



Human error analysis among petrochemical plant control room operators with human error assessment and reduction technique

Mehran Ghalenoei¹
Hassan Asilian M²
Seyed Bagher Mortazavi³
Sakine Varmazyar⁴

Received: April 16, 2009

Revised: May 3, 2009
July 25, 2009

Accepted: August 19, 2009

Abstract

Background and aims: Control room is a palpating heart of a system, and any error in operator's duties have irreparable consequences. Nowadays, in many work places such as nuclear industry, military and chemical parts human error can cause catastrophic event that led many events around the world, so the purpose of this study is analyzing human error in a utility unit control room of a Petrochemical Company using HEART method.

Methods: Data collection was done by direct observation methods, interview with "Bordman", senior shift, boss of Fuel vapor, related experts and analysis of previous incidents that occur. Then job analysis and human error identified respectively by HTA and TRACER technique. Additionally, the error probability determined with HEART techniques which is a one of the tools of human reliability assessment.

Results: The most important factors in incidence of human error at the control room operators were: fatigue, experience, consciousness, complexity of information, focus error and Error producing conditions were diagnosed: mental stress, High work load, focus, clear guidelines, lack of training and the task adaptation,. The most calculated likely error in the duties: reload bugs, boiler commissioning, control of production, maintenance, warning signs control.

Conclusion: the results can be acknowledged that supervisor duties "Nobatkar" control room because of a high sensitivity range of error likely to have occurred and solutions must be proposed. This technique for this group should be prioritized.

Keywords: Human error, HEART, HTA, Control room, Human Reliability

1. Corresponding author, Dept. of Occupational Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. ghalenoy@gmail.com

2. Assistant Prof. of Occupational Health, Tarbiat Modares University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Associate Prof. of Occupational Health, Tarbiat Modares University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4. Faculty Member of Dept. of Occupational Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

واکاوی خطای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل با استفاده از تکنیک HEART در یک مجتمع پتروشیمی

مهران قلعه نوی^۱، حسن اصیلیان مهابادی^۲، سید باقر مرتضوی^۳، سکینه ورمزیار^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۲/۲۴ تاریخ ویرایش: ۱۳۸۸/۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۵/۲۸
۱۳۸۸/۵/۳

چکیده

زمینه و هدف: اتاق کنترل قلب تپنده یک سیستم می باشد و هر گونه خطا در وظایف اپراتورهای تواند پیامدهای جبران ناپذیری را به همراه داشته باشد. امروزه در بسیاری از محیطهای شغلی نظیر صنایع هسته ای، نظامی و شیمیایی بروز یک خطای انسانی میتواند به حادثه ای فاجعه بار منتهی شود که حوادث زیادی در نقاط مختلف جهان شواهدی بر این مدعاست، به همین دلیل هدف این پژوهش بررسی خطای انسانی در اتاق کنترل واحد utility یکی از مجتمع های پتروشیمی با استفاده از روش HEART می باشد.

روش بررسی: جمع آوری اطلاعات با استفاده از روش های مشاهده مستقیم، مصاحبه با بردمن، ارشد شیفت، رییس واحد سوخت بخار، کارشناسان مرتبط و همچنین آنالیز حوادث رخ داده قبلی به منظور بررسی خطای انسانی انجام گرفت. سپس توسط تکنیک HTA، آنالیز شغلی وظایف انجام و با بهره گیری از تکنیک TRACEr خطای انسانی شناسائی گردید. علاوه بر آن، برای شناخت احتمال رخداد خطا، آنالیزهای کمی توسط تکنیک HEART که یکی از ابزارهای ارزیابی قابلیت اطمینان انسان است، انجام گرفت.

یافته ها: مهمترین عوامل موثر در بروز خطای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل، خستگی، تجربه، هوشیاری، پیچیدگی اطلاعات، تمرکز و شرایط بوجود آورنده خطا، استرس روحی، بار کاری زیاد، تمرکز، وضوح دستورالعملها، عدم تطبیق بین آموزشهای دریافتی و وظیفه، تشخیص داده شد. همچنین بیشترین احتمال خطای محاسبه شده در وظایف بازنگری اشکالات، راه اندازی دیگ بخار، کنترل تولید، تعمیرات، کنترل علایم هشدار دهنده می باشند.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج حاصله می توان اذعان نمود وظایف نوبتکار و سرپرست اتاق کنترل بدلیل حساسیت دارای رنج بالایی از احتمال رخداد خطای می باشند و می بایست راهکارهای پیشنهادی این تکنیک برای این گروه در اولویت قرار گیرد.

کلید واژه ها: خطای انسانی - قابلیت اطمینان - اتاق کنترل - HEART، HTA

مقدمه

حادثه ناشی از کار به سازمان تأمین اجتماعی گزارش می شود که پیامد آن ۱۲۰ مورد فوت و ۱۵۰ مورد از کارافتادگی کلی است. اگر چه آمار حوادث کل کشور به مراتب رقمی بیشتر از این مقدار را خواهد داشت و هیچ گونه گزارشی از سهم خطای انسانی در وقوع این

نقش انسان در مراحل طراحی، ساخت و بهره برداری فرایندهای صنعتی امری انکار ناپذیر است. در کشور ما نیز طبق آمار منتشر شده فقط سالانه حدود ۱۴۰۰۰

۱- (نویسنده مسئول) قزوین بلوار شهید باهنر دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی قزوین، عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه ای، ghalenoy@gmail.com

