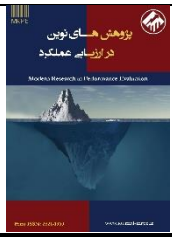
Modern Research in Performance Evaluation

www.journal-mrpe.ir

Mod. Res. Perf. Eval. Vol. 2, No. 3 (2023) 179–187.



Paper Type: Original Article

Identify and Analysis the Human Errors of Control Room Operators of the Second Refinery of South Pars Using the Hierarchical Task Analysis, Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach

Ida Tayebian[1], Hossein Ghasemi[1,*]

[1] *Department Part of Health, Safety, Environment Engineering, Kerman Institute of Higher Education, Iran; ida_tayebiyan@yahoo.com; Ghasemi_hossein20@yahoo.com.*

Citation:

Tayebian, I., & Ghasemi, H. (2024). Identify and analysis the human errors of control room operators of the second refinery of South Pars using the hierarchical task analysis, systematic human error reduction and prediction approach. *Modern research in performance evaluation, 2*(3), 179-187.

Received: 28/10/2023 Reviewed: 20/11/20223 Revised: 28/11/2023 Accepted: 10/12/2023

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to identify and analysis the human errors of control room operators of the second refinery of South Pars using the « hierarchical task analysis», «systematic human error reduction and prediction.

Methodology: This study was conducted in the central control room of the second refinery in South Pars, the necessary data was collected using SHERPA and HTA methods. A Hierarchical Task Analysis (HTA) was used in the first phase, and then, in the next step in order to the identification and assessment of the human errors, SHERPA method was performed.

Findings: Of all the errors identified in the refinery (143 errors) from the analysis of SHERPA worksheets, 102 errors (71.33%) are related to functional errors, 35 errors (24.47%) are related to visit errors, 3 errors (2.1%) are related to Regarding communication errors, 3 errors (2.1%) related to retrieval errors and 0 errors (0%) related to selection errors were reported. Also, according to this study, 14% of the types of consequences caused by errors were very severe consequences. The most obvious errors were related to performance and visit errors. With regard to preventing and reducing the occurrence of each of the identified errors and limiting their consequences, suitable control measures were provided in the form of changes in equipment design, type of training, changes in work methods, revision, formulation and updating of work instructions.

Originality/Value: in this regard, the present study investigates identify and analysis the human errors of control room operators of the second refinery of South Pars using the hierarchical task analysis, systematic human error reduction and prediction.

Keywords: Human error, Control room, HTA and SHERPA method.

Corresponding Author: Ghasemi_hossein20@yahoo.com https://doi.org/10.22105/mrpe.2024.186630

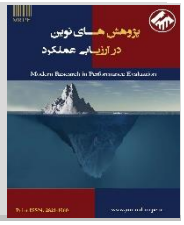
Licensee. **Modern Research in Performance Evaluation**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Modern Reserch in Performance Evaluation

پژوهش‌های نوین در ارزیابی عملکرد

دوره ۲، شماره (۳)، (۱۴۰۲)، ۱۸۷-۱۷۹

www.journal-mrpe.ir



نوع مقاله: پژوهشی

شناسایی و ارزیابی کمی خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل پالایشگاه دوم پارس جنوبی با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله مراتبی وظایف، رویکرد سیستماتیک پیش‌بینی و کاهش خطای انسانی

آیدا طیبیان[۱،*]، حسین قاسمی[۱]

[۱]گروه مهندسی بخش ایمنی، بهداشت، محیط‌زیست، موسسه آموزش عالی کرمان، ایران.

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش شناسایی و ارزیابی کمی خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل پالایشگاه دوم پارس جنوبی با بهره‌گیری از روش «تحلیل سلسله مراتبی وظایف» و «رویکرد سیستماتیک پیش‌بینی و کاهش خطای انسانی» است.

روش‌شناسی پژوهش: این بررسی در اتاق کنترل مرکزی پالایشگاه دوم پارس جنوبی انجام شد، داده‌های لازم با استفاده از روش *SHERPA* و *HTA* جمع‌آوری شده است. در فاز اول با روش واکاوی سلسله‌مراتب وظایف[۱] و در مرحله بعد با استفاده از روش *SHERPA* به شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی پرداخته است.

یافته‌ها: از کلیه خطاهای شناسایی‌شده در پالایشگاه (۱۴۳ خطا) حاصل از تجزیه‌وتحلیل برگه‌های کار *SHERPA*، ۱۰۲ خطا (۷۱٫۳۳%) مربوط به خطاهای عملکردی، ۳۵ خطا (۲۴٫۴۷%) مربوط به خطاهای بازدید، ۳ خطا (۲٫۱%) مربوط به خطاهای ارتباطاتی، ۳ خطا (۲٫۱%) مربوط به خطاهای بازیابی و ۰ خطا (۰%) مربوط به خطاهای انتخاب گزارش شد. هم‌چنین بر طبق این مطالعه ۱۴% از انواع پیامدهای ناشی از خطاها، پیامدهای خیلی شدید را تشکیل داد. مشهودترین خطاها مربوط به خطاهای عملکردی و بازدید بود. با توجه به پیشگیری و کاهش وقوع هرکدام از خطاهای شناسایی‌شده و محدود کردن پیامدهای ناشی از آن‌ها اقدامات کنترلی مناسبی در قالب تغییرات در طراحی تجهیزات، نوع آموزش، تغییر در روش‌های کاری، بازنگری، تدوین و به‌روز کردن دستورالعمل‌های کاری ارایه شد.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: پژوهش حاضر در راستای همین موضوع به بررسی شناسایی و ارزیابی کمی خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل پالایشگاه دوم پارس جنوبی با بهره‌گیری از روش «تحلیل سلسله مراتبی وظایف»، «رویکرد سیستماتیک پیش‌بینی و کاهش خطای انسانی» می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: خطای انسانی، اتاق کنترل، روش *HTA* و *SHERPA*.

