Journal of Health and Safety at Work 2024; 14(2): 446-465

REVIEW RESEARCH PAPER

Evaluating the Status of Process Safety Management in Process Industries: A Systematic Review

Elahe Chubineh[1], Saber Azami Aghdash[2], Ali Esmaili[3], Seyed Shamseddin Alizadeh[1*]

[1]Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
[2]Department of Health Policy and Management, Faculty of Management, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
[3]Safety and Fire Department, Gas Company, East Azerbaijan Province, Iran

Received: 22 - 4 - 2024 Accepted: 12 - 6 - 2024

ABSTRACT

Introduction: For years, chemical process industries have reported the unexpected release of highly hazardous liquids and gases. A disaster could not be avoided when these materials were not adequately controlled. The issue of Process Safety Management (PSM) is still being discussed in developing and developed countries. PSM was established to manage the risks of a company's personnel, properties, products, environment, and credit risks. This study aimed to review the challenges and achievements of PSM implementation and provide recommendations for improvement.

Material and Methods: A collection of scholarly articles published from 2000 to 2023, such as Science Direct, WOS, PubMed, and Scopus, was chosen through a systematic, meticulous review. After thoroughly examining these abstracts, titles, and complete contexts, 49 articles were finally selected for inclusion in the study and classified based on different criteria, such as publication year, authors, achievements, and challenges.

Results: PSM in the United States has been chiefly studied due to the high number of chemical process industries and its presence in the form of OSHA legislation in this country. The areas of operations, audits, and resources have the most challenges in implementing PSM. On the other hand, reducing the severity of incidents in chemical processes and increasing productivity are considered the most significant achievements of PSM implementation.

Conclusion: PSM as an interdisciplinary field has improved and become more effective over the years.. However, incidents still exist, and the number can increase, considering the growth of industries' chemical processes. Therefore, a deep look at the issues of risk-based regulations, competency, operational excellence, and learning from incidents is necessary to achieve excellence in PSM.

Keywords: *Process safety, PSM, Process industries, Safety management*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Chubineh E, Azami Aghdash S, Esmaili A, Shamseddin Alizadeh A. Evaluating the Status of Process Safety Management in Process Industries: A Systematic Review. J Health Saf Work. 2024; 14(2): 446-465.

1. INTRODUCTION

Incidents are an inseparable part of industries, especially chemical process industries. With the development of process chemical industries, the existing problems in the field of safety have been considered an important issue continuously. According to OSHA, «process» means any activity involving a highly hazardous chemical, including using, storing, manufacturing, or transferring such chemicals or any combination of these activities at a location. If these highly hazardous chemical were not properly controlled, a disaster could not be avoided. In the past decades, there have been many catastrophic incidents in the chemical industry. For example, on June 5, 2017, an explosion occurred

* Corresponding Author Email: *alizadehsh@tbzmed.ac.ir*

Copyright © 2024 The Authors.
Published by Tehran University of Medical Sciences

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

following the release of liquefied gas during the discharge process at the JinYu Chemical Plant in Shandong, when the gas cloud collided with an ignition source. During this incident, 10 people were killed and 9 people were injured. PSM is a system that prevents chemical process incidents, including leaks, fires, and explosions to manage the risks of personnel, properties, products, and environment and credit risks of a company. first major process safety regulation of Occupational Safety and Health Agency (OSHA), 29 CFR 1910.119, was enacted in 1992. According to this law, employers of process chemical industries were required to comply with it. PSM applies to oil and petrochemical refineries, fertilizer and pesticide plants, pharmaceuticals, explosives, and chemical plants that process, store, or process toxic or flammable chemicals. Achieving excellence in process safety can lead to reduced incidents, improved emergency response and increased sustainability, quality, and productivity of industries. This study aims to review the challenges and achievements of PSM implementation and provide recommendations for its improvement.

2. MATERIAL AND METHODS

In this study, Arksey and O'Malley's framework method was used to conduct a comprehensive review, which includes six steps: identifying the research question, identifying related studies, selecting/screening studies, categorizing/dividing data, summarizing, summarizing and reporting the results, providing practical guidance and recommendations. A comprehensive search of articles and reports on PSM published between 2000 and 2023 in Persian and English was conducted from databases such as Science Direct, Web of Science, PubMed, and Scopus. A total of 1721 articles were found in the initial search. All steps of selection and screening of articles were done independently by two members of the research team. In the first step, the disputed cases were resolved by discussion, if necessary, the disputed cases were referred to a third person who had more information and experience. End Note software was used to organize, study titles and abstracts, and identify duplicates. Prisma flowchart was used to report the results of the selection and

Table 1: Frequency distribution of studies based on author's countries

Number of articles	Country	Number of articles	Country
21	USA	2	Iran
8	Malaysia	1	Canada
4	South Korea	1	China
3	Netherlands	1	India
2	Pakistan	1	Saudi Arabia
2	Qatar	1	England
2	Taiwan		

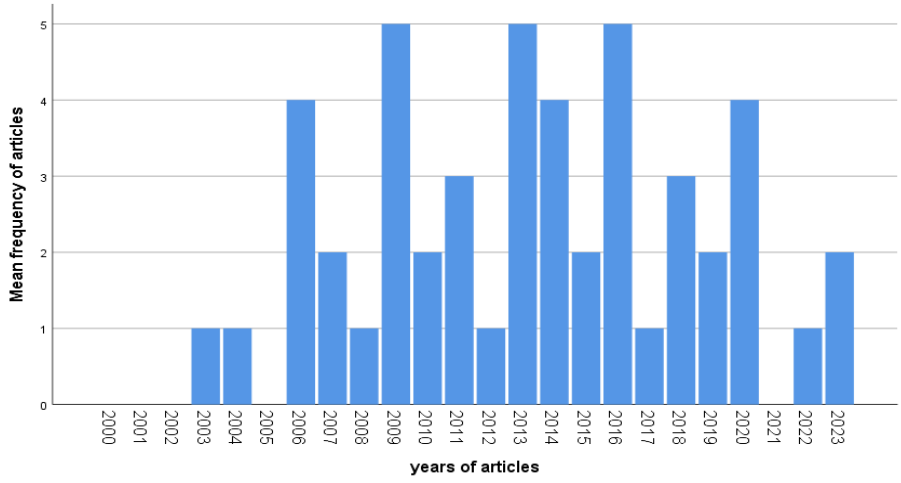


Fig. 1: Frequency distribution of studies based on the years of research

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

screening process. Then, 49 articles were selected after thoroughly examining the abstract, titles, and complete texts. These studies were classified based on publication year, country, authors, achievements, challenges and recommendations. The data extraction process was done according to the extraction format and was manually analyzed, summarized and reported using the Content-Analysis method.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The number 766, 391, 430, and 131 articles were identified in PubMed, Scopus, Web of Science, and Science Direct, respectively, and three such articles

Table 2: Challenges of PSM implementation

Groups	Challenges
Communication and information	• Missing or incomplete PSI • extensive data fuzzy and messy situations in handling PSI data • limited data access • Lack of employee participation
Contractors	• No periodic contractor evaluation • Not providing mandatory (PPE) to the worker
Accidents	• Happen major industrial accidents despite the PSM • Lack of incident and near-miss reporting • Ineffective near-miss and incident reporting
Operational	• Unsolved action items • Excessively delayed/repeated maintenance works • Incomplete work processes • Highly technical nature of the 14 PSM elements • Non-availability of easy and effective techniques • Ineffective ERP • Lack of clear responsibility for operators in emergency shutdown situations • Lack of communication and coordination between elements of PSM • Failure of emergency response equipment • Failure to adapt to new technologies
Management	• Lack of senior management support and insufficient leadership commitment • Entanglement of the roles of managers and leaders in PSM • Critical technical decisions are taken at an inappropriate management level • Lack of process safety training/knowledge at all levels of the organization • Lack of preventive barrier monitoring in place
Documentation	• Document failure • Undocumented program range • Outdated written practices
Audit	• No accepted criteria for process risk analysis results • Inefficient compliance audit • Inefficient inspection program • Incomplete audit without considering the actual design of the management system or the goals of the organization • No global audit process or scoring system for PSM • Lack of empirical research published on process safety indicators • Inadequacy of metrics to prevent accidents • Diversity of industries and chemical facilities
Resources	• Insufficient resources • Requires a lot of effort and time to implement PSM • Heavy investment and financial restrictions • Reluctance to invest in PSM-based education • Unqualified employees • Dynamic changes in the workforce • Different responsibilities related to PSM • Lack of sufficient investment in PSM
Other	• Lack of requirements understanding • Eliminating or reducing the subjective judgment of evaluators • PSM limited to the workplace • Lack of knowledge about PSM

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

Table 3: Achievements of PSM implementation

Groups	Challenges
Communication and information	• Better employee and labor relations • Highlighted contractors' management deficiencies • Customer satisfaction • Reorganization of technical data
Accidents	• Reduction in major industrial accidents • Reduction of operational error • Eliminate the number and severity of process-related incidents • Easily correct the identified deficiency • Provide a basis for gap analysis • Reduced incident magnitude • Reduced dreadful repercussions • Development of a robust emergency response plan • Help to track and manage incident investigation activities systematically • Avoid the recurrence of the same accident in the future
Operational	• Reducing the number of emergency shutdowns • Improvement process technology
Management	• Environmental protection • Reducing adverse effects on the environment • Business continuity • Improving organizational stability
Audit	• Help to comply with regulations and facilitate the audit process
Resources	• National profits • Reduction of insurance rate • Improve production uptime • Increase investor confidence • Generate higher profits • Protects company assets • Protects life • Prevent the loss of facilities • Productivity of the operating plant and cost savings • Reduced property damage • Solved problem of reinsurance • Helps the business to be profitable • Maximizing profit margins • Reduce adverse impacts on assets • Improve productivity
Other	• Improve reliability • Quality improvement

were identified as a result of the manual search in Google Scholar. Database searches were performed using search methodologies. After preparing a list of article titles, articles with duplicate and unrelated titles were excluded from the study. Next, the abstracts of the articles were examined. In the next step, through a comprehensive analysis of the full texts of the articles, it was evaluated that a significant number of articles were outside our target topic and were related to hospital processes and patient care, as well as non-process safety, which were excluded from the study. Finally, 49 articles were selected and based on different criteria: article title, publication year, author, country, study type, study purpose, upcoming challenges, achievements, and recommendations for improvement were classified. Next, each of the criteria was examined and studied separately. No related articles were found in 2000-2002, 2005, and 2021. PSM in the United States has been studied the most, and one of its reasons is the high number of chemical process industries and the enforceability of the OSHA PSM model in the form of law in this country. Challenges and achievements in implementing the process safety management system were classified as communication and information, contractors, incidents, operations/work procedures, management, documentation, audit, and resources. Recommendations for more successful implementation of process safety management requirements were classified

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

in 3 categories of cultural, operational and managemen. The operational, audit, and resource areas have the most challenges in the path of PSM implementation. Reducing the intensity of chemical process incidents and increasing productivity are considered the most significant achievements of PSM implementation.

