

## Identification of Human Errors and Effective Intra-organizational Factors in Failure Occurrence in Gas Industry

Nazanin Pourfatah<sup>1</sup>, Ghazaleh Monazami-Tehrani<sup>2\*</sup>, Ahmad Alibabaei<sup>1</sup>, Seyedeh-Masoumeh Yousefiani<sup>3</sup>

1 Department of Industrial Safety, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran

2 Department of Health, Safety and environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran

3 Safety officers, National Iranian Gas Company, Tehran, Iran

\* Corresponding Author: ghazaleh.monazami@sbm.ac.ir

### Abstract

**Background and Objectives:** Specialized attention to accidents in various industries has shown that human errors are the main cause of the most of them. Therefore, recognizing the pattern and root causes of the errors are the important approach in understanding and improving safety management in the industry. This study aimed to investigate human errors and effective intra-organizational factors in failure occurrence by using the Human Factors Analysis and Classification System Technique in Iranian gas industry.

**Materials and Methods:** The Human Factors Analysis and Classification System Technique has a hierarchical structure with 19 categories of causative factors (active errors and Hidden Defects) in four levels including, unsafe acts (first level), pre-conditions for unsafe acts (second level), unsafe supervision (third level) and organizational impacts (fourth level). In this study, the report of the events leading to the death of the Iranian gas industry from 2008 to 2016 was analyzed by using the main framework Human Factors Analysis and Classification System as well as the checklist developed by the US Department of Defense at four levels was studied.

**Results:** The results of human error analysis based on Human Factors Analysis and Classification System showed that among Intra-organizational Factors 34.2% of causes were categorized in unsafe acts level, 26.3% in unsafe monitoring level, 22.4% in pre-conditions level for unsafe acts and 17.1% was at the level of organizational influences.

**Conclusion:** The presence of high percentage of factors related to human errors, violations, and unsafe monitoring in the results of the present study indicated the need for further focus, accurate assessment and formulation of effective recovery strategies. Also, the results showed that the Human Factors Analysis and Classification System can be used systematically to identify human errors and the causes of its occurrence within the organization and establishing effective and targeted safety interventions in industries such as gas industry.

**Keywords:** Human error, Intra-organizational factors, Human Factors Analysis and Classification System (HFACS), Gas industry

### How to cite this article:

Pourfatah N, Monazami-Tehrani G, Alibabaei A, Yousefiani M. Identification of Human Errors and Effective Intra-organizational Factors in Failure Occurrence in Gas Industry. *J Saf Promot Inj Prev.* 2018; 6(2):91-8.

## شناسایی خطاهای انسانی و بررسی فاکتورهای درون‌سازمانی مؤثر بر بروز خطا در صنعت گاز

نازنین زهرا پور فتاح<sup>۱</sup>، غزاله منظمی تهرانی<sup>۲\*</sup>، احمد علی بابایی<sup>۱</sup>، سیده معصومه یوسفیانی<sup>۳</sup>

۱. گروه ایمنی صنعتی، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران  
 ۲. گروه سلامت ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران  
 ۳. کارشناس ایمنی، شرکت ملی گاز ایران، تهران، ایران

## چکیده

**سابقه و هدف:** نگاه تخصصی به حوادث رخ داده در صنایع مختلف نشان داده است که مبنای ایجاد حوادث تنوع زیادی نداشته و خطاهای انسانی عامل اصلی وقوع اکثر حوادث می‌باشد. بنابراین شناخت الگو و ریشه‌یابی علل بروز خطا یک رویکرد مهم در درک و بهبود مدیریت ایمنی در صنایع می‌باشد. این مطالعه باهدف بررسی خطاهای انسانی و عوامل درون‌سازمانی مؤثر بر بروز خطا در حوادث منجر به فوت صنعت گاز ایران با استفاده از روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه‌بندی سیستم انجام شد.

**روش بررسی:** روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه‌بندی سیستم ساختار سلسله مراتبی دارد و ۱۹ طبقه از عوامل سببی (خطاهای فعال و نقایص نهفته) را در چهار سطح، اعمال نایمن (سطح اول)، پیش شرایط برای اعمال نایمن (سطح دوم)، نظارت و سرپرستی اعمال نایمن (سطح سوم)، تأثیرات سازمانی (سطح چهارم) طبقه‌بندی می‌کند. در این مطالعه گزارش حوادث منجر به فوت صنعت گاز ایران (سال ۸۷-۹۵) با استفاده از چک لیست‌های سطوح چهارگانه چهارچوب اصلی روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه‌بندی سیستم و همچنین چک‌لیست‌های تدوین‌شده توسط وزارت دفاع ایالات متحده در چهار سطح مذکور مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج بررسی خطاهای انسانی بر اساس روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه‌بندی سیستم نشان داد در بین عوامل درون‌سازمانی ۳۴/۲ درصد از علل در سطح اعمال نایمن، ۲۶/۳ درصد در سطح نظارت نایمن، ۲۲/۴ درصد در سطح پیش شرایط برای اعمال نایمن و ۱/۱۷ درصد در سطح تأثیرات سازمانی قرار داشتند.

