JOHE
Journal of Occupational Hygiene Engineering
J Occup Hyg Eng, 2022; 10(2): 129-138. Doi: 10.32592/joohe.10.2.129
https://johe.umsha.ac.ir

Original Article

Assessment of Human Hazard and Performance in the Oxygen Supply System in Bu Ali Hospital in Qazvin in 2022

Behzad Shoveyri[1], Vida Zaroushani[2,3,*], Mehran Ghalenoei[2,3]

[1] Student Research Committee, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran
[2] Social Determinants of Health Research Center, Research Institute for Prevention of Non-Communicable Disease, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran
[3] Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

Article history:
Received: 14 December 2022
Revised: 20 February 2023
Accepted: 18 June 2023
ePublished: 26 June 2023

***Corresponding author:** Vida Zaroushani, Social Determinants of Health Research Center, Research Institute for Prevention of Non-Communicable Disease, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran; Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
Email: v.zaroushani@qums.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Oxygen therapy is one of the integral parts of a hospital, which has been introduced as a therapeutic use of oxygen, and any human error in this field can cause disastrous consequences. The present study aimed to analyze the risk of the oxygen supply system of a hospital in Qazvin using the method of studying risk and human performance.

Materials and Methods: In this research, firstly, study team members were selected according to the purpose of the study to benefit from their experiences in discovering the possible situations of human operation risks. According to the field visits, interviews, and existing documents, the duties of people related to the objective were analyzed by the Hierarchical Task Analysis technique. Following that, the types of errors and causes were identified, and proposed controls were presented to reduce unacceptable risks.

Results: According to the 75 scenarios obtained from the used method, the results indicate that failure to perform job duties with 32.42% as the most important parameter, with the essential factors of human error, such as memory slip (38%) and heavy workload (31%), plays a role in the three categories of consequences of fire, explosion, and reduction of oxygen sent to the departments.

Conclusion: This method can be used to reduce the risk of fire, explosion, and oxygen pressure sent to different units by using the techniques of improving working conditions, changing the way of training, equipping the oxygen concentration detection sensor, and using the liquid oxygen tank.

Keywords: Hospital, Human Error, Oxygen, Risk Assessment, Safety

Please cite this article as follows: Shoveyri B, Zaroushani V, Ghalenoei M. Assessment of Human Hazard and Performance in the Oxygen Supply System in Bu Ali Hospital in Qazvin in 2022. J Occup Hyg Eng. 2023; 10(2): 129-138. DOI: 10.32592/joohe.10.2.129

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]
[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]

Copyright © 2023 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

JOHE
مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
دوره ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، صفحات:۱۳۸-۱۲۹
https://johe.umsha.ac.ir
UMSHA Press

مقاله پژوهشی

مطالعه خطر و قابلیت عملکرد انسانی در سامانه تأمین اکسیژن بیمارستان بوعلی قزوین در سال ۱۴۰۱

بهزاد شویری[۱]، ویدا زراوشانی[۲،۳]، مهران قلعه نوی[۲،۳]

[۱] کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
[۲] مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین ،قزوین، ایران
[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار ، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین،قزوین، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۲۳
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۰۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۰۵

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

* **نویسنده مسئول:** ویدا زراوشانی، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین ،قزوین، ایران؛ گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار ، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین،قزوین، ایران.
ایمیل: v.zaroushani@qums.ac.ir

چکیده

سابقه و هدف: درمان با اکسیژن یکی از بخش‌های جدایی‌ناپذیر یک بیمارستان است که به‌عنوان روش درمانی توسط سازمان جهانی بهداشت معرفی‌شده است و هرگونه خطای انسانی در این زمینه می‌تواند نتایج فاجعه‌باری به همراه داشته باشد. هدف از این پژوهش تحلیل خطر سامانه تأمین اکسیژن یکی از بیمارستان‌های قزوین با استفاده از روش مطالعه خطر و قابلیت عملکرد انسانی است.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در دو مرحله انجام شد. نخست اعضای گروه مطالعاتی با تخصص‌های مختلف بنا بر هدف مطالعه، برای بهره‌گیری از تجارب در انواع حالت‌های ممکن بروز خطرات عملیات انسانی انتخاب شدند، سپس با توجه به بازدیدهای میدانی، مصاحبه و مستندات موجود وظایف افراد مرتبط باهدف توسط روش تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی وظایف، آنالیز گردید. در مرحله بعد، انواع خطاها و علل بروز آن ها توسط روش مطالعه خطر و قابلیت عملکرد انسانی شناسایی و کنترل‌های پیشنهادی جهت کاهش خطر های غیرقابل‌قبول ارائه گردید.

یافته‌ها: با توجه به ۷۵ سناریو به‌دست‌آمده از روش مورداستفاده، نتایج حاکی از آن است که عدم انجام‌وظیفه شغلی با ۳۲/۴۲٪ به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر، با مهم‌ترین عوامل بروز خطای انسانی همانند لغزش حافظه (۳۸٪) و بارکاری زیاد (۳۱٪) در سه دسته پیامد حریق، انفجار و کاهش اکسیژن ارسالی به بخش ها نقش دارد.

نتیجه‌گیری: این روش می تواند با استفاده از روش‌های بهبود شرایط کاری، تغییر در نحوه آموزش، مجهز نمودن حسگر تشخیص غلظت اکسیژن، استفاده از مخزن اکسیژن مایع جهت کاهش ریسک حریق، انفجار و کاهش فشار اکسیژن ارسالی به واحدهای مختلف مورداستفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ارزیابی خطر، خطای انسانی، اکسیژن، بیمارستان، ایمنی

استناد: شویری، بهزاد؛ زراوشانی، ویدا؛ قلعه نوی، مهران. مطالعه خطر و قابلیت عملکرد انسانی در سامانه تأمین اکسیژن بیمارستان بوعلی قزوین در سال ۱۴۰۱. مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، تابستان ۱۴۰۲؛۲(۱۰): ۱۲۹-۱۳۸.

