Passive Defence
Vol. 17, No.2, Summer 2026, Serial No. 66
ISSN: 2980-8030 , E-ISSN: 2008-6849

Effective Strategies in Defining Critical Infrastructure Protection Principles Among UAV Threats Using Thematic Analysis Methodology

Mojtaba Araghizadeh[1*], Gholamreza Jalali Farahani[2], Hussein Khoramfaal[3]

[1]Correspondence: Researcher of the Passive Defense Academic Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. Email Address: mojt_civil@mut.ac.ir

[2]Professor, National Defense University, Tehran, Iran, Email Address: jalal826_f@yahoo.com

[3]Head of the Small Bird Countermeasures Headquarters, General Staff of the Armed Forces, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 17 Desember 2025

Received in revised form: 21 February 2026

Accepted: 13 July 2026

Available online: 21 August 2026

Keywords:

Principles

UAV Threats

Critical Infrastructure

Thematic Analysis

ABSTRACT

Today, drone threats have become one of the most fundamental and influential elements of warfare. The potential use of drones in both wartime and peacetime against countries, on the one hand, and the record of drone threats against some national infrastructure in recent years, on the other, have made the need to pay serious attention to the issue of drone threats more evident than ever. This study, derived from a doctoral dissertation titled "Strategic Plan for Protecting Critical Infrastructure Against Drone Threats (2024)", was conducted with the aim of identifying and formulating the principles for protecting critical infrastructure against drone threats. In fact, it can be said that by applying and implementing the formulated principles in existing and future critical infrastructure, a significant portion of infrastructure vulnerabilities against a wide range of drone threats—from reconnaissance and espionage to munition release and destructive impact—will be reduced. From the perspective of its objective, this research is classified as applied research and was carried out using a qualitative thematic analysis method. Since macro-level principles are derived through the use of micro textual data, the research process is inductive. The research data were collected through two methods: documentary and library studies, as well as interviews with research experts. The results of this study led to the identification of 12 fundamental principles, namely: the principle of smart hybrid defense, layered defense, self-reliance, consequence containment, infrastructure self-protection, prioritization, hardening, innovation and updating, dispersion and separation, modern camouflage and concealment, service chain immunity, and attractiveness reduction. Finally, an operational definition of each identified principle was presented in order to standardize interpretations of the acquired principles.

Cite this article: M. Araghizadeh, Gh. Jalali Farahani, and H. Khoramfaal, "Effective Strategies in Defining Critical Infrastructure Protection Principles Among UAV Threats Using Thematic Analysis Methodology," Journal of Passive Defence, vol. 17, no. 2, pp. 91-106, 2026. DOI: https://doi.org/10.47176/pd.2026.1609

Publisher: Imam Hossein University.

Introduction

The pace of change in the world of military technologies is such that countries update their strategies, tactics, and offensive and defensive operational plans on an annual basis. One of the technologies that is now used as a decisive factor in warfare is unmanned aerial vehicles, or drones. Due to their high operational efficiency and high success rate in attacks, drones have attracted the attention of many countries around the world. In recent wars, drones have played a highly effective role in changing the course of conflicts. One example is the war between Azerbaijan and Armenia in 2020, in which drones served as a winning card for Azerbaijan [1]. Infrastructure is defined as a set of fundamental facilities, installations, and major lifelines that provide essential and basic services and needs to the people and society of a country (Technical-Specialized System). During the 12-day war, the extensive use of reconnaissance, destructive, and combat drones was observed, launched from various points against the country's infrastructure.

Research Objectives and Questions

The research seeks to answer the following main question:
What are the fundamental principles for developing strategies to protect critical infrastructure against drone threats?
The objectives are:

1. Achieving effective strategies for developing the principles of protecting critical infrastructure against drone threats.
2. Identifying themes related to infrastructure protection.
3. Providing definitions of the identified principles for the protection of critical infrastructure against drone threats.

Methodology

The present study is applied in terms of its purpose and falls within the category of descriptive–analytical research. Thematic analysis, which is a qualitative research method, was used to identify the principles. Since, in thematic analysis, the ultimate objective of the research is achieved by assembling the data and components obtained, following a process that moves from the parts to the whole, this study is inductive in nature.