**نتیجه‌گیری:** حضور درصد بالای فاکتورهای مربوط به خطاها، تخلفات و نظارت نایمن در نتایج حاصل از مطالعه حاضر، نشان‌دهنده‌ی نیاز به تمرکز بیشتر و ارزیابی دقیق‌تر این گروه‌ها و تدوین استراتژی بهبود کارآمد است. همچنین نتایج نشان داد روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه‌بندی سیستم، می‌تواند به‌طور سیستماتیک جهت شناسایی خطاهای انسانی و علل وقوع آن در محدوده‌ی سازمان و برقراری مداخلات ایمنی مؤثر و هدفمند در صنایعی نظیر صنعت گاز مورد استفاده قرار گیرد.

**واژگان کلیدی:** خطای انسانی، عوامل درون‌سازمانی، روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه‌بندی سیستم، صنعت گاز

## مقدمه

جهت بررسی و تجزیه و تحلیل حوادث، به‌منظور شناسایی ضرورت اقدامات اصلاحی و فرصتی برای تدوین اقدامات پیشگیرانه توصیه می‌کند (۲). هاینریش در تحلیل ۷۵۰۰۰ گزارش حادثه در سال ۱۹۳۱ به این نتیجه رسید که ۸۸ درصد حوادث به‌وسیله اعمال نایمن رخ می‌دهند (۳) که به گفته‌ی سندرز یکی از مهم‌ترین انواع رفتارهای نایمن خطای انسانی می‌باشد (۴). در واقع عامل انسانی به‌عنوان یک اولویت بسیار مهم در وقوع حوادث مطرح گردید و سبب تمرکز بر موضوع خطای انسانی شد. نتایج حاصل از مطالعات متعدد صورت گرفته در این زمینه نشان می‌دهد که ۸۰ درصد

یکی از تبعات سوء رشد فناوری و صنعت در جامعه بشری، افزایش نرخ وقوع حوادث ناشی از کار می‌باشد. مطابق بیانیه‌ی آمار سازمان بین‌المللی کار، سالانه ۳۱۷ میلیون حادثه شغلی رخ می‌دهد که بار اقتصادی بالغ بر ۴ درصد تولید ناخالص ملی کشورها را هرسال بر جهان تحمیل می‌کند (۱). از آنجا که حوادث تنها نوک کوه یخی هستند، درک و آگاهی از علل وقوع آن‌ها بسیار حائز اهمیت است. در این مفهوم OHSAS18001 نیز استفاده از روش‌های اجرایی

بر مهارت، عوامل فردی، نظارت ناکافی، عملیات برنامه‌ریزی شده نامناسب، نقص در حل مشکل و مدیریت نادرست منابع در بروز حادثه نقش داشته‌اند (۹). همچنین مینگ چون چپو و مینچی هسی در سال ۲۰۱۶، با استفاده از روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم و روش آنالیز ریشه ای خطا<sup>۲</sup> به بررسی فاکتورهای خطای انسانی پنهان در وظایف تعمیر و نگهداشت صنعت هوانوردی باهدف تهیه یک استراتژی بهبود کارآمد پرداختند و نتایج به دست آمده، نشان داد وضعیت فیزیولوژیکی نامطلوب، محدودیت‌های جسمانی و ذهنی، هماهنگ‌سازی، ارتباطات و برنامه‌ریزی، فاکتورهای مرتبط با وظایف تعمیر و نگهداشت هوایی هستند که می‌بایست موردبررسی قرار گیرند (۱۳).

روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم یکی از گسترده‌ترین و مؤثرترین ابزارهای بررسی و کالبدشکافی حوادث می‌باشد (۱۴) که با بحث در مورد انواع خطاهای انسانی و با تعریف شکست‌های فعال و پنهان در سیستم، احتمال توسعه و پیاده‌سازی استراتژی‌های مداخله‌ای موفق را افزایش می‌دهد و به متخصصان ایمنی و تحلیل‌گران این امکان را می‌دهد تا به فراتر از بحث‌های ساده در مورد درصد خطاهای انسانی در حوادث بپردازد (۸).

