

A Review of the Application of Operational Research in Rescue Operations

Kamran Yeganegi ^{a*}, Fatemeh Yeganeferd ^b

^a. *Assistant Professor, Department of Industrial Engineering Zanzan Branch, Islamic Azad University, Zanzan, Iran.

^b. Master's Student, Department of Industrial Engineering, Zanzan Branch, Islamic Azad University, Zanzan, Iran.

<https://doi.org/10.22034/ispdrc.2024.2035043.1119>

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Operational Research,
Rescue Operations,
Performance Improvement,
Optimization,
Crisis Management.

The integration of advanced analytical tools and simulation models can provide deeper insights into complex rescue and relief scenarios. These tools and models enable rescue teams to analyze and predict potential challenges using real data and precise simulations. Consequently, rescue teams can develop more effective strategies to handle critical situations.

Data-driven decision-making is one of the key factors in improving the performance of rescue operations. By utilizing data collected from past operations and analyzing it, patterns and trends can be identified that are effective in optimizing future operations. This approach not only helps in reducing time and costs but also enhances the quality of service delivery and the safety of operations.

Collaboration between researchers and operational practitioners is also of special importance. This collaboration can ensure that theoretical and scientific advancements lead to practical and applicable improvements. Researchers can assist operational practitioners by providing new models and methods, helping them to enhance their performance using these innovations.

With technological advancements, the integration of innovations such as artificial intelligence and machine learning in operational research can significantly enhance the capabilities of rescue operations. These technologies can help rescue teams analyze large and complex datasets, leading to more accurate predictions and faster decision-making. Additionally, these innovations can make rescue operations more adaptable and resilient to unexpected events.

Ultimately, the importance of continued research and the development of research topics in this field for improving the rescue and relief operations system becomes clear. Ongoing research can lead to improved preparedness and performance in facing emergencies and rescue necessities. These studies can help identify the strengths and weaknesses of existing systems and provide new solutions for their improvement.

Received:

14 July 2024

Received in revised form:

14 August 2024

Accepted:

24 August 2024

pp. 128-141

Corresponding author (Email: yeganegi@iauz.ac.ir)

Extended Abstract

Introduction

Evaluation and optimization of the performance of rescue systems using operations research methods is considered one of the fundamental approaches to improving system performance (Roshanaian and Imani, 2019). This indicates that the use of management tools and techniques of operations research can act as a powerful tool for optimizing processes and improving the performance of rescue systems. Moreover, the evaluation and optimization of the performance of rescue systems using operations research methods have also been highlighted as a prominent approach in this field (Roshanaian and Imani, 2019).

In light of these studies, it is evident that the utilization of operations research techniques and methods can significantly enhance the performance and efficiency of rescue systems and also have an impact on improving processes in this domain. Additionally, research such as the paper presented by Jabari and Kazeminia (2018) emphasizes the optimization of resource allocation and distribution in rescue operations using operations research techniques. This resource optimization perspective is of special importance and shows that through the use of operations research methods, performance and efficiency in rescue operations can be improved. These research activities demonstrate the recognized importance of operations research as a critical dimension in improving processes and performance of rescue systems.

Similarly, recent research in the field of resource allocation and distribution optimization in rescue operations has shown that the use of operations research techniques can serve as an effective tool in enhancing the performance of rescue operations (Jabari and Kazeminia, 2018). These studies indicate that resource optimization is one of the key factors to improving the efficiency and effectiveness of rescue systems. The importance of using operations research methods in the field of rescue operations for improving the performance and efficiency of systems is highlighted as one of the main drivers of improvement in this domain. In recent research, the importance of using efficiency models to improve the processes and performance of rescue systems, especially

focusing on resource efficiency, has been well examined (Band and Fikripour, 2017). This approach offers advantages in improving the efficiency of rescue systems and has played a very important role in resource optimization and increasing system efficiency. As a result, considering the above points and the research approaches presented in this field, the continuation of research and further utilization of operations research methods in enhancing rescue operations appears necessary. These research endeavors can, as a powerful tool, improve the quality and speed of responses in emergencies and ultimately save lives and human assets from various disasters and incidents. With these descriptions, the importance and necessity of continuing research on improving the performance of rescue systems using operations research methods are further emphasized. These research activities ultimately can enhance and upgrade the prospects of rescue operations, representing a more hopeful and safer society. In summary, this introduction emphasizes the importance of using operations research methods in improving the performance and efficiency of rescue systems and highlights the role of these studies in enhancing the quality of rescue operations. In this regard, numerous studies have examined and analyzed various optimization models, each of which can specifically impact the performance improvement of rescue systems. For example, linear and nonlinear programming models, simulation models, and multi-criteria decision-making models are among the tools that have been used in this field. These models, by analyzing real data and simulating different scenarios, can assist in optimal decision-making in crisis conditions. Additionally, the use of data mining and big data analysis techniques can also help identify important patterns and trends in rescue operations. These techniques, by analyzing historical data and predicting future trends, can improve planning and resource allocation in emergency conditions. Ultimately, collaboration between universities, research centers, and executing organizations in the field of rescue operations can help develop and improve operations research methods. These collaborations can lead to knowledge and experience exchange between researchers and operation practitioners and thus improve the performance of rescue systems.

Given the importance and necessity of improving the performance of rescue systems, the use of operations research methods as a powerful tool in this field is emphasized. These methods can help improve the efficiency and effectiveness of rescue operations and ultimately lead to saving human lives and assets in emergencies. Continued research and the development of new methods in this field can contribute to the enhancement and upgrading of rescue operations prospects in society.

Research Questions Addressed in This Study:

1. How can optimization models assist in the optimal allocation of resources in rescue operations?
2. What new technologies can aid in improving the performance of rescue operations?
3. How can improving communication processes enhance the efficiency of rescue operations?
4. What is the impact of combining optimization models and new technologies on the overall performance of rescue operations?
5. What challenges and limitations exist in the use of optimization models and new technologies in rescue operations?

Methodology

This article explores how the principles and techniques of operational research can be utilized to enhance the performance of rescue operations. One of the main aspects examined in this article is optimization. Optimization in rescue operations can be specifically applied in areas such as transportation route planning, resource allocation, time management, and increasing operational efficiency. Findings:

The article highlights significant achievements obtained through the use of operational research methods in the field of rescue operations. These achievements include improved performance, reduced time and costs, enhanced service quality, and improved safety and efficiency in rescue operations. Additionally, the integration of advanced analytical tools and simulation models can provide deeper insights into complex rescue scenarios. By using data-driven decision-making, rescue teams can predict potential challenges and develop more effective strategies.

Results and discussion

Background and Objective: The review article on the “Application of Operations Research in Rescue and Relief Operations” can serve as a valuable resource for the development and improvement of methods and processes used in rescue and relief operations. This article examines how the principles and techniques of operations research can be used to improve the performance of these operations. One of the most important advancements in the field of operations research in recent years has been the integration of emerging technologies such as artificial intelligence and machine learning. These technologies can play a critical role in improving and increasing the efficiency of rescue and relief operations. For example, by using artificial intelligence algorithms, it is possible to identify optimal routes for rescue and relief operations during natural disasters or accidents. These algorithms can analyze available data on environmental conditions, road conditions, and traffic, and provide the fastest and safest routes for rescue teams to reach the incident site. Additionally, by processing satellite and aerial imagery, the condition of affected areas can be assessed and mapped, allowing for more effective management of rescue and relief operations.

Furthermore, the use of smart sensors and the Internet of Things can provide valuable information about the situation in different locations during an incident. This data can be used as input for intelligent decision support systems, enabling more optimal decisions regarding response and rescue operations.