مقدمه

درمان با اکسیژن یکی از بخش‌های جدایی‌ناپذیر یک بیمارستان، به‌عنوان استفاده درمانی از اکسیژن، توسط سازمان بهداشت جهانی معرفی‌شده است [۱-۳]. این فرایند دارای گازی است حاوی حداقل ۸۲٪ اکسیژن خالص و بدون هیچ‌گونه آلودگی که به‌عنوان مداخله مراقبت‌های بهداشتی تهیه و تولید می‌شود [۴]. تدابیر موجود در این درمان عبارت‌اند از: تأمین کپسول‌های اکسیژن

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]
[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]

و استفاده از مراکز تولید و توزیع اکسیژن که در اصطلاح رایج سانترال اکسیژن نامیده می‌شود؛ سانترال اکسیژن درواقع بخش مرکزی تأمین اکسیژن است که اکسیژن را تولید و از طریق لوله‌کشی به اتاق بیماران نیازمند به اکسیژن هدایت می‌کند [۵]. ازاین‌رو با توجه به اهمیت تأمین اکسیژن بدون وقفه در بیمارستان، سانترال اکسیژن به‌صورت تأمین اولیه، تأمین ثانویه و منبع ذخیره برای شرایط بحرانی در سه شکل سیستم متمرکزکننده اکسیژن، سیستم اکسیژن مایع و سیستم منیفولد سیلندر اکسیژن تدارک دیده می شوند [۶].

گاز اکسیژن زمانی که به دلیل فشار زیاد، نشتی شیلنگ و ماسک، عدم اتصال مناسب تجهیزات و باز بودن فلومتر در صورت عدم نیاز، در محیط بسته نشت پیدا کند به‌سرعت غلظت اکسیژن را به ۲۴ درصد می‌رساند که می تواند با روغن و چوب واکنش دهد. با توجه به بی‌بو و بی‌رنگ بودن و عدم تأثیر فیزیولوژیکی آشکار گاز اکسیژن بر روی انسان، حتی با حواس پنج گانه نیز قابل‌تشخیص نیست؛ به همین دلیل عدم اقدامات احتیاطی مناسب می تواند محیطی خطرناک برای حریق و انفجار ایجاد کند. در این زمینه سازمان های مختلفی ازجمله خدمات بهداشت ملی انگلستان به بیمارستان ها در مورد افزایش غلظت اکسیژن و بالا رفتن احتمال حریق در نتیجه تراکم بالای دستگاه های تنفسی و استفاده روزافزون از ونتیلاتورهای اکسیژن در محیط‌های بسته هشدار داده‌اند[۷-۹]. در کشور ما سالانه حدود ۱۴۰۰ نفـر در آتش‌سوزی کشته‌شده و بیش از ۴۵۰۰ نفر به‌سختی مجروح می شوند. همچنین سالانه در اثر حریق حدود چهارصد و پنجاه میلیارد ریال خسارت بر جامعه تحمیل می‌شـود [۱۰]؛ که بررسی حوادث ده‌ساله کشور نمایانگر افزایش تعداد حریق ها و خسارات انسانی و اقتصادی ناشی از آن ها است [۱۱]. آتش‌سوزی ناشی از کپسول اکسیژن به علت نقص مانومتر در بیمارستان کوثر سمنان در اسفندماه ۱۳۹۷، منجر به مرگ بیمار ۵۰ ساله گردید. انفجار در مرکز درمانی سیناطهر تهران به علت اتصال سیم برق و انفجار کپسول های اکسیژن در دهم تیرماه ۱۳۹۹ منجر به مرگ ۱۹ نفر گردید. سازمان ملی حفاظت از حریق (National Fire Protection Association - NFPA) نیز گزارش های موردی زیادی در رابطه با حوادث ناشی از نشت و انتشار اکسیژن طبی در محیط منتشر کرده است [۱۲]. اطلاعات منتشرشده در سازمان ملی حفاظت از حریق حاکی از آن است که به‌طور متوسط سالیانه در کل جهان بیش از ۸۰۰۰ آتش‌سوزی بیمارستانی رخ می‌دهد [۱۰]. در سال‌های اخیر با توجه به شیوع بیماری های ریوی بیش از ۲۰۰ مورد مرگ‌ومیر مرتبط با حوادث گازهای پزشکی در بیمارستان‌ها گزارش‌شده است و اکثر آن ها بیمارانی بودند که درگیری شدید ریوی داشتند؛ ازجمله آتش سوزی فاجعه بار بیمارستان عراق در ۲۴ آوریل ۲۰۲۱ که باعث مرگ ۸۲ نفر گردید [۷]. نشت از مخزن اکسیژن به دلیل نقص در دریچه های سانترال اکسیژن باعث کاهش فشار اکسیژن و به‌مراتب کمبود اکسیژن تجویزشده به بیماران کرونایی، منجر به مرگ ۲۴ نفر از بیماران بیمارستان شد[۱۳]؛ لذا برخلاف نگرش مثبت در رابطه با ایمنی بیمارستان ها به‌عنوان محیط ایمن [۱۴]، سطح ایمنی در مراکز درمانی با توجه به خطرات ذاتی همانند خطرات مرتبط با گازهای پزشکی (آتش سوزی، انفجار و کمبود اکسیژن با علل مختلفی همانند نقص در طراحی و خطاهای انسانی) رضایت بخش نبوده است. از طرفی شرایط محیط بیمارستان به‌راحتی قابل‌کنترل نیست که علاوه بر خسارت های مالی و جانی، باعث خدشه‌دار شدن اعتبار و حتی نارضایتی های اجتماعی می شود [۱۵-۱۸].

بیشتر مطالعات در رابطه با نقص عملکرد فرایند اکسیژن رسان بیمارستانی به روش حالت شکست و تحلیل اثرات (FMEA) صورت گرفته است. در مطالعات انجام‌شده در خصوص برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات مناسب جهت تأمین اکسیژن موردنیاز، به مدیریت و ارزیابی ریسک سانترال اکسیژن و ایمنی بیمار بدون توجه به کادر درمان و خطرات تهدیدکننده ازجمله حریق و انفجار، پرداخته‌شده است [۱۹، ۲۰]. در سال های اخیر به نظر می رسد عوامل ذی‌ربط در شناسایی و کنترل خطر اکسیژن‌درمانی کند بوده اند [۴]؛ ازاین‌رو به‌منظور بالا بردن ایمنی در حیطه ی پزشکی، علاوه بر نیاز به تعمیر و نگهداری ویژه این واحدها و به دنبال آن پیشگیری از بروز خطای انسانی، ارزیابی و مدیریت ریسک اهمیت بسزایی دارد [۱۹، ۲۱]. علت نهایی حدود ۷۰ تا ۹۰ درصد حوادث خطا انسانی است، اما خوشبختانه حدود ۷۰ درصد از خطاهای انسانی قابل‌پیشگیری و پیش‌بینی است [۲۱]. خطاهای انسانی در حوزه پزشکی شامل خطا در تشخیص، تجویز دارو ،درمان و کاربرد تجهیزات پزشکی است. این دسته از خطاهای انسانی سومین عامل مرگ و میر در امریکا هستند. [۲۲، ۲۳]؛ بنابراین برای پیشگیری از این قبیل حوادث، تعیین الزامات ایمنی خاص همانند شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات و نظارت دقیق و دائمی بر اجرای درست فرآیند بخش مهمی از اقدامات پیشگیرانه محسوب می شود.

