Journal of Health and Safety at Work 2023; 13(2): 404-430

ORIGINAL RESEARCH PAPER

AcciMap-Based Development of a Dedicated Approach for Marine Accident Analysis

Kosar Tohidizadeh[1], Mehran Ghalenoei[2*], Esmaeil Zarei[3,4], Kamran Kolivand[5]

[1] *Department of Occupational Health Engineering, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran*
[2] *Department of Occupational Health and Safety Engineering, Faculty of Health, Social Determinants of Health Research Center, Research Institute for Prevention of Non-Communicable Disease, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran*
[3] *Department of Safety Science, College of Aviation, Embry-Riddle Aeronautical University, Prescott, AZ, 86301, USA*
[4] *Robertson Safety Institute (RSI), Embry-Riddle Aeronautical University, Prescott, AZ, 86301, USA*
[5] *Azad University, Tehran Branch, Tehran, Iran*

Received: 2022-07-19 Accepted: 2023-02-12

ABSTRACT

Introduction: Iran has the most extensive maritime transport fleet in the Middle East, with 2700 km of water border with other countries in the region. However, the complex and hazardous marine environment has turned this advantage into a disadvantage. On the other hand, technological advancement has added to the complexity. Thus, new accident analysis tools should be developed to bring unity to marine casualty analysis and improve the analyst's power of discovery from incident information. The current project aims to develop a specialized AcciMap-based marine accident investigation method.

Material and Methods: The primary stages of this applied descriptive study include data collection, method development, and validation. The necessary information about the factors leading to marine accidents was initially gathered through a review of previous studies, expert interviews, and analysis of actual cases. The AcciMap technique was then partially developed, and marine experts approved the designed model.

Results: This study's results included an AcciMap model established on three levels: external influences (national and international), intra-organizational factors, and environmental/individual conditions and individual activities. Whereas external factors (international and national) are categorized into three main layers, two sublayers, and 13 secondary sublayers, intra-organizational factors are categorized into two main layers, 11 sublayers, and 35 secondary sublayers, and environmental/individual conditions and individual activities are organized in one main layer, three sublayers, and 11 secondary sublayers.

Conclusion: The developed approach can identify flawed levels and determine who is responsible for implementing corrective action. Because it includes emerging components that are effective in accidents, the method used in this study can better examine data from marine accidents.

Keywords: *AcciMap, Accident analysis method, Marine industry*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Tohidizadeh K, Ghalenoei M, Zarei E, Kolivand K. AcciMap-Based Development of a Dedicated Approach for Marine Accident Analysis. Journal of Health and Safety at Work. 2023; 13(2): 404-430.

1. INTRODUCTION

The inseparable dependence of the world economy on the maritime economy highlights the importance of the maritime industry. More than 90% of world trade is done through sea transportation. In the meantime, Iran, having more than 2700 kilometers of water borders with the region's countries, has the largest commercial sea transport fleet in the Middle East. However, maritime transport activities are often carried out in a complex and risky environment. The annual overview of marine casualties and accidents reports 3239 marine casualties or accidents registered in

* Corresponding Author Email: *ghalenoy@gmail.com*

Copyright © 2023 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 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

the European Maritime Accident Information Platform (EMCIP) between 2014 and 2018. In 2015, more than 300 marine accidents occurred in Iran, which, in addition to financial damage, also threatened human lives.

Recent incidents have shown that these rare or unforeseen scenarios involve interactions between human factors, technology, and internal and external organizations, which shows that only blaming people on an accident's front lines cannot help reduce accidents. However, reforms should be made at all system levels. Hence, investigating the root causes of maritime accidents with methods such as Ship Accident Root Cause Evaluation (SHARE) or investigating human error only in the frontline workers of maritime accidents with the SHEL (the acronym for Software (S), Hardware (H), Environment (E), and Liveware (L)) method does not meet the needs of this field. The evolution of technical-social systems and the change of focus of incident analysts from the front line of the incident to the entire system forces us to use systematic methods such as AcciMap. The AcciMap approach provides a systematic graphic map of the contributing factors of the incident and examines the causal relationships of contributing factors more deeply at different levels of the organization.

"However, due to differences in the nature and systemic hierarchy of marine industries, the emergence of contributing factors that the original AcciMap cannot extract from marine accident data, the lack of integrity in the analysis of marine accidents, and the low reliability of this method, it seems that the exploration power of the AcciMap approach in marine accident data should be improved. Its classification should be changed according to the series levels of the maritime domain, and changes should be made to converge the focus of analysts of accidents in this domain. Thus, new tools should be developed to analyze marine accidents. In 2019, Holm et al. reviewed 73 systematic analyses of incidents with different methods (AcciMap-HFACS-STAMP-FRAM). The results of the studies show a need to review incident reporting systems and update incident analysis approaches. In studies on maritime accidents, factors such as maritime culture, socio-economic factors, shipping market conditions, and international policies have appeared among the causes of maritime accidents. However, these factors may not be extracted from accident data by accident analysis methods. By reviewing relevant literature, it is found that no systematic approach has been developed for analyzing incidents providing these characteristics in the maritime field. In a study in 2013, Shovin et al. presented a modified approach for marine collisions, HFACS-COLL, using the HFACS systematic approach. Chen et al. also developed a dedicated human and organizational factors analysis framework for maritime accidents, HFACS-MA, with positive changes towards the specialization of the accident analysis approach; though shortcomings were not addressed. In this regard, the current study presents a specific approach in the maritime field to create integrity in analyzing maritime accidents in maritime organizations and increase the power of exploring the approach in maritime accident data."

2. MATERIAL AND METHODS

The current descriptive-analytical applied study in the marine industry was conducted in 2022. The stages of development of the new approach to marine accident analysis are presented in detail.

2.1. Gathering Information

Studies in the field of marine accidents, including all types of marine accident analysis studies of all kinds of vessels and all sorts of accident scenarios, including fire, explosion, grounding, and collision, among others, were studied and investigated as a tool in determining the causes of accidents. A structured interview was conducted with three maritime experts with sufficient knowledge and experience in maritime safety and accidents in this industry to discuss the shortcomings of the methods in the analysis of marine accidents and their own experiences with their causes. In addition, to identify the deficiencies and gaps in the AcciMap approach in determining the causes of accidents, two actual marine fire accidents of the Navy Organization were selected and analyzed using the general AcciMap approach.

2.2. Developing the Approach

A list of 181 general factors influencing the occurrence of incidents was prepared based on a review of the studies conducted in the first step, interviews with experts, and the analysis of two actual incidents. Accordingly, the AcciMap approach levels were modified to eliminate shortcomings in extracting effective causes of marine accidents from available data."

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

Table 1: Experts' panel information

Education	Job position	Age	Work experience
Bachelor of Navigation and Marine Science	Commander of ocean-going merchant ships	56	36
P.h.D	Head of the audit department	60	32
Master's degree	Expert responsible for maritime accidents	55	25
Master's degree	Expert responsible for maritime accidents	49	15
Commander-Bachelor	Retired Marine	54	35
Masters	Ship commander-teacher-researcher	56	31
Masters	Technical management - analysis of marine accidents	55	36
Masters	Technical and engineering management of the maritime domain	54	36
P.h.D	Commander-operational technical director of the maritime domain	48	29
Bachelor of Marine Engineering	The manager of the deck group	51	31
Masters	Head of Safety	52	33
Master of hse	Certified hse manager	41	23
Bachelor's degree	safety officer	48	24

2.3. Validation of the Developed Model

Eight virtual 2-hour meetings with 13 maritime experts and two sessions with research team members were held to validate the developed approach. Changes were made in the initial version of the developed approach based on expert opinions and the research team's discussion. The extracted 181 influential factors were placed in the layers and sublayers of the developed AcciMap to identify gaps in the developed method's coverage of influential factors in the occurrence of marine accidents. It was ensured that all identified causes could enter the configured AcciMap sublayers. In cases where it was impossible to enter a parameter in the initial design, modifications were made until all extracted causes were included in the initial model. Finally, to validate the structured AcciMap model, it was approved in consultation with 13 maritime experts from ports and maritime organizations, shipping, oil tankers, and the navy (information about the experts is presented in Table 1). Due to the novelty of the technique and the lack of consistency in applying such techniques, a comprehensive guide was also prepared and distributed to experts for analyst unity in sorting causes in various layers of the developed model. This guide was also updated after defects were fixed and changes were made to the developed model.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The AcciMap model was created to extract influential factors in the occurrence of marine accidents. This model was divided into three levels: External Factors (International and National), Intra-Organizational Factors, and Environmental/ Individual Conditions and Individual Activities. The External Factors (International and National) level is divided into three main layers, two sublayers, and 13 secondary sublayers; while the Intra-Organizational Factors level is divided into two main layers, 11 sublayers, and 35 secondary sublayers; and the Environmental/Individual Conditions and Individual Activities level is divided into one main layer, three sublayers, and 11 secondary sublayers; which are explained below. This research aimed to create a specialized approach to marine accident analysis. This exclusive approach is based on the general AcciMap approach, which consists of four main layers: External Factors (National-International), Organization Management (Fleet Level), Technical-Operational Management (Floating), and Environmental/Individual Conditions and Individual Activities."

4. CONCLUSIONS

Based on the AcciMap approach, a specific approach in the field of marine accident analysis was presented in this study. By using the feature of the AcciMap approach, which is also maintained in the developed approach of this study, it is possible to identify defective levels and corrective actions

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

that should be done at various levels of the system and the one responsible for implementing the corrective action. It is one of the cases identified in incident analysis using this approach. Furthermore, since different maritime organizations in Iran use different methods to analyze incidents, this approach can create unity in analyzing incidents in these organizations. Additionally, including new accident contributing factors in the presented approach increases the exploratory power of the approach, leading to a more in-depth evaluation of marine accidents.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار
جلد ۱۳/ شماره ۲/ تابستان ۱۴۰۲ صفحات ۴۱۴-۴۳۰

توسعه ی رویکردی اختصاصی مبتنی بر AcciMap برای تجزیه و تحلیل حوادث دریایی

کوثر توحیدی زاده[۱]، مهران قلعه نوی[۲*]، اسماعیل زارعی[۴،۳]، کامران کولیوند[۵]

[۱]گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
[۲]گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت و پژوهشکده پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.
[۳] گروه علوم ایمنی، کالج هوانوردی، دانشگاه هوانوردی Embry-Riddle ، Prescott، AZ، ۸۶۳۰۱، ایالات‌متحده امریکا
[۴]موسسه ایمنی رابرتسون (RSI)، دانشگاه هوانوردی Embry-Riddle، پرسکات، AZ، ۸۶۳۰۱، ایالات متحده آمریکا
[۵] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۲۸ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۳

چکیده

مقدمه: ایران، به دلیل داشتن ۲۷۰۰ کیلومتر مرز آبی با کشورهای منطقه، به‌عنوان بزرگ‌ترین ناوگان حمل‌ونقل دریایی خاورمیانه شناخته می‌شود. با این‌حال، محیط پیچیده و پرخطر دریایی، این موهبت را به زیان بدل کرده و از طرفی رشد فنّاوری نیز بر پیچیدگی آن افزوده است. این موارد، نیاز به توسعه ی ابزارهای جدید جهت تجزیه و تحلیل حوادث را تضمین می‌کند تا علاوه بر قدرت کاوش بالا در داده‌های حوادث، باعث ایجاد یکپارچگی در حوزه‌ی تجزیه و تحلیل حوادث دریایی شود. مطالعه ی حاضر، با هدف توسعه‌ی یک رویکرد اختصاصی تجزیه و تحلیل حوادث دریایی مبتنی بر AcciMap انجام شده است.

روش کار: این پژوهش، یک مطالعه ی توصیفی از نوع کاربردی بوده که در ۳ فاز اصلی ۱) جمع‌آوری اطلاعات، ۲) توسعه ی رویکرد و ۳) اعتباربخشی انجام شده است. در مرحله ی اول، با استفاده از مرور مطالعات پیشین، مصاحبه با خبرگان و تجزیه و تحلیل حوادث واقعی، اطلاعات لازم درخصوص عوامل مؤثر در حوادث دریایی استخراج شده و در مرحله ی بعد، رویکرد AcciMap در قسمت‌هایی توسعه یافت و در مرحله ی سوم، مدل طراحی‌شده، توسط خبرگان حوزه ی دریایی، اعتباربخشی و تأیید شد.

