

مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی

دوره ۸ شماره ۴ 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 حرفه‌ای، 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: ۱۳۸۹/۶/۹ 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.

روش کار: مطالعه حاضر، یک مطالعه مورد پژوهی توصیفی-تحلیلی می‌باشد 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 (۱۴/۹۴٪) 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 می‌باشد 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

## 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 ۶۴ درصد از کل حوادث ناشی از قصور انسانی می باشد. فاجعه‌ی شهر تگزاس (Berlin Texas Disaster City (1947)، بوپال (Bhopal (1984)، پایپر آلفا (Piper Alpha (1988) و آتش سوزی پالایشگاه تکراکو (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 سامانه‌های 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 واحدها 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 هرتهی (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 گذشته نگر (تجزیه و تحلیل رخدادهای)، 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 همسان مـدل (Man-Technology-) MTO

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

۱-۱ تجزیه و تحلیل وظایف شغلی به روش  
Hierarchical Task Analysis (HTA): این فرایند با  
تجزیه و تحلیل فعالیتهای اجرایی شروع می‌شود که برای  
اینکار از روش HTA استفاده می‌شود. این تکنیک در سال  
۱۹۷۱ توسط آنت (Annett) مطرح و سپس توسط سایرین  
توسعه پیدا کرد، این تکنیک 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 شغل مورد نظر را به جزئیات و  
مرتب‌های 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 دست‌یابی به آن هدف، وظیفه به  
جزء‌های کوچکتر تقسیم می‌شود (Lane et al. 2006; Shepherd 2001).

۱-۲ ارزیابی شرایط کاری اثر گذار بر عملکرد کاربر  
Common Performance Conditions (CPCs): بعد  
از تجزیه و تحلیل وظایف شغلی، در این مرحله ویژگیهای کلی  
هر وظیفه و شرایط کاری اثر گذار بر عملکرد کاربر با استفاده  
از جدول CPCs (جدول ۱) ارائه شده در روش CREAM  
مورد ارزیابی قرار گرفته و شرایطی را که باعث بهبود  
(Improved) و یا کاهش (Reduced) عملکرد و یا بی  
تاثیر (Not Significant) در عملکرد هستند را تعیین، و  
تعداد کل آنها برای هر وظیفه محاسبه می‌شوند. شرایط کاری  
اثر گذار بر عملکرد کاربر، ساختار پایه‌ای مناسب و جامع از  
ویژگی‌های شرایط کاری است که تحت آن عملکردهای مورد  
انتظار انجام می‌شوند و احتمال وقوع خطا را تحت تاثیر قرار  
می‌دهند (Hollnagel 1998; He et al. 2008).

۱-۳ تعیین کنترل‌های محتمل کاربر در شرایط مذکور

تعیین احتمال خطای کلی Cognitive Failure

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

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 کاربرها و مسوولان اتاق کنترل صورت  
می‌گیرد اهمیت و توجه هر چه بیشتر به موضوع خطاهای  
انسانی را می‌طلبد. لذا در این راستا هدف از این مطالعه،  
شناسایی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی با رویکرد  
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 می‌باشد.

## روش کار

مطالعه حاضر یک مطالعه مورد پژوهی از نوع توصیفی  
- تحلیلی می‌باشد. در این مطالعه اتاق کنترل واحد  
آروماتیک به عنوان محل اجرای بررسی انتخاب گردید. در  
این واحد مجموعاً ۳۹ نفر در مشاغل رئیس واحد، نوبت کار  
ارشد (معاون)، سرپرست نوبت کار، نوبت کار اتاق کنترل  
(بردمن) و کاربر محوطه (سایت‌من) مشغول بکارند. بعد از  
بازدید، مصاحبه با بردمن، ارشد شیفت و رئیس واحد  
آروماتیک و تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده، وظایف  
اقدام، نوبت کار ارشد اتاق کنترل (H.C) Head Control  
، سرپرست نوبت کار اتاق کنترل (S.C) Shift Control  
و بردمن (B.M) Board Man به دلیل درگیری بیشتر 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 خطاهای انسانی با  
استفاده از روش CREAM انتخاب و به شرح ۲ مرحله  
ذیل (شکل ۱) انجام گردید:

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

- $P_i$  برابر است با نمرات مربوط به هر یک از فاکتور  $CPC_i$
- $i=1-9$  تعداد عوامل  $CPCs$
- $PII$  برابر با مجموع امتیازات  $CPC_i$

### نتایج

در این بخش به علت زیاد بودن نمودارهای H.T.A

یک نمونه از نمودار H.T.A و جدول تحلیل عواملی  $CPCs$  مربوط به وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل آورده شده و در ادامه نتایج مربوط به روش اولیه CREAM ارائه می گردد (نمودار ۱) (جدول ۵، ۴).

