

شناسایی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی به روش PHEA در واحد آیزوماکس

یکی از شرکتهای پالایش نفت کشور

جواد عدل، مهدی جهانگیری و جبرائیل نسل سراجی
گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی

چکیده

پیامد ناشی از خطا بر روی سیستم، راه های کنترلی برای پیشگیری از بروز خطا و کاهش پیامدهای آن در برگه های کار PHEA ارائه شد.

طبق اطلاعات حاصل از برگه های کار PHEA جمعا ۱۶۱ خطا در ۱۰ وظیفه شغلی مورد بحث شناسایی شد، که از این تعداد، سهم هر یک از خطاهای فوق الذکر به ترتیب با ۱۰۸، ۱۲، ۲۴، ۴، ۵، ۸ برابر بود. از جمله خطاهای شناسایی شده که احتمال وقوع آنها با توجه به حوادث اتفاق افتاده در واحد بالا می باشد می توان به عدم انجام وظیفه شغلی، انجام وظیفه شغلی بر خلاف ترتیب مقرر و ... اشاره کرد.

در نهایت به منظور پیشگیری از وقوع هر کدام از خطاهای شناسایی شده و کاهش پیامدهای ناشی از آنها، راهکارهای کنترلی مناسب به ویژه در مورد تغییرات سخت افزاری در طراحی تجهیزات نظیر برجسب گذاری تجهیزات، رنگ آمیزی متفاوت پمپ ها یا کلیدهای خاموش و روشن کردن آنها، نصب محفظه های آکوستیک برای تلفن های موجود در سایت و ... ارائه شد.

طبق بررسیهای صورت گرفته ۶۰ الی ۹۰ درصد حوادث در نتیجه مستقیم خطاها و اشتباهات انسانی به وقوع می پیوندند.

در این پژوهش که در واحد آیزوماکس یکی از شرکتهای پالایش نفت کشور انجام شد، پس از بررسی ۲۵ وظیفه شغلی موجود که از طریق مصاحبه و مشاوره با سرپرستان و کارکنان واحد و همچنین بررسی حوادث رخ داده انجام شد، ۱۰ وظیفه شغلی به عنوان وظایف شغلی حساس و بحرانی نسبت به بروز خطاهای انسانی انتخاب شدند. سپس هر کدام از این ده وظیفه شغلی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل وظایف شغلی سلسله مراتبی (H.T.A (Hierarchical Task Analysis مورد آنالیز قرار گرفت.

در مرحله بعد انواع خطاهای انسانی قابل پیش بینی در هر یک از وظایف شغلی فوق با استفاده از روش PHEA (Predictive Human Error Analysis) شناسایی شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. علاوه بر تعیین نوع خطا (خطای عملکردی، خطای مربوط به بازدید، خطای در حین بازیابی اطلاعات، خطای انتخاب بین گزینه های مختلف، خطای توالی و خطای تبادل اطلاعات)، توصیف آن و تعیین

Identification and Analysis of Human Errors by PHEA Technique in Isomax Unit of an Oil Refinery

J. Adl, M. Jahangiri and J. Seraj
Researcher, Tehran University of Medical Sciences
POBox: 14155-6446, Tehran, Iran

ABSTRACT

According to industrial accident's investigation 60 to 90% of all accidents have directly been caused by human error. In this study, which has been done in the Isomax

unit of an oil refinery, totally 25 existing occupational tasks were reviewed by aid of the results produced from interviewing the workers, discussing with supervisors & line managers and considering all the past

accident's reports .From all 25 , 10 tasks were selected as susceptible and critical to human error occurrences .All selected tasks were analyzed by Hierarchal Task Analysis.. In the second stage , PHEA(Predictive Human Error Analysis) technique was used for predicting and extraction of human errors in the selected tasks .

Apart from determination of identified error's type (action, checking , retrieval , selection, sequence and communication error), description of errors , the consequences of their occurrence and proper solutions for prevention and recovering from errors were developed and entered into PHEA worksheet .

