی تاثیر در عملکرد	۰/۰
۳. متناسب بودن سامانه هـای انـسان ماشـین و حمایت موثر	کافی	بی تاثیر در عملکرد	-۰/٤
٤. قابلیت دسترسی به روشها و برنامه ها	قابل تحمل	بی تاثیر در عملکرد	۰/۰
۵. انجام دو یا چند کار بطور همزمان	بیشتر از حد توان فردی	کاهش عملکرد	۱/۲
٦. زمان در دسترس برای انجام کار	ناکافی (بطور موقت)	بی تاثیر در عملکرد	۰/۰
۷. زمان انجام کار (ریتم سیر کادین)	شیفت کار(نامنظم)	کاهش عملکرد	۰/٦
۸. کیفیـت آموزشـهای موجـود و تجربیـات و تجربیات کاری	ناکافی	کاهش عملکرد	۱/۸
۹. نحوه همکاری و تعامل بین همکاران	عالی	بهبود عملکرد	-۱/٤

جمع تعداد کل : $\sum R$**(کاهش عملکرد)** = ۳ $\sum I$**(بهبود عملکرد)** = ۱ $\sum$ (PII) = ۱/۸

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

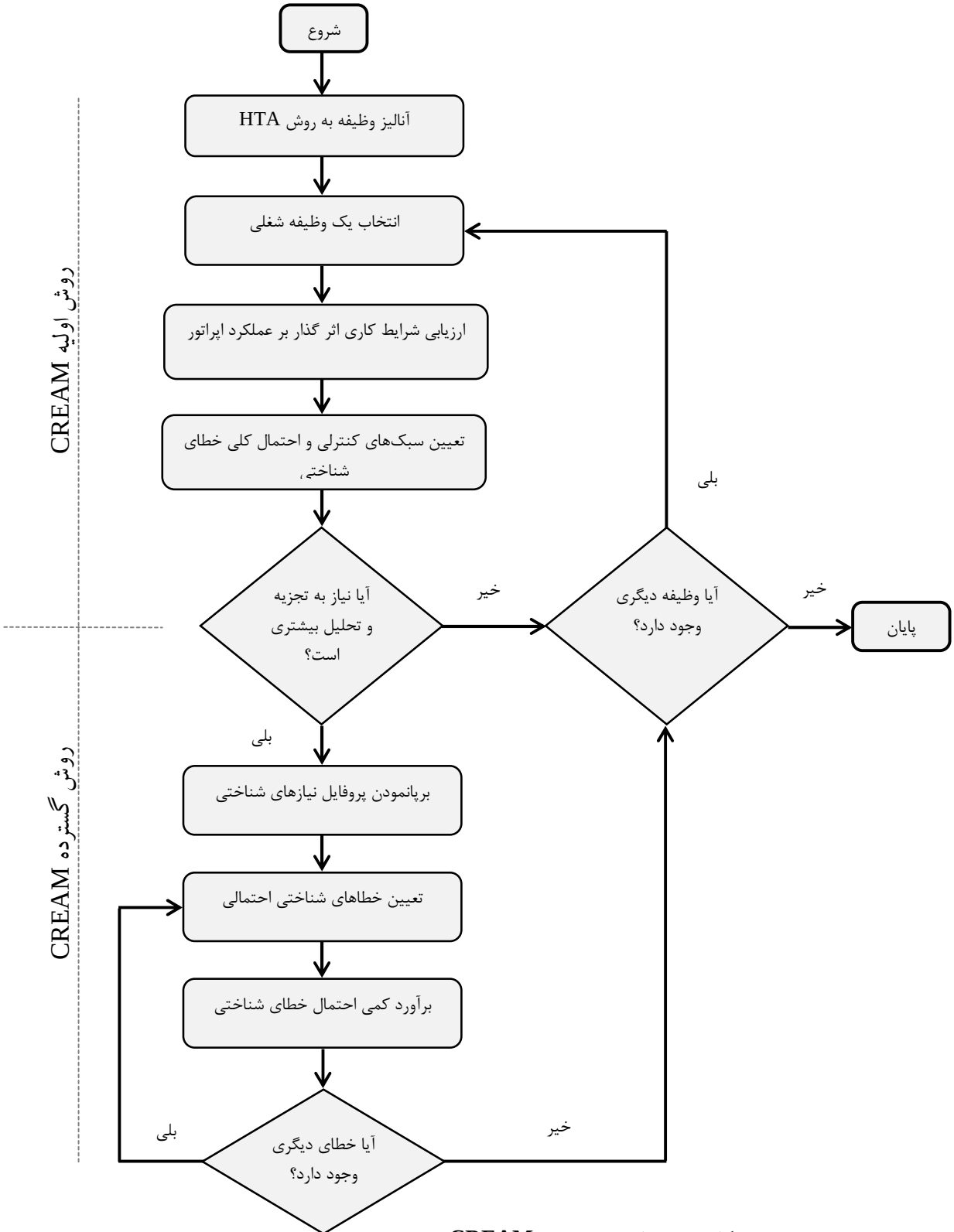
جدول ۵- نتایج مربوط به روش اولیه CREAM در اتاق های کنترل صنایع