همانطور که در جدول ۵ 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 ۴ وظیفه شغلی تحلیل شده استفاده می شود (جدول- ۶) (نمودارهای ۲ و ۳).

از کل خطاهای شناسایی شده برای ۴ وظیفه شغلی تحلیل شده، ۵۱/۷۰٪ مربوط به خطای اجرا، ۱۹/۵۵٪ خطای تفسیر، ۱۴/۹۴٪ خطای برنامه ریزی و ۱۳/۸۱٪ مربوط به خطای مشاهده است. با بررسی پروفایل نیازهای شناختی برای وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل برای نمونه (نمودار ۲)

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  $(\beta = \sum R - \sum I)$  و از عدد بدست آمده مطابق با شکل ۲ 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:

۱-۲- آرایه 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 (جدول ۳) برای هر یک از وظایف شغلی در ۴ 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).

۳-۲- برآورد کمی 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).

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

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 ۴ 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 بررسی های انجام شده در این شرکت پتروشیمی، استفاده از دستورالعمل های از قبل تهیه شده برای شرایط اضطراری، لزوم توجه به برنامه نوبت کاری و محتوای برنامه های آموزشی جهت بهبود ۳ فاکتور CPCs و در نتیجه افزایش قابلیت اطمینان عملکرد تاثیر گذار است.

با بررسی پروفایل نیازهای شناختی برای ۴ وظیفه شغلی تحلیل شده (نمودار ۳) مشخص می شود که بیشترین فعالیت های شناختی مرتبط با اتاق کنترل به ترتیب شامل: فعالیت های ارتباط، اجرا، پایش، تشخیص، برنامه ریزی، هماهنگی، ارزشیابی، تایید و تصدیق، اسکن و ثبت است. این نتایج با نتایج پژوهش میرتو و همکاران در سال ۲۰۰۶، 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، می باشد (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

بیشترین درصد فعالیت های شناختی مرتبط با انجام این وظیفه به ترتیب شامل: فعالیت ارتباط (۳۹/۲۸٪)، فعالیت ارزشیابی (۱۴/۲۸٪)، فعالیت اجرا (۱۰/۷۲٪)، فعالیت تشخیص (۱۰/۷۲٪)، فعالیت پایش (۷/۱۴٪)، فعالیت هماهنگی (۷/۱۴٪)، 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 ارائه گردیده جز تکنیک 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 سبک های کنترلی و احتمال کلی خطای شناختی و نیز تعیین پروفایل نیازهای شناختی به منظور بررسی ریشه ای 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 Näsjsjö و Eksjö که در سال ۱۹۹۶ 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 لحظه ای و اتفاقی بدست آمد که بعد از تجزیه و تحلیل حادثه، از علت های مرتبط با این تصادف به زمان ناکافی برای سفر، پی نبردن به

و خطای مشاهده می باشد و مهمترین فعالیت های شناختی مرتبط با فرایند کنترلی در این اتاق کنترل، فعالیت ارتباطی، اجرا، تشخیص، پایش و برنامه ریزی بوده که توجه به تهیه و تدوین دستورالعمل های کاری، برگزاری دوره های آموزشی، برنامه نوبت کاری، بهینه سازی سامانه ارتباطی و ایجاد تغییرات لازم در نرم افزار کنترلی ضروری می باشد.

"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 زمینه های 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 اتاق های 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 ارائه در گروه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران و با تشریک مساعی گروه بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی تهران اجرا گردیده بدینوسیله نگارندگان مراتب سپاس و تشکر خود را بخاطر این حمایت ها و پشتیبانی های مستمر تقدیم می دارند.

