

A Model for Maintenance Team Formation Based on Knowledge Sharing Optimization

Reza Masoudi

Ph.D. Student in Industrial Engineering,
Department of Industrial Engineering,
Faculty of Management and Industrial
Engineering, Malek Ashtar University of
Technology, Tehran, Iran

Mohammad Reza Zahedi*

Associate Professor, Department of
Industrial Engineering,
Faculty of Management and Industrial
Engineering, Malek Ashtar University of
Technology, Tehran, Iran

Morteza Piri

Assistant Professor, Department of
Industrial Engineering,
Faculty of Management and Industrial
Engineering, Malek Ashtar University of
Technology, Tehran, Iran

Abstract

This study aims to enhance the performance of maintenance teams by proposing a mathematical programming model for team formation, focusing on the maximization of knowledge sharing. In this model, key factors influencing knowledge sharing, including knowledge absorptive capacity, knowledge-sharing capability, willingness to share knowledge, and motivation to acquire knowledge, along with the required expertise for maintenance activities, are identified and incorporated into the optimization process. The data used to develop the model were collected through performance evaluation questionnaires and expert interviews. The implementation of the proposed model in an organization with extensive physical assets demonstrates that optimizing team formation leads to significant improvements in maintenance key performance indicators. The findings of this study indicate that knowledge sharing not only improves

* Mohammad Reza Zahedi: Zahedi@mut.ac.ir

How to Cite: xxxxxxxx

individual and team skills, but also plays a key role in improving the performance of maintenance teams. The proposed model can be used as an efficient decision-making tool for maintenance.

Introduction

In today's competitive environment, organizations are constantly exploring innovative approaches to enhance their productivity and performance. One of the key areas that plays a critical role in achieving this goal is industrial maintenance. Effective performance in this domain can have a direct impact on reducing costs, extending the lifespan of equipment, and improving organizational reliability (Okirie, 2024). Consequently, the use of innovative approaches for more efficient management of maintenance activities has gained significant importance.

One of the main challenges in maintenance management is the formation of optimal work teams that can efficiently carry out their assigned tasks. Teams composed of knowledgeable and skilled individuals not only enhance the quality of task execution but can also foster problem-solving and innovation through collaborative knowledge sharing (Alharbi & Aloud, 2024). This is particularly crucial in asset-intensive industries.

The process for team formation can vary depending on factors such as individual characteristics, task types, and organizational context. One of the key elements in effectively guiding team formation is the willingness and ability of members to share knowledge (Stavrou et al., 2023). Knowledge sharing among team members facilitates the transfer of experiences and critical information, which improves skills and helps prevent the repetition of past mistakes. This process transforms tacit knowledge into collective assets and supports informed decision-making. Institutionalizing a culture of knowledge sharing not only enhances collaboration and innovation but also increases organizational resilience to environmental changes, thereby laying the foundation for sustainability and competitive advantage (Hamill, 2025).

However, many organizations face challenges in identifying and leveraging their organizational knowledge capacities (Zamiri & Esmaeili, 2024). This study presents a model for forming optimal maintenance work teams with the goal of maximizing knowledge sharing. While maintenance tasks are often performed based solely on job roles, with less emphasis on team formation according to the specific issue at hand, this research integrates knowledge management concepts with optimization principles to offer an operational and

quantitative model for improving the performance of technical maintenance teams.

In this regard, the factors affecting knowledge sharing and the required expertise for performing maintenance activities have been identified using data collected from performance evaluation questionnaires and expert interviews. The identification process utilizes the Motivation-Opportunity-Ability (MOA) framework as its theoretical foundation, enabling a deeper analysis of the factors influencing knowledge sharing within work teams. The questionnaires designed based on this model assess team members' motivation to share knowledge, their technical and communication capabilities, and the existing opportunities for knowledge sharing. This information helps managers identify team strengths and weaknesses and adopt a data-driven approach to decision-making.

The proposed model in this study employs a mathematical programming. The implementation of this model in an organization has shown that forming optimal work teams leads to significant improvements in key performance indicators, such as average repair time and equipment availability (Rahman et al., 2022). The findings of this research highlight that knowledge sharing can serve as a fundamental driver for enhancing the performance of maintenance teams. This study represents an important step in redefining the role of team formation in the efficiency of maintenance processes.

Methods

This study adopts a quantitative approach to optimize the formation of maintenance teams. In the first phase, a nonlinear integer programming model is developed to maximize knowledge sharing among team members while considering the assumptions and constraints relevant to equipment maintenance. To evaluate the model's performance, it is applied within an asset-intensive industry. Required data were collected via expert interviews, as well as performance evaluation questionnaires. Following data collection and parameter calculation, an industry-specific mathematical model was formulated. The model was solved using the branch-and-bound method implemented in MATLAB software. As a result, the most suitable maintenance teams for carrying out designated activities were proposed. Finally, the performance of the formed teams was assessed using key indicators such as mean time to repair (MTTR) and equipment availability. This evaluation was conducted over six-month intervals using a Computerized Maintenance Management System (CMMS).

Discussion and results

To illustrate the proposed model, a case study was conducted for forming maintenance teams for floating equipment. The selected equipment and the corresponding maintenance activities were recommended by industry experts. Based on these recommendations, key indicators including technical expertise of maintenance personnel and Motivation-Opportunity-Ability parameters were evaluated using a 360-degree assessment method. This was carried out through questionnaires employing a five-point Likert scale and distributed among individuals (self-assessment), managers (top-down assessment), and peers. Additionally, the required expertise levels for each maintenance task, as well as the opportunities for knowledge sharing and absorption, were identified through expert surveys. The collected data on individuals' expertise were then normalized based on the maximum level of expertise needed for the maintenance tasks.

Finally, to assess the impact of the implemented policies on equipment performance, two key indicators were analyzed: Mean Time Between Failures (MTBF), representing equipment reliability, and Mean Time to Repair (MTTR), reflecting the skill level of maintenance personnel. These indicators were monitored over a six-month period prior to implementation and three subsequent six-month intervals post-implementation. Simultaneous improvement in both indicators suggests that maintenance activities were conducted with greater speed and higher quality.

Conclusion

The findings of this study underscore the critical role of knowledge sharing in enhancing the performance of maintenance teams. The proposed optimization model demonstrated that forming optimal work teams can effectively reduce repair time, manage maintenance costs, and improve key performance indicators. Based on these results, several practical measures can be implemented to enhance maintenance performance through effective knowledge sharing and optimal team formation. First, organizations are encouraged to adopt a performance evaluation system grounded in the Motivation-Opportunity-Ability (MOA) framework to better assess and develop individual and team capabilities. In parallel, targeted incentive schemes should be designed to actively promote knowledge sharing among team members. Additionally, establishing structured and interactive platforms within maintenance processes can facilitate communication and collaboration. Strategic investment in training programs aimed at improving both technical and team-based skills is also essential. Finally, ongoing monitoring of team performance and the use of data-driven decision-

making can ensure continuous improvement and alignment with organizational goals. Collectively, these actions provide a comprehensive approach to enhancing the efficiency and effectiveness of maintenance operations

Keywords: Maintenance, Knowledge Sharing, Team Forming, Key Performance Indicator.

آماده انتشار

یک مدل برای تشکیل تیم‌های نگهداری و تعمیرات بر پایه بهینه-سازی تسهیم دانش

دانشجوی دکتری رشته مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع،

دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

رضا مسعودی 

دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی

مالک اشتر، تهران، ایران

محمدرضا زاهدی 

استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه

صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

مرتضی پیری 

چکیده

این پژوهش با هدف بهبود عملکرد تیم‌های نگهداری و تعمیرات، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای تشکیل تیم‌های کاری ارائه می‌کند که بر بیشینه‌سازی تسهیم دانش تمرکز دارد. در این مدل، عوامل مؤثر بر تسهیم دانش، از جمله قابلیت تسهیم دانش، تمایل به تسهیم دانش و انگیزه جذب دانش، همراه با تخصص‌های مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، شناسایی و در فرآیند بهینه‌سازی لحاظ شده‌اند. داده‌های مورد استفاده برای طراحی مدل از طریق پرسشنامه ارزیابی عملکرد و مصاحبه با خبرگان صنعت گردآوری شده است. نتایج پیاده‌سازی مدل در یک سازمان با دارایی‌های فیزیکی گسترده نشان می‌دهد که اجرای این مدل و تشکیل تیم‌های کاری بهینه منجر به بهبود قابل توجه شاخص‌های کلیدی عملکرد مانند کاهش متوسط زمان تعمیرات، افزایش قابلیت در دسترس‌پذیری تجهیزات و ارتقای بهره‌وری کلی سیستم شده است. تحلیل یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که تسهیم دانش نه تنها به افزایش مهارت‌های فردی و تیمی منجر می‌شود، بلکه به عنوان یک عامل کلیدی در بهبود عملکرد تیم‌های نگهداری و تعمیرات نقش ایفا می‌کند. مدل پیشنهادی می‌تواند به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری کارآمد برای مدیران نگهداری و تعمیرات در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرد و به آن‌ها در تشکیل تیم‌های کاری بهینه با هدف افزایش کارایی، کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات کمک کند.

کلیدواژه‌ها: نگهداری و تعمیرات، اشتراک دانش، تشکیل تیم، شاخص کلیدی عملکرد.