The performed PHEA technique was identified totally 161 errors in all 10 tasks

صنعتی ، باز هم در برخی از وظایف شغلی نقش انسان آنقدر حساس و

بحرانی است که بروز یک اشتباه و خطای انسانی ساده در آن مثل فراموشی در بستن یا باز کردن به موقع یک شیر فلکه، می تواند سبب بروز یک حادثه ناگوار و تاسف آور شود [۳]. از طرف دیگر بررسیها نشان داده است که وقوع خطاهای انسانی در نتیجه ترکیبی از عوامل مختلف نظیر عوامل شخصی ، عوامل مدیریتی و سازمانی ، پیچیدگی روش انجام کار، شرایط محیطی ، طراحی تجهیزات و دستگاهها ، نحوه آموزش افراد ، نظارت ، وجود یا عدم وجود دستورالعمل های کاری و ... رخ می دهند و نمی توان تنها یک عامل را به عنوان عامل اصلی وقوع خطاهای انسانی و پیامدهای ناشی از آن معرفی کرد [۴].

با توجه به موارد فوق ، شناسایی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی مخصوصا در وظایف شغلی حساس و بحرانی، بخش مهمی از برنامه شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک به منظور پیشگیری از حوادث را تشکیل می دهد.

.The type of identified errors were different and their number were, according to the sequence written in the pervious paragraph , 108 , 12 , 24 , 4 , 5 , and 8 respectively. some important of these errors which have had , according to the accidents occurring the past , high frequencies were : the task was not done , too much done , too early or too late was done , has been done in different sequence and

Finally for preventing and recovering from the identified errors some proper solutions, particularly in the area of hardware change in equipment design , have been proposed : labeling of equipments , making the colure pumps or switches different with each other , installing acoustic telephone booths in the site and

مقدمه

مطالعات انجام شده در زمینه حوادث صنعتی نشان داده است که خطای انسانی مهمترین و اصلی ترین نقش را در بروز حوادث دارد . طبق تعریف، خطای انسانی عبارتست از هرگونه انحراف انسان از وظایف شغلی مشخص شده که از حد قابل قبول سیستم فراتر رود . به عبارت دیگر هر عملی که روی کارایی سیستم یا عملکرد انسان اثر بالقوه نامطلوب داشته باشد به عنوان خطای انسانی در نظر گرفته شده و می تواند سبب بروز حادثه شود [۱] .

طبق بررسی های صورت گرفته ۶۰ الی ۹۰ درصد حوادث در نتیجه مستقیم خطاها و اشتباهات انسانی به وقوع می پیوندند [۲]. در چند دهه اخیر نیز بروز حوادث ناگوار و فاجعه آوری چون فلیکس بورو (۱۹۷۶- انگلیس) ، تری مایل آیلند (۱۹۷۹- آمریکا) ، بوپال (۱۹۸۴- هند) ، چرنوبیل (۱۹۸۶- روسیه) و مطالعه علل وقوع آنها نشان داده است که علی رغم پیشرفت های قابل توجه در زمینه به کارگیری تکنولوژی های پیشرفته و استفاده از اتوماسیون در صنایع و فرایندهای

در پژوهش حاضر هدف شناسایی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی قابل پیش بینی در واحد آیزوماکس یکی از شرکتهای پالایش نفت کشور و ارائه راهکارهای کنترلی مناسب برای پیشگیری از بروز خطاها و کاهش پیامدهای ناشی از آنها می باشد.

شرح

این مطالعه از نوع توصیفی، تحلیلی بوده و انجام آن شامل مراحل زیر است:

الف) شناسایی وظایف شغلی حساس و بحرانی

در ابتدا کلیه وظایف شغلی افراد در واحد آیزوماکس مورد بررسی قرار گرفت و پس از مصاحبه و مشاوره با سرپرستان و کارکنان و همچنین بررسی حوادث رخ داده در واحد، از بین کلیه وظایف شغلی موجود در واحد (۲۵ وظیفه شغلی) ۱۰ وظیفه شغلی زیر به عنوان وظایف شغلی حساس و آسیب پذیر نسبت به خطاهای انسانی برای مطالعه انتخاب شدند: وظایف روزانه O.O^۱، نمونه گیری از محصولات نفتی برای ارسال به آزمایشگاه، فرایند صدور پروانه کار، راه اندازی، بستن و تعویض پمپ های خوراک واحد، راه اندازی کوره ها، پایش عملکرد تجهیزات، بستن اضطراری واحد، بستن و راه اندازی کمپرسورها، بستن و راه اندازی پمپ های پیستونی، تبادل اطلاعات بین کارکنان واحد و دیگر واحد ها.