۱- مقدمه

امروزه رشد سریع تکنولوژی، مدرن سازی و استفاده از انرژی‌های نوین، حضور فیزیکی انسان را در محیط‌های کاری کم‌تر کرده است و نقش مهم‌تری به تجهیزات، ماشین‌آلات و اتوماسیون واگذار شده است. علی‌رغم کاهش کمی حضور انسان در محیط‌های کاری، متناسب با پیچیدگی سیستم‌ها و افزایش اتوماسیون، نقش نیروی انسانی در عملکرد، قابلیت اطمینان و ایمنی سیستم‌ها افزایش پیداکرده است.

[1] Hierarchical Task Analysis (HTA)

* نویسنده مسئول

Ghasemi_hossein20@yahoo.com

https://doi.org/10.22105/mrpe.2024.186630

امروزه منابع انسانی با نظارت بر عملکرد سیستم‌ها و سرپرستی آن‌ها، حضوری متفاوت را در محیط‌های کاری تجربه می‌کند [1]. علیرغم کاهش کمی حضور انسان، حدود ٦٠% تا ٩٠% حوادث صنعتی که به وقوع می‌پیوندد ناشی از خطاهای انسانی است. بنابراین برای بهره‌وری و تولید بیشتر باید خطاهای انسانی را تا حد چشمگیری کاهش داد [2]. خطای انسانی در تعریف، یک تصمیم و یا رفتار نامناسب است که براثر بخشی، ایمنی و عملکرد سیستم اثر نامطلوب داشته باشد [3]. به‌عبارت‌دیگر، خطای انسانی رفتاری که از یک فرد سر میزند، ولی فرد قصد انجام آن را نداشته است و نیز ازنظر مقررات یا یک مشاهده‌گر پسندیده و مطلوب نیست و یا آن رفتار موجب شود یک وظیفه یا یک سیستم به شکلی تبدیل شود که از حدود پذیرفته‌شده فراتر رود یا به‌طورکلی انحراف عملکرد انسان از قوانین و وظایف مشخص‌شده می‌باشد که بر کارایی سیستم اثر نامطلوبی دارد [4]. با سپرده شدن پست‌های کاری مهم به انسان و کنترل حجم زیادی از عملیات مختلف و گاهی حساس و بحرانی، بروز یک اشتباه و خطای انسانی می‌تواند به وقوع حادثه بزرگی منجر شود [5]. برای مثال هاسگاوا و همکاران [6] در خصوص آتش‌سوزی در صنایع شیمیایی ژاپن در طی سال‌های ١٩٦٨ تا ١٩٨٠ ابراز می‌نماید که در ١٢٠ حادثه موردبررسی ٤٥% آن‌ها مربوط به خطای انسانی بوده است. حادثه دیگری که ردپایی از انسان به‌عنوان عامل بروز دیده می‌شود، حادثه بوپال هند است که در سال ١٩٨٤ به وقوع پیوست و باعث مرگ بیش از ٣٠٠٠ نفر و مشکلات ژنتیکی ٣٠٠٠٠٠ نفر گردید [7]. هم‌چنین تحقیقات نشان داده است که نیمی از تصادفات در شبکه حمل‌ونقل ریلی در آمریکا [8] و ٧٥% از تصادفات جاده‌ای، خطای انسانی نقش بسزایی را بر عهده داشته است [9]. ویژگی عمومی سامانه‌های بزرگ فن‌آوری مانند نفت و گاز و پتروشیمی این است که مقادیر عظیمی از مواد بالقوه خطرناک در یک واحد متمرکز هستند و توسط چند کاربر کنترل می‌شود. حوادث در این واحدها نه‌فقط تهدیدی برای تجهیزات و آن‌هایی که در داخل واحد مشغول به کار هستند، بلکه به جهت عواقب و اثرات آن بر نواحی مجاور و حتی کشورهای همسایه از اهمیت بالایی برخوردار است [10]. متاسفانه در ایران در زمینه ارزیابی خطر و پارامترهای ایمنی در صنایع، ارزیابی خطای انسانی کم‌رنگ است. بااین‌وجود مطالعاتی در زمینه ارزیابی ریسک خطای انسانی در بعضی از صنایع صورت گرفته است که می‌توان به مطالعات مظلومی و همکاران [19] تحت عنوان ارزیابی خطاهای انسانی پزشکان اورژانس به روش *SHERPA* و جعفری و همکاران [11] تحت عنوان پیش‌بینی و تحلیل خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل پست‌های ٤٠٠ کیلوولت و مطالعات [12]، [13] اشاره کرد. یکی از معتبرترین روش‌های شناسایی و ارزیابی روش *SHERPA* می‌باشد که به شناسایی نوع خطا بر مبنای اصول روانشناسی انسانی حاصل از آنالیز وظایف می‌پردازد. روش ذکرشده توسط امبری[1] در سال ١٩٨٦ ایجاد و توسعه پیدا کرد و در ارایه راهکارهای کنترلی متناسب با نوع خطای شناسایی‌شده دقیق عمل می‌کند [14]. مطالعات انجام‌شده در این زمینه حاکی از این است که وقوع خطای انسانی درنتیجه ترکیبی از عوامل همچون، دستورالعمل‌های ایمنی نامناسب، عدم نظارت کافی، خستگی، فشار کار، عدم تعمیرات و نگهداری مناسب [15]، پیچیدگی روش انجام کار، شرایط محیطی، عوامل شخصی و عوامل مدیریتی و سازمانی رخ می‌دهد [16]. با توجه به آمار و ارقام گفته‌شده در بیان عامل خطای انسانی در وقوع حوادث می‌توان به اهمیت موضوع در پیرامون خطاهای انسانی پی برد. هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی و شناسایی خطاهای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل شرکت پالایش گاز دوم پارس جنوبی می‌باشد تا با شناسایی خطاهای انسانی، تعیین سطح ریسک، تعیین پیامدهای ناشی از خطا و درنهایت ارایه دادن راهکارهای کنترلی با روش *SHERPA*، گام موثر و روبه جلویی برای کنترل خطاهای انسانی و کاهش سطح ریسک برداشته شود.