یافته ها: مدل AcciMap توسعه یافته در سه سطح «عوامل خارجی (بین‌المللی و ملی)»، «عوامل درون‌سازمانی» و « شرایط محیطی/ فردی و فعالیت‌های فردی» تنظیم شده است؛ که در آن سطح «عوامل خارجی (بین‌المللی و ملی)» در ۳ لایه ی اصلی، ۲ لایه ی فرعی و ۱۳ لایه ی فرعی ثانویه، سطح «عوامل درون‌سازمانی» به ۲ لایه ی اصلی، ۱۱ لایه ی فرعی و ۳۵ لایه ی فرعی ثانویه و سطح «شرایط محیطی/ فردی و فعالیت‌های فردی» به ۱ لایه ی اصلی، ۳ لایه ی فرعی و ۱۱ لایه ی فرعی ثانویه طبقه‌بندی‌شده است.

نتیجه گیری: استفاده از رویکرد توسعه یافته، می‌تواند سطوح دارای نقص و مسئول اجرای اقدام اصلاحی را مشخص نماید. همچنین به دلیل گنجانده شدن عوامل نوظهور مؤثر در حادثه، رویکرد ارائه‌شده در این مطالعه، قدرت کاوش بالاتری در داده‌های حوادث دریایی دارد.

کلمات کلیدی: *AcciMap، روش تجزیه و تحلیل حوادث، صنایع دریایی*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *ghalenoy@gmail.com*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

مقدمه

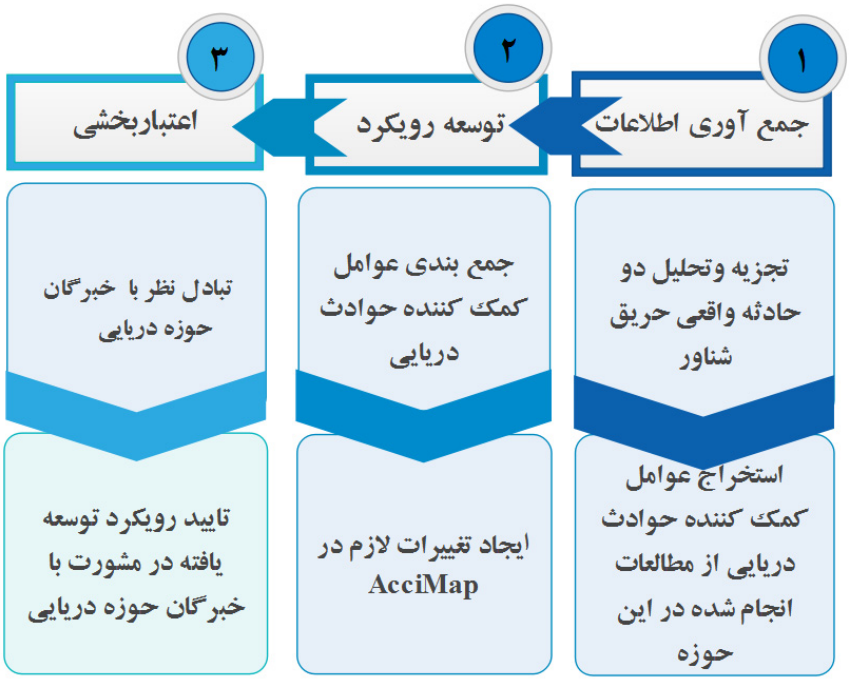
وابستگی جدایی‌ناپذیر اقتصاد جهانی به دریا، نشان از اهمیت صنعت دریانوردی است. بیش از ۹۰ درصد حجم تجارت جهانی، از طریق حمل‌ونقل دریایی صورت می‌پذیرد (۱). در این بین، ایران با داشتن بیش از ۲۷۰۰ کیلومتر مرز آبی با کشورهای منطقه، عنوان بزرگ‌ترین ناوگان تجاری حمل‌ونقل دریایی خاورمیانه را داراست (۲). فعالیت‌های حمل‌ونقل دریایی، اغلب در یک محیط پیچیده و پرخطر انجام می‌شود و همین مسئله، باعث شده که از زمان شروع حمل‌ونقل دریایی، حوادث این حوزه به موضوع اصلی جامعه ی بین‌المللی دریانوردی تبدیل شود (۱، ۳، ۴). حوادث مرتبط با حمل‌ونقل دریایی و پیامدهای فاجعه‌بار آن، بر زندگی انسان‌ها، جامعه و محیط‌زیست دریایی تأثیر دارد؛ به‌طوری که سالانه حدود ۲۰۰۰ دریانورد در جهان، جان خود را از دست می‌دهند (۳). در سال ۲۰۱۸، ۱۷۶ حادثه ی ترافیکی آبی در آبراه‌های چین رخ داده که منجر به کشته یا مفقود شدن ۲۳۷ نفر و غرق شدن ۸۳ کشتی شده است (۵). بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۸، در سامانه ی اطلاعات سوانح دریایی اروپا (EMCIP[1])، ۳۲۳۹ مورد حادثه ثبت شده است (۶). در سال ۱۳۸۵، بیش از ۳۰۰ حادثه ی دریایی در کشور رخ داده که علاوه بر خسارت مالی، تهدید جانی نیز برای انسان‌ها در پی داشته است (۷). علی‌رغم تلاش‌های قابل‌توجهی که از طریق سیستم‌های مختلف برای دستیابی به ایمنی در حمل‌ونقل دریایی انجام شده، حوادث خطرناک دریایی، روندی صعودی داشته که به‌نوبه ی خود نگرانی‌ها را درخصوص ایمنی و محیط‌زیست افزایش داده است (۸، ۹). حوادث اخیر، نشانگر آن است که سناریوهای به‌ظاهر نادر یا پیش‌بینی‌نشده ی حوادث، شامل تعاملات بین عوامل انسانی، فنّاوری و سازمان‌های داخلی و خارجی بوده و درنتیجه، فقط سرزنش افراد خط مقدم حادثه نمی‌تواند به کاهش حوادث کمک کند، بلکه باید اصلاحاتی در تمام سطوح سیستم صورت گیرد (۱۰, ۱۱). به همین دلیل، بررسی علل ریشه‌ای حوادث دریایی با روش‌هایی مانند SHARE[2] (۸) یا بررسی خطای انسانی صرفاً در کارکنان خط مقدم حوادث دریایی با روش SHEL[3] (۱۲)، جوابگوی نیاز این صنعت نیست. تحولات سیستم‌های فنی-اجتماعی و تغییر تمرکز تحلیل‌گران حوادث از خط مقدم حادثه به کل سیستم، تحلیلگران را به استفاده از روش‌های نظام مند مانند AcciMap مجاب می‌کند. AcciMap، رویکردی است که در آن نقشه ی گرافیکی نظام مند از عوامل مؤثر در حادثه ارائه شده و روابط علی بین عوامل مؤثر را به‌طور عمیق در سطوح مختلف سازمان بررسی می‌کند (۱۳، ۱۴). بااین‌حال، به دلیل تفاوت ماهیت و سلسله‌مراتب سیستمی صنایع دریایی، پدیدار شدن عوامل مؤثر نوظهور که AcciMap اصلی توانایی استخراج این عوامل را از داده‌های حوادث دریایی ندارد (۳، ۱۵-۱۷)، همچنین به دلیل عدم یکپارچگی در تجزیه و تحلیل حوادث دریایی (۸) و قابلیت اطمینان پایین این روش (۱۸)، نیاز به ارتقای قدرت کاوش رویکرد AcciMap در داده‌های حوادث دریایی، تغییر طبقه‌بندی آن متناسب با سلسله‌مراتب حوزه ی دریایی و ایجاد تغییر با هدف همگرایی تمرکز تحلیل‌گران حوادث این حوزه، احساس می‌شود. این موارد، نشان‌دهنده ی چالشی به این معنا است که در این حالت به ابزارهای جدید جهت تجزیه و تحلیل حوادث دریایی نیاز است (۱۹،۲۰). هولم و همکاران، در سال ۲۰۱۹ با بررسی ۷۳ تجزیه و تحلیل نظام مند حادثه با روش‌های مختلف (AcciMap -STAMP[5] -HFACS[4] -FRAM[6]) و تجزیه و تحلیل نتایج تحقیق، درنهایت به این نتیجه رسیدند که نیاز به به‌روزرسانی سیستم‌های گزارش حادثه و توسعه ی رویکردهای تجزیه و تحلیل حوادث، به‌شدت احساس می‌شود (۲۱). در مطالعاتی پیرامون حوادث دریایی، عوامل فرهنگ دریانوردی(۲۲)، فاکتورهای اجتماعی-اقتصادی (۳)، شرایط بازار کشتی‌رانی (۱۶) و سیاست‌های بین‌المللی (۲۳) در بین علل وقوع حوادث

1. European marine casualty information platform

2. Ship accident root cause evaluation
3. Software-Hardware-Environment-Liveware with their management
4. Human factors analysis and classification system
5. Systems theoretic accident model and process
6. Functional resonance analysis method

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]



شکل ۱: روند نما (دیاگرام) روش کار مطالعه

دریایی نمود پیدا کرده است؛ اما روش‌های تجزیه و تحلیل حادثه، قابلیت استخراج این عوامل را از داده‌های حادثه ندارند (۲۴). شووین و همکاران، در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۳ با استفاده از رویکرد نظام مند HFACS، یک رویکرد اصلاح‌یافته برای حوادث تصادم دریایی به نام HFACS-COLL[1] را ارائه دادند (۲۳). چن و همکاران نیز یک چهارچوب اختصاصی تجزیه و تحلیل عوامل انسانی و سازمانی برای حوادث دریایی به نام HFACS-MA[2] را توسعه دادند که با وجود ایجاد تغییرات مثبت در جهت اختصاصی شدن رویکرد تجزیه و تحلیل حادثه، نواقص ذکرشده برطرف نشده است (۱۲). با توجه به مروری بر پیشینه ی تحقیقات انجام شده، چنین به دست می‌آید که رویکرد تجزیه و تحلیل نظام مند حوادث با این ویژگی‌ها، به‌طور اختصاصی در حوزه ی دریانوردی تهیه نشده است؛ بنابراین در این مطالعه، به ارائه ی رویکردی اختصاصی مبتنی بر AcciMap در حوزه ی دریانوردی، با هدف ایجاد یکپارچگی در تجزیه و تحلیل حوادث دریانوردی و همچنین افزایش قدرت کاوش در داده‌های حوادث دریایی، پرداخته شده است.

