بررسی وارزیابی خطاهای انسانی درکنترل فرایند تولید سوخت جامد
دریکی از صنایع با روش CREAM[1]

هدایت حبیب زاده

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۸
تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۱۳

چکیده:

درفرایندهای پیچیده، کوچکترین خطا، می تواند حوادثی فاجعه بار، ایجاد نماید. فرایند تولید سوخت جامد ازجمله فرایندهای پیچیده است. مطالعه حاضر با هدف شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی با استفاده از روش CREAM به انجام رسید. دراین مطالعه، ابتدا ۶ وظیفه شغلی با روش HTA[2] آنالیز شد، سپس با استفاده از روش‌های اولیه و گسترده CREAM ، نوع کنترل‌های احتمالی اپراتورها و همچنین خطاهای احتمالی شناختی، مشخص گردید. براساس نتایج روش اولیه CREAM، نوع سبک کنترلی برای ۴ وظیفه شغلی «لحظه ای» تعیین گردید و بر اساس نتایج روش گسترده CREAM، درکل وظایف شغلی مورد مطالعه؛ خطای اجراء(۸۱ درصد)، خطای مشاهده(۸ درصد)، خطای برنامه ریزی(۴ درصد) و خطای تفسیر (۷ درصد) بدست آمد. با شناسایی مغایرت‌ها، ۲۵ مورد برنامه اصلاحی پیشنهاد و بالغ بر ۱۴ اقدام اجرایی به انجام رسید.

واژه های کلیدی:

تکنیک CREAM، خطای انسانی، قابلیت اطمینان عملکرد

۱) مقدمه

با رشد تکنولوژی و فن‌آوریهای نوین، تجهیزات و فرایندها نیز پیچیده‌تر شده است. با ایجاد سیستم‌های پیچیده، امکان بروز حوادث از ناحیه خطای انسانی نیز بیشتر شده است. از دیرباز خطاهای انسانی به عنوان فاکتوری مهم در شکل‌گیری مشکلات تولید در بنگاههای صنعتی مطرح بوده است. در بسیاری از محیطهای شغلی نظیر صنایع هسته‌ای، نظامی وشیمیایی، بروز یک خطای انسانی، می‌تواند به حادثه‌ای فاجعه بار منتهی شود. [۱و۱۲]

راسموس[3] معتقد است که نه تنها نمی‌توان خطاهای انسانی را به طور کامل از میان برداشت، بلکه این کار به صلاح نیز نیست. زیرا بیشتر آموخته‌های بشری از روش آزمون و خطا بدست آمده است. با این وجود هدف، حذف کامل خطای انسانی نیست، بلکه کنترل و به حداقل رساندن آن می‌باشد تا آنجا که پیامدهای منفی ناشی از آن، امکان مدیریت داشته باشد.[۳]

هانریش[4] با مطالعه حدود ۷۵۰۰۰ حادثه، نتیجه‌گیری کرد که ۸۸ درصد علل وقوع حوادث اعمال ناایمن، ۱۰درصد شرایط ناایمن و ۲درصد نیز عوامل غیرقابل پیشگیری هستند.[۴]

در تحقیقات جدید اعمال ناایمن به دو گروه "خطاها" و "تخلفات" تقسیم بندی می‌شوند و مکانیسم روانی

1. Cognitive Reliability and Error Analysis Method
2. Hierarchical Task Analysis
3. Rasomus
4. Henrich

خطاها و تخلفات متفاوت ازهم هستند. خطا، ناشی از مشکلات در پردازش اطلاعات است و به عملکرد شناختی افراد مربوط است. اما تخلفات، بیشتر به دلایل انگیزشی بروز می‌کند.[۲] بنابراین در برنامه ایمنی، ارگونومی و پیشگیری حوادث، جلوگیری از خطاها، اهمیت ویژه‌ایی پیدا می‌کند.[۱۲]

برای شناخت و کنترل خطاهای انسانی، بیش از ۲۰۰ تکنیک مختلف ابداع شده است که هرکدام بر اساس روش و سازوکاری ویژه و برای هدفی خاص مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. پیچیدگی خطاها در صنایع به گونه‌ایی است که بدون بهره‌برداری از تکنیک‌های نظام‌مند، کنترل آنها در فازهای طراحی، نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری، ممکن نیست. مطالعات انجام شده، نشان داده است که تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی درمرحله قبل از وقوع حوادث، می‌تواند از بروز بسیاری از وقایع جلوگیری نماید.[۵] در سال‌های اخیر؛ روش‌های مختلفی در بررسی ظرفیت‌های انسانی و قابلیت‌های عملکردی او درکارهای پیچیده، بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته است که بیشتر این متدها، در زیر مجموعه روش آنالیز قابلیت اطمینان انسانی (HRA)[1] مطرح هستند. هدف از HRA پیش بینی نقص احتمالی در انجام یک وظیفه ناشی از خطای انسانی است. از جمله روش‌هایی که در ساختار HRA برای شناسایی خطاهای انسانی از نوع شناختی (ذهنی-تصمیم‌گیری) درفرایندهای پیچیده معرفی شده، روشی است که درسال ۱۹۹۸ توسط هلنیگل مطرح شد و CREAM نام گرفت. فرآیند ارزیابی خطاهای انسانی مرتبط باقابلیت‌های عملکردی شناختی، با این روش مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.[۵] در متد CREAM خطاهای انسانی و قابلیت‌های عملکردی شناختی، هم بطور پیشگیرانه (آینده نگر) و هم با الهام از تجارب حوادث قبلی (گذشته نگر) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