صنعت گاز در ایران جزو صنایع حساس و بحرانی می‌باشد که به دلیل ماهیت و شرایط عملیاتی خود، شامل فعالیت‌هایی با خطرات و ریسک‌های بالا بوده و پتانسیل رخداد حوادث فاجعه‌بار نیز در آن بسیار بالا می‌باشد. با توجه به این که ۸۰ درصد حوادث در صنایع ریشه در فاکتورهای انسانی دارند، این مطلب لزوم تحقیق و پژوهش هرچه بیشتر در این زمینه را ایجاب می‌کند. هدف اصلی این مطالعه بررسی خطاهای انسانی و عوامل درون‌سازمانی مؤثر بر بروز خطا در حوادث منجر به فوت صنعت گاز ایران با استفاده از روش توسعه‌یافته‌ی آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم بود.

### مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر یک مطالعه‌ی توصیفی از نوع مقطعی و مبتنی بر روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم بود که در شرکت ملی گاز ایران جهت تجزیه و تحلیل حوادث منجر به فوت صنعت گاز ایران سال (۹۵-۸۷) اجرا شد. روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم یک چهارچوب بر مبنای مدل سیستم خطای عمومی<sup>۳</sup> ریزن می‌باشد که اغلب با عنوان مدل پنیر سوئیسی شناخته می‌شود (۷). این روش، ساختار سلسله مراتبی داشته و ۱۹ طبقه از عوامل سببی (خطاهای فعال و نقایص نهفته) را در چهار سطح طبقه بندی می‌کند (۱۵). سطح اول (اعمال ناپایمن)، همان نقص‌های فعال در سیستم

حوادث در سیستم‌های پیچیده با ریسک بالا نظیر صنایع شیمیایی و پتروشیمی، صنایع هسته‌ای، صنعت معدن، صنعت حمل‌ونقل، ریشه در خطاهای انسانی دارد (۵). حادثه انفجار پلتفرم نفتی دیپ واتر در ۲۰ آوریل ۲۰۱۰ یکی از حوادث رخ داده در زمینه خطاهای انسانی است که موجب کشته شدن ۱۱ نفر و از دست رفتن سرمایه‌ی هنگفت، معادل ۴۴ میلیارد دلار شد. در این حادثه بستن نشت نفت بیش از سه ماه زمان برد (۶). به اعتقاد ریزن خطای انسانی یک علت نیست بلکه یک نتیجه است که عوامل سازمانی و عوامل محیط کار در شکل‌گیری آن نقش دارند (۷). همچنین ریزن این نکته را نیز خاطرنشان کرده است که یک سری فاکتورهای برون‌سازمانی نظیر عوامل نظارتی، اقتصادی، اجتماعی و حتی فاکتورهای فرهنگی می‌تواند بر رفتار فرد تأثیر گذاشته و موجب پیدایش خطای انسانی شود (۸). بنابراین شناسایی خطای انسانی نقطه‌ی آغاز بررسی در مورد علت وقوع حوادث است و فقط با درک زمینه‌هایی که در وقوع خطا نقش داشته‌اند می‌توانیم وقوع مجدد آن‌ها را محدود کنیم (۷). در مدل‌های قدیمی و سنتی بررسی حوادث، یک رویکرد فردی جهت شناسایی فاکتورهای مؤثر به کار گرفته می‌شد، این رویکرد فقط بر اعمال ناپایمن تمرکز داشت و وقوع آن را مستقیم و بی‌واسطه در نظر می‌گرفت (۹) که چنین رویکرد تک علتی و فردی سبب تقویت ایدئولوژی سرزنش قربانی می‌شد (۱۰). برخلاف مدل‌های سنتی رویکردهای معاصر، علل حوادث را ترکیبی از خطاهای فعال اپراتور، شرایط پنهان و پیش‌زمینه محیطی در سیستم می‌دانند، از این رویکردها در بسیاری از حوزه‌های ایمنی برای فراهم کردن بینش عمیق‌تر نسبت به علل حوادث استفاده شده است (۱۱)، یکی از این رویکردهای مهم روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم می‌باشد (۱۲). روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم اولین بار توسط ویگمن و شاپل به‌عنوان ابزاری جهت بررسی حوادث و تجزیه و تحلیل داده‌ها در نیروی دریایی ارتش ایالت متحده، ارائه شده است و در حال حاضر ارتش ایالت متحده، نیروی هوایی، گارد ساحلی و دیگر سازمان‌های هوایی نظامی و غیرنظامی از این روش جهت تکمیل سیستم‌های تحقیقاتی خود در رابطه با سوانح و حوادث استفاده می‌کنند (۸). نظریه‌های سیستمی از مدل‌هایی نظیر مدل ریزن و ویگمن و شاپل که حذف شکست یا نقص‌های پنهان در سیستم‌های فنی - اجتماعی را به‌عنوان مناسب‌ترین روش برخورد با خطاهای انسانی می‌دانند، حمایت می‌کند (۷).