By integrating emerging technologies such as artificial intelligence and machine learning into operations research, it is expected that rescue and relief operations can be significantly improved in terms of both speed and efficiency during critical situations. These advancements can play a crucial role in enhancing preparedness and more effective management of these operations in the face of future incidents and crises.

Conclusion

Collaboration between researchers and operational practitioners is crucial to ensure that theoretical advancements lead to practical improvements. With technological advancements, integrating innovations such as artificial intelligence and machine learning into operational research can further enhance

the capabilities of rescue operations, making them more adaptable and resilient to unexpected events. Finally, the importance of continued research and the development of research topics in this field for improving the rescue operations system becomes evident. Continued research can lead to improved preparedness and performance in facing emergencies and rescue necessities. One of the most important advancements in the field of operations research in recent years has been the integration of emerging technologies such as artificial intelligence and machine learning into this domain. These technologies can play a critical role in improving and increasing the efficiency of rescue and relief operations. For example, by using artificial intelligence algorithms, it is possible to identify optimal routes for rescue and relief operations during natural disasters or accidents. These algorithms can analyze available data on environmental conditions, road conditions, and traffic, and provide the fastest and safest routes for rescue teams to reach the incident site. Additionally, by processing satellite and aerial imagery, the condition of affected areas can be assessed and mapped, allowing for more effective management of rescue and relief operations. Furthermore, the use of smart sensors and the Internet of Things can provide valuable information about the situation in different locations during an incident. This data can be used as input for intelligent decision support systems, enabling more optimal decisions regarding response and rescue operations. Additionally, by integrating

emerging technologies into decision support systems, the knowledge and experience of experts in this field can be utilized intelligently. These systems can provide appropriate operational recommendations through data analysis, facilitating the decision-making processes of rescue and relief operation managers. In summary, by integrating emerging technologies such as artificial intelligence and machine learning into operations research, it is expected that rescue and relief operations can experience significant improvements in both speed and accuracy during critical situations. These advancements can play a crucial role in enhancing preparedness and more effective management of these operations in the face of future incidents and crises.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



مروری بر کاربرد پژوهش عملیاتی در عملیات امداد و نجات

سید کامران یگانگی* - استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

فاطمه یگانه فرد - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

<https://doi.org/10.22034/ispdrc.2024.2035043.1119>

چکیده

اطلاعات مقاله

این مقاله مروری به بررسی جامع کاربرد پژوهش عملیاتی در بهبود عملکرد عملیات امداد و نجات می‌پردازد. پژوهش عملیاتی با استفاده از ابزارهایی نظیر مدل‌های بهینه‌سازی ریاضی، شبیه‌سازی، تئوری بازی‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، نقشی حیاتی در تخصیص بهینه منابع، مسیریابی، زمان‌بندی و تحلیل سناریوهای بحران ایفا می‌کند. ادغام فناوری‌های نوینی چون هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و سیستم‌های پیشرفته ارتباطی، امکان جمع‌آوری و تحلیل داده‌های بلادرنگ را فراهم آورده و به تصمیم‌گیری‌های سریع‌تر و دقیق‌تر در شرایط اضطراری کمک می‌کند. این مقاله با مرور پیشینه نظری و تجربی، ضمن بررسی دستاوردهای حاصل از به‌کارگیری روش‌های پژوهش عملیاتی، بر اهمیت همکاری بین پژوهشگران و مجریان عملیات و همچنین توسعه تحقیقات آتی در این حوزه تأکید می‌نماید. نتایج نشان می‌دهند که ترکیب مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین، به همراه بهبود فرآیندهای ارتباطی، می‌تواند به طور چشمگیری کارایی، اثربخشی و پایداری سیستم‌های امداد و نجات را در مواجهه با حوادث و بحران‌ها افزایش دهد و در نهایت منجر به نجات جان انسان‌ها و کاهش خسارات گردد.

واژگان کلیدی:

پژوهش عملیاتی، عملیات امداد و نجات، بهبود عملکرد، بهینه‌سازی، مدیریت بحران.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۴/۲۴

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۳/۰۵/۲۴

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۶/۰۳

صص. ۱۴۱-۱۲۸

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* نویسنده مسئول

رایانامه: yeganegi@iauz.ac.ir

مقدمه

ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌های امداد و نجات با استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی، به‌عنوان یکی از رویکردهای اساسی در بهبود عملکرد سیستم‌ها مورد توجه است (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸). این نشان می‌دهد که استفاده از ابزارها و تکنیک‌های مدیریتی پژوهش عملیاتی، می‌تواند به‌عنوان یک ابزار قدرتمند برای بهینه‌سازی روندها و بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات عمل کند. همچنین ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌های امداد و نجات با استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی نیز به‌عنوان یک رویکرد برجسته در این زمینه مطرح شده است (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به این مطالعات، آشکار است که استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های پژوهش عملیاتی به‌طور قابل‌توجهی می‌تواند به بهبود عملکرد و کارایی سیستم‌های امداد و نجات کمک کند و همچنین در بهبود فرآیندهای این حوزه تأثیرگذار باشد. علاوه بر این، تحقیقاتی مانند مقاله ارائه شده توسط عبدالشاه (۱۳۹۶) بر بهینه‌سازی تخصیص و توزیع منابع در عملیات امداد و نجات با استفاده از تکنیک‌های پژوهش عملیاتی تأکید دارند. این نگاه بهینه‌سازی منابع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و نشان می‌دهد که از طریق استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی، می‌توان بهبود عملکرد و کارایی در عملیات امداد و نجات را فراهم کرد. این اقدامات پژوهشی، به عنوان یک بعد حیاتی در بهبود روندها و عملکرد سیستم‌های امداد و نجات، نشان از اهمیت شناخته شده‌ای دارند. به‌طور مشابه، تحقیقات اخیر در حوزه بهینه‌سازی تخصیص و توزیع منابع در عملیات امداد و نجات، نشان داده‌اند که استفاده از تکنیک‌های پژوهش عملیاتی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مؤثر در بهبود عملکرد عملیات امداد و نجات ایفا کند (عبدالشاه، ۱۳۹۶). این مطالعات نشان می‌دهند که بهینه‌سازی منابع از جمله عوامل کلیدی برای بهبود کارایی و اثربخشی سیستم‌های امداد رسانی محسوب می‌شود. اهمیت استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی در حوزه عملیات امداد و نجات برای بهبود عملکرد و کارایی سیستم‌ها به‌عنوان یکی از پیشران‌های اصلی بهبود عملیات این حوزه مطرح است. در تحقیقات اخیر، اهمیت استفاده از مدل‌های بهره‌وری نگاری جهت بهبود روندها و عملکرد سیستم‌های امداد رسانی به‌ویژه توجه به بهره‌وری منابع، به‌خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (هوشنگی و همکاران، ۱۳۹۶). این رویکرد برتری‌هایی را در بهبود کارایی سیستم‌های امداد رسانی ارائه می‌دهد و نقش بسیار مهمی در بهینه‌سازی منابع و افزایش کارایی سیستم‌ها داشته است. درنتیجه، با توجه به مطالب فوق و رویکردهای تحقیقاتی ارائه شده در این حوزه، ادامه پژوهش‌ها و استفاده‌های بیشتر از