4. CONCLUSIONS

PSM programs have improved over the years, but incidents still happen, and with anticipated growth and demand, the incidents will likely increase. A deep look at science-based regulatory issues, competency, operational excellence, and learning from incidents is necessary to achieve and maintain excellence in chemical process safety. The implementation of PSM standards in each industry depends on the interpretation of PSM regulations by that industry, which is known as a self-regulatory policy of the organization because this standard states "what to do" and does not talk about "how to do it." Therefore, implementing PSM requirements varies in factories due to the lack of systematic techniques to meet its requirements. Process safety management failures are common throughout the industry, and many of these failures are rooted in a lack of understanding and support from top management. Also, insufficient resources, inappropriate criteria and unrealistic expectations are among the reasons for such failures. Among the 21 proposed PSM system models, the IPSMS model was considered the strongest because of addressing almost every key area of chemical process safety. Process Safety is a multidisciplinary discussion that requires knowledge related to chemistry, mechanics, electrical engineering, humanities and social sciences, management sciences, etc. PSM should be localized according to each country's environmental and work conditions and enforced in the chemical process industries to comply with the law. Just complying with legal requirements or PSM's elements is not enough.

5. ACKNOWLEDGMENT

The authors greatly appreciate the Tabriz University of Medical Sciences and the East Azerbaijan Province Gas Company for their help in conducting and improving the quality of this study. This article has been extracted from the thesis submitted for an MSc degree in Occupational Health Engineering, which has been approved by the ethics committee of Tabriz University of Medical Sciences (Ethic number: IR.TBZMED.REC.1402.440)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۱۴/ شماره ۲/ تابستان ۱۴۰۳ صفحات ۴۴۶-۴۶۵

بررسی وضعیت مدیریت ایمنی فرایند در صنایع فرایندی – مطالعه مروری نظام‌مند

الهه چوبینه[۱]، صابر اعظمی آغداش[۲]، علی اسماعیلی[۳]، سید شمس‌الدین علیزاده[۱*]

[۱]گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
[۲]گروه مدیریت و سیاستگذاری سلامت، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
[۳]واحد ایمنی و آتشنشانی، شرکت گاز استان آذربایجان شرقی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۳

چکیده

مقدمه: انتشار غیرمنتظره مایعات و گازهای بسیار خطرناک در صنایع شیمیایی فرایندی سال ها گزارش شده است. اگر این مواد به درستی کنترل نشوند، احتمال وقوع فاجعه وجود دارد. در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، موضوع مدیریت ایمنی فرآیند همچنان مورد بحث می باشد. PSM برای مدیریت ریسک پرسنل، اموال، محصول، محیط‌زیست و اعتبار شرکت ایجاد شده است. این مطالعه با هدف بررسی و گردآوری چالش‌ها و دستاوردهای اجرای PSM و توصیه‌هایی جهت بهبود آن انجام شده است.

روش کار: طی یک بررسی سیستماتیک، مجموعه‌ای از مقالات علمی منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳، از پایگاه‌های اطلاعاتی مانند PubMed، Web of Science، Science Direct و Scopus انتخاب شدند. پس از بررسی کامل چکیده، عناوین و متون کامل آنها، در نهایت ۴۹ مقاله برای ورود به پژوهش انتخاب و بر اساس معیارهای مختلف از جمله سال انتشار، نویسندگان، دستاوردها، چالش ها و ... دسته بندی شدند.

یافته ها: PSM در ایالات متحده به دلیل تعداد بالای صنایع شیمیایی فرآیندی و وجود آن در قالب قانون OSHA در این کشور، بیشترین مطالعه را داشته است. حوزه های عملیاتی، ممیزی و منابع دارای بیشترین تعداد چالش در مسیر پیاده سازی PSM می باشد و کاهش شدت رویدادهای شیمیایی فرآیندی و افزایش بهره وری از مهمترین دستاوردهای پیاده سازی PSM به شمار می روند.

نتیجه گیری: ایمنی فرایند به‌عنوان یک حوزه بین‌رشته‌ای به مهارت‌های فنی و عملیاتی زیادی نیاز دارد. برنامه‌های مدیریت ایمنی فرایند در طول سال‌ها بهبود یافته‌اند و پیاده‌سازی آنها مؤثرتر شده است؛ ولی با این‌حال، حوادث هنوز اتفاق می‌افتد و با رشد صنایع شیمیایی فرآیندی و افزایش تقاضا، احتمال افزایش تعداد حوادث وجود خواهد داشت. برای دستیابی به تعالی در ایمنی فرایند و حفظ آن، نگاهی عمیق به موضوعات مقررات مبتنی بر ریسک، شایستگی، برتری عملیاتی و درس‌گرفتن از حوادث ضروری است.

کلمات کلیدی: *ایمنی فرایند، حادثه فرایندی، مدیریت ریسک فرایند، مدیریت ایمنی*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *alizadehsh@tbzmed.ac.ir*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

مقدمه

با گسترش صنایع شیمیایی فرآیندی، مشکلات موجود در زمینه ایمنی به‌صورت پیوسته یک موضوع مهم قلمداد شده است (۱). امروزه صنایع شیمیایی فرایندی به طور روز افزون در حال تولید و بهره برداری در مقیاس‌های وسیع برای پاسخگویی به تقاضای جامعه به محصولات مرتبط با مواد شیمیایی است که در طی این پیشرفت‌ها، احتمال وقوع حوادث در مقیاس بزرگ را به طور اجتناب ناپذیری در پی دارد؛ زیرا سوء مدیریت در این صنایع می‌تواند حوادث با اثرات زیان بار زیادی را به دنبال داشته باشد (۲). حادثه کار، جزء جدانشدنی صنایع، مخصوصا صنایع شیمیایی فرآیندی است (۳) و یک رویداد غیرعادی یا غیرمنتظره است که می‌تواند منجر به مواردی از جمله صدمه به افراد، آسیب و خسارت قابل توجه به اموال، اثرات نامطلوب زیست محیطی و ایجاد یک وقفه عمده در عملیات فرایند شود یا پتانسل ایجاد آن هارا دارد (۴).

حوادث زیادی در صنایع شیمیایی رخ داده است که در آن انتشار غیرمنتظره و ناخواسته مواد شیمیایی خطرناک اتفاق افتاده است که علت برخی از این حوادث به نقص در طراحی و برخی به خطای انسانی برمی گردد (۵). اگر چه هدف صفر بودن حوادث ایمنی برای یک سازمان، هدفی غیرممکن و دور از دسترس است، اما صنایع به دنبال بهبود مستمر در عملکرد ایمنی هستند (۶).

طبق اعلام سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا[1]، "فرایند" به معنای هر فعالیتی است که شامل یک ماده شیمیایی بسیار خطرناک، از جمله استفاده، ذخیره‌سازی، ساخت یا جابه‌جایی این‌گونه مواد شیمیایی یا هر ترکیبی از این فعالیت‌ها در یک محل باشد.

در دهه‌های گذشته حوادث فاجعه بار متعددی در صنایع شیمیایی رخ داده است به عنوان مثال در ۵ ژوئن ۲۰۱۷، به دنبال انتشار گاز مایع در طی فرایند تخلیه در کارخانه شیمیایی JinYu در شاندونگ و با برخورد ابر گاز با منبع اشتعال، انفجار رخ داد که ۱۰ کشته و ۹ مجروح بر حای گذاشت و خسارت فراوانی به تاسیسات کارخانه وارد شد (۷). حوادث اخیر تقریباً نتیجه ادغام مسائل سازمانی، فقدان صلاحیت و نقص فنی به دلیل تجهیزات معیوب یا قدیمی بودن تجهیزات به نظر می‌رسد (۱).