ب) تجزیه و تحلیل وظایف شغلی^۲ (T.A)

منظور از تجزیه و تحلیل وظایف شغلی، مطالعه و آنالیز کلیه مراحل و فعالیتهایی است که جهت رسیدن به هدف اصلی یک وظیفه شغلی انجام می شود [۵]. از تجزیه و تحلیل وظایف شغلی برای دستیابی به اطلاعاتی مثل تقسیم کار بین انسان و ماشین، نیازهای آموزشی و شناسایی خطاهای انسانی استفاده می شود. به عبارت دیگر تجزیه و تحلیل وظایف شغلی

عبارتست از ارائه تصویر جزء به جزء فعالیتهای اپراتور در یک سیستم و تجزیه و تحلیل آنها به منظور اطمینان از عملکرد صحیح اپراتور در اجرای وظایفی که به عهده دارد [۶]. برای انجام T.A روشهای مختلفی وجود دارد، یکی از این روشها که بیشتر برای شناسایی خطاهای انسانی مورد استفاده قرار می گیرد، روش تجزیه و تحلیل وظایف شغلی به صورت سلسله مراتبی (H.T.A) است که در آن کلیه وظایف شغلی در یک فرایند سلسله مراتبی به مجموعه ای از زیر وظایف تقسیم شده و در قالب جدول H.T.A ارائه می شوند [۶ و ۷].

در این پژوهش کلیه وظایف شغلی حساس و بحرانی انتخاب شده با روش H.T.A مورد تجزیه و تحلیل گرفت و برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز آن از روش مشاهده فرایند، مصاحبه با افراد و بررسی دستورالعمل ها و مستندات موجود استفاده شد.

ج) پیش بینی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی

پس از تعیین وظایف شغلی حساس و آسیب پذیر از نظر خطاهای انسانی و تجزیه و تحلیل آنها، با استفاده از روش PHEA^۳ کلیه خطاهای انسانی در هر یک از وظایف شغلی شناسایی و پیش بینی شده و پس از تعیین ماهیت خطاها و تاثیر آنها بر روی سیستم، راهکارهای کنترلی مناسب برای پیشگیری از بروز و کاهش پیامدهای ناشی از آنها ارائه شد.

روش PHEA در سال ۱۹۹۰ توسط امبری^۴ و در سال ۱۹۹۴ توسط مرکز ایمنی فرایندهای شیمیایی^۵ (CCPS) به منظور پیش بینی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی در وظایف شغلی ارائه شد. در این روش خطاهای انسانی برای هر یک از وظایف شغلی به کمک یک سری کلمات راهنما پیش بینی و در قالب جدولی به نام برگه کار PHEA ارائه و سپس برای هر یک از خطاهای انسانی پیش بینی شده، راهکارهای کنترلی لازم برای

۳ - Predictive Human Error Analysis

۴ - Embrey

۵ - Center for Chemical Process Safety

۱ - Outside Operator

۲ - Task Analysis

پیشگیری از بروز خطاها ارائه می شود [۹، ۱۰]. کاربرد این روش در صنایع شیمیایی و فعالیتهای تعمیراتی بوده و مهمترین مزایای حاصل از به کارگیری آن عبارت است از: راحتی استفاده، سیستماتیک بودن آن، درجه اعتبار بالا، مبتنی بودن آن بر روش تجزیه و تحلیل وظایف شغلی سلسله مراتبی H.T.A و پیش بینی خطاها و تعیین پیامدهای ناشی از آنها [۹].