۲- روش پژوهش

روش نمونه‌گیری به‌صورت سرشماری انجام شده است و تمام افراد اتاق کنترل وارد مطالعه شدند و داده‌های لازم با استفاده از روش *SHERPA*[2] و *HTA* جمع‌آوری شد. در فاز اول این پژوهش با بررسی شرح کار و مصاحبه با سرپرست اتاق کنترل و هم‌چنین نوبت‌کاران اتاق کنترل و بررسی اسناد و مدارک با استفاده از روش واکاوی سلسله مراتبی وظایف مورد واکاوی قرار گرفتند و نتیجه آن به‌صورت نمودارهای *HTA* ارایه شدند. بعد از ارایه روش واکاوی سلسله مراتبی وظایف و مشخص شدن زیر وظیفه‌ها، نوبت به اجرای کامل روش *SHERPA* می‌رسد که شامل هشت مرحله می‌باشد که در ادامه ذکر شده است. روش مذکور در سال ١٩٨٦ توسط امبری ایجاد و توسعه پیداکرده است. این روش آنالیز خطای انسانی از یک برنامه حساب‌شده از جریان عادی پرسش و پاسخ که خطاهای مشابه را در هر مرحله از وظایف شغلی تجزیه‌وتحلیل می‌کنند، تشکیل‌شده است [17]، [18]. روش ذکرشده ازجمله روش‌هایی است که به آنالیز وظایف پرداخته و راه‌حل‌های بالقوه جهت خطرات شناسایی‌شده ارایه می‌دهد و از مثال‌های آن می‌توان به استفاده در صنایع نفت و گاز اشاره کرد [16].

[1] Embrey
[2] Systematic human error reduction and prediction

هم‌چنین مطالعاتی توسط مظلومی و همکاران [19] تحت عنوان ارزیابی خطاهای انسانی پزشکان اورژانس به روش *SHERPA* و جعفری و همکاران [11] تحت عنوان پیش‌بینی و تحلیل خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل پست‌های ۴۰۰ کیلوولت اشاره کرد.

جهت اجرای کامل این تکنیک هشت مرحله وجود دارد که در ذیل آورده شده است:

مرحله ۱- آنالیز سلسله مراتبی وظیفه *HTA*: در این روش، باید وظایف به زیر وظیفه‌ها شکسته شده و تا آن‌جا ادامه یابد که دیگر زیر وظیفه‌ای از آن وظایف باقی نماند. نمونه‌ای از مراحل اجرای تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی وظیفه به روش *HTA* **شکل ۱** نشان داده شده است.

مرحله ۲- طبقه‌بندی وظیفه: پس از آنالیز وظیفه ترتیبی از پایین‌ترین سطح، وظایف به ۵ دسته تقسیم می‌شوند: ۱- اقدام (عمل)، ۲- بازیابی، ۳- بررسی کردن، ٤- انتخاب و ٥- تبادل اطلاعات.

مرحله ۳- شناسایی خطای انسانی: طبقه‌بندی مراحل وظیفه، باعث هدایت تحلیل‌گر به‌سوی بررسی خطای فعالیت با استفاده از طبقه‌بندی خطای پایین‌دست می‌شود [20]. در این مرحله از چک‌لیست **جدول ۱**، چک‌لیست انواع خطاهای انسانی در روش *SHERPA* استفاده می‌شود. بعد از مشخص شدن شناسه خطا با توجه به چک‌لیست **جدول ۱**، شناسه خطا مورد به هر زیر وظیفه در برگه کار *SHERPA* ثبت می‌شود (**جدول ۲**).

مرحله ٤- تحلیل نتایج: ملاحظه پیامدهای هر یک از خطاها بر روی سیستم در این مرحله صورت می‌گیرد. آنالیزگر شرح کاملی از نتایج خطاهای شناسایی‌شده از مرحله قبل را در این مرحله ارایه می‌دهد.

مرحله ٥- بازیابی تحلیل: در این مرحله تحلیل‌گر بایستی بازیابی بالقوه خطاهای شناسایی‌شده را مشخص نماید. در صورت لزوم مرحله‌ای از خطای وظیفه بازیابی شود، ابتدا این مهم انجام می‌شود و سپس وارد مرحله بعدی شود، درصورتی‌که مرحله‌ای برای بازیابی خطا باقی نمانده باشد، می‌تواند وارد مرحله بعد شده و این قسمت خاتمه یافته تلقی می‌شود.

مرحله ٦- آنالیز احتمال ترتیبی: در این مرحله احتمال رخداد یک خطا تعیین می‌گردد که بیشترین احتمال رخداد نمره ۵ و کمترین احتمال رخداد نمره ۱ می‌گیرد.

مرحله ۷- آنالیز بحرانی: جهت انجام مرحله ٦ و مرحله ۷ از ماتریس ریسک ۵×۵ استفاده‌شده است که در آن دسته‌بندی خطرات ازنظر پیامد، به خیلی شدید (٥)، شدید (٤)، متوسط (۳)، خفیف (۲) و خیلی خفیف (۱) طبقه‌بندی‌شده است [21]. در این مرحله، با حاصل‌ضرب احتمال رخداد خطا و پیامد ناشی از خطا، سطح ریسک مربوطه به دست می‌آید که در ستون مربوط به سطح ریسک در برگه کار ثبت می‌شود (**جدول ۲**).

مرحله ۸- اصلاح آنالیز: درنهایت در این مرحله راهکارهای کنترلی پیشنهاد می‌گردد که در **جدول ۲** ثبت می‌شود.

شکل ۱- فلوچارت واکاوی سلسله مراتبی وظایف واحد ۱۰۳.

Figure 1- Flowchart of the hierarchy of duties of unit 103.

جدول ۱- چک‌لیست انواع خطای انسانی در روش SHERPA.

Table 1- Checklist of types of human error in SHERPA method.