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

از میان کل خطاهای 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 برنامه ریزی) برای وظیفه "نوبت کار ارشد اتاق کنترل" برعکس بوده یعنی سهم خطای برنامه ریزی بیشترین مقدار است. این نتایج نشان می دهد که هرچه قدر 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 سبک های کنترلی نیز صادق است به این صورت که با حرکت به سمت سطوح پایین مدیریتی، سبک کنترل از روش تاکتیکی به کنترل لحظه ای تغییر پیدا می کند.

### 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 لحظه ای می گردد. و مطابق با روش گسترده CREAM بیشترین خطاهای شناختی به ترتیب شامل خطای اجرا، خطای تفسیر، خطای برنامه ریزی

جدول ۱- رابطه بین عوامل CPCs و سطح قابلیت اطمینان عملکرد در یکی از اتاق های کنترل صنایع پتروشیمی

شرح موارد / حدود	اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت اطمینان عملکرد	CPCs	شرایط اثر گذار بر عملکرد فرد	رتبه
خیلی کارآمد	بهبود		توانمندی سازمان	۱
کارآمد	بی تاثیر			
نا کارآمد	کاهش			
عالی	بهبود		شرایط کار	۲
متناسب	بی تاثیر			
نامتناسب	کاهش			
عالی	بهبود		متناسب بودن سامانه های انسان ماشین و حمایت های عملیاتی موثر	۳
کافی	بی تاثیر			
قابل تحمل	بی تاثیر			
نامناسب	کاهش			
مناسب	بهبود		قابلیت دسترسی به روش ها و برنامه ها	۴
قابل تحمل	بی تاثیر			
نامناسب	کاهش			
کمتر از حد توان فردی	بی تاثیر		انجام دو یا چند کار بطور همزمان	۵
متناسب با توان فردی	بی تاثیر			
بیشتر از حد توان فردی	کاهش			
کافی	بهبود		زمان در دسترس برای انجام کار	۶
ناکافی (بطور موقت)	بی تاثیر			
ناکافی (بطور دائم)	کاهش			
شیفت کار (منظم)	بی تاثیر		زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)	۷
شیفت کار (نامنظم)	کاهش			
کافی (با تجربه بالا)	بهبود		کیفیت آموزشهای موجود و تجربیات و تجربیات کاری	۸
کافی (با تجربه محدود)	بی تاثیر			
ناکافی	کاهش			
عالی	بهبود		نحوه همکاری و تعامل بین همکاران	۹
خوب	بی تاثیر			
ضعیف	بی تاثیر			
نبود همکاری	کاهش			

## جدول ۲- 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 متغیر 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 فرایندها 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)	-یادداشت 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)	-تائید 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.

جدول ۳- خطاهای بالقوه شناختی مرتبط با کارکردهای شناختی در اتاق های کنترل صنایع

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

جدول ۴- نتایج مربوط به روش اولیه CREAM برای وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل S.C

شاخص تاثیر عملکرد (PII)	اثر مورد انتظار بر روی سطح قابلیت اطمینان عملکرد	توصیف گرها	شرایط اثر گذار بر عملکرد فرد (CPCs)
۰/۰	بی تاثیر در عملکرد	کارآمد	۱. توانمندی سازمان
۰/۰	بی تاثیر در عملکرد	متناسب	۲. شرایط کار
-۰/۴	بی تاثیر در عملکرد	کافی	۳. متناسب بودن سامانه های انسان ماشین و حمایت موثر
۰/۰	بی تاثیر در عملکرد	قابل تحمل	۴. قابلیت دسترسی به روشها و برنامه ها
۱/۲	کاهش عملکرد	بیشتر از حد توان فردی	۵. انجام دو یا چند کار بطور همزمان
۰/۰	بی تاثیر در عملکرد	ناکافی (بطور موقت)	۶. زمان در دسترس برای انجام کار
۰/۶	کاهش عملکرد	شیفت کار (نامنظم)	۷. زمان انجام کار (ریتم سیر کادین)
۱/۸	کاهش عملکرد	ناکافی	۸. کیفیت آموزشهای موجود و تجربیات و تجربیات کاری
-۱/۴	بهبود عملکرد	عالی	۹. نحوه همکاری و تعامل بین همکاران

$$\sum (PII) = 1/8 \quad \sum R(\text{کاهش عملکرد}) = 3 \quad \text{جمع تعداد کل:}$$