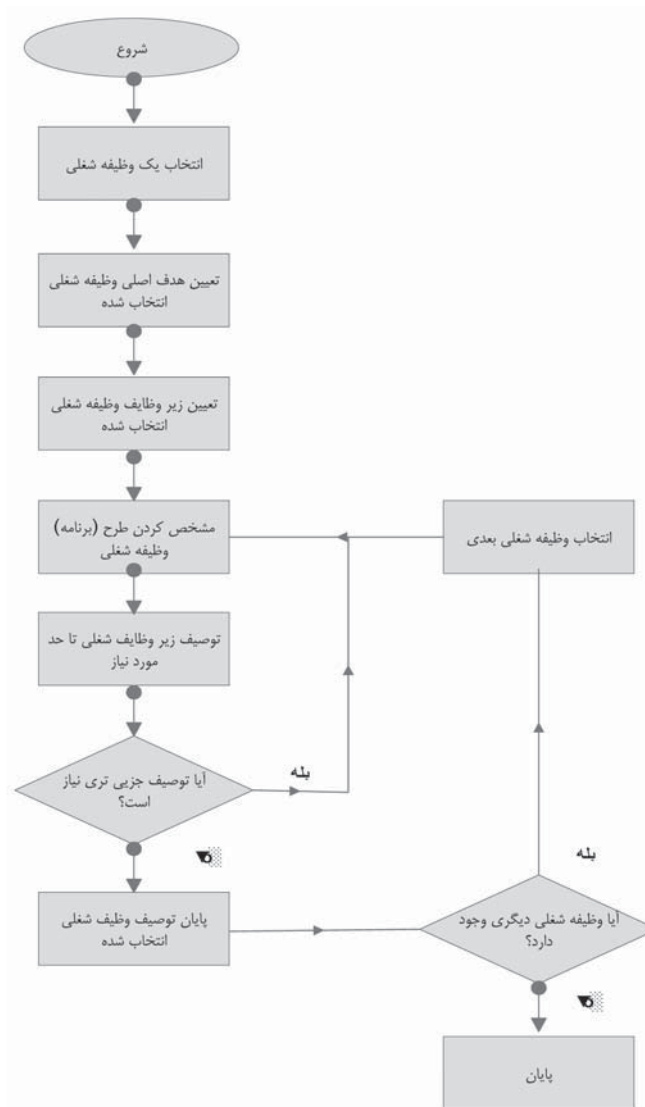
۲- استادیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده پزشکی - گروه بهداشت حرفه ای

۳- دانشیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده پزشکی - گروه بهداشت حرفه ای

۴- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی قزوین - دانشکده بهداشت - گروه بهداشت حرفه ای

کنترل، تحقیق حاضر با اهداف زیر انجام شد.
 ۱- بکارگیری یکی از روشهای Reliability Assessment (HRA: Human Reliability Assessment) جهت شناسایی امکان بروز خطا در حین انجام وظائف برد من
 ۲- طبقه بندی خطاهای برد من
 ۳- تعیین چگونگی رخداد خطا و چرایی رخداد آن.
 از جمله مطالعات انجام شده در این زمینه میتوان به مقاله سه قسمتی «باری کروان» در سال ۱۹۹۶، تحت عنوان بررسی اعتبار سه تکنیک کمی سازی قابلیت اطمینان انسان (HEART, THERP, JHEDI) اشاره کرد که در بخش اول به توصیف تکنیکها، در

حوادث منتشر نشده، ولی به نظر میرسد حدود دو سوم عامل این حوادث ناشی از خطای انسانی باشد. با توجه به پیچیده تر شدن روز به روز سیستمها و فرایندهای صنعتی و پدید آمدن تکنولوژیها و فرایندهای پرخطر و همچنین خصلت خطاپذیری و غیرقابل پیش بینی بودن انسان و اینکه خطای انسانی مهمترین علت بروز حوادث صنعتی است، شناسایی، پیش بینی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی و تدبیر راهکارهای کنترلی مناسب جهت حذف و کاهش خطاها و یا پیشگیری از پیامدهای ناگوار آن ضروری به نظر می رسد. لذا با توجه به اهمیت خطای اپراتور در اتاق



شکل ۱- روند انجام تجزیه و تحلیل وظایف شغلی به روش HTA

کمک تکنیک HTA: Hierarchical Task Analysis وظایف شغلی آنالیز گردید. سپس انواع خطاها و علل بروز آنها توسط روش TRACER شناسایی شد. به منظور بررسی مجدد وظایف، شرایط بوجود آورنده خطا و نسبت تاثیر آن و تعیین احتمال بروز خطا در هر شغل از تکنیک HEART استفاده گردید.

بکارگیری تکنیک HTA

منظور از تجزیه و تحلیل شغلی ارایه تصویر جزء به جزء فعالیت‌های کاربر در یک سیستم و تحلیل آنها به منظور اطمینان از عملکرد صحیح کاربر در اجرای وظایفی است که بر عهده دارد. برای انجام تجزیه و تحلیل شغل، روش‌های مختلفی وجود دارد یکی از این روش‌ها که بیشتر برای شناسایی خطاهای انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی شغل است که در سال ۱۹۷۱ توسط آنت و همکارانش و در سال ۱۹۹۹ توسط استنتون و یانگ در نیروگاه‌های اتمی و کارخانجات شیمیایی بکار گرفته شد که در آن کلیه وظایف شغلی در یک فرایند سلسله مراتبی به مجموعه‌ای از زیروظایف تقسیم شد و در قالب چارت یا جدول ارایه شد [۴، ۸]. مهمترین مزیت این روش تجزیه و وظیفه به وظایف ریزتر به منظور پیش بینی بهتر خطا می‌باشد. به این منظور از فرم‌های ایزو، مصاحبه با اپراتورها و سرپرستان، مشاهده فرایند کاری در روزهای متوالی و در نهایت بررسی صحت وظایف آنالیز شده با مدیران واحد استفاده گردید [۹]. در شکل شماره ۱ مراحل اجرای تجزیه و تحلیل وظایف شغلی به روش HTA نشان داده شده است.

بکارگیری تکنیک: TRACER (Technique for Retrospective & Predictive analysis of Cognitive Errors)

هدف از شناسایی خطای انسانی در اتاق کنترل، شناسایی، پیش بینی و طبقه بندی آن می‌باشد. این اطلاعات شامل نوع خطا و علل روانشناختی آن می‌باشد. این مرحله می‌تواند برای استراتژی‌های پیش گیرانه یا کاهش خطا بکار رفته تا بهبود طراحی سیستمها و بهبود ایمنی را به همراه داشته باشد. ابزار مورد استفاده بر پایه تکنیک آنالیز پیش بینانه خطاهای شناختی (TRACER) می‌باشد.