به دنبال این حوادث، در کشورهای اروپایی بوسیله دستورالعمل سوسو[2] و در ایالات متحده آمریکا توسط قانون مدیریت ایمنی فرایند[3] و مقررات برنامه مدیریت ریسک[4] سازمان حفاظت از محیط‌زیست[5] به این حوادث پاسخ دادند (۸). سیستم مدیریت ایمنی فرایند ایالات متحده در قالب یک قانون فدرال (29 CFR 1910.119) توسط سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا که زیر نظر وزارت کار می‌باشد در سال ۱۹۹۲ ایجاد شد و در سال ۱۹۹۴ (OSHA 3133) و سپس سال ۲۰۰۰ (OSHA 3132) تجدید چاپ شد. طبق این قانون کارفرمایان صنایع شیمیایی فرایندی به رعایت آن ملزم شدند. در پیوست این قانون مقدار استاندارد برای ۱۳۶ نوع ماده شیمیایی تنظیم شده است، و همچنین در صنایعی که ۱۰۰۰۰ پوند یا بیشتر مواد قابل احتراق را حمل می‌کنند، اجرا می‌شود (۹، ۱۰). مدیریت ایمنی فرایند سیستمی است که توسط OSHA، برای جلوگیری از حوادث شیمیایی فرآیندی که شامل نشت، آتش‌سوزی و انفجار می‌باشد، تصویب شد و در صنایعی که دارای مقادیر زیادی از مواد شیمیایی می‌باشند مانند صنایع پتروشیمی، اجرا می‌شود (۱۱-۱۳). مدیریت ایمنی فرایند سنگ بنای صنعت مدرن است (۱۴). PSM برای پالایشگاه‌های نفت و پتروشیمی، کارخانه‌های کود شیمیایی وآفت کش‌ها، داروسازی، مواد منفجره و کارخانه‌های شیمیایی که مواد شیمیایی سمی یا قابل اشتعال را پردازش، ذخیره یا پردازش می‌کنند، قابل استفاده است (۵). در کشورهای درحال‌توسعه و کشورهای توسعه‌یافته، موضوع ایمنی فرایند و اهمیت آنها هنوز موردبحث است که از نظر اخلاقی، تامین یک محیط کار ایمن، قابل‌اعتماد و سالم یک موضوع اجباری

1. Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

2. Seveso directive
3. Process safety management (PSM)
4. Risk management plan (RMP)
5. United states Environmental protection agency (EPA)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

برای سازمان‌ها در سراسر جهان است (۱۵). مدیریت ایمنی فرایند، مدیریت سیستم‌های ایمنی یا مدیریت خطر فرایند سیستم‌های هستند که برای مدیریت ریسک پرسنل، اموال، محصول، محیط‌زیست و در نهایت اعتبار شرکت ایجاد شده‌اند (۱۶). تصور غلطی از ایمنی شغلی و ایمنی فرایند وجود دارد (۱۷) در حالیکه ایمنی فرایند به مسائل مربوط به پیشگیری و کاهش حوادث شیمیایی فرآیندی مانند انتشار سموم، انفجار و آتش سوزی (۱۸، ۱۹) و ایمنی شغلی به پیشگیری و کاهش خطرات مرتبط با محیط کار مانند لغزش، زمین خوردن و سقوط می‌پردازد (۲۰). عملکرد ایمنی فرایند پشت سر ایمنی شخصی قرار دارد (۲۱). عواقب ناگواری در ارتباط با نقص ایمنی فرایند وجود دارد که بیشتر آنها می‌توانند منجر به تلفات متعدد، آسیب‌های زیست محیطی، از دست دادن اموال، اتهامات جنایی، آسیب به شهرت شرکت و پیامدهای مالی عظیم شوند (۲۲). دستیابی به تعالی در ایمنی فرایند می‌تواند منجر به کاهش خطرات رویداد، بهبود واکنش اضطراری و افزایش پایداری، کیفیت و بهره‌وری صنایع شود (۲۳). پیاده‌سازی استانداردهای PSM در هر صنایع به تفسیر مقررات PSM توسط آن صنعت بستگی دارد که به عنوان یک سیاست خود تنظیمی سازمان شناخته می‌شود زیرا این استاندارد بیان می‌کند که "چه باید کرد" و در رابطه با "چگونگی انجام الزامات" صحبت نمی‌کند (۲۴، ۲۵). بنابراین درحال حاضر اجرای الزامات PSM، به دلیل عدم وجود تکنیک‌های سیستماتیک برای مطابقت با الزامات آن، از کارخانه‌ای به کارخانه دیگر متفاوت است (۲۶، ۲۷). مسئولیت‌های برنامه PSM به رشته‌های مختلف در تأسیسات، از جمله عملیات، تعمیر و نگهداری، مهندسی، ابزار دقیق، ایمنی و غیره گسترش می‌یابد (۲۸). الزامات PSM سازمان OSHA با ۷ عنصر OHSAS18001[1] و ۹ عنصر HSE-MS[2]، یا به عبارتی با ۳۵٪ الزامات OHSAS18001 و ۴۵٪ الزامات HSE-MS مطابقت دارد (۲۹). اجرای استاندارد PSM حذف کامل فجایع را تضمین نمی‌کند و نیاز به نظارت مستمر دارد و موضوع شناسایی، اندازه‌گیری و پایش ایمنی فرایند ضروری به نظر می‌رسد و می‌توان از طریق مفهوم شاخص‌های پیشرو و عقب مانده به آن دست یافت (۳۰). یک سیستم اندازه‌گیری ایمنی فرایند مناسب، ارزیابی، تجزیه و تحلیل و سیستم یادگیری مستمر و همچنین یک رویکرد جامع کنترل، ۳ کانون عمده برای بهبود سیستم مدیریت ایمنی فرایند امروزی می‌باشند (۱).

باتوجه‌به اهمیت مدیریت ایمنی فرایند در پیشگیری از حوادث شیمیایی فرایندی و جلوگیری از تحمیل خسارات به سلامت پرسنل، تجهیزات، محیط زیست، تأسیسات اطراف و اعتبار شرکت، یک مطالعه جامع در زمینه چالش‌های پیشرو، دستاوردها و همچنین توصیه‌هایی در جهت اجرای هر چه کامل‌تر این سیستم مدیریتی می‌تواند مؤثر و مفید واقع شود. به‌صورت کلی هدف از انجام این مطالعه جمع‌بندی مروری و انجام یک بررسی کلی در رابطه با وضعیت توسعه، پیاده‌سازی و جایگاه مدیریت ایمنی فرایند در سراسر دنیا است تا در سیاست‌گذاری‌ها و پیاده‌سازی این سیستم مدیریتی به کار گرفته شود.

روش کار

در این مطالعه برای انجام مرور گسترده از روش چارچوب آرکسی[3] و اومالی[4] استفاده شد که شامل شش گام شناسایی سؤال تحقیق[5]، شناسایی مطالعات مرتبط[6]، انتخاب/غربالگری مطالعات[7]، حیطه‌بندی/ تقسیم‌بندی داده‌ها[8]، جمع‌بندی، خلاصه‌سازی و گزارش نتایج[9]، ارائه راهنمایی‌ها و توصیه‌های عملی[10] می‌باشد (۳۱).

مرحله اول: شناسایی سؤال تحقیق

سؤال پژوهشی اصلی مطالعه حاضر این است که

1. Occupational health and safety assessment series
2. Health، safety، environment، management system

3. Arkesy
4. O'Malley
5. Identification of the research question
6. Identification of relevant studies
7. Study selection
8. Data charting
9. Data analysis and reporting the results
10. Consultation exercise

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

جدول ۱: استراتژی جستجو، پایگاه داده و نتایج

ردیف	پایگاه داده	کلیدواژه	تعداد مقالات
1	Pub Med	Process AND safety “indicators” OR “Process safety” management OR “process safety” performance OR process safety metrics	766
2	Scopus	“process safety” AND indicators OR “process safety management” OR "process safety" AND performance OR "process safety" AND metrics	391
3	Web of science	“process safety indicators” OR “Process safety management” OR “process safety performance” OR “process safety” AND metrics	430
4	Science direct	"process safety" indicators OR "process safety management" OR “process safety performance” OR process safety metrics	131

«وضعیت و جایگاه مدیریت ایمنی فرایند در صنایع مختلف شیمیایی فرایندی چگونه است؟» که به‌صورت اختصاصی شامل موارد زیر می‌باشد:

- سیستم مدیریت ایمنی فرایند در چه کشورهایی بیشتر موردمطالعه قرار گرفته است؟
- دستاوردهای اجرای PSM برای صنایع شیمیایی فرایندی چیست؟
- چه چالش‌هایی در مسیر اجرای PSM وجود دارد؟
- چه توصیه‌هایی برای اجرای موفق‌تر PSM ارائه شده‌اند؟

تمامی مقالات و گزارش‌های مربوط به مدیریت ایمنی فرایند که در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ به زبان‌های فارسی و انگلیسی چاپ شده‌اند وارد مطالعه شدند. مقالات غیرانگلیسی و غیرفارسی‌زبان و مقالات مربوط به مطالعات انجام‌گرفته در مورد ایمنی در صنایع غیرفرایندی از مطالعه خارج شدند.

مرحله دوم: شناسایی مطالعات مرتبط

داده‌های موردنیاز در این مرحله از پایگاه‌های اطلاعات Scopus، Web of Science، Science Direct و PubMed استخراج شدند. کلیدواژه‌های جستجو در بازه زمانی ۲۰۲۳- ۲۰۰۰در جدول ۱ نشان داده شده است.