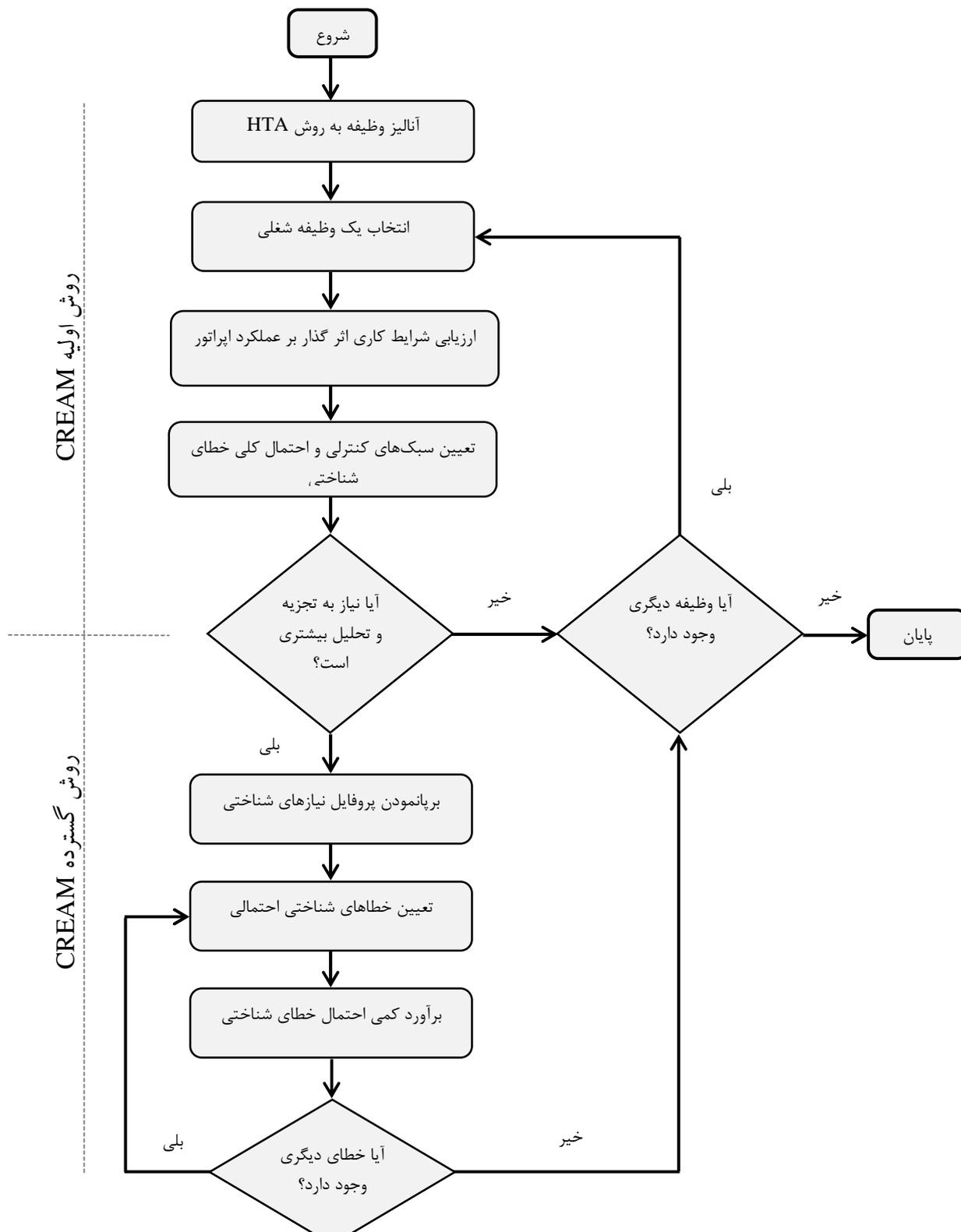
$$\sum I(\text{بهبود عملکرد}) = 1$$

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

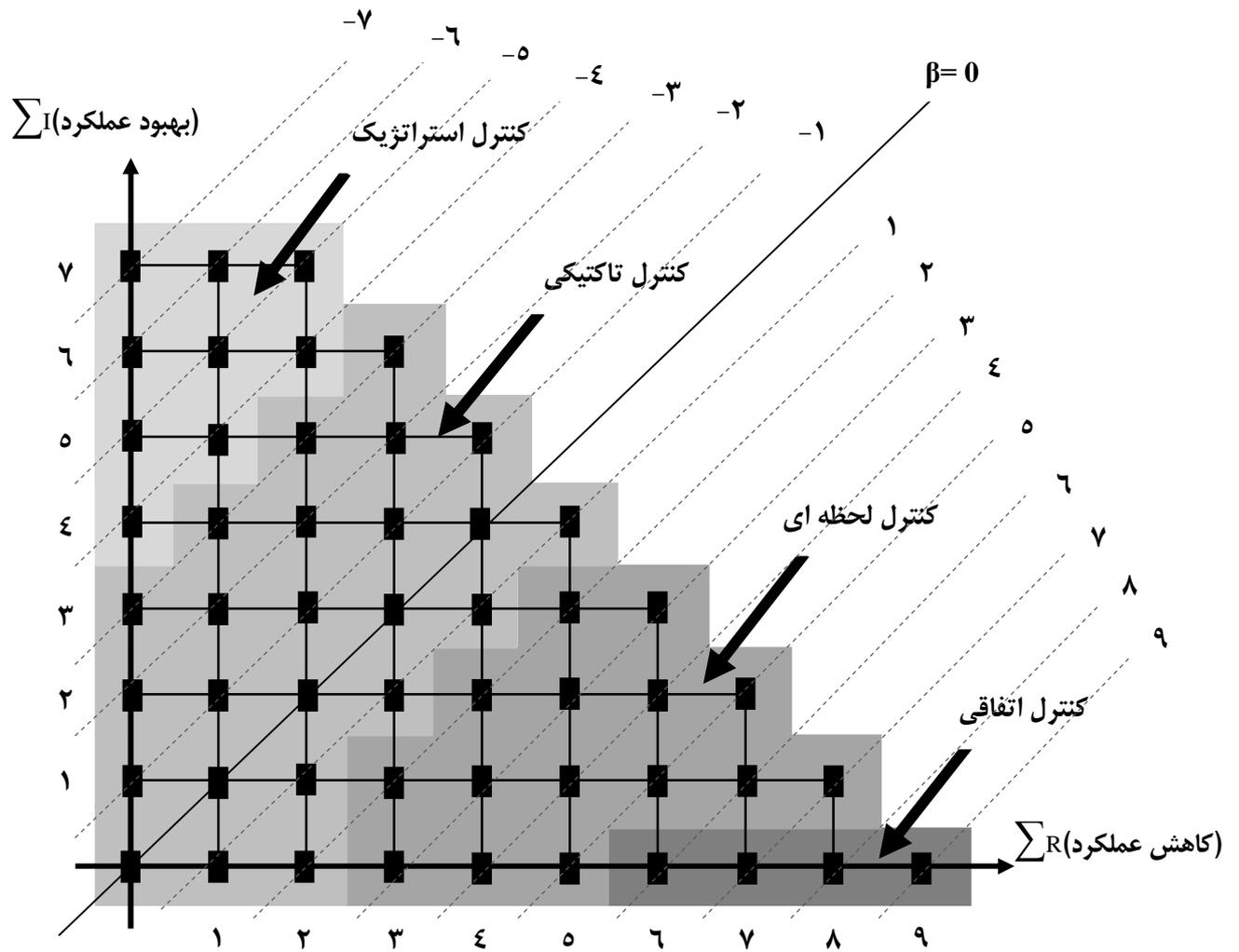
وظایف اتاق کنترل	ضریب کنترل ( $\beta$ )	احتمال کلی خطای شناختی (GFPT)	سبک کنترلی
اقدام	۳	۰/۰۳۱۵	کنترل لحظه ای
وظایف نوبت کار اتاق کنترل B.M	۳	۰/۰۳۱۵	کنترل لحظه ای
وظایف سرپرست نوبت کار اتاق کنترل S.C	۲	۰/۰۱۷۷	کنترل لحظه ای
وظایف نوبت کار ارشد اتاق کنترل	۱	۰/۰۰۹۹	کنترل تاکتیکی