در این روش از عوامل شخصی، مدیریتی و سازمانی موثر در بروز خطاها صرف نظر شده و بیشتر نقص در دستورالعمل های کاری، نحوه آموزش، نظارت و طراحی تجهیزات و تاثیر آنها در بروز خطاها مورد بحث قرار می گیرد.

در نمودار ۱ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل وظیفه شغلی راه اندازی کوره های خوراک راکتورها به عنوان نمونه نشان داده شده است. همانطور که در این نمودار مشاهده می شود، وظیفه شغلی مورد بحث شامل ۵ مرحله اصلی است و هر کدام از این مراحل نیز از مراحل جزئی تری تشکیل شده اند که در نهایت به هدف اصلی وظیفه شغلی که همان راه اندازی کوره است منجر می شود.

نتیجه اجرای روش PHEA در مورد وظیفه شغلی راه اندازی کوره های خوراک راکتورها (به عنوان نمونه) در جدول ۱ نشان داده شده است. در این جدول علاوه بر تعیین نوع خطا و توصیف آن، پیامد ناشی از خطا و همچنین راهکارهای کنترلی لازم برای پیشگیری از وقوع هر یک از خطاهای شناسایی شده، ارائه شده است. نوع خطا در این جدول به صورت کد گذاری شده مشخص است (ستون ۳ جدول) و این کدها در جدول ۲ که خطاهای انسانی را در شش گروه طبقه بندی کرده است ارائه شده است [۹]. شرح انواع خطاهای شناسایی شده در جدول ۱ عبارتست از:

الف) خطاهای عملکردی^۱

۱- فراموشی در انجام وظیفه شغلی (A3) و یا انجام وظیفه شغلی به طور ناقص (A8) که نتیجه آنها عدم انجام وظیفه شغلی و یا انجام نیمه تمام وظیفه شغلی بوده و همین عامل سبب بروز حادثه می شود به عنوان مثال اگر اپراتور در انجام وظیفه شغلی بازرسی از محفظه احتراق از نظر عدم وجود مواد و اجسام قابل اشتعال (مرحله ۱-۱ از نمودار ۱) مرتکب این خطا شود پیامد آن می تواند افزایش ناگهانی درجه حرارت در محفظه احتراق باشد.

۲- انجام وظیفه شغلی دیرتر (A1) یا زودتر (A2) از موعد مقرر: چنانچه وظیفه شغلی در زمان مقرر خود انجام نگیرد منجر به حادثه خواهد شد به عنوان مثال در مورد وظیفه شغلی روشن کردن مشعلها به صورت تک تک (مرحله ۲-۵ از نمودار ۱) اگر روشن کردن مشعلها پس از باز کردن شیر گاز کمی به تاخیر افتد (انجام وظیفه شغلی دیرتر از حد معمول) سبب تجمع گاز در محفظه و در نتیجه باعث وقوع انفجار در زمان نزدیک کردن شعله دستی به مشعل خواهد شد.

۳- انجام وظیفه شغلی بیشتر (A6) یا کمتر (A7) از حد مورد نیاز: این خطا نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. به عنوان مثال در مورد وظیفه شغلی مشخص کردن تجهیزات حفاظتی مورد نیاز برای انجام کار در پروانه کار اگر تجهیزات حفاظتی به میزان کمتر از حد مورد نیاز در پروانه کار ثبت شوند، تجهیزات حفاظتی متناسب با خطرات پیش بینی شده، نبوده و در نتیجه احتمال صدمه و آسیب به کارکنان تعمیر کار وجود دارد. از طرف دیگر چنانچه تجهیزات حفاظتی به میزان بیشتر از حد مورد نیاز در پروانه کار ثبت شوند، اعتماد کارکنان تعمیر کار نسبت به توصیه های حفاظتی موجود در پروانه کار از دست رفته و در نتیجه در مواقعی که استفاده از تجهیزات حفاظتی واقعا ضروری هستند ممکن است فرد تعمیر کار از آنها استفاده نکند [۱۰].