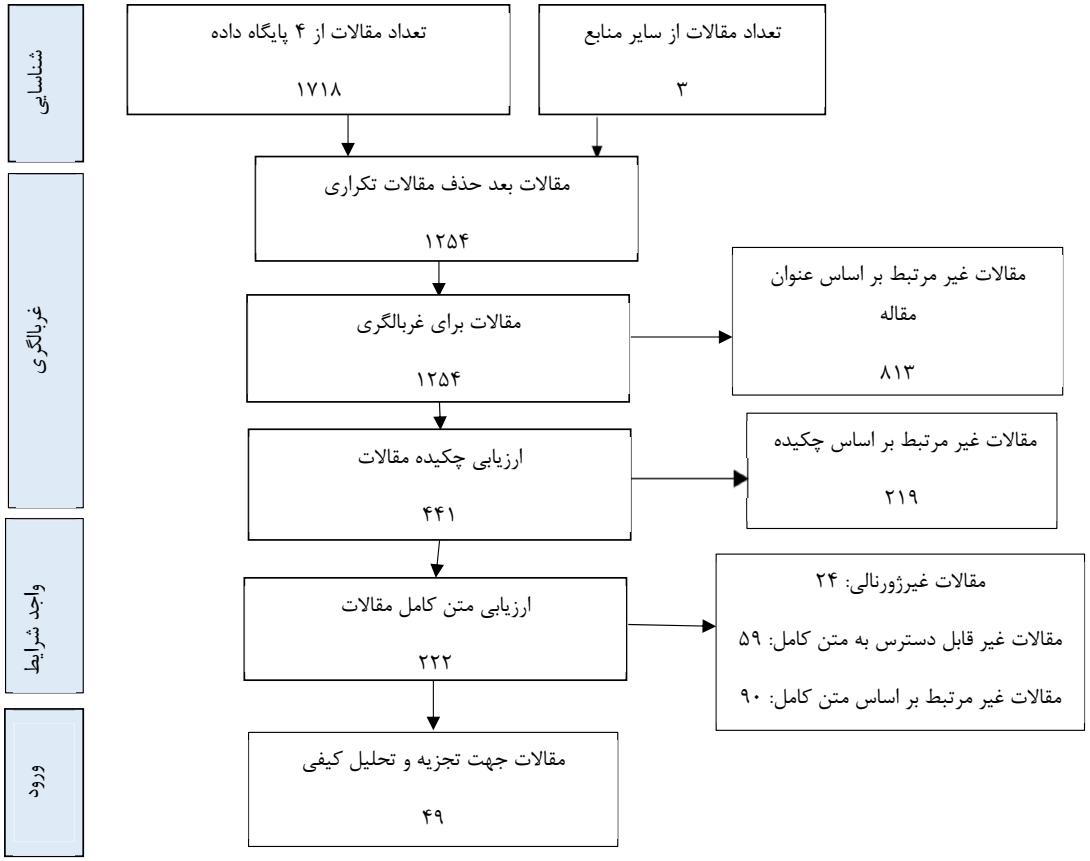
معادل فارسی جستجوهای فوق در سایت‌های داخلی انجام گرفت. بازه زمانی انتخاب شده برای جستجوی مقالات۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ بود. برای شناسایی و پوشش بیشتر مقالات منتشر شده بعد از جستجوی پایگاههای اطلاعاتی فوق، جستجوی دستی مقالات در Google scholar، نیز انجام گرفت.

مرحله سوم: انتخاب/ غربالگری مطالعات

تمامی مراحل انتخاب و غربالگری مقالات توسط دو نفر از اعضای تیم تحقیق به‌صورت مستقل از هم انجام گرفت. موارد مورد اختلاف در مرحله اول با بحث و گفتگو حل می‌شد در صورت نیاز موارد مورد اختلاف به فرد سوم که اطلاعات و تجارب بیشتری داشت ارجاع داده می‌شد. ابتدا عناوین تمامی مقالات بررسی شده و مقالاتی که با اهداف مطالعه سازگار نبودند از مطالعه کنار گذاشته شدند. در مراحل بعدی به ترتیب چکیده و متن کامل مقالات موردمطالعه قرار گرفت تا مطالعاتی که شامل معیارهای خروج از مطالعه می‌باشند و ارتباط ضعیفی با اهداف مطالعه دارند شناسایی و کنار گذاشته شوند. در مواردی که بین دو نفر اختلاف وجود داشت، از طریق بحث بین دو محقق توافق حاصل می‌شد. در صورت عدم کسب توافق موارد مورد اختلاف به نفر سوم که دارای تخصص و تجربه بالاتر در زمینه ایمنی فرایند بود ارجاع داده می‌شد. از

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]



شکل ۱: نمودار جریان مرور سیستماتیک و سنتز کیفی

نرم‌افزار مدیریت منابع‌اند نوت[1] برای سازماندهی، مطالعه عناوین و چکیده‌ها و همچنین شناسایی موارد تکراری استفاده شد. برای گزارش نتایج فرایند انتخاب و غربالگری از فلوچارت پریزما[2] استفاده گردید (شکل ۱).

مرحله چهارم: حیطه‌بندی/ تقسیم‌بندی داده‌ها

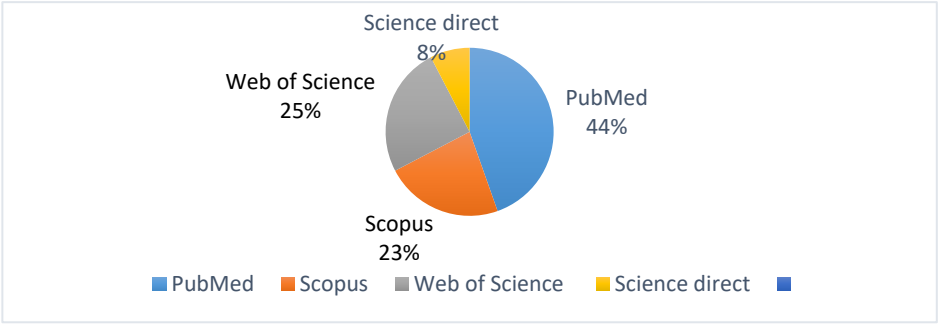
اطلاعات توسط دو نفر به‌صورت مستقل استخراج شده و موارد مورد ابهام با مشورت اعضای تیم تحقیقاتی برطرف می‌گردید. اطلاعات استخراجی شامل: نویسنده، سال چاپ مقاله، کشور انجام مطالعه، هدف مطالعه، طراحی مطالعه، چالش‌های پیشرو، دستاوردها، توصیه‌ها می‌شد. در مواردی که بین دو نفر اختلاف وجود داشت، از طریق بحث بین دو محقق توافق حاصل می‌شد. در صورت عدم کسب توافق موارد مورد اختلاف به نفر سوم که دارای تخصص و تجربه بیشتر در این زمینه بود ارجاع داده می‌شد.

مرحله پنجم: جمع‌بندی، خلاصه‌سازی و گزارش نتایج

بعد از استخراج اطلاعات توسط فرمت استخراج داده، اطلاعات استخراج شده با استفاده از روش تحلیل محتوایی[3] به‌صورت دستی تحلیل، خلاصه‌سازی و گزارش شدند. تحلیل درون مایه‌ای روشی برای شناسایی، تحلیل و گزارش الگوهای (تم ها) موجود در داخل متن می‌باشد و در تحلیل داده‌های کیفی کاربرد بسیار زیادی دارد (۳۲-

1. Endnote X5
2. PRISMA
3. Content-Analysis

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]
[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]



شکل ۲: توزیع مقالات در ۴ پایگاه داده اصلی

۳۴). کدبندی داده‌ها توسط دو نفر از محققین به‌صورت مستقل از هم انجام می‌گرفت. مراحل تحلیل و کدبندی داده‌ها به این ترتیب بود. آشنایی با متن مقالات (غوطه وری در نتایج مقالات)، شناسایی و استخراج حیطه‌های اولیه (شناسایی و استخراج مقالات مرتبط بیشتر با حیطه‌های اولیه)، قرار دادن مقالات در حیطه‌های مشخص شده، بازبینی و تکمیل نتایج هر یک از حیطه‌ها با استفاده از نتایج مقالات و اطمینان از پایایی حیطه‌ها و نتایج استخراج شده در هر حیطه. در موارد عدم توافق بین دو محقق، از طریق بحث و رفع موارد مورد اختلاف بین دو کدگذار توافق بین حاصل می‌گردید و در صورت عدم کسب توافق، مورد اختلاف به نفر سوم ارجاع داده می‌شد. نتایج هر حیطه در قالب چند گروه، طبقه بندی شدند.

مرحله ششم: ارائه راهنمایی‌ها و توصیه‌های عملی

بعد از استخراج و گزارش نتایج، بر اساس نتایج استخراج شده و نظرات اعضای تیم تحقیق، راهنمایی‌ها و توصیه‌هایی در قالب بحث مقاله انجام گردید.