نوع خطا	شناسه خطا	توصیف خطا
خطای عملکردی (Action errors)	A1	عمل خیلی زود یا دیر انجام شود.
	A2	عمل موردنظر بی‌موقع انجام شود.
	A3	عمل موردنظر در جهت اشتباه انجام شود.
	A4	عمل کم‌تر، یا بیش‌ازحد لازم انجام شود.
	A5	عمل با تغییر انجام می‌شود.
	A6	عمل صحیح بر روی گزینه اشتباه انجام شود.
	A7	عمل اشتباه بر روی گزینه صحیح انجام شود.
	A8	انجام عمل موردنظر فراموش شود.
	A9	عمل به‌طور ناقص انجام می‌شود.
	A10	عمل اشتباه بر روی گزینه اشتباه انجام می‌شود.
خطای بازدید (Checking errors)	C1	بررسی فراموش می‌شود.
	C2	بررسی به‌طور ناقص انجام می‌شود.
	C3	بررسی صحیح بر روی گزینه اشتباه انجام می‌شود.
	C4	بررسی اشتباه بر روی گزینه صحیح انجام می‌شود.
	C5	بررسی در زمان نامناسب انجام می‌شود.
	C6	بررسی اشتباه بر روی گزینه اشتباه انجام می‌شود.
خطای بازیابی (Retrieval errors)	R1	اطلاعات لازم در دسترس نیست.
	R2	اطلاعات به‌صورت اشتباه ارایه شده است.
	R3	بازیابی اطلاعات، ناقص انجام می‌شود.
خطای ارتباطی (Communication)	I1	تبادل اطلاعات صورت نمی‌گیرد.
	I2	اطلاعات اشتباه تبادل می‌شود.
	I3	تبادل اطلاعات به‌طور ناقص انجام می‌گیرد.
خطای انتخاب (Selection errors)	S1	انتخاب حذف می‌شود.
	S2	انتخاب اشتباه انجام می‌شود.

جدول ۲- یک نمونه برگه کار مورداستفاده در این پژوهش.
Table 2- A sample worksheet used in this research.

شماره جدول: ۱ — تاریخ: ۱۴۰۲/۰۴/۱۵

نام وظیفه شغلی اصلی: نوبت‌کار واحد ۸۱۰۰

ردیف	وظیفه شغلی (Subtask)	شناسه خطا	توصیف خطا	پیامد ناشی از خطا	اقدامات موجود (بازیابی)	ارزیابی ریسک L	S	RPN	راهکار کنترلی	RPN2
1-1-1	فشار گیری واحد تثبیت	A1/A5	فشار گیری واحد دیر انجام می‌شود. یا عمل تغییرات به‌درستی روی فشار صورت نمی‌گیرد.	واحد تثبیت دیرتر در سرویس قرار می‌گیرد.	تست PT	3	4	12	۱. درصورتی‌که فشار خارج از محدوده معین قرار گرفت، تغییر در صدای آلارم به وجود آید. ۲. تدوین دستورالعمل کاری مناسب جهت فشار گیری واحد ۳. کار با شبیه‌ساز و قرارگیری اپراتور در شرایط مختلف که ممکن است هنگام کار با آن مواجهه شود به‌منظور کسب مهارت و تجربه‌های لازم.	1D
		C2	بررسی فشار گیری به‌طور ناقص انجام گیرد.	واحد تثبیت دیرتر در سرویس قرار می‌گیرد.	تست PT	3	4	12	ایجاد تغییرات در نرم‌افزار کنترلی سیستم به‌گونه‌ای که فشار از حد معینی بیش‌تر شد، سیستم به‌طور اتوماتیک فشار را تنظیم کند.	1D

جدول ۳- معیار رتبه‌بندی سطح ریسک.
Table 3- Risk level rating criteria.

سطح ریسک	توصیف
بیش‌تر از ۱۲	ریسک غیرقابل‌قبول-اقدام کنترلی فوری
9-12	ریسک نامطلوب و اولویت بالا جهت کنترل ریسک
3-8	اولویت متوسط جهت کنترل ریسک و کاهش بیش‌تر ریسک در صورت امکان
کم‌تر از ۳	ناحیه ایمن و ریسک پایین، اقدامات بیش‌تر لازم نیست

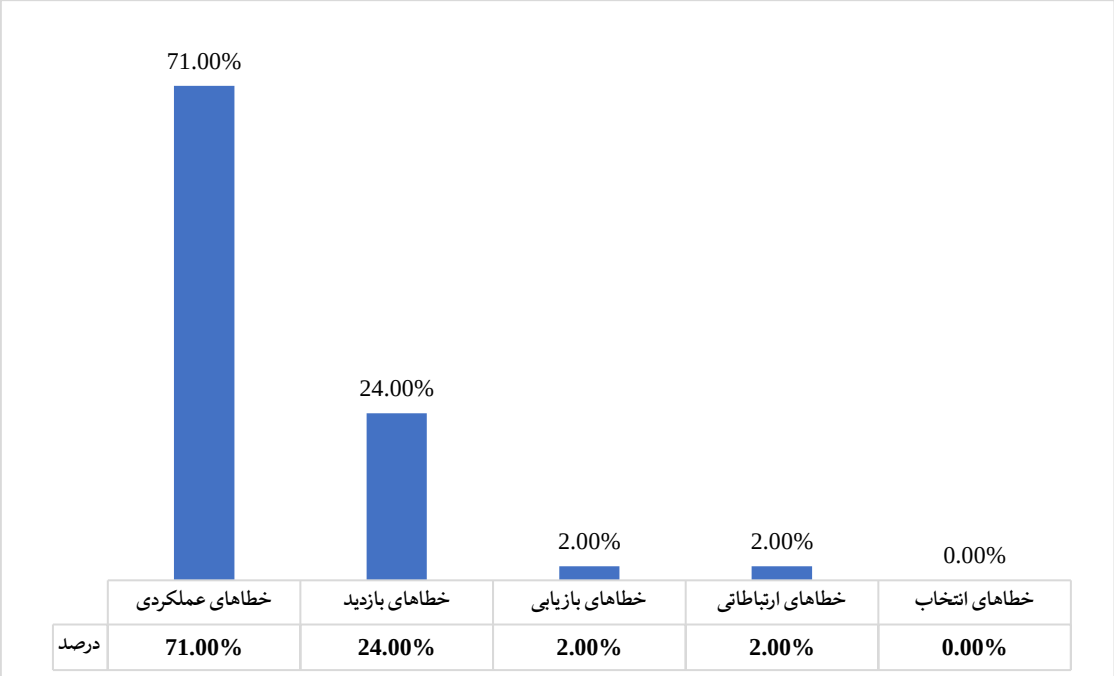
درنهایت فقط برای این‌که بتوانیم موثر بودن راهکارهای کنترلی را بسنجیم از یک سطح ریسک پیش‌بینی‌شده در برگه کار استفاده کرده‌ایم که سطح ریسک پیش‌بینی‌شده حاصل‌ضرب احتمال خطا در پیامد ناشی از خطا می‌باشد. درنهایت با استفاده از **جدول ۳**، سطح ریسک به‌دست آمده را رتبه‌بندی می‌کنیم. اساسا به دو طریق می‌توان سطح ریسک کنترل‌شده را تعیین نمود:

