



The Impact of Crisis Management and Passive Defense Components in Promoting the Sustainability of Critical Energy Infrastructures

Marjan Badri* 

¹Correspondence: PhD student in Environmental Science (Planning), Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Email Address: dr.m.badri.hse@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 28 January 2026

Received in revised form: 14 February 2026

Accepted: 13 July 2026

Available online: 21 August 2026

Keywords:

Crisis Management

Passive Defense,

Sustainability

Critical Infrastructure

Eenergy Sector

ABSTRACT

The present article assesses the impact of crisis management and passive defense components in promoting the sustainability of critical energy infrastructures. Due to their strategic nature and widespread impact on other economic and social sectors, energy infrastructures are always exposed to a variety of threats, including natural disasters, technical incidents, and intentional attacks (both cyber and physical). In this regard, crisis management as a set of processes for predicting, preparing for, responding to, and recovering from crises, and passive defense as a set of unarmed measures to protect lives, property, and the country's infrastructures against hostile threats, are considered to be the two main pillars in ensuring the continued performance and sustainability of these infrastructures. The present research method is descriptive-survey and the required data were collected through a questionnaire. The statistical population of the research includes experts and key managers in various sectors of critical energy infrastructure (including power plants, gas transmission lines, refineries, and oil facilities), who were selected as the sample size based on stratified sampling and the Cochran formula of 100 people. Regression and ANOVA tests and SPSS software were used to analyze the data. The key findings of this research show that all the main variables, including crisis management (0/25), passive defense (0/30), and synergy between them (0/55), have a positive and significant correlation with the resilience of critical infrastructure in the energy sector, and the greatest direct effect on resilience was the synergy between crisis management and passive defense, which indicates the importance of coordination and integration of measures in improving resilience .

Cite this article: M. Badri, "The Impact of Crisis Management and Passive Defense Components in Promoting the Sustainability of Critical Energy Infrastructures," Journal of Passive Defence, vol. 17, no. 2, pp. 167-178, 2026. DOI: <https://doi.org/10.47176/pd.2026.1622>



OPEN ACCESS

© Author(s) retain the copyright and full publishing rights

Publisher: Imam Hossein University.

Introduction

Critical energy infrastructures, due to their strategic nature and widespread impact on socio-economic stability, are perpetually exposed to diverse threats. These threats range from natural disasters and technical failures to intentional attacks, including both physical and cyber-based incursions. In this context, ensuring the resilience and continuity of energy operations is paramount. Crisis Management (CM), as a systematic process for prediction, preparedness, response, and recovery, and Passive Defense (PD), as a set of non-military measures to protect national assets and infrastructure against hostile threats, emerge as the two fundamental pillars for enhancing the resilience of these vital systems.

Research Objectives and Questions

The primary objective of this study is to investigate the impact of Crisis Management and Passive Defense components on enhancing the resilience of critical energy infrastructures. The research seeks to answer the following question:

How do Crisis Management and Passive Defense dimensions, and their synergy, influence the resilience of critical energy infrastructures?

The specific objectives are:

1. To evaluate the individual impact of Crisis Management and Passive Defense on infrastructure resilience.
2. To examine the synergistic effect (interaction) between these two components in fostering long-term stability.

Methodology

This study employs a descriptive-survey and quantitative research design. Data were collected through a structured questionnaire distributed among key experts and managers within various sectors of critical energy infrastructures, including power plants, gas transmission lines, refineries, and oil facilities.

- **Sampling:** A stratified sampling method was utilized, and the sample size was determined using the Cochran formula, resulting in 100 participants.

- **Data Analysis:** The collected data were analyzed using statistical software (SPSS). The analytical framework involved regression analysis and Analysis of Variance (ANOVA) to test the relationships between the variables and their impact on the dependent variable (Resilience).

Findings

The empirical results indicate that all primary variables—Crisis Management, Passive Defense, and their synergy—exhibit a positive and statistically significant correlation with the resilience of critical energy infrastructures. Specifically:

- **Crisis Management** demonstrated a significant direct impact on resilience.
- **Passive Defense** showed a substantial positive correlation with system stability.
- **Synergy (CM & PD):** Most notably, the synergy between Crisis Management and Passive Defense yielded the highest coefficient of influence (0.550.550.55), representing the most significant predictor of

infrastructure resilience. This finding highlights that the integration and coordination of these two domains are more effective than their individual application.

Discussion

The findings underscore that resilience in the energy sector is not merely a product of reactive crisis handling or isolated defensive measures, but rather the result of an integrated approach. The high impact of the “synergy” component suggests that when predictive crisis management is aligned with proactive passive defense strategies, the infrastructure achieves a much higher level of robust stability. This alignment minimizes vulnerabilities and optimizes the response capability against multi-dimensional threats.

Conclusions and Implications

This research provides a conceptual framework for enhancing the stability of critical energy assets through the dual lenses of Crisis Management and Passive Defense. The results suggest several strategic implications for policymakers and infrastructure managers:

- **Integrative Planning:** Moving beyond siloed management by integrating CM and PD into a unified resilience strategy.
- **Coordinated Response:** Developing joint protocols that harmonize proactive defense with reactive crisis recovery.
- **Resource Allocation:** Prioritizing investments in areas that foster the synergy between preparedness and non-military protection.

The study offers valuable insights for ensuring the continuity of energy services in the face of increasingly complex global threats.

تأثیر مولفه های مدیریت بحران و پدافند غیرعامل در ارتقای پایداری زیرساخت های حیاتی

انرژی

مرجان بدری *

دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: dr.m.badri.hse@gmail.com

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۸

بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۲۵

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۲

ارائه آنلاین: ۱۴۰۵/۰۵/۳۰

چکیده

مقاله حاضر به بررسی تأثیر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل در ارتقای پایداری زیرساخت های حیاتی انرژی می پردازد. زیرساخت های انرژی، به دلیل ماهیت راهبردی و تأثیرگذاری گسترده بر سایر بخش های اقتصادی و اجتماعی، همواره در معرض انواع تهدیدات، از جمله بلایای طبیعی، حوادث فنی، و حملات عمدی (اعم از سایبری و فیزیکی) قرار دارند. در این راستا، مدیریت بحران به عنوان مجموعه ای از فرآیندها برای پیش بینی، آمادگی، واکنش و بازیابی از بحران ها، و پدافند غیرعامل به عنوان مجموعه ای از اقدامات غیرمسلحانه برای حفظ جان، مال، و زیرساخت های کشور در برابر تهدیدات خصمانه، دو ستون اصلی در تضمین تداوم عملکرد و پایداری این زیرساخت ها محسوب می شوند. روش تحقیق حاضر از نوع توصیفی-پیمایشی است و داده های مورد نیاز از طریق پرسشنامه جمع آوری شده است. جامعه آماری تحقیق شامل کارشناسان و مدیران کلیدی در بخش های مختلف زیرساخت های حیاتی انرژی (شامل نیروگاه های برق، خطوط انتقال گاز، پالایشگاه ها و تاسیسات نفتی) است که بر اساس نمونه گیری طبقه بندی شده و فرمول کوکران ۱۰۰ نفر به عنوان حجم نمونه انتخاب شده اند. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون های رگرسیون و anova و نرم افزار spss استفاده شد. یافته های کلیدی این تحقیق نشان می دهد که تمامی متغیرهای اصلی، شامل مدیریت بحران (۰/۲۵)، پدافند غیرعامل (۰/۳۰) و هم افزایی میان آن ها (۰/۵۵)، همبستگی مثبت و معناداری با پایداری زیرساخت های حیاتی بخش انرژی دارند و بیشترین اثر مستقیم بر پایداری از آن هم افزایی میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بود، که بیانگر اهمیت هماهنگی و یکپارچگی اقدامات در بهبود پایداری است.