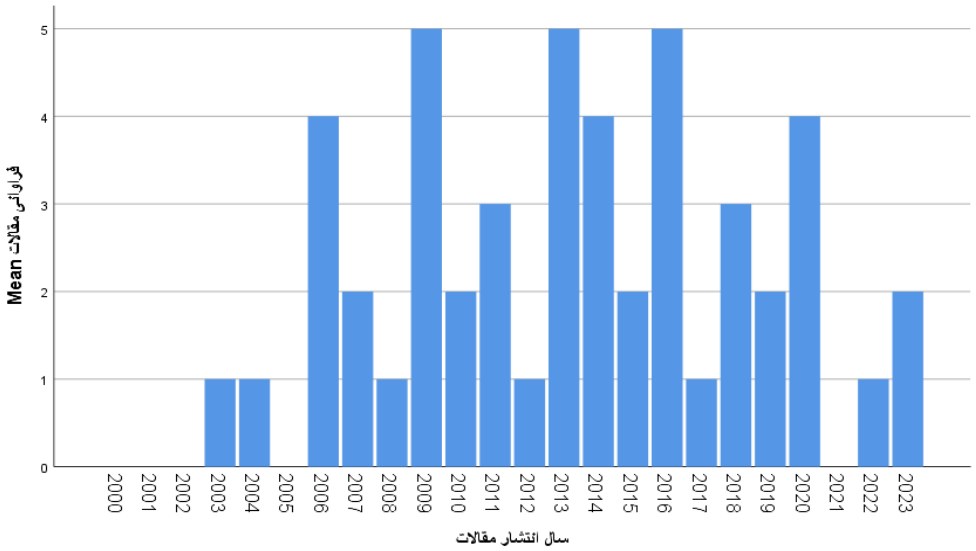
یافته ها

ایمنی یک حوزه بین‌رشته‌ای می‌باشد که به حفاظت از ایمنی، سلامت و رفاه افرادی که در محیط کار مشغول هستند، مربوط می‌شود. پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت ایمنی مانند PSM تنها اولین گام به سمت مدیریت سیستماتیک و موفقیت‌آمیز کار ایمنی است، اما راه‌حلی برای مشکلات ایمنی نیست (۳۶،۳۵). با استفاده از متدولوژی‌های جستجو که در جدول ۱ نشان داده شده است جستجوهای پایگاه داده انجام شد. پس از تهیه فهرستی از عناوین مقالات جستجو شده، مقالات با عناوین تکراری و غیر مرتبط از مطالعه خارج شدند. در ادامه چکیده مقالات مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد از طریق تجزیه و تحلیل جامع متون کامل مقالات، مورد ارزیابی قرار گرفتند که تعداد قابل توجهی از مقالات خارج از موضوع مورد نظر ما بود و مربوط به فرایندهای بیمارستانی و مراقبت از بیمار و همچنین ایمنی غیر فرایندی بودند که از مطالعه ما خارج شدند. طی روند بررسی ۱۷۲۱ مقاله، ابتدا عناوین مقالات بررسی شد و مقالات تکراری و غیر مرتبط با موضوع که در مجموع ۱۲۷۷ مقاله بودند، حذف شدن و ۴۴۱ مقاله باقی ماند. در مرحله بعد ۲۴ مقاله غیر ژورنالی و ۲۱۹ مقاله غیر مرتبط بر اساس چکیده بودند که از مطالعه کنار گذاشته شدند. علاوه بر این ۵۸ مقاله به دلیل عدم دسترسی به متن کامل نیز از مطالعه حذف شدند. در ادامه با بررسی انتزاعی و متن مقالات، در مجموع ۴۹ مقاله وارد مطالعه شدند (شکل ۱).

تعداد ۷۶۶، ۳۹۱، ۴۳۰و ۱۳۱ مقاله به ترتیب در PubMed، Scopus، Web of Science و Science direct و همچین ۳ مقاله در نتیجه جست و جوی دستی در Google Scholar شناسایی شد. شکل ۲ تعداد مقالات را از نظر توزیع آن‌ها در ۴ پایگاه داده اصلی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]



شکل ۳: پراکندگی تعداد مقالات چاپ شده در مورد PSM بین سال های ۲۰۲۳-۲۰۰۰

جدول ۲: تعداد مقالات چاپ شده در رابطه با PSM بین کشورهای مختلف

ردیف	کشور	تعداد مقالات	ردیف	کشور	تعداد مقالات
1	آمریکا	21	8	ایران	2
2	مالزی	8	9	کانادا	1
3	کره جنوبی	4	10	چین	1
4	هلند	3	11	هند	1
5	پاکستان	2	12	عربستان سعودی	1
6	قطر	2	13	انگلیس	1
7	تایوان	2			

نشان می‌دهد.

۴۹ مقاله انتخاب شده در این مطالعه بر اساس معیارهای مختلف: عنوان مقاله، سال انتشار، نویسنده، کشور، نوع مطالعه، هدف ازمطالعه، چالش‌های پیش‌رو، دستاوردها و توصیه‌هایی جهت بهبود طبقه بندی شدند. در ادامه هر یک به صورت جداگانه بررسی و موردمطالعه قرار گرفتند.

شکل ۳ پراکندگی مقالات چاپ شده در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ را نشان می‌دهد. همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود در سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ و ۲۰۲۱ هیچ مقاله مرتبط با موضوع مورد نظر یافت نشد.

در جدول ۲ تعداد مقالات چاپ شده در ارتباط با موضوع مدیریت ایمنی فرایند در بین کشورهای مختلف نشان داده شده است که بیشترین مقالات در این حوزه مربوط به کشور آمریکا و مالزی می‌باشد که هرکدام به ترتیب ۲۱ و ۸ مقاله در این زمینه منتشر کرده‌اند.

جدول ۳ چالش ها و دستاوردهای مربوط به اجرای سیستم مدیریت ایمنی فرایند نشان داده شده

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]
[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

که همان طور که مشاهده می‌شود این چالش‌ها در ۹ دسته ارتباطات و اطلاعات، پیمانکاران، حوادث، عملیات/رویه‌های کاری، مدیریتی، مستندسازی، ممیزی، منابع و سایر طبقه بندی شده‌اند.

در جدول ۴ راهکارهایی جهت اجرای موفق‌تر الزامات مدیریتی ایمنی فرایند در سه حوزه فرهنگی، عملیاتی و مدیریتی پیشنهاد شده است.

بحث

هر صنعتی باتوجه‌به نوع فعالیتی که دارد با خطرات و حوادثی روبرو است که گاهی منجر به آسیب و مرگ کارکنان و یا خسارت‌های سنگین به تاسیسات و محیط اطراف آن می‌شوند که با گذر زمان و پیشرفت تکنولوژی،

جدول ۳: چالش‌ها و دستاوردهای موجود در حوزه اجرای PSM

ردیف	گروه‌بندی	چالش‌ها	دستاوردها
1	ارتباطات و اطلاعات	• اطلاعات ایمنی فرایند مفقود یا ناقص (37) • دسترسی محدود به داده‌ها (38, 39) • دشوار بودن تعیین میزان، وسعت و عمق دانش ایمنی فرایند (40) • عدم اخذ مشارکت کارکنان (41)	• بهبود روابط کارمند و کار (5) • برجسته‌شدن کاستی‌های مدیریتی پیمانکاران (42) • افزایش رضایت مشتری (43) • سازماندهی مجدد داده های فنی (44)
2	پیمانکاران	• عدم ارزیابی دوره‌ای پیمانکاران (37) • عدم اجبار پیکانکاران جهت استفاده از PPE (42)	
3	حوادث	• رخداد حوادث با وجود معرفیPSM (11) • عدم گزارش یا گزارش نا کارامد حادثه و شبه حادثه (38)	• کاهش حوادث بزرگ صنعتی (9, 45) • کاهش خطای عملیاتی (11) • کاهش تعداد و شدت حوادث مربوط به فرایند (46) • سهولت اصلاح نقص شناسایی شده (47) • فراهم‌کردن زمینه‌ای برای تحلیل شکاف‌ها (1) • کاهش بزرگی حادثه(9) • کاهش پیامدهای وحشتناک (38) • توسعه طرح واکنش اضطراری قوی (48) • کمک به ردیابی و مدیریت سیستماتیک فعالیت‌های بررسی حادثه (49) • جلوگیری از تکرار همان حادثه در آینده (49)
4	عملیاتی	• موارد اقدام حل نشده (37) • کارهای تعمیر و نگهداری با تأخیر بیش از حد/مکرر (37) • فرایندهای کاری ناقص (50) • دامنه وسیع و ماهیت بسیار فنی 14 عنصر PSM (25) • در دسترس نبودن تکنیک‌های آسان و مؤثر (42) • برنامه های واکنش اضطراری ناکارآمد (48) • عدم وجود مسئولیت روشن برای اپراتورها در شرایط توقف اضطراری (51) • عدم ارتباط و هماهنگی بین عناصر مختلف PSM (52) • خرابی تجهیزات واکنش اضطراری (53) • عدم انطباق با فناوری های جدید (54)	• کاهش تعداد توقف اضطراری (44) • بهبود فناوری فرایند (43)
5	مدیریت	• عدم درک و حمایت مدیریت ارشد و تعهد ناکافی رهبری (14) • همپوشانی و درهم‌تنیدگی نقش‌های مدیران و رهبران در PSM (55) • تصمیمات فنی حیاتی اتخاذ شده در سطح مدیریت نامناسب (48) • فقدان آموزش/دانش ایمنی فرایند در تمامی سطوح سازمان (48)	• محافظت از محیط‌زیست (55) • کاهش اثرات نامطلوب بر محیط‌زیست (49) • تداوم کسب‌وکار (55) • بهبود ثبات سازمانی (38)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

ادامه جدول ۳: چالش‌ها و دستاوردهای موجود در حوزه اجرای PSM

ردیف	گروه‌بندی	چالش‌ها	دستاوردها
		• عدم تمرکز و نظارت بر سلامت موانع پیشگیرانه در محل (48)	
6	مستندسازی	• عدم موفقیت در ردیابی و مستندسازی(56) • محدوده برنامه غیرمستند (37) • شیوه های مکتوب منسوخ (37)	
7	ممیزی	• عدم وجود معیارهای پذیرفته شده برای نتایج آنالیز خطرات فرایندی[1] (57) • ممیزی انطباق ناکارآمد (37) • برنامه بازرسی و آزمایش ناکارآمد (37) • حسابرسی PSM با رویکرد ناقص بدون درنظرگرفتن طراحی واقعی سیستم مدیریت یا اهداف سازمان (58) • عدم وجود فرایند حسابرسی جهانی یا سیستم امتیازدهی برای PSM (58) • کم‌بودن تحقیقات تجربی منتشر شده در مورد شاخص‌های ایمنی فرایند (59) • عدم کفایت وجود متریک‌ها جهت پیشگیری از حوادث (60) • تنوع صنایع و تاسیسات شیمیایی (61)	• کمک به انطباق مقررات و تسهیل فرایند حسابرسی (51, 62, 63)
8	منابع	• منابع ناکافی (14, 64) • نیاز به تلاش و زمان زیاد برای پیاده‌سازی PSM (65) • سرمایه‌گذاری سنگین و محدودیت‌های مالی (38) • عدم تمایل به سرمایه‌گذاری در آموزش PSM محور (38) • کارکنان کم صلاحیت (38) • تغییرات پویا نیروی کار (48) • متفاوت‌بودن نقش‌ها و مسئولیت‌های مربوط به ایمنی فرایند (40) • عدم سرمایه‌گذاری کافی در PSM (54)	• افزایش سود ملی(9) • افزایش بهره‌وری (11, 15, 43, 44) • کاهش نرخ بیمه (11) • بهبود زمان تولید (14) • افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران (14) • محافظت از دارایی‌های شرکت (55) • محافظت از زندگی (55) • جلوگیری از هدررفتن امکانات (5) • صرفه‌جویی در هزینه (5) • کاهش خسارت مالی (44) • حل مشکل بیمه اتکایی (44) • کمک به کسب‌وکار در جهت سودآوری (15) • حداکثرکردن حاشیه سود (38) • کاهش اثرات نامطلوب بر دارایی ها (49)
9	سایر	• عدم درک الزامات برنامه (37) • حذف یا کاهش شدید قضاوت ذهنی ارزیابان (46) • PSM محدود به محل کار (66) • عدم آگاهی از PSM (38) • عدم پیاده‌سازی یک سیستم PSM اختصاصی (38)	• ارتقاء قابلیت اطمینان(15, 67) • ارتقاء کیفیت (15)