- پس از اجرای پیشنهادها منتظر رخداد حادثه بود و سپس با توجه به‌شدت و برآورد احتمال وقوع به تعیین سطح ریسک اقدام کرد که به زمان زیادی نیاز دارد و ممکن است عملی نباشد.
- وقتی انجام روش فوق عملی نباشد می‌توان سطح ریسک را با توجه به تاثیر نسبی توصیه‌های موردنظر (نصب تجهیزات، آموزش افراد و ...) تجارب افراد، پیش‌بینی کرد و درصدد کاهش آن برآمد که در این مطالعه از راه‌حل دوم استفاده‌شده است [10].

۳- یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از برگه کارهای *SHERPA* نشان داد که از مجموع ۱۴۳ خطای شناسایی‌شده در پالایشگاه، ۱۰۲ خطا (۷۱٫۳۳%) مربوط به خطاهای عملکردی، ۳۵ خطا (۲۴٫۴۷%) مربوط به خطاهای بازدید، ۳ خطا (۲٫۱%) مربوط به خطاهای ارتباطی، ۳ خطا (۲٫۱%) مربوط به خطاهای بازیابی و ۰ خطا (۰%) مربوط به خطاهای انتخاب می‌باشد (**شکل ۲**). ارزیابی سطح ریسک خطاهای شناسایی‌شده با روش ماتریس ارزیابی ریسک نشان داد که در حال حاضر ۱۵٫۴% خطاهای شناسایی‌شده دارای ریسک غیرقابل‌قبول می‌باشند اما درصورتی‌که راهکارهای کنترلی اعمال گردد پیش‌بینی می‌شود که درصد فراوانی ریسک‌های غیرقابل‌قبول به ۰% کاهش یابد. همین بررسی نشان داد که در حال حاضر ۸۲٫۵% از خطاهای شناسایی‌شده دارای ریسک نامطلوب می‌باشند که در صورت به‌کارگیری راهکارهای کنترلی پیشنهادی، انتظار می‌رود درصد فراوانی ریسک‌های نامطلوب به ۰% کاهش یابد (**شکل ۳**). در همین بررسی مشخص شد که

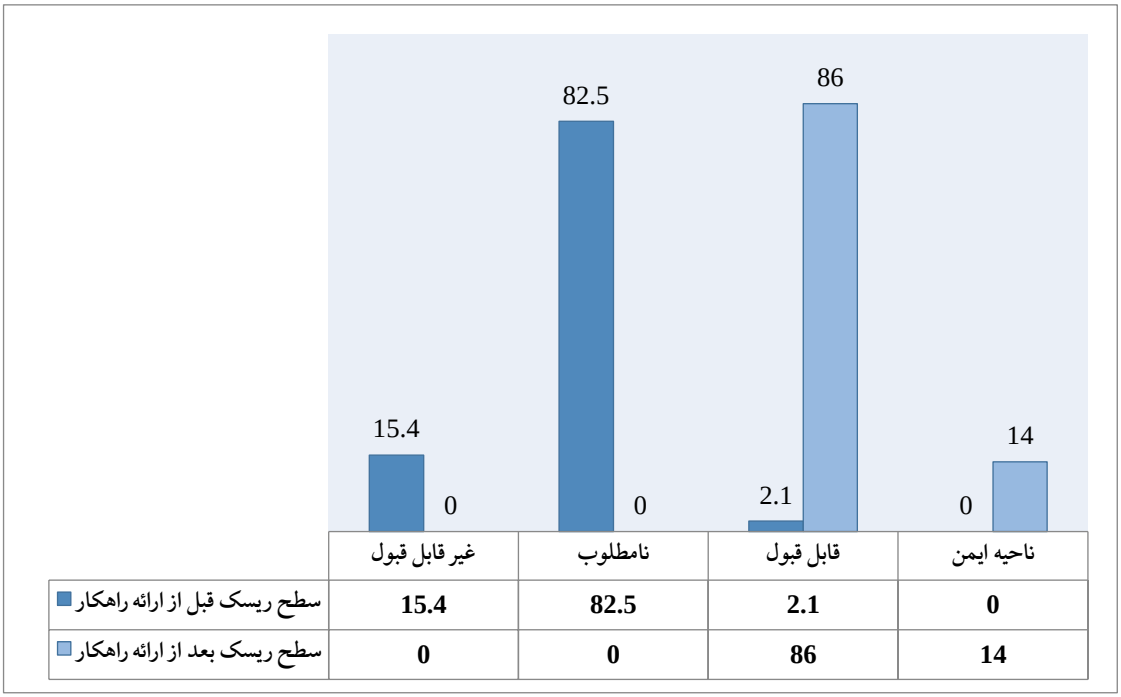
۱٤% از انواع پیامدهای ناشی از خطا در میان اپراتورهای اتاق کنترل، پیامدهای خیلی شدید تشکیل می‌دهند (**شکل ٤**). هم‌چنین در این پژوهش انواع راهکارهای کنترلی برای کاهش سطح ریسک ارایه شد که برگزاری دوره‌های بازآموزی و آموزش پرسنل به همراه تغییرات در نرم‌افزار کنترلی با ٤۸% از کل راهکارهای موجود را به خود اختصاص دادند (**شکل ٥**).



	خطاهای عملکردی	خطاهای بازدید	خطاهای بازیابی	خطاهای ارتباطاتی	خطاهای انتخاب
درصد	**71.00%**	**24.00%**	**2.00%**	**2.00%**	**0.00%**

شکل ۲- انواع خطاهای شناسایی‌شده برحسب درصد.