کلیدواژه ها:

مدیریت بحران

پدافند غیرعامل

پایداری

زیرساخت های حیاتی

بخش انرژی

استناد: بدری، مرجان، "تأثیر مولفه های مدیریت بحران و پدافند غیرعامل در ارتقای پایداری زیرساخت های حیاتی انرژی"، نشریه پدافند غیرعامل، دوره

۱۷، شماره ۲، صفحات ۱۶۷-۱۷۸، ۱۴۰۵. DOI: <https://doi.org/10.47176/pd.2026.1622>

© نویسنده (گان) حق نشر و حقوق کامل انتشار را برای خود محفوظ می دارند.



ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع).

OPEN ACCESS

۱- مقدمه

زیرساخت های حیاتی، به ویژه در بخش انرژی، به عنوان شریان های اصلی جامعه مدرن، نقشی حیاتی در اقتصاد و رفاه ایفا می کنند و در معرض طیف گسترده ای از تهدیدات فیزیکی و سایبری قرار دارند [۱]. مدیریت بحران و پدافند غیرعامل، دو رویکرد راهبردی برای تضمین پایداری این زیرساخت ها هستند؛ مدیریت بحران بر آمادگی و واکنش به حوادث تمرکز دارد، در حالی که پدافند غیرعامل به کاهش آسیب پذیری از طریق اقدامات پیشگیرانه می پردازد. با این حال، اجرای مجزا و منفک این دو رویکرد، از ظرفیت عظیم هم افزایی میان آن ها غفلت می کند [۲]. با وجود اهمیت حیاتی زیرساخت های انرژی در کارکردهای اقتصادی، اجتماعی و امنیتی کشور، بررسی ها نشان می دهد که بخش عمده ای از مطالعات انجام شده، هر یک به صورت منفک تنها بر یکی از دو حوزه مدیریت بحران یا پدافند غیرعامل تمرکز داشته اند [۴]. این رویکرد تک بُعدی موجب آن شده که تصمیم گیران و مدیران بخش انرژی، درک جامعی از فرصت ها و مزایای حاصل از ترکیب و هم افزایی این دو راهبرد نداشته باشند. در حالی که تهدیدات پیچیده امروزی از جمله حملات سایبری، اختلالات زنجیره تأمین، بلایای طبیعی شدید، و خرابکاری ماهیتی چندوجهی یافته اند، همچنان چارچوب های ارزیابی پایداری، عموماً به صورت جداگانه به این دو حوزه پرداخته اند [۵]. این شکاف، ضرورت انجام پژوهشی را نشان می دهد که اثر هم افزایی میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل را به طور یکپارچه بر پایداری زیرساخت های انرژی بررسی کند.

تجربه بحران های اخیر در شبکه های انرژی از خاموشی های ناشی از حملات سایبری (نمونه موردی اوکراین)، تا اختلالات ناشی از بلایای طبیعی شدید نشان می دهد که آسیب پذیری سامانه های انرژی تنها به یک منشأ وابسته نیست و مدیریت موفق آن نیازمند رویکرد چندلایه و مکمل است [۶]. پدافند غیرعامل به عنوان راهبرد پیشگیرانه، با اقداماتی مانند پراکندگی، استحکام سازی، فضاها، ایمن، حفاظت سایبری و طراحی مقاوم، احتمال و شدت آسیب را کاهش می دهد [۷ و ۸]. از سوی دیگر، مدیریت بحران امکان واکنش مؤثر، بازیابی سریع، و استمرار خدمت رسانی را فراهم می کند. ترکیب این دو حوزه می تواند منجر به ایجاد «پایداری هوشمند» شود؛ اما عدم وجود مدل های

عملیاتی معتبر برای اندازه گیری سطح هم افزایی، چالش مهم سیاست گذاران و مدیران محسوب می شود [۹].

تحقیقات متعددی به بررسی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل در بخش های مختلف پرداخته اند، اما تعداد کمی از مطالعات به صورت تخصصی به بررسی رابطه هم افزایی میان این دو رویکرد و تأثیر آن بر پایداری زیرساخت های حیاتی، به ویژه در بخش انرژی، پرداخته اند. به عنوان مثال، قدسی نیا [۱۰] به بررسی راهکارهای پدافند غیرعامل در صنعت نفت پرداخته است، در حالی که جابری نسب [۱۱] بر اهمیت مدیریت بحران در سوانح طبیعی تأکید دارد. این پژوهش سعی دارد این شکاف تحقیقاتی را با تمرکز بر جنبه هم افزایی پر کند. پژوهش کامرانی و همکاران (۲۰۲۱) با تمرکز بر مدیریت بحران در صنعت برق، چارچوبی برای واکنش اضطراری ارائه می دهد، اما به نقش اقدامات پیشگیرانه پدافند غیرعامل در کاهش شدت بحران ها نمی پردازد [۱۲]. در نقطه مقابل، مطالعه گرزین و همکاران (۲۰۲۴) با تحلیل راهبردهای پدافند غیرعامل در صنایع غیر دولتی، به طور کامل بر اقدامات فنی و مهندسی پیشگیرانه تمرکز دارد، بدون آنکه مدل مشخصی برای اتصال این اقدامات به فرایندهای مدیریت بحران ارائه دهد [۱۳].

نتایج سایر تحقیقات نشان دادند که افزایش توجه به مدیریت بحران نقش مهمی در افزایش پایداری زیرساخت های انرژی در کشورها [۱۴]، کاهش آسیب های اقتصادی [۱۵]، پیشگیری از آسیب ها [۱۶]، ارزیابی تهدیدها [۱۷]، و رشد امنیت انرژی [۱۸] خواهد شد. در نتیجه، همه پژوهش گرچه ارزشمندند، اما همچنان خلأیی محسوس در حوزه ادغام این دو رویکرد باقی است؛ خلأیی که مطالعه حاضر قصد دارد به آن بپردازد.

