Journal of Safe City
Online ISSN: 2676-556X
Journal Homepage: www.ispdrc.ir
Research Paper

Protection of wheat silos, risk management and preventive measures

Hadi Bagherian [a*] , Seyyed Javad Hashemi Shaharaki [b] , Seyyed Ahmad Mahdinia [c]

[a*]. *Researcher and master's degree in passive defense engineering, design department, faculty and research institute of passive defense, Imam Hossein University, Tehran, Iran*
[b]. *Assistant Professor, Imam Hossein University, Tehran, Iran*
[c]. *Researcher and Ph.D. student of Architecture, Faculty and Research Institute of Non-Professional Defense, Imam Hossein University, Tehran, Iran*

Received:11 February 2025 Received hn revised form: 25 April 2025 Accepted: 22 May 2025 p.p: 38 – 54

https://doi.org/ 10.22034/ispdrc.2025.2051682.1161

A B S T R A C T

Urban areas, as densely populated human settlements, necessitate comprehensive security and safety measures across various dimensions, including physical infrastructure, social stability, economic resilience, cultural continuity, and administrative governance. The growing complexity of modern cities, coupled with increasing geopolitical tensions, natural disasters, and technological threats, underscores the critical need for robust risk mitigation strategies. Among these strategies, passive defense refers to a set of strategic measures designed to minimize human casualties and financial losses inflicted upon critical infrastructure, essential facilities, and sensitive military and civilian locations. Unlike active defense, which relies on direct military engagement, passive defense measures focus on proactive, preemptive actions to enhance urban resilience. These measures encompass a broad spectrum of techniques, including strategic site selection, structural fortification, dispersion, relocation, barrier implementation, camouflage, concealment, deception, mobility, and protective coverage.

One of the most critical aspects of passive defense is ensuring the security and resilience of urban food storage facilities, such as silos and warehouses. These infrastructures play a pivotal role in maintaining food security and societal stability, particularly in times of crisis. Any potential threat to their integrity can have profound repercussions on national food supply systems, economic stability, and public health. Given their strategic significance, these storage facilities must be safeguarded against both conventional and unconventional threats, including terrorist attacks, cyber threats, natural disasters, supply chain disruptions, and contamination risks, to ensure continuous and reliable food distribution.

According to Warden's Five-Ring Model, food storage warehouses are categorized within the second ring, which represents essential systemic functions akin to power plants, refineries, heavy industries, fuel reservoirs, defense industries, ammunition depots, pharmaceutical supplies, and water distribution networks. This classification underscores their fundamental role in sustaining national infrastructure. The significance of these facilities extends beyond merely storing food; they act as key logistical hubs, enabling efficient food distribution in urban and rural areas. In the event of an emergency, whether due to war, economic sanctions, or natural calamities, the operational continuity of food storage facilities becomes a critical determinant of national resilience.

This study employs risk assessment and management methodologies, utilizing the Federal Emergency Management Agency (FEMA) framework in conjunction with documentary research and field studies to evaluate the vulnerabilities of food storage silos. To achieve a comprehensive understanding of these vulnerabilities, data collection involved on-site inspections, expert interviews, and structured questionnaires. The study's statistical

sample comprised 30 professionals specializing in various fields related to passive defense, occupational safety, and health management. Specifically, 10 participants were experts in passive defense strategies, while 3 specialists were selected from the field of Health, Safety, and Environment (HSE). The collected data underwent rigorous analysis to identify, categorize, and prioritize risk factors, culminating in the formulation of an extensive index of vulnerability determinants associated with food storage silos.

Findings from the analysis reveal that effective risk management within food storage silos constitutes a vital component of national infrastructure resilience. Identified threats include cyberattacks targeting silo management systems, physical threats such as explosions or fires, deliberate food contamination, hazardous chemical leaks, and deficiencies in regulatory oversight and safety monitoring. Given the multifaceted nature of these threats, the implementation of comprehensive security measures is imperative to enhance the resilience of food storage facilities and mitigate risks associated with potential crises.

In response to these risks, several key strategies have been proposed to strengthen silo security. First, enhancing cybersecurity measures within silo management systems is essential, as cyber threats pose significant risks to the digital infrastructure that controls storage operations. The integration of blockchain technology for secure food supply chain tracking can further reduce vulnerabilities related to tampering or contamination. Second, investments in advanced surveillance systems, including AI-driven anomaly detection and real-time monitoring, can enhance situational awareness and allow for rapid response to potential threats. Third, the physical reinforcement of silos through improved structural materials and fire-resistant coatings can significantly increase their resilience against both man-made and natural disasters.

Moreover, by integrating modern passive defense methodologies, fostering workforce awareness and training, leveraging advanced monitoring and control technologies, optimizing ventilation and storage conditions, and reinforcing structural integrity, this research underscores the necessity of proactive strategies in securing critical food storage infrastructures. The adoption of smart monitoring systems and digital innovations, such as the Internet of Things (IoT), can significantly enhance real-time surveillance and facilitate rapid preventive interventions in emergency scenarios.

Urban areas, as densely populated human settlements, necessitate comprehensive security and safety measures across various dimensions, including physical infrastructure, social stability, economic resilience, cultural continuity, and administrative governance. The growing complexity of modern cities, coupled with increasing geopolitical tensions, natural disasters, and technological threats, underscores the critical need for robust risk mitigation strategies. Among these strategies, passive defense refers to a set of strategic measures designed to minimize human casualties and financial losses inflicted upon critical infrastructure, essential facilities, and sensitive military and civilian locations. Unlike active defense, which relies on direct military engagement, passive defense measures focus on proactive, preemptive actions to enhance urban resilience. These measures encompass a broad spectrum of techniques, including strategic site selection, structural fortification, dispersion, relocation, barrier implementation, camouflage, concealment, deception, mobility, and protective coverage.

One of the most critical aspects of passive defense is ensuring the security and resilience of urban food storage facilities, such as silos and warehouses. These infrastructures play a pivotal role in maintaining food security and societal stability, particularly in times of crisis. Any potential threat to their integrity can have profound repercussions on national food supply systems, economic stability, and public health. Given their strategic significance, these storage facilities must be safeguarded against both conventional and unconventional threats, including terrorist attacks, cyber threats, natural disasters, supply chain disruptions, and contamination risks, to ensure continuous and reliable food distribution.

According to Warden's Five-Ring Model, food storage warehouses are categorized within the second ring, which represents essential systemic functions akin to power plants, refineries, heavy industries, fuel reservoirs, defense industries, ammunition depots, pharmaceutical supplies, and water distribution networks. This classification underscores their fundamental role in sustaining national infrastructure. The significance of these facilities extends beyond merely storing food; they act as key logistical hubs, enabling efficient food distribution in urban and rural areas. In the event of an emergency, whether due to war, economic sanctions, or natural calamities, the operational continuity of food storage facilities becomes a critical determinant of national resilience.

