Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 6, Issue 4, Winter 2020, Pages: 10-17

Original Article

doi: 10.52547/johe.6.4.10

Identification and Assessment of the Effective Factors on the Occurrence of the Environmental Events Caused by the Construction and Operation of Gas and Steam Power Plants (Case Study: MAPNA Group)

Shahram Mahmoudi Herris[1], Hanieh Nikoomaram[2,*], Farhad Ghaffari[3], Mohammadreza iriM Lavasani[2]

[1] *PhD Student, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

[2] *Assistant Professor, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

[3] *Associate Professor, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

**** Corresponding Author:** Hanieh Nikoomaram, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: hani.nikoo@gmail.com*

Received: 24/06/2019
Accepted: 13/10/2019

How to Cite this Article:
Mahmoudi Herris S, Nikoo-maram H, Ghaffari F, iriM Lavasani M. Identification and Assessment of the Effective Factors on the Occurrence of the Environmental Events Caused by the Construction and Operation of Gas and Steam Power Plants (Case Study: MAPNA Group). *J Occup Hyg Eng*. 2020; 6(4): 10-17. DOI: 10.52547/johe.6.4.10

Abstract

Background and Objective: One of the major consequences of incidents in today's industries, especially those associated with high quantities and a wide range of chemicals, is the widespread environmental degradation. Therefore, identifying the effective factors in the occurrence of incidents and analyzing the complex interrelationship between them is an important and fundamental topic in accident analysis and a way of preventing them from occurring.

Materials and Methods: The present research was a descriptive-analytic study that aimed to analyze the environmental events occurring in the MAPNA group (Iran Power Plant Project Management). The main tool for the analysis of selected environmental incidents was the Tripod Beta technique, which identifies the causes of events at three levels of obvious causes, pre-conditions, and hidden causes.

Results: In the current study, out of 96 analyzed accidents, 533 pre-conditions and 1,592 hidden causes were identified. Of all the hidden causes, the subject of repair and maintenance management had the highest frequency. In addition, among the identified hidden causes, the most important cause was inadequate specifications and equipment-related requirements.

Conclusion: Emphasis on the amelioration of the hidden causes by taking into account the system lifecycle, focusing on the promotion of the safety levels in the design phase, as well as regarding the importance of adopting appropriate risk-based maintenance and repair strategies, were the main suggestions of the present study.

Keywords: Accident Analysis; Environment; Power Plant

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.52547/johe.6.4.10]

Copyright © 2020 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

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.6.4.10

شناسایی و ارزیابی عوامل اثرگذار بر وقوع حوادث محیط زیستی ناشی از فعالیت‌های ساخت و بهره‌برداری نیروگاه‌های گاز و بخار (مطالعه موردی: گروه مپنا)

شهرام محمودی هریس[۱]، هانیه نیکومرام[۲،*]، فرهاد غفاری[۳]، محمدرضا میری لواسانی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[۲] استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[۳] دانشیار، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** هانیه نیکومرام، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. ایمیل: hani.nikoo@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۲۱

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: یکی از اصلی‌ترین پیامدهای ناشی از رخداد حوادث در صنایع امروزی- به‌ویژه آن دسته از حوادث که با کمیت و طیف وسیعی از مواد شیمیایی در ارتباط هستند- تخریب وسیع محیط زیست می‌باشد؛ از این رو شناسایی عوامل اثرگذار بر ایجاد حوادث و تحلیل روابط پیچیده و متقابل بین آن‌ها موضوعی مهم و اساسی بوده و راهی برای پیشگیری از بروز آن‌ها به شمار می‌رود.

مواد و روش‌ها: مطالعه توصیفی- تحلیلی حاضر با هدف تجزیه و تحلیل فرایندی حوادث محیط زیستی در گروه مپنا (مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران) انجام شد. ابزار اصلی تجزیه و تحلیل حوادث محیط زیستی منتخب، روش Tripod-β بود که دلایل حوادث را در سه سطح آشکار، پیش‌شرایط و پنهان مشخص می‌کند.

یافته‌ها: برای ۹۶ حادثه تحلیل‌شده در این پژوهش، ۵۳۳ پیش‌شرایط و ۱۵۹۲ علت پنهان شناسایی گردید. از مجموع دلایل پنهان، موضوع مدیریت تعمیرات و نگهداری دارای بالاترین تکرار بودند. همچنین در بین دلایل پنهان شناسایی‌شده، مهم‌ترین علت ناکافی‌بودن ویژگی‌ها و الزامات مربوط به ابزار یا تجهیزات بود.

نتیجه‌گیری: تأکید بر اصلاح دلایل پنهان با درنظرگرفتن چرخه عمر سیستم و تمرکز بر ارتقای سطح ایمنی در فاز طراحی و همچنین توجه به اتخاذ استراتژی‌های مناسب نگهداری و تعمیر مبتنی بر ریسک از پیشنهادات اصلی مطالعه حاضر بود.