مرور مطالعات پیشین نشان می دهد که هر یک از پژوهش ها تنها به بخشی از مسئله پرداخته اند و رویکردی یکپارچه میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل ارائه نشده است. برای نمونه، قدسی نیا راهکارهای پدافند غیرعامل را در صنعت نفت به صورت مستقل بررسی کرده است، در حالی که جابری نسب به نقش مدیریت بحران در مواجهه با سوانح طبیعی اشاره دارد و تعامل این دو حوزه را مدنظر قرار نداده است. همچنین، پژوهش کامرانی و همکاران [۱۹] با وجود ارائه چارچوب واکنش اضطراری در صنعت برق، به طور مشخص به این نپرداخته که اقدامات پیشگیرانه پدافند غیرعامل چگونه می تواند شدت بحران را کاهش

پدافند غیرعامل چه تأثیری بر پایداری زیرساخت‌های حیاتی در بخش انرژی دارد؟ که با سنجش اثربخشی هر یک از این حوزه‌ها، میزان هم‌افزایی موجود، و تحلیل چالش‌های پیش رو، به آن پاسخ داده خواهد شد.

۲- روش تحقیق

این پژوهش از نوع کمی-توصیفی و بر مبنای پیمایش (Survey) انجام شده است. هدف از انتخاب رویکرد کمی، امکان سنجش تجربی متغیرها، اندازه‌گیری رابطه‌ها و آزمون مدل مفهومی پژوهش با استفاده از ابزارهای آماری معتبر بود. از آنجا که متغیرهای اصلی پژوهش مدیریت بحران، پدافند غیرعامل، هم‌افزایی و پایداری ماهیت کمی‌پذیر دارند، روش پیمایشی با پرسشنامه بهترین گزینه برای جمع‌آوری داده‌های قابل تحلیل و مقایسه بود.

جامعه آماری شامل مدیران، کارشناسان و متخصصان فعال در حوزه مدیریت بحران، پدافند غیرعامل و زیرساخت‌های حیاتی بخش انرژی است.

دلیل انتخاب این جامعه، نقش کلیدی این افراد در:

- ❖ تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی امنیتی و عملیاتی
 - ❖ شناخت دقیق نقاط آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها
 - ❖ آشنایی با رویه‌های مدیریت بحران و الزامات پدافند غیرعامل
 - ❖ داشتن تجربه عملی در حوادث و تهدیدات واقعی
- بنابراین، این گروه بهترین منابع اطلاعاتی برای ارزیابی میزان هم‌افزایی میان دو حوزه و تأثیر آن بر پایداری زیرساخت‌های انرژی محسوب می‌شوند.

با توجه به گستردگی جامعه متخصصان بخش انرژی، از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد. این روش زمانی توصیه می‌شود که هدف، دسترسی به پاسخ‌دهندگانی باشد که دانش تخصصی، تجربه و صلاحیت لازم برای پاسخ‌گویی دقیق به پرسش‌ها را دارند. [۱۶].

در مرحله بعد، برای افزایش دقت آماری و قابلیت تعمیم، حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران برای جوامع نامحدود محاسبه شد:

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{d^2} \quad (۱)$$

که با سطح اطمینان ۹۵٪ و خطای ۰/۱، حجم نمونه حداقل ۹۶ نفر به‌دست آمد. در نهایت ۱۰۰ نفر شامل مدیران و کارشناسان

دهد. از سوی دیگر، مطالعه گرزین و همکاران [۲۰] صرفاً بر راهبردهای فنی پدافند غیرعامل در صنایع غیردولتی تمرکز دارد و فاقد مدل اتصال این اقدامات به فرایندهای مدیریت بحران است. بنابراین، آنچه در ادبیات موضوع به‌وضوح مشاهده می‌شود نبود یک چارچوب تحلیلی منسجم برای تبیین هم‌افزایی میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل و بررسی تأثیر ترکیبی آنها بر پایداری زیرساخت‌های حیاتی، به‌ویژه در بخش انرژی است؛ خلأیی که پژوهش حاضر قصد دارد آن را پوشش دهد.

باید توجه داشت که هم‌افزایی میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل یک مفهوم انتزاعی نیست، بلکه قابل سنجش و قابل برنامه‌ریزی است [۲۱]. برای مثال، اشتراک‌گذاری داده‌ها بین دو حوزه، آموزش‌های هماهنگ، طراحی سناریوهای ترکیبی، و استفاده از فناوری‌های هوشمند (مانند IoT و GIS) می‌توانند شاخص‌هایی عینی برای اندازه‌گیری سطح هم‌افزایی باشند [۱۵]. با این حال، ادبیات موجود چارچوب‌های مشخصی برای سنجش این شاخص‌ها در بخش انرژی ارائه نکرده است. بنابراین، پژوهش حاضر با طراحی مدل ارزیابی کمی و کیفی هم‌افزایی، قصد دارد ابزار تحلیلی جدیدی به ادبیات موضوع بیفزاید و مسیر تصمیم‌گیری‌های راهبردی را دقیق‌تر سازد.

در مجموع، با توجه به حساسیت زیرساخت‌های انرژی، پیچیدگی تهدیدات نوین، و ناکافی بودن رویکردهای منفک مدیریت بحران و پدافند غیرعامل، نیاز به یک چارچوب تلفیقی و جامع بیش از پیش احساس می‌شود. پژوهش حاضر با رویکردی مسئله‌محور، در پی آن است که نشان دهد هم‌افزایی این دو حوزه چگونه می‌تواند به ارتقای پایداری، افزایش پایداری عملیاتی، بهبود نرخ بازیابی، و کاهش هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی بحران‌ها منجر شود. بنابراین، این مطالعه در کنار ارزش علمی، از نظر کاربردی نیز می‌تواند راهنمای مهمی برای مدیران صنعت انرژی و سیاست‌گذاران ملی باشد.

این پژوهش با هدف اصلی سنجش و تحلیل رابطه میان هم‌افزایی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل و سطح پایداری زیرساخت‌های حیاتی در بخش انرژی انجام شده است. ضرورت این تحقیق در اهمیت راهبردی بخش انرژی، پیچیدگی تهدیدات نوین، و پتانسیل نادیده گرفته شده هم‌افزایی برای دستیابی به راهکارهای بهینه و افزایش ایمنی و پایداری نهفته است. سوال اصلی پژوهش این است که میزان هم‌افزایی بین مدیریت بحران و

که ساختار چهارعاملی پرسشنامه معتبر است و هر یک از گویه‌ها به درستی سازه مربوطه را اندازه‌گیری می‌کنند.

همچنین، پایایی درونی سازه‌ها با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ارزیابی شد. نتایج نشان داد که تمامی ابعاد اصلی پرسشنامه مقادیر بالایی از آلفا (بیشتر از ۰/۸) دارند، که نشان می‌دهد گویه‌های هر بُعد به طور سازگار و پایدار یک مفهوم واحد را می‌سنجند و پرسشنامه از قابلیت اعتماد بالایی برخوردار است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های رگرسیون و anova و نرم افزار spss استفاده شد. داده‌ها در دو مرحله اصلی صورت گرفت:

در مرحله اول، از آمار توصیفی برای بررسی ویژگی‌های نمونه و متغیرها استفاده شد. شاخص‌هایی مانند میانگین، انحراف معیار، شاخص‌های مرکزی، نمودارها و جداول توزیع فراوانی محاسبه شد تا تصویر کلی از وضعیت پاسخ‌دهندگان و سطح هر یک از سازه‌های پژوهش ارائه شود. این تحلیل‌ها کمک کرد تا الگوهای کلی داده‌ها، نقاط پرت و پراکندگی‌ها شناسایی و برای تحلیل‌های بعدی آماده شوند.