چون این پژوهش درخصوص مطالعه خطاهای انسانی مرتبط با سیستم کنترل فرایند تولید سوخت جامد (پیشرانه) است، بنابراین با بررسی متدهای رایج و مرتبط، روش CREAM انتخاب شد تا بوسیله آن خطاهای ناشی از نوع شناختی و تشخیصی (در فرایند تصمیم‌گیری درحین کنترل خط) شناسایی گردد. در واقع بهترین روش نظام‌مند برای شناسایی خطاهای شناختی درفرایندهای کنترلی، روش CREAM است. نمودار شماره۴ (درانتهای مطلب)، مراحل اجرایی روش CREAM رابه تصویر کشیده است که درادامه، جزئیات بیشتری از این روش توضیح داده می‌شود.

همانگونه که درنمودار مشخص شده است، روش CREAM دارای دو ساختار اولیه و گسترده می‌باشد، با اجرای روش اولیه، هم سبک‌های کنترلی موجود بدست می آید و هم می‌توان یک برآورد کلی از احتمال وقوع رویدادهای خطای شناختی، با هدف کاهش وقوع خطا و متعاقب آن افزایش قابلیت اطمینان عملکردی، بدست آورد و در صورتی‌که محقق به نتایج بدست آمده با روش اولیه قانع نباشد می‌تواند با اجرای روش گسترده آن؛ بطور تفصیلی‌تر خطاهای شناختی مرتبط را شناسایی کرده، آنها را دسته بندی نموده و سهم هرکدام را مشخص نماید تا براساس نتایجی که بدست می آورد، اقدامات اصلاحی لازم را پیشنهاد نماید. بنابراین CREAM روشی است جامع و در عین حال با قابلیت اجرایی مناسب به ویژه در پروژه ها و فرایندهایی که پیچیدگی دارند و درآنها به سادگی نمی‌توان خطاهای احتمالی از نوع شناختی را شناسایی کرد.

در ایران این روش در فرایند کنترل صنایع پتروشیمی بوعلی سینا اجرایی شده و در مطالعه حاضر نیز روش یادشده مورد استفاده قرار گرفته است.

1. Human Reliability Analyse

۲) مواد و روش

متن حاضر یک مطالعه مورد پژوهی از نوع توصیفی- تحلیلی است. دراین مطالعه فرایند کنترل خط تولید سوخت جامد (سوخت از مهمترین و پرریسک‌ترین محصولات نظامی است)، به عنوان محل بررسی انتخاب گردید. دراین کارخانه تعداد ۲۸ نفر درمشاغل اپراتوری دربخش‌های: "اتاق کنترل مرکزی، بخش‌های فرعی کنترل واحدهای تغذیه خمیر سوخت (کارپت رولینگ)، همگن سازی خمیر سوخت، خشک‌کن، محافظت گرمایی، پرس و برش سوخت"، مشغول بکار هستند. بعد از بازدید و مصاحبه با معاونت مهمات صنعت و مدیر کارخانه سوخت، اسناد صاحب تکنولوژی مطالعه و سپس نسبت به آنالیز کلی وظایف هر قسمت اقدام شد و در نهایت با توجه به حساسیت کل فرایند در برابر خطاهای انسانی، هر ۶ قسمت اصلی کارخانه (تمامی واحدهای یادشده فوق) ، جهت تجزیه، تحلیل و مطالعه خطاهای انسانی با استفاده از روش CREAM انتخاب گردید.

۳) فرایند اجرایی CREAM

برای اجرای متد CREAM، سه مرحله اصلی به شرح زیر در دستورکار قرار گرفت:

۳-۱) مرحله اول - اجرای روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (HTA)

روش HTA درسال ۱۹۷۱ توسط آنت مطرح و سپس توسعه پیدا کرد.[۶] ساختار تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای است که شغل مورد نظر را به جزییات و مرتبه‌های لازم برای انجام آن فعالیت تجزیه می‌سازد. در واقع درکار تجزیه و تحلیل، ابتدا هدف نهایی در نظر گرفته می شود و برای رسیدن به آن هدف، وظیفه به اجزاء کوچک‌تر تقسیم می‌شود. [۱۰] از تجزیه و تحلیل وظایف شغلی می‌توان برای دستیابی به اطلاعاتی مثل تقسیم کاربین انسان- ماشین، نیازهای آموزشی، شناسایی مغایرت‌ها وخطرات ناشی از خطای انسانی، استفاده کرد.[۷] در مطالعه، با این روش، ابتدا تمامی وظایف شغلی فرایند سوخت از بعد کنترلی و هم از بعد اپراتوری تجزیه و تحلیل گردید که به این ترتیب، ۱۲ نمودار مورد بررسی قرار گرفت که در آخر مطالب تحت عنوان نمودار شماره ۲ ارائه شده است.