مقدمه

در دنیای رقابتی امروز، سازمان‌ها به دنبال راهکارهایی برای بهبود بهره‌وری و عملکرد خود هستند. یکی از حوزه‌های کلیدی که نقش مهمی در دستیابی به این هدف ایفا می‌کند، نگهداری و تعمیرات است. عملکرد صحیح در این حوزه می‌تواند تأثیر مستقیمی بر کاهش هزینه‌ها، افزایش طول عمر تجهیزات و بهبود قابلیت اطمینان در سازمان‌ها داشته باشد (Okirie, 2024). به همین دلیل، بهره‌گیری از رویکردهای نوآورانه برای مدیریت بهتر فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات اهمیت بسزایی پیدا کرده است. یکی از چالش‌های اصلی در مدیریت نگهداری و تعمیرات، تشکیل تیم‌های کاری بهینه به گونه‌ای است که بتوانند به طور مؤثر وظایف خود را انجام دهند. تیم‌هایی که با دانش و تخصص کافی تشکیل شوند، نه تنها باعث افزایش کیفیت اجرای فعالیت‌ها می‌شوند، بلکه می‌توانند با تسهیم دانش میان اعضای خود، قابلیت حل مسائل و نوآوری را ارتقا دهند (Alharbi & Aloud, 2024). این موضوع، به ویژه در صنایع با محوریت دارایی‌های فیزیکی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. فرآیند و تکنیک‌های تشکیل تیم بسته به عواملی نظیر ویژگی‌های فردی اعضا، نوع وظایف و زمینه کاری می‌تواند متفاوت باشد. یکی از مؤلفه‌های مهم در هدایت اثربخش تشکیل تیم، میزان تمایل و توانایی اعضا در تسهیم دانش است (Stavrou et al., 2023). تسهیم دانش میان اعضای تیم می‌تواند موجب انتقال تجارب و اطلاعات کلیدی شود که ضمن ارتقای مهارت‌ها، از تکرار خطاهای گذشته جلوگیری می‌کند. این فرآیند، دانش ضمنی را به دارایی جمعی تبدیل کرده و در تصمیم‌گیری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. نهادهای سازنده فرهنگ اشتراک دانش، علاوه بر ارتقای همکاری و نوآوری، تاب‌آوری سازمان در برابر تغییرات محیطی را افزایش داده و زمینه‌ساز پایداری و مزیت رقابتی آن می‌گردد (Hamill, 2025). با این حال بسیاری از سازمان‌ها در شناسایی و استفاده بهینه از ظرفیت‌های دانش سازمانی خود با چالش‌هایی روبه‌رو هستند (Zamiri & Esmaili, 2024). این پژوهش مدلی جهت تشکیل تیم‌های کاری نگهداری و تعمیرات بهینه با هدف بیشینه‌سازی تسهیم دانش ارائه می‌کند. در حالی که در محیط‌های نگهداری و تعمیرات اغلب وظایف صرفاً بر اساس جایگاه شغلی انجام می‌شود و کمتر به مفهوم تیم‌سازی بر اساس مسئله پیش آمده توجه می‌گردد، این تحقیق مفاهیم مدیریت دانش را با اصول بهینه‌سازی ترکیب کرده و مدلی

عملیاتی و کمی برای ارتقای عملکرد تیم‌های فنی نگهداری و تعمیرات ارائه می‌دهد. در این راستا، عوامل مؤثر بر تسهیم دانش و تخصص‌های مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، با استفاده از داده‌های استخراج شده از پرسشنامه‌های ارزیابی عملکرد و مصاحبه با خبرگان شناسایی شده‌اند. در فرآیند شناسایی این عوامل، از مدل انگیزه، فرصت و توانایی¹ به عنوان چارچوبی نظری استفاده شده است؛ این مدل با ارزیابی سه بعد کلیدی، امکان بررسی عمیق‌تر عوامل مؤثر بر تسهیم دانش در تیم‌های کاری را فراهم می‌کند. پرسشنامه‌های طراحی شده بر اساس این مدل، میزان انگیزه اعضای تیم برای نشر دانش، سطح توانایی‌های فنی و ارتباطی آن‌ها و فرصت‌های موجود برای تسهیم دانش را مشخص می‌کند. این اطلاعات به مدیران کمک می‌کند تا نقاط قوت و ضعف تیم‌ها را شناسایی کرده و در تصمیم‌گیری‌های خود از رویکردی داده‌محور بهره ببرند. مدل پیشنهادی این پژوهش، از یک رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی بهره می‌گیرد که می‌تواند به مدیران در تصمیم‌گیری‌های استراتژیک کمک کند. نتایج پیاده‌سازی این مدل در یک سازمان نشان داده است که استفاده از تیم‌های کاری بهینه، بهبود قابل توجهی در شاخص‌های کلیدی عملکرد از جمله متوسط زمان تعمیرات و قابلیت در دسترس‌پذیری تجهیزات به همراه داشته است (Rahman et al., 2022). یافته‌های این پژوهش تأکید می‌کنند که تسهیم دانش می‌تواند به عنوان یک محرک اساسی برای بهبود عملکرد تیم‌های نگهداری و تعمیرات مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش گامی مهم در بازتعریف نقش تیم‌سازی در کارایی فرآیندهای نگهداری و تعمیرات به شمار می‌رود.

پیشینه پژوهش

با اینکه نگهداری و تعمیرات با فناوری‌های جدید تکامل یافته است، هنوز هم یک حوزه به شدت انسان‌محور است. مراحل متعدد در جریان کار نگهداری و تعمیرات هنوز نیاز به تخصص و مداخله انسانی دارد. فعالیت‌های مختلف نگهداری و تعمیرات نیاز به نیروی انسانی متعددی دارند که همگی دارای مهارت‌ها و تخصص‌های گوناگون و از موقعیت‌ها و سطوح مختلف در سازمان هستند (Longo et al., 2019). پاسخگویی به درخواست‌های نگهداشت و تعمیرات تجهیزات، تمرین‌های آموزشی و اجرای پروژه‌های نگهداری و تعمیرات بزرگ‌تر همگی می‌توانند به تیم‌های تعمیر و نگهداری نیاز داشته باشند. داشتن

¹ Motivation Opportunity Availability (MOA)

دسته‌بندی صحیح افراد از نظر مهارت و توانایی همکاری در قالب تیم می‌تواند به بهبود کارایی این وظایف کمک کند (Reslan et al., 2021).

تیم‌ها به عنوان یک عنصر جدایی ناپذیر از استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات در نظر گرفته شده‌اند. بسیاری از مسائل مرتبط با تیم‌ها مانند پویایی، سطح دانش عملیاتی در ارتباط مستقیم با کیفیت نتایج حاصل در نگهداری و تعمیرات می‌باشند. در عمل مدیریت تیم‌های نگهداری و تعمیرات به دلیل مشکلات بالقوه آن مانند وظایف ساختار نیافته، تکرار پذیری محدود این فعالیت‌ها و رفتار متقابل اعضا نسبت به یکدیگر می‌تواند چالش برانگیز باشد (Lee et al., 2013).

کلید فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در قالب دو سیاست نگهداری و تعمیرات اصلاحی^۱ و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه^۲ دسته‌بندی می‌شوند. در فعالیت‌های اصلاحی زمان، نوع و حجم خرابی تجهیز از قبل مشخص نبوده و با توجه به تجهیز و نوع خرابی می‌تواند متفاوت باشد. در مقابل فعالیت‌های مورد نیاز در انجام اقدامات نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه از قبل مشخص و قابل برنامه‌ریزی است (Malik et al., 2024). عدم قطعیت ذکر شده در فعالیت‌های اصلاحی اهمیت موضوع تشکیل تیم‌های نگهداری و تعمیرات از منظر تخصص، همکاری و انتقال دانش و... را دو چندان می‌کند. این خاصیت همچنین نشان دهنده اهمیت سطح دانش نیروی انسانی درگیر در انجام این فعالیت‌ها است. برنامه‌ریزی در جهت ارتقای دانش نیروی انسانی درگیر در پروژه‌های نگهداری و تعمیرات می‌تواند تضمین‌کننده کاهش هزینه‌های مربوط به دارایی‌های فیزیکی، افزایش قابلیت پاسخگویی تجهیزات به نیازهای سازمان و در نهایت ارتقاء سودآوری سازمان باشد. اشتراک دانش یکی از روش‌های مرسوم ارتقاء دانش نیروی انسانی به وسیله سرمایه‌دانشی درون سازمانی است. در این راستا چارچوب نظری انگیزه، فرصت و توانایی به بررسی عوامل و پارامترهای موثر بر اشتراک دانش می‌پردازد (Siemens et al., 2008). این چارچوب سه بعد اصلی قابلیت جذب و تسهیم دانش هر فرد، تمایل و انگیزه تسهیم دانش هر فرد و فرصت تسهیم دانش را را مورد بررسی قرار می‌دهد. قابلیت و انگیزه جذب و تسهیم دانش وابسته به فرد و فرصت تسهیم دانش وابسته به محیط کاری می‌باشد. عوامل تاثیرگذار بر فرصت تسهیم دانش شامل ساختار و فرهنگ سازمانی، سیاست‌ها و رویه‌ها، فناوری و نقش رهبری می‌باشند (Carmeli et

^۱ . Corrective Maintenance (CM)

^۲ . Preventive Maintenance (PM)

2011, al.). جهت اختصاص افراد به تیم‌های نگهداری و تعمیرات حداقل دانش مورد نیاز جهت انجام تعمیرات هر تجهیز تعیین می‌شود. این امر باید بگونه‌ای صورت پذیرد که بیشینه‌سازی تسهیم دانش خللی در کیفیت انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات ایجاد نکند. به منظور ارزیابی قابلیت‌ها و انگیزه افراد، از پرسشنامه‌هایی با مقیاس لیکرت استفاده می‌شود. پایایی این پرسشنامه‌ها با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ تأیید خواهد شد. همچنین برای شناسایی حداقل دانش مورد نیاز جهت انجام تعمیرات هر تجهیز و فرصت‌های موجود برای تسهیم دانش، جلسات مصاحبه ساختاریافته با خبرگان برگزار خواهد شد (Tavakol & Dennick, 2011).

شاخص‌های در دسترس پذیری تجهیزات، میانگین زمان بین خرابی‌ها و میانگین زمان تعمیر نقش حیاتی در ارزیابی عملکرد سیستم‌های نگهداری و تعمیرات دارند (Kumar et al., 2013). شاخص‌های در دسترس‌پذیری تجهیزات برابر با میزان زمانی است که یک تجهیز قابلیت ارائه خدمت در حوزه وظایف مورد انتظار آن را دارد. میانگین زمان بین خرابی‌ها نشان‌دهنده مدت زمانی است که یک سیستم به‌طور متوسط بدون خرابی عمل می‌کند. این شاخص به عنوان معیاری برای سنجش قابلیت اطمینان تجهیزات محسوب می‌شود. از سوی دیگر، میانگین زمان انجام تعمیرات بیانگر متوسط زمانی است که برای تعمیر و بازگرداندن سیستم به حالت عملیاتی پس از وقوع خرابی صرف می‌شود و مهارت و کارایی تیم تعمیرات را منعکس می‌کند. بهبود هم‌زمان این شاخص‌ها نشان‌دهنده اجرای مؤثر برنامه‌های نگهداری و تعمیرات است. افزایش میانگین زمان بین خرابی‌ها به معنای کاهش تعداد خرابی‌ها و افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات است، در حالی که کاهش میانگین زمان انجام تعمیرات نشان‌دهنده سرعت و کارایی بالاتر در فرآیند تعمیرات می‌باشد. این بهبودها می‌توانند منجر به کاهش زمان‌های توقف برنامه‌ریزی نشده و افزایش بهره‌وری کلی سیستم شوند. به‌طور کلی، نظارت مستمر بر این شاخص‌ها و استفاده از ابزارهای مناسب می‌تواند به سازمان‌ها در بهبود عملکرد نگهداری و تعمیرات و افزایش بهره‌وری کمک کند (Raposo et al., 2021).