واژگان کلیدی: تحقیقات حوادث؛ محیط زیست؛ نیروگاه

مقدمه

استفاده درست از مواهب طبیعی و منافع و منابع متنوع آن حقی طبیعی و همگانی می‌باشد. در این راستا ضروری است که استفاده و بهره‌برداری از منابع طبیعی به نحوی انجام شود که منجر به نابودی منابع اصلی یعنی آب، خاک، هوا و غیره نگردد و آسیب‌های جبران‌ناپذیری را بر جامعه و نسل بشری وارد نسازد [۱]. با این وجود، در دهه‌های اخیر به دنبال توسعه و پیشرفت‌های سریع در فناوری‌های نوین و دستیابی به انرژی و مواد شیمیایی جدید و غیره، فرایند رشد اقتصادی در مسیری حرکت کرده است که منجر به آسیب شدید محیط زیست شده است [۲]. یکی از اصلی‌ترین پیامدهای ناشی از رخداد حوادث در صنایع امروزی- به‌ویژه آن دسته که با کمیت و طیف وسیعی از مواد شیمیایی در ارتباط می‌باشند- تخریب وسیع محیط زیست است. این موضوع در کنار موارد مشابهی نظیر گرمایش زمین، انقراض گونه‌های گیاهی و جانوری، آلودگی‌های آب و خاک و غیره به یکی از دغدغه‌های اصلی در سطح بین‌المللی تبدیل شده است [۳،۴]. کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد؛ برای مثال، ایران در میان ۱۰ کشور اول جهان در زمینه آلودگی هوا قرار دارد و در مسائلی همچون فرونشست زمین، نابودی تالاب‌ها و بیابان‌زایی، غالباً در شمار ۱۰ کشور اول دنیا محسوب می شود [۵]. مطالعات متعدد انجام‌شده در این زمینه، پیامدهای نامطلوب محیط زیستی فراوانی را به صنایع و حوادث مرتبط با آن‌ها نسبت داده‌اند [۶-۸].

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.52547/johe.6.4.10]

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، شناسایی عوامل اثرگذار بر ایجاد حوادث و تحلیل روابط پیچیده و متقابل بین آن‌ها موضوعی مهم و اساسی در واکاوی حوادث بوده و راهی برای پیشگیری از بروز آن‌ها به شمار می‌رود [۹]. هرچند در مطالعات مختلف از روش‌های متفاوتی برای تجزیه و تحلیل حوادث و شناسایی و ارزیابی فاکتورهای اثرگذار بر آن‌ها استفاده شده است؛ اما در نتایج حاصل از این بررسی‌ها، تنها به برخی از دلایل حوادث محیط زیستی اشاره شده و الگو و رویکردی برای پیشگیری و پیش‌بینی آن‌ها ارائه نگردیده است [۱۰،۱۱]؛ بنابراین استفاده از رویکردی جامع که بتواند در ابتدا تمامی دلایل بروز حوادث (دلایل مستقیم، پیش‌نیازها و دلایل پنهان) را مورد بررسی قرار داده و شناسایی نماید، سپس کنش‌ها و اثرات متقابل این متغیرها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد، میزان اثر و سهم هریک از دلایل در بروز حادثه را مشخص کند و الگو و مدلی را برای پیش‌بینی و پیشگیری از حوادث ارائه نماید می‌تواند در مدیریت چنین حوادثی بسیار سودمند و مؤثر باشد [۱۲].

یکی از ابزارهای مهم در زمینه پیشگیری از حوادث محیط زیستی، استفاده از روش مناسب و جامع به‌منظور ریشه‌یابی حوادث می‌باشد. در حال حاضر روش‌های متعددی برای آنالیز حوادث معرفی شده‌اند که هرکدام دارای نقاط قوت و ضعف مختلفی می‌باشند. اغلب این روش‌ها تنها به برخی از سطوح دلایل حوادث محیط زیستی اشاره نموده و اثرات متقابل عوامل و سهم متغیرها در بروز حوادث را مشخص نمی‌کنند [۱۳] که این امر ارائه راه‌کارهای اصلاحی برای کاهش نرخ تکرار و شدت حوادث را بسیار دشوار می‌نماید.

با توجه به مطالب بیان‌شده، مطالعه حاضر با هدف تجزیه و تحلیل جامع حوادث محیط زیستی، شناسایی و درک دلایل مستقیم، پیش‌نیازها و دلایل پنهان حوادث و نیز شناسایی ابعاد مختلف این متغیرها صورت گرفت تا بدین‌طریق بتواند گامی مؤثر در زمینه پیشگیری و کنترل حوادث محیط زیستی و صیانت از سرمایه‌های اعتباری، انسانی، مالی و محیط زیستی بردارد.

مواد و روش‌ها

مطالعه توصیفی- تحلیلی حاضر با هدف تجزیه و تحلیل حوادث محیط زیستی رخداده در سایت‌های مختلف گروه مپنا طی ۱۰ سال گذشته انجام شد. لازم به ذکر است که گروه مپنا در زمینه توسعه و ساخت نیروگاه‌های حرارتی و پروژه‌های نفت و گاز و ریلی فعالیت می‌کند.

اجرای این طرح در چهار مرحله به شرح زیر صورت گرفت:

گام اول: شناسایی حوادث محیط زیستی گروه مپنا و استخراج داده‌های مربوطه

هدف گام نخست این بود که تصویر روشنی از آنچه وجود دارد را ارائه دهد. در این مرحله از طریق بررسی اطلاعات و گزارش‌های موجود در مورد حوادث زیست محیطی از طریق بانک‌های اطلاعاتی در دسترس و روش‌های کتابخانه‌ای به جمع‌آوری داده‌های موجود پرداخته شد. بدین‌منظور داده‌های مربوط به حوادث محیط زیستی طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ در سایت‌های مختلف گروه مپنا در پنج بخش عملیاتی گروه شامل: بخش‌های برق (که وظیفه ساخت نیروگاه‌های حرارتی و بادی را بر عهده دارد)، تولید (که در زمینه تولید تجهیزات اصلی نیروگاه‌های حرارتی شامل: توربین‌های گاز و بخار، پره‌توربین‌های گاز و بخار، بویلرهای بازیافت حرارتی، ژنراتور و غیره فعالیت می‌کند)، نفت و گاز (با وظیفه اکتشاف و ساخت پالایشگاه و پتروشیمی)، حمل و نقل ریلی (که در حوزه ساخت انواع لکوموتیوهای مسافربری، باری، مانوری و غیره فعال است) و پروژه‌های سرمایه‌گذاری با وظیفه ساخت و مالکیت پروژه‌ها با هدف خصوصی‌سازی جمع‌آوری گردید.