۳-۲) مرحله دوم- اجرای روش اولیه CREAM

پس از آماده شدن نمودارهای تجزیه و تحلیل سلسله مراتب وظایف شغلی، اجرای روش اولیه CREAM آغاز شد.[۸] برای این کار مراحل زیر در دستورکار قرار گرفت:

۳-۲-۱) ارزیابی شرایط کاری تأثیرگذار بر عملکرد (CPCs[1])

در روش CREAM احتمال خطای شناختی بر اساس میزان کنترل اپراتور بر فعالیت خود، محاسبه می‌شود. و میزان کنترل اپراتور نیز بر اساس ویژگی‌های کلی هر وظیفه و همچنین با استفاده از ارزیابی شرایط کارکردی تاثیرگذار بر عملکرد اپراتور، تعیین می‌شود. جهت ارزیابی شرایط کارکردی گفته شده، ۹ عنوان کلی در CREAM تعریف شده است. (جدول شماره ۱ در ضمیمه) هرکدام از این ۹ عنوان، دارای درجات مشخصی هستند که هر درجه بیانگر میزان تاثیر آن عنوان بر روی کارکرد اپراتور است. با این پارامترها شرایطی که باعث بهبود و یا کاهش عملکرد و یا بی‌تأثیر در عملکرد هستند، تعیین شده و تعداد کل آنها برای هر وظیفه شغلی محاسبه می‌شود.

به عنوان مثال: عنوان اول شامل "نظم سازمانی" است که دارای چهار درجه ناکارآمد، کم بازده، کارآمد و خیلی کارآمد به ترتیب با میزان تأثیر: الف) منفی(کاهشی)، ب) منفی(کاهشی)،

1. CPCs: Common Performance Conditions

ج) غیرقابل اهمیت، و د) مثبت بر روی کارکرد اپراتور می‌باشد.[۸]
در این مرحله از کار، تمامی عوامل ۹ گانه و تأثیر آنها بر عملکرد اپراتورها و کنترل‌کننده‌ها، به دقت مطالعه شد و نتایج ثبت گردید.

۳-۲-۲) تعیین انواع سبک های کنترلی

چهار سطح کنترلی در روش CREAM تعریف شده است که شامل موارد زیر است:

- کنترل اتفاقی یا شتابزده[1]: نشان دهنده محیطی است که در آن اپراتور بدون تفکر، بدون برنامه و برخی موارد با زحمت زیاد در مورد کاری که انجام می دهد، تصمیم می‌گیرد.
- کنترل لحظه‌ایی یا تصادفی: شرایطی را نشان می‌دهد که درآن اپراتور، کارهای وظیفه‌ایی خود را برحسب عادت یا تجربه قبلی انجام می‌دهد و اجرای وظایف براساس طرح و برنامه قبلی، کمتر است.
- کنترل تاکتیکی یا تدبیری: اپراتور کارها را بر اساس قواعد و دستورالعمل‌ها انجام می‌دهد و محدودیت‌هایی نیز در برنامه‌ریزی دارد.
- کنترل استراتژیک: بیانگر شرایط سازماندهی شده است و اپراتور کنترل مؤثری برعملکرد خود دارد.[۹]

نمودار شماره ۱و جدول شماره۱، سطوح کنترلی گفته شده را در این روش (CREAM) نشان می‌دهد.
با پایین آمدن درجه کنترل فرد بر روی کارکرد خود، احتمال خطای انسانی افزایش پیدا می‌کند.
در این مطالعه با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی شرایط کاری تاثیرگذار بر عملکرد (CPCs) و تعیین تعداد پارامترهای بهبود دهنده، کاهش دهنده و بی تأثیر درقابلیت اطمینان عملکرد در هر وظیفه شغلی، سبک‌های کنترلی مشخص شد.

۳-۲-۳) تعیین احتمال خطای کلی

در این مرحله تعداد کل فعالیت‌هایی که باعث بهبود عملکرد می‌شود از تعداد کل فعالیت‌های منجر به کاهش عملکرد، با فرمول ($\beta= I\sum R - \sum$)کسر و از عدد بدست آمده برای تعیین کنترل‌های محتمل اپراتور در شرایط مورد مطالعه مطابق شکل ۱ استفاده شد. همچنین با معلوم بودن ضریب سبک کنترلی(β) مطابق فرمول بالا، برای تعیین احتمال خطای کلی به شرح فرمول زیر استفاده شد:[۹]

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

۳-۳) مرحله سوم- اجرای روش گسترده CREAM

۳-۳-۱) تعیین نیازهای شناختی متناسب با هریک از وظایف شغلی مورد مطالعه

هدف از تهیه الگوی نیازهای شناختی بیان ویژگی‌های مورد نیاز هر وظیفه و نشان دادن بخشی از عدم موفقیت‌های مورد انتظار می‌باشد . برای این کار از الگوی جدول ۲، استفاده شد.

۳-۳-۲) شناسایی خطاهای شناختی احتمالی برای هریک از وظایف شغلی

خطاهای شناختی احتمالی برای هریک از وظایف شغلی در۴ دسته:

"مشاهده"، "تفسیر"، "برنامه‌ریزی"، "اجرا" تعیین (با استفاده از نیازهای شناختی مندرج در جدول شماره ۲) و سپس نمرات مربوط به هرکدام، تخصیص داده شد.