در این مطالعه برای ارزیابی ریسک از روش مطالعه خطر و قابلیت عملکرد انسانی (Human Hazard and Operability study - Human HAZOP) استفاده‌شده که یکی از کامل‌ترین روش های تجزیه‌وتحلیل خطر فرآیندی است [۲۴]. این روش در واقع یک روش کیفی است که برای شناسایی سامانمند خطرات و ارائه پیشنهاد در راستای کاهش منابع خطر در تجهیزات فرایندی پیچیده و تولیدات فرایندی در صنایع مختلف استفاده می شود؛ روش کیفی مذکور به چهار نوع مطالعه خطر و عملیات فرایندی، انسانی، رویه ای و نرم‌افزاری اجرا می شود. با توجه به رایج بودن خطاهای انسانی، روش مطالعه خطر و عملیات انسانی Human HAZOP به‌عنوان یک روش تخصصی و فرایندی در رابطه با ارتقای قابلیت اطمینان عوامل انسانی و افزایش کارایی اقدامات اصلاحی

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]

استفاده می شود [۲۵]. باوجود کارایی این روش در محیط های مختلف فرایندی و ارائه اقدامات مؤثر جهت کاهش منابع خطر در تجهیزات و تولیدات فرایندی با بیش از ۳۰ سال سابقه، متأسفانه در محیط های درمانی در مورد سامانه های فرایندی همانند سامانه تأمین اکسیژن و نگرانی از خطرات همانند حریق و انفجار، مطالعات اندکی انجام گردیده است [۲۴, ۲۹-۲۶].

بنابراین مطالعه حاضر با نگرانی از خطرات و حوادث فراموش‌شده و با توجه به اهمیت و استفاده روزافزون از سامانه اکسیژن رسان و عدم انجام این پژوهش در این استان و نیز بیمارستان موردمطالعه، تحلیل ریسک سامانه اکسیژن رسان مبتنی بر آنالیز خطر عملیات انسانی در بیمارستان بوعلی قزوین انجام‌شده است.

روش کار

پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی-تحلیلی جهت تحلیل خطای انسانی سامانه تأمین اکسیژن یکی از بیمارستان های استان قزوین در سال ۱۴۰۱ است. در این مطالعه جامعه آماری، تمامی وظایف کارکنان سامانه های تأمین اکسیژن بیمارستان های آموزشی شهر قزوین بود که بر اساس نمونه گیری غیر احتمالی مبتنی بر هدف انتخاب گردید. این پژوهش در دو مرحله انجام گرفت؛ ابتدا اعضای گروه مطالعاتی با تخصص های مختلف ازجمله متخصص ارزیابی ریسک، مسئول تأسیسات، کارکنان واحد ایمنی و بهداشت، کارکنان تجهیزات پزشکی و سایر اعضای گروه بنا بر فراخوان هر بخش (با توجه به هدف مطالعه، برای بهره گیری از تجارب در کشف حالت های ممکن بروز خطرات و مشکلات عملیات انسانی) انتخاب شدند؛ سپس در طی بازدیدهای میدانی از واحدهای سانترال اکسیژن، اورژانس، اتاق عمل، CCU و ICU، با مصاحبه از کارکنان شاغل (با وظایف مرتبط باهدف و مستندات موجود همانند چک‌لیست‌های بازرسی) شرح وظایف افراد انجام گرفت؛ در نهایت با کمک تکنیک تحلیل وظیفه سلسله مراتبی (HTA: Hierarchical Task Analysis) وظایف شغلی آنالیز گردید. در مرحله بعد انواع خطاها و علل بروز آن ها توسط روش Human HAZOP شناسایی شد و با توجه به تعیین احتمال و شدت پیامد آن از ماتریس ریسک MIL-STD-882-D استفاده و در صورت امکان کنترل های پیشنهادی جهت کاهش ریسک های غیرقابل‌قبول ارائه گردید.

الف: Hierarchy Task Analysis (HTA)

روش تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی وظایف یکی از پرکاربردترین روش‌های آنالیز است که به‌صورت سلسله مراتبی وظایف را به ترتیب اهداف، اهداف فرعی، عملیات و برنامه ها در نمودار یا جدول (شکل شماره ۱) فهرست و تجزیه‌وتحلیل می کند. خروجی به‌دست‌آمده از این تحلیل به‌عنوان ورودی برای بسیاری از روش های آنالیز عوامل انسانی مانند تقسیم و تخصیص وظایف، ارزیابی بارکاری و طراحی روابط کاری مورداستفاده قرار می گیرد [۳۰]. پس از جمع‌آوری اطلاعات موردنظر، وظایف حساس مستعد خطای انسانی شناسایی و با استفاده از HTA، شغل موردنظر با جزئیات و مرتبه های لازم برای اجرای آن فعالیت مطابق شکل، تجزیه و موردبررسی قرار گرفت [۳۱].

ب: مطالعه خطر و قابلیت عملیات انسانی (Human HAZOP)

در مرحله روش مطالعه خطر و عملیات انسانی مراحل زیر انجام شد:

برگزاری جلسات و تقسیم سامانه تأمین اکسیژن به قسمت های کوچک (گره بندی) و انتخاب زیرسامانه:

با توجه به شناخت رهبر و اعضای گروه، فرآیندها و دستگاه ها بر اساس توالی عملیات و اهمیت فرآیندها بررسی و واکاوی شدند. فرآیندها و دستگاه‌ها به زیرمجموعه‌هایی به نام گره (زیرسامانه) تقسیم و انتخاب شدند؛ سپس در هر گره پارامترهای انسانی (به‌دست‌آمده از خروجی بخش الف) موردبررسی قرار گرفت [۳۲].

انتخاب کلمات راهنما

در این مرحله کلمات راهنمای اختصاصی ارائه‌شده درروش مطالعه خطر و عملیات انسانی، متناسب با پارامترهای انسانی تعیین‌شده در مرحله قبل، توسط گروه انتخاب شدند [۳۲].