بخش دوم به نتایج آزمونهای اعتبارسنجی و در بخش سوم به جنبه‌های کاربردی تکنیک‌ها پرداخته است [۳-۱].

در سال ۱۹۹۶ وی مطالعه‌ای در خصوص ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاه‌های هسته‌ای انجام داد که در آن با استفاده از تکنیک HEART، ۳ وظیفه اصلی و مهم از نظر ریسک در اتاق کنترل را مورد بررسی قرار داد [۴].

در سال ۱۹۹۸ «باری کروان» مقاله‌ای را در دو بخش تحت عنوان "تکنیک‌های شناسایی خطای انسانی برای ارزیابی ریسک در سیستم‌های باریسک بالا" منتشر نمود. وی در این مقالات ۳۸ رویکرد شناسایی خطا را مورد بررسی و طبقه بندی قرار داده و سپس مناسب یا نامناسب بودن آنها را تعیین نموده است [۵].

در سال ۲۰۰۳، یک شرکت پتروشیمی در لندن، این تکنیک را برای بررسی قابلیت اطمینان و شناسایی شرایط بوجود آورنده خطا در شغل اپراتور جرثقیل حامل مواد قابل احتراق، مورد استفاده قرار داده است [۶].

در سال ۲۰۰۵، برنامه‌ای تحقیقاتی با همکاری شرکت Atkins و موسسه ارگونومی شغلی در انگلستان برای ارزیابی قابلیت اطمینان در وظایف لوکوموتیوران انجام گرفت که در آن از تکنیک HEART جهت کمی سازی خطای انسانی استفاده گردید [۷].

روش بررسی

کلیات

در این پروژه انتخاب واحد مورد مطالعه بر اساس بحرانیت و حساسیت سیستم، از میان ۲۰ اتاق کنترل انجام گردید و در نهایت اتاق کنترل Utility انتخاب شد. این اتاق کنترل دارای ۲۵ پنل کنترلی با ابعاد ۱۲۰۰×۲۲۰۰ میلی‌متر (عرض × ارتفاع) می‌باشد که به ترتیب ۹ عدد مربوط به بویلرها، ۲ عدد مربوط به بخش سوخت و مابقی مربوط به بخش‌های هوا، ازت و تصفیه آب می‌باشد. جامعه آماری کلیه افراد و شغل‌های موجود در اتاق کنترل بخش Utility شامل نوبتکار (برد من): ۲ نفر، سرپرست نوبتکاری: ۱ نفر، نوبتکار ارشد: ۱ نفر در هر شیفت می‌باشد. ابتدا شرح وظایف کلی افراد شاغل در سه شیفت اتاق کنترل تهیه و با

انسان اساساً بستگی به ماهیت وظیفه ای دارد که فرد انجام می دهد. در روش HEART، ۹ گروه عمومی وظیفه شناسایی شده و ارقام و محدوده ای به عنوان عدم اطمینان انسانی به آن اختصاص داده می شود. ۹ گروه یاد شده بهمراه ۳۸ موقعیت بوجود آورنده خطا (Error Producing Conditions: EPCs) می باشد. در پایان نیز مجموعه ای از استراتژی های کاهش خطا برای مقابله با هر EPC که بیشترین تاثیر را دارد ارائه می گردد.

مرحله ۱- انتخاب نوع وظیفه عمومی (GTT):
 Generic Task Error (با استفاده از جدول شماره ۱، GTT مناسب با وظیفه مورد بررسی بدست آمد.
 مرحله ۱-۱- جستجوی احتمال خطای عمومی (Generic Error Probability: GEP)، با استفاده از جداول GEP برای GTT انتخابی، تعیین شد.
 مرحله ۲- انتخاب شرایط بوجود آورنده خطا (EPC): با استفاده از اطلاعات مربوطه به تکنیک، EPC های کاربردی برای خطای تحت بررسی، تعیین شد.

مرحله ۳- ارزیابی نسبت تاثیر: برای هر EPC انتخابی ضروری است تا نسبت تاثیر آن تعیین شود. اینکار شامل اختصاص عددی بین صفر و یک برای

این تکنیک در سال ۱۹۹۹ توسط سرویس ملی ترافیک هوایی انگلستان به عنوان ابزاری جهت طبقه بندی خطاهای انسانی و علل آنها در بخش کنترل ترافیک هوایی ابداع گردید. این تکنیک بر پایه اطلاعات فاکتورهای انسانی و پردازش آنها بوسیله تجزیه سلسله مراتبی شغلی (HTA) فعالیت‌های کنترلر می باشد و از دامنه وسیعی از علل و عوامل استفاده می نماید. این تکنیک در تعیین اینکه چه خطایی می تواند رخ دهد و علت آن چیست، مفید می باشد [۱۰].

بکارگیری تکنیک HEART

در سال ۱۹۸۵ توسط یرمی ویلیامز در انگلیس مطرح گردید و جزء روشهای ارزیابی قابلیت اطمینان انسان محسوب می شود. در حال حاضر استفاده از این تکنیک در کمی سازی خطاهای انسانی در انگلستان و همچنین کشورهای اروپایی و اسکانندیناوی بسیار رایج می باشد. این تکنیک به عنوان روشی نسبتاً سریع برای ارزیابی قابلیت اطمینان انسان طراحی گردیده و بر روی فاکتورهایی که اثر معنی داری روی کارایی انسان دارند تمرکز می کند [۱۱].
 در تکنیک فرض بر این است که قابلیت اطمینان