روش‌های پژوهش عملیاتی در بهبود عملیات امداد و نجات ضروری به‌نظر می‌رسد. این تحقیقات، به‌عنوان یک اسلحه قدرتمند، می‌تواند کیفیت و سرعت واکنش‌ها در مواجهه با مواقع اضطراری را بهبود بخشد و در نهایت، جان‌ها و دارایی‌های بشری را در برابر بلایا و حوادث مختلف نجات دهند. با این توصیفات، اهمیت و ضرورت ادامه تحقیقات در زمینه بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات از روش‌های پژوهش عملیاتی بیشتر تأیید می‌شود. این اقدامات پژوهشی در نهایت می‌توانند بهبود و ارتقاء چشم‌انداز امداد و نجات را به‌نماینندگی از یک جامعه امیدبخش تر و امن‌تر فراهم کنند. به‌طور خلاصه، این مقدمه به تأکید بر اهمیت استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی در امر بهبود عملکرد و کارایی سیستم‌های امداد و نجات پرداخته و نقش این تحقیقات در ارتقا کیفیت عملیات امداد و نجات را برجسته می‌کند. در این راستا، پژوهش‌های متعددی به بررسی و تحلیل مدل‌های مختلف بهینه‌سازی پرداخته‌اند که هر یک از این مدل‌ها می‌تواند به‌طور خاص در بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات مؤثر باشد. به‌عنوان مثال، مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی، مدل‌های شبیه‌سازی و مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله ابزارهایی هستند که در این حوزه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این مدل‌ها با تحلیل داده‌های واقعی و شبیه‌سازی سناریوهای مختلف، می‌توانند به تصمیم‌گیری‌های بهینه در شرایط بحرانی کمک کنند. همچنین، استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی و تحلیل داده‌های بزرگ نیز می‌تواند به شناسایی الگوها و روندهای مهم در عملیات امداد و نجات کمک کند. این تکنیک‌ها با تحلیل داده‌های تاریخی و پیش‌بینی روندهای آینده، می‌توانند به بهبود برنامه‌ریزی و تخصیص منابع در شرایط اضطراری کمک کنند. در نهایت، همکاری بین دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و سازمان‌های اجرایی در حوزه امداد و نجات می‌تواند به توسعه و بهبود روش‌های پژوهش عملیاتی کمک کند. این همکاری‌ها می‌توانند به تبادل دانش و تجربیات بین محققان و مجریان عملیات منجر شده و به بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات کمک کنند. با توجه به اهمیت و ضرورت بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات، استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در این حوزه مطرح است. این روش‌ها می‌توانند به بهبود کارایی و اثربخشی عملیات امداد و نجات کمک کرده و در نهایت به نجات جان‌ها و دارایی‌های بشری در مواقع اضطراری منجر شوند. ادامه تحقیقات و توسعه روش‌های جدید در این حوزه می‌تواند به بهبود و ارتقاء چشم‌انداز امداد و نجات در جامعه کمک کند.

سوالاتی که در این پژوهش پاسخ داده خواهد شد:

- (۱) چگونه مدل‌های بهینه‌سازی می‌توانند به تخصیص بهینه منابع در عملیات امداد و نجات کمک کنند؟
- (۲) چه فناوری‌های نوینی می‌توانند به بهبود عملکرد عملیات امداد و نجات کمک کنند؟
- (۳) چگونه بهبود فرآیندهای ارتباطی می‌تواند به افزایش کارایی عملیات امداد و نجات منجر شود؟
- (۴) ترکیب مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین بر عملکرد کلی عملیات امداد و نجات چه تأثیری دارد؟
- (۵) چه چالش‌ها و محدودیت‌هایی در استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین در عملیات امداد و نجات وجود دارد؟

مطالعه ادبیات

در زمینه عملیات امداد و نجات، پژوهش‌های گسترده‌ای انجام شده است که به بهبود عملکرد واکنش به بحران‌ها و فاجعه‌ها اختصاص دارد. ادبیات موجود نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین، همراه با بهبود فرآیندهای ارتباطی و منابع، می‌تواند بهبود قابل توجهی در مدیریت امداد و نجات داشته باشد. پژوهش‌های گذشته نشان داده است که این رویکردها به کاهش هزینه‌ها، افزایش سرعت پاسخ و بهبود کارایی در عملیات امداد و نجات منجر می‌شود. در یک پژوهش جدید از جوسیک و همکاران (۲۰۲۴) استفاده از فناوری‌های نوین مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی دقیق‌تر ریسک‌ها و بهبود مدیریت آن‌ها بررسی شده است. مطالعه ادبیات در زمینه عملیات امداد و نجات نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین تأثیر قابل توجهی بر بهبود عملکرد واکنش به بحران‌ها دارد. در تحقیقات اخیر استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی برای تخصیص منابع و بهبود برنامه‌ریزی عملیات امداد و نجات مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان داده است که این رویکرد منجر به کاهش زمان پاسخ و بهبود خدمات ارائه شده به زندگی مدام می‌شود. از سوی دیگر، تحقیقات انجام شده نشان داده است که بهبود فرآیندهای ارتباطی و بهره‌وری منابع از اهمیت بسزایی برای عملکرد بهتر در عملیات امداد و نجات برخوردار است. این نتایج با رویکردهای بهینه‌سازی و استفاده از فناوری‌های نوین در عملیات امداد و نجات همخوانی دارد و نشان می‌دهد که ترکیب این عوامل می‌تواند به بهبود عملکرد واکنش در شرایط بحرانی کمک کند. همچنین، در مطالعه دیگری از موسز (۲۰۲۴) نقش فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا و هوش مصنوعی در بهبود ارتباطات و کاهش وقفه‌ها در فرآیندهای امداد و نجات بررسی شده است و به نتیجه رسیده‌اند که این فناوری‌ها می‌توانند کارایی عملیات امداد و نجات را بهبود بخشیده و زمان پاسخ را کاهش دهند. علاوه بر این، آلن و

روبرتسون (۲۰۱۸) در یک مطالعه بر روی بهینه‌سازی منابع در عملیات امداد و نجات، نشان دادند که استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی برای تخصیص بهینه منابع در شرایط بحرانی می‌تواند به بهبود عملکرد واکنش به بحران‌ها کمک کند. بنابراین، بر اساس مطالعه ادبیات و تحقیقات پیشین، استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین به همراه بهبود ارتباطات و منابع می‌تواند منجر به بهبود عملکرد واکنش در عملیات امداد و نجات گردد. به طور کلی، تحقیقات مرتبط با عملیات امداد و نجات نشان می‌دهند که ترکیب استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی، فناوری‌های نوین، بهبود فرآیندهای ارتباطی و منابع و بهره‌وری از منابع می‌تواند به بهبود عملکرد واکنش در برابر بحران‌ها و فاجعه‌ها منجر گردد. با توجه به اهمیت و ضرورت بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات، استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در این حوزه مطرح است. این روش‌ها می‌توانند به بهبود کارایی و اثربخشی عملیات امداد و نجات کمک کرده و در نهایت به نجات جان‌ها و دارایی‌های بشری در مواقع اضطراری منجر شوند. ادامه تحقیقات و توسعه روش‌های جدید در این حوزه می‌تواند به بهبود و ارتقاء چشم‌انداز امداد و نجات در جامعه کمک کند.

امداد و نجات

تاریخچه امداد و نجات در ایران نیز همچون سایر جوامع دارای ریشه‌ها و تجربیات تاریخی پیچیده و متنوعی است. در ایران، امداد و نجات از دوران‌های باستانی و اسطوره‌ای تا دوران معاصر توسعه یافته است.

الف) دوران باستانی: در دوره‌های باستانی ایران، مفاهیم نجات و امداد به عنوان بخشی از فرهنگ و باورهای مردم وجود داشت. مثلاً در شاهنامه فردوسی، داستان‌هایی از نجات و امداد از بیداد و ستم به زیبایی شرح داده شده است.