جدول ۶- نتایج مربوط به روش گسترده CREAM برای وظیفه سرپرست نوبت کار اتاق کنترل S.C در اتاق های کنترل صنایع

وظیفه	زیر وظیفه	نوع فعالیت شناختی	نوع کارکرد شناختی	نوع خطای شناختی	CFPO	CFPi
۱.	۱/۱	ارتباط	اجرا	E2. زمان نادرست در اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸۴۶
	۲/۱	اسکن	مشاهده	02. شناسایی نادرست	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸۴۶
۲.	۳/۱	ارزشیابی	برنامه ریزی	I2. خطای تصمیم گیری	۰/۰۱	۰/۰۲۸۲
	۴/۱	ارتباط	اجرا	E2. زمان نادرست در اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸۴۶
۳.	۱/۲	اجرا	اجرا	E5. عدم اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸۴۶
	۲/۲	تشخیص	تفسیر	I1. تشخیص نادرست	۰/۰۲	۰/۰۵۶۴
۳.	۳/۲	اجرا	اجرا	E1. نقص در نحوه اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸۴۶
	۱/۳	ارزشیابی	برنامه ریزی	I3. تفسیر همراه با تاخیر	۰/۰۱	۰/۰۲۸۲
	۲/۳	تشخیص	برنامه ریزی	I1. تشخیص نادرست	۰/۰۲	۰/۰۵۶۴