وظایف اتاق کنترل	ضریب کنترل (β)	احتمال کلی خطای شناختی (GFPt)	سبک کنترلی
اقدام	۳	۰/۰۳۱۵	کنترل لحظه ای
وظایف نوبت کار اتاق کنترل B.M	۳	۰/۰۳۱۵	کنترل لحظه ای
وظایف سرپرست نوبت کار اتاق کنترل S.C	۲	۰/۰۱۷۷	کنترل لحظه ای
وظایف نوبت کار ارشد اتاق کنترل	۱	۰/۰۰۹۹	کنترل تاکتیکی

جدول ٦- نتایج مربوط به روش گسترده CREAM برای وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل S.C در اتاق های کنترل صنایع

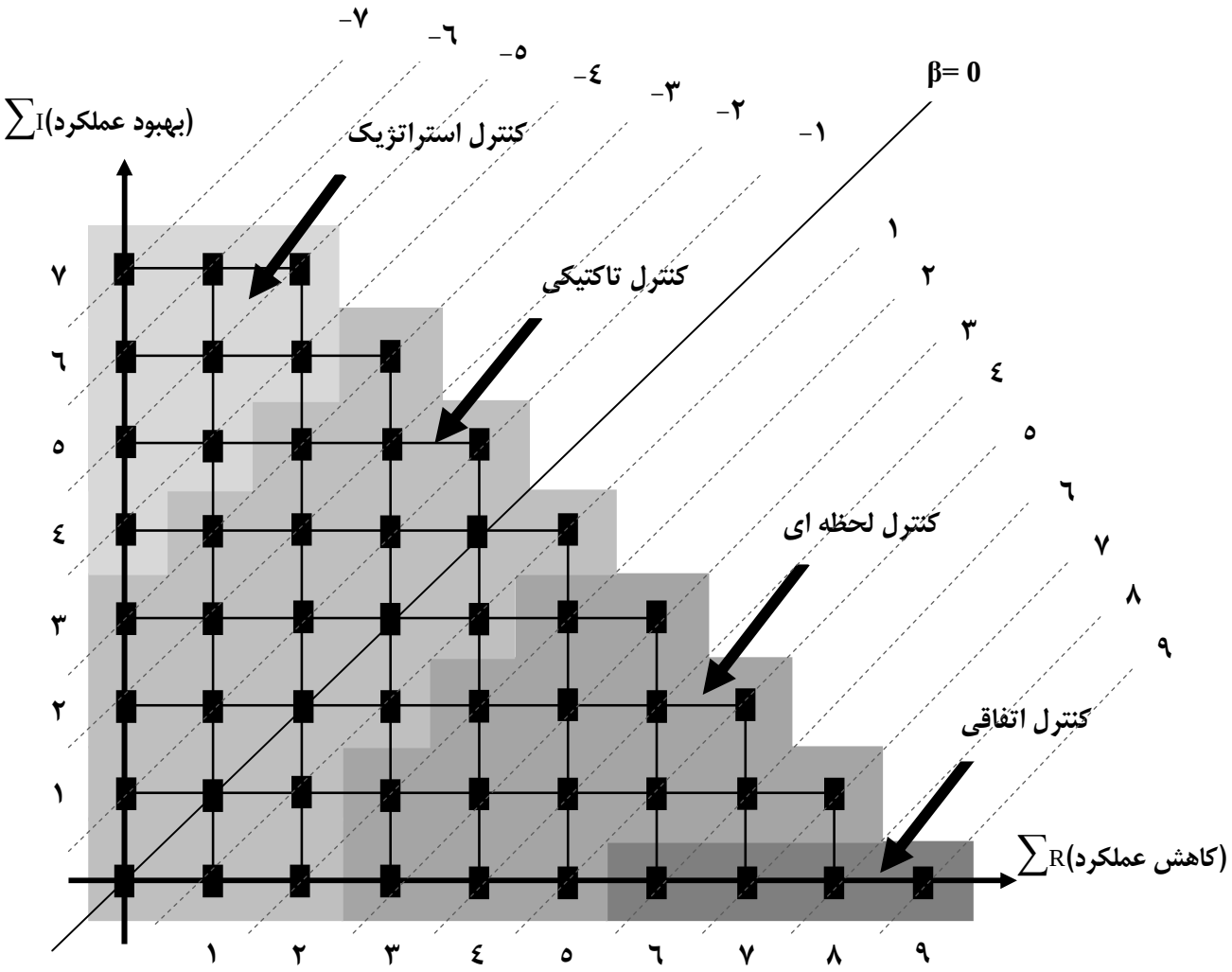
وظیفه	زیر وظیفه	نـوع فعالیت شناختی	نـوع کارکرد شناختی	نـوع خطای شناختی	CFPO	CFPi
۱.	۱/۱	ارتباط	اجرا	E2. زمان نادرست در اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸٤٦
	۲/۱	اسکن	مشاهده	02. شناسایی نادرست	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸٤٦
	۳/۱	ارزشیابی	برنامه ریزی تفسیر	I2. خطای تصمیم گیری	۰/۰۱	۰/۰۲۸۲
	٤/۱	ارتباط	اجرا	E2. زمان نادرست در اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸٤٦
۲.	۱/۲	اجرا	اجرا	E5. عدم اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸٤٦
	۲/۲	تشخیص	تفسیر برنامه ریزی	I1. تشخیص نادرست	۰/۰۲	۰/۰٥٦٤
	۳/۲	اجرا	اجرا	E1. نقص در نحوه اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸٤٦
۳.	۱/۳	ارزشیابی	برنامه ریزی تفسیر	I3. تفسیر همراه با تاخیر	۰/۰۱	۰/۰۲۸۲
	۲/۳	تشخیص	برنامه ریزی تفسیر	I1. تشخیص نادرست	۰/۰۲	۰/۰٥٦٤