علاوه‌براین به‌منظور بررسی دقیق‌تر و استخراج برخی از داده‌ها، با کارکنان مرتبط با حوادث رخداده در گروه مپنا مصاحبه، بحث و تبادل نظر انجام شد.

گام دوم: غربال‌گری و طبقه‌بندی حوادث محیط زیستی

در گام دوم غربالگری و طبقه‌بندی حوادث محیط زیستی و استخراج اطلاعات مورد نیاز از آن‌ها انجام شد. در این گام، حوادث براساس شدت پیامدها و احتمال وقوع، غربالگری و طبقه‌بندی گردیدند. بدیهی است که اولویت‌بندی براساس گروه‌های زیر انجام شد:

- حوادثی که با رویکرد مدیریت ریسک، هم شدت پیامد و هم احتمال وقوع بالایی داشتند، در اولویت اول قرار دارند. این شدت پیامد می‌تواند مطابق با ماتریس ریسک گروه مپنا و براساس میزان آسیب به سرمایه‌های سازمانی (اعتبار، محیط زیست، افراد و تجهیزات) تعیین شود. شایان ذکر است که احتمال وقوع در پنج سطح A (پایین‌ترین احتمال وقوع) تا D (بالاترین احتمال وقوع) تقسیم‌بندی می‌گردد. بدین‌ترتیب، اولویت‌بندی حوادث به‌صورت زیر انجام می‌شود:
- حوادثی که در محدوده قرمز ماتریس قرار دارند.
- حوادثی که در محدوده نارنجی ماتریس قرار دارند.
- حوادثی که در محدوده زرد ماتریس قرار دارند.

در نهایت، حوادث مورد نظر براساس آیین‌نامه حوادث خاص گروه مپنا و نواحی قرمز ماتریس ریسک انتخاب گردیدند.

گام سوم: تجزیه و تحلیل حوادث محیط زیستی منتخب به کمک روش تریپود بتا

گام سوم این مطالعه شامل تجزیه و تحلیل و طبقه‌بندی عوامل مختلف (مستقیم، پیش‌نیاز و پنهان) مؤثر در بروز حوادث محیط زیستی با استفاده از روش تریپود بتا بود [۱۴-۱۶]. در این

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.52547/johe.6.4.10]

مرحله ابعاد مختلف تمامی متغیرهای بروز حوادث مورد بررسی قرار گرفته و طبقه‌بندی شدند.

تریپود بتا روشی است که در شناسایی دلایل ریشه‌ای حوادث کاربرد دارد. این روش یک روش گرافیکی است که با استفاده از اشکال و ارتباطات گرافیکی بین اشکال، به دنبال ترسیم توالی رویدادهای منجر به حادثه و شناسایی دلایل مستقیم و پنهان آن می‌باشد.

این روش ساختار درخت‌واره‌ای دارد که پیکره اصلی آن از سه واژه عامل تغییر، هدف و واقعه تشکیل شده است (شکل ۱). در فاز دوم ساخت این درخت‌واره، موانع و اقدامات کنترلی ضروری که یا وجود نداشته و یا اشتباه عمل نموده‌اند به آن اضافه می‌شوند.

در فاز نهایی، مسیرهای دلایل بروز حادثه (دلایل مستقیم یا بی‌واسطه، پیش‌شرط‌ها و دلایل ریشه‌ای یا پنهان) برای هر رویداد نشان داده می‌شود. طبقه‌بندی دلایل پنهان در این روش به‌صورت زیر می‌باشد:

۱.سخت‌افزار (Hardware-HW): خطا در کیفیت مواد یا ساخت، در دسترس نبودن سخت‌افزارهای لازم و خطاهای مربوط به فرسودگی سیستم

۲.طراحی (Design-DE): خطا در جانمایی یا طراحی تأسیسات، تجهیزات، دستگاه‌ها، ایستگاه‌ها و ابزارها که منجر به استفاده نادرست یا رفتار غلط شده و احتمال رفتار اشتباه را افزایش می‌دهد.

۳.مدیریت نگهداری (Maintenance Management-MM): خطاهای سیستم برای حصول اطمینان از یکپارچگی تأسیسات، تسهیلات، دستگاه‌ها، تجهیزات و ابزار مانند پایش شرایط، موانع ایجادشده برای خوردگی، آزمون و تأیید تجهیزات و غیره خطاهای مربوط به اجرای تعمیرات نگهداری در سایر دلایل پنهان جای می‌گیرند.

۴.روش‌های اجرایی (Procedures-PR): روش‌های نادرست برای اجرای فعالیت‌ها و روش‌های اجرایی غیرشفاف، غلط یا غیراستاندارد برای انجام یک وظیفه

۵.شرایط تقویت‌کننده خطا (Error Enforcing Conditions-EC): فاکتورهایی مانند فشار و استرس زمانی و تغییر در الگوها و شرایط فیزیکی کار (گرما، سرما، سر و صدا و غیره) که بتوانند بر عملکرد فرد تأثیر بگذارند و احتمال بروز خطا را افزایش دهند.