تعیین انحرافات پارامترهای انسانی و واکاوی اثرات بالقوه ناشی از انحراف:

این روش که متکی به تجربه و دانش اعضا گروه است، اثرات آن به‌صورت کیفی با محاسبه احتمال و شدت خطای انسانی از طریق ماتریس خطر MIL-STD-882-D، عدد خطر اولیه (توسط فرمول شماره ۱) و در برخی موارد عدد خطر ثانویه محاسبه شد [۳۳]؛ سپس در راستای کشف علل بروز انحراف‌های جدی و مهم، اثرات بالقوه انحرافات ناشی از پارامترهای انسانی، با توجه به اهداف و معیارهای توافق شده اقدام کرد [۳۲].

۱- فرمول محاسبه عدد ریسک

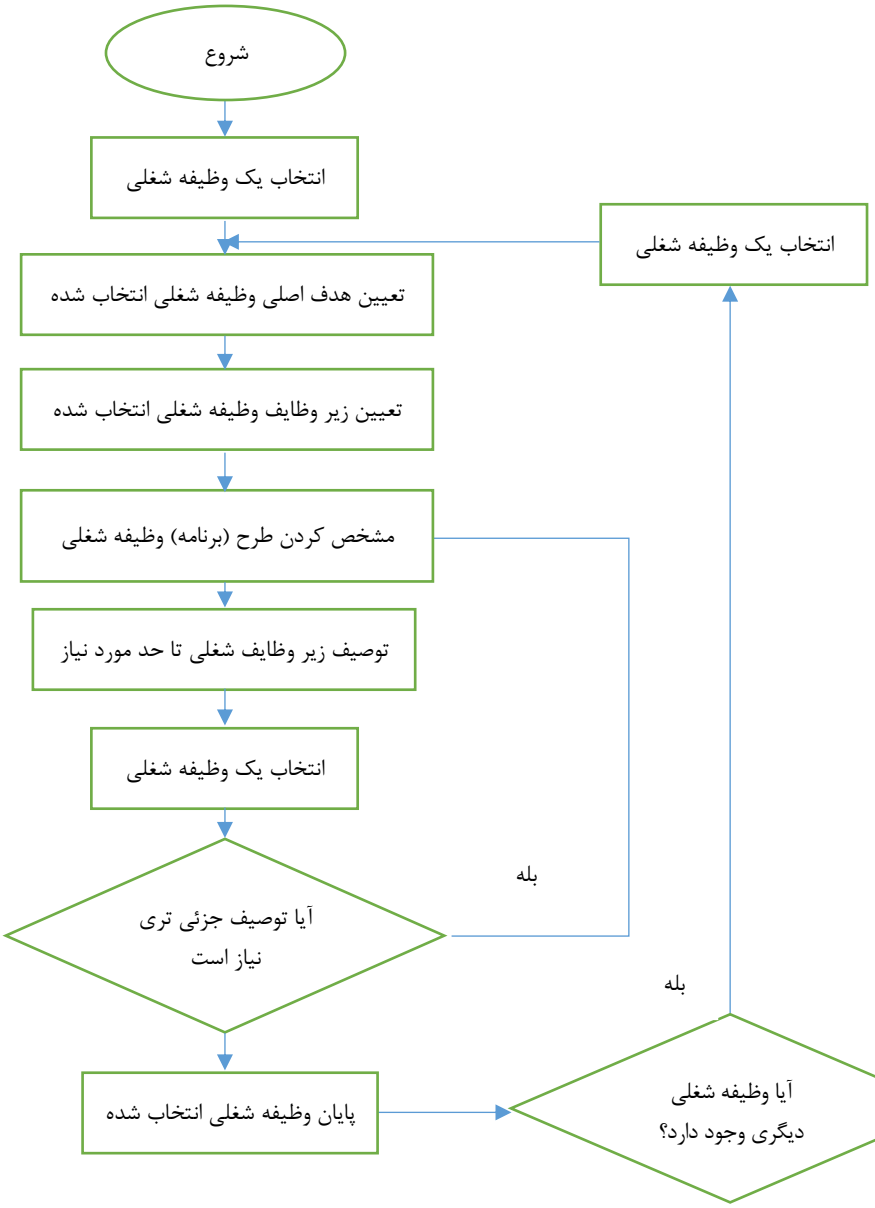
عدد ریسک = (احتمال وقوع خطای انسانی (**Error! Reference source not found.**) × شدت (جدول ۳)

ج: پیشنهاد اقدام اصلاحی و مستندسازی نتایج

درصورتی‌که علل به وجود آورنده اثر یا حادثه، قابل‌رفع یا کاهش بودند، اقدامات اصلاحی در جهت رفع علت، کاهش شدت پیامد، کاهش بروز علت و رضایتمندی شغلی پیشنهاد شد، سطح ریسک ثانویه محاسبه گردید و در کار برگ Human HAZOP مستندسازی و ثبت گردید [۳۲].

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]



شکل۱: روند انجام تجزیه و تحلیل وظایف شیفتی به روش HTA

نتایج

نتایج حاصل از روش تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی وظایف

در این بررسی ابتدا آنالیز وظایف حساس ازجمله کارکنان تأسیسات، کارکنان تجهیزات پزشکی، کادر درمان، تکنسین بیهوشی و سرپرستار و خدمات و کارکنان ایمنی و بهداشت به‌صورت دیاگرام رسم و با توجه به هدف مطالعه هر وظیفه به ۵ تا ۱۱ زیر وظیفه مورد تحلیل قرار گرفت. شایان‌ذکر است با توجه به تعداد زیاد دیاگرام های تجزیه‌وتحلیل وظایف مرتبط با فرایند تأمین اکسیژن، در اینجا تنها به آوردن نمونه ای از وظایف شکل ۲ اکتفا شد.