۳-۳-۳) برآورد کمی احتمال خطای شناختی[2]

با توجه به نمرات بدست آمده از مرحله (۳-۳-۲) و با استفاده از فرمول زیر ابتدا احتمال خطای شناختی هریک از زیر وظیفه‌ها (i) و سپس احتمال خطای شناختی کل محاسبه شد.[۹]

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

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

1. Scramble control mode
2. Cognitive Failure Probability(CFPi)

Pi برابـر اسـت بـا نمـرات مربـوط بـه هـر یـک از فاکتـور CPCi از جـدول (۳-۹)

۹-۱= i تعداد فاکتورهای CPCs

PII برابر با مجموع نمرات CPCi

۴) نتایج

پـس از بررسـی شـرایط تأثیـر گـذار بـر عملکـرد اپراتـور کـه بـر اسـاس روش اولیـه CREAM بـرای شـش وظایـف شـغلی مطالعـه و سـپس میـزان کمـی خطـای شـناختی آن محاسـبه گردیـد؛ مطابـق بـا جـدول شـماره ۲، بـرای وظایـف شـغلی "تغذیـه خمیـر سـوخت(تغذیه کارپـت رولینـگ)" ، "همگـن سـازی خمیـر (کارپـت رولینـگ)"، "پـرس اکسـتروژن"، "قیچـی سـوخت" احتمـال خطـای شـناختی کل بـه ترتیـب برابـر بـا ۰,۰۳۱۵ ، ۰,۰۹۹۶،۰,۰۵۶۰، ۰,۰۹۹۶، محاسـبه گردیـد کـه بـه ایـن ترتیـب نـوع سـبک کنترلـی، بـرای هـر چهـار وظیفـه گفتـه شـده، کنتـرل لحظهایـی تعییـن گردیـد. بـرای وظایـف شـغلی "خشـک کـن" و "محافظـت گرمایـی" ایـن مقـدار برابـر بـا ۰,۰۰۹۹ و ۰,۰۰۹۹ و نـوع سـبک کنترلـی آنهـا، کنتـرل تاکتیکـی بدسـت آمـد.

براسـاس روش گسـترده CREAM ، جـداول آنالیـز کمـی خطاهـای شـناختی شـش (۶) وظایـف شـغلی مطالعـه شـده اسـتخراج گردیـد.

مطابـق نمـودار شـماره ۳، از کل خطاهـای شناسـایی شـده بـرای ۶ وظیفـه شـغلی؛ ۸۱ درصـد مربـوط بـه خطـای اجـرا، ۸ درصـد مربـوط بـه خطـای مشـاهده، ۷ درصـد مربـوط بـه خطـای تفسـیر و ۴ درصـد مربـوط بـه خطـای برنامه‌ریـزی اسـت.

همچنیـن بیشـترین خطـای اجـرا دروظیفـه شـغلی محافظـت گرمایـی (۸۷ درصـد)، بیشـترین خطـای مشـاهده در وظیفـه شـغلی تغذیـه کارپـت رولینـگ (۶۰ درصـد)، بیشـترین خطـای تفسـیر دربـرش سـوخت (۱۴ درصـد) و بیشـترین خطـای برنامه‌ریـزی در وظیفـه شـغلی خشـک کـن (۱۶ درصـد) بدسـت آمـد.

۵) بحث

روش CREAM از روش‌هـای نسـل دوم HRA می‌باشـد. ایـن روش در سـال ۱۹۹۸ بـه عنـوان روشـی دقیـق و بـا سـاختار مناسـب جهـت آنالیـز قابلیـت اطمینـان و خطـای شـناختی انسـان، توسـط Hollnagel معرفـی گردیـد.[۱]

CREAM دارای دو روش کمی‌سـازی "ابتدایـی و پیشـرفته" می‌باشـد کـه اولـی بـه عنـوان روشـی سـاده و سـریع جهـت بـرآورد میـزان کنتـرل فـرد بـر روی کار خـود و همچنیـن محاسـبه بـازه تقریبـی (screening) بـرای مقاصـد غربالگـری میـزان احتمـال خطـای انسـانی، اسـتفاده می‌شـود و دومـی بـرای ریشـه‌یابی علـل بـروز خطاهـای شـناختی بـا مطالعـه بـر روی نیازهـای شـناختی تأثیرگـذار بـر وظایـف شـغلی مـورد مطالعـه، بهره‌بـرداری می‌شـود.[۱۱]

درروش اولیـه CREAM، بـا تعییـن میـزان کنترلـی کـه اپراتـور بـرروی فعالیـت خـود دارد، می‌تـوان یـک بـرآورد کلـی از احتمـال رویـداد خطـای اپراتـوری درمحیـط کار ارائـه نمـود. اسـاس کار ایـن روش، بـر پایـه ارزیابـی شـرایط حاکـم برمحیـط کار می‌باشـد کـه بـا پارامترهایـی تحـت عنـوان "شـرایط کارکـردی متـداول" شـناخته می‌شـوند.[۱]

در ایـن پژوهـش، از روش CREAM بـرای شناسـایی و کاهـش خطـای انسـانی در فراینـد تولیـد سـوخت جامـد یکـی از صنایـع پرخطـر و بـا سـطح ریسـک بـالا، اسـتفاده شـد. تجزیـه و تحلیـل فاکتورهـای CPCs بـرای ۶ وظیفـه شـغلی آنالیـز شـده، نشـان داد کـه فاکتورهـای "شـرایط کار"، "تناسـب بیـن انسـان- ماشـین و حمایت‌هـای مؤثـر"، "زمـان انجـام کار"، "انجـام دو یـا چنـدکار بطـور همزمـان" و "کیفیـت آموزش‌هـای موجـود و تجربیـات کاری"، بـا کاهـش قابلیـت اطمینـان عملکـرد مرتبـط هسـتند و فاکتـور "تناسـب بیـن انسان-ماشـین و حمایت‌هـای مؤثـر" در وظایـف شـغلی خشـک‌کن و محافظـت گرمایـی موجـب بهبـود اطمینـان عملکـرد می‌شـود و فاکتورهـای "توانمنـدی سـازمان"، "قابلیـت دسترسـی بـه روش‌هـا و برنامه‌هـا"، "زمـان دردسـترس بـرای انجـام کار" و "نحـوه تعامـل و همـکاری بیـن افـراد"، بی‌تأثیـر در قابلیـت

اطمینـان عملکـرد اپراتـور هسـتند.