روش کار

مطالعه ی حاضر، یک مطالعه ی توصیفی-کاربردی بوده که در صنعت دریایی در سال ۱۴۰۱ انجام شده است. مراحل توسعه ی رویکرد نوین مبتنی بر AcciMap، به‌صورت گام‌به‌گام در شکل ۱ ارائه‌شده است:

گام اول: جمع‌آوری اطلاعات

مطالعات انجام شده در حوزه ی حوادث دریایی، بدون محدودیت در تعداد تلفات و میزان خسارات، شامل انواع مطالعات تحلیل حوادث دریایی در شناورها و انواع سناریوهای حادثه ازجمله حریق، انفجار، به گل نشستن، تصادم، به‌عنوان ابزاری در تعیین علل حادثه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند (۴، ۷، ۲۳، ۲۵، ۳۳). با ۳ نفر از

1. Human factors analysis and classification system -collisions
2. Human factors analysis and classification system -maritime accidents

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیک گروه خبرگان

ردیف	تحصیلات	سمت شغلی	سن	سابقه کاری
۱	لیسانس دریانوردی و علوم دریایی	فرمانده کشتی‌های تجاری اقیانوس‌پیما	۵۶	۳۶
۲	دکتری	رئیس اداره ممیزی	۶۰	۳۲
۳	فوق‌لیسانس	کارشناس مسئول سوانح دریایی	۵۵	۲۵
۴	فوق‌لیسانس	کارشناس مسئول سوانح دریایی	۴۹	۱۵
۵	فرماندهی- لیسانس	بازنشسته دریایی	۵۴	۳۵
۶	کارشناسی ارشد	فرمانده کشتی- مدرس- محقق	۵۶	۳۱
۷	کارشناسی ارشد	مدیریت فنی- تحلیل حوادث دریایی	۵۵	۳۶
۸	کارشناسی ارشد	مدیریت فنی و مهندسی حوزه دریایی	۵۴	۳۶
۹	دکتری	فرمانده- مدیر فنی عملیاتی حوزه دریایی	۴۸	۲۹
۱۰	لیسانس مهندسی کشتی	مدیر گروه عرشه	۵۱	۳۱
۱۱	کارشناسی ارشد	رئیس ایمنی	۵۲	۳۳
۱۲	کارشناسی ارشد HSE	مدیر خبره HSE	۴۱	۲۳
۱۳	لیسانس	افسر ایمنی	۴۸	۲۴

خبرگان حوزه ی دریایی، شامل افرادی که در ایمنی حوزه ی دریایی و حوادث این صنعت دانش و تجربه کافی دارند، درخصوص نواقص روش‌های تجزیه و تحلیل حوادث دریایی و تجارب آن‌ها درخصوص علل وقوع حوادث دریایی، مصاحبه ی ساختارمند صورت گرفت (۸). همچنین در جهت یافتن نواقص و خلأهای رویکرد AcciMap در استخراج علل حادثه، با مراجعه به سازمان مرتبط، ۲ حادثه ی واقعی رایج شناور دریایی، انتخاب و با رویکرد AcciMap عمومی تجزیه و تحلیل شد (۳۴).

گام دوم: توسعه ی رویکرد

با توجه به‌مرور مطالعات، مصاحبه ی صورت‌گرفته با خبرگان و نتایج تجزیه و تحلیل دو حادثه ی دریایی واقعی انجام شده در گام نخست، فهرستی متشکل از ۱۸۱ عامل عمومی مؤثر در وقوع حوادث، تهیه شد. در ادامه، سعی شد سطوح رویکرد AcciMap در راستای هدف رفع نواقص آن در استخراج علت‌های مؤثر از داده‌های موجود در حوادث دریایی، اصلاح شود (۸) (نتیجه ی تجزیه و تحلیل حادثه ی دریایی، در پیوست ارائه شده است).

گام سوم: اعتباربخشی مدل توسعه یافته

به‌منظور اعتباربخشی مدل AcciMap ساختاربندی‌شده در این مطالعه، از روش دلفی استفاده شد. این تکنیک، برای دستیابی به قابل‌اعتمادترین اجماع نظر گروهی متخصصان استفاده می‌شود. این امر، از طریق مجموعه‌ای از مصاحبه و نظرسنجی تکراری در دورهای مختلف مصاحبه و نظرسنجی با ارائه ی بازخورد نتایج دورهای قبلی، انجام می‌پذیرد (۳۵). با برگزاری ۸ جلسه ی مجازی گروهی ۲ ساعته به‌صورت جداگانه با ۱۳ نفر خبره حوزه ی دریایی (گروه‌های ۴-۵ نفره) و ۲ جلسه ی جمع‌بندی با حضور افراد گروه پژوهش، جهت اعتباربخشی رویکرد توسعه یافته، هم‌راستای نظر خبرگان و مباحثه ی گروه پژوهش، تغییراتی در نسخه ی اولیه ی رویکرد توسعه یافته ایجاد شد. ۱۸۱ عامل مؤثر استخراج‌شده، در لایه‌ها و زیرلایه‌های AcciMap توسعه یافته قرار گرفتند تا خلأهای روش توسعه یافته در پوشش عوامل مؤثر در وقوع حوادث دریایی شناسایی شود. دقت شد که تمامی علل شناسایی‌شده، قابلیت ورود به زیرلایه‌های AcciMap تنظیم‌شده را داشته باشند. در مواردی که امکان ورود پارامتر، در طرح اولیه وجود نداشت، با اعمال تغییرات، این نقص برطرف شد؛ تا جایی که تمامی علت‌های استخراج‌شده در مدل اولیه، جای بگیرند. درنهایت، این مدل در مشورت نهایی پس از ایجاد همگرایی در نظرات ۱۳ خبره حوزه ی دریایی از سازمان‌های بنادر و دریانوردی، کشتیرانی، نفت‌کش و نیروی دریایی، مورد تأیید قرار گرفت (اطلاعات مربوط

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

به خبرگان، در جدول شماره ی ۱ ارائه شده است) (۸). به دلیل جدید بودن تکنیک و همچنین عدم ثبات در نحوه ی به‌کارگیری چنین تکنیک‌هایی، یک راهنمای جامع نیز به جهت ایجاد یکپارچگی تحلیل‌گران در مرتب کردن علل در لایه‌های مختلف مدل توسعه یافته، تهیه و در اختیار خبرگان قرار گرفت. این راهنما نیز پس از رفع نواقص و ایجاد تغییرات در مدل توسعه یافته، متناسب با تغییرات صورت‌یافته، به‌روز شد (۳۶).

یافته ها

مدل AcciMap توسعه یافته در راستای هدف استخراج عوامل مؤثر در وقوع حوادث دریایی، در سه سطح "عوامل خارجی (بین‌المللی و ملی)"، "عوامل درون‌سازمانی" و " شرایط محیطی/ فردی و فعالیت‌های فردی" تنظیم شد. سطح "عوامل خارجی (بین‌المللی و ملی)" در سه لایه ی اصلی، ۲ لایه ی فرعی و ۱۳ لایه ی فرعی ثانویه، سطح "عوامل درون‌سازمانی" به دو لایه ی اصلی، ۱۱ لایه ی فرعی و ۳۵ لایه ی فرعی ثانویه، سطح "شرایط محیطی/ فردی و فعالیت‌های فردی" به ۱ لایه ی اصلی، ۳ لایه ی فرعی و ۱۱ لایه ی فرعی ثانویه طبقه‌بندی شد که توضیحات این سه سطح، در ادامه ارائه می شود. مدل توسعه یافته ی AcciMap و راهنمای استفاده از آن، به ترتیب در جداول شماره ی ۲ و ۳ ارائه شده است.

عوامل خارجی (بین‌المللی و ملی)

این سطح، می‌تواند نواقص ایمنی در سطوح خارج از محدوده ی سازمان‌های دریایی، شامل نواقص در سیاست‌های بین‌المللی، سیاست‌های ملی و بودجه‌بندی، ساختارهای نظارتی و فاکتورهای اجتماعی-اقتصادی را در خود جای دهد. لایه ی سیاست‌های ملی و بودجه‌بندی در این مدل، مشابه لایه ی دولت و بودجه‌بندی در AcciMap اصلی است، زیرلایه‌های توسعه یافته در این لایه، نواقص مربوط به بودجه‌بندی ملی، قوانین و استانداردهای ملی، خصوصی‌سازی و تأمین خدمات توسط دولت را در داده‌های حوادث جست‌وجو می‌کند. ساختارهای نظارتی نیز می‌توانند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در وقوع حوادث تأثیرگذار باشند (۱۲). در این لایه، عوامل مؤثر در وقوع حادثه، مرتبط با موضوعات ابلاغ، نظارت و اجرای قوانین و استانداردها، گواهینامه ی رده‌بندی و مجوز شایستگی و ممیزی و بازرسی بیرونی است.

تأثیر فاکتورهای اجتماعی-اقتصادی در وقوع حوادث دریایی و درعین‌حال عدم توجه به این عامل مؤثر در تجزیه و تحلیل حوادث دریایی در مطالعات اخیر، به‌عنوان یکی از محدودیت‌های مدل‌های تجزیه و تحلیل حوادث دریایی به آن اشاره شده است (۳، ۱۶، ۱۷). توجه به نقش اقتصاد دریایی[1] در تجزیه و تحلیل حوادث دریایی نیز اخیراً در مقالات علمی توصیه شده است که ضرورت گنجاندن فاکتورهای اجتماعی-اقتصادی در مدل‌های تجزیه و تحلیل حوادث دریایی را نشان می‌دهد؛ که مطابق جدول شماره ی ۲، دارای ۳ لایه ی اصلی ارزش‌های اجتماعی، اولویت‌های جامعه ی دریایی و اقتصاد دریایی است (۱۷).

عوامل درون‌سازمانی (ناوگان و شناور)

این بخش، شامل دو قسمت است: ۱) مدیریت سازمان و ۲) مدیریت فنی-عملیاتی که در ادامه به تفکیک ارائه می شود.

مدیریت سازمان (مدیریت ناوگان)

این بخش، دربرگیرنده ی نواقص مدیریتی در سطح ناوگان دریایی است و نقش مدیریت خارج از شناور را در وقوع حوادث دریایی بررسی می‌کند. این قسمت با موضوعات منابع مالی، تجهیزات و طراحی، ارتباطات و اطلاعات، مدیریت فرهنگ و ایمنی سازمانی، منابع انسانی و ممیزی و قانون در اطلاعات حادثه، کاوش می‌کند؛ که این لایه‌های فرعی، جهت همگرایی نظر متخصصان حوزه ی تجزیه و تحلیل حوادث دریایی متناسب با اختیارات مدیریتی ناوگان دریایی، در ۲۰ لایه ی فرعی ثانویه طبقه‌بندی شده است.

1. Shipping market

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

جدول ۲: مدل AcciMap توسعه یافته

لایه اصلی	لایه فرعی	لایه فرعی ثانویه
عوامل خارجی (ملی- بین‌المللی)		
سیاست‌های بین‌المللی / ملی و بودجه‌بندی	بین‌المللی	سیاست‌های جهانی
		قوانین و استانداردهای بین‌المللی
		فرهنگ دریانوردی
	ملی و بودجه بندی	بودجه‌بندی ملی
		قوانین و استانداردهای ملی
		خصوصی‌سازی
		تأمین خدمات
ساختارهای نظارتی		ابلاغ، نظارت و اجرای قوانین و استانداردها
		گواهینامه رده‌بندی و مجوز شایستگی
		ممیزی و بازرسی
فاکتورهای اجتماعی- اقتصادی		اولویت‌های جامعه دریایی (قیمت، راحتی، کارایی و ...)
		اقتصاد دریایی
		ارزش‌های اجتماعی (فرهنگ جامعه)
عوامل درون‌سازمانی (ناوگان)		
مدیریت سازمان (سطح ناوگان)	منابع مالی	سیاست‌های مالی
	تجهیزات و طراحی	طراحی ذاتاً ایمن
		طراحی مبتنی بر فاکتورهای انسانی (HCD)
		فرسودگی ناوگان/ فناوری
		نگهداری و تعمیر
		یکپارچگی مکانیکی
	ارتباطات و اطلاعات	تبادل اطلاعات و انسجام ارتباطات
	مدیریت فرهنگ و ایمنی سازمانی	مدیریت تغییر
		یکپارچگی مدیریت
		تعهد مدیریت به ایمنی
		درس‌آموزی از حوادث
		برنامه‌ریزی و مدیریت شرایط اضطراری
		مدیریت ایمنی پیمانکاران
	منابع انسانی	روش‌ها و شاخص‌های گزینش کارکنان
		مدیریت توزیع نیروی انسانی
		سیاست‌های آموزشی و ارتقاء کارکنان
		مدیریت دانش
	ممیزی و قانون	بازدید، نظارت و ممیزی داخلی
		استقرار و نظارت قوانین، استانداردها و کنوانسیون‌های بین‌المللی (ایمنی، سلامت شغلی، دریانوردی، عملیاتی و...)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