غیر از آندسته خطاهایی که در جدول ۱ مطرح شد، در جداول PHEA مربوط به ۹ وظیفه شغلی، خطاهای دیگری نیز شناسایی شدند که عبارتند:

خطاهای در حین بازیابی اطلاعات:

خطاهایی که به هنگام یافتن آنچه باید بر روی آن کار انجام شود، به دلیل عدم وجود اطلاعات یا وجود اطلاعات غلط و

یا تفسیر نادرست اطلاعات موجود رخ می دهند .

خطاهای مربوط به انتخاب:

خطاهایی که به علت فقدان برچسب یا رنگ آمیزی نامناسب در شناسایی و انتخاب تجهیزات برای کار کردن رخ می دهند و می تواند منجر به حادثه شود .

خطاهای مربوط به تبادل اطلاعات: مهمترین این خطاها عبارتند از عدم تبادل اطلاعات (I1) و تبادل ناقص اطلاعات (I2) که پیامدهایی چون تبادل نامفهوم و عدم درک صحیح و واضح اطلاعات ارسالی را در پی خواهد داشت .

بحث و نتیجه گیری

نتایج اجرای تکنیک PHEA در مورد ۱۰ وظیفه شغلی حساس انتخابی نشان داد که تعداد کل خطاهای انسانی شناسایی شده ، ۱۶۱ خطا می باشد که از این تعداد ۱۰۸ خطای عملکردی ، ۱۲ خطای بازدید ، ۲۴ خطای خطاهای در حین بازیابی اطلاعات ، ۴ خطای انتخابی ، ۵ خطای توالی^۱ و ۸ خطا مربوط به تبادل اطلاعات بودند . از کل خطاهای شناسایی شده آنهایی که با توجه به حوادث اتفاق افتاده در واحد دارای احتمال وقوع بالایی بودند، می توان به نمونه های زیر اشاره کرد:

خطای عدم انجام وظیفه شغلی ، انجام وظیفه شغلی دیرتر از موعد مقرر ، انجام وظیفه شغلی به طور ناقص ، فراموشی در انجام وظیفه شغلی و انجام وظایف شغلی بر خلاف ترتیب و توالی مقرر.

همانطور که در برگه کار PHEA مشخص شده است علاوه بر نوع خطا ، توصیف خطا و کاهش پیامدهای ناشی از خطا ،

ستونی هم تحت عنوان راهکار کنترلی در نظر گرفته شده تا پیشنهاد هایی به منظور پیشگیری از وقوع خطا کاهش و پیامد ناشی از خطا ارائه شود . اصول کلی در ارائه راهکارهای کنترلی با توجه به منابع مختلف به ترتیب زیر است:

۱- آموزش موثر و مداوم به نحوی که کارکنان در فرایند آموزش دخالت داده شوند و برنامه ریزی آموزشی با مشارکت آنها و مطابق با تجزیه و تحلیل وظایف شغلی (H.T.A) صورت گیرد، یکی از راهکارهای مهم در پیشگیری و کاهش خطاهای انسانی است . در دو مطالعه ای که در جهت بررسی حوادث صنعتی در کارخانجات شیمیایی انجام شده ، ضعف در آموزش و کمبود علم و دانش اپراتورها به ترتیب ۳۴ و ۴۱ درصد علل حوادث صنعتی را به خود اختصاص داده اند [۱۳] راسموسن نیز در طبقه بندی خود چنین خطاهایی را به عنوان خطاهای مبتنی بر مهارت به شمار آورده است [۱۴]. در مطالعه حاضر به دلیل آنکه برنامه های آموزشی در واحد مورد مطالعه مشخص نبود و در مورد اجرای آنها ارزیابی هایی که نشان دهنده تاثیر آموزش در افزایش مهارت و کارایی باشد وجود نداشت ، امکان ارائه پیشنهادات دقیق در مورد برنامه آموزشی میسر نبود . البته در مورد برخی از خطاهای انسانی، آموزش به عنوان یکی از راهکارهای کنترلی مهم مطرح شد . اگرچه در مورد برخی از خطاهای انسانی نظیر فراموشی در انجام کار (خطای A3 یا C5 در جدول ۲) آموزش چندان موثر نمی باشد.