مطالعات متعددی تأکید کرده‌اند که تیم‌هایی که در آن‌ها تسهیم دانش به خوبی انجام می‌شود، عملکرد بهتری در حل مسائل و دستیابی به اهداف سازمانی دارند (Nonaka & Takeuchi, 2007). استفاده از مدل‌های نوین و ابزارهای تصمیم‌گیری در زمینه نگهداری

و تعمیرات می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر بهبود شاخص‌های عملکردی داشته باشد. اکری^۱ در پژوهش خود نقش مؤثر رویکردهای داده‌محور در مدیریت تیم‌های کاری را نشان داده است. نتایج پژوهش وی تأکید دارد که بهره‌گیری از چارچوب‌هایی مانند مدل انگیزه، فرصت و توانایی می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر عوامل مؤثر بر تسهیم دانش کمک کند و بهبود عملکرد تیم‌ها را تسهیل کند (Okirie, 2024). از سوی دیگر، توانایی‌های فنی و ارتباطی اعضای تیم به عنوان پایه‌ای برای اجرای موفقیت‌آمیز فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات شناخته می‌شود (Hansen, 1999). مبانی نظری مرتبط با تشکیل تیم‌های کاری در ادبیات گسترده‌ای از مدیریت به چشم می‌خورد. طبق نظریه‌های رفتار سازمانی، تیم‌های کاری مؤثر زمانی شکل می‌گیرند که اعضا نه تنها توانایی‌های فنی، بلکه مهارت‌های نرم مانند همکاری و ارتباطات را نیز دارا باشند (Hackman, 2002). این نکته در زمینه انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات دارای اهمیت دوچندان است، زیرا بسیاری از وظایف نیازمند همکاری نزدیک بین اعضای تیم و استفاده از دانش ضمنی و صریح موجود است. از سوی دیگر، پیشرفت‌های تکنولوژیکی نیز بر فرآیند تسهیم دانش تأثیرگذار بوده‌اند. برای مثال، فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی جدید، از جمله سیستم‌های مدیریت دانش، امکان تسهیل تسهیم دانش میان اعضای تیم را فراهم کرده‌اند (Alavi & Leidner, 2001). این سیستم‌ها نقش مهمی در دسترسی سریع به اطلاعات و کاهش فاصله‌های جغرافیایی در تیم‌های پراکنده، ایفا می‌کنند. پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که بهره‌گیری از مدل‌های ترکیبی، شامل تکنیک‌های داده‌کاوی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی، می‌تواند کارایی و اثربخشی تیم‌های کاری را به طور چشمگیری افزایش دهد (Ganesh Shankar, 2024). استفاده از این مدل‌ها در مدیریت نگهداری و تعمیرات، به ویژه در صنایع بزرگ و پیچیده مانند نفت و گاز، راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را برای کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری ارائه داده است (Babayeju et al., 2024). از سوی دیگر، مدل‌های پیشرفته مانند یادگیری ماشینی^۲ و تحلیل شبکه‌های اجتماعی^۳ به عنوان ابزارهایی برای تحلیل و پیش‌بینی الگوهای تسهیم دانش معرفی شده‌اند. این ابزارها با شناسایی گره‌های کلیدی و جریان‌های دانش، امکان بهینه‌سازی ساختار تیم‌ها و فرآیندهای نگهداری و تعمیرات را فراهم می‌کنند (Borgatti &

¹. Okirie

². Machine Learning (ML)

³. Social Network Analysis (SNA)

(Halgin, 2011). در حوزه مدیریت دانش، نقش فناوری‌های نوین مانند بلاکچین^۱ نیز در تسهیم دانش و حفظ امنیت اطلاعات به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Zheng et al., 2018). این فناوری‌ها با ارائه شفافیت و اعتماد در تبادل اطلاعات، می‌توانند به عنوان تسهیل‌کننده‌های قدرتمند در تیم‌های نگهداری و تعمیرات عمل کنند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که فرهنگ یادگیری سازمانی و سرمایه‌گذاری در آموزش‌های مستمر برای اعضای تیم می‌تواند تأثیر چشمگیری بر ارتقای دانش و بهبود عملکرد تیم‌ها داشته باشد (Basten & Haamann, 2018). این اقدامات، به‌ویژه در صنایعی که تغییرات فناوری و نیازهای بازار به سرعت در حال تحول هستند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. مطالعات جدید تأکید دارند که استفاده از هوش مصنوعی^۲ و تحلیل داده‌های کلان می‌تواند فرآیندهای نگهداری و تعمیرات را به سطح جدیدی ارتقا دهد (Lee et al., 2019). برای مثال، الگوریتم‌های هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های پیش‌بینی‌کننده می‌توانند زمان بهینه برای انجام تعمیرات را تعیین کرده و به کاهش هزینه‌های نگهداری کمک کنند. همچنین، استفاده از تحلیل شبکه‌های اجتماعی در شناسایی جریان‌های دانش در سازمان‌ها، نقش مؤثری در بهینه‌سازی ساختار تیم‌ها دارد (Behrend & Erwee, 2009). با افزایش علاقه به تیم‌های کاری برای اهداف مختلف و چگونگی تشکیل آن‌ها، چالش جدید مسئله تشکیل^۳ تیم مطرح شده است (Juárez et al., 2021). این مسئله از جنبه‌های مختلف از جمله اهداف و کاربرد تشکیل تیم، معیارهایی که بر اساس آن‌ها تیم‌ها تشکیل می‌شوند و ابزار و تکنیک‌های حل مسئله قابل بررسی است (Stavrou et al., 2023).

جدول ۱ - مرور ادبیات

هدف از تشکیل تیم	معیارهای انتخاب تیم	تکنیک/روش/ابزار	عنوان مقاله	نویسندگان
گروهبندی تجهیزات برای انجام تعمیرات در سیستم‌های چند جزئی	یافتن بهترین برنامه تعمیر با توجه به محدودیت‌ها	الگوریتم ژنتیک	Maintenance grouping for multi-component systems with availability constraints and limited maintenance teams	Do et al., (2015)

^۱ . Blockchain

^۲ . Artificial Intelligence (AI)

^۳ . Team Formation Problem (TFP)

Hossein i & Akhavan, 2017)	A model for project team formation in complex engineering projects under uncertainty: A knowledge-sharing approach	برنامه‌ریزی عدد صحیح چندهدفه فاز ی / روش برنامه‌ریزی احتمالی فاز ی / الگوریتم ژنتیک	تسهیم دانش	تیم پروژه‌های پیچیده مهندسی
Miranda et al., (2020)	A multi-objective optimization approach for the group formation problem	الگوریتم ژنتیک	همگنی درون‌گروهی، ناهمگنی بین‌گروهی و همدمی	تشکیل گروه‌های یادگیری در محیط آموزشی
Miranda et al., (2020)	Intelligent Agent to Form Heterogeneous Group Based On Personality Traits with Genetic Algorithm	الگوریتم ژنتیک	ناهمگونی گروه‌ها بر اساس ویژگی‌های شخصیتی	تشکیل گروه‌های یادگیری در محیط آموزشی
Chiang & Lin, (2020)	A Decision Model for Human Resource Allocation in Project Management of Software Development	برنامه‌ریزی عدد صحیح و شبیه‌سازی	در نظر گرفتن مهارت‌ها، بودجه و زمان‌بندی پروژه	تشکیل تیم برای انجام پروژه‌های نرم‌افزاری
Reslan et al., (2021)	A Data-Driven Framework for Team Formation for Maintenance Tasks	تعامل انسان و کامپیوتر ¹	تطبیق مهارت‌های تعمیرکاران با نیازهای فعالیت‌ها	تشکیل تیم برای انجام وظایف نگهداری و تعمیرات
Shah et al., (2023)	A Novel Team Formation Framework Based on Performance in a Cybersecurity Operations Center	بهینه‌سازی ریاضی، شبیه‌سازی، امتیازدهی	تطبیق مهارت‌های افراد با الزامات تیم‌ها	تشکیل تیم در مرکز عملیات امنیت سایبری
Peuker & Hill, (2024)	A Novel Approach to Purposeful Team Formation	بهینه‌سازی ریاضی	بهبود یادگیری فعال، افزایش تنوع و برابری در محیط آموزشی	تشکیل تیم در محیط‌های آموزشی مهندسی
Muniz & Flamand, (2024)	A column generation approach for the team formation problem	برنامه‌ریزی عدد صحیح غیرخطی	حداکثرسازی حداقل ارزش در بین همه تیم‌ها	راه‌حل قابل استفاده در کلیه مسائل تشکیل تیم
Munir et al., (2025)	Developer Recommendation and Team Formation in Collaborative Crowdsourcing Platforms	منطق فاز ی	تطبیق مهارت‌ها با وظایف	تشکیل تیم برای توسعه نرم افزار

¹. human-computer interaction

با بررسی جدول فوق مشاهده می‌شود که موضوع تشکیل تیم با هدف انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، کمتر در پژوهش‌ها مورد توجه قرار گرفته است. این امر احتمالاً به این دلیل است که وظایف نگهداری و تعمیرات عموماً ماهیت پروژه‌ای ندارند. در مقابل، تشکیل تیم‌ها عمدتاً در زمینه فعالیت‌های پروژه‌محور مانند توسعه نرم‌افزار، توسعه محصول، آموزش گروهی و تحقیق و توسعه بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌است (Costa et al., 2020; Lyutskanova, 2024; Stavrou et al., 2023).