در پژوهشی که توسط گونگ و فن در سال ۲۰۱۶ با استفاده از روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم جهت آنالیز یکی از حوادث صنعت پتروشیمی، باهدف آنالیز و طبقه بندی فاکتورهای انسانی مؤثر در بروز حادثه انجام شد، نتایج نشان داد که خطای مبتنی

۲. Root Cause Analysis (RCA)

۳. Generic Error Modeling System (GEMS)

۱. The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)

شد (۲۳). سپس در فرایند کدگذاری در شرح گزارش حوادث به دست آمده برای هر حادثه، و هریک از چهار سطح چهارچوب اصلی روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم جهت تعیین عوامل درون‌سازمانی مؤثر، با استفاده از چک‌لیست‌های اصلی روش و شناسه‌های مطرح‌شده توسط طراحان اصلی روش مذکور و همچنین چک‌لیست‌های تدوین‌شده توسط وزارت دفاع ایالات‌متحده بررسی گردید و در صورت وجود خطا به آن‌ها کد یک و در غیر این صورت کد صفر داده شد، هریک از این کدها به‌عنوان شاخصی از حضور یا عدم حضور زیرگروه‌های روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم به‌عنوان عامل درون‌سازمانی دخیل در بروز حادثه بودند. برای تجزیه و تحلیل آماری، ارزیابی اولیه ویژگی رویدادها و داده‌های روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم با استفاده از شمارش تعداد دفعات تکرار صورت گرفت. سپس از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۸ برای تعیین فراوانی و درصد زیرگروه‌ها در هر سطح از روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم استفاده گردید. برای رعایت ملاحظات اخلاقی در اجرای این تحقیق اسناد، مدارک و اطلاعات محرمانه سازمان، واحدها و اشخاص مورد مطالعه، حفظ شد و رعایت صحت و دقت در انتشار نتایج به عمل آمد.

#### یافته‌ها

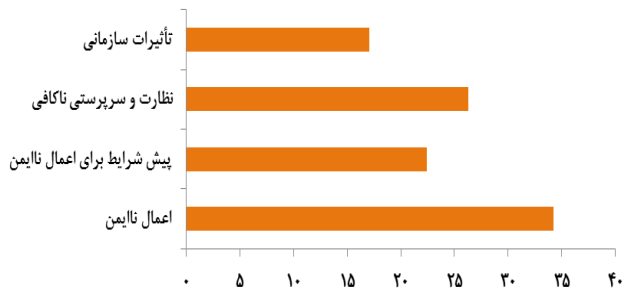
نتایج عوامل درون‌سازمانی مؤثر بر بروز خطا در جدول ۱ ارایه شده است.

می‌باشد که نقش مستقیمی در بروز حوادث دارند (۱۶) و شامل زیرگروه‌های خطای مبتنی بر مهارت، تصمیم‌گیری، ادراکی، تخلفات روتین و تخلفات استثنائی می‌باشد (۸). سطح دوم (پیش شرایط برای اعمال نایمن)، مسائل روان‌شناختی و فیزیکی که می‌تواند در بروز نقص‌های خطای سطح اول تأثیر داشته باشد، می‌پردازد (۱۶) و شامل زیرگروه‌های حالت ذهنی نامطلوب، حالت فیزیولوژیکی نامطلوب، محدودیت‌های فیزیکی و جسمی، مدیریت نادرست منابع انسانی، عدم آمادگی فردی، محیط فیزیکی و تکنولوژیکی نامناسب می‌باشد. سطح سوم (نظارت نایمن)، بر اساس مدل پنیرو سوئیسی یکی از دلایل حوادث نظارت نایمن می‌باشد که می‌تواند بر شرایط اپراتور و محیطی که افراد در آن کار می‌کنند تأثیر بگذارد و شامل چهار زیرگروه نظارت ناکافی، برنامه‌ریزی نامناسب عملیات، عدم‌اصلاح مشکل شناخته‌شده و تخلفات نظارتی می‌باشد. سطح چهارم (تأثیرات سازمانی)، تصمیمات مدیریت در سطوح بالا می‌تواند به‌طور مستقیم بر شیوه‌های نظارت و همچنین شرایط و اعمال اپراتور تأثیر بگذارد، این سطح شامل جوسازمانی، فرایند سازمانی و مدیریت منابع می‌باشد (۸). در این پژوهش، پس از دسترسی به گزارش حوادث منجر به فوت شرکت ملی گاز ایران، در مجموع ۴۷ گزارش حادثه منجر به فوت که از سال ۹۵-۸۷ در صنعت گاز ایران رخ داده بود، مورد بررسی قرار گرفت و چک لیست روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم بدون هیچ گونه تغییر در محتوای آن ترجمه و شناسه‌های موجود، براساس کدهای ارائه شده در روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم، قالب بندی