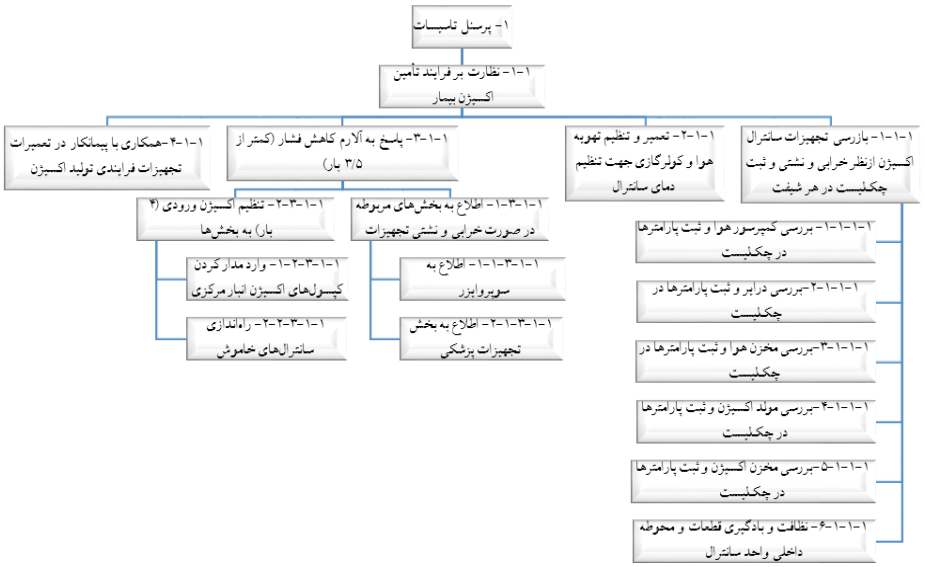
نتایج حاصل از هازوپ انسانی

پس از تکمیل کار برگ هازوپ انسانی در بیمارستان بوعلی قزوین، سامانه تأمین اکسیژن بیمارستان در سه پیامد حریق، انفجار و کاهش اکسیژن به بیماران موردبررسی و ۷۵ سناریو (۶۸ سناریو با ریسک قابل‌قبول و ۷ سناریو با خطر بالا) شناسایی شد که پس از کنترل های پیشنهادی، تمامی خطر ها در سطح قابل‌قبول قرار گرفتند. در طی این فرایند با توجه به تجربه و دانش اعضای گروه پس از شناسایی پارامترهای انسانی با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی وظایف کلمات راهنما مناسب مطابق جدول ۱ انتخاب شد. مطابق بازرسی به‌عمل‌آمده از وظایف حساس مرتبط با سامانه تأمین اکسیژن ازجمله کارکنان تأسیسات، تجهیزات پزشکی، خدمات، سرپرستار، تکنسین بیهوشی و کادر درمان بخش های مختلف همانند اورژانس، CCU و ICU، علل انحرافات احتمالی در هشت گروه لغزش حافظه، بارکاری زیاد، در دسترس نبودن کپسول های پر، چرب بودن دست ها، ابزار مورداستفاده، استرس، خستگی ، عدم تفکیک وظایف و بی توجهی به مقررات و ... مطابق شکل ۳ شناسایی و دسته‌بندی شد. از ۷۵ علت انحرافی شناسایی‌شده، به ترتیب لغزش حافظه (۳۸٪) و بارکاری زیاد (۳۱٪)

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]

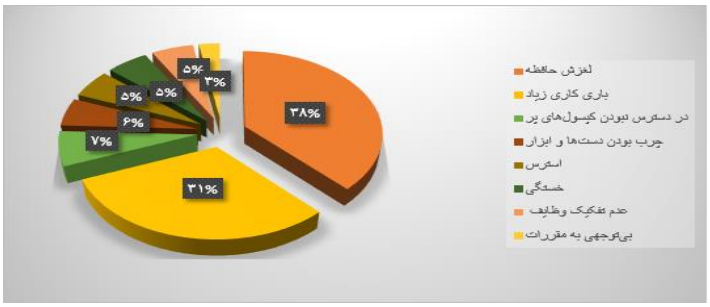
در بالاترین درصد علل انحرافات قرار گرفتند. سپس با توجه به نظرات گروه و کارکنان بیمارستان پیامدهای احتمالی در سه گروه حریق، انفجار و کاهش اکسیژن ارسالی به بخش‌ها (شکل ۴) بررسی شد. در این جدول نشان داده شد که از ۷۵ پیامد شناسایی‌شده، پیامد کاهش اکسیژن ارسالی به بخش‌ها، در بالاترین درصد (٪۸۰) سپس حریق و انفجار به ترتیب در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند. جدول شماره دو، نمونه‌ای از کاربرگ تکمیل‌شده با تکنیک مطالعه خطر و قابلیت عملکرد انسانی را نشان می دهد.



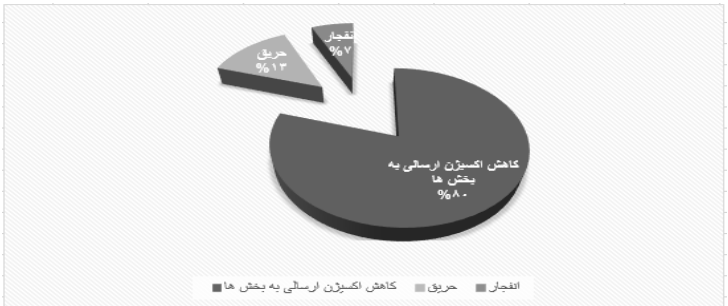
شکل شماره۲: نمونه ای از تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی وظایف کارکنان تأسیسات

جدول شماره ۱: تعداد و درصد خطاهای شغلی

کلمه راهنما	تعداد	درصد
وظیفه انجام‌نشده است.	۳۲	٪۳۲/۴۲
کار دیرتر از زمان و یا توالی مقرر انجام‌شده است.	۲۸	٪۲۸/۳۷
وظیفه کمتر از حد لازم انجام‌شده است.	۸	٪۸/۱۱
کار کاملاً متفاوت انجام‌شده است.	۵	٪۵/۷
وظیفه بیش‌ازحد انتظار انجام‌شده است.	۲	٪۲/۳



شکل شماره۳: نمودار علل خطاهای انسانی



شکل شماره۴: پیامد خطاهای انسانی در هازوپ انسانی

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]

جدول شماره۲: نمونه‌ای از کاربرگ مطالعه خطر و عملیات انسانی در بخش تأسیسات مطالعه موردنظر

عنوان مطالعه HAZOP: تحلیل ریسک سامانه تأمین اکسیژن به روش مطالعه خطر و عملیات انسانی در بیمارستان بوعلی قزوین در سال ۱۴۰۱