در حوزه بهینه‌سازی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، پژوهش‌های متعددی انجام شده است؛ که هر یک به جنبه‌های مختلفی از این موضوع پرداخته‌اند. این پژوهش‌ها عمدتاً بر بهینه‌سازی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات با تمرکز بر هزینه‌ها، قابلیت اطمینان با استفاده از مدل‌های ریاضی و شبیه‌سازی تأکید داشته‌اند. در مقابل، پژوهش حاضر با هدف افزایش دارایی‌های دانشی سازمان و در نتیجه افزایش سودآوری و توان رقابتی سعی در پیشینه‌سازی تسهیم دانش در تشکیل تیم‌های نگهداری و تعمیرات دارد.

تفاوت‌های کلیدی پژوهش حاضر و خصوصیات آن عبارت‌اند از:

توجه به تیم‌سازی در فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات: عدم رویکرد پروژه‌محور به فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات باعث شده است که این مفهوم به عنوان هدف تیم‌سازی مورد بحث پژوهشگران قرار نگیرد. در پژوهش‌های مربوط به مسئله تشکیل تیم، اغلب پروژه‌های توسعه نرم‌افزار، توسعه محصول و مسائل آموزشی مورد بحث قرار گرفته‌اند (Lyutskanova, 2024; Stavrou et al., 2023).

تمرکز بر تسهیم دانش: در حالی که تحقیقات پیشین در حوزه نگهداری و تعمیرات بیشتر به جنبه‌های فنی و عملیاتی تجهیزات از جمله وضعیت خرابی، دوره‌های تعمیر و آستانه‌های خرابی پرداخته‌اند (De Jonge & Scarf, 2020; Pincirolì et al., 2023)، این پژوهش به‌طور خاص به اهمیت تسهیم دانش در بهبود عملکرد تیم‌های نگهداری و تعمیرات توجه دارد.

استفاده از داده‌های میدانی: جمع‌آوری داده‌ها از طریق پرسشنامه‌های ارزیابی عملکرد و مصاحبه با خبرگان، به مدل ارائه‌شده در این پژوهش اعتبار و قابلیت کاربرد در شرایط واقعی را می‌بخشد.

تأثیر بر شاخص‌های کلیدی عملکرد^۱: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با تشکیل تیم‌های کاری بهینه و تسهیم دانش، شاخص‌هایی مانند متوسط زمان تعمیرات و قابلیت دسترس‌پذیری تجهیزات بهبود قابل توجهی می‌یابند.

قابلیت تعمیر به صنایع مختلف: مدل پیشنهادی به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری قدرتمند برای مدیران نگهداری و تعمیرات در صنایع گوناگون قابل استفاده است، در حالی که بسیاری از پژوهش‌های پیشین به صنایع یا سیستم‌های خاصی محدود بوده‌اند.

به‌طور کلی، پژوهش حاضر با تأکید بر نقش تسهیم دانش و ارائه یک مدل کاربردی برای تشکیل تیم‌های نگهداری و تعمیرات، رویکردی نوآورانه را در مقایسه با تحقیقات پیشین ارائه می‌دهد.

روش

این پژوهش با ارائه یک روش جدید برای انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، از نظر هدف، توسعه‌ای است. به منظور بهینه‌سازی تشکیل تیم‌های نگهداری و تعمیرات، از رویکرد کمی بهره گرفته شده است. در مرحله نخست، یک مدل ریاضی از نوع برنامه‌ریزی عدد صحیح غیر خطی^۲ جهت بهینه‌سازی تسهیم دانش در بین اعضای تیم با در نظر گرفتن مفروضات و محدودیت‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات تجهیزات ارائه شده است. در ادامه برای بررسی عملکرد، مدل ارائه شده در یک صنعت با محوریت دارایی‌های فیزیکی به کار برده شده است. در این بررسی داده‌های مورد نیاز از طریق مصاحبه‌ها با خبرگان حوزه نگهداری و تعمیرات صنعت مورد نظر و پرسشنامه‌های ارزیابی عملکرد جمع‌آوری شده است. تجهیزات شاخص و فعالیت‌های منتخب نگهداری و تعمیرات آنها از بین ۴۰۰۰ نوع تجهیز مختلف موجود در صنعت مورد مطالعه توسط خبرگان انتخاب شدند. پارامترهای مدل مربوط به خصوصیات و تخصص پرسنل نگهداری و تعمیرات از نتایج ارزیابی عملکرد ۳۶۰ درجه کارکنان استخراج گردید. تهیه پرسشنامه ارزیابی عملکرد بر اساس یک رویکرد ترکیبی انجام شده است. این پرسشنامه شامل دو قسمت عملکرد فنی پرسنل و ظرفیت‌های تسهیم دانش می‌باشد. هدف از قسمت اول ارزیابی عملکرد، بررسی میزان توانایی پرسنل در انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات مشخص شده توسط خبرگان صنعت مورد مطالعه

^۱ . Key Performance Indicator (KPI)

^۲ . Integer Non Linear Programming (INLP)

است. بر این اساس، با استفاده از پژوهش‌های مربوط به ارزیابی عملکرد کارکنان، سوالات مربوط به توانایی پرسنل استخراج و بر اساس فعالیت‌های مشخص شده توسط خبرگان صنعت مورد مطالعه بومی‌سازی شده است (Ramos-Villagrasa et al., 2019). در این بومی‌سازی، واژه‌ها و مفاهیم با فرهنگ، زبان و شرایط سازمان و جامعه آماری مورد نظر تطبیق داده شده است. در قسمت دوم، پارامترهای مربوط به مدل انگیزه، فرصت و توانایی بر اساس پرسشنامه‌های معتبر استخراج و با استفاده از مفاهیم، زبان و فرهنگ سازمان مورد مطالعه بومی‌سازی شد (Cao et al., 2012; Siemsen et al., 2008; Wasko & Faraj, 2005). در مرحله بعد با انجام پیش‌آزمون و اجرای اولیه پرسشنامه روی گروهی کوچک از جامعه هدف روایی و پایایی پرسشنامه سنجیده شد. با توجه به نتایج مرحله قبل سوالات با عملکرد ضعیف حذف یا اصلاح شدند.

پس از جمع‌آوری داده‌ها و محاسبه پارامترها، مدل ریاضی مربوط به صنعت مورد مطالعه ارائه شده است. مدل ریاضی پژوهش با روش شاخه و حد^۱ به کمک نرم افزار متلب^۲ حل شد. در نتیجه بهترین تیم‌های نگهداری و تعمیرات برای انجام فعالیت‌های مشخص شده پیشنهاد شدند. در نهایت، تاثیر عملکرد تیم‌های تشکیل شده با پایش شاخص‌هایی نظیر متوسط زمان تعمیرات و قابلیت دسترس‌پذیری تجهیزات در بازه‌های زمانی ۶ ماهه به کمک سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات کامپیوتری^۳ ارزیابی شده است.

فرمول بندی مسئله

به منظور مدل‌سازی بهینه‌سازی اشتراک دانش مفروضات زیر را در نظر می‌گیریم:

- به دلیل اهمیت موضوع و جلوگیری از ریسک‌های موجود افزایش تخصص از طریق آزمون و خطا صورت نمی‌پذیرد و انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات صرفاً در حضور شخصی با حداقل تخصص مورد نیاز انجام می‌شود. در نتیجه انجام وظایف محول شده به افراد صرفاً باعث افزایش مهارت می‌شود. افزایش تخصص صرفاً از طریق اشتراک گذاری دانش انجام می‌شود.
- با توجه به اینکه انجام اغلب وظایف نگهداری و تعمیرات نیازمند همکاری حوزه‌های مختلف تخصصی است. ممکن است مشارکت در فعالیت‌های

^۱ . Branch and Bound

^۲ . MATLAB

^۳ . Computerized Maintenance Management System (CMMS)

نگهداری و تعمیرات باعث افزایش آگاهی افراد در حوزه‌هایی غیر از حوزه تخصصی فرد شود. این افزایش تخصص مورد بحث در این پژوهش نیست در نتیجه در این پژوهش افزایش دانش هر فرد صرفاً در حیطه تخصص خودش مورد بحث قرار گرفته است. (این فرضیه در سازمان‌هایی با تجهیزات زیاد و تخصصی در نظر گرفته می‌شود)

- تخصص مورد نیاز جهت نگهداری و تعمیرات تجهیزات مختلف بنا بر نظر خبرگان صنعت مورد مطالعه استخراج شده و متفاوت است.
- با در نظر گرفتن فرض اول حداکثر دانش قابل اشتراک گذاری هنگام انجام نگهداری و تعمیرات تجهیزات برابر با میزان دانش مورد نیاز برای انجام این فعالیت‌ها است.
- هر فرد صرفاً در یک حوزه تخصص بکار گرفته می‌شود. (این فرضیه در سازمان‌هایی با تجهیزات زیاد و تخصصی در نظر گرفته می‌شود)
- با توجه به اینکه تسهیم دانش در حین انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات انجام می‌شود؛ فرصت جذب/تسهیم دانش به نوع فعالیت و تجهیز مربوط به آن بستگی دارد و مستقل از فرد در نظر گرفته می‌شود.
- به منظور تضمین انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در هر تخصص حداقل یک نفر با قابلیت انجام یک فعالیت نگهداری و تعمیرات تجهیز خاص حضور دارد.
- به منظور تضمین تسهیم دانش در هر تخصص حداقل یک نفر با نقص دانش در انجام یک فعالیت نگهداری و تعمیرات تجهیز خاص حضور دارد.
- با توجه به انتخاب تجهیزات و فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات شاخص نیاز به انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات تجهیزات شاخص در یک زمان به وجود نمی‌آید.

اندیس‌ها

I: مجموعه تخصص‌های مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات
($i=1,2, \dots, I$)

J: مجموعه پرسنل انجام دهنده فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات ($j=1,2, \dots, J$)

K : مجموعه تجهیزات صنعتی مورد مطالعه ($k=1,2, \dots, K$)

L : مجموعه فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات ($l=1,2, \dots, L$)

پارامترها

پنج پارامتر اول مربوط به مدل انگیزه، فرصت و توانایی است. توانایی هر شخص در جذب و یادگیری دانش متفاوت است. در نتیجه یکی از پارامترهای مهم در تعیین میزان دانش تسهیم شده قابلیت جذب دانش هر فرد به شرح زیر است:

α_{ij} : قابلیت جذب دانش فرد j با تخصص i .

علاوه بر توانایی یادگیری، توانایی آموزش و به اشتراک گذاشتن دانش نقش تعیین کننده در میزان تسهیم دانش دارد.