In this study, the manifest and latent themes contained in foundational defense-related documents, including the Holy Qur'an, the statements of the Leaders of the Islamic Revolution, and higher-level documents in the field of passive defense, were first extracted, along with the data obtained from interviews with research experts. The most important themes and axes were then identified. In the next step, these components were analyzed and examined, their relationship to and alignment with the research objectives were assessed, and, ultimately, an optimal thematic network was presented. It should be noted that, since the present study was qualitative in nature, efforts were made to conduct open-ended interviews with the country's leading defense experts in the field of drone threats, including experts from the Armed Forces. The experts were selected in such a way that the most knowledgeable and senior-ranking individuals from each of the aforementioned organizations were included. The interview process was concluded after theoretical saturation had been reached in the responses.

Findings

In this study, an attempt was made to extract the primary propositions for formulating the fundamental principles of critical infrastructure protection against drone threats. To achieve this, high-level policy documents were utilized alongside qualitative interviews with project experts, employing the qualitative thematic analysis method. Following the analytical process of the research, 12 principles were identified, which are:

1. smart hybrid defense
2. layered defense (defense-in-depth)
3. self-reliance
4. consequence mitigation
5. infrastructure self-protection
6. prioritization
7. hardening
8. innovation and updating
9. dispersion and decentralization
10. modern camouflage and concealment
11. service chain immunity
12. reducing attractiveness **(**attractiveness reduction)

Discussion

Through an analytical study of high-level documents, records, and expert interviews with 10 of the primary authorities and specialists in the field of drone defense, using the thematic analysis method, the governing principles for strategies to protect critical infrastructure against drone threats were developed and validated by the research expert community through the following three stages:

a) Selection of key texts and conversion into basic themes;
b) Conversion of basic themes into organizing themes; and
c) Conversion of organizing themes into global themes (principles).

Conclusions and Implications

The obtained principles are a combination of active and passive defense capabilities and capacities. However, as can be seen, most of these principles (8 out of 12) are focused solely on the passive aspect of defense and emphasize more on containing the consequences and minimizing damages—an approach that is sustainable, resilient, and enduring against threats. In fact, it can be concluded that, alongside the daily advancement of offensive drone technologies and the strengthening and modernization of defense systems, which are costly, one must turn to approaches, decisions, and actions that offer greater long-term stability and effectiveness against diverse drone threats. If these principles are considered at the strategic and operational levels by the country's defense planners, a significant degree of vulnerability of the nation's critical infrastructure to drone threats will be reduced.

پدافند غیرعامل

سال هفدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۵، (پیاپی ۶۶): صص ۱۰۶-۹۱

شاپای چاپی: ۶۹۴۹-۲۰۰۸ | شاپای الکترونیکی: ۸۰۳۰-۲۹۸۰

راهبردهای موثر در تدوین اصول حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی بـه روش تحلیل مضمون

مجتبی عراقی‌زاده[1*]، غلامرضا جلالی فراهانی [2]، حسین خرم فعال [3]

[1] پژوهشگر مجتمع دانشگاهی پدافند غیرعامل دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران(نویسنده مسئول). رایانامه: mojt_civil@mut.ac.ir

[2] استاد دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران. رایانامه: jalal826_f@yahoo.com

[3] مسئول ستاد مقابله با ریزپرنده‌ها، ستاد کل نیروهای مسلح ، ایران.