۲- دستورالعمل ها :

خطاهای مربوط به وجود نقص در دستورالعملهای کاری در برخی از مطالعات مربوط به حوادث صنعتی ۲۴ درصد و در برخی دیگر ۱۱ درصد علت کل حوادث را به خود اختصاص می دهد [۱۳].

در طبقه بندی راسموسن خطاهای مبتنی بر قاعده و قانون مربوط به عدم استفاده ، استفاده ناقص یا وجود نقص در دستورالعمل می باشد [۱۴]. بسیاری از خطاهای انسانی شناسایی شده در برگه های کار PHEA نیز ناشی از نقص در

دستورالعمل ها و عدم پذیرش آنها از سوی کارکنان بودند. که می بایست با اقداماتی از قبیل دخالت دادن کارکنان در تدوین

دستورالعمل ها ، اصلاح و بازنگری آنها مطابق با تغییرات واحد و متناسب با استانداردهای کار ایمن (SOP)^۱، در دسترس قرار دادن آنها ، اعمال تغییراتی در چهارچوب نوشتاری ونحوه ارائه آنها و همچنین آموزش نحوه استفاده و کاربرد آنها به کارکنان، فرهنگ استفاده از دستورالعمل را در بین آنها گسترش داد تا ضمن پذیرش آنها از سوی کارکنان ، از بروز خطاهای انسانی ناشی از به کارگیری روشها و اعمال کاری نادرست پیشگیری شود .

۳- تغییرات سخت افزاری در طراحی تجهیزات

موثرترین راه برای پیشگیری از بروز خطاهای انسانی به کارگیری نکات لازم در طراحی تجهیزات و تغییرات سخت افزاری می باشد. به عبارتی، سیستم ها می بایست طوری طراحی شوند که امکان وقوع خطا در آنها وجود نداشته باشد و در صورت بروز خطا اولاً خطا فوراً تشخیص داده شود و ثانیاً پیامد آن بر سیستم به حداقل برسد. در بررسیهای مختلفی که در زمینه حوادث به عمل آمده ، خطاهای ناشی از نقص در طراحی تجهیزات ، ۳۲ تا ۴۱ درصد علل بروز حوادث را به خود اختصاص داده است [۱۳].

لذا از آن جایی که امکان مشاهده دقیق سایت و بررسی نقشه های P&ID وجود داشت ، در مورد برخی از خطاهای شناسایی شده، توصیه های مناسبی در مورد تغییرات سخت افزاری و تغییر در طراحی تجهیزات واحد ارائه شد .از جمله این پیشنهاد ها می توان به برجسب گذاری تجهیزات و رنگ آمیزی متفاوت پمپ ها و کلید های روشن و خاموش کردن آنها (برای پیشگیری و کاهش خطاهای مربوط به انتخاب بین

گزینه های مختلف) ، کاهش صدای زمینه در محیط و استفاده از بلندگوهای مناسب تر و بیشتر و نصب محفظه های آکوستیک برای تلفن های مناسب (برای پیشگیری و کاهش خطاهای مربوط به تبادل اطلاعات) و نصب زنگ خطر و برخی وسایل هشدار دهنده به منظور جلب توجه افراد به بروز خطا اشاره کرد. ناگفته نماند همه این پیشنهاد ها در واحد مورد مطالعه تازگی داشت و قبلاً در نظر گرفته نشده بود.

۴- نظارت :

بدیهی است که کلیه اقدامات کنترلی نظیر انجام مراحل کاری طبق دستورالعمل ، تدوین و اجرای مقررات ایمنی و ... برای اینکه موثر واقع شوند و در واقع مطابق برنامه ریزی های انجام شده اجرا شوند ، نیاز به نظارت موثر و کافی دارند. به همین خاطر در مورد تعداد زیادی از خطاهای شناسایی شده در برگه های کار PHEA نظارت به عنوان توصیه ای مهم مورد توجه قرار گرفت .