ب) دوره اسلامی: در دوران اسلامی، مفهوم امداد و نجات به عنوان یک وظیفه انسانی و اجتماعی تأکید دارد. تربیت انسانی و تربیت جهادی بر مفهوم امداد و نجات تأکید دارد.

ج) دوران معاصر: در دوران معاصر، با پیشرفت فناوری و سازماندهی نهادهای مربوط به امداد و نجات، سیستم‌های جدیدی برای پاسخگویی به وقایع امداد و نجات توسعه یافته است. سازمان هلال احمر، مرکز مدیریت بحران کشور و نیروی امداد و نجات اورژانس از جمله نهادهای معتبر در این زمینه هستند. با پیشرفت فناوری و تجهیز نیروهای امداد و نجات با ابزارهای مدرن، ایران تاکنون پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه امداد و نجات داشته است و برای بهبود عملکرد و کارایی این نهادها، تلاش‌های فراوانی انجام شده است.

د) مشارکت جامعه: در روند پیشرفت امداد و نجات، مشارکت

بهینه‌سازی تخصیص منابع است. در این زمینه، مدل‌های ریاضی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی به کار گرفته می‌شوند تا منابع محدود به بهترین شکل ممکن تخصیص یابند. این مدل‌ها می‌توانند شامل برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی غیرخطی و برنامه‌ریزی پویا باشند. به عنوان مثال، در یک پروژه امداد و نجات، تخصیص بهینه منابع مانند نیروی انسانی، تجهیزات و مواد اولیه می‌تواند به کاهش زمان پاسخ و افزایش کارایی عملیات کمک کند. علاوه بر این، شبیه‌سازی یکی دیگر از ابزارهای مهم در پژوهش عملیاتی است که به تحلیل و ارزیابی سیستم‌ها و فرآیندها کمک می‌کند. با استفاده از شبیه‌سازی، می‌توان سناریوهای مختلف را بررسی کرده و تأثیر تغییرات مختلف را بر عملکرد سیستم‌ها مشاهده کرد. این روش به ویژه در شرایطی که انجام آزمایش‌های واقعی پرهزینه یا غیرممکن است، بسیار مفید است. مدل‌سازی سیستم‌ها نیز یکی از روش‌های کلیدی در پژوهش عملیاتی است. این روش به تحلیل و درک بهتر سیستم‌های پیچیده کمک می‌کند و می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و فرصت‌های بهبود در سیستم‌ها منجر شود. مدل‌سازی سیستم‌ها می‌تواند شامل مدل‌های دینامیکی، مدل‌های شبکه‌ای و مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره باشد. در نهایت، تحلیل داده‌ها و داده‌کاوی نیز از ابزارهای مهم در پژوهش عملیاتی هستند. با استفاده از این تکنیک‌ها، می‌توان الگوها و روندهای مهم را در داده‌ها شناسایی کرده و از آن‌ها برای بهبود فرآیندها و تصمیم‌گیری‌های بهتر استفاده کرد. تحلیل داده‌ها می‌تواند شامل تکنیک‌های آماری، یادگیری ماشین و تحلیل سری‌های زمانی باشد. به طور کلی، پژوهش عملیاتی با استفاده از مدل‌ها و تکنیک‌های ریاضی و تحلیلی، به بهبود بهره‌وری، افزایش کارایی و بهینه‌سازی سیستم‌ها کمک می‌کند. این رویکرد علمی و سیستماتیک، اطمینان می‌دهد که تصمیمات گرفته شده بر اساس اطلاعات قابل اعتماد و روش‌های تحلیلی منطقی باشند و می‌تواند به بهبود عملکرد و کارایی در حوزه‌های مختلف از جمله مدیریت زنجیره تأمین، برنامه‌ریزی تولید و عملیات امداد و نجات منجر شود.

پیشینه پژوهش

پیشینه نظری

در پژوهش عملیات به‌عنوان یکی از حوزه‌های کلیدی در بهینه‌سازی عملکرد سازمان‌ها و سیستم‌ها، نقش بسزایی در ارتقاء کارایی سیستم‌های امداد و نجات ایفا می‌کند. در ادامه به بررسی تعدادی از مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه پرداخته می‌شود: روشانیان و ایمانی (۱۳۹۹) در پژوهش خود با عنوان «ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌های امداد و نجات با استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی» به بررسی و تحلیل

فعال جامعه و آموزش‌های ارتقا برای آمادگی در برابر حوادث و فاجعه‌ها اهمیت زیادی پیدا کرده است. آموزش‌های نجات، امداد و اولین کمک به جامعه ارائه می‌شود تا افراد در شرایط بحرانی قادر به عمل بهینه باشند.

ه) استفاده از فناوری پیشرفته: با پیشرفت فناوری‌های ارتباطی، اطلاعاتی و مکانی، سیستم‌های امداد و نجات بهبود یافته و امکان ارائه خدمات به سرعت بیشتری و با دقت بالاتر فراهم شده است. استفاده از روش‌های هوش مصنوعی، داده‌کاوی و اینترنت اشیا نیز در بهبود عملکرد سیستم‌های امدادی تأثیرگذار بوده است.

و) سازماندهی و هماهنگی بین نهادها: ایجاد هماهنگی و همکاری بین نهادها و سازمان‌های مرتبط با امداد و نجات امکان بهره‌برداری بهینه از منابع و نیروها را فراهم می‌کند و در پاسخگویی سریعتر به حوادث و بحران‌ها مؤثر است.

ز) تأثیر تغییرات اقلیمی و محیطی: تغییرات اقلیمی و محیطی می‌تواند به تهدیدات جدیدی برای امداد و نجات منطقه ایجاد کند. بنابراین، توسعه استراتژی‌های جدید برای مقابله با این چالش‌ها و احتمالات طوفان‌ها، زلزله‌ها، سیل و سایر حوادث طبیعی ضروری است.

ح) به طور کلی، فرایند پیشرفت امداد و نجات از گذشته تا کنون با توجه به تنوع چالش‌ها و فرصت‌ها، به منظور بهبود عملکرد و سرعت در پاسخگویی به حوادث و بحران‌ها بهسازی شده است.

پژوهش عملیاتی

پژوهش در عملیات در رشته مهندسی صنایع اهمیت زیادی دارد و کاربردهای گسترده‌ای در بهبود فرایندها و سیستم‌ها دارد. به طور علمی، پژوهش عملیاتی با استفاده از ابزارها و روش‌های تحلیلی مانند بهینه‌سازی ریاضی، شبیه‌سازی، مدل‌سازی سیستم و فرایندهای تصمیم‌گیری، به بهبود بهره‌وری می‌پردازد. پژوهش عملیاتی یک روش سیستماتیک و علمی است که از مدل‌ها و تکنیک‌های ریاضی و تحلیلی برای بهبود فرایندها، افزایش کارایی و بهینه‌سازی سیستم‌ها استفاده می‌کند. این نوع تحقیقات، با استفاده از داده‌ها و اطلاعات موجود، مشکلات را تعریف کرده، مدل‌های ریاضی برای آن‌ها ایجاد کرده، راه‌حل‌های بهینه برای این مسائل را پیدا کرده و سپس این راه‌حل‌ها را ارزیابی می‌کند و پیاده می‌کند. بنابراین، پژوهش عملیاتی به وسیله مدل‌سازی، بهینه‌سازی، شبیه‌سازی و تحلیل داده‌ها به بهبود بهره‌وری فرایندها، بهبود مدیریت زنجیره تأمین و بهبود برنامه‌ریزی تولید و توزیع کمک می‌کند. این رویکرد علمی، اطمینان می‌دهد که تصمیمات گرفته شده بر اساس اطلاعات قابل اعتماد و روش‌های تحلیلی منطقی باشند. یکی از کاربردهای مهم پژوهش عملیاتی در حوزه

بر بهبود کارایی سیستمی، به پایداری و مقاوم‌سازی سیستم‌های امداد و نجات در برابر بحران‌ها نیز می‌پردازد. این جنبه در پژوهش‌های قبلی کمتر مورد توجه بوده است. ارزیابی اثرات اجتماعی و انسانی: پژوهش حاضر نه تنها به اثرات عملی و فنی پژوهش عملیاتی در سیستم‌های امداد و نجات می‌پردازد، بلکه اثرات اجتماعی و انسانی این بهینه‌سازی‌ها را نیز مد نظر قرار می‌دهد. این جنبه در پژوهش‌های قبلی کمتر به تفصیل بررسی شده است.