چکیده

امروزه تهدیدات پهپادی به یکی از اصلی‌ترین و اثرگذارترین ارکان تهدیدات در جنگ‌ها تبدیل شده‌است. امکان استفاده از پهپادها در شرایط جنگی و غیرجنگی علیه کشورها از یک‌سو و سوابق بروز تهدیدات پهپادی علیه برخی زیرساخت‌های کشور طی سالیان اخیر از سویی دیگر، لزوم توجه اساسی به مسئله تهدیدات پهپادی را بیش از پیش نمایان کرده‌است. پژوهش حاضر که منبعث از رساله دکتری با عنوان «طرح راهبردی حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی (۱۴۰۳)» بوده‌است، با هدف احصاء و تدوین اصول حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی به انجام رسیده‌است. در واقع می‌توان گفت در صورت بکارگیری و پیاده‌سازی اصول تدوین شده در زیرساخت‌های حیاتی موجود و آتی، حد قابل توجهی از آسیب‌پذیری‌های زیرساخت‌ها در برابر طیف گسترده‌ای از تهدیدات پهپادی اعم از شناسایی و جاسوسی گرفته تا رهاسازی مهمات و برخورد انهدامی کاهش خواهد یافت. این پژوهش از منظر هدف در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار دارد و با بهره‌گیری از روش کیفی تحلیل مضمون به انجام رسیده‌است. از آنجا که با بهره‌گیری از داده‌های متنی خرد، اصول کلان احصاء می‌گردد، فرایند تحقیق، استقرایی می‌باشد. داده‌های تحقیق از دو روش مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای و همچنین مصاحبه با خبرگان تحقیق گردآوری شد. نتیجه این تحقیق منجر به دستیابی به ۱۲ اصل اساسی گردید که عبارت بودند از: اصل دفاع ترکیبی هوشمندانه، اصل دفاع لایه‌به‌لایه، اصل خوداتکایی، اصل مهار پیامدها، اصل خودمحافظتی زیرساخت، اصل اولویت‌بندی، اصل مقاوم‌سازی، اصل نوآوری و به‌روزرسانی، اصل پراکندگی و تفرقه، اصل استتار و اختفاء مدرن، اصل مصونیت زنجیره خدمت، اصل کاهش جذابیت. در پایان نیز تعریفی عملیاتی از هریک از اصول احصاء شده جهت یکسان‌سازی برداشت‌ها از اصول مکتسبه ارائه گردید.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۲۶

بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۰۲

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۲

ارائه آنلاین: ۱۴۰۵/۰۵/۳۰

کلیدواژه‌ها:

اصول

تهدیدات پهپادی

زیرساخت حیاتی

تحلیل مضمون

استناد: عراقی‌زاده، مجتبی، جلالی فراهانی، غلامرضا، خرم فعال، حسین، " راهبردهای موثر در تدوین اصول حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی به روش تحلیل مضمون"، نشریه پدافند غیرعامل، دوره ۱۷، شماره۲، صفحات ۱۰۶-۹۱، ۱۴۰۵.

DOI: https://doi.org/10.47176/pd.2026.1609

ناشر: دانشگاه جام امام حسین(ع).

۱- مقدمه

سرعت رشد تغییرات در دنیای فناوری‌های نظامی به‌گونه‌ای است که کشورها به‌صورت سالانه اقدام به بروزرسانی راهبردها، تاکتیک‌ها و طرح‌های عملیاتی تهاجمی و تدافعی خود می‌کنند. یکی از فناوری‌هایی که امروزه به‌عنوان عاملی تعیین‌کننده در جنگ‌ها به کار برده می‌شود، پهپادها هستند که به‌دلیل راندمان عملیاتی بالا و درصد بالای موفقیت حملات مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته‌اند. به‌نحوی که جنگ‌های اخیر پهپادها نقش بسیار موثری در تغییر روند جنگ‌ها ایفا نموده‌اند که به‌عنوان یک نمونه از آن می‌توان به جنگ میان آذربایجان و ارمنستان(۲۰۲۰) اشاره کرد و پهپادها نقش برگ برنده را برای کشور آذربایجان بازی کردند [۱]. در شرایطی که زیرساخت، مجموعه‌ای از مراکز و تأسیسات زیربنایی و شریان‌های عمده است که خدمات و نیازهای ضروری و اساسی کشور را به مردم و جامعه ارائه می‌کند، (نظام فنی-تخصصی)، در جنگ ۱۲ روزه شاهد بکارگیری گسترده پهپادهای جاسوسی، انهدامی و جنگنده بود که از مبداءهای مختلفی علیه زیرساخت‌های کشور بکارگیری شدند.

قدرت مانورپذیری بالا، هزینه پایین بکارگیری، فقدان تلفات انسانی و غیره از دیگر عوامل برترساز این فناوری در عرصه جنگ‌های امروزی است که آن‌را به فناوری کم‌رقیب در این عرصه تبدیل کرده‌است [۲]. یک بررسی در سال ۲۰۲۴ نشان داد بازار تجاری پهپادها به ۲۵/۲۸ میلیارد دلار رشد کرده‌است. درحالیکه پیش‌بینی‌ها حاکی ازآن‌است که با نرخ رشد فعلی تا سال ۲۰۲۹، این رقم به ۶۷/۶۴ میلیارد دلار خواهد رسید [۳].