ادامه جدول ۲: مدل AcciMap توسعه یافته

عوامل درون‌سازمانی (شناور)		
مدیریت فنی عملیاتی (شناور)	آموزش و منابع انسانی	تفویض اختیار و مسئولیت‌پذیری
		شایستگی کارکنان
		مدیریت کارکنان در سطح شناور
		برنامه‌ریزی (نادرست) عملیات
	برنامه‌ریزی، هماهنگی و ارتباطات	ارتباطات بین و درون‌گروهی
		انسجام فرماندهی
		شناسایی خطرات و اقدامات پیشگیرانه
	مدیریت ایمنی و ریسک	رفع اشکال ایمنی
		واکنش در شرایط اضطراری
		ایمنی کالای خطرناک و محموله‌ها
		نگهداری و تعمیر
	سامانه‌ها و تجهیزات	سامانه‌های پیشگیرانه (ایمنی، هشداری، آلارم‌ها و حفاظ‌ها)
		ویژگی‌های کشتی
		اجرای قوانین، رویه‌ها و دستورالعمل‌ها
	دستورالعمل‌ها و رویه‌ها	نقص در نظارت
		تفویض اختیار و مسئولیت‌پذیری
شرایط محیطی/ فردی و فعالیت‌های فردی		
شرایط محیطی/ فردی و رفتارهای اپراتور/ مسافران	شرایط نا ایمن	محیط فیزیکی
		محیط فنی
		وضعیت روحی/ ذهنی اپراتور
		وضعیت جسمی اپراتور
	رفتارهای نا ایمن (اپراتور)	خطای مبتنی بر دانش
		خطای مبتنی بر مهارت
		خطای تصمیم‌گیری (مبتنی بر قانون)
		تخلفات روتین و غیر روتین
		خرابکاری
	فعالیت‌ها و شرایط مسافران/ سرنشینان	خرابکاری
		تخلف

مدیریت فنی عملیاتی (مدیریت شناور)

این لایه، دربرگیرنده ی نواقص مدیریتی در سطح شناور است و نقش مدیریت فنی-عملیاتی در وقوع حوادث دریایی را مورد توجه قرار می‌دهد. این لایه، مطابق با اختیارات مدیریت شناور، به لایه‌های فرعی "آموزش و منابع انسانی، برنامه‌ریزی، هماهنگی و ارتباطات"، "مدیریت ایمنی و ریسک"، "سامانه‌ها و تجهیزات" و "دستورالعمل‌ها و رویه‌ها" طبقه‌بندی شده که این لایه‌های فرعی، جهت افزایش همگرایی نظر تحلیلگران، به ۱۵ زیرلایه ی فرعی ثانویه تقسیم شده است.

شرایط محیطی/ فردی و فعالیت‌های فردی

این لایه، جایگزینی برای لایه‌های "تجهیزات و محیط اطراف" و "فرایندهای فیزیکی و فعالیت‌های بازیگر" در

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1] [Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

جدول ۳: راهنمای استفاده از رویکرد AcciMap توسعه یافته

شماره	لایه فرعی ثانویه	توضیحات
	عوامل خارجی (ملی- بین‌المللی)	
۱	تأثیر سیاست‌های جهانی	• تحریم • تروریسم • استعمار • جنگ • خرابکاری صنعتی • **تعاملات بین‌المللی دریایی**
۲	قوانین و استانداردهای بین‌المللی	• **پذیرش و به‌کارگیری قوانین و استانداردهای بین‌المللی دریانوردی** • **ضعف و نارسایی قوانین و استانداردهای بین‌المللی**
۳	بودجه‌بندی ملی	• **کفایت و اولویت‌های بودجه و بودجه‌بندی** • اولویت اهمیت صنعت دریایی
۴	قوانین و استانداردهای ملی	• **قانون‌گذاری و تدوین استانداردهای داخلی** • ضعف و نارسایی قوانین و استانداردهای ملی
۵	خصوصی‌سازی	• **مشکلات خصوصی‌سازی بخش‌های مختلف صنایع دریایی (انتقال مالکیت- اصلاح ساختار مالی- تغییر ساختار شرکت- آزادسازی و مقررات زدایی- نحوه توسعه، تشویق و تحریک رقابت)**
۶	تأمین خدمات تجهیزات، تعمیرات، تسهیلات، خدمات ساحلی و فراساحلی)	• **نقص و سیاست دولت در تأمین خدمات دولتی به صنایع دریایی (ازجمله تأمین تجهیزات و شناورها، فراهم کردن زیرساخت‌های تعمیر شناورها، تسهیلات بندری، حقوق، مزایا و مالیات صنعت کشتی‌رانی و ...)**
۷	فرهنگ دریانوردان	• **تاثیر و تفاوت فرهنگ دریانوردان ازجمله: چندملیتی بودن دریانوردان و ...**
۸	ابلاغ، نظارت و اجرای قوانین و استانداردها	• **کمیت و کیفیت نظارت بر اجرای قوانین و استانداردهای ابلاغ‌شده** • ابلاغ قوانین و استانداردها • **عملکرد اجرایی ساختارهای نظارتی**
۹	گواهینامه رده‌بندی و مجوز شایستگی	• **معتبر بودن گواهی‌نامه رده‌بندی (کیفیت و کمیت تجهیزات شناور) و مجوزهای شایستگی دریانوردان (دانش، مهارت و توانایی)**
۱۰	ممیزی و بازرسی	• **کمیت و کیفیت بازرسی و ممیزی ساختارهای نظارتی**
۱۱	اولویت‌های جامعه دریایی (قیمت، راحتی، کارایی و)...	• **تقاضا و انتظار جامعه از عملکرد صنایع دریایی، کیفیت خدمات دریایی، قدرت خرید جامعه و ...**
۱۲	اقتصاد دریایی	• **بازار دریایی**

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1] [Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

ادامه جدول ۳: راهنمای استفاده از رویکرد AcciMap توسعه یافته

شماره	لایه فرعی ثانویه	توضیحات
۱۳	ارزش‌های اجتماعی (فرهنگ جامعه)	**میزان اهمیت، اولویت و جایگاه این صنعت در بین افراد جامعه- میزان علاقه افراد جامعه در ورود به صنایع دریایی، میزان شناخت و نوع نگرش جامعه نسبت به این صنعت و ...**
		مدیریت سازمان (سطح ناوگان)
۱۴	سیاست های مالی	• **کفایت و اولویت های بودجه و بودجه بندی ناوگان** • **سیاست کاهش هزینه ها حتی به قیمت کاهش کیفیت، ایمنی، بهداشت، انگیزه و...**
۱۵	طراحی ذاتاً ایمن	• **میزان اهمیت و اجرای اصول طراحی ذاتاً ایمن**
۱۶	طراحی مبتنی بر فاکتورهای انسانی (HCD)	• **میزان توجه به ویژگی‌های کاربر در طراحی محیط کار، ایستگاه کاری، ارتباطات، فعالیت‌ها** • **تناسب توان فرد با بارکاری و ...**
۱۷	فرسودگی ناوگان/ فناوری	• **قدمت و فرسودگی سیستم‌ها، زیرسیستم‌ها، تجهیزات، فناوری و ...**
۱۸	مدیریت نگهداری و تعمیر	• **سیاست‌گذاری و تدوین برنامه‌های نگهداری و تعمیر** • **فراهم کردن الزامات جهت اجرای برنامه نگهداری و تعمیر**
۱۹	یکپارچگی مکانیکی	• **تناسب و کارایی در مراحل طراحی، ساخت، نصب، راه‌اندازی و نگهداری سامانه‌ها و تجهیزات** • **تناسب تجهیز با سایر قسمت‌های سیستم**
۲۰	تبادل اطلاعات و انسجام ارتباطات	• **تبادل و چرخش اطلاعات در سیستم** • سیستم های ارتباطی جایگزین و مطمئن
۲۱	مدیریت تغییر	• **مدیریت تغییرات فنی- مهندسی، فرایند ها، سازمانی، انسانی، محیطی** • **سرعت پاسخگویی سازمان به تغییرات موردنیاز**
۲۲	یکپارچگی مدیریت	• **هماهنگی و انسجام بخش‌های مختلف ازجمله عملیات، ایمنی، فنی- مهندسی، مالی و ...**
۲۳	تعهد مدیریت به ایمنی	• **میزان شناخت، علاقه‌مندی و اهمیت ایمنی در لایه‌های سازمانی** • اولویت ایمنی در اتخاذ تصمیمات

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1] [Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

ادامه جدول ۳: راهنمای استفاده از رویکرد AcciMap توسعه یافته

شماره	لایه فرعی ثانویه	توضیحات
۲۴	درس آموزی از حوادث	• ثبت و ضبط حوادث • تجزیه‌وتحلیل حوادث • **عبرت‌آموزی از حوادث**
۲۵	برنامه‌ریزی و مدیریت شرایط اضطراری	**پیش بینی الزامات مقابله با شرایط اضطراری- پیش بینی شرایط اضطراری- آمادگی در برابر شرایط اضطراری- رهبری شرایط اضطراری- نحوه اطلاع رسانی شرایط اضطراری- تمرینات و مانور ها**
۲۶	مدیریت ایمنی پیمانکاری	• **اهمیت و اولویت پیمانکاران به مقوله بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست** • **جایگاه ایمنی در معیارها و شاخص‌های انتخاب پیمانکار**
	مدیریت سازمان (سطح ناوگان)	
۲۷	سامانه‌های ایمنی، اعلام و اطفاء حریق	• **پیش‌بینی** • **طراحی و نصب** • **کارایی**
۲۸	روش‌ها و شاخص‌های انتخاب کارکنان	• **روش‌ها و شاخص‌های ارزیابی و انتخاب کارکنان (قابلیت اطمینان، ریسک‌پذیری، تجربه، دانش، مهارت و ...)**
۲۹	مدیریت توزیع نیروی انسانی	• **اولویت‌ها و معیارهای توزیع نیروی انسانی به‌خصوص در لایه‌های عملیاتی**
۳۰	سیاست‌های آموزشی و ارتقاء کارکنان	• **سیاست‌های آموزشی سازمان ازجمله روش‌های نیازسنجی آموزش، اولویت‌بندی برنامه‌های آموزشی، کیفیت آموزش، اجرای فرایند آموزش، بازآموزی اساتید و مربیان، ارزیابی کیفیت دوره**
۳۱	مدیریت دانش	• **شناسایی، مدیریت، جمع آموری و به‌کارگیری سرمایه‌های اطلاعاتی و دانش فنی در جهت انتقال تجربه و همتاسازی**
۳۲	بازدید، نظارت و ممیزی داخلی	• **بازدید از تجهیزات، سامانه‌ها و کارکنان شناور** • **نظارت بر به‌کارگیری قوانین و دستورالعمل‌ها** • **ممیزی داخلی و کشف عدم انطباق‌ها و ضعف‌های مدیریتی**
۳۳	استقرار و اجرای قوانین و استانداردها	• **پذیرش و اجرای قوانین و استانداردهای حوزه ایمنی، سلامت، شغلی، عملیاتی و ...**

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1] [Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

ادامه جدول ۳: راهنمای استفاده از رویکرد AcciMap توسعه یافته

شماره	لایه فرعی ثانویه	توضیحات
	مدیریت فنی عملیاتی (شناور)	
۳۴	تفویض اختیار و مسئولیت‌پذیری	• **واگذاری وظایف و مسئولیت‌ها، اعطای اختیار و ایجاد مسئولیت و پاسخ‌گویی**
۳۵	مدیریت کارکنان در سطح شناور	• **توزیع و به‌کارگیری کارکنان با توجه به مهارت و تخصص در بخش‌های مختلف شناور**
۳۶	شایستگی کارکنان (تحصیلات، آگاهی و مهارت)	• **آموزش‌های رسته‌ای، مهارت و همتا پروری** • **آموزش‌ها و مهارت‌های موردنیاز در جهت کسب صلاحیت و شایستگی** • **سایر پارامترهای موردنیاز شایستگی**
۳۷	برنامه‌ریزی (نادرست) عملیات	• بررسی موقعیت موجود • شفافیت برنامه، تعیین مسئولیت • **مشخص کردن وظایف اعضای گروه**
۳۸	ارتباطات بین و درون‌گروهی	• ارتباط فرمانده و افسران کشتی • ارتباط بین افسران کشتی • **ارتباط بین افسر و کارکنان کشتی** • **ارتباط بین سرپرست با گروه کاری**
۳۹	انسجام فرماندهی (گروهی)	**سبک رهبری (دموکراتیک، آمرانه، مشارکتی و ...)** **انسجام گروهی به‌عنوان حس یکپارچگی و پیوند فردی- گروهی در میان کارکنان که نشئت‌گرفته از تعاملات مثبت منظم، مانند تعاملات در حین کار، آموزش یا مانورها، وفاداری اعضا به گروه، عملکرد گروه در تأمین اهداف و ارضای نیازهای اعضا، یگانگی بین اهداف گروه و اهداف افراد، صداقت و اعتماد بین اعضای گروه، میزان احساس امنیت افراد گروه، میزان فرصت مشارکت در تصمیم‌گیری برای اعضا و ... است**
۴۰	شناسایی خطرات و اقدامات پیشگیرانه	• **آشنایی با فرایندهای کاری، سامانه‌ها و تجهیزات** • شناسایی خطرات و پیش بینی اقدام کنترلی • **استفاده از نتایج شناسایی و ارزیابی‌ها در اجرای اقدامات کنترلی**
۴۱	رفع اشکال ایمنی (اصلاحات ایمنی)	• **ادامه انجام فرایند کار بدون رفع نقص ایمنی شناخته‌شده** • **پیشنهاد اصلاحی ناکارآمد در رفع اشکال ایمنی** • **عدم پیگیری پیشنهادها اصلاحی انجام‌شده** • **عدم‌اصلاح یک خطر ایمنی**