گروه	گروه بندی فعالیتها	عدم اطمینان انسان در محدوده ۵ تا ۹۵٪
A	کاملاً ناآشنا، شغل با سرعتی غیر واقعی بدون داشتن ایده ای از نتایج احتمالی، اجرا می شود.	۰/۵۵ (۰/۳۵-۰/۹۷)
B	تغییر یا بازگشت سیستم به یک حالت جدید یا اولیه، که بصورت فردی، بدون سرپرستی یا دستورالعمل انجام می شود.	۰/۲۶ (۰/۱۴-۰/۴۲)
C	فعالیت پیچیده نیازمند سطح بالایی از شناخت و مهارت	۰/۱۶ (۰/۱۲-۰/۲۸)
D	شغل بسیار ساده که بسیار سریع یا با توجه کافی انجام می شود.	۰/۰۹ (۰/۰۶-۰/۱۳)
E	شغل روزمره، بسیار انجام شده، فعالیتی سریع شامل سطح پایین مهارتی	۰/۰۲ (۰/۰۰۷-۰/۰۴۵)
F	بازگشت یا تغییر سیستم به وضعیتی جدید یا اولیه طبق دستورالعمل با مقداری بررسی	۰/۰۳ (۰/۰۰۸-۰/۰۰۷)
G	کاملاً آشنا، طراحی خوب، مکرر انجام شده، کار روزمره که چندین بار در ساعت و در سطح بالایی از استانداردها با انگیزش بالا انجام می گیرد. آموزش مناسب و فرد تجربه بالایی دارد. کاملاً از نقصها آگاه است. زمان برای ترمیم نقصها دارد.	۰/۰۰۴ (۰/۰۰۰۸-۰/۰۰۹)
H	پاسخ درست به دستورات سیستم حتی زمانی که سرپرستی اتوماتیک افزایش یافته است. سیستم تقسیری با دقت از مراحل خود فراهم می کند.	۰/۰۰۰۲ (۰/۰۰۰۰۶-۰/۰۰۰۹)
M	وظیفه متفرقه (گونگون). برای زمانی که هیچ توصیفی درباره آن یافت نشود.	۰/۰۳ (۰/۰۰۸-۰/۱۱)

جدول ۱- انتخاب نوع وظیفه عمومی (GTT) و احتمال مربوط به هر کدام (GEP).



احتمال خطای ارزیابی شده = تاثیر ارزیابی شده \times GEP

عامل تاثیر گذار روی عملکرد (PF)	تعداد	درصد
خستگی	۳۲	۱۳/۴۴
تجربه	۲۹	۱۲/۱۸
هشیاری	۲۷	۱۱/۳۴
پیچیدگی اطلاعات	۲۲	۹/۲۴
تمرکز	۲۲	۹/۲۴
وضوح اطلاعات	۲۰	۸/۴۰
آموزشهای دریافتی	۱۸	۷/۵۶
اضطراب	۱۵	۶/۳۰
دستورالعمل کاری	۱۵	۶/۳۰
اطلاعات دریافتی	۱۲	۵/۰۴
چیدمان نشانگرها	۹	۳/۷۸
مهارتهای ذهنی	۹	۳/۷۸
ساختار اطلاعاتی	۸	۳/۳۶
تعداد کل	۲۳۸	۱۰۰٪

جدول ۲- تعداد و درصد عوامل تاثیر گذار روی عملکرد.

یافته ها

پس از آنالیز شغل و شناسایی خطا در وظایف مربوطه، احتمال بروز خطا برای وظایف مختلف تعیین و محاسبه گردید و بر این اساس برنامه پیشگیری از خطا مطابق استراتژیهای کاهش خطا در تکنیک Heart به کار گرفته شد.

یافته های حاصله از تکنیک HTA

یافته های حاصل از این بخش شامل آنالیز وظایف شغل های نوبتکار اتاق کنترل، نوبتکار ارشد و سرپرست نوبتکاری می باشد که برای هر شغل ۵ تا ۱۰ وظیفه اصلی و ۲۰ تا ۵۰ زیر وظیفه مورد تحلیل قرار گرفت.

یافته های حاصله از تکنیک TRACEr

همانطور که مشاهده گردید در بحث شناسایی خطا یکی از اهداف، یافتن عوامل تاثیر گذار بر رخداد خطا بود که در این بخش بر اساس اطلاعات بدست آمده از فرمهای تکنیک TRACEr نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

یافته های حاصله از تکنیک HEART

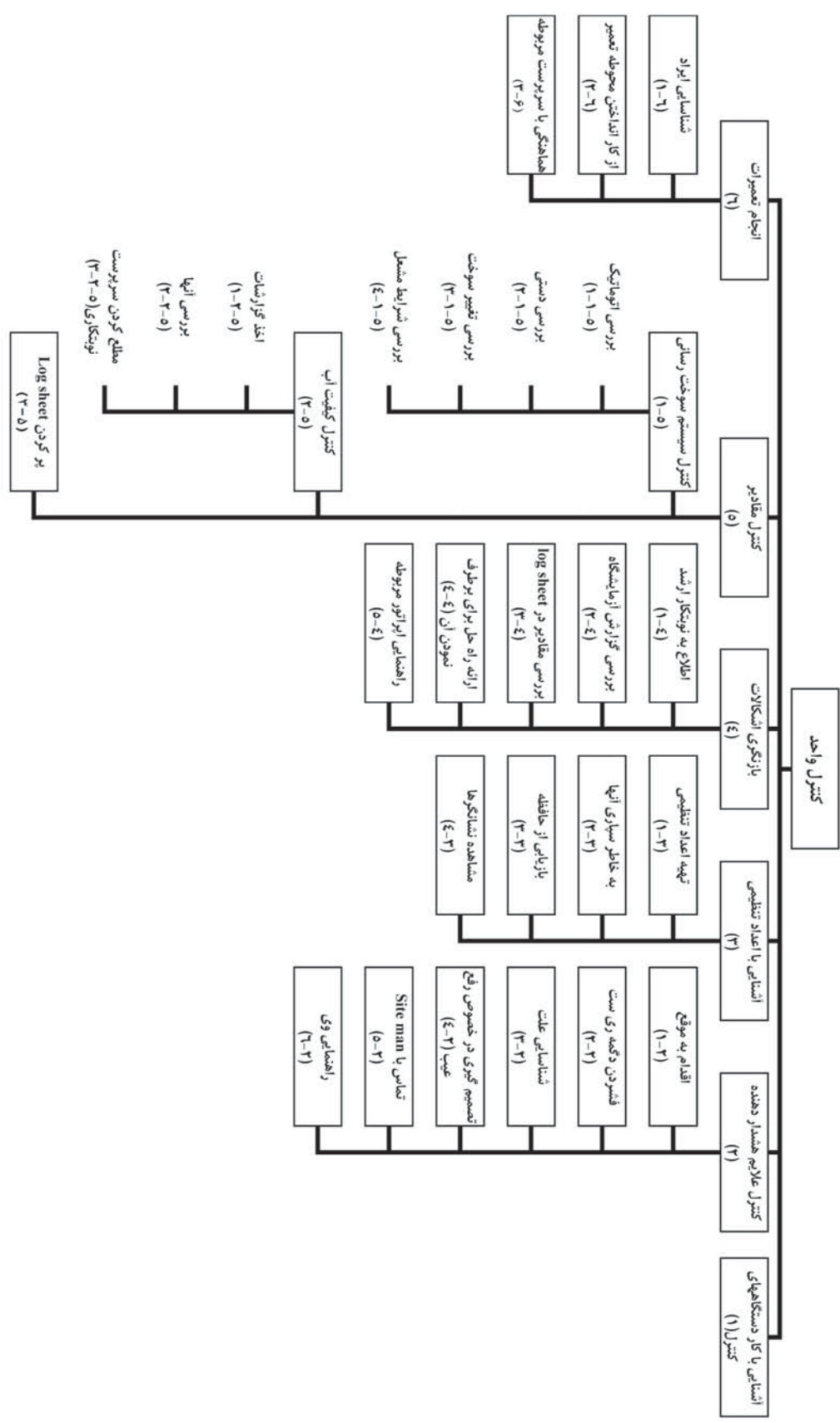
بر اساس فرمهای تکمیل شده، در جدول ۳ وظایف