This study employs risk assessment and management methodologies, utilizing the Federal Emergency Management Agency (FEMA) framework in conjunction with documentary research and field studies to evaluate the vulnerabilities of food storage silos. To achieve a comprehensive understanding of these vulnerabilities, data collection involved on-site inspections, expert interviews, and structured questionnaires. The study's statistical sample comprised 30 professionals specializing in various fields related to passive defense, occupational safety, and health management. Specifically, 10 participants were experts in passive defense strategies, while 3 specialists

were selected from the field of Health, Safety, and Environment (HSE). The collected data underwent rigorous analysis to identify, categorize, and prioritize risk factors, culminating in the formulation of an extensive index of vulnerability determinants associated with food storage silos.

Findings from the analysis reveal that effective risk management within food storage silos constitutes a vital component of national infrastructure resilience. Identified threats include cyberattacks targeting silo management systems, physical threats such as explosions or fires, deliberate food contamination, hazardous chemical leaks, and deficiencies in regulatory oversight and safety monitoring. Given the multifaceted nature of these threats, the implementation of comprehensive security measures is imperative to enhance the resilience of food storage facilities and mitigate risks associated with potential crises.

In response to these risks, several key strategies have been proposed to strengthen silo security. First, enhancing cybersecurity measures within silo management systems is essential, as cyber threats pose significant risks to the digital infrastructure that controls storage operations. The integration of blockchain technology for secure food supply chain tracking can further reduce vulnerabilities related to tampering or contamination. Second, investments in advanced surveillance systems, including AI-driven anomaly detection and real-time monitoring, can enhance situational awareness and allow for rapid response to potential threats. Third, the physical reinforcement of silos through improved structural materials and fire-resistant coatings can significantly increase their resilience against both man-made and natural disasters.

Moreover, by integrating modern passive defense methodologies, fostering workforce awareness and training, leveraging advanced monitoring and control technologies, optimizing ventilation and storage conditions, and reinforcing structural integrity, this research underscores the necessity of proactive strategies in securing critical food storage infrastructures. The adoption of smart monitoring systems and digital innovations, such as the Internet of Things (IoT), can significantly enhance real-time surveillance and facilitate rapid preventive interventions in emergency scenarios. Additionally, automated inventory management systems can improve operational efficiency and reduce the likelihood of food spoilage due to poor oversight.

Beyond technical measures, national and local policy frameworks must be restructured to reinforce food security and minimize dependence on external supply chains. One recommended approach is the strategic decentralization of food storage facilities, ensuring an even geographical distribution to mitigate the adverse effects of localized disruptions. The creation of emergency food reserves in multiple locations would further enhance resilience by preventing overreliance on a single, centralized supply network. Furthermore, fostering interagency collaboration among security organizations, emergency management entities, and food distribution networks is essential for establishing a robust and adaptive food storage system.

This study serves as a foundational step toward a broader investigation into crisis management and passive defense strategies within food storage infrastructure. Given the spectrum of potential threats, developing long-term strategic policies for the protection and sustainability of these facilities is of paramount importance. The insights derived from this research aim to guide policymakers, security officials, and urban planners in implementing effective measures to enhance food storage security and mitigate the risks associated with emerging threats. Ultimately, these findings contribute to the formulation of comprehensive safety regulations and strategic frameworks designed to fortify food supply resilience on both national and global scales.
By bridging technological advancements, security policies, and infrastructure development, this research highlights the critical need for interdisciplinary collaboration in food security planning. As cities continue to expand and global uncertainties intensify, the resilience of food storage infrastructure will remain a defining factor in national stability and crisis preparedness. Therefore, continued research, investment, and innovation in passive defense strategies are essential to safeguarding the future of food security in urban environments.

Keywords:
Silo, FEMA, Passive Defense, Risk Management, Protection.

(Corresponding Author: kphbagheryan@ihu.ac.ir)

Journal of Safe City
Online ISSN: 2676-556X
Journal Homepage: www.ispdrc.ir

Journal Homepage: www.ispdrc.ir

مقاله پژوهشی

حفاظت از سیلوهای گندم، مدیریت ریسک و اقدامات پیشگیرانه

هادی باقریان[1] – پژوهشگر و کارشناسی ارشد مهندسی پدافندغیرعامل گرایش طراحی، دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(علیه السلام)، تهران، ایران

سیدجواد هاشمی فشارکی – استادیار، دانشگاه جامع امام حسین(علیه السلام)، تهران، ایران

سید احمد مهدی‌نیا– پژوهشگر و دانشجوی دکتری معماری، دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(علیه السلام)، تهران، ایران

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۱۱/۲۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۱ ص.ص ۵۴-۳۸

https://doi.org/ 10.22034/ispdrc.2025.2051682.1161

این پژوهش به بررسی و ارزیابی مدیریت ریسک و آسیب‌پذیری سیلوهای نگهداری غلات در اداره غله و خدمات بازرگانی با استفاده از مدل FEMA و بهره‌گیری از مطالعات اسنادی، بازدیدهای میدانی و نظرات کارشناسان می‌پردازد. هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و رتبه‌بندی تهدیدات احتمالی، تعیین آسیب‌پذیری‌های سیلو و ارائه راهکارهایی جهت ارتقای امنیت آن بوده است. بر اساس یافته‌های تحقیق، تهدیدات اولویت‌دار شامل حملات بیولوژیکی، سایبری، تروریستی، موشکی، خرابکاری فنی و هوایی شناسایی شدند که از میان آن‌ها، حملات موشکی بالاترین ریسک را برای سیلوهای گندم به همراه دارند. همچنین، بر اساس ارزیابی انجام شده، آسیب‌پذیری‌های موجود در بخش‌های مختلف سیلو شناسایی و راهکارهایی برای کاهش ریسک، ازجمله مقاوم‌سازی سازه‌ای، اقدامات پدافند غیرعامل (برقی، مکانیکی و کالبدی)، همچنین اقدامات مدیریتی و منابع انسانی درنظر گرفته شد. این اقدامات شامل نصب سیستم‌های امنیتی، استفاده از مواد ضد باکتری، ایجاد ساختارهای مقاوم در برابر انفجار و برنامه‌های آموزشی برای کارکنان می باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با تحلیل دقیق تهدیدات، ارزیابی آسیب‌پذیری و به‌کارگیری راهکارهای مدیریتی، می‌توان سطح امنیت سیلوهای گندم را به‌طور چشمگیری ارتقاء داد. این مطالعه می‌تواند به عنوان مبنایی برای تدوین سیاست‌ها و اقدامات کلان در جهت حفاظت از دارایی‌ها و منابع حیاتی در بخش‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد و تأکید دارد که یک رویکرد جامع مدیریت ریسک برای امنیت سیلوها، ضروری است.

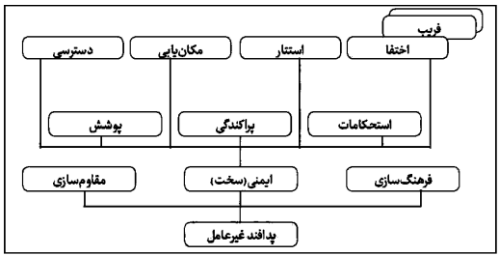
واژگان کلیدی: سیلو، فما، پدافند غیرعامل، مدیریت ریسک، حفاظت

نویسنده مسئول kphbagheryan@ihu.ac.ir

مقدمه

شهر، زیستگاه متراکم جوامع انسانی است که به دلیل حضور انسان، نیازمند امنیت و ایمنی در همه ابعاد کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و مدیریتی است. پدافند غیرعامل مجموعه‌ای از تدابیر و اقداماتی است که بدون نیاز به جنگ‌افزار، از خسارات جانی و مالی به تأسیسات حیاتی، تجهیزات و مکان‌های حساس نظامی و غیرنظامی پیشگیری می‌کند (*Y.Darvishi and V.Samadzadeh 2020*).