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1] [Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

ادامه جدول ۳: راهنمای استفاده از رویکرد AcciMap توسعه یافته

شماره	لایه فرعی ثانویه	توضیحات
		مدیریت فنی عملیاتی (شناور)
۴۲	واکنش در شرایط اضطراری (کنترل صدمات)	• آمادگی در شرایط اضطراری • کنترل و کاهش ریسک • اقدام جهت عادی‌سازی شرایط • مدیریت و رهبری شرایط اضطراری
۴۳	ایمنی کالای خطرناک و محموله	• الزامات IMDG-code • بارگیری/ چیدمان محموله
۴۴	نگهداری و تعمیر	• اجرای برنامه نگهداری و تعمیرات • نظارت بر فرایند تعمیر و نگهداری
۴۵	سامانه‌های پیشگیرانه (ایمنی، هشداری و حفاظ‌ها)	• عملیاتی بودن سامانه‌های ایمنی، هشداری و حفاظ سیستم‌ها و تجهیزات
۴۶	ویژگی‌های کشتی	• قدمت کشتی • ویژگی‌های اختصاصی مرتبط با ماهیت و مأموریت کشتی
۴۷	اجرای قوانین، رویه‌ها و دستورالعمل‌ها	• اجرای نادرست قوانین و مقررات • وجود قوانین غیررسمی در شناور • قابلیت اجرایی قوانین و مقررات • اولویت انجام عملیات بر ایمنی
۴۸	نظارت ناایمن	• نظارت ناکافی • تخطی نظارتی تخطی نظارتی مانند نقص در اجرای وظایف توسط سرپرست در نظارت، نقص در اجرای قوانین موجود (نادیده گرفتن قانون)، اجازه استاندارد محسوب شدن خط مشیء های مکتوب نشده، صدور اجازه فعالیت برای افراد فاقد صلاحیت نظارت ناکافی مانند عدم‌کفایت نظارت، نقص در تأمین آموزش کافی، نقص در تعیین نقش مناسب برای افراد در انجام‌وظیفه، نقص در تأمین یا راهنمایی برای خط مشیء مناسب، تعارضات فردی با سرپرست، نقص در شناسایی یا اصلاح شیوه‌های ناایمن یا دارای ریسک)

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1] [Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

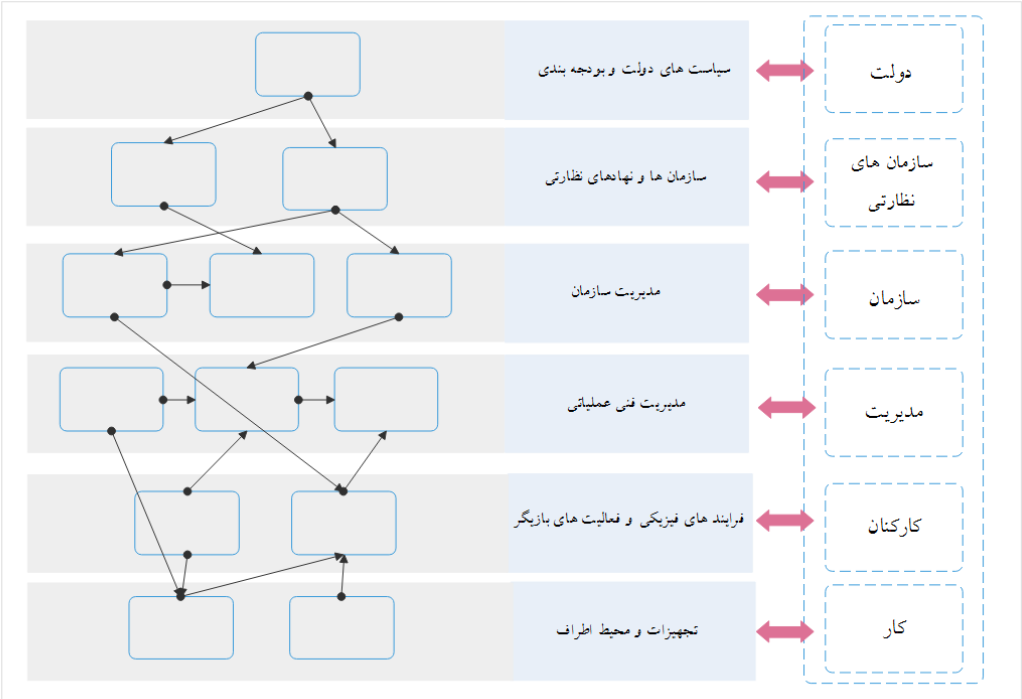
ادامه جدول ۳: راهنمای استفاده از رویکرد AcciMap توسعه یافته

شماره	لایه فرعی ثانویه	توضیحات
		شرایط / فعالیت‌های محیطی و فردی
۴۹	محیط فیزیکی	• **شرایط آب و هوایی و اقلیم منطقه** • **شرایط محیطی مانند صدا، ارتعاش، استرس دمایی، روشنایی، سموم و ...** • **شرایط خاص دریایی**
۵۰	محیط فنی	• **طراحی تجهیزات و کنترل‌ها، خصوصیات نمایشگرها، نشانگرها و رابط‌های کاربری** • **اتوماسیون** • طراحی چک لیست ها
۵۱	خطای مبتنی بر دانش	• خطای انجام‌وظیفه یک فرد مبتدی • **خطای انجام‌وظیفه یک فرد باتجربه در موقعیت جدید** • خطای ناشی از فشار فکری بیش‌ازحد در اپراتور • **خطای ناشی از کاهش کیفیت حواس اپراتور** • خطای ناشی از پیچیدگی سیستم • **اطلاعات درک شده اشتباه**
۵۲	خطای مبتنی بر مهارت	**خطاهای ناشی از انجام وظایف روتین، وظایف کاری تمرین شده حین آموزش یا اعمال مهارت رخ می‌دهند و منجر به ایجاد یک موقعیت ناایمن می‌شوند مانند:** • **خطا در اولویت اجرا** • اعتماد به نفس بیش از حد • خطای چک لیست • **عادات و رفتارهای منفی** • بیش از حد ساده تصور کردن • انجام فعالیت بسیار تمرین شده بدون فکر آگاهانه
۵۳	خطای تصمیم‌گیری (مبتنی بر قانون)	**خطاهایی که در اثر برنامه‌ریزی نامناسب جهت رسیدن به نتیجه مورد انتظار رخ می‌دهد مانند:** • **خطای ناشی از قوانین و روش‌های اجرایی نامناسب** • **ناتوانی در تشخیص یا درک موقعیت یا شرایط پیش‌آمده به‌طوری‌که فرد:** ➢ **قانون نادرست را انتخاب می‌کند** ➢ اجرای نادرست قانون ➢ عدم پیروی از قانون

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1] [Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

ادامه جدول ۳: راهنمای استفاده از رویکرد AcciMap توسعه یافته

شماره	لایه فرعی ثانویه	توضیحات
	شرایط / فعالیت‌های محیطی و فردی	
۵۴	تخلف	• **خطاهای آگاهانه‌ای که بخشی از عادات رفتاری اپراتور بوده و ممکن است توسط سیستم نظارتی سازمان تحمل شود و یا بعضی الزامات حاکمیتی سازمان را نادیده گرفته و منجر به پیامدهای زودهنگام و یا دیرهنگام شود مانند مصرف مواد مخدر، انجام آگاهانه اعمال ناایمن، عدم استفاده از PPE و ...**
۵۵	خرابکاری	• **تخلفات ارادی و به علت و نیت خرابکاری و ایجاد خلل در فرایند کاری انجام می‌شود.**
۵۶	وضعیت روحی/ذهنی اپراتور	• **عواملی که بر شرایط ذهنی اپراتور اثر می‌گذارد مانند درجه تغییرپذیری افراد، خستگی ذهنی، استرس، هوش و حافظه، محدودیت‌ها و مشکلات ذهنی و ...** • **شامل عوامل روحی- روانی مؤثر بر عملکرد فرد ازجمله:** **ارتباط بین کارکنان، استرس شغلی (ناشی از تبعیض، خشونت، مشکلات مالی، عدم شفافیت وظیفه شغلی، بارکاری زیاد، عدم رضایت از شغل، عدم وجود امنیت شغلی، تغییر محیط کار و ...)، انگیزه خدمتی پایین، عدم احساس تعلق به شغل، مشکلات روحی ناشی از شرایط فیزیولوژیکی بدن و شرایط خارج از محیط کار، مشکلات روحی ناشی از حوادث محیط کار و ...**
۵۷	وضعیت جسمی اپراتور	• **هنگامی مطرح است که یک کاربر فاقد توانمندی‌های جسمی در مواجهه با یک موقعیت بوده و این موضوع بر عملکرد فرد تأثیرگذار است مانند محدودیت جسمانی، عدم تناسب ویژگی‌های فیزیکی و ابعاد آنتروپومتریک بدن با شغل، زمان واکنش نامناسب، شرایط پزشکی یا فیزیولوژیکی تأثیرگذار مانند بیماری یا خستگی جسمانی**
۵۸	خرابکاری (مسافر)	• **تخلفات ارادی که به علت و نیت خرابکاری و ایجاد خلل در فرایند کاری انجام می‌شود.**
۵۹	تخلف (مسافر)	• **خطاهای آگاهانه‌ای که بخشی از عادات رفتاری فرد بوده و ممکن است منجر به پیامدهای زودهنگام و یا دیرهنگام شود مانند مصرف مواد مخدر، کنجکاوی، انجام آگاهانه اعمال ناایمن و ...**



شکل ۲: روندنمای (دیاگرام) نسخه اصلی رویکرد AcciMap (۳۸)

AcciMap اصلی است. از مدل HFACS، الگوبرداری شده است و مطابق مدل ریزن[1]، وقوع خطای انسانی در خط مقدم حادثه را ارزیابی می‌کند و عوامل مؤثر مرتبط با شرایط فنی و فیزیکی شناور، شرایط جسمی، ذهنی[2] و روحی[3] خدمه ی کشتی و وقوع خطا[4]، تخلف[5] و خرابکاری[6] را از داده‌های حادثه استخراج می‌کند (۳۷).

از آنجایی که در سیستم‌های فنی-اجتماعی تمام ذی‌نفعان سیستم می‌توانند در تمامی سطوح سیستم به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در وقوع حوادث نقش داشته باشند (۱۱)، در این مدل، علاوه بر اعمال ناایمن خدمه ی کشتی و شرایط ناایمن شناور، فعالیت‌ها و شرایط ناایمن مسافران و سرنشینان نیز به‌عنوان جزئی از سیستم مورد توجه قرار گرفته است.