از میـان کل خطاهـای شناسـایی شـده بـرای ۶ وظیفـه شـغلی مـورد مطالعـه سـهم خطـای اجـرا، بیشـترین مقـدار بـود. ایـن موضـوع نشـان می‌دهـد کـه فراینـد و تکنولـوژی مربـوط بـه آن بـه گونه‌ایـی اسـت کـه علیرغـم بهره‌گیـری از سیسـتم‌های خـودکار در جابجایـی مـواد و محصـول در بیـن ایسـتگاه‌های کاری، اپراتورهـا و نقـش اجرایـی آنهـا در فراینـد تولیـد سـوخت جامـد، بیـش از فاکتورهـای دیگـر همچـون برنامه‌ریـزی، تصمیم‌گیـری و یـا تفسـیر، نقـش دارد.

بـرای آنکـه نقـش خطـای اجـرا در فراینـد مـورد مطالعـه کاهـش یابـد، بـاز مطالعـه توسـط تیـم همـراه مؤلـف از فراینـد بـرای تقویـت نقـش سیسـتم‌های خـودکار کنترلـی بعمـل آمـد و نزدیـک بـه ۱۴ پـروژه همچـون :

- تقویت سیستم کنترل مدار بسته
- جایگزینـی سیسـتم‌های ابزاردقیقـی بـا قابلیـت اطمینـان عملکـرد بـالا و....

تعریـف و اجـرای آن در ظـرف ۶ مـاه در دسـتورکار قـرار گرفـت و نتایجـی کـه حاصـل گردیـد، توانسـت قابلیـت اطمینـان عملکـردی فراینـد را ارتقـاء دهـد.

۶) نتیجه گیری

- روش CREAM چـون دارای دو سـاختار اولیـه و گسـترده می‌باشـد، روشـی جامـع و در عیـن حـال بـا قابلیـت اجرایـی مناسـب بـه ویـژه در پروژه‌هـا و فرایندهـای کـه پیچیدگـی دارنـد و درآنهـا بـه سـادگی نمی‌تـوان خطاهـای احتمالـی را شناسـایی کـرد، بـه نظـر می‌رسـد. دلیـل ایـن امـر ایـن اسـت کـه بـا اجـرای روش اولیـه، هـم سـبک‌های کنترلـی موجـود بدسـت می‌آیـد و هـم می‌تـوان یـک بـرآورد کلـی از احتمـال وقـوع رویدادهـای خطـای شـناختی، بـا هـدف کاهـش وقـوع خطـا و متعاقـب آن افزایـش قابلیـت اطمینـان عملکـردی، بدسـت آورد و درصورتیکـه محقـق بـه نتایـج بدسـت آمـده بـا روش اولیـه قانـع نباشـد می‌توانـد بـا اجـرای روش گسـترده آن؛ بطـور تفصیلی‌تـر خطاهـای شـناختی مرتبـط را شناسـایی کـرده، آنهـا را دسـته‌بندی نمـوده و سـهم هرکـدام را مشـخص نمایـد تـا بـر اسـاس نتایجـی کـه بدسـت آورده اسـت، اقدامـات اصلاحـی لازم را پیشـنهاد نمایـد. بنابرایـن ایـن روش می‌توانـد روشـی مناسـب بـرای ارزیابـی خطاهـای شـناختی بـه ویـژه در بحـث سیسـتم‌های کنترلـی فرایندهـای پیوسـته، تلقـی شـود.
- بـا اجـرای روش اولیـه CREAM در فراینـد تولیـد سـوخت جامـد، سـبک‌های کنترلـی وظایـف شـغلی "تغذیـه کارپـت رولینـگ"، "کارپـت رولینـگ"، "پرس اکسـتروژن"، "وبـرش سـوخت- قیچـی" کنتـرل لحظه‌ایـی شناسـایی شـد و اقدامـات اصلاحـی لازم بـه گونه‌ایـی تعریـف و اجـرا شـد کـه بـه سـمت کنتـرل تاکتیکـی میـل نمایـد.
- بـا انجـام اقدامـات اصلاحـی در زمینه "زمـان انجام کار (ریتـم سـیرکادین) و مدیریـت بـر شـیفت‌های کاری موجـود در فراینـد"، "ارتقـاء کیفیـت آموزش‌هـای موجـود و تجربیـات کاری افـراد بـا جـذب و تربیـت نفـرات جدیـد، جـوان وصلاحیـت‌دار"، احتمـال خطـای انسـانی بـه میـزان قابـل ملاحظه‌ایـی پاییـن خواهـد آمـد.
- بـرای تحقـق پیشـنهادات فـوق، تعـداد ۱۴ مـورد اقـدام اصلاحـی بـا اعتبـاری بالـغ بـر ۴۸۰۰ میلیـون ریـال تعریـف و بـا مسـاعدت تیـم کارشناسـی طـی ۹ مـاه، مراحـل اجرایـی پـروژه بـه نتیجـه رسـید. ایـن شـرایط توانسـته اسـت سـبک کنتـرل لحظه‌ایـی درمشـاغل کارپـت رولینـگ، پـرس اکسـتروژن و بـرش سـوخت، درکنـار فراینـد کنترلـی کـه از طریـق اتـاق کنتـرل مرکـزی فراینـد، مدیریـت می‌شـود، را ارتقـاء دهـد.