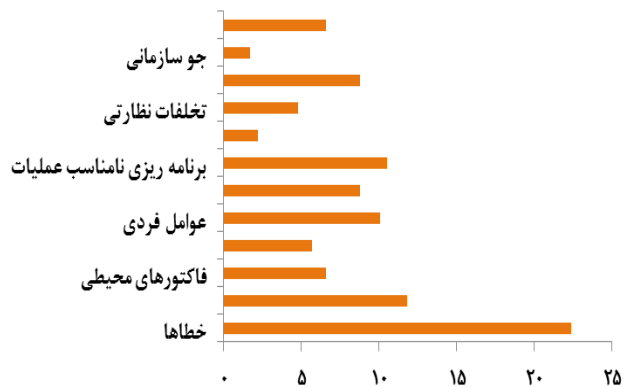
جدول ۱. عوامل درون‌سازمانی مؤثر بر بروز خطا بر مبنای روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم

زیرگروه سطح	فرکانس	درصد	زیرگروه سطح	فرکانس	درصد
<b>اول</b>					
خطای مبتنی بر مهارت	۲۵	۶۱	نظارت ناکافی	۲۰	۴۸/۸
خطای تصمیم‌گیری	۱۷	۴۱/۵	برنامه ریزی نامناسب عملیات	۲۴	۵۸/۵
خطای ادراکی	۹	۲۲	نقص در حل مشکل	۵	۱۲/۲
تخلفات روتین	۱۷	۴۱/۵	تخلفات نظارتی	۱۱	۲۶/۸
تخلفات استثنائی	۱۰	۲۴/۴			
<b>دوم</b>					
محیط فیزیکی نامناسب	۲	۴/۹	مدیریت منابع	۲۰	۴۸/۸
محیط تکنولوژیکی نامناسب	۱۳	۳۱/۷	جو سازمانی	۴	۹/۸
حالت فیزیولوژیکی نامطلوب	۳	۷/۳	فرایند سازمانی	۱۵	۳۶/۶
حالت ذهنی نامطلوب	۶	۱۴/۶			
محدودیت‌های ذهنی- فیزیکی	۴	۹/۸			
مدیریت منابع انسانی	۱۰	۲۴/۴			
آمادگی فردی	۱۳	۳۱/۷			

با ۷۸ خطا (۳۴/۲ درصد) بیشترین علت بروز حوادث منجر به فوت ناشی از خطای انسانی را به خود اختصاص داده بود، در واقع خطاها در این سطح در ۸۷/۲ درصد حوادث حضور داشتند. از سطح سوم نظارت و سرپرستی نایمن با ۶۰ خطا (۲۶/۳)، از سطح دوم پیش شرایط برای اعمال نایمن با ۵۱ خطا (۲۲/۴)، از سطح چهارم تأثیرات سازمانی با ۳۹ خطا (۱۷/۱) به ترتیب علل بروز حوادث ناشی از خطای انسانی را در بین عوامل درون سازمانی تشکیل می داد.



نمودار ۱. درصد فراوانی عوامل درون سازمانی مؤثر بر بروز خطا



نمودار ۲. درصد فراوانی زیرگروه های علل درون سازمانی مؤثر بر بروز خطا

### بحث

مطابق با نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته در صنایع هوایی غیرنظامی آمریکا، صنعت راه آهن، صنعت حمل و نقل دریایی و صنعت معدن (۱۱، ۲۰-۱۷)، در این پژوهش نیز یکی از شایع ترین خطاهای مشاهده شده در سطح یک، خطای مبتنی بر مهارت با ۶۱ درصد می باشد که در صنعت گاز بیشتر در اثر نقص در انجام اصولی مراحل کار و اتخاذ روش های نامناسب جهت تسهیل در کار (بدون آگاهی از عواقب خطرناک آن) رخ داده است. اقدامات معمول برای کاهش خطاهای مبتنی بر مهارت، شامل استفاده از سیستم ها و رویکردهای هشداردهنده و طراحی تجهیزات برای بهبود توانایی سیستم در جهت جذب عواقب خطاهای انسانی می باشد (۱۱). فراوانی تخلفات نیز در این تجزیه و تحلیل مقادیر قابل توجهی را شامل می شود که بیشتر به دلیل عدم پیروی از دستورالعمل های سازمانی، عدم استفاده