رویکرد جامع و سیستماتیک: پژوهش حاضر با رویکردی جامع‌تر و سیستماتیک‌تر، تمامی ابعاد و جنبه‌های مربوط به بهینه‌سازی سیستم‌های امداد و نجات را در نظر می‌گیرد. این شامل بررسی نحوه همکاری و هماهنگی بین واحدهای مختلف امدادی و نیز استفاده از فناوری‌های نوین در ارتباطات و مدیریت بحران است.

مطالعات چندکشوری و مقایسه‌ای: برخلاف پژوهش‌های قبلی که عمدتاً به یک کشور یا منطقه خاص محدود می‌شدند، این پژوهش مطالعات چندکشوری و مقایسه‌ای را انجام داده تا به بررسی بهترین شیوه‌های به‌کارگیری پژوهش عملیاتی در سراسر جهان بپردازد.

پیشینه تجربی

پژوهش در زمینه عملیات امداد و نجات اهمیت زیادی دارد زیرا با استفاده از روش‌های تحقیقات عملیاتی، می‌توان بهبود قابل توجهی در عملکرد سیستم‌های امداد و نجات داشت. در این زمینه، تحقیقات گسترده‌ای انجام شده است که به بهبود فرایندها، تخصیص منابع اثربخش و بهینه‌سازی عملیات کمک کرده‌اند. در زمینه تحقیقاتی که به بررسی کاربردهای پژوهش عملیاتی در عملیات امداد و نجات می‌پردازد، به مقالات و کتاب‌های زیر توجه شده است:

بررسی‌های انجام شده توسط آگفایو و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده است که ادغام مدل‌های بهینه‌سازی با فناوری‌های نوین منجر به بهبود زمان واکنش و بهبود تخصیص منابع در عملیات امداد و نجات می‌شود. این ادغام باعث ایجاد فرآیندهای بهینه‌تر و استفاده بهینه از منابع در شرایط بحرانی می‌شود و عملکرد کلی این عملیات را بهبود می‌بخشد.

در تحقیقات اخیر، نقش مدل‌های بهینه‌سازی در تخصیص منابع و تصمیم‌گیری در واکنش‌های اضطراری برجسته شده است. این تحقیقات نشان داده که استفاده از تکنیک‌های بهینه‌سازی منجر به بهبود فرآیندها و استفاده موثرتر از منابع در مواقع بحرانی می‌شود. آخرین پیشرفت‌های در فناوری‌ها از قبیل هوش مصنوعی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی نقش مهمی در بهبود عملکرد مدل‌های بهینه‌سازی در شرایط اضطراری داشته‌اند (گیدام و همکاران، ۲۰۲۴).

ویژگی‌های کلیدی رویکرد پژوهش عملیاتی پرداخته‌اند. آنها تأکید ویژه‌ای بر اهمیت به‌کارگیری ابزارها و تکنیک‌های مدیریتی پژوهش عملیاتی مانند شبیه‌سازی، بهینه‌سازی ریاضی و تحلیل سیستم‌ها داشته‌اند. این مطالعه نشان داده است که استفاده از این روش‌ها می‌تواند منجر به بهبود قابل توجهی در کارایی و اثربخشی سیستم‌های امداد و نجات شود، به‌ویژه در شرایط بحرانی و اضطراری که نیاز به تصمیم‌گیری سریع و دقیق دارند. عبدالشاه (۱۳۹۶) نیز در مقاله‌ای با عنوان «بهینه‌سازی تخصیص و توزیع منابع در عملیات امداد و نجات» به بررسی اثربخشی تکنیک‌های پژوهش عملیاتی در بهبود عملکرد سیستم‌های امدادرسانی پرداخته‌اند. تحقیقات آنها نشان داده است که تکنیک‌های بهینه‌سازی می‌توانند به شکل قابل توجهی تخصیص منابع را بهبود بخشند و در نتیجه کارایی کلی سیستم‌های امداد و نجات را افزایش دهند. به عنوان مثال، مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی، روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو و تحلیل سناریو از جمله تکنیک‌هایی هستند که در این پژوهش‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هوشنگی و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله خود بر اهمیت استفاده از مدل‌ها و ابزارهای بهره‌وری نگاری در بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات تأکید کرده‌اند. آنان با بررسی مدل‌های مختلف بهره‌وری، نشان داده‌اند که بهینه‌سازی تخصیص منابع با استفاده از رویکردهای پژوهش عملیاتی نه تنها بهره‌وری این سیستم‌ها را افزایش می‌دهد بلکه می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌ها و زمان واکنش‌دهی شود. مطالعات آنها نشان داد که استفاده از مدل‌های ریاضی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌تواند به عنوان یک ابزار قدرتمند برای مدیران و تصمیم‌گیران در این زمینه به کار گرفته شود. به‌طور کلی، مباحث پژوهش عملیات در حوزه سیستم‌های امداد و نجات شامل طیف گسترده‌ای از روش‌ها و تکنیک‌ها است که هر کدام می‌توانند در شرایط و سناریوهای مختلف مورد استفاده قرار گیرند. این پژوهش‌ها به خوبی نشان داده‌اند که کاربرد اصول پژوهش عملیاتی می‌تواند نه تنها به بهبود عملکرد و کارایی سیستم‌های امداد و نجات کمک کند، بلکه می‌تواند به ایجاد یک سیستم مقاوم‌تر و پاسخگوتر در مواجهه با بحران‌ها نیز منجر شود.

تفاوت پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی

پژوهش حاضر به بررسی کاربردهای جدید و نوین پژوهش عملیاتی در عملیات امداد و نجات می‌پردازد، در حالی که پژوهش‌های قبلی بیشتر بر روی بهینه‌سازی‌های سنتی و تکنیک‌های کلی پژوهش عملیاتی تمرکز داشته‌اند. در ادامه، تفاوت‌های اصلی این پژوهش با پژوهش‌های قبلی را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

توجه به پایداری و مقاوم‌سازی سیستم‌ها: پژوهش حاضر علاوه

این پژوهش بررسی کاربردهای پژوهش عملیاتی در بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات و تحلیل تأثیرات آن بر کارایی و اثربخشی این سیستم‌ها است.

(۲) جمع‌آوری منابع و مقالات مرتبط

منابع علمی مرتبط با موضوع از پایگاه‌های داده معتبر مانند *IEEE Xplore*, *PubMed*, *Google Scholar* و سایر منابع علمی جمع‌آوری شدند. این منابع شامل مقالات پژوهشی، کتاب‌ها، گزارش‌های فنی و مقالات کنفرانسی می‌باشند. کلیدواژه‌های مورد استفاده برای جستجو شامل «پژوهش عملیاتی»، «بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات» و «مدل‌های بهینه‌سازی» بودند.