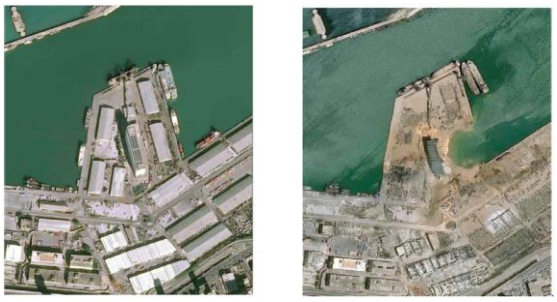
با توجه به اینکه جنگ‌ها دارای ابعاد و شیوه‌های گوناگونی هستند، پدافند غیرعامل طیف وسیعی از اقدامات و روش‌ها را به‌منظور مقابله با اثرات ناشی از آن‌ها شامل می‌شود. در حال حاضر، روش‌ها و تدابیر پدافند غیرعامل به‌طور کلی شامل مباحث مکان‌یابی، مقاوم‌سازی و استحکامات، پراکندگی، جابجایی، موانع و دسترسی، استتار، اختفا و فریب، تحرک و پوشش است (*M.Bornafar and K.Afradi 2014*).



شکل ۱- مدل فعالیت‌های پدافند غیرعامل (*M.Bornafar and K.Afradi 2014*)

در حال حاضر، جنگ به‌عنوان یک تهدید ویرانگر، زیرساخت‌ها، تجهیزات و کاربری‌های حیاتی شهرها را هدف قرار داده است. بدین منظور، پدافند غیرعامل با بهره‌گیری از روش‌های غیرنظامی و با هدف کاهش تأثیرات عملیات دشمن، مورد توجه برنامه‌ریزان و طراحان شهری قرار گرفته است (*Golkhatmi 2015*).

در انفجار مهیب ۴ اوت در بندر بیروت، ۲۰۰ نفر کشته و بیش از ۷۰۰۰ نفر زخمی شدند. این حادثه ۱۵ میلیارد دلار خسارت بر جای گذاشت. بررسی‌های انجام‌شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که قطر حفره ناشی از انفجار ۱۱۲.۹ متر و شعاع تخریب آن حدود ۴۸۷ متر بوده است. مشخص شد که مقدار زیادی نیترات آمونیوم عامل این انفجار بوده است. همچنین، در این منطقه انبارهای مواد بدون رعایت فاصله ایمنی در نزدیکی مناطق مسکونی قرار داشتند که بر اثر شدت انفجار به‌طور کامل تخریب شدند. علاوه بر این، بندر اصلی واردات این کشور و سیلوهای غلات نیز تا حد زیادی نابود شد و حدود ۱۵ هزار تن غلات از بین رفت (*Yu, Wang et al. 2021*).



(*a*) (*b*)

تصویر ۲- (*a*) عکس ماهواره‌ای محل انفجار قبل از حادثه، (*b*) عکس ماهواره‌ای محل انفجار پس از حادثه (*Yu, Wang et al. 2021*)

حفظ سیلوها و انبارهای غذایی درون شهر یکی از اولویت‌های اساسی حکومت‌ها و مسئولان حوزه کشاورزی و تأمین غذا است. ایمنی، پایداری و حفاظت از این تأسیسات نقش مهمی در افزایش امنیت غذایی و بهبود کیفیت زندگی جامعه دارد.

مطابق با مدل پنج حلقه‌ای واردن، انبارهای مواد غذایی در حلقه دوم این مدل (محصولات کلیدی) قرار گرفته و هم‌رده با نیروگاه‌های برق، پالایشگاه‌ها، صنایع سنگین، مخازن سوخت، صنایع دفاعی، انبارهای مهمات، داروها و شبکه آبرسانی محسوب می‌شوند. بنابراین، انبارهای اقلام اساسی نقش مهمی در مدیریت بحران‌های عمدی ایفا می‌کنند و مکان‌یابی صحیح آن‌ها تأثیر بسزایی در بهبود سرویس‌دهی و کاهش

خسارات پس از حوادث دارد (Golkhatmi 2015).

در کشور ما، بیشتر طرح‌ها بدون در نظر گرفتن مبانی پدافند غیرعامل طراحی و اجرا شده‌اند. انبارهای نگهداری مواد پرخطر از جمله مهم‌ترین سازه‌های حساس و آسیب‌پذیر هستند که از این قاعده مستثنی نیستند. کوچک‌ترین آسیب به این انبارها، پیامدهای وخیم اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را به دنبال خواهد داشت. در واقع، شهرها به دلیل تمرکز مراکز ثقل و تأسیسات حیاتی، در رأس تهدیدات قرار دارند و در برخی موارد خطر را تشدید می‌کنند. به همین دلیل، مهاجمان همواره به‌منظور تضعیف اراده ملت، استراتژی انهدام مراکز ثقل و زیرساخت‌ها را در دستور کار خود قرار می‌دهند (M.Taji 2019).

پیشینه تحقیق

مراکز استراتژیک یا همان مراکز ثقل، کاربری‌هایی هستند که به‌عنوان اهداف بالقوه و اولویت‌دار برای حمله محسوب می‌شوند. بنابراین، روش تعیین مراکز ثقل برای اولویت‌بندی آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عموماً برای شناسایی مراکز ثقل می‌توان از تئوری‌های نظامی استفاده کرد. در این زمینه، معروف‌ترین نظریه، مدل پنج حلقه‌ای واردن است. در این نظریه، مراکز ثقل یک کشور به‌عنوان یک سیستم، همانند اعضای بدن در نظر گرفته شده‌اند و در صورت انهدام هر یک از آن‌ها، ساختار کشور فلج شده و قادر به ادامه فعالیت و حیات نخواهد بود (M.Bornafar and K.Afradi 2014).

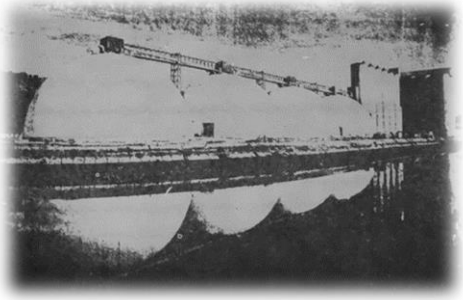
تاجی مطالعه‌ای با عنوان «ارزیابی و شبیه‌سازی ریسک سوله‌های نگهداری مواد پرخطر با تأکید بر تهدید انفجار» را با روش توصیفی-تحلیلی انجام داده و اطلاعات و معیارهای مورد بحث را با استفاده از تکنیک FMEA و روش AHP تجزیه و تحلیل کرده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که انبارهای نگهداری مواد پرخطر، در اولویت نخست در برابر تهدیدات ناشی از بمب‌گذاری و انفجار آسیب‌پذیر هستند. بر همین اساس، سوله‌ای برای نگهداری مواد پرخطر در برابر انفجار، با استفاده از نرم‌افزار ABAQUS و در سناریوهای مختلف شبیه‌سازی شده است. در نهایت، پیشنهادهایی برای کاهش ریسک و آسیب‌پذیری انبارهای نگهداری مواد پرخطر در برابر انفجار و بمب‌گذاری، از طریق به‌کارگیری ابزارهای مناسب و بهینه‌سازی مکان‌یابی ارائه شده است (M.Taji 2019).