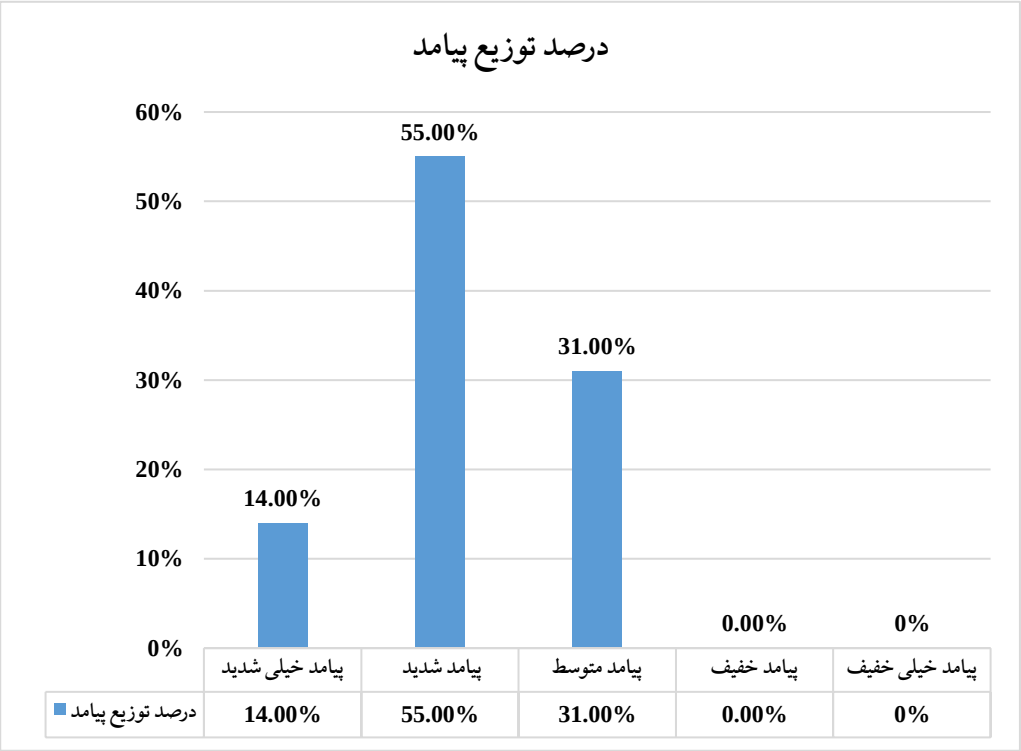
Figure 2- Types of identified errors in percentage.



	غیر قابل قبول	نامطلوب	قابل قبول	ناحیه ایمن
سطح ریسک قبل از ارائه راهکار	**15.4**	**82.5**	**2.1**	**0**
سطح ریسک بعد از ارائه راهکار	**0**	**0**	**86**	**14**

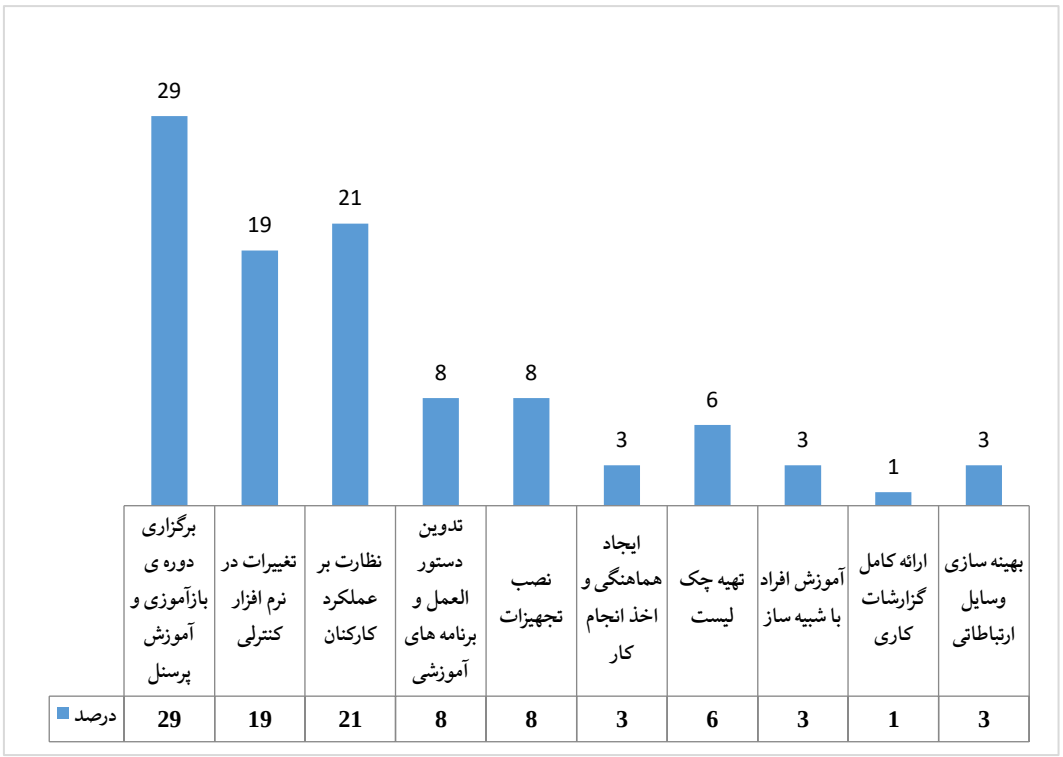
شکل ۳- سطح ریسک قبل و بعد از ارایه راهکار کنترلی.

Figure 3- The level of risk before and after presenting the control strategy.



شکل ۴- درصد پیامدهای ناشی از انواع خطاها.

Figure 4- The percentage of consequences caused by types of errors.



شکل ۵- راهکارهای کنترلی پیشنهادشده در انجام پژوهش برحسب درصد.

Figure 5- Proposed control solutions in the research by percentage.