(۳) انتخاب و ارزیابی منابع

منابع جمع‌آوری شده بر اساس معیارهای مشخصی مانند ارتباط با موضوع، کیفیت علمی و تاریخ انتشار ارزیابی و انتخاب شدند. مقالاتی که بیشترین ارتباط و کیفیت را داشتند، برای بررسی دقیق‌تر انتخاب شدند. معیارهای انتخاب شامل تازگی پژوهش، اعتبار نویسندگان و میزان استناد به مقالات بود.

(۴) تحلیل و دسته‌بندی اطلاعات

اطلاعات و داده‌های استخراج شده از مقالات منتخب تحلیل و دسته‌بندی شدند. این تحلیل شامل شناسایی الگوها، روندها و نقاط قوت و ضعف در استفاده از پژوهش عملیاتی در عملیات امداد و نجات بود. مقالات بر اساس موضوعات فرعی مانند «بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات» و «مدیریت بحران» دسته‌بندی شدند.

(۵) تدوین نتایج و بحث

نتایج تحلیل‌ها به‌صورت منظم و منطقی تدوین شده و در قالب بخش‌های مختلف مقاله ارائه شدند. در این بخش، به بررسی یافته‌های کلیدی، نقاط قوت و ضعف و پیشنهادات برای تحقیقات آینده پرداخته شد. همچنین، تأثیرات استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین بر عملکرد سیستم‌های امداد و نجات مورد بحث قرار گرفت.

(۶) نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در پایان، نتیجه‌گیری کلی از یافته‌های پژوهش ارائه شده و پیشنهاداتی برای بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات با استفاده از پژوهش عملیاتی مطرح شد. این پیشنهادات شامل استفاده از مدل‌های پیشرفته‌تر، ادغام فناوری‌های نوین و افزایش همکاری بین سازمان‌های مختلف بود.

در مقاله کال مولر (۲۰۱۲) مدل‌ها و الگوریتم‌های بهینه‌سازی در زمینه لجستیک امداد و نجات مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از این مدل‌ها، زمان واکنش در عملیات امداد و نجات بهبود یافته و کارایی سیستم‌های اضطراری افزایش می‌یابد. این تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از مدل‌ها و الگوریتم‌های بهینه‌سازی در حوزه لجستیک امداد و نجات، بهبود قابل توجهی در زمان واکنش، بهره‌وری و عملکرد سیستم‌های اضطراری به وجود می‌آید.

نتایج مقاله وان واسنهاو لوک (۲۰۰۶) نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌ها و الگوریتم‌های بهینه‌سازی در مواجهه با بحران‌ها می‌تواند منجر به کارایی بالاتر و بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات شود. در این مقاله کاربردهای پژوهش عملیاتی در مدیریت حوادث طبیعی و بحران‌های انسانی بررسی شده است. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌ها و الگوریتم‌های بهینه‌سازی در مواجهه با بحران‌ها می‌تواند به بهبود عملکرد سیستم‌های امداد و نجات منجر شود.

پژوهش عملیاتی می‌تواند با بهره‌گیری از ابزارهای بهینه‌سازی، زمان واکنش در عملیات امداد و نجات را بهبود بخشد و اثربخشی در مدیریت بحران‌ها را افزایش دهد. استفاده از این مدل‌ها منجر به بهبود عملیات امداد و نجات می‌شود و سبب افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها در عملیات اضطراری می‌گردد. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین از جمله هوش مصنوعی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و داده‌کاوی می‌توانند نقش مهمی در بهبود عملکرد عملیات امداد و نجات در شرایط اضطراری ایفا کنند. با استفاده از این تکنولوژی‌ها، زمان واکنش به اتفاقات ناگوار کاهش یافته و منابع درست تخصیص داده می‌شوند که در نهایت باعث بهبود کارایی و اثربخشی این عملیات می‌شود. به طور کلی، همکاری مابین مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین امکان انقلاب در عملیات امداد و نجات را فراهم کرده است. این همکاری با بهینه‌سازی تخصیص منابع، افزایش سرعت واکنش و بهبود عملکرد کلی در واکنش به فوریت‌ها منجر به بهبود کارایی و اثربخشی این عملیات شده است.

روش شناسی پژوهش

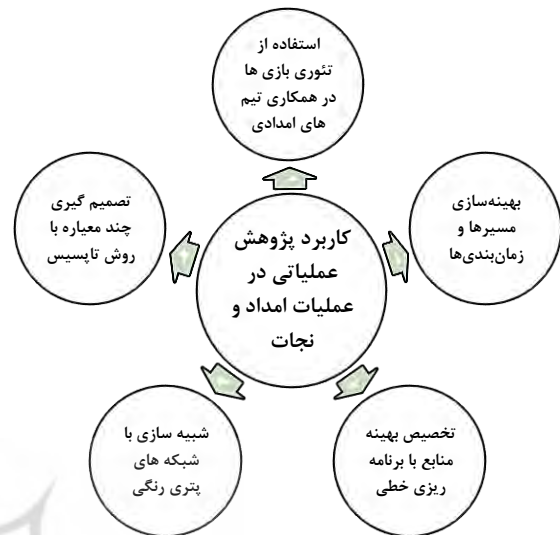
این مقاله مروری با هدف بررسی کاربردهای پژوهش عملیاتی در عملیات امداد و نجات و تحلیل تأثیرات آن بر کارایی و اثربخشی این سیستم‌ها تدوین شده است. روش‌شناسی این پژوهش شامل مراحل زیر می‌باشد:

(۱) تعریف موضوع و هدف پژوهش

ابتدا موضوع پژوهش به‌طور دقیق تعریف شد و هدف اصلی از انجام این مطالعه مروری مشخص گردید. هدف

یافته‌های پژوهش

پژوهش عملیاتی یک رشته‌ی علمی است که برای بهینه‌سازی فرآیندها و تصمیم‌گیری‌ها از مدل‌های ریاضی، الگوریتم‌ها و تکنیک‌های مختلف استفاده می‌کند. در زمینه‌ی امداد و نجات، پژوهش عملیاتی می‌تواند به چندین روش کمک کند:



شکل 1. مدل مفهومی کاربرد پژوهش عملیاتی در عملیات امداد و نجات

الف. بهینه‌سازی مسیرها و زمان‌بندی‌ها

یکی از اصلی‌ترین کاربردهای پژوهش عملیاتی در امداد و نجات، بهینه‌سازی مسیرهای حمل و نقل و زمان‌بندی است. با استفاده از مدل‌های ریاضی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌توان بهترین مسیرها را برای تیم‌های امدادی تعیین کرد تا در کمترین زمان ممکن به محل حادثه برسند. یکی از کاربردهای مهم پژوهش عملیاتی در امداد و نجات، بهینه‌سازی مسیرهای تیم‌های امدادی است. این مسئله را می‌توان با مدل مسئله‌ی مسافر فروشنده حل کرد. فرض کنید n شهر وجود دارد که هر تیم امدادی باید به آن‌ها سر بزند. هدف یافتن کوتاه‌ترین مسیر ممکن است که از هر شهر فقط یک بار عبور می‌کند. این مسئله می‌تواند با استفاده از برنامه‌ریزی عدد صحیح حل شود:

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{subject to: } \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \forall i, \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \forall j$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1 \forall S \subset I, \dots, n, 2 \leq |S| \leq n - 1$$

$$x_{ij} \in 0, 1 \forall i, j$$

که در آن فاصله‌ی بین شهر i و j و متغیر تصمیم است که اگر ۱ باشد، به این معنی است که از شهر i به شهر j رفته‌ایم. محدودیت‌ها نشان می‌دهند که از هر شهر باید فقط یک بار عبور کنیم و هیچ تور زیرمجموعه‌ای در جواب نهایی نباشد.