انوار در کتاب «اثر زلزله» اثر سه‌جانبه زلزله بر ساختار کندوها و روش دینامیکی محاسبه نیروهای داخلی ناشی از زلزله را بیان کرده و سپس به روش استاتیکی معادل برای محاسبه این نیروها اشاره کرده است. نکته مهم در این راستا تعیین سختی و جرم مؤثر ناشی از تأثیر متقابل کندو و مواد داخلی آن و همچنین تأثیر متقابل کندو با خاک است که به باز بودن زمینه‌های تحقیقاتی تئوریک و آزمایشگاهی مربوطه اشاره شده است (A.S.Anvar and M.R.Davoodi 1988)

برادران دیلمقانی با انجام پژوهشی بر روی خرابی سیلوهای بتن آرمه نشان داد که عواملی همچون فونداسیون ضعیف، استحکام ناقص و خاک نامقاوم در خرابی این سیلوها دخیل هستند. اما مهم‌ترین عامل خرابی سیلوهای ذکر شده، عدم توجه به فشار دینامیکی حداکثر بود که احتمالاً در هنگام تخلیه، به ویژه در سیلوهایی که تخلیه از یک یا چند خروجی غیر مرکزی انجام می‌شد، ایجاد می‌گردید. تخمین دقیق فشار دیواره مشکل است.

همچنین فونداسیون ضعیف و نامقاوم باعث فروریختن، ترک‌های شدید یا خسارت‌های بعدی سازه می‌شود (N.Dilmaqani 1992).

سیلوهای بتنی نیم‌کره یا گنبدی (Concrete Dome Storage) به دلیل شکل ظاهریشان در برابر فشار باد، زلزله و بمباران‌های هوایی نسبت به سایر انواع سیلوها مقاوم‌تر هستند. استفاده از این روش برای ذخیره‌سازی صدها هزار تن گندم در کشور عراق مرسوم است. یکی از مشکلات اصلی این سیلوها، افزایش خطر فساد کل محموله به دلیل فساد بخش کوچکی از آن است (M.Dibai 1992).



تصویر ۳- نمایش یک مجموعه از سیلوهای نیم‌کره(*M.Dibai 1992*)

مقامی و همکاران پژوهشی با عنوان (مکان‌یابی بهینه محل احداث سیلوی گندم با استفاده از نرم‌افزار GIS و تحلیل سلسله مراتبی AHP) انجام داده‌اند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مکان‌یابی و شرایط محل احداث سیلو باید به شرح زیر باشد:

۱. نزدیکی به راه اصلی
۲. نزدیکی به محل برداشت گندم
۳. دور از رودخانه‌ها و آبراهه‌های دائمی و فصلی
٤. قرارگیری در زمین‌های غیر حاصل‌خیز و غیرمناسب برای کشاورزی
٥. عدم کوهستانی بودن محل احداث و سهولت رفت‌وآمد در منطقه مذکور.

(Y.Maghami, S.Sharafi and H.Shirzadi 2010).

مبانی نظری

پدافند غیرعامل: مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقاء پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن صورت می‌گیرد (J.Farahani and Fesharaki 2010).

پدافند غیرعامل به عنوان یکی از مؤثرترین و پایدارترین روش‌های دفاع در برابر تهدیدات، همواره مورد توجه اکثر کشورهای جهان، حتی کشورهایی با توان نظامی بسیار بالا مانند آمریکا و شوروی سابق، بوده است. سوئیس نیز به‌عنوان یک کشور بی‌طرف در طول دو جنگ جهانی با تمرکز بر پدافند غیرعامل به این مسئله توجه ویژه‌ای داشته است. در کشور ما، با وجود موقعیت ژئوپلیتیکی خاص، ثروت‌های ارزشمندی چون نفت و گاز، نظام ضد استکبار و تجربه در مقابله با تهدیدات استکبار جهانی، متأسفانه به اندازه کافی به مسائل پدافند غیرعامل توجه نشده است (A.Mahmoudzadeh and Fesharaki 2013).

تهدید: در واقع، تهدید به عنوان عاملی که امنیت را تهدید می‌کند، رفاه آینده بشر را به چالش می‌کشد. به همین دلیل، جان مورز در تعریفی از امنیت، آن را رهایی نسبی از تهدیدهای زیان‌بخش قلمداد می‌کند (H.Mashhadi 2015).

در مفهوم تهدید در زمینه تروریسم، این اصطلاح به قصد و توانایی دشمن برای انجام اقدامات زیان‌بار به یک دارایی یا جمعیت اشاره دارد. تهدید معمولاً به هر نوع ظرفیت، امکان یا نیتی اشاره دارد که ممکن است عملی شود. تهدید همچنین می‌تواند به‌عنوان یک خطر بالقوه تعریف شود که هنوز به وقوع نپیوسته است (Asl, A.Kavand and H.Mashhadi 2018).

آسیب‌پذیری به میزان خسارت وارده به عنصری خاص در معرض خطر اطلاق می‌شود که معمولاً بر روی مقیاسی از صفر (بدون خسارت) تا یک (خسارت و تخریب کامل) قرار دارد. از کار افتادن مراکز شهری و تأسیسات مهم و حیاتی به‌عنوان ارکان اصلی هر سیستم، منجر به برهم خوردن تعادل دستگاه‌های شهری و بروز مشکلات متنوع در حیات جوامع انسانی می‌شود که کنترل و تداوم شرایط جامعه ساکن در آن فضا را با چالش جدی مواجه می‌کند. در همین راستا، آسیب، صدمه یا خسارتی است که منجر به کاهش ارزش دارایی برخی از مکان‌ها یا اجزای یک جامعه شده و در پی آن، سلامت، فعالیت‌ها و روند زندگی افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (M.Taji 2019).

سیلوها سازه‌های ذخیره‌سازی هستند که معمولاً به منظور انبار کردن زغال، سیمان، غلات و دیگر مواد دانه‌ای به کار می‌روند. انباره‌ها و سیلوهای بتنی مسلح به دلیل سهولت تعمیر، نگهداری و کیفیت بالاتر، مزیت‌های بیشتری نسبت به سازه‌های ذخیره‌سازی فولادی دارند و به همین دلیل، جایگزین مناسبی برای آن‌ها شده‌اند (I.Elyasian 2022).