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، شایع ترین عمل نایمن در سطح یک خطاهای مبتنی بر مهارت بود و به دنبال آن خطاهای تصمیم گیری، تخلفات و خطاهای ادراکی به ترتیب بیشترین فراوانی را در روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم، به خود اختصاص داده بودند. در سطح دوم رایج ترین پیش شرط های درگیر در وقوع حوادث به ترتیب شامل عوامل فردی و فاکتورهای محیطی نظیر محیط تکنولوژیکی بود. در سطح سوم زیرگروه برنامه ریزی نامناسب عملیات و پس از آن سرپرستی و نظارت ناکافی و تخلفات نظارتی، به ترتیب بیشترین فراوانی را در گروه نظارت و سرپرستی نایمن دارا بود. در سطح چهارم مدیریت منابع با بیشترین فراوانی، بخش قابل توجهی از نقص های پنهان گروه تأثیرات سازمانی را شامل می شد و به دنبال آن فرایندهای سازمانی در رتبه دوم زیرگروه های این سطح قرار داشت. در سطح پنجم نیز نظارت دولت فراوانی قابل تأملی را از نظر حضور در حوادث منجر به فوت ناشی از خطای انسانی شامل شد.

### جدول ۲. علل خطای انسانی بر مبنای روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم

سطح خطا	علت خطا
اعمال نایمن	خطاهای مهارتی خطاهای تصمیم گیری خطاهای ادراکی
تخلفات	تخلفات روتین تخلفات استثنایی
عوامل محیطی	محیط فیزیکی محیط تکنولوژیکی
پیش شرایط اعمال نایمن	حالت های ذهنی نامطلوب حالت های فیزیولوژیک نامطلوب محدودیت جسمانی / ذهنی
عوامل فردی	مدیریت غلط منابع انسانی آمادگی فردی
نظارت و سرپرستی نایمن	سرپرستی و نظارت ناکافی برنامه ریزی نامناسب عملیات عدم اصلاح مشکل شناخته شده تخلفات نظارتی
تأثیرات سازمانی	مدیریت منابع جو سازمانی فرایند عملیاتی / سازمانی

در مطالعه حاضر بر اساس روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم، ۲۲۸ خطای انسانی ثبت گردید که نتایج اولیه برحسب تعداد خطاها نشان داد، اعمال نایمن اپراتورها از سطح یک

(۱۱) و نظارت دائم و مستقیم سرپرستان بر فعالیت‌های اجرایی نقش بسیار مهمی در رعایت الزامات ایمنی و پیروی کامل از دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی دارد. در سطح چهار از عوامل درون‌سازمانی (تأثیرات سازمانی)، مدیریت منابع با ۴۸/۸ درصد به‌عنوان مؤثرترین فاکتور در گروه تأثیرات سازمانی شناسایی شد. نتایج مطالعه‌ی ون چین لی و دون هریس بر روی ۵۲۳ حادثه در نیروی هوایی چین با استفاده از روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم نشان داد که مدیریت منابع با ۳۵ درصد بیشترین نوع خطا از سطح چهار را به خود اختصاص داده است (۲۲) که با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر مطابقت دارد. برجسته‌ترین نقص‌های مربوط به مدیریت منابع در این مطالعه شامل عدم تأمین تجهیزات مناسب و نقص در سیاست‌های مربوط به انتخاب کارکنان (نظیر انتخاب نیروی انسانی بی‌تجربه و آموزش ندیده و عدم ضوابط و اصول صحیح به‌کارگیری پیمانکاران در پروژه‌ها) می‌باشد که نیازمند تمرکز بیشتر و ایجاد یک ساختار نظام‌مند در سازمان در رابطه با گزینش کارکنان و پیمانکاران است. از محدودیت‌های پژوهش حاضر که یکی از مشکلات تکراری در رابطه با تجزیه و تحلیل حوادث گذشته‌نگر می‌باشد، فقدان جزئیات کافی در مجموعه اطلاعات و در دسترس نبودن تمامی شواهد و مدارک در رابطه با حوادث رخ داده است، باین‌حال با توجه به تعداد حوادثی که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و همچنین مقررات سخت‌گیرانه شرکت ملی گاز ایران در تکمیل فرم‌های گزارش حوادث، این‌طور به نظر می‌رسد که فرکانس‌ها و درصد‌های مربوط به خطاهای انسانی شناسایی شده و عوامل مرتبط با آن، در این مطالعه دقیق منعکس شده است.

به طور کلی روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم یک ابزار قدرتمند جهت شناسایی علل ریشه‌ای حوادث و خطاهای انسانی در محدوده‌ی سازمان می‌باشد. در این مطالعه فاکتورهای علی مرتبط با عوامل درون‌سازمانی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد سه عنصر خطا، تخلفات و نظارت نایمن، نقش اساسی در وقوع حوادث منجر به فوت صنعت گاز ایران داشته‌اند که نشان‌دهنده‌ی نیاز به تمرکز بیشتر و ارزیابی دقیق‌تر این گروه‌ها و تدوین استراتژی بهبود کارآمد می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد، روش آنالیز فاکتورهای انسانی و طبقه بندی سیستم، که با بحث در مورد انواع خطاهای انسانی و با تعریف شکست‌های فعال و پنهان در سیستم، احتمال توسعه و پیاده‌سازی استراتژی‌های مداخله‌ای موفق را افزایش می‌دهد و به متخصصان ایمنی و تحلیل‌گران این امکان را می‌دهد تا به فراتر از بحث‌های ساده در مورد درصد خطاهای انسانی در حوادث بپردازد.

#### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از حمایت مالی شرکت ملی گاز ایران و همچنین زحمات

از تجهیزات ضروری و استفاده از تجهیزات نامناسب بر اساس کار رخ داده‌اند. مشکلی که در ارتباط با تخلفات روتین وجود دارد این است که اغلب به عنوان جزئی از رویه‌های سازمان پذیرفته شده و توسط سرپرستان و مدیران تحمل می‌شود. این نوع از تخلفات حتی ممکن است به کارگران جدید منتقل شده و منجر به عدم آگاهی این افراد از این حقیقت شوند که این اعمال تخلف بوده و جزو قواعد کاری نمی‌باشند. پیشگیری از این نوع تخلفات می‌تواند از طریق ارزیابی و طراحی مجدد رویه‌ها و روش‌های کاری که مستعد وقوع تخلف هستند و حصول اطمینان از طراحی و نگهداری مناسب تجهیزاتی که در اختیار کارکنان قرار داده شده است محقق شود همچنین، افزایش آگاهی افراد از آنچه که به عنوان تخلف در فعالیت می‌باشد نیز مفید خواهد بود (۱۱). در سطح دوم مطالعه‌ی مذکور آمادگی فردی با ۳۱/۷ درصد و مدیریت نادرست منابع با ۲۴/۴ درصد دارای بیشترین تأثیر در بین تمام زیرگروه‌های این سطح بود که اغلب به دلیل آموزش ناکافی افراد و ارتباطات و هماهنگی ضعیف بین کارکنان واحدها رخ داده است در این خصوص نتایج مطالعه‌ی متین چلیک و سلجوک سبی نیز که در تحلیل نقش خطاهای انسانی در حوادث کشتیرانی صورت گرفته بود (۱۹) نشان داد که سازمان‌دهی نامناسب در برنامه‌ریزی و فرایندهای مدیریتی از زیرگروه عوامل فردی مهم‌ترین عامل از سطح پیش شرایط برای اعمال نایمن، در بروز خطاهای منجر به حوادث می‌باشند. آقای فارنيس در رابطه با دلایل قصور کارکنان در قبال وظایف محول شده به آن‌ها، معتقد است که آن‌ها نمی‌دانند چرا باید اصول و مقررات را رعایت کنند و مهم‌تر این‌که چگونه باید وظایفشان را درست و اصولی انجام دهند، لذا آموزش به صورت تئوری و عملی می‌تواند در پاسخگویی به هر دو این موارد بسیار مؤثر باشد (۲۱). بررسی دقیق گروه نظارت و سرپرستی نایمن از سطح عوامل درون‌سازمانی نشان داد که برنامه‌ریزی نامناسب عملیات با ۵۸/۵ درصد و نظارت ناکافی با ۴۸/۸ درصد مؤثرترین زیرگروه‌های این سطح در بروز خطاها هستند و نقص‌هایی که به‌صورت مکرر در حوادث تکرار شده‌اند شامل عدم مدیریت ریسک در عملیات و همچنین نظارت ضعیف بر رویه‌های مربوط به صدور مجوز کار و شیوه‌های کاری افراد می‌باشد این یافته‌ها مطابق با نتایج مطالعه میکائیل لنه و سلمون که بر روی ۲۶۳ حادثه معدن در استرالیا انجام شد و نشان داد برنامه‌ریزی نامناسب با ۳۳ درصد مؤثرترین فاکتور از گروه نظارت و سرپرستی نایمن در بروز خطاهای منجر به حوادث است، می‌باشد (۱۱). حضور درصد بالای فاکتورهای مربوط به نظارت نایمن در نتایج حاصل از مطالعه‌ی حاضر، نشان‌دهنده‌ی نیاز به تمرکز بیشتر و ارزیابی دقیق‌تر طبقه‌بندی نظارت می‌باشد، چراکه بهره‌وری یا فعالیت مفید سطح نظارت سازمانی یک فاکتور کلیدی در ایمنی و عملکرد سیستم است

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی در رشته مهندسی ایمنی صنعتی با کد اخلاق IR.SBMU.RETECH.REC.1396.793 می باشد.