۶.ضبط و ربط کارگاهی (Housekeeping-HK): نقایص مربوط به نظم و انضباط در محیط کار، تأمین فضا و منابع کافی، جمع‌آوری ضایعات و غیره

۷.اهداف ناسازگار (Incompatible Goals-IG): خطا در مدیریت تضادها و اهداف سازمانی مانند سطح تولید و ایمنی؛ این ناسازگاری ممکن است بین روش‌های اجرایی مکتوب و روش واقعی انجام کار نیز مشاهده شود.

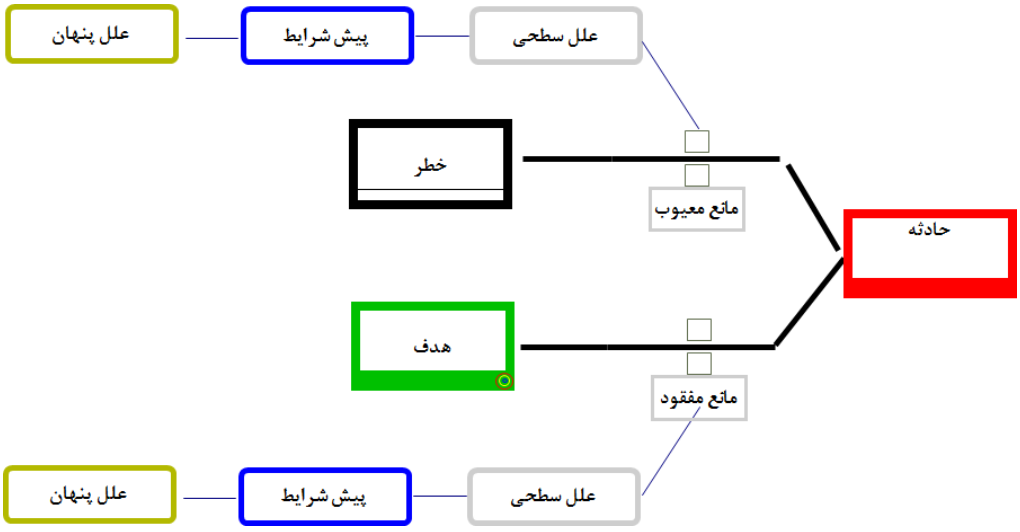
۸.ارتباطات (Communication-CO): خطا در انتقال اطلاعات لازم برای اجرای ایمن و مؤثر فعالیت‌ها و سازماندهی وظایف به شکل شفاف و غیرمبهم

۹.سازماندهی (Communication-CO): نقص و خطا در ساختار شرکت یا روش انجام کار که سبب می‌شود مسئولیت‌ها مبهم شوند و به هشدارها توجه نگردد.

۱۰.آموزش (Training-TR): نقص در سیستم برای تأمین آگاهی، دانش و مهارت لازم در افراد برای انجام وظیفه در سازمان

۱۱.لایه‌های دفاعی (Defenses-DF): خطا در سیستم‌ها، تأسیسات و تجهیزات برای کنترل یا محصور نگه‌داشتن منابع خطر و یا کاهش پیامدهای خطر برای عناصر انسانی یا تجهیزاتی

لازم به ذکر است که حوادث منتخب به کمک روش یادشده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و دلایل وقوع مربوطه به تفکیک سطوح شناسایی شدند.



شکل ۱: درخت‌واره روش تریپود بتا

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.52547/johe.6.4.10]

یافته‌ها

در آغاز پژوهش به‌منظور انجام تحلیل و بررسی‌های مورد نیاز می‌بایست حوادثی با پیامدهای زیست محیطی (مستقیم و غیرمستقیم) مورد شناسایی قرار می‌گرفت. در این مطالعه با توجه به مطالب طرح‌شده، چک‌لیست تکمیل‌شده مربوط به حوادث محیط زیستی در سایت‌های مختلف گروه مپنا جمع‌آوری گردید. در مجموع از میان ۱۹۷ رویداد، ۸۵ حادثه مربوط به گروه برق، ۷۰ حادثه مربوط به گروه تولید، ۲۲ حادثه مربوط به گروه نفت و گاز، ۱۷ حادثه مربوط به گروه حمل و نقل ریلی و سه حادثه مربوط به بخش پروژه‌های سرمایه‌گذاری بودند. پس از شناسایی حوادث، غربالگری صورت پذیرفت. در این مرحله پس از طراحی یک چک‌لیست اختصاصی و قراردادن تمامی حوادث خاص گروه در آن، ۱۰۱ حادثه که فاقد هرگونه پیامدهای زیست محیطی بودند و تنها در طبقه حوادث انسانی، تجهیزاتی و یا اعتباری قرار می‌گرفتند از مسیر تحلیل خارج شدند؛ در نتیجه از میان ۱۹۷ حادثه، ۹۶ حادثه تجزیه و تحلیل گردیدند که از میان آن‌ها ۳۷ حادثه مربوط به گروه برق، ۵۰ حادثه مربوط به گروه تولید، پنج حادثه مربوط به گروه نفت و گاز، یک حادثه مربوط به گروه حمل و نقل ریلی و سه حادثه مربوط به بخش پروژه‌های سرمایه‌گذاری بودند. از جمله حوادث منتخب در گروه‌های مختلف می‌توان به مواردی نظیر آتش‌سوزی در مخازن ذخیره گازوئیل، نشت مواد شیمیایی، ازکارافتادن تجهیزات پالایش هوا و غیره اشاره کرد.

براساس روش تریپود بتا، هر حادثه‌ای که به دلیل فقدان و یا نقص در موانع دفاعی اتفاق افتاده باشد، دارای پیش‌شرایط نبوده و به‌طور مستقیم دلایل پنهان آن شناسایی و تحلیل می‌شود. مطابق با تجزیه و تحلیل‌های صورت‌گرفته براساس جداول پیش‌نیازها، ۵۳۳ پیش‌شرایط برای ۹۶ حادثه تحلیل‌شده شناسایی گردید که نتایج آن در جدول ۱ خلاصه شده است.