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



شکل ۱- مراحل اجرای روش CREAM در اتاق های کنترل صنایع

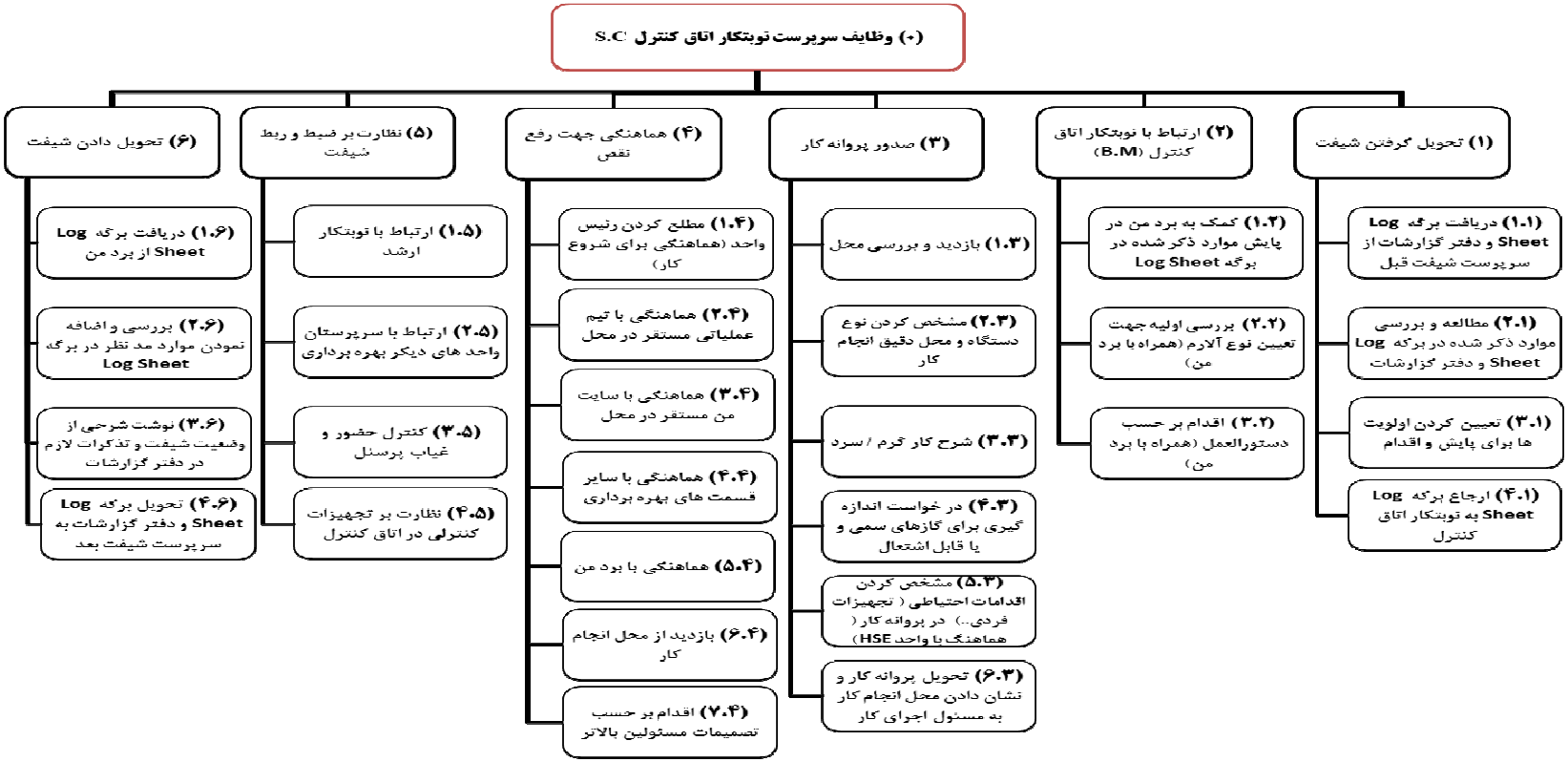
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



شکل۲. تعیین سبک‌های کنترلی از روی ضریب سبک کنترل (β)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