نشان دادن قدرت تاثیر هر EPC می باشد. این بخش با همکاری کارشناسان متخصص در اتاق کنترل و همکاران تحقیق صورت گرفت.

مرحله ۴- محاسبات: برای هر EPC انتخابی، توسط فرمول زیر تاثیر آن ارزیابی می شد:
تاثیر ارزیابی شده = EPC نسبت ارزیابی شده \times $(1 - \text{ضریب EPC})$
این محاسبه برای هر EPC تکرار شد.
سپس احتمال خطا با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

وظیفه	احتمال خطای محاسبه شده	شغل
بازنگری اشکالات	۰/۹۸	نوبتکار
راه اندازی دیگ بخار	۰/۸۴۴	سرپرست
کنترل تولید	۰/۴۹۷	سرپرست
تعمیرات	۰/۴۳۶	نوبتکار
کنترل علایم هشدار دهنده	۰/۴۳۴	نوبتکار
تایید پروانه کار	۰/۲۶۱	سرپرست
کنترل مقادیر	۰/۲۴	نوبتکار
تحویل گرفتن شیفت	۰/۰۶۵	سرپرست
تعذیه دیگهای بخار	۰/۰۵۰۴	سرپرست
ارتباط با اتاقهای کنترل دیگر و افراد	۰/۰۲	نوبتکار ارشد
ثبت مقادیر در Log sheet	۰/۰۱۵۳	نوبتکار ارشد
شناخت نحوه راه اندازی و خواباندن دستگاهها	۰/۰۰۳۱۲	نوبتکار ارشد
رعایت ایمنی	۰/۰۰۱۳۶۸	نوبتکار
آشنایی با دستگاهها کنترلی	۰/۰۰۰۴	نوبتکار
آشنایی با اعداد تنظیمی	۰/۰۰۰۴	نوبتکار

جدول ۳- احتمال بروز خطا در وظایف اپراتورهای اتاق کنترل.



بیوستا - نمونه‌ای از تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتری وظایف یونیتگر اتاق کنترل

نام وظیفه مبتنی اصلی: کنترل اعلام هشداردهنده		TRACER برگی کار		تاریخ: ۸۵/۳/۱۲		
مرحله وظیفه		صفحه: ۱-۴				
۱-۲- اقدام به موقع	حالت خطای بیرونی EEM - نقص در اقدام به موقع (بلند نشین برای بررسی آلام) - فراموش کردن اقدام به موقع - انجام اقدام اشتباه - انجام اقدام بی مورد - دیرتر از موعد اقدام را انجام دهد - اقامی که باز اول اشتباه انجام داده را تکرار کند - اقامی خارج از دستور، انجام دهد	اقدام - فراموش کردن اقدام دامنه و حالات خطای درونی	سردرگمی - گیجی، در اثر صاف آلام حواس پرتی	فاکتورهای عملکرد PFS - تعداد آلام هائی که همزمان به صدا در می آید - منفی - زیاد - هشپاری - مثبت - متوسط - خستگی - منفی - متوسط	شناسایی خطای مراحل وظیفه اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود این کار توسط همکار وی انجام خواهد گرفت	مراحل بازبینی خطا فورا توسط همکار وی بازبینی می شود
۲-۳- قشرین دگمه ری ست	- تقص در قشرین دگمه (عدم فشار دگمه) - دگمه را دیر فشار دهد - قشرین دگمه را فراموش کند - دگمه ری ست را اشتباه فشار دهد (دگمه دیگری را فشار دهد) - در قشرین اشتباهی دگمه اصرار ورزد - بی مورد ری ست نماید (بدون بررسی علت)	اقدام فراموش کردن قشرین دگمه اشتباه در قشرین دگمه ری ست	سردرگمی - قشرین دگمه ای دیگر به جای دگمه ری ست - حواس پرتی - مسئله فکری	- هشپاری - مثبت - متوسط - خستگی - منفی - زیاد - تمرکز - مثبت - متوسط - دستورالعمل کاری - مثبت - زیاد	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود.	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود این کار توسط همکار وی انجام خواهد گرفت

پیوست ۲.