در مقابل این فناوری پیشرفته نظامی، سامانه‌های دفاعی مقابله با این تهدید نیز پیشرفت‌های شگرفی چه در زمینه شناسایی و چه در زمینه مقابله و سرنگون‌سازی داشته‌اند [۴]. اما این پیشرفت تاکنون به طور کامل متناظر با سامانه سلاح نبوده و همچنان چالشی عملیاتی در زمینه مقابله با تهدیدات پهپادی در برای سامانه‌های پدافند هوایی در دنیا وجود دارد [۵]. ازآن‌جمله می‌توان به حملات موفق پهپادی ارتش یمن به اراضی رژیم اشغالگر قدس اشاره کرد که با وجود مجهز بودن به چندین لایه پدافندی قادر به مقابل صددرصدی با پهپادهای یمنی نیستند.

زیرساخت‌های کشور ما نیز متاسفانه طی سالیان اخیر چندین‌بار مورد حملات پهپادی قرار گرفته‌اند که تجارب موفق و ناموفق شناسایی و مقابله با این تهدیدات به ثبت رسیده‌است. روندشناسی تهدیدات و فضای حاکم بر شرایط بین‌المللی نیز حاکی از آن است که به‌کارگیری از فناوری تهدیدات پهپادی علیه زیرساخت‌های حیاتی کشور ما امری کاملاً محتمل و قابل پیش‌بینی است. لذا باید با رعایت جمیع شرایط از جمله قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود در کشور اقدامات جدی و اساسی در زمینه کاهش آسیب‌پذیری و ارتقاء تاب‌آوری این زیرساخت‌ها در برابر تهدیدات پهپادی انجام داد.

به نظر می‌رسد اولین گام در زمینه حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی تدوین اصول اساسی در این زمینه می‌باشد. اصولی که بتوان با تکیه بر آنها، راهبردها و راهکارهای مدیریتی عملیاتی و اجرایی را پیاده‌سازی کرد تا اقدامات دشمن در ضربه زدن به زیرساخت‌های کشور با کمترین آسیبی به شبکه زیرساخت‌ها مواجه گردد.

از آنجا که در پژوهش حاضر، هدف آن‌است که اصولی کلی و جامع برای حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی ارائه گردد، لذا طیف موسعی از تهدیدات پهپادی اعم از شناسایی و جاسوسی گرفته تا برخورد انهدامی و پرتاب مهمات انفجاری در تدوین اصول نهایی مورد توجه قرارگرفته و تلاش گردیده در اصول تدوینی جامعیتی برای مقابله با طیف گسترده تهدیدات پهپادی لحاظ گردد.

۲- پیشینه تحقیق

دادوند و افشردی [۶] در پژوهشی به احصاء اصول آمادگی نظامی و تاثیر آن بر عملکرد نیروهای مسلح پرداخته‌اند. در این پژوهش، نویسندگان به ۱۶ اصل دست یافته‌اند که عبارتند از اصول گستره عملیات، ویژگی منطقه‌ای، خودکفایی کمی، برتری کیفی، مکمل بودن نیروهای ثابت و نیروهای مردمی و احتیاط، سازگاری، تاسیسات، آینده‌نگری، کفایت منابع، روحیه و معنویت، فرماندهی

و رهبری، انسجام و وحدت ملی در جنگ، خلاقیت و نوآوری، انعطاف پذیری، جدی بودن و حتمی بودن تهدید و اصل اشراف اطلاعاتی.