1. Reason
2. Mental
3. Intellectual
4. Error
5. Violence
6. Sabotage

بحث

این مطالعه، با هدف توسعه ی یک رویکرد اختصاصی برای تجزیه و تحلیل حوادث دریایی انجام شد. این رویکرد اختصاصی با الگو گرفتن از رویکرد AcciMap عمومی با ۶ لایه ی اصلی شامل سیاست‌های ملی و بودجه‌بندی، نهادهای نظارتی و انجمن‌ها، مدیریت سازمان، مدیریت فنی-عملیاتی، فرایندهای فیزیکی و فعالیت‌های بازیگر و تجهیزات و محیط پیرامون، انجام شد (شکل ۲).

مطابق با الزامات سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO[7])، تمام حوادث و سوانح دریایی، باید به‌طور کامل و به‌موقع گزارش شده و به‌منظور جلوگیری از تکرار، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. بااین‌حال، شرکت‌های دریانوردی، از رویکردهای متفاوتی برای تجزیه و تحلیل

7. International Maritime Organization

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

حوادث استفاده می‌کنند و هیچ تکنیک یکپارچه‌ای برای تحلیل حوادث این حوزه استفاده نمی‌شود. از طرفی حوادث صنعت دریانوردی، طبق دسته‌بندی حوادث ریزن، در دسته ی حوادث سازمانی قرار دارند که تجزیه و تحلیل این دسته از حوادث با روش‌های سنتی، جوابگوی نیاز این صنعت نبوده و استفاده از رویکردهای نظام مند در این حوزه، توصیه می‌شود (۳۹). بااین‌حال، روش‌های نظام مند موجود، عمومی بوده و تجزیه و تحلیل حادثه با یک روش عمومی، باعث مخفی ماندن تعدادی از عوامل مؤثر در وقوع حادثه از دید تحلیلگر و همچنین عدم یکپارچگی تحلیل‌های انجام شده توسط تحلیلگران مختلف می‌شود (۸). با توجه به دلایل ذکرشده، ارائه ی رویکردی جامع و یکپارچه در حوزه ی دریانوردی، می‌تواند از فعالیت‌های مفید در حوزه ی ایمنی و فرهنگ دریانوردی باشد. در این مطالعه، تعدادی لایه ی جدید در نسخه ی توسعه یافته ی AcciMap وارد شدند که قدرت کاوش AcciMap توسعه یافته را در داده‌های حوادث افزایش می‌دهد. در رویکرد نظام مند AcciMap، روابط گسترده ی تجاری بین‌المللی از طریق آب‌ها، وجود کنوانسیون‌های بین‌المللی دریایی، تأثیر عواملی ازجمله تحریم، دزدی دریایی، جنگ و... در ایمنی صنعت دریانوردی و همچنین تفاوت فرهنگی در تعاملات بین‌المللی، اغلب منشأ مشکلات، عدم اطمینان و سوءتفاهم است (۲۳, ۴۰). به همین دلیل، در رویکرد توسعه یافته، علاوه بر سیاست‌های ملی، موضوع سیاست‌های بین‌المللی و همچنین فرهنگ دریانوردی نیز به‌عنوان موضوعاتی قابل توجه در رویکرد جدید وارد شد تا بتوان عوامل مؤثر مرتبط با مسائل بین‌المللی و فرهنگ دریانوردی را نیز از داده‌های حادثه استخراج کرد. در مطالعه‌ای که توسط برگ[1] و همکاران در سال ۲۰۱۳ با تمرکز بر ایمنی مربوط به خدمه انجام پذیرفت، همکاری بین‌فرهنگی، ارتباطات، خستگی و مهارت‌های زبانی یک دریانورد، از مهم‌ترین مسائلی بود که به ایمنی دریانوردی در سطح فردی کمک می‌کند (۲۲). در مطالعه دیگری نیز نتایج، نشان داد که خدمه‌ها با پیشینه ی فرهنگی، با حوادث کمتری مواجه می‌شوند و تعهد بیشتری نسبت به شغل خود دارند (۴۱). همچنین در مطالعه‌ای که توسط پاین[2] و همکاران صورت گرفت، فقدان مهارت‌های زبانی، به‌عنوان یکی از مسائل تفاوت فرهنگی خدمه ی کشتی، ممکن است باعث بروز حوادث شود؛ چراکه در محیطی که خدمه زبان مشترکی ندارند، سوءتفاهم اجتناب‌ناپذیر است (۴۲).

فاکتورهای اجتماعی-اقتصادی نیز به‌عنوان یک لایه ی جدید، در رویکرد توسعه یافته وارد شد تا موضوعات مرتبط با بازار دریایی و جامعه ی دریایی نیز در تجزیه و تحلیل حوادث دریایی در نظر گرفته شود. یافتن افراد با مهارت‌های مورد نیاز صنعت جهت پاسخگویی به نیاز جامعه، به‌ویژه در کشورهایی با کمبود نیروی کار، امری مشکل است. از طرفی جامعه نیز برای برآورده شدن نیازهایش، انتظاراتی از صنعت دارد که این وابستگی دوطرفه در عرضه و تقاضا می‌تواند نشان از احتمال وجود تأثیر فاکتورهای اجتماعی-اقتصادی در ایمنی صنایع باشد (۴۳, ۴۴). در مطالعه ی انجام شده توسط لئو[3] و همکاران در سال ۲۰۱۹، به شرایط بازار کشتی‌رانی به‌عنوان یک عامل اشاره می‌شود و بیان می‌کند که در سال‌های اخیر، نگرانی درخصوص ایمنی این حوزه، از مشکلات مربوط به سازه ی کشتی به شرایط پیچیده ی محیطی، ازجمله خطای انسانی و شرایط بازار کشتی تغییر کرده که این تغییر، مستلزم استفاده از مدل‌های پیشرفته‌تر تجزیه و تحلیل این‌گونه از حوادث است (۳). لئو و همکاران، در مطالعه‌ای نشان دادند که شرایط بازار کشتیرانی می‌تواند بر رفتار و درآمد مالکان کشتی تأثیر بگذارد که به‌نوبه ی خود می‌تواند بر بروز حوادث مؤثر باشد (۱۶). وانگ[4] و همکاران نیز با استفاده از روش سنتی FTA و BN به تجزیه و تحلیل حوادث حریق کشتی پرداخته‌اند و به نادیده گرفتن برخی از عوامل اجتماعیاقتصادی در نتایج نهایی (مانند شرایط بازار حمل‌ونقل دریایی) که تأثیر قابل توجهی در حوادث دریایی دارند، به‌عنوان یکی از محدودیت‌های مطالعه اشاره نموده و دلیل آن را عدم

1. Berg
2. Pyne
3. LUO
4. Wang

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

جدول ۴: مقایسه ویژگی/ قابلیت های AcciMap اصلی و AcciMap توسعه یافته در مطالعه حاضر

ردیف	ویژگی / قابلیت	AcciMap اصلی	AcciMap توسعه‌یافته
۱	تجزیه‌وتحلیل سیستمیک حادثه	✓	✓
۲	مشخص نمودن سطح دارای نقص (ساختار طبقه‌ای)	✓	✓
۳	مشخص نمودن مسئول اجرای اقدام اصلاحی (ساختار طبقه‌ای)	✓	✓
۴	ارائه نسخه گرافیکی از سناریو حادثه	✓	✓
۵	تجزیه‌وتحلیل پویای حادثه	×	✓
۶	تجزیه‌وتحلیل کمی حادثه	×	✓
۷	قابلیت به‌روزرسانی مدل با اطلاعات جدید	×	✓
۸	اختصاصی بودن رویکرد	×	✓
۹	قابلیت استخراج فاکتورهای اجتماعی- اقتصادی از داده‌های حوادث	×	✓
۱۰	قابلیت استخراج فاکتورهای بین‌المللی از داده‌های حادثه	×	✓
۱۱	در نظر گرفتن فاکتور تجهیزات در تمام سطوح	×	✓

وجود ابزاری جهت گنجاندن چنین عواملی در ساختار تجزیه و تحلیل حوادث این حوزه دانسته اند (۳، ۱۷).

سازمان بین‌المللی دریانوردی، تأکید می‌کند که هنگام بررسی یک حادثه، تحلیل‌گران نباید تنها بر اقدامات کاربران خط مقدم حادثه در زمان وقوع حادثه تمرکز کنند، بلکه علاوه بر آن باید به دنبال توضیحی برای شرایطی که اقدامات کارکنان را شکل می‌دهد، بوده و عوامل سازمانی پنهانی را که امکان وجود شرایط ناامن را فراهم می‌کند نیز شناسایی کنند (۱۲). به همین دلیل، در AcciMap عمومی، لایه ی فعالیت‌های بازیگر نیز دستخوش تغییر شد و با الگو گرفتن از رویکرد HFACS، عامل شرایط روحی/ ذهنی و جسمی کاربران نیز در رویکرد توسعه یافته گنجانده شد؛ به‌طوری که علاوه بر فعالیت‌های کاربر، شرایط ذهنی، روحی و جسمی کاربر نیز به‌عنوان عوامل تأثیرگذار در حوادث، از دید تحلیلگر مخفی نماند. همین‌طور نقش مسافران و سایر سرنشینان شناور نیز در این لایه گنجانده شد تا اثر این افراد نیز به‌عنوان ذی‌نفعان سیستم، در وقوع حوادث دریایی، در نظر گرفته شود؛ چراکه چارچوب مدیریت ریسک راسموسن، بر تأثیر تمام ذی‌نفعان سیستم در وقوع حوادث، عقیده دارد (۱۱). در جدول شماره ی ۴، ویژگی/ قابلیت‌های AcciMap اصلی و AcciMap توسعه یافته در مطالعه ی حاضر، مقایسه و ارائه شده است.

نتیجه گیری

در این مطالعه، با الگو گرفتن از رویکرد AcciMap، یک رویکرد اختصاصی در حوزه ی تجزیه و تحلیل حوادث دریایی ارائه شد. با استفاده از ویژگی رویکرد AcciMap که در رویکرد توسعه یافته ی این مطالعه نیز حفظ شده است، می‌توان سطوحی که دارای نقص هستند را شناسایی کرد؛ و اینکه چه اقدام اصلاحی توسط چه کسی اجرا شود نیز از مواردی است که در تجزیه و تحلیل حادثه با این رویکرد، مشخص می‌گردد. علاوه بر آن، از آنجایی که سازمان‌های دریایی در ایران از روش‌های مختلف برای تجزیه و تحلیل حوادث سازمان خود استفاده می‌کنند، استفاده از این رویکرد می‌تواند باعث ایجاد یکپارچگی در تجزیه و تحلیل این نوع حوادث در سازمان‌های مختلف دریایی گردد. همچنین اضافه شدن عوامل نوظهور مؤثر بر حادثه در رویکرد ارائه‌شده، قدرت کاوش رویکرد را در داده‌های حوادث افزایش می‌دهد؛ که این ویژگی می‌تواند منجر به ارزیابی عمیق‌تر حوادث دریایی گردد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

محدودیت های مطالعه

عدم دسترسی به اطلاعات حوادث بزرگ مانند سانچی به دلایل امنیتی حاکم بر سازمان‌های دریایی، از محدودیت‌های مطالعه ی حاضر بود.

پیشنهادات

پیشنهاد می‌شود رویکرد تجزیه و تحلیل توسعه یافته در این مطالعه، در شبکه ی بیزین کمی‌سازی و مدل‌سازی گردد تا بتوان از نتایج تجزیه و تحلیل حادثه با این رویکرد در مدیریت ایمنی سازمان‌های دریایی استفاده نمود.