۷) منابع و مراجع

۱. دکترمظلومی عادل، حمزه‌ئیان زیارانی مصطفی، دادخواه اصغر، جهانگیری مهدی، محدثی پریسا، مقصودی پور مریم، قاسمی مهدی : "مطالعه خطاهای انسانی در یکی از اتاقهای کنترل صنایع پتروشیمی توسط تکنیک CREAM با رویکرد ارگونومی"، مجله دانشکده بهداشت وانستیتو بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران- ۱۳۸۹

2. Wreathall,J.,et al.,Human Reliability Analysis in support of Risk assessment for positive train control.2003,US Dept. of transportation , Fedral Railroad Adminstration, office of Research and Development Research and special programs Adminstration.

۳. پور تقی ، غلامحسین "مبانی ارگونومی (طراحی در محیط های عمومی، صنعتی، نظامی)"؛ مرکز تألیف کتاب‌های درسی معاونت تربیت وآموزش سپاه- چاپ اول۱۳۸۸

۴. رحیمی کمال، شقایق(۱۳۸۸)، "بررسی کاربرد ابزار "HEPI" به منظور محاسبه احتمال خطای انسانی در شرایط اضطراری، در یکی از تأسیسات تقویت فشار گاز (منطقه سه عملیات انتقال گاز)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت.

5. Sinovsky Jan; Murinova Lucia, " Human Reliability Control- Cognitive Approach".

6. Douglas A. Wiegmann , Scott A. Shpell, "Human Error Perspectives In Aviation".

7. WWW. Wikipedia / "Cream- Wikipedia, the Free Encyclopedia" .

8. Erik Hollnagel, 1998. Cognitive Reliability and Error Analysis Method CREAM, Elsevier Science Ltd.

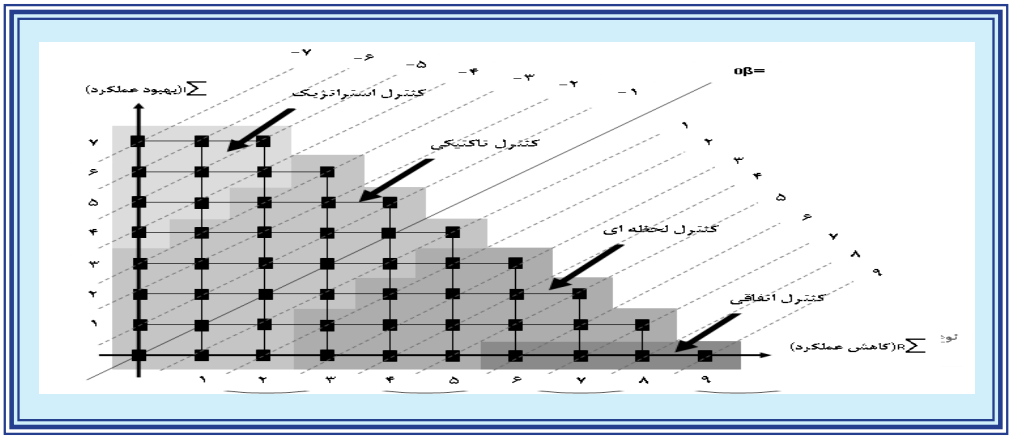
9. Xuhonda L., Yao W., Zupeishen, Xiangrui H., 2008. A Simplified CREAM prospective quantification process and application, Reliability Engineering and System Safety 93 298-306

10. British Standard Institue, OHSAS 18001 , " Occupational Health & safety Mnangment Systems Specification"

11. Williie Hammer (1993) "Product safety management and engineering " Library of congress cataloging in publication dated.

۱۲. حبیب زاده هدایت، "تجزیه وتحلیل واصلاح خطرات جرثقیل های سقفی با استفاده از روش FMEA"، همایش ملی ارگونومی درصنعت وتولید، ۱۳۸۱

۸) ضمیمه: جداول و نمودارها



نمودار شماره ۱. سطوح کنترلی در روش CREAM و ارتباط آن با بهبود دهنده ها و کاهش دهنده‌های قابلیت اطمینان عملکرد

سبک کنترلی	حدود احتمال کلی خطای شناختی
کنترل استراتژیک	0.00005< P < 0.01
کنترل تاکتیکی	0.001< P < 0.1
کنترل لحظه ای	0.01< P < 0.5
کنترل اتفاقی	0.1< P < 1.0