در این مطالعه ۱۵۹۲ نقص پنهان شناسایی گردید. از مجموع دلایل پنهان، موضوع مدیریت تعمیرات و نگهداری دارای بالاترین تکرار بود. موضوعات طراحی و سازماندهی نیز از فراوانی قابل‌توجهی برخوردار بودند؛ به‌طوری که این سه موضوع در مجموع ۵۹ درصد از دلایل پنهان را در میان این ۹۶ حادثه شامل می‌شدند (جدول ۲):

علاوه‌براین در بین نقص‌های پنهان شناسایی‌شده، مهم‌ترین علت پنهان، ناکافی‌بودن ویژگی‌ها و الزامات مربوط به ابزار یا تجهیزات بود. نتایج در جدول ۳ به‌طور خلاصه بیان شده‌اند.

جدول ۱: تعداد پیش‌شرایط‌های شناسایی‌شده

پیش‌شرایط اصلی	زیرگروه پیش‌شرایط							
	A	B	C	D	E	F	G	مجموع
تأسیسات، تجهیزات و ابزار	۱	۰	۰	۱	۳	۱۰	۸	۲۸
تأسیسات، تجهیزات و ابزار	۴۲	۲۳	۸	۲۸				۱۰۱
روش اجرایی، ساختار و مجوزهای کاری	۸	۱	۱	۵				۱۵
شرایط تحمیلی نامناسب	۲۲	۲	۰	۴	۴			۳۴
محیط کار	۰	۷	۴					۱۱
آگاهی، آموزش و صلاحیت	۱۱	۸	۰					۱۹
عدم سازگاری بین اهداف	۵	۲۲	۲۱	۲۰	۱۰			۷۸
اطلاعات و ارتباطات	۶	۰	۱	۰	۴			۱۱
مسئولیت‌پذیری و سازماندهی	۴۵	۵	۳	۲۰	۲۰	۷	۱۹	۱۱۹
نگهداری و تعمیرات	۲۹	۴	۱	۲۵				۵۹
آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری	۵	۵	۲۷	۲	۱۹	۰		۵۸
تعداد کل								۵۳۳

جدول ۲: تعداد دلایل پنهان تجزیه و تحلیل شده

عنوان گروه	کد عنوان	تعداد	درصد
سخت‌افزار	HW	۱۶۲	۱۰
مدیریت تعمیر و نگهداری	MM	۳۹۹	۲۵
سازماندهی	OR	۲۳۹	۱۵
دستورالعمل‌های اجرایی	PR	۱۴۶	۹
آموزش	TR	۸۱	۵/۵
ارتباطات	CO	۱۰۳	۷
عدم سازگاری بین اهداف	IG	۷۱	۴/۵

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.52547/johe.6.4.10]

ادامه جدول ۲.			
سیستم‌های دفاعی	DF	۱۹	۱
طراحی	DE	۳۰۴	۱۹
شرایط تحمیلی نامناسب	EC	۶۱	۳/۵
ضبط و ربط	HK	۷	۰/۵
جمع کل			۱۰۰

جدول ۳: تعداد دلایل پنهان تجزیه و تحلیل شده

ردیف	علت پنهان	تعداد	درصد
۱	نامناسب‌بودن سیستم بازرسی ابزار و تجهیزات	۶۵	۴/۱
۲	ناکافی‌بودن نظارت برای برقراری شرایط کاری ایمن	۶۳	۴
۳	عدم جلوگیری از اولویت‌های شخصی	۶۳	۴
۴	ناکافی‌بودن ویژگی‌ها و الزامات مربوط به ابزار یا تجهیزات	۶۱	۱۰
۵	عدم تعریف پاسخگویی یا مسئولیت‌پذیری به‌طور صحیح و کارآمد	۵۷	۳/۶
۶	نامناسب‌بودن سیستم کنترل و ارزیابی دوره‌ای و به‌روزکردن ویژگی‌های ابزار و تجهیزات	۵۷	۳/۶
۷	تعمیر و نگهداری نامناسب ابزار و تجهیزات	۵۷	۳/۶
۸	نامناسب‌بودن سیستم‌های کنترلی درون شرکت از نظر ساختاری، منابع و راه و روش	۵۷	۳/۶
۹	کیفیت نامناسب مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز برای تعمیر و نگهداری	۵۳	۳/۳
۱۰	شرایط محیطی مختل‌کننده تعمیرات و نگهداری	۵۳	۳/۳
۱۱	غیره	۱۰۰۶	۶۳/۲
جمع کل			۱۰۰

بحث

در این مطالعه موضوع حوادث با پیامدهای محیط زیستی مورد بررسی قرار گرفت. بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهند که مشکلات زیست محیطی در سه دهه اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند [۱۷،۱۸]. در این راستا، عبارات معروفی نظیر "دهه محیط زیست" و یا "دهه زمین" به دهه ۱۹۹۰ میلادی گره خورده است [۱۹]. علاوه‌براین در طول سالیان گذشته، دنیا شاهد رشد سریع شکل‌گیری گروه‌های حامی محیط زیست، ارائه گزارشات، اخبار و فعالیت‌هایی بوده است که تمرکز اصلی آن‌ها بر آسیب‌های زیست محیطی و نتایج و پیامدهای فاجعه‌بار آن‌ها می‌باشد [۲۰].