β_{ij} : قابلیت تسهیم دانش فرد j با تخصص i .

تمایل و انگیزه از جمله پارامترهای تاثیرگذار در تسهیم دانش هستند. این پارامترها در دو شخص تسهیم کننده و جذب کننده دانش قابل محاسبه و استفاده در مدل می‌باشند.

θ_{ij} : انگیزه جذب دانش فرد j با تخصص i .

ω_{ij} : تمایل به تسهیم دانش فرد j با تخصص i .

انجام هر فعالیت نگهداری و تعمیرات با توجه به نوع فعالیت بستری را جهت تسهیم دانش فراهم می‌کند. مواردی مانند فضا و وضعیت محیط کاری در انجام فعالیت، مدت زمان انجام فعالیت و ... مقدار این پارامتر را تعیین می‌کنند.

φ_{kl} : فرصت جذب/ تسهیم دانش در زمان انجام فعالیت نگهداری و تعمیرات l بر روی تجهیز k .

به منظور تعیین میزان دانش تسهیم شده علاوه بر پارامترهای مدل انگیزه، فرصت و توانایی لازم است سطح خبرگی هر کدام از پرسنل در انجام هر فعالیت نگهداری و تعمیرات اندازه‌گیری شود. میزان دانش تسهیم شده با در نظر گرفتن سطح خبرگی افراد مشارکت کننده در هر مفعالی و پارامترهای مدل انگیزه، فرصت و توانایی بدست می‌آید.

E_{ijkl} : سطح خبرگی فرد j با تخصص i در زمینه فعالیت نگهداری و تعمیرات l بر روی تجهیز k .

به منظور تضمین انجام صحیح فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات لازم است حداقل تخصّص مورد نیاز جهت انجام هر فعالیت محاسبه و در محدودیت‌های مدل بکار برده شود در نتیجه پارامتر مربوط به تخصّص مورد نیاز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$R_{ikl}: \text{سطح تخصّص } i \text{ مورد نیاز برای انجام فعالیت نگهداری و تعمیرات } l \text{ بر روی تجهیز } k.$$

با انجام هر فعالیت تسهیم دانش بین افراد انجام دهنده فعالیت صورت می‌پذیرد. جهت تعیین میزان تسهیم دانش صورت گرفته و در ادامه بیشینه سازی آن پارامتر زیر تعریف می‌شود:

AK_{ijkl} : میزان دانش کسب شده فرد j با تخصّص i در زمان انجام فعالیت نگهداری و تعمیرات l بر روی تجهیز k .

متغیر تصمیم:

X_{ijkl} : ۱ اگر فرد j با تخصّص i برای انجام فعالیت نگهداری و تعمیرات l بر روی تجهیز k حضور داشته باشد؛ ۰ در غیر این صورت.

تابع هدف

حداکثر دانش جدید قابل اکتساب فرد j در تخصّص i با زمان انجام فعالیت نگهداری و تعمیرات l بر روی تجهیز k از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\rho_{ijkl} = R_{ikl} - E_{ijkl} \quad \forall i, j, k, l \quad (1)$$

با توجه رابطه (۱) حداکثر دانش جدید قابل اکتساب توسط افرادی که دارای تخصّص کافی برای انجام فعالیت نگهداری و تعمیرات مشخص روی تجهیز خاص می‌باشند برابر با صفر می‌باشد.

میزان دانش کسب شده توسط فرد j در تخصّص i در زمان انجام فعالیت نگهداری و تعمیرات l بر روی تجهیز k از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$AK_{ijkl} = \rho_{ijkl} (\alpha_{ij} \theta_{ij} \varphi_{kl} \beta_{im} \omega_{im} \varphi_{kl}) X_{ijkl} X_{imkl} \quad \forall i, j, m, k, l, j \neq m \quad (2)$$

$$AK_{ijkl} = (R_{ikl} - E_{ijkl}) (\alpha_{ij} \theta_{ij} \varphi_{kl} \beta_{im} \omega_{im} \varphi_{kl}) X_{ijkl} X_{imkl} \quad \forall i, j, m, k, l, j \neq m \quad (3)$$

با توجه به هدف بیشینه سازی اشتراک دانش به ازای انجام فعالیت نگهداری و تعمیرات بر روی تجهیزات مختلف تابع هدف به صورت زیر قابل نگارش است:

$$Max z = \sum_j \sum_l AK_{ijkl} \quad \forall k, l \quad (4)$$

$$Max z = \sum_j \sum_l \rho_{ijkl} (\alpha_{ij} \theta_{ij} \varphi_{kl} \beta_{im} \omega_{im} \varphi_{kl}) X_{ijkl} X_{imkl} \quad (5)$$

$$\forall m, k, l, j \neq m$$

$$Max z = \sum_j \sum_l (R_{ikl} - E_{ijkl}) (\alpha_{ij} \theta_{ij} \beta_{im} \omega_{im} \varphi_{kl}^2) X_{ijkl} X_{imkl} \quad (6)$$

$$\forall m, k, l, j \neq m$$

محدودیت ها

محدودیت های مسئله های تشکیل تیم شامل تضمین حداقل کیفیت مورد قبول وظایف، تعداد نفرات انجام دهنده کار در هر تخصص و نوع متغیرهای تصمیم می باشد (Hosseini & Akhavan, 2017).

در هر تیم، فرد تسهیم کننده دانش، شخصی است که دارای تخصص کافی در انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات می باشد. با توجه به فرضیات مدل و به منظور اطمینان از انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات، در هر حوزه تخصصی حداقل یک نفر با توانایی انجام این فعالیت ها وجود دارد. این فرد علاوه بر مسئولیت انجام فعالیت های فنی، عهده دار تسهیم دانش نیز هست. این محدودیت به دلیل ساختار مدل در نظر گرفته شده و نشان دهنده فردی با بالاترین سطح تخصص در تیم برای تسهیم دانش می باشد.

$$E_{imkl} * X_{imkl} \geq E_{ijkl} * X_{ijkl} \quad \forall i, k, l, j \neq m \quad (7)$$

با توجه به حداقل تخصص مورد نیاز برای انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات هر تجهیز، حداقل یک نفر از انجام دهندگان فعالیت باید دارای این تخصص باشند. در نتیجه محدودیت زیر با توجه به مفروضات مدل جهت تضمین انجام فعالیت های نگهداری و تعمیرات در هر تخصص در نظر گرفته شده است:

$$E_{imkl} * X_{imkl} - R_{ikl} \geq 0 \quad \forall i, m, k, l \quad (8)$$

در انجام برخی از فعالیت های نگهداری و تعمیرات، به یک یا چند تخصص خاص نیازی نیست. در چنین مواردی، لازم است محدودیتی اعمال شود تا اطمینان حاصل شود که اگر

تخصصی مورد نیاز نباشد، فردی از آن تخصص در تیم حضور نداشته باشد. این محدودیت با هدف جلوگیری از اتلاف منابع در تشکیل تیم اضافه شده است.

$$\sum_j X_{ijkl} - M * R_{ikl} \leq 0 \quad \forall i, k, l \quad (9)$$

به منظور تضمین تسهیم دانش در انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات به ازای هر تخصص در مجموع ۲ نفر برای انجام هر فعالیت نیاز است. این محدودیت با توجه به محدودیت منابع به مدل اضافه شده است

$$\sum_j X_{ijkl} = 2 \quad \forall i, j, k, l \quad (10)$$

با توجه به متغیرهای تصمیم در نظر گرفته در مدل ارائه شده؛ هر فرد برای انجام هر فعالیت نگهداری و تعمیرات می‌تواند مشارکت یا عدم مشارکت داشته باشد. این امر با تعریف متغیرهای تصمیم صفر و یک به صورت زیر قابل انجام است. این محدودیت به دلیل ساختار مدل در نظر گرفته شده است.

$$X_{ijkl} \in \{0,1\} \quad \forall i, j, k, l \quad (11)$$

جمع‌آوری داده‌ها:

با توجه به انتزاعی بودن متغیرهای پژوهش (میزان تخصص کارمندان، قابلیت جذب دانش، قابلیت تسهیم دانش، تمایل به تسهیم دانش و ...) و به منظور اندازه‌گیری مقدار عددی لازم است برای هر متغیر، شاخص‌های مشخصی تعریف شود که بتوان آنها را از طریق پرسشنامه یا سایر روش‌های کمی اندازه‌گیری کرد (Camisón & Forés, 2010). به منظور استخراج متغیرهای میزان تخصص کارمندان، انگیزه جذب دانش، قابلیت جذب دانش، قابلیت تسهیم دانش، تمایل به تسهیم دانش از روش ارزیابی ۳۶۰ درجه با پاسخ طیف لیکرت ۵ درجه‌ای استفاده شده است. به منظور ارزیابی پایایی پرسشنامه از آلفای کرونباخ استفاده شده است (Tavakol & Dennick, 2011). شاخص‌های مطرح شده در ارزیابی ۳۶۰ درجه برای تعیین متغیرهای مدل به همراه پایایی هر شاخص در زیر آورده شده است.

جدول ۲ - شاخص‌های سنجش متغیرهای پژوهش به همراه نتیجه پایایی آنها

متغیرهای پژوهش	شاخص‌های سنجش	الفای کرونباخ
میزان تخصص کارمندان	من تخصص کافی در تشخیص نشتی‌ها و رفع آنها در سیستم هیدرولیکی را دارم.	۰/۷۸۴
	من قادر به استفاده از ابزارهای پیشرفته برای تعمیر و تعویض پنل‌های کنترلی و باتری‌ها هستم.	
	من تخصص کافی در تشخیص مشکلات فنی مربوط به موتور شناور و تعویض قطعات آسیب‌دیده آن را دارم.	
	من تخصص کافی در اورهال موتور شناور را دارم.	
	من تخصص کافی در تعویض روغن و فیلترهای سیستم‌های هیدرولیکی را دارم.	
	من تخصص کافی در تمیزکاری و روان‌کاری موتور شناور را دارم.	
	تجربه من در زمینه نگهداری و تعمیرات به من این امکان را می‌دهد که به‌طور مؤثر مشکلات را پیش از بروز خرابی‌های جدی شناسایی کنم.	
	من به‌طور مستمر در حال به‌روزرسانی مهارت‌های فنی خود در زمینه نگهداری و تعمیرات تجهیزات هستم.	
	تجربه من در زمینه نگهداری و تعمیرات به من این امکان را می‌دهد که به‌طور مؤثر مشکلات را پیش از بروز خرابی‌های جدی شناسایی کنم.	
	من در به‌کارگیری تکنیک‌های نوین برای بهبود کارایی و کاهش خرابی تجهیزات متخصص هستم.	
قابلیت جذب دانش	توانایی من در درک و تحلیل اطلاعات جدید که در حین انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات به اشتراک گذاشته می‌شود، بالاست.	۰/۸۱۳
	من به راحتی می‌توانم از مستندات، دستورالعمل‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات تجهیزات برای یادگیری استفاده کنم.	
قابلیت تسهیم دانش	من توانایی تحلیل و یادگیری اطلاعات پیچیده و جدید در ارتباط با تجهیزات را دارم.	۰/۷۹۷
	من به راحتی می‌توانم دانش خود را با دیگران به اشتراک بگذارم.	
	من از جلسات تیمی به منظور اشتراک‌گذاری تجربیات و دانش‌ها استفاده می‌کنم.	
دانش	من می‌توانم اطلاعات فنی و تجربی خود حین انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات را با همکاران به اشتراک بگذارم.	