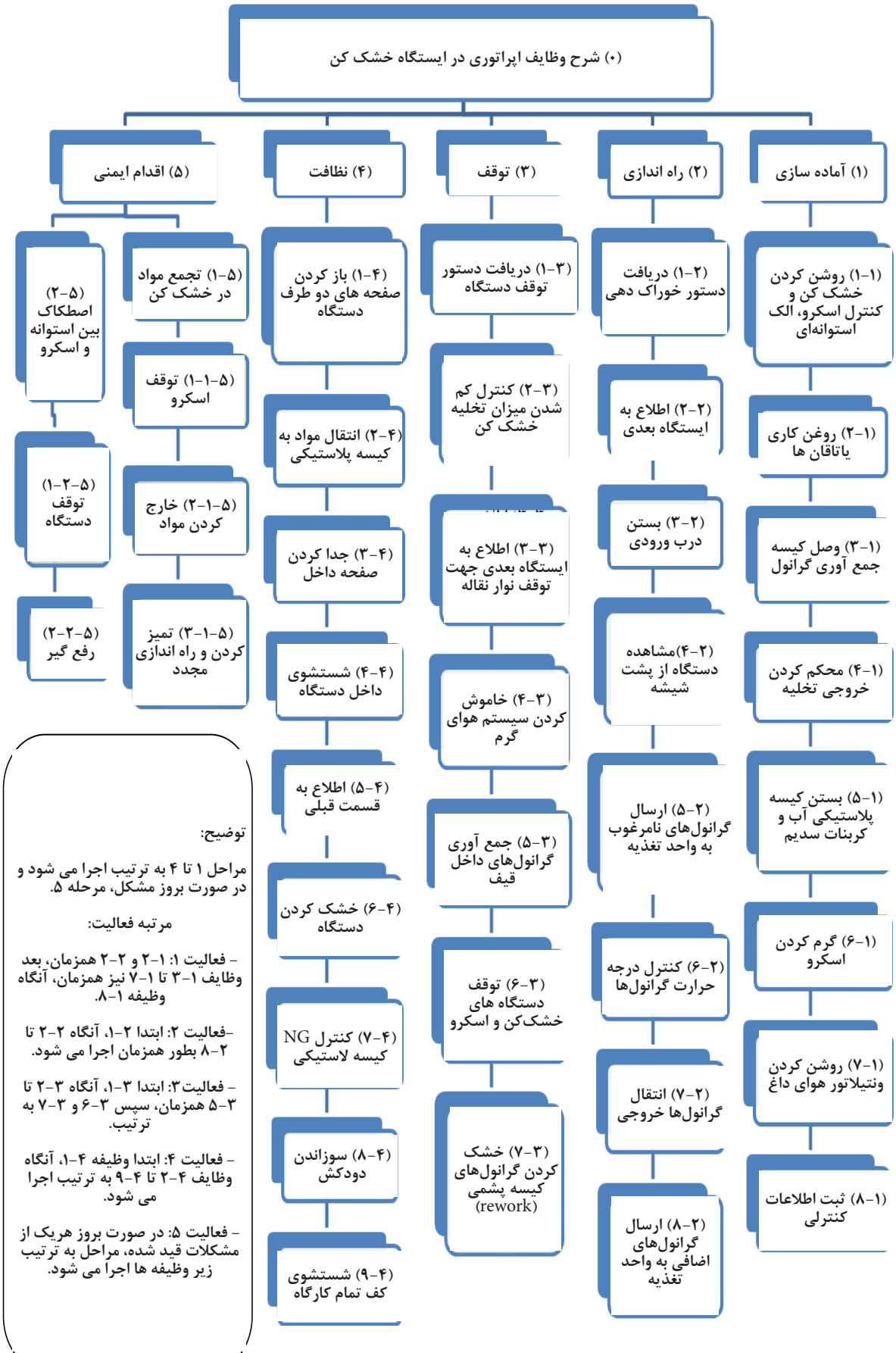
جدول شماره ۱. ارتباط بین سبک‌های کنترلی و احتمال کلی خطای شناختی درمتد CREAM

ردیف	وظیفه	روش اولیه CREAM		روش گسترده CREAM احتمال خطای شناختی	مقایسه نتایج دو روش
		سبک کنترلی	احتمال خطای شناختی		
۱	تغذیه کارپت رولینگ	لحظه‌ای	۰.۰۳۱۵	۰.۱۵۰۹۲	عدم تطابق
۲	کارپت رولینگ	لحظه‌ای	۰.۰۵۶۰	۰.۹۰۶۹۲	تطابق
۳	خشک کن	تاکتیکی	۰.۰۰۹۹	۰.۱۸۹۷۳	تطابق
۴	محافظت گرمایی	تاکتیکی	۰.۰۰۹۹	۰.۱۲۰۱۷	تطابق
۵	پرس اکستروژن	لحظه‌ای	۰.۰۹۹۶	۰.۹۱۷۰۶	تطابق
۶	قیچی سوخت	لحظه‌ای	۰.۰۹۹۶	۰.۹۱۷۰۶	تطابق

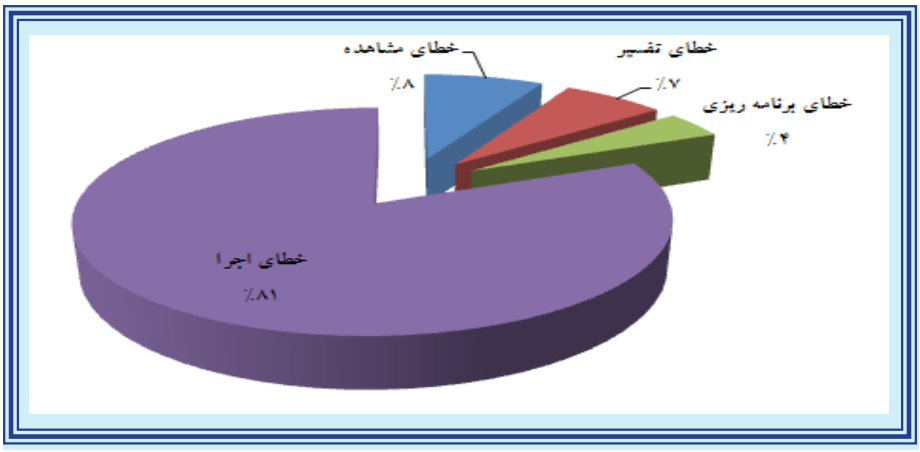
جدول شماره ۲. احتمال خطای شناختی ۶ وظیفه شغلی با روش اولیه و گسترده CREAM