در مرحله دوم، تحلیل‌های استنباطی به منظور آزمون فرضیات پژوهش انجام شد. نخست، از همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه بین متغیرها شامل هم‌افزایی، پایداری، ابعاد مدیریت بحران و ابعاد پدافند غیرعامل استفاده شد. سپس با استفاده از رگرسیون خطی چندگانه میزان تأثیر هر یک از ابعاد مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بر پایداری زیرساخت‌ها تعیین گردید. مدل کلی رگرسیون به صورت زیر تعریف شد:

$$\text{Resilience} = \beta_0 + \beta_1(\text{Crisis Management}) + \beta_2(\text{Passive Defense}) + \beta_3(\text{Synergy}) + \epsilon \quad (2)$$

علاوه بر این، برای تأیید ساختار نظری پرسشنامه، تحلیل عاملی تأییدی (CFA) انجام شد تا اطمینان حاصل شود که گویه‌ها به درستی ابعاد مربوطه را اندازه‌گیری می‌کنند و مدل مفهومی پژوهش با داده‌ها مطابقت دارد.

رویکرد کمی به دلایل زیر انتخاب شد: نیاز پژوهش به اندازه‌گیری دقیق سازه‌های پایداری، مدیریت بحران و پدافند غیرعامل؛ امکان مقایسه‌پذیری و تعمیم‌پذیری نتایج؛ قابلیت آزمون تجربی مدل نظری؛ و همچنین استاندارد بودن روش پیمایش در مطالعات مدیریتی و سیاست‌گذاری امنیت زیرساخت‌ها. این رویکرد امکان تحلیل کمی روابط بین متغیرها و سنجش اثر هم‌افزایی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل را فراهم

حوزه انرژی به عنوان نمونه نهایی انتخاب شدند.

ساختار ابزار پژوهش بر پایه یک پرسشنامه محقق ساخته با مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای طراحی شده است که به صورت نظام‌مند چهار حوزه کلیدی را پوشش می‌دهد. بخش نخست، مدیریت بحران را ارزیابی می‌کند و شامل مؤلفه‌هایی همچون شناسایی و ارزیابی ریسک، برنامه‌ریزی و آمادگی اضطراری، آموزش و تمرین‌های دوره‌ای، هماهنگی و اطلاع‌رسانی میان واحدهای عملیاتی، و نهایتاً واکنش اضطراری و فرایند بازیابی است. این بخش تلاش می‌کند میزان بلوغ سازمان در چرخه کامل مدیریت بحران، پیش‌بینی تا بازگشت به حالت پایدار را اندازه‌گیری کند.

بخش دوم پرسشنامه به پدافند غیرعامل اختصاص دارد و حوزه‌هایی از قبیل حفاظت فیزیکی، ایمن‌سازی سایبری، پنهان‌سازی و استتار زیرساخت، مقاوم‌سازی سازه‌ها، و جانمایی و پراکندگی تأسیسات را شامل می‌شود. در بخش سوم، میزان هم‌افزایی میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل سنجیده می‌شود؛ یعنی سطح همکاری بین واحدها، میزان همپوشانی عملکردی، هماهنگی فرآیندی، اشتراک اطلاعات و هم‌راستایی برنامه‌های عملیاتی. در نهایت، بخش چهارم پایداری زیرساخت‌های حیاتی را بر اساس چهار مؤلفه استاندارد مقاومت، جذب‌پذیری، سازگاری و بازیابی بر مبنای ادبیات معتبر جهانی از جمله مدل‌های Holling, Bruneau و OECD ارزیابی می‌کند. این ساختار سبب می‌شود ابزار پژوهش بتواند تصویری یکپارچه از وضعیت کنونی، نقاط ضعف و ظرفیت‌های بهبود ارائه دهد.

برای اطمینان از روایی محتوایی پرسشنامه، نسخه اولیه آن در اختیار ۱۰ نفر از متخصصان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل قرار گرفت و نظرات و اصلاحات آن‌ها جمع‌آوری شد. بر اساس بازخوردهای ارائه شده، پرسشنامه بازنگری و نسخه نهایی آن تدوین شد تا اطمینان حاصل شود که تمامی گویه‌ها به طور کامل و دقیق ابعاد نظری پژوهش شامل مدیریت بحران، پدافند غیرعامل، هم‌افزایی و پایداری زیرساخت‌ها را پوشش می‌دهند.

برای بررسی روایی سازه‌ای، تحلیل عاملی تأییدی (CFA) بر داده‌های جمع‌آوری شده انجام شد. نتایج تحلیل نشان داد که شاخص‌های برازش مدل شامل χ^2/df ، CFI، IFI و RMSEA و نسبت χ^2 به درجه آزادی (χ^2/df) در محدوده مطلوب قرار دارند و تمامی گویه‌ها بار عاملی بالاتر از ۰/۵ داشتند. این یافته‌ها تأیید می‌کند

می‌کند.

۳- نتایج و بحث

برای ارائه تصویر کلی از جامعه آماری، تحلیل توصیفی اولیه شامل سن، جنسیت، سطح تحصیلات، سمت سازمانی و سابقه کاری پاسخ‌دهندگان انجام شد. این تحلیل به شناسایی ویژگی‌های کلیدی نمونه و بررسی نمایندگی جامعه آماری کمک می‌کند. نتایج به صورت جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): ویژگی‌های جامعه آماری (N = 100)

متغیر	دسته‌بندی	تعداد	درصد (%)
سن (سال)	۲۵-۳۴	۳۰	۳۰
	۳۵-۴۴	۴۵	۴۵
	۴۵-۵۴	۲۰	۲۰
جنسیت	مرد	۷۰	۷۰
	زن	۳۰	۳۰
	+	۵۵	۵
تحصیلات	کارشناسی	۲۵	۲۵
	کارشناسی ارشد	۶۰	۶۰
	دکتری	۱۵	۱۵
سابقه کاری (سال)	۱-۵	۲۰	۲۰
	۶-۱۰	۳۵	۳۵
	۱۱-۱۵	۲۵	۲۵
سمت سازمانی	مدیر میانی	۳۵	۳۵
	مدیر ارشد	۱۵	۱۵
	+	۱۶	۲۰

تحلیل توصیفی نشان می‌دهد که بیشترین گروه سنی پاسخ‌دهندگان بین ۳۵ تا ۴۴ سال (۴۵٪) است و این گروه به عنوان هسته اصلی تصمیم‌گیری در بخش انرژی محسوب می‌شوند. از نظر تحصیلات، اکثریت پاسخ‌دهندگان دارای کارشناسی ارشد (۶۰٪) هستند که نشان‌دهنده سطح بالای تخصص در جامعه آماری است. همچنین، بیش از نیمی از نمونه (۵۰٪) در سطح کارشناسی فعالیت می‌کنند و باقی شامل مدیران میانی و ارشد هستند، که ترکیب مناسبی از تجربه عملی و مدیریت را فراهم می‌کند.