[1] Process Hazard Analysis (PHA)

این مشکلات دو چندان شده و باید کنترل بیشتری روی فرایند وجود داشته باشد. باتوجه‌به یافته‌های این مقاله، مدیریت ایمنی فرایند در ایالت متحده آمریکا بیشترین تعداد مطالعه را به خود اختصاص داده است که از دلایل این امر می‌توان به تعدد صنایع شیمیایی فرایندی در آن اشاره کرد و همچنین PSM مدل OSHA در سال ۱۹۹۶ در قالب یک قانون برای صنایع شیمیایی فرایندی ایالات متحده لازم‌الاجرا شد که به موجب این قانون،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

جدول ۴: توصیه‌هایی جهت اجرای موفق‌تر مدیریت ایمنی فرایند

ردیف	زمینه بهبود	راهکارهای بهبود
1	فرهنگی	• ایجاد انگیزه (64)
2		• تطبیق الزامات ایمنی فرایند باتجربه شرکت (68)
3		• پایبندی نسبت به برنامه (69)
4		• دسترسی به اطلاعات کافی (64)
5		• وجود یک سیستم یادگیری مستمر (1)
6	مدیریتی	• اندازه‌گیری برای اطمینان از بهبود (64)
7		• تصمیم‌گیری در مورد یک رویکرد اجرایی و انجام آن (64)
8		• شناسایی نیازها (64)
9		• افراد مناسب در موقعیت‌ها (69)
10		• توسعه یک برنامه بهبود استراتژیک (68)
11		• استفاده از شاخص‌های پیشنهادی (68)
12		• مشارکت مدیران (50)
13		• وجود یک سیستم اندازه‌گیری ایمنی فرایند (1)
14		• وجود یک رویکرد جامع کنترل (1)
15	عملیاتی	• بهبود مستمر فرایندهای کاری (50)
16		• توسعه ابزارهایی برای انطباق نیروی کار با فرایندهای کاری (50)
17		• مستندسازی تمام عملیات (50)
18		• تقسیم سیستم به اجزای قابل‌مدیریت (69)

کارفرمایان صنایع مشمول، ملزم به ارائه گزارش مکتوب و دوره‌ای از عملکرد مدیریت ایمنی فرایند خود به اداره کار شدند (۱۱). کنترل خطرات و حوادث بزرگ صنعتی همیشه یکی از چالش‌های نهادهای نظارتی در همه کشورها است (۴۵). در رابطه با چالش‌هایی که در مسیر اجرای سیستم مدیریت ایمنی فرایند در کشورها و صنایع مختلف فرایندی، وجود دارد؛ حوزه‌های عملیاتی، ممیزی و منابع بیشترین تعداد چالش‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. از جمله چالش‌های مهم در حوزه عملیاتی، عدم وجود شیوه‌های عملیاتی شفاف و واضح یا عدم انطباق فرایندهای کاری با شیوه‌های کاری ایمن می‌باشد. چالش‌های حوزه منابع به کمبود نیروی متخصص و کارآمد و همچنین سرمایه‌گذاری اندک جهت آموزش افراد و اجرای سیستم مدیریت ایمنی فرایند کافی برمیگردد. از مهم‌ترین چالش‌های ممیزی و بررسی وضعیت اجرای الزامات مدیریت ایمنی فرایند عدم وجود شاخص‌های ارزیابی کارآمد و جهانی شده برای این سیستم می‌باشد. مقدار اطلاعات ایمنی فرایند موردنیاز سیستم‌های PSM/RMP قابل توجه است. تأسیسات کوچک ممکن است این اطلاعات را در یک مکان مرکزی در دسترس داشته باشند اما معمولاً در مناطق مختلف اطراف یک تأسیسات قرار دارند که نیازمند ادغام و جمع‌آوری دارند (۳۷). باتوجه‌به محدودیت دسترسی به داده‌ها، عدم وجود روند گزارش و ثبت حوادث و شبه حوادث، بخش پالایش نفت به عنوان یکی از صنایع مستعد رویداد در سطح جهان به عنوان پایه برای ارزیابی فرایند انتخاب شد (۳۸). ایمنی فرایند یک بحث چند رشته‌ای می‌باشد که نیاز به دانش مرتبط با شیمی، مکانیک، مهندسی برق، علوم انسانی و اجتماعی، علوم مدیریت و غیره دارد؛ بنابراین به طیف وسیعی از خطرات

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

توجه می‌کند که ممکن است از صنعتی به صنعت دیگر متفاوت باشد (۴۰). کارکنان در تمام سطوح یک سازمان، نقش‌ها، مسئولیت‌ها، دانش و تخصص‌های مختلفی را برای انجام توسعه، پیاده‌سازی و ارتقای سیستم مدیریت ایمنی فرایند دارند؛ بااین‌حال، عدم مشارکت کارکنان به علت عدم آگاهی آن‌ها از مشارکت بالقوه خود در PSM وجو دارد (۴۱). درصد قابل توجهی از حوادث در هنگام تعطیلی و چرخش، زمانی که استفاده از پیمانکاران رایج است، رخ می‌دهد. رویه‌های انتخاب پیمانکار اولیه معمولاً به خوبی مستند و انجام می‌شود؛ بااین‌حال، اغلب هیچ رویه رسمی برای ارزیابی دوره پیمانکاران وجود ندارد، یا رعایت نمی‌شود، به ویژه برای پیمانکارانی که رابطه طولانی مدت با تاسیسات دارند؛ بنابراین ممیزی برنامه‌ها، آموزش‌ها و مستندات ایمنی پیمانکاران باید طبق مقررات انجام شود و عملکرد در محل نیز باید بررسی شود (۳۷). صرف نظر از اثربخشی سیستم PSM، حوادث صنعتی عمده همچنان به دلیل خطای طراحی، خرابی مکانیکی، خطای انسانی، مدیریت تغییر ضعیف و... رخ می‌دهد و استفاده از سیستم‌های PSM به عنوان ابزاری برای اطمینان از تاسیس صنعت ذاتا ایمن و جلوگیری از حوادث بزرگ باید تشدید شود (۱۱). عدم رسیدگی کافی و به موقع به موارد اقدام، به طور کلی بزرگترین ضعف در برنامه‌های ایمنی فرایند است. اغلب موارد اقدام غیرعملی، نامرتبط بوده یا ارزش پیگیری را ندارند؛ بااین‌حال، سایر موارد اقدامی که به کمبودهای حیاتی رسیدگی می‌کنند، به دلیل محدودیت منابع، گاهی به تعویق می‌افتند که عواقب جدی داشته باشد. به عنوان یک قاعده کلی توصیه می‌شود که تمام موارد اقدام پذیرفته شده ظرف ۶ ماه بررسی شود و یک طرح اولویت بندی برای پرداختن به موارد اقدام مشخص شود (۳۷). بازرسی و آزمایش تجهیزات فرایند، تحت عنصر یکپارچگی مکانیکی موردنیاز است و ارزیابی امکان به تعویق انداختن آن بایستی بررسی و مستندسازی شود تا از به تعویق انداختن مستمر آن‌ها به دلایل تولید جلوگیری شود (۳۷). کارخانه‌های شیمیایی به طور کلی از چگونگی انجام و تکمیل تجزیه و تحلیل خطر فرایند، مدیریت تغییر، بررسی رویداد و...مطلع هستند ولی فرایندهای کاری برای اطمینان از تداوم و تکمیل آن‌ها ناقص است؛ بنابراین داشتن یک برنامه مدیریت ایمنی فرایند عملکردی ضروری می‌باشد (۵۰). انطباق با استاندارد PSM حتی برای خبره‌ترین اپراتورها به دلیل دامنه وسیع و ماهیت بسیار فنی این ۱۴ عنصر چالش برانگیز است (۲۵). چالش اصلی صنایع در انطباق و حفظ برنامه‌های ایمنی فرایند، در دسترس نبودن تکنیک‌های آسان و مؤثر است؛ بنابراین برای دستیابی به استانداردهای مقرر، رویه‌ها باید به گونه‌ای بازنگری و سخت‌تر شوند تا انطباق با مقررات ایجاد شود (۴۲). طبق گزارش CSB[1]، آمادگی اضطراری ناکافی، مسئول تبدیل یک عدم مهار کوچک به یک فاجعه در مقیاس گسترده است. یکی دیگر از مسائل مرتبط ممکن است قطع ارتباط احتمالی بین سیستم PSM و سیستم آمادگی و پاسخ اضطراری باشد (۷۰). خرابی مدیریت ایمنی فرایند در سراسر صنعت رایج است و ریشه بسیاری از این شکست‌ها به عدم درک و حمایت مدیریت ارشد بازمی‌گردد. همچنین منابع ناکافی، معیارهای نامناسب و انتظارات غیرواقع بینانه از دلایل چنین شکست‌هایی هستند.. ایمنی فرایند اغلب به منابع اضافی برای تاسیسات عملیاتی نیاز دارد و معیارهای خاصی باید برای سنجش ایمنی و یکپارچگی عملیات ایجاد شود. مدیریت گاهی اوقات عدم درک این اصول را از طریق گزارش‌های رسانه‌ای و سایر ارتباطات نشان می‌دهد. به ویژه، نظراتی مانند "ایمنی اولویت شماره یک ما است. به آمار ماه گذشته نگاه کنید" به وضوح این شکاف دانش بین ایمنی شغلی و ایمنی فرایند را نشان می‌دهد (۱۴). تصمیمات فنی حیاتی اغلب به مدیریت کارخانه یا عملیات واگذار می‌شود و در بسیاری از موارد بدون ارزیابی کامل ریسک به عنوان یک ورودی مهم اتخاذ می‌شوند. یک فرایند ارزیابی دقیق ریسک ممکن است از همه حوادث جلوگیری نکند، اما مطمئناً شانس اجتناب از تصمیمات نامناسب با نتایج فاجعه بار را بهبود