یکی از مهم‌ترین عوامل آسیب‌رسان به دارایی‌های زیست محیطی، حوادث می‌باشند [۹] که از آن جمله می‌توان به مواردی نظیر فاجعه شکستن سد Fundão در برزیل [۲۱]، انفجار نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل [۲۱]، فاجعه سکوی نفتی Deepwater Horizon [۲۲]، حادثه کشتی Exxon Valdez [۲۳]، حادثه نشت مواد رادیواکتیو Fukushima [۲۴]، بوپال [۲۵] و غیره اشاره کرد.

بدیهی است که یکی از گام‌های اصلی در راستای جلوگیری از بروز و تکرار این‌گونه حوادث، تحلیل علمی و جامع آن‌ها برای شناسایی دلایل و عوامل اثرگذار بر بروز آن‌ها می‌باشد. در این ارتباط، روش‌های متعددی نظیر 3CA (Control Change Cause Analysis)، ECFA (Events & Causal Factors Analysis)، SCAT (Systematic Cause Analysis Technique)، AEB (Accident Evolution and Barrier Function)، STEP (Sequentially Timed Events Plotting)، MTO (Man, Technology and Organization)، CBA (Cost Benefit Analysis) و غیره ارائه شده است [۲۶-۲۸].

یکی از روش‌های مناسب برای آنالیز حوادث، روش Tripod-β می‌باشد که در این مطالعه برای آنالیز حوادث مورد استفاده قرار گرفت. جامعیت، آموزش راحت، کم‌هزینه‌بودن، تحلیل حادثه در سه سطح دلایل مستقیم، بینابینی (پیش‌شرایط و پنهان) و عدم نیاز به تخصص خاص از جمله ویژگی‌های این روش می‌باشد که استفاده از آن را برای تحلیل طیف وسیعی از حوادث مناسب کرده است [۱۴،۱۵،۲۹،۳۰].

مهم‌ترین دلایل واسط یا پیش‌شرایط شناسایی‌شده براساس فراوانی حوادث مورد مطالعه به‌ترتیب شامل: مسئولیت‌پذیری و سازماندهی، تأسیسات، تجهیزات، ابزار و عدم سازگاری بین اهداف می‌باشند. کریمی و همکاران در مطالعه خود در زمینه تأثیر متغیرهای شخصیتی بر بروز حوادث بر نقش مسئولیت‌پذیری تأکید نموده‌اند [۳۱]. همچنین، احمدی و همکاران در پژوهش خود مسئولیت‌پذیری پایین کارکنان را یکی از دلایل اصلی بروز حوادث عنوان کرده‌اند [۳۲]. مهداد و همکاران نیز در مطالعه خود گزارش نموده‌اند که میزان مسئولیت‌پذیری در کارکنان

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.52547/johe.6.4.10]

جراحت‌دیده نسبت به کارکنان آسیب‌ندیده شغلی به‌طور معناداری پایین‌تر می‌باشد [۳۳].

در مطالعات مختلف بر تأثیر نامناسب‌بودن و ناکافی‌بودن تجهیزات و ابزارآلات بر بروز حوادث تأکید شده است؛ به‌عنوان مثال می‌توان به نتایج مطالعات مرتضوی و همکاران [۳۴] و خدایی و همکاران اشاره کرد [۳۵]. همچنین در پژوهشی که در سال ۱۳۹۳ در اصفهان انجام شد، پژوهشگران یکی از عوامل اصلی اثرگذار بر بروز حوادث را ناسازگاری بین اهداف گزارش نمودند [۳۶]. در مطالعه علی‌آبادی و همکاران نیز بر نقش ناسازگاری بین اهداف در بروز حوادث تأکید شده است [۳۷].

بر مبنای نتایج، سه گروه اصلی دلایل پنهان دخیل در وقوع این حوادث به‌ترتیب عبارت بودند از: مدیریت تعمیر و نگهداری، طراحی و سازماندهی. در این راستا، نتایج مطالعه محمدفام و همکاران نشان دادند که یکی از مهم‌ترین دلایل بروز حوادث، ضعف در مدیریت تعمیر و نگهداری سازمان‌ها می‌باشد. پژوهشگران فوق برای رفع این مشکل، طراحی و استقرار یک سیستم یکپارچه ایمنی و نگهداری و تعمیرات را پیشنهاد نمودند [۳۸]. محقر و همکاران نیز راهکار کاهش حوادث در صنعت برق را طراحی کردند و ارزیابی مداوم سیستم نگهداری و تعمیرات را گزارش نمودند [۳۹].

در پژوهشی دیگر، محمدفام و همکاران تدوین استراتژی‌های مناسب نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک برای بهبود شاخص‌های ایمنی از جمله بروز حوادث را توصیه نموده‌اند [۴۰]. در این راستا، Fadier در پژوهش خود نتیجه‌گیری نموده است که مؤثرترین و در عین حال کارآمدترین رویکرد در کاهش حوادث، توجه به ایمنی در فاز طراحی می‌باشد [۴۱]. مطالعات متعدد دیگری نیز بر اهمیت توجه به ایمنی و پیشگیری از حوادث در فاز طراحی تأکید نموده‌اند [۴۲-۴۴].

نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر بر این نکته تأکید می‌کنند که بروز یک حادثه، نتیجه یکپارچگی ده‌ها عامل و علت با ماهیت‌های مختلف طی یک دوره زمانی نسبتاً طولانی می‌باشد. علاوه‌براین، در این مطالعه مشاهده شد که نقش و اهمیت عوامل ایجادکننده حوادث یکسان نبوده و برنامه‌ریزی برای کنترل دلایل پنهان می‌توانند نسبت به دلایل بینابینی (علاوه بر اثربخشی بالا) از کارآیی بیشتری برخوردار باشند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بخشی از نتایج پایان‌نامه دکتری می‌باشد که در دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران انجام شده است. بدین‌وسیله نویسندگان از همکاری مدیران گروه مپنا تشکر و قدردانی می‌نمایند.