در پایان لازم به ذکر است به کارگیری روش PHEA به طور خیلی ساده و به دور از محاسبات پیچیده ، خطاهای انسانی را در وظایف شغلی بسیار حساس و بحرانی (که بروز خطاهای انسانی در آنها می تواند منجر به پیامدهای ناگواری گردد) مورد شناسایی و تجزیه و تحلیل قرار داده و امکان ارائه راهکارهای کنترلی لازم برای پیشگیری از بروز آنها را فراهم می سازد. لذا شناسایی خطاهای انسانی بخش مهمی از برنامه شناسایی خطرات را به خود اختصاص داده و می بایست در برنامه ارزیابی ریسک در صنایع به کار گرفته شود.

جدول ۱ - برگه کار PHEA در مورد وظیفه شغلی راه اندازی کوره های راکتور

ردیف	وظیفه شغلی	نوع خطا*	توصیف خطا	پیامد ناشی از خطا	راهکار کنترلی
۱-	بازرسی محفظه احتراق از نظر عدم وجود مواد و اجسام قابل اشتعال (۱-۱)	A3/A8	بازرسی محفظه احتراق از نظر عدم وجود مواد و اجسام قابل اشتعال انجام نمی شود.	افزایش ناگهانی درجه حرارت در کوره	۱- آموزش اپراتور در مورد اهمیت موضوع ۲- نظارت و بررسی HO ۳- تهیه چک لیست مخصوص راه اندازی کوره تا بدینوسیله هیچ مرحله ای از مراحل راه اندازی کوره از جا نیفتد و هر مرحله ای که انجام می شود در این چک لیست با ذکر زمان انجام ثبت و امضاء شود.
۲-	حصول اطمینان از بسته بودن شیرهای ورود سوخت به مشعلها (۳-۱)	C4/C5	بازدید از شیرهای ورود سوخت به مشعلها جهت حصول اطمینان از بسته بودن آنها فراموش می شود یا این کار به طور ناقص انجام می شود.	در صورتیکه شیر اصلی گاز باز باشد، باز بودن شیر ورود گاز به مشعلها سبب می شود جریان گاز به محفظه احتراق راه یافته و در آنجا متراکم شود و در نتیجه به محض نزدیک شدن شعله دستی برای روشن کردن، مشعل محفظه احتراق منفجر شود.	
۳-	باز کردن کلیه دریچه های تنظیم هوا (Air Register) و دمپر دودکشها (Stack Damper) (۱-۴)	A8	باز کردن دریچه های تنظیم هوا و دمپر دودکشها به طور کامل صورت نمی گیرد.	عدم وجود هوای کافی برای سوخت گاز در زمان روشن کردن مشعلها و در نتیجه	در صورت لزوم اپراتور می بایست برای تهیه کامل کوره از دمنده های هوا استفاده کند.
		A9	دریچه های تنظیم هوا و دمپر دودکشها به جای اینکه باز شوند بیشتر بسته می شوند.	ناقص سوختن گاز احتمال خفگی وجود دارد	نوشتن موقعیت باز و بسته بودن دمپر دودکشها تا اپراتور در تشخیص موقعیت باز یا بسته بودن دمپر دچار خطا نشود.
۴-	آزمایش گاز در محفظه احتراق و اطمینان از عدم وجود گاز (۱-۹)	A3/A8	آزمایش گاز اصلا و یا به طور کامل انجام نمی شود.	احتمال وجود گازهای قابل احتراق در محفظه احتراق	۱- استفاده از چک لیست راه اندازی کوره ۲- کالیبراسیون منظم دستگاههای سنجش گاز ۳- آموزش اپراتور درباره نحوه کار صحیح با دستگاه

* به جدول شماره ۲ مراجعه شود.