سابقه کاری پاسخ‌دهندگان عمدتاً بین ۶ تا ۱۵ سال (۶۰٪) است که بیانگر تجربه کافی برای ارائه دیدگاه‌های معتبر در خصوص مدیریت بحران و پدافند غیرعامل است. در مجموع، جامعه آماری انتخاب شده نماینده مناسبی از مدیران و کارشناسان بخش انرژی برای پاسخ‌دهی به پرسشنامه پژوهش محسوب می‌شود.

جدول (۲)، نتایج آمار توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش شامل مدیریت بحران، پدافند غیرعامل، هم‌افزایی میان مدیریت بحران و پدافند، و پایداری زیرساخت‌ها را نشان می‌دهد. برای هر متغیر، میانگین و انحراف معیار محاسبه شده است تا سطح عمومی توافق پاسخ‌دهندگان و پراکندگی دیدگاه‌ها مشخص شود. این تحلیل، پیش‌نیاز مناسبی برای درک وضعیت کلی هر سازه و ارزیابی ارتباطات بالقوه بین متغیرها فراهم می‌کند.

جدول (۲): آمار توصیفی متغیرهای تحقیق (میانگین و انحراف معیار)

متغیر تحقیق	میانگین (Mean)	انحراف معیار (Std. Dev.)
مدیریت بحران (کل)	۴/۱۵	۰/۶۸
پدافند غیرعامل (کل)	۴/۳۲	۰/۶۲
هم‌افزایی مدیریت و پدافند	۳/۹۸	۰/۷۵
پایداری زیرساخت‌ها	۴/۲۲	۰/۷

مطابق جدول (۲) میانگین بالاتر در تمام متغیرها (بیشتر از ۳ در مقیاس ۵-۱) نشان‌دهنده دیدگاه نسبتاً مثبت پاسخ‌دهندگان به اثربخشی و اهمیت این حوزه‌ها است. میانگین بالاتر برای «پدافند غیرعامل» نسبت به «مدیریت بحران» ممکن است نشان‌دهنده تمرکز بیشتر و یا موفقیت‌های مشهودتر در این حوزه در بین پاسخ‌دهندگان باشد. میانگین «هم‌افزایی» اندکی پایین‌تر از دو متغیر اصلی است که می‌تواند حاکی از وجود پتانسیل برای بهبود هماهنگی و یکپارچه‌سازی باشد. میانگین «پایداری» بالا است که نشان‌دهنده وضعیت نسبتاً مطلوب پایداری زیرساخت‌ها از دیدگاه پاسخ‌دهندگان است.

میانگین‌ها نشان می‌دهد که پاسخ‌دهندگان بیشترین میزان توافق را با مؤلفه‌های پدافند غیرعامل (انحراف معیار = ۰/۶۲) و میانگین = ۴/۳۲) و پایداری زیرساخت‌ها (انحراف معیار = ۰/۷ و میانگین = ۴/۲۲) داشته‌اند. مدیریت بحران نیز دارای میانگین بالایی (۴/۱۵) بوده که نشان‌دهنده توجه قابل توجه جامعه آماری به آماده‌سازی و واکنش به حوادث است. در مقابل، هم‌افزایی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل با میانگین ۳/۹۸ و انحراف

نقش کلیدی در تحقق اثر هم‌افزایی دارند. این نتایج زمینه لازم برای بررسی تأثیر ترکیبی متغیرها بر پایداری زیرساخت‌ها در تحلیل رگرسیون را فراهم می‌کند.

جدول (۴) نتایج تحلیل رگرسیون خطی چندگانه را برای پیش‌بینی پایداری زیرساخت‌ها بر اساس سه متغیر پیش‌بین مدیریت بحران، پدافند غیرعامل و هم‌افزایی میان مدیریت بحران و پدافند نشان می‌دهد. این تحلیل به منظور تعیین میزان تأثیر هر یک از متغیرها و شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری زیرساخت‌ها انجام شد.

جدول (۴): نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه برای پیش‌بینی پایداری

زیرساخت‌ها

متغیر پیش‌بین	ضریب بتای استاندارد (β)	مقدار t	سطح معنی‌داری (Sig.)
مدیریت بحران (کل)	۰/۲۵	۳/۱۵	***۰/۰۰۲
پدافند غیرعامل (کل)	۰/۳	۳/۷۸	***۰/۰
هم‌افزایی مدیریت و پدافند	۰/۵۵	۷/۱۲	***۰/۰

مدل کلی: $R^2 = ۰/۸۸$ ، $F = ۱۰۵/۶$ ، $p > ۰/۰۰۱$

نتایج رگرسیون نشان می‌دهد که هر سه متغیر تأثیر مثبت و معناداری بر پایداری زیرساخت‌ها دارند. ضریب بتای استاندارد هم‌افزایی مدیریت بحران و پدافند با مقدار $۰/۵۵$ بالاترین تأثیر را نشان می‌دهد، که تأکید می‌کند هماهنگی و همسویی اقدامات بین دو حوزه نقش اصلی در افزایش پایداری دارد. پس از آن، پدافند غیرعامل با $\beta = ۰/۳$ و مدیریت بحران با $\beta = ۰/۲۵$ تأثیر قابل توجهی دارند، که بیانگر اهمیت توسعه اقدامات پیشگیرانه و آمادگی برای مقابله با حوادث است. مقادیر t و سطح معنی‌داری نیز نشان می‌دهند که تمامی این تأثیرات از نظر آماری معنادار و قابل اعتماد هستند. این یافته‌ها بر اهمیت ترکیب مدیریت بحران و پدافند غیرعامل و توجه به هم‌افزایی میان آن‌ها برای افزایش پایداری زیرساخت‌های حیاتی تأکید می‌کنند.

جدول (۵) نتایج تحلیل رگرسیون جزئی را برای بررسی تأثیر هر یک از مؤلفه‌های مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بر پایداری زیرساخت‌ها نشان می‌دهد. این تحلیل کمک می‌کند تا مشخص

معیار $۰/۷۵$ اندکی پایین‌تر از سایر متغیرها است که می‌تواند به معنای وجود فرصت برای بهبود هماهنگی و یکپارچگی اقدامات بین دو حوزه باشد. انحراف معیارها نیز نشان می‌دهند که دیدگاه‌ها در تمامی متغیرها نسبتاً نزدیک به میانگین بوده و پراکندگی قابل توجهی وجود ندارد، که اعتبار نتایج را افزایش می‌دهد.