اثرات زلزله برکندوهای سیلو:

به‌طور کلی، اثر زلزله بر کندوها از سه جنبه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مقاوم سازی کندوها

برای تأمین مقاومت مورد نیاز سازه، کندو باید به روش مناسبی تحلیل شده و نیروهای داخلی ناشی از زلزله احتمالی تعیین شود. سپس با انتخاب ابعاد مناسب برای کندو و با در نظر گرفتن مصالح سازه‌ای (بتن و فولاد) با مشخصات ضروری، مقاومت لازم در برابر زلزله تأمین شود.

پایداری کلی کندوها

پایداری کلی کندوها، علاوه بر زلزله، به ویژگی‌های ژئوتکنیکی محل احداث سیلو بستگی دارد. در این زمینه، با شناخت خصوصیات ژئوتکنیکی محل موردنظر و انتخاب نوع مناسب و ابعاد بهینه فونداسیون، می‌توان پایداری کلی کندوها را تأمین کرد.

جابجایی جانبی کندوها

میزان جابجایی جانبی کندوها، به‌ویژه در بالاترین ارتفاع، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به‌خصوص زمانی که کندو در مجاورت سایر ساختمان‌ها یا کندوهای دیگر قرار دارد. جابجایی جانبی بیش از حد ممکن است منجر به برخورد سازه‌های مجاور شود که این پدیده به‌عنوان *ضربه متقابل جنبی (Pounding)* شناخته می‌شود. علاوه بر این، در صورتی که میزان جابجایی جانبی قابل‌توجه باشد، بررسی اثر P-Δ در طراحی سیلوها ضروری خواهد بود (A.S.Anvar and M.R.Davoodi 1988).

تعریف ریسک

برای درک ماهیت ریسک، ابتدا باید آن را تعریف کرد. اگرچه تعاریف متعددی برای ریسک ارائه شده است، اما تعریف زیر به‌طور خلاصه ماهیت آن را بیان می‌کند: ریسک، احتمال وقوع زیان یا خسارت است (A.R.Rostami and Khani 2016).

واژه ریسک برخلاف واژه خطر، دامنه معنایی گسترده‌تری دارد. امروزه مطالعات مرتبط با ریسک به حوزه‌ای گسترده تبدیل شده است، به‌گونه‌ای که مفاهیمی همچون برآورد، ارزیابی، تحلیل، اندازه‌گیری و مدیریت ریسک را در شاخه‌های مختلف علمی و فناوری در بر می‌گیرد (H.Mashhadi 2015).

حملات هوایی

از مزایای حملات هوایی می‌توان به امکان بمباران مؤثر مراکز حیاتی، فرماندهی و کنترل، مناطق صنعتی و مناطق پرجمعیت اشاره کرد. با توجه به ضعف اساسی سیستم‌های دفاع ضد هوایی در برابر قدرت هوایی دشمن، توجه به اصول پدافند غیرعامل، به‌عنوان راهکاری مؤثر برای کشورهای دارای توان دفاعی ضعیف‌تر، ضروری به نظر می‌رسد (P.Safa 2007).

با پیشرفت تسلیحات هوایی و ورود به دوران جنگ‌های نسل ششم، ماهیت تهدیدات به‌طور کلی دگرگون شده است. مهم‌ترین تسلیحات هوایی که در ارزیابی تهدیدات مورد بررسی قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از:

۱) هواپیماهای جنگنده و بمب‌افکن
۲) هواپیماهای بدون سرنشین
۳) موشک‌ها و بمب‌های متعارف
۴) موشک‌ها و بمب‌های هوشمند (T.GHovahi 2012).

تصویر۴-هواپیمای جاسوسی و رادار گریز ب ۲ د (*T.GHovahi 2012*)

حملات موشکی

حملات موشکی به استفاده از موشک‌های هوا به‌سطح، زمین به زمین، موشک‌های کروز، انواع موشک‌های دوربرد و میان‌برد در تهدیدات سخت هوایی اطلاق می‌شود. این موشک‌ها قابلیت حمل انواع کلاهک‌های آسیب‌رسان را دارند.

عوامل میکروبی شامل میکروارگانیسم‌هایی نظیر ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها هستند که ممکن است به‌طور طبیعی وجود داشته باشند یا از طریق اصلاح ژنتیک و به‌صورت مصنوعی تولید شوند. این عوامل می‌توانند موجب عفونت، مسمومیت یا آلرژی در انسان‌ها، حیوانات یا گیاهان شوند. سموم نیز به‌عنوان عوامل میکروبی طبقه‌بندی می‌شوند؛ این مواد شیمیایی سمی به‌طور طبیعی توسط ارگانیسم‌های میکروبی، ازجمله گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شوند. برخی از این سموم به‌طور مصنوعی به‌عنوان عامل‌های بیولوژیکی تولید می‌شوند و به دلیل قابلیت دسترسی آسان و سرعت بالای انتشار آن‌ها در محیط، تهدیدی جدی محسوب می‌شوند. این مواد به روش‌های مختلفی منتشر می‌شوند، ازجمله به‌صورت ذرات معلق در هوا، آلودگی غذا و منابع آب، تماس مستقیم با پوست یا تزریق. تعدادی از این عامل‌ها می‌توانند به‌عنوان بمب‌های بیولوژیکی توسط تروریست‌ها مورد استفاده قرار گیرند (A.Jafari, SH.Hedayati and Hasani 2021).

جاسوسی به فعالیتی اطلاق می‌شود که در آن افراد با استفاده از هویت‌ها و عناوین غیرواقعی و تقلبی، سعی در جمع‌آوری اطلاعات، نقشه‌ها،

مدارک و اسناد محرمانه دارند و این اطلاعات را به کشورهای خارجی منتقل می‌کنند. هدف این افراد کشف و افشای اسرار نظامی، اقتصادی و سیاسی کشور است. بسیاری از پژوهشگران و متخصصان امور اطلاعاتی معتقدند که مخفی‌کاری و پنهان‌کاری بخشی از طبیعت انسانی است و انسان از طریق تفکر و تعقل خود توانایی حفظ خود را در برابر تهدیدات دارد. این تجربیات در طول تاریخ بشر به‌تدریج توسعه‌یافته و حکومت‌ها، سازمان‌ها و نهادهایی را تأسیس کرده‌اند تا به‌طور هماهنگ و با برنامه‌ریزی، تهدیدات را خنثی کرده و امنیت ملی را تضمین کنند (R.Assef 2008)

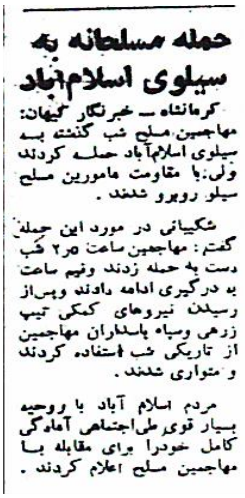
تهدیدات تروریستی طیف وسیعی از اقدامات را شامل می‌شود. بمب‌گذاری، قتل و آدم‌ربایی، هواپیماربایی، گروگان‌گیری، انهدام مراکز و زیرساخت‌های حیاتی، حملات انتحاری، مسموم کردن آب شرب، آلوده کردن فضاهای پرجمعیت به میکروب‌ها و ویروس‌های بیماری‌های مرگبار مانند سیاه‌زخم و ... ازجمله مهم‌ترین شیوه‌ها و اقداماتی است که می‌توان آن‌ها را در قالب تهدیدات تروریستی قرار داد (H.Zarghani, A.M.KHarazmi and Shadmehri 2016).