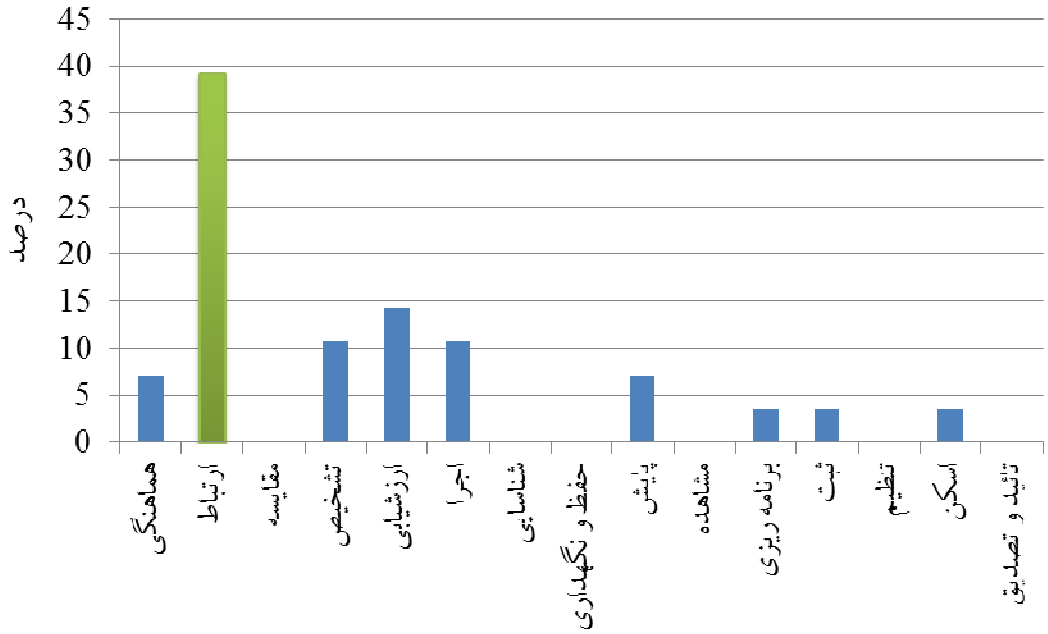
نمودار۱- آنالیز وظایف سرپرست نوبتکارنوبت کار اتاق کنترل

۰). ابتدا مرحله ۱ و سپس مرحله ۲، در صورت وجود آلارم مراحل ۳ و ٤ به ترتیب و در غیر این صورت مرحله ۵ و در پایان شیفت کاری مرحله ٦ .