1. Chemial Safety Board

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

می‌بخشد (۴۸). در حال حاضر هیچ دوره ایمنی فرایند در دانشکده‌های فنی و مدارس تجاری تدریس نمی‌شود و در نتیجه، مهندسان جدیدی که در عملیات کارخانه و اپراتورها و تکنسین‌های سطح جدید کار می‌کنند، آموزش‌های محدود یا بدون آموزش در زمینه ایمنی فرایند دارند و مسئولیت اصلی آموزش این نیروهای جدید بر عهده خود شرکت استخدام‌کننده است. فقدان آموزش در اصول PSM به طور مستقیم بر اثربخشی برنامه‌های ایمنی فرایند در تأسیسات عملیاتی تأثیر می‌گذارد (۴۸). حدود یک سوم تمام حوادث CSB و حوادث تحت پوشش PSM سازمان OSHA دارای مسائل مربوط به نقص در تعمیر و نگهداری، بازرسی ناکافی، نگهداری پیشگیرانه ناکافی، و عدم وجود برنامه یکپارچگی مکانیکی یا ناکافی بودن آن است. برنامه‌های فعلی PSM به یکپارچگی تجهیزات می‌پردازد ولی هیچ مکانیزمی را برای اطمینان از رعایت الزامات برای همه تجهیزات حیاتی ایمنی مشخص نمی‌کند ،در نتیجه، طیف وسیعی از شیوه‌ها برای ارزیابی سلامت تجهیزات حیاتی ایمنی یا موانع، بدون شناخت عوامل تاثیرگذار بر آن‌ها استفاده می‌شود (۴۸). محدوده برنامه، یک عنصر حیاتی در اجرای برنامه ایمنی فرایند و کمک‌کننده به بازرسان OSHA و EPA و همچنین به کارکنان تأسیسات در درک محدودیت‌های پوشش تحت PSM و RMP است، اما اغلب تعریف نشده یا مستند نشده است (۳۷). برنامه‌های ایمنی فرایند به طور مستمر در حال تکامل هستند و شیوه‌های مکتوب اغلب از برنامه‌های اجرایی عقب می‌مانند؛ بنابراین شیوه‌های مکتوب باید به طور منظم بررسی شوند (سالانه توصیه می‌شود) تا از دقت اطمینان حاصل شود (۳۷). گزارش‌های حسابرسی اغلب بایگانی شده و فراموش می‌شوند. این مسئولیت مدیریت است که از پیگیری مؤثر یافته‌های حسابرسی اطمینان حاصل کند (۳۷). اکثر فرایندهای حسابرسی سیستم PSM را از یک رویکرد ناقص بدون درنظرگرفتن طراحی واقعی سیستم مدیریت یا اهداف سازمان مورد بررسی قرار می‌دهند. سیستم‌های مدیریت PSM و فرایند حسابرسی که آن‌ها را بررسی می‌کند باید از اصول اساسی تعریف شوند، از جمله: چه مدل مدیریتی استفاده خواهد شد؟ فرایند شامل کدام عناصر خواهد بود؟ آیا برنامه مبتنی بر مقررات است یا عملکرد محور؟ آیا اهداف عملکردی متعددی وجود دارد که باید برآورده شوند؟ چه شاخص‌های کلیدی عملکرد برای اندازه‌گیری عملکرد استفاده می‌شود؟ استفاده از یک سیستم امتیازدهی برای نتایج حسابرسی بسیار توصیه می‌شود (۵۸). در حالی که بیشتر شرکت‌ها ادعا می‌کنند که از بهبود مستمر حمایت می‌کنند، تعداد کمی از آنها در عمل موفق شده‌اند که این تا حدی به این دلیل است که هیچ دیدگاه روشنی از عملکرد PSM و بهبود مستمر وجود ندارد (۱۴، ۶۴). پویایی نیروی کار در حال تغییر منجر به کمبود کارگران ماهر و باتجربه شده است. برای صنایع بسیار مهم است که علاوه بر درک این موضوع، ساختارها و برنامه‌های سازمانی را ایجاد کنند که با تغییرات نیروی کار فنی در آینده سازگار شوند. به منظور ارائه پشتیبانی از کارکنان عملیاتی بی‌تجربه، شرکت‌ها باید به طور جدی به فکر بازگرداندن پرسنل باتجربه بازنشسته به مربیگری و راهنمایی اپراتورهای جوان برای رسیدگی به یادگیری آن‌ها باشند و آموزش‌های تخصصی، باید توسعه و ارائه شود (۴۸). کارکنان تسهیلات (شامل حقوق بگیر و ساعتی) اغلب درک خوبی از الزامات برنامه ایمنی فرایند ندارند که این می‌تواند منجر به عدم اعمال یا استفاده نامناسب از الزامات برنامه شود. مشارکت فعال کارکنان در PHAها، بررسی‌های رویداد، و جلسات بررسی ایمنی و ارائه دسترسی به اطلاعات ایمنی، درک و تأکید بر اهمیت الزامات برنامه را از منظر مقرراتی و ایمنی تسهیل می‌کند (۳۷).

نتیجه گیری

برنامه‌های مدیریت ایمنی فرایند در طول سال‌ها بهبود یافته‌اند و پیاده‌سازی آنها مؤثرتر شده است؛ ولی بااین‌حال، حوادث هنوز اتفاق می‌افتد و با رشد و تقاضای پیش‌بینی‌شده، این احتمال وجود دارد که تعداد حوادث نیز افزایش خواهد یافت. برای دستیابی به تعالی در ایمنی فرایند و حفظ آن

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]
[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

نگاهی عمیق به موضوعات مقررات مبتنی بر علم، شایستگی، برتری عملیاتی و درس گرفتن از حوادث ضروری است. کاهش شدت رویدادهای شیمیایی فرآیندی و افزایش بهره وری از مهمترین دستاوردهای پیاده‌سازی PSM به شمار می‌روند. از زمان ظهور موضوع ایمنی فرایند، مدل‌های مختلفی پیشنهاد شده است که از بین ۲۱ مدل سیستم PSM پیشنهادی، مدل سیستم مدیریت ایمنی فرایند یکپارچه (IPSMS[1]) قوی‌ترین سیستم PSM در نظر گرفته شد؛ زیرا تقریباً به هر حوزه کلیدی در مورد ایمنی فرایند پرداخته است و ۲۶ ویژگی اساسی سیستم‌های مدیریت ایمنی فرایند را دارا می‌باشد. این سیستم با استفاده از چارچوب PDCA طراحی شده است، در حالی که استراتژی پیاده‌سازی آن از مدل انضباطی عملیاتی سه جانبه DuPont که شامل سه جنبه اصلی پرسنل، فناوری و امکانات می‌باشد، تبعیت می‌کند. بااین‌حال صرفاً انطباق با الزامات قانونی یا عناصر سیستم مدیریت ایمنی فرایند کافی نبوده؛ بلکه هر کشور یا ناحیه می‌بایست باتوجه‌به شرایط محیطی و کاری خود، سیستم مدیریت ایمنی فرایند را بومی‌سازی کرده و صنایع شیمیایی فرایندی را ملزم به رعایت آن کند.

1. Integrated Process Safety Management System

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از دانشگاه علوم پزشکی تبریز و شرکت گاز استان آذربایجان شرقی که در انجام و ارتقای کیفی این مطالعه یاری دادند، اعلام کنند. این مقاله از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای که به تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تبریز (کد اخلاق: IR.TBZMED.REC.1402.440)رسیده، استخراج شده است.

REFERENCES

1. Knegtering B, Pasman HJ. Safety of the process industries in the 21st century: A changing need of process safety management for a changing industry. J Loss Prev Process Ind. 2009;22(2):162-8.
2. Shanmugam K, Razak MA. Assessment on process safety management implementation maturity among major hazard installations in Malaysia. Process Saf Environ Prot. 2021;149:485-96.
3. Herman AM, Jeffress C. Process safety management. USD o Labor, Ed, ed. 2000.
4. Cassidy K. Guidelines for Investigating Chemical Process Incidents, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers AIChE, 2003 452 pp plus CD Rom,£ 118, ISBN 0 8169 08974. Elsevier; 2004.
5. Kumar S. Evolution of Process Safety Management. Indian Chem Eng. 2014;56(1):61-70.
6. Morrison D, Fecke M, Martens J. Migrating an incident reporting system to a CCPS process safety metrics model. J Loss Prev Process Ind. 2011;24(6):819-26.
7. Zhu CL, Zhu JY, Wang L, Mannan MS. Lessons learned from analyzing a VCE accident at a chemical plant. J Loss Prev Process Ind. 2017;50:397-402.
8. Pitblado R. Global process industry initiatives to reduce major accident hazards. J Loss Prev Process Ind. 2011;24(1):57-62.
9. Yoo BT, Shim WS. Evaluating the Efficiency of the Process Safety Management System through Analysis of Major Industrial Accidents in South Korea. Processes. 2023;11(7).
10. Long LA. History of Process Safety at OSHA. Process Saf Prog. 2009;28(2):128-30.
11. Kwon H. The effectiveness of process safety management (PSM) regulation for chemical industry in Korea. J Loss Prev Process Ind. 2006;19(1):13-6.
12. Safety AIoCECfCP. Guidelines for risk based process safety: Wiley-AIChE; 2007.
13. Schreiber S. Guidelines for technical management of chemical process safety. Plant Oper Prog. 1991;10(2):65-8.
14. Kelly BD. Why Process Safety Programs Sometimes Fail. Process Saf Prog. 2011;30(4):307-9.
15. Silaipillayarputhur K. Process safety management in manufacturing industries a review. Int J Eng Technol. 2018;7(2):540-3.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