تاریخچه تهدیدات

در جنگ سوریه، گروه داعش به‌عنوان یک نیروی شبه‌نظامی و تروریستی، به‌طور مکرر به تأسیسات زیرساختی مهم حمله می‌کرد تا اقتصاد و امنیت کشور را به چالش بکشد. یکی از این تأسیسات حیاتی، سیلوهای غلات، تصویر ۵، بودند که در تأمین امنیت غذایی مردم سوریه نقش اساسی ایفا می‌کردند. در این جنگ‌ها، سیلوها هدف حملات مستقیم یا غیرمستقیم قرار می‌گرفتند. در نتیجه، سیلوهای غلات در جنگ سوریه و به‌ویژه در مواجهه با تهدیدات گروه داعش، نه تنها از نظر فیزیکی آسیب دیدند، بلکه به‌عنوان یک هدف استراتژیک در درگیری‌ها شناخته شدند. مدیریت و حفظ امنیت این تأسیسات، یکی از چالش‌های بزرگ در دوران جنگ بود.

تصویر ۵-سیلو سوریه در جنگ با داعش (سیدجواد هاشمی‌فشارکی ۲۰۱۷)

حمله مسلحانه عناصر ضدانقلاب به سیلوی گندم در اسلام‌آباد غرب یکی از وقایع مهم و تلخ در تاریخ ایران بود که در آن سال‌ها رخ داد (شکل ۶). این حادثه در سال ۱۳۵۹ اتفاق افتاد و به‌عنوان یکی از اقدامات تروریستی گروه‌های مخالف نظام جمهوری اسلامی ایران در آن زمان شناخته می‌شود. در این حمله، گروه‌های مسلح ضدانقلاب به سیلوی گندم واقع در اسلام‌آباد غرب حمله کرده و با هدف آسیب رساندن به تأسیسات حساس و مهم کشور، اقدام به تخریب و به هم زدن نظم عمومی کردند (کتاب روزشمار وقایع تروریستی ایران، سال ۱۳۵۹).



حمله مسلحانه به سیلوی اسلام‌آباد

کرمانشاه ـ خبرنگار کیهان: مهاجمین مسلح شب گذشته به سیلوی اسلام‌آباد حمله کردند ولی با مقاومت مامورین مسلح سیلو روبرو شدند.

شکیبائی در مورد این حمله گفت: مهاجمین ساعت ۲ر۵ شب دست به حمله زدند وتیم ساعت به درگیری ادامه دادند وپس از رسیدن نیروهای کمکی تیم زرهی وسپاه پاسداران مهاجمین از تاریکی شب استفاده کردند و متواری شدند.

مردم اسلام آباد با روحیه بسیار قوی وضد اجتماعی آمادگی کامل خودرا برای مقابله با مهاجمین مسلح اعلام کردند.

تصویر ۶-خبر حمله مسلحانه به سیلو اسلام آباد (۲۵-۱۰-۱۳۵۹)

در پی وقوع انفجار در یک سیلوی غلات در جنوب برزیل، تصویر ۷، مقامات این کشور اعلام کردند که دست‌کم ۸ نفر کشته و ۱۱ نفر دیگر زخمی شدند. این حادثه در تاریخ ۶ مرداد ۱۴۰۲ رخ داد و باعث ایجاد نگرانی‌های گسترده در خصوص ایمنی سیلوها و انبارهای مواد خطرناک در مناطق مختلف گردید.

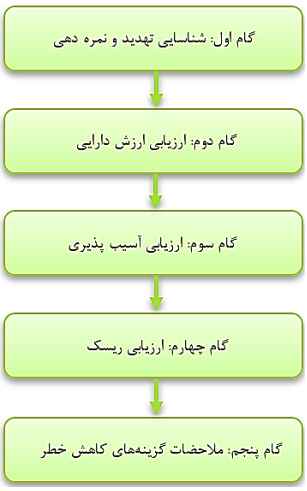
تصویر ۷-انفجار سیلو در برزیل (خبرگزاری ایسنا، ۶ مرداد ۱۴۰۲)

انفجار در سیلوهای غلات در ترکیه در تاریخ ۱۶ مرداد ۱۴۰۲، تصویر ۸، یک حادثه جدی بود که در بندر درینجه ترکیه رخ داد. این انفجار باعث زخمی شدن دست‌کم ۱۲ نفر شد که از این تعداد، وضعیت سه نفر از آنان وخیم گزارش شد. طبق گزارش‌ها، علت اصلی این انفجار به‌طور اولیه ناشی از فشرده‌سازی غبار گندم در حین انتقال آن از کشتی به سیلو بوده است. مقامات ترکیه برای بررسی دقیق‌تر علت انفجار، تحقیقات بیشتری انجام داده‌اند و اقدامات امنیتی و پیشگیرانه به‌منظور جلوگیری از بروز چنین حوادثی در آینده در دستور کار قرار گرفته است.

تصویر۸-انفجار سیلو در ترکیه (خبرگزاری ۸ صبح، ۱۶ مرداد ۱۴۰۲)

روش پژوهش

در این بخش، روش‌های ارزیابی و مدیریت ریسک با استفاده از فما (FEMA) با بهره‌گیری از مطالعات اسنادی و بازدیدهای میدانی و همچنین استفاده ازنظر کارشناسان ماهر در حوزه پدافند غیرعامل در یکی از اداره‌های غله و خدمات بازرگانی موردبررسی قرارگرفته و شاخص‌های خطرات و ریسک شناسایی و دسته‌بندی‌شده‌اند تا فهرستی از مؤلفه‌هایی را که در ارزیابی خطرپذیری سیلو دارد تهیه می‌شود. ریسک به‌احتمال (پتانسیل) خرابی یا از بین رفتن دارایی‌ها اطلاق می‌شود و درجه (نمره) آن بر اساس نمرات ارزش دارایی، تهدید و آسیب‌پذیری محاسبه می‌شود. ریسک بر اساس احتمال وقوع خطر و نتایج وقوع خطر تعریف می‌شود. ارزیابی ریسک شامل تحلیل تهدید (احتمال وقوع)، ارزش دارایی (نتایج وقوع) و میزان آسیب‌پذیری است و نتیجه آن یافتن درجه ریسک هرکدام از دارایی‌ها در مقابل هر تهدید بالقوه می‌باشد (Aghbolaghi 2011).



شکل ۹-روند گام‌ها (نگارنده)

ریسک از حاصل‌ضرب ارزش دارایی، تهدید و آسیب‌پذیری به دست می‌آید. هرچقدر مقدار حاصل بیشتر باشد، نشان‌دهنده‌ی سطح بالاتر ریسک برای آن دارایی خواهد بود که در این صورت، باید راهکارهای مناسبی برای کاهش آن در نظر گرفت (I.Mohammadfam and K.Gholamizadeh 2021).