REFERENCES

1. Matsuda T, Hirai Y, Asari M, Yano J, Miura T, Ii R, et al. Monitoring environmental burden reduction from household waste prevention. *Waste Manag*. 2018;**71**:2-9. PMID: 29102448 DOI: 10.1016/j.wasman.2017.10.014
2. Heo S, Kim M, Yu H, Lee WK, Sohn JR, Jung SY, et al. Chemical accident hazard assessment by spatial analysis of chemical factories and accident records in South Korea. *Int J Disast Risk Reduct*. 2018;**27**:37-47. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2017.09.016
3. Abbaspour M, Shapiepour M, Mansouri N. Comprehensive plan to control environmental hazards of chemical accidents. *J Environ Sci Technol*. 2004;**21**:1-10. [Persian]
4. Hosseini S, Alimohammadi M, Nabizadeh R, Dehghani MH. Environmental impact assessment of the fuel transmission line to combined cycle power Plant of Chabahar project using Iranian Matrix. *J Environ Health Eng*. 2017;**4**(1):10-9. [Persian]
5. Ghorani-Azam A, Riahi-Zanjani B, Balali-Mood M. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. *J Res Med Sci*. 2016;**21**:65. PMID: 27904610 DOI: 10.4103/1735-1995.189646
6. Kim H, Haugen S, Utne IB. Assessment of accident theories for major accidents focusing on the MV SEWOL disaster: Similarities, differences, and discussion for a combined approach. *Safety Sci*. 2016;**82**:410-20. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.10.009
7. Rebeeh YA, Pokharel S, Abdella GM, Hammuda AS. Disaster management in industrial areas: Perspectives, challenges and future research. *J Indust Eng Manag*. 2019;**12**(1):133-53. DOI: 10.3926/jiem.2663
8. Tang C, Yi Y, Yang Z, Sun J. Risk forecasting of pollution accidents based on an integrated Bayesian Network and water quality model for the South to North Water Transfer Project. *Ecol Eng*. 2016;**96**:109-16. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.11.024
9. Marta-Almeida M, Mendes R, Amorim FN, Cirano M, Dias JM. Fundão Dam collapse: Oceanic dispersion of River Doce after the greatest Brazilian environmental accident. *Mar Pollut Bull*. 2016;**112**(1-2):359-64. PMID: 27502362 DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.07.039
10. Zhao B. Facts and lessons related to the explosion accident in Tianjin Port, China. *Natl Hazards*. 2016;**84**(1):707-13. DOI: 10.1007/s11069-016-2403-0
11. Underwood P, Waterson P, Braithwaite G. 'Accident investigation in the wild'–A small-scale, field-based evaluation of the STAMP method for accident analysis. *Safety Sci*. 2016;**82**:129-43. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.08.014
12. Chu C, Muradian N. Safety and environmental implications of coal mining. *Int J Environ Pollut*. 2016;**59**(2-4):250-68. DOI: 10.1504/IJEP.2016.079899
13. Amyotte PR, Berger S, Edwards DW, Gupta JP, Hendershot DC, Khan FI, et al. Why major accidents are still occurring. *Curr Opin Chem Eng*. 2016;**14**:1-8. DOI: 0.1016/j.coche.2016.07.003
14. Mohamadfam I, Soleimani E, Ghasemi F, Zamanparvar A. Comparison of management oversight and risk tree and tripod-beta in excavation accident analysis. *Jundishapur J Health Sci*. 2015;**7**(1):e23554. DOI: 10.5812/jjhs.23554
15. Lee GT, Shah MZ. The application of the tripod beta approach in assessing the effectiveness of the port security measures in compliance to the international ship and port facility security code. *Am Sci Res J Eng Technol Sci*. 2017;**37**(1):82-98.
16. Gashtasebi E, Givehchi S, Nasrabadi M. Analysis of gas leak events through the combination of tripod beta and RCA methods (Case study: fifth refinery of south pars gas complex). *Eur Online J Natl Soc Sci*. 2016;**5**(3):851-63.
17. Fazli S, Parhizkari R. Identify and determine the key factors in the amount environmental impact of the green product using interpretative structural modeling approach (Case study: industry of sanitary accessories of Qazvin). *J Environ Sci Technol*. 2018;**19**(4):96-112. [Persian]
18. Kim YS, Youssef S, Ince S, Kim SJ, Seo JK, Kim BJ, et al. Environmental consequences associated with collisions

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.52547/johe.6.4.10]