16. Elke HC, editor Application of the process safety management standard in Canada. ASSE Prof Dev Conf Expo; 2007: ASSE.
17. Walter R, Foottit R, Nelson B. PSM System Upgrade in Response to an Occupational Safety and Health Administration NEP Inspection. Process Saf Prog. 2009;28(4):338-42.
18. Yew KH, Hassan MF, Azmi MS, Hanida A, Sujendran S. Software Systems in Implementation of Process Safety at Chemical Process Industry. 2014.
19. DeWolf GB. Process safety management in the pipeline industry: parallels and differences between the pipeline integrity management (IMP) rule of the Office of Pipeline Safety and the PSM/RMP approach for process facilities. J Hazard Mater. 2003;104(1-3):169-92.
20. Hovden J, Lie T, Karlsen JE, Alteren B. The safety representative under pressure. A study of occupational health and safety management in the Norwegian oil and gas industry. Saf Sci. 2008;46(3):493-509.
21. Knijff P, Allford L, Schmelzer P. Process Safety Leading Indicators-A Perspective From Europe. Process Saf Prog. 2013;32(4):332-6.
22. Ismail Z, Kong KK, Othman SZ, Law KH, Khoo SY, Ong ZC, et al. Evaluating accidents in the offshore drilling of petroleum: Regional picture and reducing impact. Measurement. 2014;51:18-33.
23. Halim SZ, Mannan MS. A journey to excellence in process safety management. J Loss Prev Process Ind. 2018;55:71-9.
24. Brackey AC. Process safety management: 21 years plus or minus: What i wish i'd known then and what we can't afford to forget now! Process Saf Prog. 2013;32(3):260-3.
25. Cunio C, Melhem G. A Guide to the Legal Framework of the PSM Standard for Engineers. Process Saf Prog. 2014;33(2):152-5
26. Louvar JF. Improving the effectiveness of process safety management in small companies. Process Saf Prog. 2008;27(4):280-3.
27. Louvar J. How to prevent process accidents. Process Saf Prog. 2011;30(2):188-90.
28. Norton KD, Saura MB, Scholtz CR. Safety Management Systems at Unregulated Upstream Oil and Gas Facilities. Process Saf Prog. 2014;33(3):259-64.
29. Norouzi M, Jahangiri M, Chubineh A, Nariman Nejad A. Comparative Study of Process Safety Management System (PSM) Requirements with OHSAS18001 and HSE Systems (OH&S) and its Implementation in a Company Petrochemical Company of Iran. J Health Syst Res. 2012;8(4).
30. Eljack F, Kazi M-K. Process safety and abnormal situation management. Curr Opin Chem Eng. 2016;14:35-41.
31. Grochtdreis T, Brettschneider C, Wegener A, Watzke B, Riedel-Heller S, Haerter M, et al. Cost-effectiveness of collaborative care for the treatment of depressive disorders in primary care: a systematic review. PLoS One. 2015;10(5):e0123078.
32. Campos CJG. Content analysis: a qualitative data analysis tool in health care. Rev Bras Enferm. 2004;57:611-4.
33. Liamputtong P. Qualitative data analysis: conceptual and practical considerations. Health Promot J Austr. 2009;20(2):133-9.
34. Smith J, Firth J. Qualitative data analysis: the framework approach. Nurse Res. 2011;18(2).
35. Chang JI, Liang CL. Performance evaluation of process safety management systems of paint manufacturing facilities. J Loss Prev Process Ind. 2009;22(4):398-402.
36. Ma C, Chen W, Hung C. How to implement the occupational health & safety management system. Foundation of Taiwan Industrial Service Taipei. 2001.
37. Birkmire JC, Lay JR, McMahon MC. Keys to effective third-party process safety audits. J Hazard Mater. 2007;142(3):574-81.
38. Anwar Z, Mustafa A, Ali M. Appraisal of process safety management practices in refining sector of Pakistan. Process Saf Environ Prot. 2019;128:36-40.
39. Khan F, Abunada H, John D, Benmosbah T. Development of Risk-Based Process Safety Indicators. Process Saf Prog. 2010;29(2):133-43.
40. Vechot LN, Olewski T, Al-Qahtani AH. Development and implementation of a process safety competency development program (PSCDP) for process safety engineers: A unique collaboration between industry (SABIC) and academia (MKOPSC). J Loss Prev Process Ind. 2022;80.
41. Majid NDA, Zaini D, Shariff AM. Managing employee participation based on OSHA's process safety management requirements. Int J Eng Technol. 2018;7(3):13-8.
42. Majid NDA, Shariff AM, Rusli R. Process Safety Management (PSM) for managing contractors in

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]

process plant. J Loss Prev Process Ind. 2015;37:82-90.
43. Kwon HM, Lee CJ, Seo D, Moon I. Korean experience of process safety management (PSM) regulation for chemical industry. J Loss Prev Process Ind. 2016;42:2-5.
44. Shariff AM, Aziz HA, Majid NDA. Way forward in Process Safety Management (PSM) for effective implementation in process industries. Curr Opin Chem Eng. 2016;14:56-60.
45. Shin IJ. The effective control of major industrial accidents by the Major Industrial Accident Prevention Centers (MAPC) through the Process Safety Management (PSM) grading system in Korea. J Loss Prev Process Ind. 2013;26(4):803-14.
46. Collins RL. Process Safety Management-What Is Your Goal? Process Saf Prog. 2010;29(3):270-2.
47. Omidi L, Dolatabad KM, Pilbeam C. Differences in perception of the importance of process safety indicators between experts in Iran and the West. J Saf Res. 2023;84:261-72.
48. Behie SW, Halim SZ, Efaw B, O'Connor TM, Quddus N. Guidance to improve the effectiveness of process safety management systems in operating facilities. J Loss Prev Process Ind. 2020;68:104257.
49. Majid NDA, Shariff AM. Incident investigation work-aid tool for process safety management compliance in process industries. Process Saf Prog. 2020;39.
50. Hanchey K, Thompson JR. The Challenge to Implement and Maintain an Effective PSM Program. Process Saf Prog. 2011;30(4):319-22
51. Norozi Ma, Jahangiri M, Choobineh A, Narimannejad A. Feasibility study of implementing process safety management (PSM) requirements in an Iranian petrochemical company. Int J Occup Hyg. 2013;5(2):71-5.
52. Aziz HA, Shariff AM, Rusli R. Interrelations Between Process Safety Management Elements. Process Saf Prog. 2017;36(1):74-80.
53. Shamim MY, Buang A, Anjum H, Khan MI, Athar M. Development and quantitative evaluation of leading and lagging metrics of emergency planning and response element for sustainable process safety performance. J Loss Prev Process Ind. 2019;62.
54. Tong RP, Yang XS, Zhao H, Parker T, Wang QS. Process safety management in China: Progress and performance over the last 10 years and future development. Process Saf Prog. 2020;39(4).
55. King C. The importance of leadership and management in process safety. Process Saf Prog. 2013;32(2):179-84.
56. Early WF. Database management systems for process safety. J Hazard Mater. 2006;130(1-2):53-7.
57. Palmer PJ. Evaluating and assessing process hazard analyses. J Hazard Mater. 2004;115(1-3):181-92.
58. Moore DA, Hazzan MJ, Heller DM, Rose MR. Enterprise PSM Development, Implementation, and Auditing. Process Saf Prog. 2015;34(1):94-9.
59. Swuste P, Theunissen J, Schmitz P, Reniers G, Blokland P. Process safety indicators, a review of literature. J Loss Prev Process Ind. 2016;40:162-73.
60. Cummings DE. The Evolution and Current Status of Process Safety Management Metrics. Process Saf Prog. 2009;28(2):147-55.
61. Long LA, Marshall ML, Lay J. Update on OSHA's PSM National Emphasis Programs. Process Saf Prog. 2011;30(4):303-6.
62. Majid NDA, Shariff AM, Rusli R, Azman KI. Trade Secret Model Based on OSHA Process Safety Management Requirement. Procedia Eng. 2016;148:1089-95.
63. Aziz HA, Shariff AM, Rusli R. Managing process safety information based on process safety management requirements. Process Saf Prog. 2014;33(1):41-8.
64. Arendt S. Continuously improving PSM effectiveness - A practical roadmap. Process Saf Prog. 2006;25(2):86-93.
65. Rashid MI, Ramzan N, Iqbal T, Yasin S, Yousaf S. Implementation Issues of PSM in a Fertilizer Plant: An Operations Engineer's Point of View. Process Saf Prog. 2013;32(1):59-65.
66. Liaw HJ. Lessons in Process Safety Management Learned in the Kaohsiung Gas Explosion Accident in Taiwan. Process Saf Prog. 2016;35(3):228-32.
67. Harrington KH, Thomas HW, Kadri S. Using Measured Performance as a Process Safety Leading Indicator. Process Saf Prog. 2009;28(2):195-9.
68. Kadri SH, Jones DW. Nurturing a strong process safety culture. Process Saf Prog. 2006;25(1):16-20.
69. Goddard S. Preparing for process safety management. Process Saf Prog. 2012;31(4):355-8.
70. Behie SW, Halim SZ, Efaw B, O'Connor TM, Quddus N. Guidance to improve the effectiveness of process safety management systems in operating facilities. J Loss Prev Process Ind. 2020;68.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-01]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17148]