تاریخ: ۸۵/۳/۱۲
صفحه: ۳-۴

برگه کار TRACER

نام وظیفه اصلی: کنترل اعلام هشداردهنده

مرحله وظیفه	۳-۲: شناسایی علت	حالت خطای بیرونی EEM	داده و حالات خطای درونی	مکانیسم روانشناختی خطا (PEM)	فاکتورهای عملکرد PFS	شناسایی خطای مراحل وظیفه	مراحل بازرسی خطا
۳-۲: شناسایی علت	فراموشی کند علت را شناسایی کند - شناسایی علت را انجام ندهد - شناسایی علت را به کندی انجام دهد	فراموشی کند علت را شناسایی کند - شناسایی علت را انجام ندهد - شناسایی علت را به کندی انجام دهد	درک - استنباط عدم شناسایی شنیداری عدم شناسایی دیداری	سردرگمی - مشابهت علت با علل قبلی - توجه به یک علت و در نظر نگرفتن سایر علل - جزای زیاد، زیاد بودن اطلاعاتی که با آن سرگردد - کاهش هوشمندی در اثر خستگی (خصوصاً در شیفت شب) - حواس پرتی در اثر عوامل مشابه	- تجربه - مثبت - زیاد - دستورالعملهای در دسترس - مثبت - زیاد - وضوح اطلاعات - مثبت - متوسط - آموزشهای درافتی - مثبت - متوسط - هشتماری - مثبت - متوسط - خستگی - منفی - متوسط - تمرکز - مثبت - زیاد	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود
۳-۲: شناسایی علت	تقصیر در تصمیم گیری - فراموشی کردن تصمیم گیری - تصمیم نادرستی گرفته شود - تصمیم گیری خیلی دیر انجام شود - تصمیم اشتباهی گرفته شود	تقصیر در تصمیم گیری - فراموشی کردن تصمیم گیری - تصمیم نادرستی گرفته شود - تصمیم گیری خیلی دیر انجام شود - تصمیم اشتباهی گرفته شود	تصمیم دیر تصمیم گیری کند تصمیم نگیرد تصمیم نادرست بگیرد	- عدم تفسیر دقیق، در جمع آوری اطلاعات یا محاسبات اشتباه کند - برد من تاثيرات چابکی تصمیم اش را مدنظر قرار نهد به عنوان مثال به ارشده گزارش نماید. - مشکل اطلاعاتی وی اطلاعات کافی برای تصمیم گیری دقیق نداشته باشد - بار زیادی تصمیم گیری به عاتق تصمیم گیری های بی در پی در یک لحظه دچار مشکل می شود	- تجربه - مثبت - زیاد - اطلاعات درافتی - مثبت - متوسط - آموزشها - مثبت - زیاد - هشتماری - مثبت - متوسط - اضطراب - منفی - متوسط - خستگی - منفی - متوسط - ساختار اطلاعاتی - مثبت - متوسط - مهارتهای ذهنی - مثبت - متوسط - پیچیدگی اطلاعات - منفی - زیاد	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود

پیوست ۲. (ادامه)

تاریخ: ۱۳۸۳/۱۲/۲۵

صفحه: ۲-۳

برگه کار TRACER

نام و طبقه شغلی اصلی: کنترل اعلام هشداردهنده

نام و طبقه وظیفه	مراحل بازبینی خطا	شناسایی خطای مراحل وظیفه	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود	فاکتورهای عملکرد PFS	مکانیسم روانشناختی خطا (PEM)	داده و حالات خطای درونی	حالات خطای بیرونی EEM	۳-۲: شناسایی علت مرحله وظیفه
	مراحل بازبینی خطا	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود خطا توسط همکار وی شناسایی می شود	<ul style="list-style-type: none"> - تجربه - زیاد - دستورالعملهای در دسترس - زیاد - مثبت - زیاد - وضوح اطلاعات - مثبت - آموزشهای دریافتی - مثبت - همسایری - متوسط - خستگی - منفی - متوسط - تمرکز - مثبت - زیاد 	<ul style="list-style-type: none"> - عدم تفسیر دقیق، در جمع آوری اطلاعات یا محاسبات اشتباه کند - برد من تاثيرات جانبی تصمیم اش را مدنظر قرار نهد به عنوان مثال به ارشد گزارش نماید. - مشکل اطلاعاتی وی اطلاعات کافی برای تصمیم گیری دقیق نداشته باشد - بار زیادی تصمیم گیری به عاتق تصمیم گیری های بی در پی در یک لحظه دچار مشکل می شود 	<ul style="list-style-type: none"> - درک - استنباط - عدم شناسایی شیبهای عدم شناسایی دیداری 	<ul style="list-style-type: none"> - فراموش کند علت را شناسایی کند - شناسایی علت را انجام ندهد - شناسایی علت را به کندی انجام دهد - شناسایی علت را دیر انجام دهد - شناسایی علت را اشتباه شناسایی کند - راه انشعابی را برای شناسایی علت طی کند 	<ul style="list-style-type: none"> - ۳-۲: شناسایی علت

پیوست ۲. (ادامه)

تاریخ: ۸۵/۳/۲
صفحه: ۴-۵

برگه کار TRACEr

نام وظیفه منتقلی اصلی: کنترل اعلام هشداردهنده

مرحله وظیفه	حالت خطای بیرونی EEM	اقدام	دامنه و حالات خطای درونی	مکانیسم روانشناختی خطا (PEM)	فاکتورهای عملکرد PFS	شناسایی خطای مراحل وظیفه	مراحل بازیابی خطا
۵-۲: تماس با سایت من	تقصیر در تماس (تماس گرفته نشود) فراموشی کند تماس بگیرد تماس خیلی دیر انجام شود اطلاعات را به درستی منتقل ننماید (مهم)	اطلاعات غلط منتقل شود	اطلاعات غلط منتقل شود	سردرگمی - تماس با سایت من را فراموش کند دخالت، مزاحمت به دلیل عادات کاری به طور ناخواسته چیزی بگوید جواس برقی	لایحه (زبان گفتاری) در گفتن برخی اصطلاحات - منفی - کم شیوه ارتباطی - مثبت - کم کیفیت ارتباط - مثبت - متوسط لغات مورد استفاده - مثبت - متوسط هشیاری - مثبت - متوسط اضطراب - منفی - متوسط خستگی - منفی - متوسط سلامت جسمی - مثبت - کم	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود این کار توسط سرپرست انجام خواهد گرفت.	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود این کار توسط سرپرست انجام خواهد گرفت.
۴-۲: راهمندی سایت من	راهمندی انجام نشود راهمندی غلط انجام شود اطلاعات ناقص به سایت من داده شود اطلاعات غلط منتقل شود	اطلام راهمندی انجام نشود	سردرگمی راهمندی را انجام ندهد تغییر پذیری برای رفع یک مشکل از راههای گوناگونی غیر استاندارد استفاده گردد. جواس برقی	لایحه - منفی - متوسط انتقال اطلاعات (کیفیت) - مثبت - زیاد کمترس بودن رویه ها - مثبت - زیاد وضوح رویه ها - مثبت - زیاد وضوح اطلاعات - مثبت - متوسط توجه از تناسلی - مثبت - متوسط خستگی - منفی - متوسط اضطراب - منفی - متوسط هشیاری - مثبت - متوسط	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود این کار توسط سرپرست انجام خواهد گرفت.	اگر اقدام به موقع توسط وی انجام نشود این کار توسط سرپرست انجام خواهد گرفت.	