وظیفه اصلی: نظارت بر فرایند تأمین اکسیژن بیمار

بخش موردبررسی (گره): کارکنان تأسیسات

ردیف	پارامتر انسانی	کلمه راهنما	انحراف	توصیف خطا	دلایل انحرافات	پیامدها	حفاظ های موجود	اقدامات کنترلی پیشنهادی	P	S	R	سطح ریسک	سطح ریسک ثانویه
۱	وارد مدار کردن کپسول‌های اکسیژن انبار مرکزی	کار دیرتر از زمان و یا توالی مقرر انجام‌شده است.	کپسول‌های اکسیژن انبار مرکزی دیرتر از زمان مقرر وارد مدار می‌شوند.	تأخیر در وارد مدار کردن کپسول‌های اکسیژن انبار مرکزی در صورت کاهش اکسیژن ارسالی به واحدها	در دسترس نبودن کپسول‌های پر	کاهش فشار ارسالی اکسیژن به اورژانس	۱- دستورالعمل تفکیک کپسول های خالی و پر ۲-نظارت واحد تأسیسات بر تعداد کپسول‌های پر ۳- نظارت و پیگیری واحد تجهیزات پزشکی بر تعداد کپسول های اکسیژن پر و اقدام جهت شارژ کپسول‌های خالی ۴- پیگیری سرپرستار بر تعداد کپسول های اکسیژن پر ۵- همکاری واحد خدمات جهت حمل و وارد مدار کردن کپسول‌های اکسیژن ۶- راه‌اندازی سانترال‌های خاموش ۷- منبع ذخیره (در شرایط اضطراری استفاده از پالت‌های اکسیژن در هر بخش یا درخواست کپسول اکسیژن از بیمارستان‌های مهرگان و ولایت)	پایش انجام اقدامات کنترلی جاری	D	۳	۱۴	متوسط	متوسط
۲	وارد مدار کردن کپسول‌های اکسیژن انبار مرکزی	کار دیرتر از زمان و یا توالی مقرر انجام‌شده است.	کپسول‌های اکسیژن انبار مرکزی دیرتر از زمان مقرر وارد مدار می شوند.	مشابه بالا	در دسترس نبودن کپسول‌های پر	کاهش فشار ارسالی اکسیژن به CCU و ICU	مشابه بالا	برگزاری کلاس های آموزشی با هماهنگی مراکز آموزش، اجرای مانور، استفاده از مخزن اکسیژن مایع	D	۱	۸	جدی	متوسط

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]

بحث

اگرچه پیشرفت و سیر تکاملی در طراحی سامانه تأمین اکسیژن سانترال موجب کاهش نقش و خطای انسانی و به‌مراتب بالا رفتن سطح ایمنی در بیمارستان شده است، لازم است فرایند ارزیابی ریسک و تعیین شدت و احتمال پیامدهای خطای انسانی به‌منظور پیش بینی سطح ایمنی بیمارستان و کنترل ریسک های غیرقابل‌قبول انجام شود.

در این پژوهش اساساً دو هدف دنبال شده است: هدف اول تعیین سلسله‌مراتب وظایف در عملیات انسانی فرایند تأمین اکسیژن و هدف دوم شناسایی خطاهای انسانی و علل آن‌ها با استفاده از روش مطالعه خطر و قابلیت انسانی است. مهم‌ترین خطای انسانی در فرایند تأمین اکسیژن عدم انجام‌وظیفه شغلی به علت لغزش حافظه نتیجه گرفته شد. در شناسایی و ارزیابی ریسک خطاهای انسانی در اتاق کنترل واحدهای نمک‌زدایی و تقویت فشار گاز مارون به روش هازوپ انسانی، از ۹۲ خطای شناسایی‌شده، عدم انجام‌وظیفه شغلی به‌عنوان مهم‌ترین عامل در بروز خطای انسانی شناسایی شد [۳۴]. نتایج مطالعات نظام‌الدینی که خطاهای انسانی کارکنان شرکت آرد را بررسی کرده است، همسو با نتایج این مطالعه است [۳۱]. در پژوهش حاضر، لغزش حافظه و بارکاری زیاد ازجمله مهم‌ترین علل بروز خطاهای انسانی شناسایی شدند که علت این امر می تواند ماهیت کار باشد. نتایج مطالعات سالاری در رابطه با شناسایی خطاهای انسانی در استفاده از دستگاه ونتیلاتور نوزادان با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل پیش بینانه خطا نشان داده است مهم‌ترین علت خطای شناسایی‌شده از نوع سهو و لغزش کاربران است [۳۵]. از طرفی در نتایج مطالعه فام و همکاران پیرامون ارزیابی و تحلیل خطاهای انسانی در استفاده از تجهیزات پزشکی نیز مهم‌ترین خطا سهو و لغزش نشان داده‌شده است که هم‌راستا با پژوهش حاضر است [۳۶]. نتایج پژوهش جعفری نشان داده است بیشتر حوادث و خطاهای انسانی با توجه به ماهیت بیمارستان ها دارای شدت بالایی بوده و می تواند منجر به مرگ افراد شود [۳۷]. پژوهشگر نیز در این مطالعه پس از ارزیابی ریسک به این نتیجه رسید که حوادثی مانند انفجار کپسول های اکسیژن و کاهش اکسیژن ورودی به بخش CCU وICU با عللی همانند تأخیر ورود به مدار کپسول‌های اکسیژن در انبار مرکزی تأمین اکسیژن توسط واحد تأسیسات از ریسک بالایی برخوردار است و می تواند منجر به مرگ بیماران و کارکنان بیمارستان شود که اهمیت ایجاد تمهیدات لازم در این زمینه را نشان می دهد. مطالعه ای که در سال ۲۰۲۰ در رابطه با خطرات واحد اکسیژن سانترال بیمارستانی صورت گرفته حاکی از آن است که در محل مصرف اکسیژن پزشکی، هیچ گونه لایه حفاظتی غیر از بازدید کادر درمان وجود ندارد و رها شدن اکسیژن به محیط، عواقب جدی به همراه دارد. نشت اکسیژن شاید به‌تنهایی منجر به حادثه نشود، اما رفتار گاز اکسیژن با سایر گازها متفاوت و بسیار واکنش‌پذیر است و در صورت افزایش اکسیژن به ۲۴٪ گاز محیطی، خطر حریق و انفجار افزایش می یابد [۵]. نتایج مطالعات در رابطه با غلظت اکسیژن و حریق در اتاق عمل نشان داده است در صورت افزایش درصد حجمی اکسیژن در محیط، با توجه منابع احتراقی همانند لیزر یا چاقوی دیاترمیک میزان ریسک بالا می‌رود [۳۸]. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد نشت اکسیژن در اثر عدم اتصال مناسب ماسک به مانومتر توسط کادر درمان و تکنسین بیهوشی در بخش اورژانس و اتاق عمل به علتِ بارِ کاری زیاد و لغزش حافظه، خطر پیامدهایی مانند حریق و انفجار را بالا می‌برد. ورشو ساز و همکاران در پژوهش خود مهم‌ترین پیامد بالا بودن ریسک را حریق و انفجار به علت بارکاری زیاد و فراموشی دانستند [۳۹]. مطالعه گوپتا در سال ۲۰۰۶ علت انفجار کپسول اکسیژن در کارخانه تولید اکسیژن را (که منجر به مرگ سه نفر گردید) حمل نامناسب، استفاده از مواد ناسازگار با اکسیژن و خرابی تجهیزات اکسیژن بیان کرد و پیشنهاد داد حداکثرِ ایمنی در نگهداری و حمل رعایت شود و خطر دقیق در این زمینه ارزیابی شود [۴۰]. با توجه به‌شدت بالای پیامد انفجار کپسول های اکسیژن، در این زمینه کنترل های پیشنهادی جهت کاهش ریسک ازجمله آزمون هیدرواستایک کپسول های اکسیژن و تجهیزات آن، استفاده از مخزن اکسیژن مایع به‌عنوان جایگزینی به کپسول های اکسیژن، تغییر در نحوه آموزش و اجرای آموزش‌های دوره ای، استفاده از کلاهک کپسول اکسیژن حین جابجایی، توسط اعضای گروه ارائه گردید.