involving double hull oil tanker. *Ships Offshore Struct*. 2015;**10**(5):479-87. DOI: 10.1080/17445302.2015.1026762
19. Afonso C, Gavilan D, García-Madariaga J, Gonçalves HM. Green consumer segmentation: managerial and environmental implications from the perspective of business strategies and practices. *Sustainabil Innovat Entrepreneurship*. 2018;**9**:137-51. DOI: 10.1007/978-3-319-57318-2_9
20. Ariffin S, Yusof JM, Putit L, Shah MI. Factors influencing perceived quality and repurchase intention towards green products. *Proc Econ Finance*. 2016;**37**:391-6. DOI: 10.1016/S2212-5671(16)30142-3
21. Omar-Nazir L, Shi X, Moller A, Mousseau T, Byun S, Hancock S, et al. Long-term effects of ionizing radiation after the Chernobyl accident: Possible contribution of historic dose. *Environ Res*. 2018;**165**:55-62. PMID: 29665465 DOI: 10.1016/j.envres.2018.04.005
22. Grayson D. Beyond BP. The gulf of mexico deepwater horizon disaster 2010. Dordrecht: Managing Sustainable Business; 2019. P. 21-33.
23. Lecue M, Darbra R. Accidents in European ports involving chemical substances: characteristics and trends. *Safety Sci*. 2019;**115**:278-84. DOI: 10.1016/j.ssci.2019.02.015
24. Song JH. An assessment on the environmental contamination caused by the Fukushima accident. *J Environ Manag*. 2018;**206**:846-52. PMID: 29197810 DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.11.068
25. D'Arcy B, Kim LH, Maniquiz-Redillas M. Wealth Creation without pollution-designing for industry, ecobusiness parks and industrial estates. London: IWA Publishing; 2017.
26. Kumar S, Toshniwal D, Parida M. A comparative analysis of heterogeneity in road accident data using data mining techniques. *Evolv Syst*. 2017;**8**(2):147-55. DOI: 10.1007/s12530-016-9165-5
27. Yang ZX, Wu GG, Song L, Zhang LP. Control change cause analysis-based bayesian network modeling for system risk assessment. *IEEE Transact Syst Man Cybernet Syst*. 2018;**99**:1-11. DOI: 10.1109/TSMC.2018.2836958
28. Wu GG, Yang ZX, Li GS, Song L. Control change cause analysis-based fault diagnostic approach. *J Disast Res*. 2017;**12**(6):1182-91. DOI: 10.20965/jdr.2017.p1182
29. Alizadeh F, Taghdisi M, MiriLavasani S. A study of MORT logical tree and Tripod Beta methods in event occurrence causality analysis using hierarchical model. *Health Saf Work*. 2015;**4**(4):39-48. [Persian]
30. Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Mahmoudi S, Moghimbeigi A. P154 Analytical modelling of occupational accidents' size using structural equation modelling approach (SEM); a field study in big construction industries. *Occup Environ Med*. 2016;**73**:A172. DOI: 10.1136/oemed-2016-103951.471
31. Karimi A, Habibi E, Dehghan Sh, Mahaki B, Nouri A. The comparison of personality characteristics between workers had and had not accident in Isfahan city industries, Iran. *Health Syst Res*. 2017;**13**(2):211-7. [Persian]
32. Ahmadi A, Hendijani R. Relationship between emotional intelligence and locus of control with decision-making styles among corporate managers in Iran. *J Busin Soc Rev Emerg Econ*. 2018;**4**(2):139-46. DOI: 10.26710/jbsee.v4i2.288
33. Mehdad A, Ghasemi Z. Comparison of personality characteristics and attitude towards safety among injured and non-injured workers. *Iran Occup Health*. 2018;**14**(6):47-56. [Persian]
34. Mortazavi B, Zaraenejad A, Khavanin A, Asilian Mahabadi H. Study of factors related to accidents occuring during the construction phase of oil, gas and petrochemical projects. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci*. 2008;**15**(4):75-83. [Persian]
35. Khodaei M, Eraghi M, Eghtesadi A. Evaluation of work-related accidents in Sari forests exploitation workers. *Occup Med Quart J*. 2013;**5**(2):9-19.
36. Sadeghi M, Nekoie Z, Sheybani TD, Rejaliyan F, Ferdowsi M. Cause analysis of accidents with human factors analysis and classification system (Hfacs) using in Imam Khomeini hospital in Felavarjan, Isfahan, 2014. *J Mil Med*. 2017; **19**(4):351-7. [Persian]
37. Mirzaei Aliabadi M, Aghaei H, Kalatpour O, Soltanian AR, Seyed Tabib M. Effects of human and organizational deficiencies on workers' safety behavior at a mining site in Iran. *Epidemiol Health*. 2018;**40**:e2018019. PMID: 29807409 DOI: 10.4178/epih.e2018019
38. Mohammadfam I, Shafikhani AK, Soltanian A, Mohammadfam F. Design and establishment of an integrated safety and preventive maintenance system for improving safety indices. *Iran Occup Health*. 2014;**11**(1):95-101. [Persian]
39. Mohaghar A, Sherafat A, ASgharizade E, Mirghafoori H. Designing a new model to evaluate the maintenance systems in the power industry. *Iran Electric Ind J Qual Product*. 2016;**5**(9):68-80. [Persian]
40. Mohammadfam I, Shafikhani A, Shafikhani AA, Ghasemi F. Determining a suitable risk-based maintenance strategy for improvement of the safety indices. *Health Saf Work*. 2017;**7**(4):279-90. [Persian]
41. Fadier E, De la Garza C. Safety design: towards a new philosophy. *Safety Sci*. 2006;**44**(1):55-73. DOI: 10.1016/j.ssci.2005.09.008
42. Zhang RP, Lingard H, Nevin S. Development and validation of a multilevel safety climate measurement tool in the construction industry. *Construct Manag Econ*. 2015; **33**(10):818-39. DOI: 10.1080/01446193.2015.1108451
43. Kamali M, Hewage K. Life cycle performance of modular buildings: a critical review. *Renewable Sustainable Energy Rev*. 2016;**62**:1171-83. DOI: 10.1016/j.rser.2016.05.031
44. Kriaa S, Pietre-Cambacedes L, Bouissou M, Halgand Y. A survey of approaches combining safety and security for industrial control systems. *Reliabil Eng Syst Saf*. 2015;**139**:156-78. DOI: 10.1016/j.ress.2015.02.008

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.52547/johe.6.4.10]