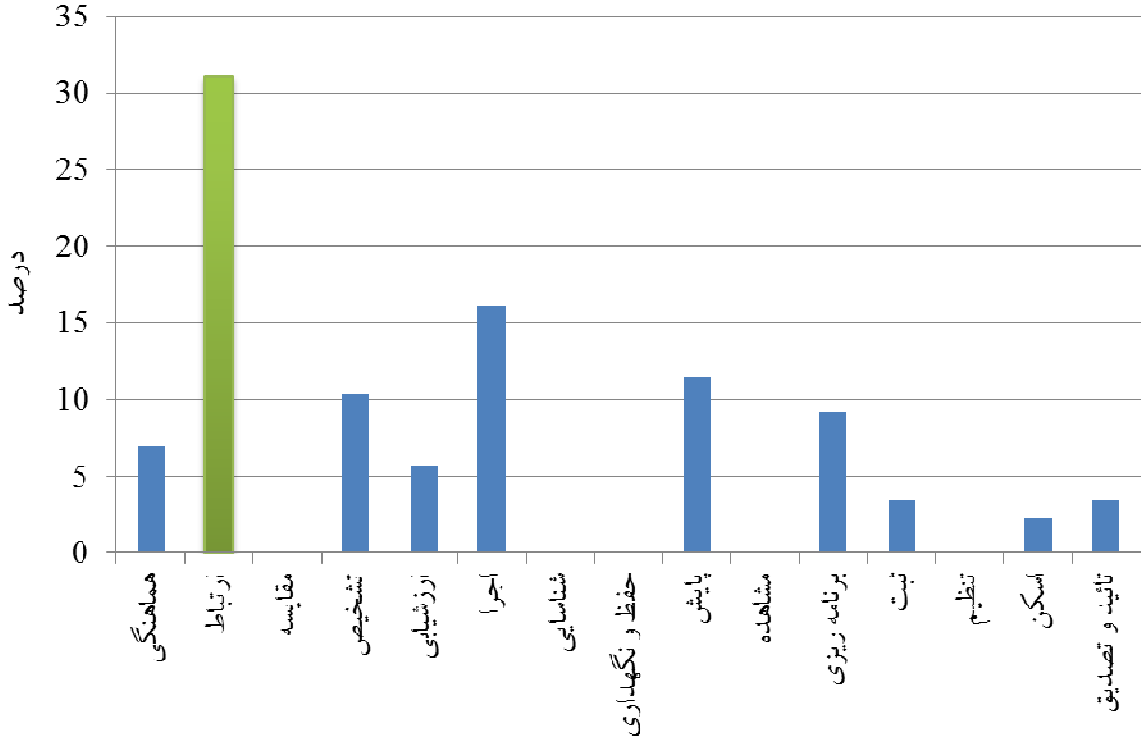
۱). به ترتیب مراحل ۱.۱ تا ٤.۱ انجام می گردد . (۲). ابتدا مرحله ۱.۲ و در صورت وجود آلارم مرحله ۲.۲. اگر علت پروسه ای بود مرحله ۳.۲ و در غیر این صورت (علت غیر پروسه ای مشکل) مراحل ۳ و ٤ . (۳). مراحل ۱.۳ تا ٤.۳ به ترتیب انجام می گردد. بعد از تعیین اندازه گازهای سمی مراحل ۵.۳ و ٦.۳ به ترتیب انجام می گردد . (٤). ایتدا مرحله ۱.٤ و سپس مراحل ۲.٤ تا ٦.٤ به ترتیب تا رفع کامل نقص انجام می گردد و در صورت عدم رفع مشکل مرحله ۷.٤ . (۵). مراحل ۱.۵ تا ٤.۵ بدون هیچ ترتیبی (بر حسب شرایط) انجام می گردد.

(٦). به ترتیب مراحل ۱.٦ تا ٤.٦ انجام می گردد .

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



نمودار۲- فعالیت های شناختی مربوط به وظیفه سرپرست نوبتکار اتاق کنترل S.C



نمودار۳- پروفایل نیازهای شناختی مرتبط با ٤ وظیفه شغلی تحلیل شده

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

References

Andrew, S., 2001. *Hierarchical Task Analysis,* London and New York.

Bernhard, R., 2008. Review of advances in human reliability analysis of errors of commission—Part 2: EOC quantification, *Reliability Engineering and System Safety* **93**, pp.1105–1122.

Hollnagel, E., 1998. *Cognitive Reliability and Error Analysis Method CREAM*, Elsevier Science Ltd.

Greger, W., 1999. Cognitive Reliability and Error Analysis - Applying CREAM to "Kollision Eksjö - Nässjö, 1996-10-08", HMI 605.

Hoang, P., 2009. Reliability and Risk Issues in Large Scale Safety-critical Digital Control Systems, Springer Series in Reliability Engineering ISSN 1614-7839.

Inn Seock, K., 2000. Applicability of HRA to Support Advanced MMI Design Review, *Journal of the Korean Nuclear Socity*, **32**(1), pp.88~98, February.

Joanne, M., 2001. Human error Journal of the American College of Surgeons, **193**(2), p. 230.

Kariuki, SG. and Löwe, K., 2007. Integrating human factors into process hazard analysis, *Reliability Engineering and Safety*; **92**(12), pp. 1764-73.

Myrto, K., Zoe, N., Chris, K. and Markatos, N., 2006. A fuzzy modeling application of CREAM methodology for human reliability analysis, Reliability Engineering and System Safety, **91**, pp. 706–716.