نتیجه‌گیری

بررسی سامانمند و جامع فرآیند با تکنیک هازوپ انسانی، باهدف شناسایی موارد خطرناک (از جنبه عوامل انسانی)، پیش‌بینی وقفه‌های برنامه‌ریزی نشده، بهبود مقرراتی عملیاتی، نگرش تخصصی به عوامل انسانی برای شناسایی منابع خطر، فرآیند تأمین اکسیژن بیمارستان و ارائه اقدامات اصلاحی با توجه به نظرات گروه انجام گرفت. پیشنهادهایی توسط اعضای گروه ازجمله آموزش دوره ای توسط واحد ایمنی و در صورت امکان برگزاری کلاس های آموزشی با هماهنگی مراکز آموزش، اجرای مانور، بهبود شرایط کاری و افزایش انگیزه، افزایش تعداد کارکنان تأسیسات، مجهز کردن کلیه بخش های بیمارستانی مرتبط باهدف مطالعه به حسگر تشخیص غلظت اکسیژن، استفاده از کلاهک و زنجیر جهت ثابت نگه‌داشتن و جلوگیری از ضربدیدگی کپسول های اکسیژن، برنامه زمانی جهت نظافت کپسول ها، آزمون هیدرو استاتیک کپسول ها و استفاده از مخزن اکسیژن مایع جهت ارتقا سطح ایمنی، کیفیت خدمت‌رسانی و ذخیره منابع مالی بیمارستان از طریق کاهش خطر و پیامدهای آن ارائه گردید. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت در مطالعات ارزیابی و تحلیل خطاهای انسانی، استفاده از تکنیک هازوپ انسانی که شدت و احتمال وقوع خطاهای شناسایی‌شده در عملیات فرایندی همانند سامانه تأمین اکسیژن بیمارستان را

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]

تعیین می‌کند، منجر به کاهش خطر و افزایش قابلیت اطمینان نتایج نهایی می شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت تحقیقات و فناوری، اعضای محترم گروه آموزشی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قزوین و کارکنان دلسوز بیمارستان بوعلی که ما را در این پژوهش یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

این مطالعه حاضر بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد به شماره کد اخلاق IR.QUMS.REC.1401.053 بوده و در آن هیچ‌گونه تضاد منافعی برای نویسندگان ندارد.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد به شماره کد اخلاق IR.QUMS.REC.1401.053 بوده که در بیمارستان بوعلی قزوین در سال ۱۴۰۱ انجام گردید.

سهم نویسندگان

نویسندگان مقاله سهم یکسانی در انجام طرح و نگارش مقاله داشته‌اند.

حمایت مالی

نویسندگان اعلام می کنند که هیچ حمایت مالی رقیب یا روابط شخصی شناخته‌شده‌ای ندارند که به نظر برسد بر کار گزارش‌شده در این مقاله تأثیر بگذارد.