جدول (۳)، نتایج تحلیل همبستگی پیرسون میان متغیرهای اصلی پژوهش شامل مدیریت بحران، پدافند غیرعامل، هم‌افزایی میان مدیریت بحران و پدافند، و پایداری زیرساخت‌ها را نشان می‌دهد. این تحلیل به منظور بررسی قدرت و جهت رابطه بین متغیرها انجام شده است و کمک می‌کند تا فهم دقیقی از همبستگی‌ها و تعاملات احتمالی میان سازه‌ها به دست آید. علامت ** نشان‌دهنده معنی‌داری آماری رابطه‌ها در سطح $۰/۰۱$ است.

جدول (۳): نتایج تحلیل همبستگی پیرسون بین متغیرها

متغیرها	مدیریت بحران	پدافند غیرعامل	هم‌افزایی	پایداری
مدیریت بحران	۱	***۰/۷۸	***۰/۸۵	***۰/۷۹
پدافند غیرعامل	***۰/۷۸	۱	***۰/۸۸	***۰/۸۲
هم‌افزایی مدیریت و پدافند	***۰/۸۵	***۰/۸۸	۱	***۰/۹۲
پایداری زیرساخت‌ها	***۰/۷۹	***۰/۸۲	***۰/۹۲	۱

نتایج نشان می‌دهد که تمامی متغیرها همبستگی مثبت و معناداری با یکدیگر دارند. برای نمونه، همبستگی مدیریت بحران با پایداری زیرساخت‌ها $۰/۷۹$ و پدافند غیرعامل با پایداری $۰/۸۲$ است، که نشان می‌دهد افزایش توجه به هر یک از این سازه‌ها با ارتقای پایداری زیرساخت‌ها همراه است. بیشترین همبستگی مشاهده شده بین هم‌افزایی مدیریت بحران و پدافند با پایداری زیرساخت‌ها ($۰/۹۲$) است، که تأکید می‌کند میزان هماهنگی و یکپارچگی اقدامات مدیریت بحران و پدافند نقش بسیار مهمی در افزایش پایداری دارد. همچنین، همبستگی بالای $۰/۸۵$ میان مدیریت بحران و هم‌افزایی و همچنین $۰/۸۸$ میان پدافند غیرعامل و هم‌افزایی نشان می‌دهد که این متغیرها به طور مستقیم با قابلیت همکاری و همسویی اقدامات مرتبط هستند و

شود کدام مؤلفه‌ها بیشترین نقش را در افزایش پایداری ایفا می‌کنند و زمینه تصمیم‌گیری هدفمند برای بهبود عملکرد فراهم شود.

جدول (۵): تأثیر مؤلفه‌های مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بر

پایداری زیرساخت‌ها

متغیر پیش‌بین	ضریب بتای استاندارد (β)	مقدار t	سطح معنی‌داری (Sig.)
مدیریت بحران			
شناسایی و ارزیابی ریسک	۰/۱۸	۲/۴۵	*۰/۰۱۶
برنامه‌ریزی و آمادگی اضطراری	۰/۲	۰/۷۸	**۰/۰۰۷
آموزش و تمرین	۰/۱۵	۲/۰۵	*۰/۰۴۲
هماهنگی و ارتباطات	۰/۱۲	۱/۸۵	۰/۰۶۷
واکنش و عملیات بازایی	۰/۱	۱/۶۳	۰/۱۰۶
پدافند غیرعامل			
حفاظت فیزیکی	۰/۱۴	۱/۲	*۰/۰۳۸
ایمن‌سازی سایبری	۰/۲۲	۳/۰۵	*۰/۰۰۳
پنهان‌سازی و استتار	۰/۰۹	۱/۴۵	۰/۱۵۲
مقاوم‌سازی سازه‌ها	۰/۱۸	۲/۵۵	*۰/۰۱۲
جانمایی و پراکندگی	۰/۱۱	۱/۷	۰/۰۹۲

**p < 0.01, *p < 0.05

نتایج نشان می‌دهد که از بین مؤلفه‌های مدیریت بحران، برنامه‌ریزی و آمادگی اضطراری ($\beta = 0.22$) بیشترین تأثیر را بر پایداری دارد، در حالی که آموزش و تمرین و شناسایی و ارزیابی ریسک نیز تأثیر معناداری دارند. در حوزه پدافند غیرعامل، ایمن‌سازی سایبری ($\beta = 0.22$) بیشترین اثرگذاری را داشته و مقاوم‌سازی سازه‌ها و حفاظت فیزیکی نیز اهمیت قابل توجهی دارند. این یافته‌ها بیانگر این است که تمرکز بر مؤلفه‌های کلیدی

می‌تواند اثر بخشی پایداری زیرساخت‌ها را افزایش دهد.

جدول (۶) نتایج تحلیل تفاوت میانگین‌ها (ANOVA) برای بررسی تفاوت پایداری و هم‌افزایی بین گروه‌های شغلی (کارشناس، مدیر میانی، مدیر ارشد) و سطوح تحصیلی (کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری) را نشان می‌دهد. این تحلیل کمک می‌کند تا اثر زمینه و تجربه شغلی بر ادراک پایداری و هم‌افزایی مشخص شود.

جدول (۶): تحلیل تفاوت میانگین پایداری و هم‌افزایی بر اساس گروه‌ها

متغیر	گروه‌ها	میانگین	F	Sig.
پایداری	کارشناسی	۴/۱		
	کارشناسی ارشد	۴/۲۴	۳/۱۲	*۰/۰۴۸
	دکتری	۴/۳		
هم‌افزایی	کارشناسی	۳/۸۵		
	کارشناسی ارشد	۴	۲/۸۹	۰/۰۵۸
	دکتری	۴/۰۵		
پایداری	کارشناس	۴/۱۲		
	مدیر میانی	۴/۲۵	۴/۰۵	*۰/۰۲۱
	مدیر ارشد	۴/۲۸		

نتایج ANOVA نشان می‌دهد که پایداری زیرساخت‌ها بین سطوح تحصیلی مختلف تفاوت معناداری دارد ($F = 3.12, p = 0.048$)، به طوری که افراد با تحصیلات بالاتر دیدگاه مثبت‌تری نسبت به پایداری دارند. همچنین، تفاوت میانگین پایداری بین سطوح شغلی نیز معنادار است ($F = 4.05, p = 0.021$)، به این معنا که مدیران میانی و ارشد نسبت به کارشناسان، ارزیابی بالاتری از پایداری دارند. در مقابل، تفاوت هم‌افزایی بین گروه‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ قرار ندارد، که بیانگر درک نسبتاً مشابه از هماهنگی و یکپارچگی اقدامات در تمام سطوح شغلی و تحصیلی است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد که تمامی متغیرهای اصلی، شامل مدیریت بحران (۰/۲۵)، پدافند غیرعامل (۰/۳۰) و هم‌افزایی میان آن‌ها (۰/۵۵)، همبستگی مثبت و معناداری با پایداری زیرساخت‌های حیاتی بخش انرژی دارند و بیشترین اثر مستقیم بر پایداری از آن هم‌افزایی میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بود، که بیانگر اهمیت هماهنگی و یکپارچگی اقدامات در بهبود

پایداری است. این یافته با مطالعات پیشین همچون کامرانی و همکاران (۲۰۲۱) [۱۲] که بر اهمیت چارچوب‌های مدیریت بحران در پایداری سیستم‌های انرژی تأکید دارند و همچنین مطالعه گرزین و همکاران (۲۰۲۴) [۱۳] که نقش اقدامات پیشگیرانه پدافند غیرعامل را برجسته کرده‌اند، همسو است. با این تفاوت که پژوهش حاضر به‌طور همزمان نقش ترکیبی و هم‌افزایی این دو رویکرد را بررسی کرده و نشان داده است که تنها تلفیق هماهنگ آن‌ها می‌تواند اثرگذاری واقعی بر پایداری ایجاد کند.