REFERENCES

1. Chen J, Bian W, Wan Z, Yang Z, Zheng H, Wang P. Identifying factors influencing total-loss marine accidents in the world: Analysis and evaluation based on ship types and sea regions. Ocean Engineering. 2019;191:106495.
2. Mosavi SK, Kaabi A, Saeidi SN, Razmjoei D. Investigation of marine accidents of vessels in Arvand sea area using reverse distance interpolation (IDW) method in the environment (GIS). Transportation Research Journal. 2016;13:61-70.
3. Luo M, Shin S-H. Half-century research developments in maritime accidents: Future directions. Accid Anal Prev. 2019;123:448-60.
4. Baalisampang T, Abbassi R, Garaniya V, Khan F, Dadashzadeh M. Review and analysis of fire and explosion accidents in maritime transportation. Ocean Engineering. 2018;158:350-66.
5. Series N. Statistical bulletin on. 2018.
6. Wang H, Liu Z, Wang X, Graham T, Wang J. An analysis of factors affecting the severity of marine accidents. Reliab Eng Syst Saf. 2021;210:107513.
7. Karimpour R, Karimpour Z. A study on the role of human element (staffs) in marine accidents. Open Journal of Marine Science. 2016;6(03):405.
8. Kececi T, Arslan O. SHARE technique: A novel approach to root cause analysis of ship accidents. Saf Sci. 2017;96:1-21.
9. Celik M, Cebi S. Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents. Accid Anal Prev. 2009;41(1):66-75.
10. Moura R, Beer M, Patelli E, Lewis J, Knoll F. Learning from accidents: interactions between human factors, technology and organisations as a central element to validate risk studies. Saf Sci. 2017;99:196-214.
11. Hamim OF, Hoque MS, McIlroy RC, Plant KL, Stanton NA. A sociotechnical approach to accident analysis in a low-income setting: using Accimaps to guide road safety recommendations in Bangladesh. Saf Sci. 2020;124:104589.
12. Chen S-T, Wall A, Davies P, Yang Z, Wang J, Chou Y-H. A Human and Organisational Factors (HOFs) analysis method for marine casualties using HFACS-Maritime Accidents (HFACS-MA). Saf Sci. 2013;60:105-14.
13. Melchior C, Zanini RR. Mortality per work accident: A literature mapping. Saf Sci. 2019;114:72-8.
14. Fu G, Xie X, Jia Q, Li Z, Chen P, Ge Y. The development history of accident causation models in the past 100 years: 24Model, a more modern accident causation model. Process Saf Environ Prot. 2020;134:47-82.
15. Waterson P, Jenkins DP, Salmon PM, Underwood P. 'Remixing Rasmussen': The evolution of Accimaps within systemic accident analysis. Appl Ergon. 2017;59:483-503.
16. Luo M, Shin S-H, Chang Y-T. Duration analysis for recurrent ship accidents. Marit Policy Manage. 2017;44(5):603-22.
17. Wang L, Wang J, Shi M, Fu S, Zhu M. Critical risk factors in ship fire accidents. Maritime Policy & Management. 2021;48(6):895-913.
18. Salmon P, Hulme A, Walker G, Waterson P, Berber E, Stanton N. Something for everyone: A generic AcciMap contributory factor classification scheme. Univ Sunshine Coast, Queensland. 2020.
19. Skogdalen JE, Vinnem JE. Combining precursor incidents investigations and QRA in oil and gas industry. Reliab Eng Syst Saf. 2012;101:48-58.
20. Hyung Yi K, Soo Lee S. A Policy Intervention Study

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

to Identify High-Risk Groups to Prevent Industrial Accidents in Republic of Korea. Saf Health Work. 2016;7:221-7.
21. Hulme A, Stanton NA, Walker GH, Waterson P, Salmon PM. What do applications of systems thinking accident analysis methods tell us about accident causation? A systematic review of applications between 1990 and 2018. Saf Sci. 2019;117:164-83.
22. Berg N, Storgård J, Lappalainen J. The impact of ship crews on maritime safety. Publications of the Centre for Maritime Studies University of Turku A. 2013;64:1-48.
23. Chauvin C, Lardjane S, Morel G, Clostermann JP, Langard B. Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS. Accid Anal Prev. 2013;59:26-37.
24. Ghalenoei M, Mortazavi SB, Mazloumi A, Pakpour AH. Exploring individual factors influencing human reliability among control room operators: A qualitative study. Int J Occup Saf Ergon. 2022;28(3):1738-49.
25. Kwiecińska B. Cause-and-effect analysis of ship fires using relations diagrams. Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie. 2015;44(116):67-77.
26. Bowo LP, Furusho M, editors. Human error assessment and reduction technique for reducing the number of marine accidents in Indonesia. Applied Mechanics and Materials. 2018;878:231-40.
27. Liu C. Human factors analysis of marine accidents based on HFACS by NVivo. Procedia Manuf. 2020;47:1914-20.
28. Apostol-Mates R, Barbu A. Human error-the main factor in marine accidents. Naval Academy Scientific Bulletin. 2016;19(2):451-4.
29. Psaraftis HN, Caridis P, Desypris N, Panagakos G, Ventikos N, editors. The human element as a factor in marine accidents. IMLA-10 Conf. 1998;10:1-23.
30. Nguyen TD. An extensive technical review from cause of fire and explosive accidents to the advanced firefighting systems on marine vessels. Google Scholar.
31. Yilmaz F. Analysis of shipboard fire/explosion accidents occurred in the Turkish search and rescue area. Aquat Res. 2021;4(3):214-32.
32. Coraddu A, Oneto L, de Maya BN, Kurt R. Determining the most influential human factors in maritime accidents: A data-driven approach. Ocean Engineering. 2020;211:107588.
33. Ibrion M, Paltrinieri N, Nejad AR. Learning from failures: Accidents of marine structures on Norwegian continental shelf over 40 years time period. Eng Fail Anal. 2020;111:104487.
34. Ahmadi O, Mortazavi SB, Khavanin A, Mokarami H. Validity and consistency assessment of accident analysis methods in the petroleum industry. Int J Occup Saf Ergon. 2019;25(3):355-61.
35. Foster CJ, Plant KL, Stanton NA. A Delphi study of human factors methods for the evaluation of adaptation in safety-related organisations. Saf Sci. 2020;131:104933.
36. Ahmadi O, Mortazavi SB, Asilian Mahabadi H. Application and modification of the Tripod Beta method for analyzing the causes of oil and gas industry accidents. Int J Occup Saf Ergon. 2021;27(3):928-37.
37. Reason J. Human error. Cambridge: Cambridge University Press; 1990.
38. Svedung I, Rasmussen J. Graphic representation of accident scenarios: Mapping system structure and the causation of accidents. Saf Sci. 2002;40(4):397-417.
39. Rausand M. Risk assessment: Theory, methods, and applications. 2nd ed. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons; 2013.
40. Halid E, Genova B. Cultural factors involved in maritime communication. VesselPlus. 2011;5(2):7-13.
41. Grøn S, Knudsen F. Betyder nationalitet noget for sikkerhed og anmeldelse af arbejdsulykker?: Første rapport fra SADIS-Sikkerhedskultur og Anmeldepraksis på danske skibe i Dansk Internationalt Skibsregister [Does nationality matter for safety and reporting of occupational accidents?: First report from SADIS-Safety culture and reporting practices on Danish ships in the Danish International Ship Register]. Copenhagen: Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø; 2011.
42. Pyne R, Koester T. Methods and means for analysis of crew communication in the maritime domain. Archives of Transport. 2005;17(3-4):193-208.
43. McGuinness S, Pouliakas K, Redmond P. Skills mismatch: Concepts, measurement and policy approaches. J Econ Surv. 2018;32(4):985-1015.
44. Cappelli PH. Skill gaps, skill shortages, and skill mismatches: Evidence and arguments for the United States. Ind Labor Relat Rev. 2015;68(2):251-90.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

پیوست

پیوست شماره ۱: شرح و نتایج تجزیه و تحلیل حادثه شماره ۱

شرح حادثه شماره ۱

ابعاد و مشخصات شناور:

جنس بدنه: فلزی

طول شناور: ۱۱۰متر

عرض شناور: ۱۰متر

وزن شناور: ۱۱۰۰تن

موقعیت و وضعیت شناور:

کشتی در اسکله تعمیراتی یارد کشتی سازی قرار داشته و تحت تعمیرات و آماده شدن جهت اعزام به مأموریت دریانوردی بوده است.

شرح حادثه:

یک فقره تقاضای انجام کار مبنی بر تعمیر و تعویض پلیت بخشی از بدنه برد راست مخزن شماره هفت شناور به کارگاه مربوطه در کارخانه کشتی‌سازی (yard) ارسال می گردد. پشت این بخش از بدنه مخزن به ژنراتور خانه شناور منتهی می شود. مجوز ایمنی انجام کارگرم در محل مربوطه، روز قبل از حادثه دریافت می‌گردد. در روز حادثه گروه جوشکاری در محل انجام کار، حاضر و پس از روئیت مجوز ایمنی انجام کارگرم، شروع به انجام برشکاری و جوشکاری می نمایند. در حین انجام این کار، مذاب حاصل از برشکاری و جوشکاری به محتویات قابل اشتعال موجود در خن ژنراتور خانه سرایت نموده و با توجه به اینکه نگهبان حریق[1] در محل مربوطه حضور نداشته، حریق شروع و بلافاصله گسترش می یابد (تقریباً حدود ساعت۰۱:۰۱ بامداد) با توجه به اینکه بخش عظیمی از محتویات داخل خن مایعات هیدروکربنی (سوخت کثیف، روغن‌سوخته و لجن‌های هیدروکربنی) سریعاً مشتعل شده و حجم عظیمی از دود و شعله ژنراتور خانه و اماکن پاشنه شناور را فرامی‌گیرد. با حضور گروه کنترل صدمات کشتی و اطلاع رسانی و حضور گروه‌های امدادی و اطفائی کارخانه کشتی سازی و بندرگاه، حریق مربوطه پس از سه ساعت مهار می شود.

حادثه حریق مذکور تلفات و جراحت انسانی نداشته، لیکن بخش عظیمی از کابل های قدرت سامانه توزیع برق از ژنراتور مذکور و ژنراتور خانه، سیستم کنترل ژنراتور، سامانه روشنایی ژنراتور خانه پاشنه کشتی، تابلو برق موتورهای کشتی به‌صورت کلی آسیب‌دیده است. در بررسی های اولیه ردپای خطای انسانی کاملاً مشهود بوده، لاکن شواهدی از خطاهای مدیریتی و نظارتی نیز به‌دست‌آمده است.

نتایج تجزیه و تحلیل حادثه شماره ۱ با روش AcciMap

با عنایت به اینکه در نظر است این حادثه با تکنیک AcciMapتحلیل گردد. پس از بازدید از محل حادثه، بررسی اسناد و مدارک و همچنین تحقیق و جستجو از کارکنان رده های مختلف کشتی و کارخانه تعمیرات کشتی علل مستقیم و کمکی مؤثر در وقوع حادثه مذکور بر اساس طبقه‌بندی زیر عبارت‌اند از:

تجهیزات و محیط پیرامون

فرایندهای فیزیکی و فعالیت‌های بازیگران

مدیریت فنی و عملیاتی

مدیریت سازمان

ساختارهای نظارتی و انجمن ها

سیاست های دولت و بودجه بندی

تجهیزات و محیط پیرامون

- غیرفعال بودن سامانه اعلان حریق در قسمت ژنراتور خانه کشتی
- عدم تخلیه محتویات (مایعات) قابل اشتعال مخزن ژنراتور خانه کشتی

فرایندهای فیزیکی و اعمال اپراتورها

- خستگی و بی توجهی عوامل Fire watch نسبت به وظایف محوله
- صدور مجوز ایمنی انجام کار گرم در محل مربوطه یک روز قبل از انجام کار گرم

1. Fire watch

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

- عدم بازدید و بازرسی ایمنی محل انجام کار گرم در زمان انجام کار توسط سوپروایزر ایمنی کارخانه کشتی سازی
- فشار کاری بالا (تراکم کاری) بر کارکنان فنی شناور در روز حادثه
- ضعف انگیزه خدمتی در بین کارکنان رده پایین شناور
- ترک محل Fire watch در زمان انجام کار گرم
- عدم تخلیه محتویات قابل اشتعال (مایعات هیدروکربنی) خن ژنراتور خانه شناور توسط Fire watch