پیوست ۲. (ادامه)

برگه کاری HEART (کمی سازی خطای انسانی)
 وظیفه شغلی: کنترل غلایم هشدار دهنده - نوبتکار اتاق کنترل

تاریخ: ۸۵/۴/۲۵

گروه وظیفه انتخاب شده (GTT) G	احتمال معادل (GEP)	وضعیت‌های بوجود آورنده خطا (جدول ۱-۳)	ضریب (a)	نسبت تاثیر ارزیابی شده (b)	محاسبه (PF) $((a-1)*b) + 1$	محاسبه احتمال بروز خطای انسانی (HEP) $GEP*PF_1*PF_2*F3*F4*F5*F6*F7$
	۰/۰۰۰۴	زمان در دسترس توانایی در شناخت و استنباط	۱۱	۰/۵	۶	۰/۴۳۴
		قرار گیری و جانمایی نشانگرها	۱۰	۰/۲	۲/۸	
		بار کاری زیاد	۵	۰/۷	۳/۸	
		یادگیری تکنیک	۶	۰/۷	۴/۵	
		استرس روحی	۶	۰/۵	۳/۵	
		خستگی	۱/۳	۰/۲	۱/۰۶	
			۱/۱	۰/۲	۱/۰۲	

پیوست ۳.

ساده انگاری شرایط (عدم درک ریسک)، خستگی، دستورالعملها، نبود آموزش کافی، چیدمان نشانگرها، سازماندهی شغل، فشار کاری و استرس، پیچیدگی شغل ذکر گردیده است [۱۲].

همچنین آقای جهانگیری در آنالیز خطاهای وظایف اپراتورهای اتاق کنترل چنین بیان می کند: مهمترین و مستعدترین وظیفه شغلی نسبت به بروز خطای انسانی "پایش عملکرد تجهیزات" می باشد که در تحقیق پیش رو این وظیفه از نظر احتمال بروز خطا در رده سوم قرار گرفته است. وی سپس به بیان مشکلات آلامها، نشانگرها و دستورالعملها پرداخته و پیشنهاداتی را در این خصوص ارائه داده است. همینطور بررسی های انجام شده در خصوص بحث دستورالعملها نشان داده است که ۷۰٪ افراد فقط در مورد کارهایی که از لحاظ کیفیت محصول یا ایمنی، بحرانی هستند از دستورالعمل استفاده کرده و به طور عمومی از آنها استفاده نمی کنند. در مورد تشخیص مشکل (بدون توجه به بحرانی بودن سیستم از لحاظ کیفیت محصول یا ایمنی) ۳۵٪ و در مورد کارهای معمولی فقط ۱۰٪ از کارکنان از دستورالعمل استفاده می کردند [۱۳].

در مقایسه ای ساده می توان این مطلب را دریافت که در تحقیق حاضر نیز این موضوع صادق است زیرا هم در بحث شناسایی و هم در بخش شرایط بوجود آورنده خطا، مبحث مربوط به دستورالعملها بیان گردیده است.

به تفکیک احتمال خطای محاسبه شده مرتب گردیده است. یکی از وظایفی که احتمال بالایی از نظر بروز خطای انسانی داراست شغل بازنگری اشکالات می باشد. این شغل دارای ۴ زیر وظیفه شامل "ثبت اطلاعات در برگه مخصوص"، اطلاع به رییس واحد راجع به اشکال رخ داده"، "بررسی گزارشات آزمایشگاه جهت صحت عملیات انجامی در تولید بخار"، و در نهایت "ثبت اشکالات در دفتر مخصوص" می باشد که این کار جهت اطلاع سرپرست شیفت بعدی جهت اطلاع و یا انجام اقدامات لازم صورت می گیرد.

دومین وظیفه که دارای احتمال بروز خطا به میزان ۰/۸۴۴ است، راه اندازی دیگ بخار می باشد. وظیفه بعدی، کنترل تولید می باشد که احتمالی معادل ۰/۴۹۷ را به خود اختصاص داده و از طریق پایش نمایشگرها انجام می گیرد، در این وظیفه که از وظایف سرپرست نوبتکاری در اتاق کنترل می باشد عواملی همچون جانمایی نشانگرها و کنترل کننده ها، استرس، بار کاری زیادی، خستگی و تمرکز به عنوان شرایط بوجود آورنده خطا شناسایی گردید.

بحث

در خصوص این نتایج می توان به پژوهش آقای محمدفام که در آن وظایف دیسپاچر اتاق کنترل را بررسی شده اشاره نمود که در آن عواملی همچون بی توجهی و بی دقتی، مشغله کاری، فراموشی، تواناییهای علمی و تجربی، اشکال در زمانبندی ارسال علامت،

در راه اندازی دیگ بخار با توجه به حساسیت بالای آن، به علت نبود آموزش کافی و دستورالعملهای اجرایی و همچنین اطلاعات فنی در دسترس میزان احتمال بروز خطای بالایی را به خود اختصاص داده است. در این خصوص می توان با ارائه آموزشهای فنی مناسب در این خصوص از بروز خطا و پیامدهای ناگوار آن جلوگیری نمود. در صورت عدم رعایت دستورالعملهای مناسب و راه اندازی نامناسب دیگ بخار (بویلر)، بخشهای وسیعی از مجتمع مانند توربینهای تولید برق از کار می افتند. در این خصوص استفاده از دستورالعمل های مناسب و چک لیستهای راه اندازی و نیز نظارت بیشتر پیشنهاد می گردد. در خصوص نشانگرها و کنترلگرهای بایست اصول مربوطه رعایت گردد. در خصوص استرس و بارکاری زیادی، ابتدای بایست عوامل بروز استرس که یکی از آنها مسئولیت زیادی می باشد تحت کنترل قرار گیرد. این کار از طریق تقسیم وظایف، به درستی قابل انجام است.