تحلیل رگرسیون جزئی نشان داد که از مؤلفه‌های مدیریت بحران، برنامه‌ریزی آمادگی اضطراری (۰/۲۰) بیشترین تأثیر را بر پایداری دارد، در حالی که آموزش و تمرین (۰/۱۵) و شناسایی و ارزیابی ریسک (۰/۱۸) و هماهنگی و ارتباطات (۰/۱۲) نیز نقش معناداری دارند. در بخش پدافند غیرعامل، ایمن‌سازی سایبری بیشترین اثر را بر پایداری داشت و مقاوم‌سازی سازه‌ها و حفاظت فیزیکی نیز اهمیت قابل توجهی داشتند. این یافته‌ها با مطالعات قدسی‌نیا (۲۰۱۸) [۱۰] و جابری نسب (۲۰۱۹) [۱۱] همسو است که بر نقش کلیدی اقدامات فنی و پیشگیرانه در کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها تأکید داشته‌اند. نتیجه مهم این است که توسعه مؤلفه‌های کلیدی هر رویکرد، بدون هم‌افزایی با رویکرد دیگر، نمی‌تواند اثر کامل خود را بر پایداری ایجاد کند. نتایج تحلیل تفاوت میانگین‌ها نشان داد که پایداری زیرساخت‌ها با سطح تحصیلات و جایگاه شغلی پاسخ‌دهندگان تفاوت معناداری دارد. افراد با تحصیلات بالاتر و مدیران میانی و ارشد، ارزیابی مثبت‌تری از پایداری داشتند. این موضوع با مطالعات برنو و همکاران (۲۰۰۳) [۱۷] و OECD (۲۰۱۴) [۱۸] همسو است که نشان می‌دهند تجربه و سطح تخصص کارکنان نقش مهمی در افزایش کارآمدی مدیریت بحران و درک اثر اقدامات پدافند غیرعامل بر پایداری دارد. در مقابل، هم‌افزایی مدیریت بحران و پدافند میان گروه‌ها تفاوت معناداری نداشت، که نشان‌دهنده درک مشابه از اهمیت هماهنگی و همکاری در تمام سطوح است. نتایج پژوهش نشان داد که تمامی متغیرهای اصلی شامل مدیریت بحران، پدافند غیرعامل و هم‌افزایی میان آن‌ها همبستگی مثبت و معناداری با پایداری زیرساخت‌های حیاتی بخش انرژی دارند. تحلیل رگرسیون چندگانه نشان داد که بیشترین اثر مستقیم بر پایداری از آن هم‌افزایی میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بود که تأکید می‌کند هماهنگی و یکپارچگی اقدامات در افزایش پایداری نقش کلیدی دارند. در

تحلیل جزئی مؤلفه‌ها مشخص شد که برنامه‌ریزی و آمادگی اضطراری از مؤلفه‌های مدیریت بحران و ایمن‌سازی سایبری از مؤلفه‌های پدافند غیرعامل بیشترین تأثیر را بر پایداری دارند، در حالی که آموزش، شناسایی و ارزیابی ریسک و مقاوم‌سازی سازه‌ها و حفاظت فیزیکی نیز اهمیت قابل توجهی داشتند. به‌طور کلی، یافته‌ها نشان می‌دهند که پایداری زیرساخت‌های حیاتی بخش انرژی، نه تنها وابسته به کیفیت و اثربخشی اقدامات مدیریت بحران و پدافند غیرعامل است، بلکه ارتباط و هماهنگی بین این دو رویکرد عامل کلیدی و تعیین‌کننده محسوب می‌شود. این موضوع اهمیت سیاست‌گذاری یکپارچه، تمرینات مشترک، و اشتراک اطلاعات بین واحدهای مسئول مدیریت بحران و پدافند غیرعامل را برجسته می‌کند.

پدافند غیرعامل به‌عنوان یک راهبرد ملی و استانی، طی سال‌های اخیر با تمرکز بر تقویت زیرساخت‌ها، آموزش عمومی و افزایش هماهنگی بین‌بخشی، توانسته است کشور را در مدیریت تهدیدات ترکیبی طبیعی، زیستی و انسانی به‌الگویی موفق تبدیل کند. یکی از محورهای کلیدی این اقدامات، تقویت زیرساخت‌های حیاتی استان است. نصب مولدهای برق اضطراری، تجهیز کارخانه‌های آرد به دیزل ژنراتور و ایجاد شبکه‌های پشتیبان آب و فاضلاب، نمونه‌هایی از این اقدامات هستند که ادامه خدمات شهری و حیاتی را حتی در شرایط بحران تضمین می‌کنند. همچنین، کشور با برنامه‌ریزی دقیق در حوزه مدیریت بحران و پایداری شهری، توانسته است تهدیدات زیستی و مخاطرات طبیعی را کنترل کند؛ برنامه‌های آموزش عمومی، اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی، همکاری نهادهای مردمی و بخش خصوصی و هماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی، حلقه‌های تکمیل‌کننده این راهبرد هستند. چالش‌های مانند تهدیدات نوین و پیچیده؛ حملات سایبری، تغییرات اقلیمی و تهدیدات زیستی جدید نیازمند تحلیل و مدیریت دقیق‌تر هستند. پایداری مشارکت مردمی؛ استمرار همکاری اجتماعی نیازمند آموزش مداوم، اطلاع‌رسانی و ایجاد انگیزه در سطح جامعه است. ارتقای تجهیزات و زیرساخت‌ها؛ تقویت تجهیزات مدیریت بحران و زیرساخت‌های حیاتی در شرایط اضطراری، اولویت برنامه‌های آینده است. با توجه به افزایش روز افزون تهدیدات انسان‌ساخت عمده علیه زیرساخت‌های حیاتی کشور به وسیله کشورهای متخاصم لزوم رعایت اصول پدافند غیرعامل در طراحی و بهره‌برداری و صیانت از زیرساخت‌های کشور اعم از نیروی انسانی، مردم، صنایع،

and A. Barabadi, "The resilience of critical infrastructure systems: A systematic literature review," *Energies*, vol. 14(6), p. 1571, 2021.