گروه ایمنی و آتش‌نشانی شرکت ملی گاز ایران برای کمک در فراهم ساختن بستر این مطالعه و جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز، صمیمانه سپاسگزاریم. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد

## REFERENCES

1. Concha-Barrientos M, Nelson DI, Fingerhut M, Driscoll T, Leigh J. The global burden due to occupational injury. *American journal of industrial medicine*. 2005;48(6):470-81. [[Scopus](#)]
2. Vasconcelos B, Junior BB. The causes of work place accidents and their relation to construction equipment design. *Procedia Manufacturing*. 2015;3:4392-9.
3. Seo D-C. An explicative model of unsafe work behavior. *Safety Science*. 2005;43(3):187-211. [[Scopus](#)]
4. Sanders MS, McCormick EJ. *Human factors in engineering and design*: McGRAW-HILL book company; 1987.
5. Garrett J, Teizer J. Human factors analysis classification system relating to human error awareness taxonomy in construction safety. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2009;135(8):754-63. [[Scopus](#)]
6. Taber MJ, McCabe J, Klein RM, Pelot RP. Development and evaluation of an offshore oil and gas Emergency Response Focus Board. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2013;43(1):40-51. [[Scopus](#)]
7. Reinach S, Viale A. Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations. *Accident Analysis & Prevention*. 2006;38(2):396-40. [[Scopus](#)]
8. Shappell SA, Wiegmann DA. *A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system*: Ashgate Publishing, Ltd.; 201. [[Scopus](#)]
9. Gong Y, Fan Y. Applying HFACS Approach to Accident Analysis in Petro-Chemical Industry in China: Case Study of Explosion at Bi-Benzene Plant in Jilin. *Advances in Safety Management and Human Factors*: Springer; 2016. p. 399-406.
10. Movahed Mm, Gorgi A. A Study of the Social Construction of Work-Related Accidents “A Case study: workers of the coal mines of Koohbanan in Kerman and Tabas”. 2015.
11. Lenné MG, Salmon PM, Liu CC, Trotter M. A systems approach to accident causation in mining: An application of the HFACS method. *Accident analysis & prevention*. 2012;48:111-7. [[Scopus](#)]
12. Shappell SA, Wiegmann DA. Applying reason: The human factors analysis and classification system (HFACS). *Human Factors and Aerospace Safety*. 2001.
13. Chiu M-C, Hsieh M-C. Latent human error analysis and efficient improvement strategies by fuzzy TOPSIS in aviation maintenance tasks. *Applied ergonomics*. 2016;54:136-47. [[Scopus](#)]
14. Omole H, Walker G. Offshore Transport Accident Analysis Using HFACS. *Procedia Manufacturing*. 2015;3:1264-72. [[Scopus](#)]
15. Ergai A, Cohen T, Sharp J, Wiegmann D, Gramopadhye A, Shappell S. Assessment of the human factors analysis and classification system (HFACS): intra-rater and inter-rater reliability. *Safety science*. 2016;82:393-8. [[Scopus](#)]
16. Li W-C, Harris D, Yu C-S. Routes to failure: Analysis of 41 civil aviation accidents from the Republic of China using the human factors analysis and

- classification system. *Accident Analysis & Prevention*. 2008;40(2):426-34 [[Scopus](#)]
17. Wiegmann DA, Shappell SA. Human error analysis of commercial aviation accidents: Application of the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). *Aviation, space, and environmental medicine*. 2001;72(11):1006-16 [[Scopus](#)]
18. Baysari MT, Caponecchia C, McIntosh AS, Wilson JR. Classification of errors contributing to rail incidents and accidents: A comparison of two human error identification techniques. *Safety Science*. 2009;47(7):948-57 [[Scopus](#)]
19. Celik M, Cebi S. Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents. *Accident Analysis & Prevention*. 2009;41(1):66-75 [[Scopus](#)]
20. Patterson JM, Shappell SA. Operator error and system deficiencies: analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS. *Accident Analysis & Prevention*. 2010;42(4):1379-85 [[Scopus](#)]
21. Jahangiri M. Human error identification and analysis in Isomax unit of Tehran oil refinery, Using PHEA. A dissertation thesis for the fulfillment of the M Sc degree in Occupational Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences. 2005.
22. Li W-C, Harris D. Pilot error and its relationship with higher organizational levels: HFACS analysis of 523 accidents. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2006;77(10):1056-61.
23. Azhdari M, Monazami Tehrani G, Alibabaei A. Investigating the causes of human error-induced incidents in the maintenance operations of petrochemical industry by using HFACS. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*. 2017;3(4):22-30.
24. Ergai A, Cohen T, Sharp J, Wiegmann D, Gramopadhye A, Shappell S. Assessment of the human factors analysis and classification system (HFACS): Intra-rater and inter-rater reliability. *Safety science*. 2016;82:393-8.