جدول ۱- ماتریس تصمیم‌گیری درروش FEMA 430 (محمد فام، غلامی‌زاده، ۱۴۰۰)

نمره نهایی ریسک	
۱-۶۰	ریسک کم
۶۱-۱۷۵	ریسک متوسط
۱۷۶- بیشتر	ریسک بالا

جامعه آماری

در مجموع، ۲۰۳ نفر به‌صورت مستقیم در اداره غله و خدمات بازرگانی مشغول به کار هستند که از این تعداد، حدود ۱۰۰ نفر در سایت مورد بررسی قرار گرفتند.

نمونه آماری

نمونه آماری به روش تصادفی ساده انتخاب شده است.

محاسبه حجم نمونه در پژوهش‌های آماری با فرمول کوکران به شرح زیر می‌باشد:

فرمول ۱: $$n=\frac{Nz^2pq}{Nd^2+z^2pq}$$

N: حجم کل جامعه

n: حجم نمونه مورد نیاز
z: مقدار متغیر نرمال استاندارد در سطح اطمینان موردنظر (برای سطح اطمینان ٪۹۵ مقدار Z برابر با ۱.۹۶ می‌باشد.)
p: نسبت صفت مورد بررسی در جامعه (در صورت نداشتن اطلاعات قبلی، معمولاً ۰.۵ در نظر گرفته می‌شود)
q: مکمل نسبت صفت مورد بررسی، یعنی $p-1=q$
d: میزان خطای قابل قبول (مثلاً ۰.۰۵ برای ٪۵ خطا)
با استفاده از فرمول کوکران حجم نمونه آماری مد نظر ۲۹.۹۱۵ محاسبه شد. حجم نمونه آماری برای تقریباً ۳۰ محاسبه گردید. این افراد از بخش‌های مختلف مجموعه برای مصاحبه و تکمیل پرسشنامه انتخاب شدند. از این تعداد، ۱۰ نفر از متخصصان حوزه پدافند غیرعامل و ۳ نفر از کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای *(HSE)* بودند.

جدول ۲- نمونه آماری(نگارنده)

تحصیلات	تعداد
دکتری	۵
کارشناسی ارشد	۱۲
کارشناسی	۱۰
سایر	۳

جدول ۳- حوزه تخصص افراد نمونه آماری(نگارنده)

حوزه تخصص	تعداد
پدافند غیرعامل	۱۰
HSE	۳
سایر	۱۷

یافته‌ها

در این پژوهش، روش‌های ارزیابی و مدیریت ریسک با استفاده از مدلFEMA ، از طریق مطالعات اسنادی، بازدیدهای میدانی و بهره‌گیری از نظرات کارشناسان متخصص در حوزه پدافند غیرعامل، در یکی از اداره‌های غله و خدمات بازرگانی مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، شاخص‌های مرتبط با خطرات و ریسک شناسایی و دسته‌بندی شده‌اند تا فهرستی جامع از مؤلفه‌های مؤثر در ارزیابی خطرپذیری سیلو تدوین شود.

گام اول: ارزیابی ارزش دارایی‌ها

بر اساس یافته‌های تحقیق و نظرات کارشناسان حوزه پدافند غیرعامل و اداره غله و خدمات بازرگانی، تهدیدهای محتمل برای مجموعه، با در نظر گرفتن معیارهایی مانند میزان دسترسی به عوامل، دانش و تجربه تروریستی، به ترتیب اولویت شامل حملات بیولوژیکی، سایبری، تروریستی، موشکی، خرابکاری فنی و هوایی شناسایی و دسته‌بندی شده‌اند.

گام دوم: ارزیابی ارزش دارایی‌ها

دومین گام در فرآیند ارزیابی ریسک، شناسایی دارایی‌های موجود در محدوده ساختمان و مجتمع است که ممکن است تهدیدات بر آن‌ها تأثیر بگذارد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در مجموعه اداره غله و خدمات بازرگانی، سیلو دارای بالاترین ارزش است.

گام سوم: ارزیابی آسیب‌پذیری

سومین گام در فرآیند ارزیابی ریسک، ارزیابی آسیب‌پذیری دارایی‌هایی است که تحت تأثیر یک تهدید قرار دارند. این مرحله شامل شناسایی نقاط ضعف هر دارایی است که می‌تواند مورد بهره‌برداری مهاجمین قرار گیرد و آن دارایی را در برابر آسیب‌ها حساس کند.

گام چهارم: ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک شامل تحلیل تهدید، ارزش دارایی و آسیب‌پذیری است که برای تعیین درجه ریسک هرکدام از دارایی‌های مهم در مقابل تهدیدات محتمل انجام می‌شود. بر این اساس، با استفاده از حاصل‌ضرب ارزش دارایی، تهدید و آسیب‌پذیری، درجه ریسک هر دارایی مشخص می‌گردد. در این تحقیق، بالاترین درجه ریسک در سیلوی گندم به ترتیب به تهدیدات حمله موشکی، خرابکاری فنی، حمله بیولوژیکی، حمله هوایی و حمله تروریستی اختصاص یافته است.

گام پنجم: ملاحظات گزینه‌های کاهش خطر

با توجه به ارزیابی نمرات ریسک مجموعه و با استفاده از نظرات افراد خبره و صاحب‌نظر در این حوزه، همچنین مطالعه منابع کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی، راهکارهایی برای بهبود امنیت مجموعه ارائه گردید. هدف نهایی این تحقیق، تحلیل و ارزیابی اهمیت موارد مختلف مدیریت ریسک به‌منظور ارتقاء امنیت سیلوی گندم است.

جدول ۴: ملاحظات گزینه‌های کاهش خطر برای سیلو گندم(نگارنده)

دارایی			سیلو
تهدید	**پیامد اولیه**	**پیامد ثانویه**	**اقدامات پدافند غیرعامل**
۱-موج انفجار (ناشی از حملات هوایی، موشکی و بمب‌گذاری تروریستی در محوطه سیلو) ۲-خرابکاری ۳-حمله بیولوژیکی	۱-پارگی محدوده جداره سیلو و انبار ۲-پارگی کامل جدار سیلو و انبار ۳-آسیب به تجهیزات و جداره سیلو و انبار توسط افراد خرابکار ۴-پخش سموم توسط افراد یا ریز پرنده‌ها در سیلو و انبار و هنگام تخلیه در نوار نقاله	۱-آسیب دیدن جداره سیلو و تجهیزات درون آن و مختل شدن فعالیت ۲-آلوده شدن گندم به مواد سمی	**-تأسیسات برقی** * نصب دستگاه‌های ایمنی برای جلوگیری از گرمایش غیرمجاز و رطوبت در انبارها * استفاده از تجهیزات الکتریکی مقاوم در برابر نوسانات و افزایش امنیت برق ساختمان * نصب دستگاه‌های نظارت تصویری جهت پوشش و نظارت بر فعالیت‌ها در انبارها * به‌کارگیری دوربین‌های مداربسته ایمن و مقاوم * نصب دستگاه‌های حفاظتی از آتش باقابلیت اطفای خودکار و کنترل اطفاء **-اقلام انبارشده** * استفاده از مواد ضد باکتری در ساختار انبار به‌منظور جلوگیری از رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها * انجام نظافت دوره‌ای و ضدعفونی محیط انبارها به‌منظور حفظ شرایط بهداشتی * حفظ شرایط مناسب دما و رطوبت در انبار تا جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و کفایت در زندگی خارج از محیط **-کالبدی** *مقاوم‌سازی تجهیزات در مقابل آثار انفجار با استفاده از المان‌های سازه‌ای یا پوشش‌های پلیمری *اجرای یک‌لایه پوشش بتن مسلح به ضخامت (۸ سانتی‌متر) بروی دیوار بیرونی انبار * ایجاد پوشش بتن پارچه‌ای (یک‌لایه‌ای) بر روی سقف انبارها * افزودن پوشش‌های حفاظ مستحکم برای درها و پنجره‌ها انبارها **-مدیریتی و منابع انسانی** *محدود کردن دسترسی به انبارها با استفاده از سیاست‌های مدیریت و کنترل دسترسی *آموزش به کارکنان در مورد روش‌های بهداشتی، شناسایی زودرس و گزارش دهی حملات بیولوژیکی * کنترل تردد افراد ماشین، آلات، خودروها مواد اولیه و محصولات توسط دستگاه‌های الکترونیکی * امکان تخلیه اضطراری اقلام موجود از داخل انبارها به مکان دیگر در صورت‌وضعیت بحرانی