۴- نتیجه‌گیری

خطا انسانی به دلیل منتهی شدن به حوادث ناگوار از اهمیت زیادی برخوردار است به همین دلیل، جهت پیشگیری و محدود ساختن پیامدهای ناشی از خطای انسانی، پیش‌بینی، شناسایی و علت‌یابی آن‌ها لازم است [11]. هدف اصلی از انجام این مطالعه، ارزیابی و شناسایی خطاهای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل پالایشگاه گازی دوم پارس جنوبی و تعیین پیامدهای ناشی از خطا و تعیین سطح ریسک قبل و بعد از ارایه راهکار کنترلی می‌باشد. لازم به ذکر است که اتاق کنترل مرکزی پالایشگاه از زمان بهره‌برداری تاکنون در زمینه حوادث و خطای انسانی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. بر اساس نتایج این مطالعه، عمده‌ترین خطاها در وظایف اپراتورهای اتاق کنترل،

مربوط به خطاهای عملکردی (۷۱%) است و کمترین نوع خطا، مربوط به خطاهای انتخاب (۰%) بود. یک راهکار کنترلی که در این روش به آن اشاره شد استفاده از سیستم شبیه‌ساز می‌باشد که خطاهای شناسایی‌شده در این روش، در نرم‌افزار گنجانده می‌شود و با اعمال آن در جریان آموزش، ضمن اینکه توانایی آموزش‌گیرنده جهت کنترل شرایط به وجود آمده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، مهارت‌های عملکردی افراد نیز افزایش می‌یابد. هم‌چنین با توجه به بالا بودن خطای عملکردی که ناشی از فراموشی در انجام کار می‌باشد، چک‌لیست و دستورالعمل‌ها می‌توانند برای رفع این مورد از خطا موثر واقع شوند. در مطالعه انجام‌شده توسط یانگ و همکاران [21] عامل ایجاد خطای انسانی در اتاق کنترل نیروگاه هسته‌ای، در سال ۲۰۰۷ نشان داده شد که تعداد اپراتورها، فاکتورهای محیطی و ویژگی‌های روان‌شناختی می‌تواند عامل بروز خطا انسانی و به دنبال آن حوادث باشند. در مطالعه انجام‌شده توسط حبیبی و همکاران [23] تحت عنوان ارزیابی و مدیریت خطاهای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل پالایشگاه نفت اصفهان با روش *SHERPA* در سال ۱۳۸۹، بیشترین نوع خطاها مربوط به نوع عملکردی با ۶۴/ ۶۷ و کمترین نوع خطا مربوط به نوع انتخابی با ۳/۰۳% بود که با نتایج حاصل از این مطالعه منطبق است [14]. جعفری و همکاران [11] با استفاده از روش پژوهشی *SHERPA* در زمینه شناسایی و پیش‌بینی خطای انسانی در اتاق کنترل پست‌های ۴۰۰ کیلوولت برق در سال ۱۳۹۰ انجام دادند که حدود ۹۵% از ریسک‌های ناشی از خطاهای شناسایی‌شده در سطح غیرقابل‌قبول و نامطلوب بودند که با نتایج حاصل از این مطالعه هم‌خوانی دارد [13]. در پژوهشی دیگر لنه و همکاران [22] با استفاده از تکنیک *SHERPA* به شناسایی خطاهای مدیریت دارویی بیماران در بیمارستان پرداختند که بیشترین نوع خطاها، مربوط به خطای عملکردی بود که با نتایج این پژوهش منطبق است [24]. یکی از راهکارهای کنترلی که در این روش مورداستفاده قرار گرفت، آموزش و به وجود آوردن محیطی به‌صورت شبیه‌سازی در نرم‌افزار می‌باشد تا افراد در آن شرایط قرارگرفته و عکس‌العملی مناسب در شرایط بحرانی و حساس داشته باشند تا در شرایط واقعی بتوانند با حفظ خونسردی و تسلط کامل بر شرایط از عهده کنترل برآیند همان‌طور که مشاهده می‌شود با استفاده از این راهکار، سطح ریسک از ناحیه غیرقابل‌قبول به ناحیه قابل‌قبول رسیده است [19]. بنابراین با توجه به کنترل و پایش حجم عظیمی از مواد بالقوه خطرناک توسط اپراتورهای اتاق کنترل، انتظار می‌رود تا خطاهای انسانی در این زمینه شناسایی‌شده و راهکارهای لازم برای کاهش پیامد ناشی از خطا و سطح ریسک اندیشیده شود که در روش *SHERPA* به‌خوبی این موضوع نائل آمدیم.

نتایج برآمده از این پژوهش حاکی از این است که روش *SHERPA*، روشی سیستماتیک و نظام‌مند برای شناسایی انواع خطاهای انسانی و هم‌چنین سطح ریسک می‌باشد که درنهایت در این روش می‌توان با دادن راهکارهای کنترلی، سطح ریسک را کاهش داد یا به صفر رسانید. به‌طوری‌که در این مطالعه سطح ریسک بعد از ارایه راهکار و اقدامات کنترلی از ۱۵/۴% (ریسک غیرقابل‌قبول) به ۰% (ناحیه ایمن) رسید. هم‌چنین با توجه نتایج حاصل از این مطالعه، از نقاط ضعف روش *SHERPA* این است که فقط به شناسایی نوع رفتاری خطا می‌پردازد و از شرایط محیطی اثرگذار بر روی خطا اطلاعاتی نمی‌دهد. از دیگر معایب روش مذکور این است که نتایج حاصل از این روش تا حد زیادی به دانش فنی و آگاهی تحلیلگر از وضعیت سیستم و نحوه کارکرد اپراتور بستگی دارد. لذا با توجه به کنترل و پایش منظم اتاق کنترل توسط اپراتور، آموزش مناسب و ادواری پرسنل، نظارت سرپرست شیفت بر عملکرد افراد، تدوین و ارایه دستورالعمل‌های کاری به‌عنوان راهکارهای کنترلی برای کاهش سطح ریسک پیشنهاد می‌گردد.

منابع

[1] Hajihosseini, A. . (2021). *Human error engineering: human error identification and evaluation methods including the guidelines for occupational health and safety management systems 2001 ILO-OSH*. Fanavaran. (**In Persian**). https://www.adinehbook.com/gp/product/9642983384

[2] Kletz, T. A. (2006). *An engineer's view of human error*. Contemporary Ergonomics 2006. Routledge.