ب. تخصیص بهینه‌ی منابع با برنامه‌ریزی خطی

مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی می‌توانند برای تخصیص بهینه‌ی منابع مانند نیروی انسانی، تجهیزات پزشکی و وسایل نقلیه استفاده شوند. این مدل‌ها می‌توانند به تعیین تعداد و نوع منابع مورد نیاز در هر منطقه کمک کنند تا از ظرفیت‌های موجود به بهترین نحو استفاده شود. تخصیص بهینه‌ی منابع محدود در بین تیم‌های امدادی و مناطق مختلف یکی از مسائل مهم در امداد و نجات است. این مسئله را می‌توان با مدل‌های برنامه‌ریزی خطی حل کرد. فرض کنید m منبع و n محل وجود دارد که باید به آن‌ها منابع اختصاص داده شود. اگر بیانگر مقدار منبع j که به محل i اختصاص یافته است، باشد، مدل به صورت زیر خواهد بود:

$$\max \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

$$\text{subject to: } \sum_{i=1}^n x_{ij} \leq s_j \forall j, \sum_{j=1}^m x_{ij} \geq d_i \forall i$$

$$x_{ij} \geq 0 \forall i, j$$

که در آن ارزش منبع j در محل i مقدار در دسترس از منبع j و تقاضای محل i است. تابع هدف سعی در حداکثر کردن ارزش کل منابع اختصاص یافته دارد.

ج. شبیه‌سازی با شبکه‌های پتری رنگی

استفاده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری می‌تواند به تیم‌های امدادی کمک کند تا سناریوهای مختلف را پیش‌بینی و بررسی کنند. این شبیه‌سازی‌ها می‌توانند به تحلیل ریسک، ارزیابی عملکرد و بهبود استراتژی‌های امداد و نجات کمک کنند. شبیه‌سازی عملیات امداد و نجات می‌تواند به تحلیل جریان‌ها و پیش‌بینی گلوگاه‌ها کمک کند. یکی از ابزارهای مفید برای شبیه‌سازی سیستم‌های پیچیده، شبکه‌های پتری رنگی هستند. در این مدل‌ها، رویدادها توسط گذرگاه‌ها و شرایط توسط مکان‌ها نمایش داده می‌شوند. تراز توکن‌های رنگی مکان‌ها نشان‌دهنده‌ی وضعیت سیستم است و گذرگاه‌ها عملیات انتقال بین حالات را نشان می‌دهند.

د. تصمیم‌گیری چندمعیاره با روش تاپسیس

این مدل‌ها می‌توانند برای ارزیابی و انتخاب بهترین راه‌حل‌ها با توجه به معیارهای مختلف مانند زمان، هزینه و اثربخشی استفاده شوند. این مدل‌ها می‌توانند به تعیین استراتژی‌های بهینه در شرایط پیچیده و ناپایدار کمک کنند. در شرایط

در بهبود عملیات امداد و نجات کمک کند. با این حال، هنوز نیاز به توسعه‌ی بیشتر روش‌ها و کاربری آن‌ها در این حوزه وجود دارد. تئوری بازی‌ها می‌تواند در برخی جنبه‌های امداد و نجات مفید باشد. این تئوری می‌تواند به تحلیل و پیش‌بینی رفتارهای مختلف در زمان بحران کمک کند. به عنوان مثال:

الف. همکاری و رقابت:

تئوری بازی‌ها می‌تواند به تحلیل همکاری و رقابت بین تیم‌های امدادی مختلف و یا بین افراد درگیر در بحران کمک کند. این تحلیل‌ها می‌توانند به بهبود استراتژی‌های همکاری و کاهش رقابت‌های مخرب کمک کنند.

ب. تصمیم‌گیری در شرایط ناپایدار:

با استفاده از تئوری بازی‌ها می‌توان سناریوهای مختلف را تحلیل و بهترین تصمیم‌ها را در شرایط ناپایدار و پیچیده اتخاذ کرد.

تکنیک‌های پژوهش عملیاتی مورد استفاده در امداد و نجات

الف. برنامه‌ریزی خطی:

این تکنیک برای تخصیص بهینه‌ی منابع و بهینه‌سازی مسیرها استفاده می‌شود. به عنوان مثال، می‌توان از برنامه‌ریزی خطی برای تعیین بهترین مکان‌های استقرار تیم‌های امدادی استفاده کرد.

ب. الگوریتم‌های ژنتیک:

این الگوریتم‌ها برای حل مسائل بهینه‌سازی پیچیده و غیرخطی استفاده می‌شوند. می‌توان از این الگوریتم‌ها برای بهینه‌سازی مسیرها و زمان‌بندی‌های پیچیده استفاده کرد.

ج. تئوری صف:

این تئوری برای تحلیل و بهینه‌سازی فرآیندهای صف‌بندی و انتظار در مراکز امدادی استفاده می‌شود. به عنوان مثال، می‌توان از این تئوری برای کاهش زمان انتظار در بیمارستان‌ها و مراکز امدادسانی استفاده کرد.

د. تحلیل شبکه:

این تکنیک برای تحلیل و بهینه‌سازی شبکه‌های حمل و نقل و ارتباطات استفاده می‌شود. می‌توان از تحلیل شبکه برای تعیین بهترین مسیرها و ارتباطات در زمان بحران استفاده کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین از اهمیت فراوانی در بهبود عملکرد عملیات امداد و نجات برخوردارند. تحقیقات اخیر نشان داده است که استفاده از این مدل‌ها برای بهینه‌سازی تخصیص منابع و بهبود برنامه‌ریزی واکنش به بحران‌ها منجر به بهبود چشمگیری در زمان پاسخ و کیفیت خدمات ارائه شده می‌شود (آگفایو و همکاران، 2020).

فرایند مدیریت بحران شامل کاهش تقاضا، افزایش عرضه و برنامه‌ریزی و نظارت بر فرماندهی بحران است. مردم در

بحرانی، معمولاً باید بین گزینه‌های مختلف با معیارهای متعدد یکی را انتخاب کرد. در این موارد می‌توان از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند تاپسیس استفاده کرد. در این روش، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری D که شامل امتیازهای گزینه i از معیار j است، تشکیل می‌شود. سپس، ماتریس نرمالیزه R با استفاده از ریشه مجموع مربعات محاسبه می‌گردد:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3)$$

سپس ماتریس نرمالیزه وزن‌دار V با ضرب R در بردار وزن‌های بدست می‌آید. ایده‌آل مثبت A^+ و ایده‌آل منفی A^- به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$A^+ = (\max_i u_{ij} | j \in J), (\min_i u_{ij} | j \in J') \quad (4)$$

$$A^- = (\min_i u_{ij} | j \in J), (\max_i u_{ij} | j \in J')$$

که J مجموعه‌ی معیارهای سود و J' مجموعه‌ی معیارهای هزینه است. سپس فاصله‌ی اقلیدسی هر گزینه از ایده‌آل مثبت A^+ و ایده‌آل منفی A^- محاسبه می‌شود. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها بر اساس نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل بدست می‌آید:

$$c_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (5)$$

ه. استفاده از تئوری بازی‌ها در همکاری تیم‌های امدادی

تئوری بازی‌ها می‌تواند به مدل‌سازی رفتارهای استراتژیک تیم‌های امدادی مختلف در زمان بحران کمک کند. به عنوان مثال، فرض کنید دو تیم امدادی A و B برای کمک به افراد در منطقه‌ای بحرانی مشغول هستند. اگر هر دو تیم با هم همکاری کنند، امتیاز (R, R) را کسب می‌کنند؛ اما اگر یکی از آن‌ها تنها عمل کند، امتیاز بیشتری (T, R) می‌گیرد و تیم دیگر امتیاز کمتری (S, R) کسب می‌کند. اگر هر دو تنها عمل کنند، امتیاز پایین‌تری (P, P) خواهند گرفت. این بازی را می‌توان با یک ماتریس بازی نشان داد:

تیم B			
تیم A	همکاری	تنها	همکاری
	همکاری	تنها	تنها
	(R, R)	(T, S)	(S, T)
	(T, S)	(P, P)	(S, T)

تعادل نش این بازی استراتژی است که هیچ بازیگری تمایلی به تغییر آن ندارد. برای غالب آمدن بر مشکل زندانی دیلما و ترغیب تیم‌ها به همکاری، پاداش‌های مناسب برای همکاری ضروری است. این مثال‌ها نشان می‌دهند که پژوهش عملیاتی با مدل‌های ریاضی و الگوریتم‌های خود می‌تواند به چندین روش

بیشتر در حوزه مدیریت بحران و ارتقای کارایی واکنش به شرایط اضطراری است. همکاری بین مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین، با بهبود تخصیص منابع و افزایش سرعت واکنش، می‌تواند به کاهش خسارات و نجات جان‌ها کمک کند.

خلاصه نهایی

به طور خلاصه، استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین بهبود چشمگیری در عملکرد عملیات امداد و نجات ایجاد کرده است. این رویکردها با بهینه‌سازی تخصیص منابع، بهبود فرآیندهای ارتباطی و افزایش کارایی، قادر به کاهش زمان پاسخ و ارتقای کیفیت خدمات هستند. تحقیقات آینده در این حوزه نویدبخش پیشرفت‌های بیشتر و ارتقای کارایی در واکنش‌های اضطراری می‌باشند و همکاری‌های بیشتر در این زمینه می‌تواند به نتایج بزرگ‌تر و تأثیرگذارتر منجر شود. در نهایت، همکاری بین مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین باعث انقلاب در عملیات امداد و نجات شده است. این همکاری با بهینه‌سازی تخصیص منابع، افزایش سرعت واکنش و بهبود عملکرد کلی واکنش به فوریت‌ها منجر می‌شود. تحقیقات آینده در این حوزه نویددهنده پیشرفت‌های بیشتر در ارتقای کارایی واکنش‌های اضطراری هستند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در مورد انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی شامل سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر توسط نویسندگان رعایت شده است.

دسترسی آزاد

این نشریه دارای دسترسی باز است و اجازه اشتراک (تکثیر و بازآرایی محتوا به هر شکل) و انطباق (بازترکیب، تغییر شکل و بازسازی بر اساس محتوا) را می‌دهد.

مدیریت بحران نقش اساسی دارند و مدیریت زنجیره تأمین کمک‌ها را سازمان‌دهی و سامان‌دهی می‌کند. امروزه مدیریت زنجیره تأمین بخش اصلی هر فعالیت است که به بهبود کارایی سیستم و افزایش راندمان آن کمک می‌کند (یگانگی و حاجی علی عسگری، 1401).

تکنولوژی‌های نوین مؤثر

اینترنت اشیا

هوش مصنوعی

سیستم‌های پیشرفته ارتباطی

این فناوری‌ها می‌توانند به جمع‌آوری و تحلیل داده‌های بلادرنگ کمک کنند و اطلاعات دقیق‌تری را برای تصمیم‌گیری‌های سریع و مؤثر فراهم کنند (چانیس و همکاران، 2024).

تأثیرات مدل‌های بهینه‌سازی

تخصیص منابع

تصمیم‌گیری در واکنش‌های اضطراری

استفاده از تکنیک‌های بهینه‌سازی منجر به فرآیندهای مؤثرتر و بهره‌وری بهتر از منابع در شرایط بحرانی می‌شود. علاوه بر این، پیشرفت‌های فناوری، مانند هوش مصنوعی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، به بهبود کارایی مدل‌های بهینه‌سازی در واکنش به اضطرارها کمک کرده‌اند (گیدام و همکاران، 2024). مطالعات بیشتر نشان می‌دهند که ترکیب بهره‌وری از مدل‌های بهینه‌سازی و فناوری‌های نوین با بهبود فرآیندهای ارتباطی و بهره‌وری از منابع، منجر به بهبود عملکرد واکنش به بحران‌ها و فاجعه‌ها خواهد شد (کامفور، 1993). به طور خاص، استفاده هوشمندانه از این روش‌ها می‌تواند به تسهیل عملیات امداد و نجات، کاهش زمان پاسخ و افزایش کارایی کمک کند.

چشم‌انداز آینده

استفاده از این ابزارها و رویکردها نویددهنده پیشرفت‌های

References

- [1] Bahrami, N. , Organy, M. , Jelokhani Neyaraki, M. and Vafaeinezhad, A. (2019). [Providing a Spatial Approach in the Rescue and Relief Management after the Earthquake](#). *Environmental Management Hazards*, 6(2), 117-129. [In Persian]
- [2] Mohammad Abdolshah , Seyed Amir Mohammad Khatibi, Siamak Hosseini, Mohammad Ali Beheshtinia, (2017). [Optimizing of Schedule Time for Relay Transportation System in Hazard Condition Respect to Dividing Tasks between Centers and Capacity of Fleet \(Case study: Qazvin City\)](#). *Journal of Environmental Hazard Management*, 4(2), 143-156. [In Persian]
- [3] Houshang, N. and Alesheikh, A. A. (2017). [Developing an Agent- based simulation system in rescue operation](#). *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 26(103), 59-70. [In Persian]
- [4] Yeganegi, Kamran, and Haji Askar Kaveh. (2022). The Application of Operations Research in Rescue and Relief Operations. [In Persian]
- [5] Jović, R., Gostimirović, L., & Milašinović, S. (2024). [Use of new technologies in the field of protection and rescue during disasters](#). *International Journal of Disaster Risk Management*, 6(1), pp. 111-122.

- [6] Akwafuo, S. E., Mikler, A. R., & Irany, F. A. (2020). [Optimization models for emergency response and post-disaster delivery logistics: a review of current approaches](#). *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 7(8), 35–49.
- [7] Geidam, K. K., Isa, A. M., Liman, A., Yuguda, U., Hussaini, A. A., Abatcha, B. A., & Abdulwahab, A. S. (2024). Dynamic route optimization for emergency response using geo-informatics and public transport systems. *International Academic Journal of Information, Communication, Technology & Engineering*, 8(7), 31–37.
- [8] Chenais, G., Lagarde, E., & Gil-Jardiné, C. (n.d.). [Artificial intelligence in emergency medicine: Viewpoint of current applications and foreseeable opportunities and challenges](#). *Journal of Medical Internet Research*. Volume 25.
- [9] Moses, Mugo & Extension, Kiu Publication. (2024). Robotics in Disaster Response: Enhancing Search and Rescue Operations. *Research Invention Journal of Biological and Applied Sciences*, 3. 51-56.
- [10] Comfort, L.K. (1993), [Integrating Information Technology into International Crisis Management and Policy](#). *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 1: 15-26.
- [11] Calle Müller, C., Lagos, L., & Elzomor, M. (2024). [Leveraging Disruptive Technologies for Faster and More Efficient Disaster Response Management](#). *Sustainability*, 16(23), 10730.
- [12] Fiedrich, F., Gehbauer, F., & Rickers, U. (2000). [Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disasters](#). *Safety Science*, 35(1–3), 41–57.