	به نظر می‌رسد که فرهنگ تیمی ما اشتراک‌گذاری دانش را تشویق می‌کند.	
	من احساس مسئولیت می‌کنم که دانش و تجربیات خود در زمینه نگهداری و تعمیرات را به دیگران منتقل کنم.	
۰/۷۶۹	من تمایل دارم که به یادگیری دیگران در زمینه نگهداری و تعمیرات کمک کنم، حتی اگر این کمک منجر به مزایای فردی نگردد.	تمایل به
	من علاقه‌مند به اشتراک‌گذاری راه‌حل‌های جدید و نوآورانه نگهداری و تعمیرات با اعضای تیم هستم.	تسهیم دانش
	من از اشتراک‌گذاری اطلاعات نگهداری و تعمیرات با همکاران به عنوان یک فرصت برای رشد و توسعه حرفه‌ای خود می‌بینم.	
	من به دنبال یادگیری مهارت‌ها و دانش جدید برای بهبود عملکرد خود هستم.	
	من تمایل دارم از جدیدترین تکنیک‌ها و فناوری‌های نگهداری و تعمیرات آگاه شوم.	انگیزه جذب
۰/۸۲۳	من به‌طور مستمر در تلاش برای به‌روز کردن دانش و مهارت‌های فنی خود هستم.	دانش
	انگیزه من برای یادگیری تحت تأثیر پاداش‌ها و فرصت‌های ارتقاء شغلی قرار دارد.	

سطح خبرگی مورد نیاز برای انجام وظایف و فرصت تسهیم و جذب دانش به ازای فعالیت‌های مختلف نگهداری و تعمیرات از طریق نظرسنجی از خبرگان مشخص می‌شوند. به منظور سنجش میزان تخصص افراد به‌ویژه در زمینه‌های پیچیده و غیرقابل پیش‌بینی مثل تشخیص و تعمیر تجهیزات از نتایج مطالعات دیفورس استفاده شده است (Dreyfus & Dreyfus, 1988). در این دسته‌بندی سطح خبرگی فرد مبتدی معادل یک و سطح خبرگی فرد خبره معادل پنج در مدل لحاظ گردید.

حل مدل

با توجه به تابع هدف مسئله و وجود ضرب دو متغیر عدد صحیح در آن، مدل پژوهش از نوع برنامه‌ریزی عدد صحیح غیرخطی است.

$$\text{Max } z = \sum_j \sum_l (R_{ikl} - E_{ijkl}) (\alpha_{ij} \theta_{ij} \beta_{im} \omega_{im} \varphi_{kl}^2) X_{ijkl} X_{imkl} \quad (12)$$

$$\forall m, k, l, j \neq m$$

ST:

$$E_{imkl} * X_{imkl} \geq E_{ijkl} * X_{ijkl} \quad \forall i, k, l, j \neq m$$

$$E_{imkl} * X_{imkl} - R_{ikl} \geq 0 \quad \forall i, m, k, l$$

$$\sum_j X_{ijkl} - M * R_{ikl} \leq 0 \quad \forall i, k, l$$

$$\sum_j X_{ijkl} = 2 \quad \forall i, j, k, l$$

$$X_{ijkl} \in \{0,1\} \quad \forall i, j, k, l$$

به منظور حل مدل در گام اول متغیرهای $X_{ijkl} X_{imkl}$ با متغیر U_{ijmkl} جایگزین شده و چهار محدودیت زیر به مدل اضافه می‌شود:

$$U_{ijmkl} \leq X_{ijkl} \quad \forall i, j, m, k, l \quad (13)$$

$$U_{ijmkl} \leq X_{imkl} \quad \forall i, j, m, k, l \quad (14)$$

$$U_{ijmkl} \geq X_{ijkl} + X_{imkl} - 1 \quad \forall i, j, m, k, l \quad (15)$$

$$U_{ijmkl} \in \{0,1\} \quad \forall i, j, m, k, l \quad (16)$$

این عمل باعث تبدیل مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح غیرخطی به مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح خطی می‌شود. حجم محاسبات در فرآیند حل مدل با توجه به تعداد افراد و تخصص‌های موجود متفاوت است. در این مدل با توجه به اهمیت جایگشت^۱ نفرات در تشکیل تیم تفاوت پارامترهای هر فرد در تسهیم و جذب دانش، تعداد متغیرهای تصمیم و محدودیت‌های مسئله بسیار زیاد است. برای حل به کمک روش شاخه و حد در گام اول به منظور

¹ . Permutation

حداقل کردن ابعاد مسئله تمامی جایگشت‌ها با مقدار تخصص بیشتر یا مساوی تخصص مورد نیاز در جایگاه جذب دانش $(R_{ikl} - E_{ijkl})$ به دلیل تاثیر نامثبت در تابع هدف مسئله پیشینه‌سازی حذف می‌شود. در گام دوم با جایگزاری محدودیت‌های زیر به جای محدودیت‌های صفر و یک مسئله خطی سازی می‌شود.

$$0 \leq X_{ijkl} \leq 1 \quad \forall i, j, k, l \quad (17)$$

$$0 \leq U_{ijmkl} \leq 1 \quad \forall i, j, m, k, l \quad (18)$$

در گام بعد مسئله برنامه‌ریزی خطی حل و در هر مرحله از حل تا رسیدن به جواب بهینه بر اساس الگوریتم شاخه و حد بصورت زیر اقدام می‌شود.

۱- انتخاب متغیر برای شاخه‌سازی

۲- حل هر شاخه: پس از حل هر شاخه در صورتی متغیرهای تصمیم عدد صحیح باشند جواب به عنوان کاندید ذخیره می‌شود، در صورتی که متغیرهای تصمیم غیر صحیح باشند شاخه سازی ادامه پیدا می‌کند و در صورتی که دارای جواب نباشد شاخه مورد نظر حذف می‌شود.

۳- شرط توقف: وقتی هیچ شاخه‌ای باقی نماند که بتواند جواب بهتری از بهترین جواب فعلی بدهد، الگوریتم متوقف می‌شود. بهترین جواب عدد صحیح که تا آن لحظه پیدا شده، جواب بهینه است.

در قسمت بعد با ارائه یک مطالعه موردی و حل آن کاربرد مدل پیشنهادی برای انتخاب اعضای تیم نگهداری و تعمیرات به طور تجربی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

یافته‌ها

به منظور تشریح مدل، یک مطالعه موردی برای تشکیل تیم‌های نگهداری و تعمیرات تجهیزات شناور آورده شده است. تجهیزات منتخب مورد مطالعه به همراه فعالیت‌های نگهداری تعمیرات مورد نظر روی آنها توسط نخبگان صنعت مورد مطالعه پیشنهاد شده است. با توجه به توضیحات ذکر شده میزان تخصص کارمندان فنی تعمیرات، انگیزه جذب دانش، قابلیت جذب دانش، قابلیت تسهیم دانش، تمایل به تسهیم دانش با روش ارزیابی ۳۶۰ درجه با پاسخ طیف لیکرت ۵ درجه‌ای به کمک پرسشنامه‌هایی که در اختیار افراد (خود ارزیابی)، مدیران (ارزیابی بالا به پایین) و همکاران جمع آوری شده است. در ادامه سطح

خبرگی مورد نیاز برای انجام وظایف و فرصت تسهیم و جذب دانش به ازای فعالیت‌های مختلف نگهداری و تعمیرات از طریق نظرسنجی از خبرگان مشخص شده است. در ادامه داده‌های مربوط به تخصص افراد با توجه به حداکثر میزان تخصص مورد نیاز جهت انجام نگهداری و تعمیرات نرمال شده‌اند. در پایان به منظور بررسی تاثیرپذیری سیاست‌های اعمالی بر روی کارکرد تجهیزات میزان شاخص‌های مهم عملکرد تجهیزات شامل در دسترس بودن تجهیزات، متوسط زمان بین رخداد دو خرابی و متوسط زمان انجام تعمیرات در بازه های ۶ ماهه قبل از پیاده و سه بازه ۶ ماهه بعد از پیاده سازی مدل بررسی شد.