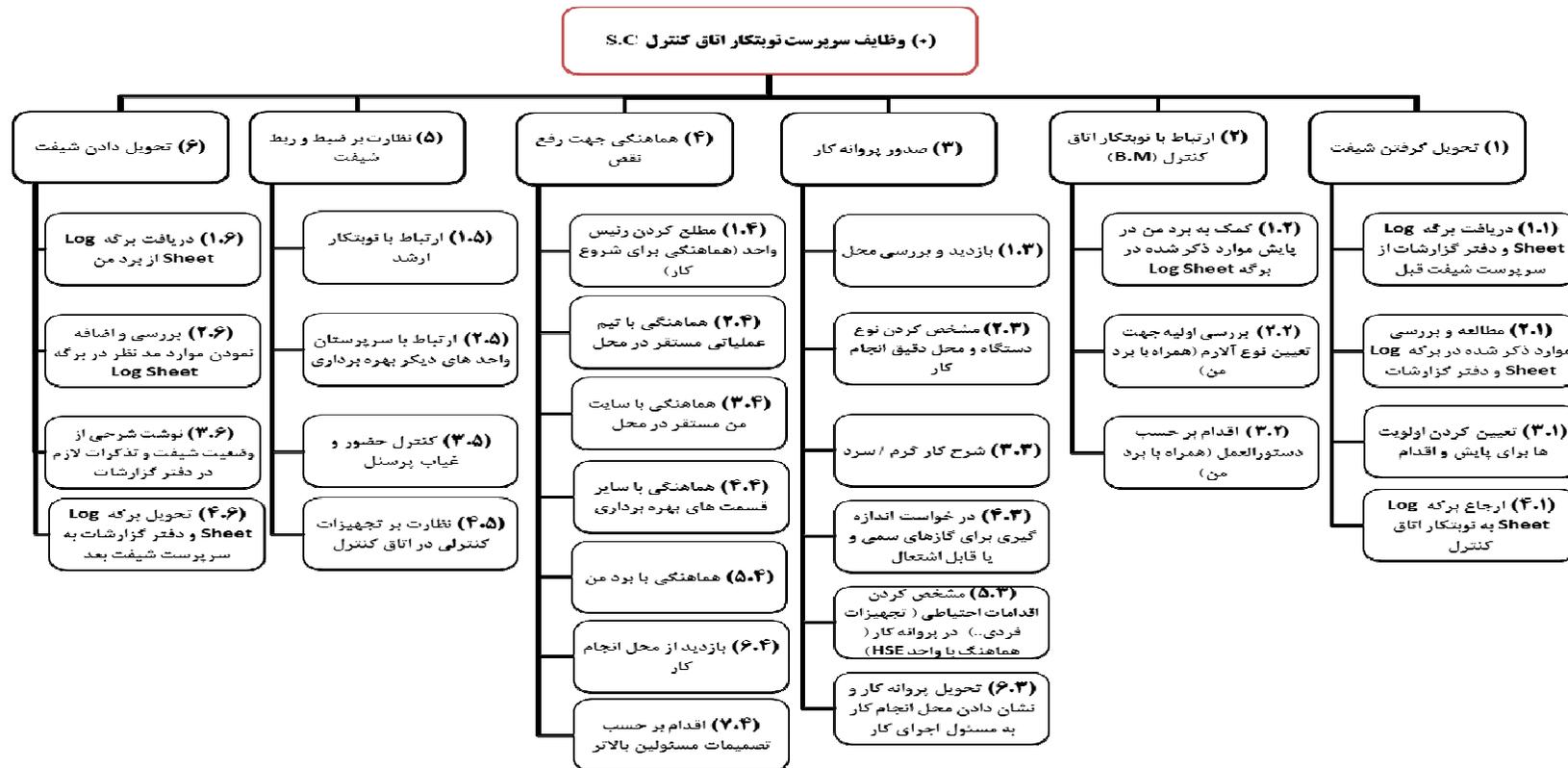


شکل ۱- مراحل اجرای روش CREAM در اتاق های کنترل صنایع



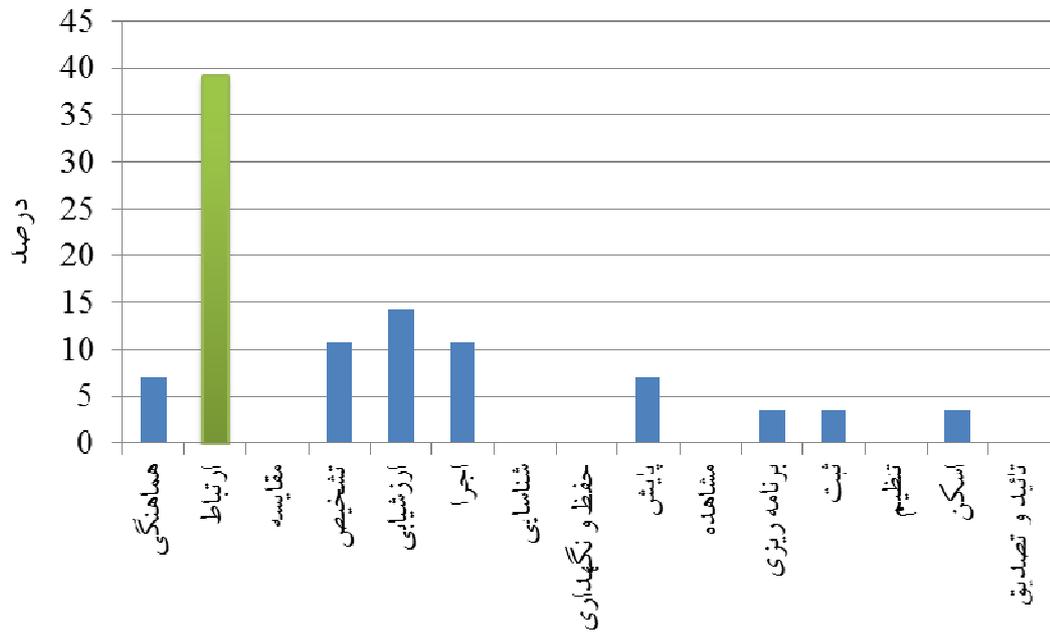
شکل ۲. تعیین سبک‌های کنترلی از روی ضریب سبک کنترل ( $\beta$ )