Paul, S. and Stanton, N., 2005. Human Factors and Evaluation Methods Review, Human Factors Integration Defense Technology Center.

Rhonda, L., Neville, A., Stanton, N. and David H., 2006. Applying hierarchical task analysis to medication administration errors, *Applied Ergonomics*, **37**, pp. 669–679.

Stanton, N. and Salmon, P., 2005. Predicting Pilot Error on the Flight Deck, *Aerospace Science and Technology*, **9**(6), pp. 525-532.

Wilpert, B. and Miller, R., 1999. Report on Needs and Methods, *Berlin University of Technology Research Center Systems Safety (FSS)*. Germany.

Hollnagel X., Yao, W. and ZupeiShen, X.H., 2008. A simplified CREAM prospective quantification process and its application, *Reliability Engineering and System Safety*, **93**, pp. 298–306.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

Scientific Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research
Vol. 8, No. 4, Winter 2011

Assessment of Human Errors in an Industrial Petrochemical Control Room using the CREAM Method with a Cognitive Ergonomics Approach

Mazlomi A., Ph.D. **Assistant Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran**

Hamzeivan Ziarane M., ***MS.c.*** **Student, Department of Ergonomics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran- Corresponding author: M.hamzeivan@gmail.com**

Dadkhah A., Ph.D. **Professor, Department of Psychology, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran**

Jahangiri M., ***Ph.D.*** **Student, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran**

Maghsoudipour M., MD. **Assistant Professor, Department of Ergonomics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran**

Mohadesy P., BS.**c. Occupational Health Unit, HSE Bu-Ali Sina Petrochemical Company, Mahshahr, Iran**

Ghasemi M., MS.c. **Master of Occupational Health Unit, HSE Marine Industries, Tehran, Iran**

Received: Aug 31, 2010 **Accepted: Dec 21, 2010**

ABSTRACT

Background and Aim: Today in most of the work environments, such as nuclear, military and chemical industries, human error may result in catastrophic events. A common characteristic of large technological systems is that massive amounts of potentially dangerous materials are kept in one single unit controlled by control room operators. A control room is indeed the heart of a system of this type and any error in task performance by the operators may have undesirable consequences which could never be compensated. In this study we aimed to identify and assess human errors in the control room of the Aromatic Unit of Bouali-Sina Petrochemical Company, Iran using the CREAM method.

Materials and Methods: This was a cross-sectional and analytical-descriptive study carried out in the control room of the Aromatic Unit of Bouali-Sina Petrochemical Company, Iran with 39 operators. After a job analysis by the hierarchical task analysis (HTA), probable control modes and cognitive failure probability were determined for occupational tasks using the basic and the extended CREAM methodologies.

Results: Based on the results of the basic CREAM method, control modes for the tasks of action, Boardman and shift control supervisor were determined as Opportunistic Control mode, while for the task of control room head it was obtained as Tactical control mode. With regard to the error types, the following results were obtained on the basis of the extended method of CREAM: execution failure (51.70%), interpretation failure (19.55%), planning failure (14.94%), and observation failure (13.81%).

Conclusion: The basic CREAM method showed the common performance factors (CPCs) leading to reduced performance reliability to be the number of simultaneous tasks, time of day (circadian rhythm), and adequacy and quality of training and experience. These factors caused the operators to choose an opportunistic control mode. In addition, based on the extended CREAM method results, the most noticeable cognitive failure was execution failure. In addition, the most important cognitive activities related to the control process in the control room were communication, execution, diagnosis, monitoring, and planning. Based on these findings, providing instructions and guidelines for work procedures, holding training courses, shift work scheduling, optimization of the communication systems and modifications in the control software are essential to minimize human errors in the Bouali Sina Petrochemical Company control room.

Key words: Human error, Performance reliability, Control room, CREAM technique, Petrochemical industries

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]