جدول ۲- خطاهای شناسایی شده در وظایف شغلی مورد بحث مطابق با طبقه بندی

خطاهای انسانی در روش PHEA

تعداد خطای شناسایی شده	مفهوم	*علامت اختصاری	نوع خطا
۱۹	عمل مورد نظر خیلی دیر انجام می شود.	A1	خطاهای عملکردی (Action Error)
۳	عمل مورد نظر خیلی زود انجام می شود.	A2	
۴۹	انجام عمل مورد نظر فراموش می شود.	A3	
۱	عمل مورد نظر خیلی سریع انجام می شود.	A4	
۵	عمل مورد نظر خیلی آهسته انجام می شود.	A5	
۱۰	عمل مورد نظر بیشتر از حد انجام می شود.	A6	
۵	عمل مورد نظر کمتر از حد انجام می شود.	A7	
۱۲	عمل مورد نظر به طور ناقص انجام می شود.	A8	
۲	عمل مورد نظر در جهت غلط انجام می شود.	A9	
۲	عمل صحیح روی یک گزینه غلط انجام می شود.	A10	
-	بازدید خیلی دیر انجام می شود.	C1	خطاهای مربوط به بازدید (Checking Error)
۲	بازدید خیلی زود انجام می شود.	C2	
-	بازدید بر روی یک گزینه غلط انجام می شود	C3	
۵	بازدید به طور ناقص انجام می شود.	C4	
۵	بازدید فراموش می شود.	C5	
۱۱	اطلاعات مورد نیاز به دست نمی آیند .	R1	خطاهای در حین بازیابی اطلاعات (Retrieval Error)
-	اطلاعات مورد نیاز غلط به دست می آیند .	R2	
۱۳	اطلاعات مورد نیاز به طور ناقص به دست می آیند .	R3	
-	اطلاعات به دست آمده به طور غلط تفسیر می شوند.	R4	
۴	تبادل اطلاعات صورت نمی گیرد.	I1	خطاهای مربوط به تبادل اطلاعات (Information Communication Error)
-	اطلاعات غلط تبادل می شوند.	I2	
۴	تبادل اطلاعات به طور ناقص صورت می گیرد.	I3	
۱	انتخاب بین گزینه های مختلف فراموش می شود .	Sel1	خطاهای مربوط به انتخاب گزینه های مختلف (Selection Error)
۳	گزینه مورد نظر به اشتباه انتخاب می شود.	Sel2	
۵	عمل مورد نظر در یک توالی نادرست انجام می شود.	Seq1	خطاهای توالی (Sequence Error)
-	عمل مورد نظر دوباره تکرار می شود.	Seq2	

*A: Action Errors, C: Checking Errors , R: Retrieval Errors , I: Information communication Errors S: Selection Errors

- [1] J.M Santamaria Ra miro: P.A.Brana Asia . Risk analysis and reduction in the chemical Process industry . Blacking academic & Professional (1998).
- [2] Kletz Trever, An Engineering View of human error , Dep of chemical Engineering , Loughborough University , (2002).
- [3] Mostia Bill, Human error in instrumentation systems –part 1. (2002) .
- [4] Feyer Ann-Marie , Williamson Ann M . , R.carins David,The involvement of human behavior in occupational accident : error in context , safety science Vol.25 . No 1-3 pp55-65 .(2002)
- [5] Embery David , Task Analysis Technique , Human Reliability Associate . (2000)
- [6] Samavatyan Hossein , Task analysis for evaluating Human – computer interaction , (2001).
- [7] Stanton Nevill , Hedge Alan, Task Analysis , Cornell University , DEA 470 , (2000) .
- [8] Frank P.Lees, Lees’ Loss Prevention in the Process Industries ,Dep. Of chemical engineering , Loughborough University , U.K , second edition (1996) .
- [9] Brazier Andrew , Richardson Paul , Embery David, Human factor Assessment of safety critical tasks R , 8/11 – Human Reliability Associate , (2000) .
- [10] Hidemitsu Hanafusa , Iwaki Toshio , Embery David, study on the Methodology for Predicting and Preventing Errors to Improve Reliability of Maintenance Task in Nuclear Power Plant , (2001) .
- [11] Kletz Trever, What Went Wrong –Case Histories of process plant Disaster, 4th ed, Gulf Publishing Company Houston , Texas, (1999) .
- [12] Revelle , jack B and Stephen Joe, Safety training methods , Practical solution for the next millennium . New york Wiley , (1995).
- [13] Peterson , Daniel : Human error Reduction and safety management : 3 rd ed (1982) .
- [14] Kirwan Barry . A Guide to practical human reliability assessment , London . Taylor and Francis , (1997).