جدول ۳ - انگیزه جذب دانش، قابلیت جذب و تسهیم دانش و تمایل به تسهیم دانش کارمندان فنی

تخصص	افراد	α_{ij}	β_{ij}	θ_{ij}	ω_{ij}
مکانیک	فرد ۱	۰/۵۳	۰/۷۹	۰/۵۴	۰/۵۴
	فرد ۲	۰/۵۹	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۴۴
	فرد ۳	۰/۴۴	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۵۳
	فرد ۴	۰/۵۶	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۴۴
	فرد ۵	۰/۴۶	۰/۸۵	۰/۷۶	۰/۸۷
	فرد ۶	۰/۵۰	۰/۸۷	۰/۴۱	۰/۴۰
برق	فرد ۱	۰/۴۹	۰/۷۵	۰/۶۳	۰/۷۴
	فرد ۲	۰/۷۲	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۵۰
	فرد ۳	۰/۵۹	۰/۸۰	۰/۷۳	۰/۷۰
	فرد ۴	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۱	۰/۸۱
	فرد ۵	۰/۷۰	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۵۲
	فرد ۶	۰/۷۵	۰/۹۱	۰/۷۵	۰/۳۸
	فرد ۷	۰/۵۲	۰/۸۴	۰/۵۳	۰/۸۳
	فرد ۸	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۸۲	۰/۴۵
	فرد ۹	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۷۲	۰/۴۸
ابزار دقیق	فرد ۱	۰/۵۹	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۴۳
	فرد ۲	۰/۵۴	۰/۷۵	۰/۴۸	۰/۵۵
	فرد ۳	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۵۸	۰/۷۳
	فرد ۴	۰/۳۵	۰/۴۱	۰/۷۹	۰/۸۳
	فرد ۵	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۸۳	۰/۷۴
	فرد ۶	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۶۶	۰/۳۶
	فرد ۷	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۳۶	۰/۴۸

جدول ۴ - فرصت جذب/تسهیم دانش و حداقل دانش جهت انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات

تجهیزات شاخص	فعالیت نگهداری و تعمیرات	φ_{kl}	R_{ikl}	
			مکانیک	برق
موتور شناور	اورهال (دمونتاژ و بازسازی کامل موتور)	۰/۳۹	۱	۰/۷۵
	تعویض قطعات آسیب‌دیده یا فرسوده	۰/۶۳	۱	۰/۵
	تمیزکاری و روان‌کاری	۱	۱	۰/۲۵
سیستم‌های هیدرولیکی	رفع نشتی‌ها	۰/۱۵	۱	۰/۲۵
	تعویض روغن و فیلترها	۰/۸۲	۱	۰/۲۵
پنل‌های کنترلی و باتری‌ها	تعمیر و تعویض پنل‌های کنترلی و باتری‌ها	۰/۳۵	۰/۲۵	۱

جدول ۵ - تخصص پرسنل فنی در انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات

تخصص	افراد	موتور شناور				سیستم‌های هیدرولیکی		پنل‌های کنترلی و باتری‌ها
		اورهال (دمونتاژ و بازسازی کامل موتور)	تعویض قطعات آسیب‌دیده یا فرسوده	تمیزکاری و روان‌کاری	رفع نشتی‌ها	تعویض روغن و فیلترها	تعمیر و تعویض پنل‌های کنترلی و باتری‌ها	
مکانیک	فرد ۱	۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۶۷	۰/۸۶	۱	۰/۱۷	
	فرد ۲	۱	۰/۱۷	۰/۶۶	۰/۸۹	۱	۰/۱۳	
	فرد ۳	۰/۵۱	۰/۴۸	۱	۱	۰/۵۴	۰/۱۶	
	فرد ۴	۰/۵۹	۱	۱	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۰۹	
	فرد ۵	۱	۱	۰/۸۹	۰/۵۷	۰/۷۹	۰/۲۵	
	فرد ۶	۰/۲۰	۰/۴۴	۱	۱	۰/۴۰	۰/۰۵	
برق	فرد ۱	۰/۴۱	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۳۴	
	فرد ۲	۰/۷۵	۰/۳۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۷۷	
	فرد ۳	۰	۰/۲۸	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۱	

فرد ۴	۰/۷۵	۰/۵	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۳
فرد ۵	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۱۶	۱
فرد ۶	۰/۶۹	۰/۲۹	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۱۸	۱
فرد ۷	۰/۷۵	۰/۵	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۰
فرد ۸	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۱۵
فرد ۹	۰/۶۴	۰/۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۵۸
فرد ۱	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۹
فرد ۲	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۴	۱
فرد ۳	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۲۵	۱
فرد ۴	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۵۸
فرد ۵	۰/۳۱	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۴۴
فرد ۶	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۴
فرد ۷	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۹	۱

ابزار دقیق

با توجه به مقادیر پارامترها در جداول ۲، ۳ و ۴ به ازای ترکیب‌های مختلف فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در تجهیزات شاخص، ۶ مسئله بهینه سازی ایجاد می‌شود. با حل مسائل بدست آمده به ازای تخصص‌های مورد بررسی ترکیب بهینه افراد طبق جدول ۵ بدست می‌آید.

جدول ۶ - ترکیب بهینه پرسنل فنی جهت انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات

تجهیزات شاخص	فعالیت نگهداری و تعمیرات	مکانیک	برق	ابزار دقیق
موتور شناور	اورهال (دمونتاژ و بازسازی کامل موتور)	فرد ۲ و ۶	فرد ۳ و ۴	فرد ۱ و ۲
	تعویض قطعات آسیب دیده یا فرسوده	فرد ۲ و ۴	فرد ۷ و ۵	فرد ۳ و ۴
	تمیزکاری و روان کاری	فرد ۱ و ۳	فرد ۸ و ۴	فرد ۱ و ۳
سیستم‌های هیدرولیکی	رفع نشتی‌ها	فرد ۳ و ۴	فرد ۶ و ۷	فرد ۳ و ۶
	تعویض روغن و فیلترها	فرد ۱ و ۶	فرد ۹ و ۸	فرد ۱ و ۳
پنل‌های کنترلی و باتری‌ها	تعمیر و تعویض پنل‌های کنترلی و باتری‌ها	فرد ۵ و ۴	فرد ۱ و ۷	فرد ۲ و ۱

پیش‌بینی می‌شود بعد از چند دوره پیاده‌سازی این مدل سطح تخصص تمامی کارمندان فنی تعمیرات به میزان کفایت جهت انجام نگهداری و تعمیرات تجهیزات شاخص افزایش یابد.

به منظور بررسی تاثیرپذیری نگهداری و تعمیرات از سیاست‌های اعمالی در این پژوهش در مطالعه موردی حاضر شاخص‌های زیر قبل و بعد از پیاده سازی مدل از سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات کامپیوتری استخراج شده است.

جدول ۷ - شاخص‌های کلیدی عملکرد قبل و بعد از پیاده سازی مدل

شاخص‌های نگهداری و تعمیرات	تجهیزات شاخص	بازه ۶ ماهه قبل از اجرای مدل	بازه ۶ ماهه بعد از اجرای مدل	بازه ۶ تا ۱۲ ماه بعد از پیاده سازی مدل	بازه ۱۲ تا ۱۸ ماه بعد از پیاده سازی مدل
دسترس بودن تجهیز	موتور شناور	۹۳٪	۹۳٪	۹۵٪	۹۸٪
	سیستم‌های هیدرولیکی	۹۷٪	۹۷٪	۹۸٪	۹۸٪
	پنل‌های کنترلی و باتری‌ها	۹۸٪	۹۸٪	۹۸٪	۹۸٪
متوسط زمان بین رخداد دو خرابی	موتور شناور	۲۰۵۲ ساعت	۲۰۶۰ ساعت	۲۲۰۸ ساعت	۲۱۹۰ ساعت
	سیستم‌های هیدرولیکی	۱۵۳۰ ساعت	۲۰۲۶ ساعت	۲۰۳۶ ساعت	۲۰۴۲ ساعت
	پنل‌های کنترلی و باتری‌ها	۳۱۲۰ ساعت	۳۱۳۰ ساعت	۳۰۶۰ ساعت	۳۱۴۲ ساعت
متوسط زمان انجام تعمیرات	موتور شناور	۱۰۰ ساعت	۹۵ ساعت	۷۰ ساعت	۶۰ ساعت
	سیستم‌های هیدرولیکی	۱۲ ساعت	۱۲ ساعت	۱۲ ساعت	۱۲ ساعت
	پنل‌های کنترلی و باتری‌ها	۸ ساعت	۸ ساعت	۸ ساعت	۸ ساعت

متوسط زمان بین رخداد دو خرابی به عنوان نماینده قابلیت اطمینان و متوسط زمان انجام تعمیرات نشان دهنده مهارت پرسنل انجام دهنده تعمیرات می باشد. بهبود توانان این دو شاخص نشان دهنده این است که کار نگهداری و تعمیرات با سرعت بالاتر و کیفیت بهتر انجام شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این پژوهش، تسهیم دانش نقش مهمی در ارتقای عملکرد تیم‌های نگهداری و تعمیرات ایفا می‌کند. مدل بهینه‌سازی ارائه‌شده در این تحقیق، نشان داد که می‌توان از طریق تشکیل تیم‌های کاری بهینه، زمان انجام تعمیرات را کاهش داد، هزینه‌های نگهداری را مدیریت کرد و شاخص‌های کلیدی عملکرد را بهبود بخشید. از این رو، پیشنهادات زیر جهت بهره‌برداری از نتایج تحقیق ارائه می‌شود:

- ✓ استقرار نظام ارزیابی عملکرد مبتنی بر مدل انگیزه، فرصت و توانایی: پیشنهاد می‌شود مدیران نگهداری و تعمیرات در همکاری با واحد منابع انسانی، چارچوبی برای ارزیابی اعضای تیم بر اساس مؤلفه‌های مدل انگیزه، فرصت و توانایی طراحی و اجرا نمایند. این ارزیابی می‌تواند به صورت دوره‌ای و با استفاده از ابزارهایی نظیر پرسش‌نامه‌های ساختاریافته انجام شود. خروجی این ارزیابی‌ها می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری برای تشکیل تیم‌های کاری و تخصیص بهینه وظایف قرار گیرد.
- ✓ توسعه نظام مشوق‌های هدفمند برای تسهیم دانش: با توجه به نقش حیاتی انگیزه فردی در مشارکت در فرآیند تسهیم دانش، توصیه می‌شود سازمان‌ها از نظام‌های پاداش دهی مبتنی بر شاخص‌های قابل سنجش استفاده کنند. این مشوق‌ها می‌توانند شامل پاداش‌های مالی، امتیازات ارزیابی عملکرد، و فرصت‌های ارتقاء شغلی یا آموزشی باشند.
- ✓ ایجاد بسترهای تعاملی ساخت‌یافته در فرآیندهای نگهداری و تعمیرات: به منظور ارتقای فرصت‌های تسهیم دانش، پیشنهاد می‌شود جلسات کوتاه منظم (روزانه یا هفتگی) برای تبادل تجربیات فنی میان اعضای تیم در برنامه‌ریزی‌های عملیاتی گنجانده شود. همچنین بهره‌گیری از بسترهای دیجیتال (مانند سامانه‌های مدیریت دانش، پلتفرم‌های همکاری آنلاین، یا بانک‌های اطلاعاتی داخلی) باید به عنوان یک سیاست رسمی سازمانی تعریف و پشتیبانی گردد.
- ✓ سرمایه‌گذاری هدفمند در آموزش و ارتقای مهارت‌های تیمی: پیشنهاد می‌شود برنامه‌ای جامع برای آموزش‌های فنی تخصصی و مهارت‌های نرم (نظیر ارتباط مؤثر، کار گروهی و حل مسئله) طراحی و به صورت سالانه اجرا شود. برگزاری

دوره‌های مشترک بین کارکنان با سابقه و نیروهای جدید می‌تواند به انتقال دانش ضمنی و تقویت انسجام تیمی کمک شایانی نماید.