در پایان میتوان به بررسی خطای انسانی از دیدگاه روانشناختی و محاسبه احتمال خطا به عنوان نقاط قوت، و بررسی اثر خستگی و تجربه و میزان کاهندگی این موارد بر احتمال بروز خطای انسانی به عنوان مواردی که در تحقیقات آینده میتواند مورد توجه قرار گیرد اشاره نمود.

منابع

1. Kirwan, B., et al., The validation of three human reliability quantification techniques - THERP, HEART and JHEDI. 2. Results of validation exercise. Applied Ergonomics 1997. 28(1): p. 17-25.
2. Kirwan, B., The validation of three human reliability quantification techniques - THERP, HEART and JHEDI. 3. Practical aspects of the usage of the techniques. Applied Ergonomics 1997. 28(1): p. 27-39.
3. Kirwan, B., The validation of three human reliability quantification techniques THERP, HEART and JHEDI. 1. Technique descriptions and validation issues. Applied Ergonomics 1996. 27(6): p. 359-373.

در تحقیقی که توسط «الکس ویال و استفان رینچ» در خصوص خطاهای انسانی و حوادث قطار انجام گردید، ۶ حادثه مورد آنالیز قرار گرفت و ۳۶ عامل کمک کننده احتمالی شناسایی گردید و برای هر حادثه نقصهای فعال و شرایط نهفته تعیین گردید. بر این اساس فاکتورهای احتمالی در ۵ دسته به شرح زیر تقسیم بندی گردید. فاکتورهای بیرونی: نادیده گرفتن آیین نامه ها، فاکتورهای اقتصادی، سیاسی، قانونی و محیطی. فاکتورهای سازمانی: مدیریت منابع، جو سازمانی، فرایند سازمانی. فاکتورهای سرپرستی: سرپرستی ناکافی، عملیاتی که به نادرستی برنامه ریزی شده، نقص در اصلاح اشکالات، تخلف سرپرستی. اقدامات اپراتور: خطای مهارتی، خطا در تصمیم گیری، خطاهای ادراکی. تخلفات: روزمره، جزئی، خرابکاری. پیش شرط برای اقدامات اپراتور: فاکتورهای محیطی، شرایط ذهنی، روانی. ذکر گردیده است [۱۴].

بر اساس مطالعه باری کروان در سال مهمترین شرایط بوجود آورنده خطا، باز خورد ضعیف، بارکاری زیاد و راهکارهای تعدیل خطا، آموزش و ارائه دستورالعملهای درست بیان گردید [۴].

نتیجه گیری

تحلیل خطاهای شناسایی شده نشان می دهد بار کاری زیاد، حواس پرتی و لغزش در نوشتن، همچنین صرف نظر کردن از نوشتن ارقام روی تابلو و پیش بینی کردن آنها از علل روانشناختی خطا بوده و تکنیک HEART نیز شرایط بوجود آورنده این خطاها را چنین بیان می کند: "عدم تطبیق بین آموزشهای گرفته شده و نیازمندی های وظیفه"، "درک ریسک" و "یادگیری تکنیک های بررسی و رفع نقص". برای کاهش میزان احتمال با توجه به ضریب بالای "یادگیری تکنیک" که میزان احتمال را به نحو چشم گیری افزایش داده می بایست اقدامات پیشنهادی صورت گیرد. با توجه به اینکه هیچگونه آموزش فنی در زمان اشتغال به کار برای اپراتورهای اتاق کنترل انجام نمی گیرد و معمولاً تکنیکهای برخورد با اشکالات را با توجه به تجربه بالای خود فرامی گیرند، ضروری است دوره های آموزشی فنی اختصاصی برای این افراد در نظر گرفته شود.



4. Kirwan, B., S. Scannali, and L. Robinson, A case study of a human reliability assessment for an existing nuclear power plant. *Applied Ergonomics*, 1996. 27(5): p. 289-302.
5. Kirwan, B., Human error identification techniques for risk assessment of high risk systems - Part 2: Towards a framework approach. *Applied Ergonomics*, 1998. 29(5): p. 299-318.
6. Atkins (2003) Human factors Briefing notes 12.
7. IOE, A.R., Rail-Specific HRA Tool for Driving Tasks (T270). 2004, RSSB Research Report: London.
8. Annett, J. and N. Stanton, Task analysis. 2000, London ; New York: Taylor & Francis. 242 p.
9. Kirwan Barry, A., A Guide to Task Analysis 1993, London: Taylor and Francis.
10. Isaac, A., S.T. Shorrock, and B. Kirwan, Human error in European air traffic management: the HERA project. *Reliability Engineering & System Safety*, 2002. 75(2): p. 257-272.
11. Williams, J.C., HEART - A Proposed Method for Achieving High Reliability in Process Operation by Means of Human Factors Engineering Technology, in Symposium on the Achievement of Reliability in Operating Plant, Safety and Reliability Society. 1985, Southport: Symposium on the Achievement of Reliability in Operating Plant, Safety and Reliability Society.
12. Mostia, B., Avoid errors - Part 2 - The human factor and system errors. *Chemical Processing*, 2003. 66(11): p. 46-49
13. Jahangiri M. Shenasyi va tajziye va tahlile khatahaye ensani be raveshe PHEA dar vahede izomaxe palayeshgahe Tehran in (Predictive Human Error Analysis, behdashte herfee; 2004. [Persian].
14. Reinach, S. and A. Viale, Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations. *Accident Analysis & Prevention*, 2006. 38(2): p. 396-406.