[3] Mirsaraj, S., karimi, A., Abedi, M., Arab Amari, R., Esmaili, A., Hamzaianziyarani, M., … & Alizadeh, S. (2015). *Safety for workplace*. Fanavaran. (**In Persian**). https://www.gisoom.com/book/11171566/

[4] Santamaría Ramiro, J. M., & Braña Aísa, P. A. (1998). *Risk analysis and reduction in the chemical process industry*. Springer Science & Business Media.

[5] Wilkinson, J., & Lucas, D. (2002). Better alarm handling-a practical application of human factors. *Measurement and control*, *35*(2), 52. DOI: 10.1177/002029400203500204

[6] Hasegawa, S., Takeshita, H., Yoshii, F., Makuuchi, K., & Nishimoto, S. I. (1997). Effect of combination of irradiation and zeolite on pyrolysis of polymer materials. *Nternational atomic energy agency* (pp. 413–424). Japan Atomic Energy Research Institute. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/050/29050441.pdf?r=1

[7] Gupta, J. P. (2002). The Bhopal gas tragedy: could it have happened in a developed country? *Journal of loss prevention in the process industries*, *15*(1), 1–4. DOI: 10.1016/S0950-4230(01)00025-0

[8] Lawton, R., & Ward, N. J. (2005). A systems analysis of the Ladbroke Grove rail crash. *Accident analysis and prevention*, *37*(2), 235–244. DOI: 10.1016/j.aap.2004.08.001

[9] Hanowski, R. J., Medina, A. L., Wierwille, W. W., & Lee, S. E. (2004). Incident clustering: Diagnostic approach for assessing usability of intersections and other road sites. *Transportation research record*, *1897*(1897), 173–179. DOI: 10.3141/1897-22

[10] Ghasemi, M., Zakerian, A., & Azhdari, M. (2010). Ergonomic assessment (identification, prediction and control) of human error in a control room of the petrochemical industry using the SHERPA method. *Journal of school of public health and institute of public health research*, *8*(1), 41-52. (**In Persian**). http://sjsph.tums.ac.ir/article-1-93-en.html

[11] Jafari, M. J., Haji Hoseini, A. R., Halvani, G. H., Mehrabi, Y., & Ghasemi, M. I. (2012). Prediction and analysis of human errors in operators of control rooms at 400 kV posts and the effectiveness of the proposed measures. *Iran occupational health*, *9*(3), 52-71. (**In Persian**). https://www.sid.ir/fa/VEWSSID/J_pdf/46013910307.pdf

[12] Ramezanifar, S., Ramezanifar, E., & Sahlabadi, A. S. (2022). Investigating the probability of human error in iranian industrial control rooms: a systematic review. *International journal of occupational hygiene*, *14*(1), 77-91. (**In Persian**). https://ijoh.tums.ac.ir/index.php/ijoh/article/view/558

[13] Feyer, A. M., Williamson, A. M., & Cairns, D. R. (1997). The involvement of human behaviour in occupational accidents: errors in context. *Safety science*, *25*(1–3), 55–65. DOI: 10.1016/S0925-7535(97)00008-8

[14] Embrey, D. (2000). *Task analysis techniques*. Human Reliability Associates Ltd (Vol. 1). https://docplayer.net/16002357-Task-analysis-techniques.html

[15] Stanton, N. A. (2006). Hierarchical task analysis: developments, applications, and extensions. *Applied ergonomics*, *37*, 55–79. DOI: 10.1016/j.apergo.2005.06.003

[16] Stanton, N. A., Salmon, P., & Walker, G. (2003). *Human factors design methods review*. London, GB. Human Factors Integration Defence Technology Centre 304pp. https://eprints.soton.ac.uk/368316/

[17] Harris, D., Stanton, N. A., Marshall, A., Young, M. S., Demagalski, J., & Salmon, P. (2005). Using SHERPA to predict design-induced error on the flight deck. *Aerospace science and technology*, *9*(6), 525–532. DOI: 10.1016/j.ast.2005.04.002

[18] Halvani, G., Mehrparvar, A., Shamsi, F., Rafieenia, R., Khani Mouseloo, B., & Ebrahimi, G. (2017). Risk assessment of human error among Mohr City, Parsian Gas refinery company control room operators using systematic human error reduction and prediction approach SHERPA in 2016. *Occupational medicine quarterly journal*, *9*(3), 32-44. (**In Persian**). https://tkj.ssu.ac.ir/article-1-784-en.html

[19] Mazloumi, A., Kermani, A., NaslSeraji, J., & GhasemZadeh, F. (2013). Identification and evaluation of human errors of physicians at emergency ward of an educational hospital in Semnan city using SHERPA technique. *Occupational medicine quarterly journal*, *5*(3), 67–78. http://tkj.ssu.ac.ir/article-1-379-fa.html

[20] Stanton, N. (2006). Human factors and ergonomics methods. *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, (pp. 27–38). CRC press. DOI: 10.1201/9780849375477.ch617

[21] Yang, C. W., Lin, C. J., Jou, Y. T., & Yenn, T. C. (2007). A review of current human reliability assessment methods utilized in high hazard human-system interface design. *Lecture notes in computer science (including subseries lecture notes in artificial intelligence and lecture notes in bioinformatics)* (pp. 212–221). Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-73331-7_23

[22] Lane, R., Stanton, N. A., & Harrison, D. (2006). Applying hierarchical task analysis to medication administration errors. *Applied ergonomics*, *37*(5), 669–679. DOI: 10.1016/j.apergo.2005.08.001

[23] Habibi E, Gharib S, Mohammadfam I, R. M. (2011). Human error assessment and management among isfahan oil refinery control room operators by sherpa technique. *Health system research*, *7*(4), 1-10. (**In Persian**). DOI: 10.22067/jgusd.2021.47427.0

[24] Grozdanović, M., & Stojiljkovic, E. (2006). Framework for human error quantification. *Facta universitatis: series philosophy, sociology, psychology and history*, *5*(1), 131–144.