مدیریت فنی و عملیاتی

- عدم پیش‌بینی تعداد کافی Fire watch در اماکن اطراف محل انجام کار گرم
- به‌کارگیری عوامل نوبت بگیر روز قبل به‌عنوان Fire watch در روز حادثه
- اعزام به مرخصی نفرات تائید کننده (امضاء کننده) مجوز به استراحت شیفت در روز حادثه.
- ضعف درایت سرمهندس کشتی در خصوص ریسک احتمال وقوع حریق در ژنراتور خانه شناور
- خطای سرمهندس کشتی، سوپروایزر ایمنی و سرگروه گروه جوشکاری در خصوص عملیاتی بودن (آماده‌به‌کار بودن) سامانه اعلان حریق محل مربوطه
- کمبود تعداد سوپروایزر ایمنی جهت نظارت بهینه و حداکثری بر مجوز های صادرشده و پایش برقراری الزامات آن‌ها حین انجام فرایند های پر ریسک.
- خطای سرگروه گروه جوشکاری در عدم لغو مجوز صادرشده به علت تغییر وضعیت شرایط ایمنی و الزامات مجوز (ترک محل انجام کار گرم توسط Fire watch)

مدیریت سازمان

- ضعف آموزش و آگاهی مهندس دوم کشتی نسبت به سیستم مجوز ایمنی انجام کار
- ضعف آموزش و مهارت سوپروایزر ایمنی کارخانه کشتی سازی در خصوص چک و تائید الزامات چرخه صدور مجوز ایمنی انجام کار
- ضعف نظارت سازمانی بر عملکرد و حسن انجام‌وظیفه کارکنان دایره HSE کارخانه کشتی سازی
- ضعف آگاهی و دانش سرمهندس کشتی نسبت به مخاطرات ایمنی کار گرم در محل مربوطه
- احساس مسئولیت ناکافی سوپروایزر ایمنی کارخانه کشتی سازی به علت قراردادی بودن ایشان
- ضعف آموزش و آگاهی سرمهندس کشتی نسبت به سیستم مجوز ایمنی انجام کار

سازمان ها و نهادهای نظارتی

- ضعف نظارتی دایره HSE کشتی سازی بر حسن انجام وظیفه سوپروایزر های ایمنی
- سهل انگاری و بی توجهی سوپروایزر ایمنی نسبت به رعایت الزامات چرخه صدور مجوز کار گرم
- ناکارآمدی سیستم نظارت و پایش مجوز های صادرشده در دایره HSE کارخانه کشتی سازی

سیاست های دولت / بودجه‌بندی

- اتخاذ تصمیم نادرست توسط مدیریت ارشد سازمان دریایی در اعمال فشار بیش‌ازحد جهت تعمیرات شناور و اعزام کشتی به دریا در زمان مقرر به هر قیمت ممکن
- سیاست گذاری نادرست و ناکارآمد سازمان دریایی در ایجاد انگیزه و افزایش رضایت شغلی کارکنان
- سیاست‌گذاری نادرست دستگاه های مسئول در کاهش و به‌اصطلاح چابک سازی نیروی کار اجرایی در بدنه سازمان دریایی و ازجمله شناور مذکور

پیوست شماره ۲: شرح و نتایج تجزیه و تحلیل حادثه شماره ۲

شرح حادثه شماره ۲

مشخصات عمومی شناور:

کلاس: مسافربری آبخور: ۱۱/۱۴ متر

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

طول: ۲۶۷ متر وزن پر: ۲۳۵۰۰ تن
عرض:۳۵/۵ متر بدنه: فولادی
وضعیت جوی و جغرافیایی محل وقوع حادثه:
سمت و سرعت باد: ۲۳۰ و ۲۲ گره
دید چشمی مایل: ۲
قدرت دریا: ۳

شرح حادثه

شناور مسافربری، به جهت رفع اشکال در والو سی چست سیستم آب ورودی کندانسور دیگ بخار که در روز قبل از حادثه موجب آب گرفتگی در شناور شده بود، در لنگر بوده است. مقارن ساعت ۱۴:۳۰ روز حادثه، ژنراتور شماره۱ کشتی به دلیل سوراخ شدن و پاشیده شدن سوخت پرفشار از مسیر تأمین سوخت ژنراتور بر روی توربوشارژر و اگزاست بلوز ژنراتور در حال کار دچار حریق می شود و ازآنجایی‌که ملوان موتوریست که از یک شناور دیگر وارد این شناور شده و با شناخت ناکافی در خصوص شناور، جهت انجام‌وظیفه در محل قرارگرفته بوده است، در آن لحظه در فاصله دورتری نسبت به محل قرار داشته است و با تأخیر متوجه نشت سوخت می شود که درنهایت حریقی در ناحیه ژنراتور یادشده که در زیر اتاق کنترل موتورخانه (M.C.R) قرار دارد، ایجاد می شود. در این زمان عوامل نگهبانی برابر لیست در موتورخانه و اتاق کنترل حضورداشته‌اند. موتورخانه شناور شامل فضای گسترده در ۱۲ طبقه (دک) بوده است که اکثر عناصر نگهبانی برابر شرح وظایف مشغول انجام امورات مراقبت، ثبت رکورد و انجام برنامه های نگهداری و تعمیر دستگاه ها و سامانه ها بوده اند.

پس از سوراخ شدن مسیر تأمین سوخت در ژنراتور شماره۱ ، آتش از طریق سقف بالای ژنراتور (کف اتاق کنترل) به اتاق کنترل موتورهای اصلی (M.C.R) سرایت نموده و پس از لحظاتی ژنراتور مذکور خاموش می شود. ازآنجاکه در این شناور، بلافاصله پس از خاموش شدن یک ژنراتور بار آن به ژنراتور دیگر که به‌صورت موازی در مدار قرار دارد، منتقل می شود، ژنراتور دوم به دلیل بار مصرفی زیاد، زیر بار خاموش می شود. با تلاش تکنسین ها (ملوانان موتورخانه) ژنراتور دوم روشن و زیر بار قرار می گیرد ولی به دلیل سرایت حریق به سوییچ برد و آسیب شدید سیستم توزیع برق، تمام فضای موتورخانه و سایر اماکن شناور در خاموشی فرو می رود. متعاقب قطع سراسر برق، تمام فن های مکنده و دمنده موتورخانه، همه پمپ ها و سامانه های اطفاء حریق کشتی از کار می افتد و تلاش گروه فنی کشتی برای روشن کردن ژنراتورهای اضطراری کشتی نیز بی‌نتیجه بوده و در اندک زمانی حریق گسترش و به سایر قسمت های موتورخانه سرایت می نماید. لازم به ذکر است دو ژنراتور قبلاً به دلیل قدمت بالای ژنراتورهای اصلی، به‌عنوان ژنراتور کمکی در فضای بیرونی موتورخانه نصب‌شده بودند اما علاوه بر این‌که باوجود نقص فنی، غیرعملیاتی بودند، برق خروجی از آن ها به همان سوئیچ برد منتقل می شده که در حریق دچار آسیب شده است و در عمل این دو ژنراتور فاقد کارایی بوده اند. با توجه به گسترش و غیرقابل‌کنترل شدن حریق موتورخانه، ضمن اینکه از قبل هیچ پیش‌بینی جهت فراهم کردن پمپ های دیزلی (غیر برقی) جهت تأمین آب‌شور اطفاء حریق انجام‌نشده است، کاپیتان شناور دستور تخلیه موتورخانه و استفاده از سیستم اطفاء حریق موتورخانه را می دهد. پس از گذشت حدود ۲۰ دقیقه و اطمینان از خروج کارکنان، بسته شدن کلیه درب ها و دریچه های موتورخانه و آمادگی استفاده از سیستم CO_2 ثابت، تعداد ۲۱۰ سیلندر ۳۰ کیلویی به‌صورت خودکار و یک‌باره در فضای موتورخانه تخلیه و حریق به میزان قابل‌توجهی تحت کنترل درمی آید. لیکن به‌واسطه دمای بسیار بالای موتورخانه و ایجاد پدیده برگشت شعله، حریق مجدداً زبانه کشیده و به‌سرعت در فضای موتورخانه گسترش‌یافته بطوریکه تلاش های مکرر گروه فنی کشتی جهت ورود به فضای موتورخانه و مبارزه با حریق عملاً غیرممکن می گردد.

فاصله شناور از ساحل و عدم دسترسی به سامانه های اطفاء حریق قدرتمند (یدک کش آتشخوار) در لحظات اولیه حریق، قطع سراسری برق و از دست رفتن تمامی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]

سامانه های اطفاء حریق شناور موجب گسترش شدید و سریع حریق و از دست رفتن زمان طلایی مهار حریق شده و متأسفانه حدود ۵/۷ ساعت پس از شروع حریق یک یدک‌کش آتشخوار در محل حادثه حاضر و اقدام به کمک رسانی نموده است که متأسفانه در این زمان حریق به سمت مخازن سوخت شناور سرایت نموده بود. تعداد ۱۳نفر از کارکنان شناور به دلیل استنشاق گازهای سمی، تنش گرمایی بسیار بالا و ... دچار مشکلات جدی تنفسی و اندامی شده و به ساحل منتقل و تحت مراقبت های ویژه قرار گرفتند. پس از ۱۱ ساعت عملیات پیوسته و تمام‌عیار مبارزه با حریق، به دلیل محدودیت های فنی و کنترل صدماتی، کمبود تجهیزات مناسب و البته شرایط خاص این حریق، عملیات اطفا حریق، موفقیتی نداشته و به دلیل آسیب های وارده به بدنه در اثر شدت حرارت و پارگی بدنه و ورود آب به داخل موتورخانه، شناور به پهلو می خوابد. در این شرایط همچنان حریق در حال گسترش به سایر اماکن شناور و مخازن سوخت آن بوده است ولی کارکنان تا آخرین لحظه (چند دقیقه مانده تا واژگون شدن شناور) با جسارت و اهتمام ویژه برای ادامه عملیات کنترل صدمات بر روی شناور باقیمانده که پس از صدور دستور ترک کشتی، در آخرین لحظات شناور را ترک می نمایند.

نتایج تجزیه و تحلیل حادثه شماره ۲ با روش AcciMap

تجهیزات و محیط پیرامون

- سوراخ شدن مسیر انتقال سوخت به دلیل عمر زیاد
- سوراخ شدن مسیر انتقال سوخت به دلیل خوردگی
- سوراخ شدن مسیر انتقال سوخت به دلیل فشار بالای سوخت
- سوراخ شدن مسیر انتقال سوخت به دلیل نقص در اتصالات
- از بین رفتن عایق لوله اگزاست بلوز
- عدم وجود عایق لوله اگزاست بلوز

فرایندهای فیزیکی و اعمال اپراتور

- عدم اجرای صحیح برنامه نگهداری و تعمیر
- عدم سرعت عمل ملوان موتوریست
- عدم استقرار ملوان موتوریست در محل انجام‌وظیفه
- عدم آشنایی ملوان موتوریست با محیط و خصوصیات فنی شناور (نیروی شناور دیگری است)

مدیریت فنی و عملیاتی

- طراحی و نصب نامناسب ژنراتورهای کمکی (اتصال به سیستم برق موتورخانه)
- عدم ارائه برنامه نگهداری و تعمیر مناسب
- عدم آموزش فنی به پرسنل و به ویژه نیروهای تازه‌وارد
- عدم انجام بررسی کامل شناور قبل از اعزام به مأموریت دریانوردی
- عدم ارائه کامل شرح وظایف کارکنان شناور

مدیریت سازمان

- اعزام شناور به مأموریت باوجود اشکالات فنی متعدد
- به کار گرفتن نیروی های غیر ماهر و ناآشنا به خصوصیات فنی شناور
- جابجایی نیروها بین شناورهای مختلف (بدون توجه به مهارت آن ها)

سازمان ها و نهادهای نظارتی

- عدم نظارت بر اجرای صحیح برنامه نگهداری و تعمیر
- عدم نظارت صحیح بر آموزش افراد
- عدم نظارت صحیح بر سلامت شناور قبل از اعزام به مأموریت دریا نوردی

سیاست های دولت و بودجه بندی

- نقص سیاست های دولت در خصوص تعدد مأموریت‌ها
- نقص سیاست های دولت در خصوص جذب نیرو به تعداد کافی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.12.1]