کارکرد شناختی	نوع خطاهای شناختی	تعداد خطا	درصد
خطای مشاهده	O1 : مشاهده نادرست موارد	۵	۲.۸۲
	O2: شناسایی نادرست	۹	۵.۰۸
	O3 : عدم مشاهده	-	-
خطای تفسیر	I1: تشخیص نادرست	۱۱	۶.۲۲
	I2 : خطای تصمیم گیری	۱	۰.۵۶
	I3: تفسیر همراه با تاخیر	-	-
خطای برنامه‌ریزی	P1: خطا در ترتیب انجام کار	۷	۳.۹۵
	P2: نقص برنامه ریزی	-	-
خطای اجرا	E1: نقص در نحوه اجرا	۷۷	۴۳.۵
	E2: زمان نادرست در اجرا	۱۸	۱۰.۱۷
	E3: نقص در موارد اجرا	-	-
	E4: نقص در ترتیب اجرا	۱۹	۱۰.۷۳
	E5: عدم اجرا	۳۰	۱۶.۹۵
جمع		۱۷۷	۱۰۰

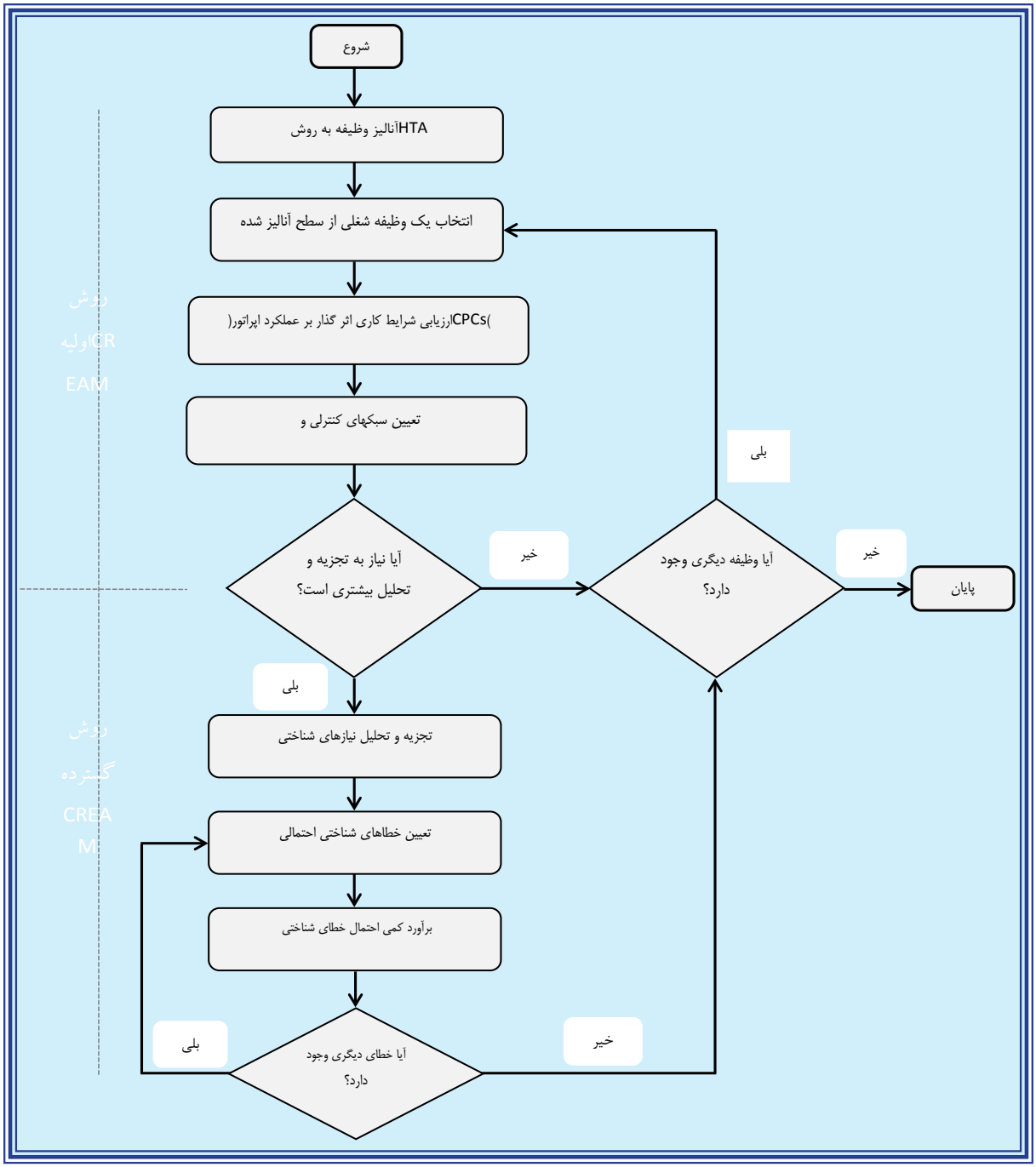
جدول شماره ۳. خطاهای چهارگانه شناختی روش گسترده CREAM و سهم هرکدام در میزان خطاهای شناختی مورد مطالعه درخط سوخت جامد



نمودار شماره ۲. آنالیز فرایند وظایف اپراتور ایستگاه خشک کن



نمودار شماره۳. خطاهای شناسایی شده در۶ وظیفه شغلی مورد مطالعه درفرایند تولید سوخت جامد باروش CREAM



نمودار شماره۴. فرایند اجرای متد CREAM