[6] L. Andrew, "The vulnerability of vital systems: how 'critical infrastructure' became a security problem," In *Securing 'the Homeland'* (pp. 17-39). Routledge, 2020.

[7] C. R. Barikdar, K. B. Siddiqi, M. A. Miah, S. Sultana, U. Haldar, H. Rahman, M. N. Khan, and J. Hassan, "MIS frameworks for monitoring and enhancing US energy infrastructure resilience," *Journal of Posthumanism*, vol. 5(5), pp. 4327-4342, 2025.

[8] J. Nyangon, "Climate-proofing critical energy infrastructure: Smart grids, artificial intelligence, and machine learning for power system resilience against extreme weather events," *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 30(1), p. 03124001, 2024.

[9] S. C. Shandiz, G. Foliente, B. Rismanchi, A. Wachtel, and R. F. Jeffers, "Resilience framework and metrics for energy master planning of communities," *Energy*, vol. 203, p. 117856, 2020.

[10] M. H. Ghodsinia, B. Fattah, and Tavakoli A. Afjazi, "The role of passive defense in the oil, gas and petrochemical industry," 9th International Conference on Oil, Gas, Petrochemical and HSE, Hamedan, <https://civilica.com/doc/2206797> (in persian), 2014.

[11] M. R. Jaber Nasab, A. Abdollahzadeh Tarf, A. Saghafi Asl, H. Sattari Sarbangoli, "The role of crisis management in reducing natural disasters and damages in the dilapidated fabric of Bandar Abbas city from the perspective of urban sociology," *Sociological Studies*. vol. 16, no. 58, pp. 31-45, 2014 (In persian).

[12] B. Kamrani, S. Aref, I. Soltani, & M. Fayazi, "Strategies for provisioning and localization in power systems with a passive defense approach," *Passive Defense*, vol. 12(2), pp. 89-98, 2021.

[13] F. Gorzin, A. Shokoohi, R. Aghdami, M. Rezaei-Kalderhi, & Jahanbakhshi, "A review of the passive defense policy-making model in non-governmental industries (Case study: The United Kingdom)," *Strategic Management Studies of National Defense*, 8(29), pp. 177-206, 2024.

[14] Aminizadeh M, Farrokhi M, Ebadi A, Masoumi G, Kolivand P, Khankeh HR.. Hospital preparedness challenges in biological disasters: A qualitative study. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2020; 1-5. 2020.

[15] A. Pasic, "Crisis management and resilience of critical infrastructure: SUNRISE project insights," *Crisis Management Days*, 2025.

[16] R. B. Bouncken, W. Czakon, and F. Schmitt, "Purposeful sampling and saturation in qualitative research methodologies: recommendations and review," *Review of Managerial Science*, pp. 1-37, 2025.

[17] M. Bruneau, S. E. Chang, R. T. Eguchi, G. C. Lee, T. D. O'Rourke, A. M. Reinhorn, M. Shinozuka, K. Tierney, W. A. Wallace, & D. Von Winterfeldt, "A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities," *Earthquake Spectra*, vol. 19(4), pp. 733-752, 2003.

[18] OECD. OECD Guidelines on Measuring Resilience. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. 2014. Ataee Kachoei, M. H. , Abdi, M. , Asadi, F. and Najafi, M. Man-Made Threats Assessment in Energy Key Assets with a Passive Defense Approach Case Study: Hamadan Province. *Emergency Management*, 12(Economic Defense Special Issue), 84-100. 2024.

[19] P. Juan Fidalgo, A. Pasic, J. M. Del Álamo, R. Tourís and A. Álvarez, "TERME: a cyber-physical resilience toolset for risk assessment," *JNIC Cybersecurity Conference (JNIC)*, Vigo, Spain, pp. 1-6, 2203.

[20] A. Pasic, "Crisis management and resilience of critical infrastructure: SUNRISE project insights. *Crisis Management Days*," Retrieved from, 2025. <https://ojs.vvg.hr/index.php/DKU/article/view/673>.

شهرهای و خدمات رفاهی و اجتماعی مردم احساس نیاز می شود. در نتیجه می توان با رعایت اصولی و آموزش های لازمه پدافند غیرعامل در کاهش آسیب پذیری، افزایش بازدارندگی، تداوم کارکرد، ارتقاء پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران با اقدامات غیر مسلحانه مقابل تهدیدات ایستادگی و مصونیت ایجاد کرد. با توجه به راهبردها و اصول و الزامات پدافند غیرعامل می توان کشوری مصون و پایدار در مقابل هرگونه تهدیدات انسان ساخت عمدی داشت و خدمات رفاهی و اجتماعی مردم کشور را بصورت مداوم و پایدار حفظ کرد. همچنین باید توجه داشت که همواره شکل و نوع تهدیدات روز به روز در حال تغییر و شدت آسیب پذیری آن ها بیشتر است که در این راستا باید همواره علوم و تحقیقات علمی در زمینه چگونگی رعایت پدافند غیرعامل و نوآوری در الزامات و اصول آن ادامه یابد.

با توجه به یافته ها، می توان پیشنهاد کرد که نهادهای مسئول توسعه زیرساخت های حیاتی باید چارچوب های یکپارچه مدیریت بحران و پدافند غیرعامل را طراحی و اجرا کنند تا هم افزایی اقدامات به حداکثر برسد. تمرکز بر مؤلفه های کلیدی مانند برنامه ریزی و آمادگی اضطراری، ایمن سازی سایبری و مقاوم سازی سازه ها می تواند اثرگذاری اقدامات را افزایش دهد. همچنین، آموزش و توانمندسازی کارکنان، به ویژه مدیران و کارشناسان با تجربه کمتر، برای ارتقای درک و اجرای هماهنگ اقدامات ضروری است. ایجاد فرصت های تمرین مشترک، تبادل اطلاعات و هماهنگی بین واحدهای مسئول مدیریت بحران و پدافند غیرعامل نیز می تواند پایداری زیرساخت ها را به طور قابل توجهی بهبود بخشد و به تصمیم گیری هدفمند در شرایط بحران کمک کند.

۵- مراجع

[1] J. Smith and L. Brown, "Critical energy infrastructure resilience: Integrating crisis management and protective measures," *Energy Policy*, vol. 145, pp. 1-12, 2020.

[2] D. Rehak, S. Slivkova, H. Janeckova, D. Stuberova, and M. Hromada, "Strengthening resilience in the energy critical infrastructure: methodological overview *Energies*," 15(14), p. 5276, 2022.

[3] I. H. Sarker, "AI for critical infrastructure protection and resilience," *AI-driven cybersecurity and threat intelligence: Cyber automation, intelligent decision-making and explainability*, pp. 153-172, 2024.

[4] R. Osei-Kyei, L. M. Almeida., , G. Ampratwumand, and V. Tam, "Systematic review of critical infrastructure resilience indicators," *Construction Innovation*, vol. 23(5), pp. 1210-1231, 2023.

[5] A. Mottahedi, F. Sereshki, M. Ataee, A. Nouri Qarahasanlou,