REFERENCES

1. Sarangi S, Babbar S, Taneja D. Safety of the medical gas pipeline system. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2018; **34**(1):99-102. PMID: 29643631 DOI: 10.4103/joacp.JOACP_274_16
2. Thomson H, Mlaviwa M, Rylance J, Jones H, Reuben A, Stolbrink M. Supplemental oxygen in Queen Elizabeth Central Hospital Malawi: a prospective cohort study of patients admitted to medical wards. *Wellcome Open Res*. 2021;**6**:29.
3. Branson RD, Johannigman JA. Pre-hospital oxygen therapy. *Respiratory Care*. 2013;**58**(1):86-97. PMID: 23271821 DOI: 10.4187/respcare.02251
4. WHO. Oxygen sources and distribution for COVID-19 treatment centres: interim guidance, 4 April 2020. World Health Organization; 2020.
5. Feiz Arefi M, Delju H, Ghasemi F, Kalatpour O. Identification and Analysis of accident scenarios in the hospital central oxygen unit by fault tree analysis method and evaluation of the adequacy of control devices using layer of protection analysis. *JOHE*. 2020;**7**(2):22-31. DOI: 10.52547/johe.7.2.22
6. Paul C, Paul J, Babu A. Hospital oxygen supply: A survey of disaster preparedness of Indian hospitals. *IJRC*. 2020;**9**(2):216.
7. Wood MH, Hailwood M, Koutelos K. Reducing the risk of oxygen-related fires and explosions in hospitals treating Covid-19 patients. *Process Saf Environ Prot*. 2021; **153**:278-88. PMID: 34188364 DOI: 10.1016/j.psep.2021.06.023
8. Tabin M, Sharma P. Penetrating missile injury by sudden oxygen release from compressed oxygen cylinder: a case report. *J Indian Acad Forensic Med.* 2013;**35**(4):392-7.
9. Kelly F, Hardy R, Henrys P. Oxygen cylinder fire–an update. *Anaesthesia*. 2014;**69**(5):511-3. PMID: 24738806 DOI: 10.1111/anae.12698
10. Hokmabadi R, Mahdinia M, Zaree R, Mirzaee M, Kahsari P. Fire risk assessment by FRAME in a hospital complex. *NKUMS*. 2017;**9**(2):173-82. DOI: 10.18869/acadpub.jnkums.9.2.173
11. Habibi E, Aslsni AM. Evaluation of fire risk by FRAME method and studying the effect of trained crisis management team of fire risk level in Hazrat Rasoul-e Akram hospital of Fereydunshahr in 2016. *JORAR*. 2017;**9**(1):46-55.
12. Babaeipouya A, Mosavianasl Z, Amani S, Moazez Ardebili N. Human error analysis in neonatal intensive care unit by predictive analysis of cognitive errors. *J Occup Environ Health*. 2017;**3**(1):38-47.
13. Sonawane S, Panchwadkar M, Tanksale Y, Hiwale T, Tarukhkar A. Planning of hospital building and reducing accidents in hospital. *IJPSE*. 2021;**2**(5):98-104.
14. Sarsangi V, Saberi H, Malakutikhah M, Sadeghnia M. Analyzing the risk of fire in a hospital complex by fire risk assessment method for engineering (FRAME). *Int J Health Sci.* 2014;**1**(1):13-9.
15. Usher AD. Medical oxygen crisis: a belated COVID-19 response. *Lancet*. 2021;**397**(10277):868-9. PMID: 33676621 DOI: 10.1016/S0140-6736(21)00561-4
16. Abhishek Shastri B, Sivaji Raghav Y, Sahadev R, Yadav BP. Analysis of fire protection facilities in hospital buildings. Advances in Fire and Process Safety. Springer; 2018.
17. Jayathunga-Mudiyanselage L, Park H. Safe quantity of open medical gas storage in healthcare facility smoke compartments. National Fire Protection Association NFPA; 2020.
18. Murphy G, Foot C. ICU fire evacuation preparedness in London: a cross-sectional study. *Br J Anaesth.* 2011;**106**(5): 695-8. PMID: 21414979 DOI: 10.1093/bja/aer033
19. Mostert L, Coetzee AR. Central oxygen pipeline failure. *South African J Anaesth Analg.* 2014;**20**(5):214-7. DOI: 10.1080/22201181.2014.979636
20. Blakeman TC, Branson RD. Oxygen supplies in disaster management. *Respir Care.* 2013;**58**(1):173-83. PMID: 23271827 DOI: 10.4187/respcare.02088
21. Mohammadfam I, Eskandari T, Farokhzad M. Evaluation and analysis of human error in the use of equipment using PUEA Technique and Fuzzy Logic. *Iran J Ergon*. 2018;**6**(3):21-32. DOI: 10.30699/jergon.6.3.3
22. Makary MA, Daniel M. Medical error—the third leading cause of death in the US. *BMJ*. 2016;**353**:i2139. PMID: 27143499 DOI: 10.1136/bmj.i2139
23. Mohammadfam I, Saeidi C. Evaluating human errors in cataract surgery using the SHERPA technique. *Iran J Ergon*. 2015;**2**(4):41-7.
24. Baybutt P. A critique of the Hazard and Operability (HAZOP) study. *J Loss Prev Process.* 2015;**33**:52-8. DOI: 10.1016/j.jlp.2014.11.010
25. Kotek L, Tabas M. HAZOP study with qualitative risk analysis for prioritization of corrective and preventive actions. *Procedia Eng.* 2012;**42**:808-15. DOI: 10.1016/j.proeng.2012.07.473
26. Sh S L, MJ J. Determining safety integrity level on a hydrogen production unit with application of the of protection analysis method. *Safety Promot Inj Prev*. 2014;**2**(5):267-74.
27. Jafari MJ, Lajevardi S, Mohammadfam I. Semi quantitative risk assessment of a Hydrogen production unit. *J Occup Environ Hyg*. 2013;**5**(3):101-8.
28. Alimohamdadi I, Jalilian M, Nadi M. Determination of Safety Integrity Level (SIL) using LOPA method in the Emergency Shutdown system (ESD) of Hydrogen unit. *IJHSE*. 2014;1(4):191-5.
29. Lee S, Chang D. Safety systems design of VOC recovery process based on HAZOP and LOPA. *Process Saf Prog.* 2014;**33**(4):339-44. DOI: 10.1002/prs.11662
30. Lee S, Kim J. Functional Requirement Analysis and Task Analysis for Severe Accident Management Support System. 2018.
31. Nezamodini ZS, Abasi M, Mosavianasl Z, Kouhnavard B. Application of Human Hazop Technique for identifying

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]

human error in a Flour Company. *AOH*. 2018;**2**(3):170-7.
32. Jahangiri M. Risk management and assessment (volume 1)]. Tehran: Fan Avran; 2013.
33. Amsc N, Mcgt AA. Department of defense standard practice; 2000.
34. Varshosaz K, Zanganeh J, Dinan N, Mousavipour S. Evaluation and risk management of human errors in the control room of desalination units and strengthening the pressure of the Maroon gas using the human HAZOP method. *ENVS*. 2015;**4**:125-36.
35. Salari S, Farokhzad M, Khalili A, Mohammadfam I. Identification of Human Errors in the Use of Neonatal Ventilator Device by Predictive Use Error Analysis method. *JHSW*. 2019;**9**(3):212-20.
36. Mohammadfam A, Eskandari T, Farrokhzad M. Evaluation and analysis of human errors in the use of equipment using the PUEA technique and fuzzy logic. *Iran J Ergon.* 2018;**6**(3):21-32. DOI: 10.30699/jergon.6.3.3
37. Hamid J, Reza M, Najme Bez, Hamza Y, Amir Jen, Kivan R. The application of the analysis model of error states and effects to investigate the risks related to the ventilator in Al-Zahra Hospital. (S), Isfahan. [Persian]
38. Kalkman C, Romijn C, van Rheineck Leyssius A. Fire and explosion hazard during oxygen use in operating rooms. *Ned Tijdschr Geneeskd.* 2008;**152**(23):1313-6. PMID: 18661856
39. Varshusaz K, Zanganeh, J, Mobarghaee N. Risk assessment and management affect human in control room desalting unit& compression station maroon with the human Hazop Method. *ENVS*. 2016;**13**(4):125-36.
40. Gupta S, Jani C. Oxygen Cylinders:“life” or “death”? *Afr Health Sci*. 2009;**9**(1):57-60.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.32592/joohe.10.2.129]