✓ پایش مستمر عملکرد تیم‌ها و تحلیل داده‌محور تصمیم‌ها: استفاده از داشبوردهای مدیریتی برای رصد شاخص‌هایی مانند زمان متوسط تعمیر، نرخ خرابی پس از تعمیر، و نرخ مشارکت در تسهیم دانش، می‌تواند به تصمیم‌گیری آگاهانه مدیران کمک نماید. تحلیل داده‌های عملکردی در طول زمان، امکان بهبود مستمر در ترکیب تیم‌ها و فرآیندهای عملیاتی را فراهم می‌سازد.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

ORCID

Reza Masoudi



<http://orcid.org/0009-0002-3804-0879>

Mohammad Reza Zahedi



<http://orcid.org/0000-0002-5745-0104>

Morteza Piri



<http://orcid.org/0009-0007-1243-8359>

Reference

1. Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 107–136.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3250961>
2. Alharbi, G. L., & Aloud, M. E. (2024). The effects of knowledge management processes on service sector performance: evidence from Saudi Arabia. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1–19.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1057/s41599-024-02876-y>
3. Babayeju, O. A., Adefemi, A., Ekemezie, I. O., & Sofoluwe, O. O. (2024). Advancements in predictive maintenance for aging oil and gas infrastructure. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 22(3), 252–266.
<https://doi.org/https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.3.1669>
4. Basten, D., & Haamann, T. (2018). Approaches for organizational learning: A literature review *Sage Open*, 8(3), 2158244018794224.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/2158244018794224>

5. Behrend, F. D., & Erwee, R. (2009). Mapping knowledge flows in virtual teams with SNA. *Journal of Knowledge Management*, 13(4), 99–114.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/13673270910971860>
6. Borgatti, S. P., & Halgin, D. S. (2011). On network theory. *organization science. Articles in Advance*, 1–14.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0641>
7. Camisón, C., & Forés, B. (2010). Knowledge absorptive capacity: New insights for its conceptualization and measurement. *Journal of business research*, 63(7), 707–715.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.04.022>
8. Cao, S., Pan, Y., Biesiada, M., Godlowski, W., & Zhu, Z.-H. (2012). Constraints on cosmological models from strong gravitational lensing systems. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2012(03).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1475-7516/2012/03/016>
9. Carmeli, A., Atwater, L., & Levi, A. (2011). How leadership enhances employees' knowledge sharing: the intervening roles of relational and organizational identification. *The Journal of Technology Transfer*, 36, 257–274.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10961-010-9154-y>
10. Chiang, H. Y., & Lin, B. M. (2020). A decision model for human resource allocation in project management of software development. *IEEE access*, 8, 38073–38081.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2975829>
11. Costa, A., Ramos, F., Perkusich, M., Dantas, E., Dilozenzo, E., Chagas, F., Meireles, A., Albuquerque, D., Silva, L., & Almeida, H. (2020). Team formation in software engineering: a systematic mapping study. *IEEE access*, 8, 145687–145712.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3015017>
12. De Jonge, B., & Scarf, P. A. (2020). A review on maintenance optimization. *European journal of operational research*, 285(3), 805–824.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.09.047>
13. Do, P., Vu, H. C., Barros, A., & Bérenguer, C. (2015). Maintenance grouping for multi-component systems with availability constraints and limited maintenance teams. *Reliability Engineering & System Safety*, 142, 56–67.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.04.022>
14. Dreyfus, H., & Dreyfus, S. E. (1988). *Mind over Machine: A Plea for the Intuitive Conception of Mind*. Educational Researcher.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1174834>
15. Ganesh Shankar, G. (2024). Artificial intelligence for predictive maintenance in oil and gas operations. *World Journal of Advanced*

Research and Reviews, 23(3), 1228–1233.

<https://doi.org/https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.3.2721>

16. Hackman, J. (2002). Leading teams: Setting the stage for great performances. Harvard Business School Publishing Corporation.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2004.04.001>
17. Hamill, G. (2025). A Literature Review: Exploring the Influence of Trust on Knowledge Sharing in Project Teams within Project-based Organisations. DBS Applied Research and Theory Journal, 2.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22375/dbs.v2i1.137>
18. Hansen, M. T. (1999). The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. *Administrative science quarterly*, 44(1), 82–111.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2667032>
19. Hosseini, S. M., & Akhavan, P. (2017). A model for project team formation in complex engineering projects under uncertainty: a knowledge-sharing approach. *Kybernetes*, 46(7), 1131–1157.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/K-06-2015-0150>
20. Juárez, J., Santos, C., & Brizuela, C. A. (2021). A comprehensive review and a taxonomy proposal of team formation problems. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(7), 1–33.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3465399>
21. Kumar, U., Galar, D., Parida, A., Stenström, C., & Berges, L. (2013). Maintenance performance metrics: a state of the art review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 19(3), 233–277.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/JQME-05-2013-0029>
22. Lee, P. K., To, W. M., & Billy, T. (2013). Team attributes and performance of operational service teams: An empirical taxonomy development. *International Journal of Production Economics*, 142(1), 51–60.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.005>
23. Lee, W. J., Wu, H., Yun, H., Kim, H., Jun, M. B., & Sutherland, J. W. (2019). Predictive maintenance of machine tool systems using artificial intelligence techniques applied to machine condition data. *Procedia Cirp*, 80, 506–511.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.019>
24. Longo, F., Nicoletti, L., & Padovano, A. (2019). Ubiquitous knowledge empowers the Smart Factory: The impacts of a Service-oriented Digital Twin on enterprises' performance. *Annual Reviews in Control*, 47, 221–236.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2019.01.001>

25. Lyutskanova, G. (2024). Systematic Literature Review on the Team Formation Problem.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17671/gazibtd.1414527>
26. Malik, R., Rauf, N., Alisyahbana, T., Ahmad, A., & Fole, A. (2024). Scheduling Maintenance Proposal for Turbine Machines Using The Age Replacement Method at Balambano Hydroelectric Power Plant PT. Vale Indonesia Tbk. *Journal of Industrial Engineering Management*, 9(1), 69–76.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33536/jiem.v9i1.1841>
27. Miranda, P. B., Mello, R. F., & Nascimento, A. C. (2020). A multi-objective optimization approach for the group formation problem. *Expert Systems with Applications*, 162, 113828.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113828>
28. Munir, Y., Umer, Q., Faheem, M., Akram, S., & Jaffar, A. (2025). Developer Recommendation and Team Formation in Collaborative Crowdsourcing Platforms. *IEEE access*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3558557>
29. Muniz, M., & Flamand, T. (2024). A column generation approach for the team formation problem. *Computers & Operations Research*, 161.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cor.2023.106406>
30. Nonaka, I., & Takeuchi, H. (2007). The knowledge-creating company. *Harvard business review*, 85(7/8), 162.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-7009-8.50016-1>
31. Okirie, A. J. (2024). Maintenance Efficiency Optimization through Effective Leadership and Emotional Intelligence. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*, 9(6), 147–156.
<https://doi.org/https://doi.org/10.51584/IJRIAS.2024.906013>
32. Peuker, S., & Hill, A. (2024). A novel approach to purposeful team formation, 2024 ASEE Annual Conference & Exposition,
<https://doi.org/10.18260/1-2--46466>
33. Pincirolì, L., Baraldi, P., & Zio, E. (2023). Maintenance optimization in industry 4.0. *Reliability Engineering & System Safety*, 234, 109204.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109204>
34. Rahman, F., Sugiono, S., Sonief, A. A. a., & Novareza, O. (2022). Optimization maintenance performance level through collaboration of overall equipment effectiveness and machine reliability. *Journal of Applied Engineering Science*, 20(3), 917–936.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5937/jaes0-35189>
35. Ramos-Villagrasa, P. J., Barrada, J. R., Fernández-del-Río, E., & Koopmans, L. (2019). Assessing job performance using brief self-report scales: The case of the individual work performance

questionnaire. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 35(3), 195–205.

<https://doi.org/https://doi.org/10.5093/jwop2019a21>

36. Raposo, H., Farinha, J. T., Pais, E., & Galar, D. (2021). An integrated model for dimensioning the reserve fleet based on the maintenance policy. *WSEAS Trans. Syst. Control*, 16, 43–65.
<https://doi.org/https://doi.org/10.37394/23203.2021.16.3>
37. Reslan, M., Hastings, E. M., Brundage, M. P., & Sexton, T. (2021). A data-driven framework for team formation for maintenance tasks. *International Journal of Prognostics and Health Management*, 12(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.36001/ijphm.2021.v12i1.2930>
38. Shah, A., Ganesan, R., Jajodia, S., Cam, H., & Hutchinson, S. (2023). A novel team formation framework based on performance in a cybersecurity operations center. *IEEE Transactions on Services Computing*, 16(4), 2359–2371.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/TSC.2023.3253307>
39. Siemsen, E., Roth, A. V., & Balasubramanian, S. (2008). How motivation, opportunity, and ability drive knowledge sharing: The constraining-factor model. *Journal of Operations Management*, 26(3), 426–445.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.09.001>
40. Stavrou, G., Adamidis, P., Papathanasiou, J., & Tarabanis, K. (2023). Team Formation: A Systematic Literature Review. *International Journal of Business Science and Applied Management*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.69864/ijbsam.18-2.174>
41. Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, 2, 53.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
42. Wasko, M. M., & Faraj, S. (2005). Why should I share? Examining social capital and knowledge contribution in electronic networks of practice. *MIS quarterly*, 35–57.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/25148667>
43. Zamiri, M., & Esmaeili, A. (2024). Methods and technologies for supporting knowledge sharing within learning communities: A systematic literature review. *Administrative Sciences*, 14(1), 17.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/admsci14010017>
44. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International journal of web and grid services*, 14(4), 352–375.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.095647>