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با رویکردی جامع، به تحلیل ابعاد مختلف مدیریت ریسک در سیلوها و ارتقاء سطح امنیت این مراکز حیاتی می‌پردازد. همچنین با بهره‌گیری از نتایج ارزیابی‌های ریسکِ انجام‌شده و تلفیق آن‌ها با دیدگاه‌های تخصصی صاحب‌نظران و متخصصان، و با اتکا به مطالعات کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی دقیق، حوزه حفاظت از سیلوها محقق شده است. هدف اصلی، شناسایی و برجسته‌سازی اهمیت جنبه‌های گوناگون مدیریت ریسک به منظور کاهش آسیب‌پذیری‌ها و بهبود امنیت کلی مجموعه است. این تحقیق، با تمرکز بر تحلیل موشکافانه جزئیات و ارائه راهکارهای عملی و مبتنی بر شواهد، گامی فراتر نهاده و به بررسی عمیق‌تر مسائل امنیتی مرتبط با سیلو می‌پردازد. راهکارهای پیشنهادی در این پژوهش، با در نظر گرفتن الزامات فنی و عملیاتی خاص سیلوها، طراحی شده‌اند تا قابلیت پیاده‌سازی و اثربخشی بالایی داشته باشند. نتایج این پژوهش، به عنوان مبنایی استوار برای تعیین سیاست‌ها و تدابیر کلان امنیتی در راستای حفاظت از اطلاعات و منابع ارزشمند سیلو عمل خواهد کرد. به بیان دیگر، یافته‌های این تحقیق می‌تولند راهنمای جامعی برای مدیران و تصمیم‌گیران در جهت اتخاذ رویکردهای پیشگیرلنه و واکنش مناسب در مواجهه با تهدیدات امنیتی بالقوه و بالفعل باشد. این پژوهش، بستری را فراهم می‌آورد تا تحقیقات آتی با تمرکز بر موضوعات تخصصی‌تر، به توسعه دانش و بهبود رویه‌های امنیتی در این حوزه بپردازند.

References

[1] A.Jafari, et al. (2021). Handbook of Response to Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear Incidents.

[2] A.Mahmoudzadeh and G. R. H. Fesharaki (2013). escriptive Dictionary of Passive Defense. Isfahan, Elm Afarin Publications.

[3] A.R.Rostami and M. M .Khani (2016). Examination of Risks in Wheat Silo Construction (Metal-Concrete Silos and Simple and Mechanized Warehouses) Before, During, and After Project Implementation, by the Specialized Parent Company of the Government Trading Corporation of Iran (Case Study: 70,000-Ton Mechanized Warehouse in Boukan). International Conference on Urban Engineering, Civil Engineering, and Architecture.

[4] A.S.Anvar and M.R.Davoodi (1988). The Effect of Earthquake,Proceedings of the First Seminar on Silos and Storage Facilities in the Country, University of Tehran.

[5] Aghbolaghi, M. B. (2011). Risk Assessment and a Step-by-Step Guide to Reducing the Potential for Terrorist Attacks Against Buildings.

[6] Asl, V. H., et al. (2018). "The Model of Risk Assessment of Critical Assets of a Geographical Area (Province) by Emphasis on Passive Defense." Disaster Prevention and Management Knowledge **8**(1): 27-41.

[7] Golkhatmi, I. G. (2015). "Criteria Collection For Essential Items Storage Locating
[8] with Passive Defense Approach." Passive Defense **6**(2): 1-12. [In Persion].

[9] H.Mashhadi (2015). Threat Assessment, Vulnerability, and Risk in Critical Infrastructures. Tehran, Malek Ashtar University of Technology Publications.

[10] H.Zarghani, et al. (2016). Analysis of Terrorist Threats and the Security of Critical Urban Infrastructure. Passive Defense and Sustainable Development Conference.

[11] I.Elyasian (2022). Special Structures.

[12] I.Mohammadfam and K.Gholamizadeh (2021). "Assessment of Security Risks by FEMA and Fuzzy FEMA Methods, A Case Study: Combined Cycle Power Plant." Journal of Occupational Hygiene Engineering **8**(2): 16-23 [In Persion].

[13] J.Farahani and G. R. H. Fesharaki (2010). Passive Defense in the Mirror of Laws and Regulations. Tehran, aghsh-e Yas Publications.

[14] M.Bornafar and K.Afradi (2014). "Prioritization of vital, sensitive, and important centers in the city of Bandar Anzali and providing defensive solutions from a passive defense perspective." Applied Research in Geographical Sciences **14**(32): 161-179. [In Pession].

[15] M.Dibai (1992). "The Status of Silos and Wheat Storage Facilities in the Country".

[16] M.Taji, e. a. (2019). ""Evaluation and simulation of the vulnerability of hazardous material storage warehouses against threats with a passive defense approach"." RESILIENT CITY **1**.(٤)

[17] N.Dilmaqani (1992). "Damage to Reinforced Concrete Silos".

[18] P.Safa (2007). Fortifications and Secure Structures. Tehran, Malek Ashtar University of Technology.

[19] R.Assef (2008). Intelligence Organizations. Tehran, Faculty and Research Institute of Information and Security.

[20] T.GHovahi (2012). An Introduction to Secure Structures and Fortifications. Tehran, Imam Hossein Comprehensive University Press.

[21] Y.Darvishi and V.Samadzadeh (2020). "Evaluation of the flexibility of open spaces in urban neighborhoods in terms of passive defense (Case study: District 1 in Tabriz)." Studies Of Human Settlements Planning **15**(4): 1291-1308. [In Persion].

[22] Y.Maghami, et al. (2010). Optimal site selection for the construction of a wheat silo using GIS and AHP hierarchical analysis (Case study: Abadeh County). 2nd Iranian Geography Student Congress.

[23] Yu, G., et al. (2021). "Comprehensive study on the catastrophic explosion of ammonium nitrate stored in the warehouse of Beirut port." Process Safety and Environmental Protection **152**: 201-219.