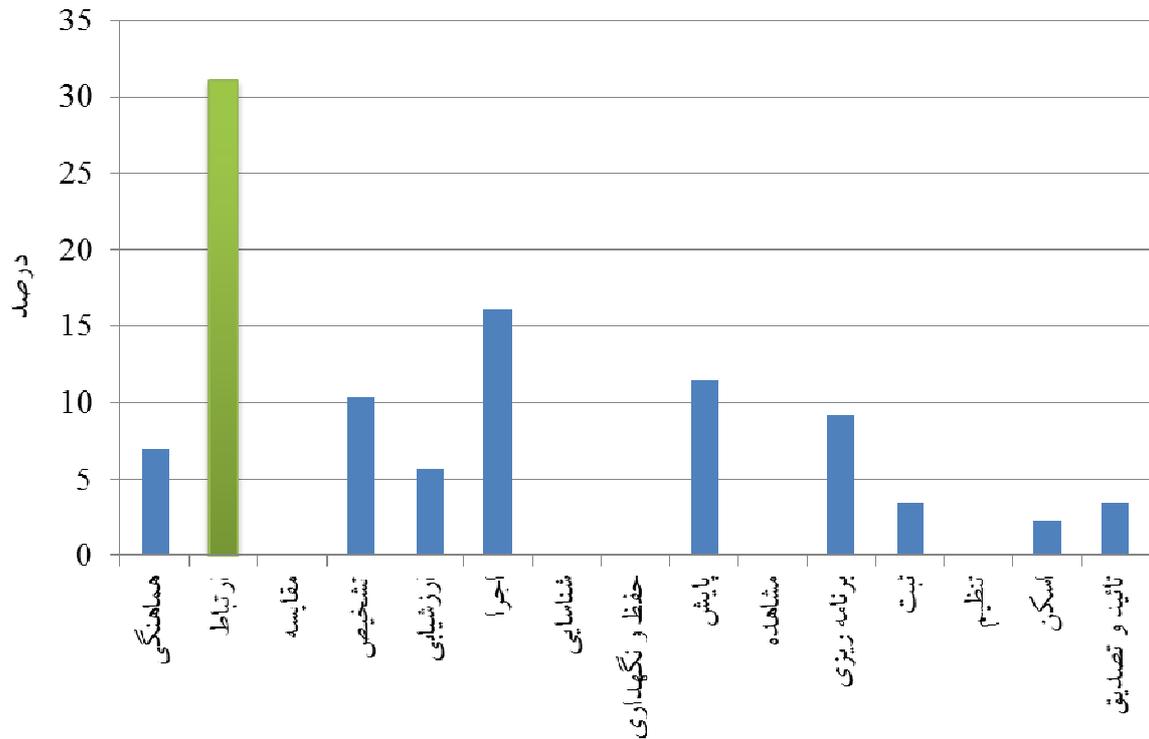


### نمودار ۱- آنالیز وظایف سرپرست نوبتکارنوبت کار اتاق کنترل

- (۰). ابتدا مرحله ۱ و سپس مرحله ۲، در صورت وجود آلام مراحل ۳ و ۴ به ترتیب و در غیر این صورت مرحله ۵ و در پایان شیفت کاری مرحله ۶.
- (۱). به ترتیب مراحل ۱.۱ تا ۴.۱ انجام می گردد.
- (۲). ابتدا مرحله ۱.۲ و در صورت وجود آلام مرحله ۲.۲. اگر علت پروسه ای بود مرحله ۳.۲ و در غیر این صورت (علت غیر پروسه ای مشکل) مراحل ۳ و ۴.
- (۳). مراحل ۱.۳ تا ۴.۳ به ترتیب انجام می گردد. بعد از تعیین اندازه گازهای سمی مراحل ۵.۳ و ۶.۳ به ترتیب انجام می گردد.
- (۴). ابتدا مرحله ۱.۴ و سپس مراحل ۲.۴ تا ۷.۴ به ترتیب تا رفع کامل نقص انجام می گردد و در صورت عدم رفع مشکل مرحله ۷.۴.
- (۵). مراحل ۱.۵ تا ۴.۵ بدون هیچ ترتیبی (بر حسب شرایط) انجام می گردد.
- (۶). به ترتیب مراحل ۱.۶ تا ۴.۶ انجام می گردد.



نمودار ۲- فعالیت های شناختی مربوط به وظیفه سرپرست نوبتکار اتاق کنترل S.C



نمودار ۳- پروفایل نیازهای شناختی مرتبط با ۴ وظیفه شغلی تحلیل شده

## 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 Society*, **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.

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