باغبانی [۷] در مقاله‌ای با عنوان ارائه راهبردهای ارتقاء قدرت هوایی پهپادها در برابر تهدیدات هواپایه پس از معرفی تهدیدات این حوزه به محیط شناسی در کشور پرداخته و نقاط ضعف قوت فرصت‌ها و تهدیدات هواپایه‌ای که پهپادها را تهدید می‌کند کاهش داد. عراقی‌زاده و همکاران [۸] راهکارهای اولویت‌بندی شده پدافند الکترونیک و سایبری در شناسایی و مقابله با تهدیدات پهپادی را معرفی و پس از انجام یک فرایند تحلیل سلسله مراتبی اقدام به رتبه‌بندی این راهکارها کرده‌اند و اینطور نتیجه گرفته‌اند که راه‌حل‌های مبتنی بر رادار بهترین روش برای شناسایی پهپادهای مهاجم و بهره‌گیری از پالس الکترومغناطیس بهترین روش برای مقابله با این تهدیدات می‌باشند. پیکام و شاهبندرزاده [۹] در پژوهشی به اولویت‌بندی عوامل موثر بر عملکرد پهپادها در عرصه نبرد ناهمتراز آینده پرداخته‌اند و اینگونه نتیجه گرفته‌اند که شناسایی، کشف و هدایت آتش از مهمترین ماموریت‌های هواپیمای بدون سرنشین است که با استفاده از انواع دوربین‌های تصویربرداری و حسگرهای متنوع در شب و روز صورت می‌گیرند.

یاسمین و داسکو [۳] در یک تحقیق مروری به بررسی فرایندهای تحقیقاتی در زمینه سامانه‌ها و روش‌های شناسایی و رصد پهپادها پرداخته‌اند. محققان در این تحقیق مفصل به مطالعه و بررسی ۹۷ منبع از به‌روزترین منابع این حوزه پرداخته‌اند و با احصاء و معرفی سامانه‌های رصد و شناسایی اینطور نتیجه گرفته‌اند که نوآوری همچنان کلیدی‌ترین اصل در راستای موفقیت در زمینه مقابله با تهدیدات پهپادی می‌باشد. تانگ و همکاران [۱۰] در پژوهشی به شناسایی و معرفی چالش‌ها، الگوریتم‌ها و کارکردهای رادارهای پسیو در شناسایی پهپادها پرداخته‌اند. آنها پس از بیان تاریخچه و ریشه‌ای از به کارگیری رادارهای پسیو، یک بازبینی مفهومی از سیر پیشرفت این رادارها از زوایای مختلف داشته‌اند. در انتها نیز با استفاده از روندشناسی انجام‌شده، آینده‌های قابل‌تصور برای این فناوری را شناسایی و معرفی نموده‌اند.

گونزالس و همکاران [۲] در مقاله‌ای مروری به آخرین فناوری‌های مقابله با پهپادها پرداخته‌اند. آنها در این تحقیق به معرفی ۲۷ محصول دفاعی کشورهای پیشرفته در این زمینه پرداخته‌اند و رویکرد آن صرفا ارائه فناوری‌ها نمی‌باشد. نتیجه بررسی آنها حاکی از آن بوده‌است که اکثریت قریب به اتفاق محصولات دفاعی از سنسورهای چندگانه برای شناسایی پهپاد استفاده کرده‌اند. در بخش غیرنظامی عمدتا از روش‌های نرم نظیر جمینگ و اسپوفینگ برای مقابله با پهپادها استفاده شده و در حوزه نظامی نیز از روش‌های سخت همچون شلیک مهمات استفاده می‌شود. زیدان و همکاران [۱۱] در مقاله‌ای با عنوان روش‌های از کار انداختن پهپادها با استفاده از تکنیک‌های جمینگ و اسپوفینگ، به اثربخشی بالای این دو روش در مقابله نرم با پهپادها اشاره کرده‌اند. هرچند به این نتیجه رسیده‌اند که جای تحقیقات نوآورانه زیادی همچنان در این زمینه وجود دارد.

نینگ لی و همکاران [۵] در پژوهشی به موضوع بهینه‌سازی کارکرد سامانه‌های پدافند هوایی در برابر تهدیدات شناسایی از طریق پهپادهای فوجی پرداخته‌اند. آنها در این تحقیق که مبتنی بر فرمول‌های محاسباتی می‌باشد تلاش کرده‌اند الگوریتم‌های حرکتی پهپادها را فرموله کرده تا از این طریق سامانه‌های پدافند هوایی به شکل بهینه‌تری بتوانند اقدام به شناسایی و مقابله با این تهدیدات نمایند. کاستریلو و همکاران [۴] نیز در تحقیق مشابه دیگری به مرور فناوری‌های مقابله با پهپادها پرداخته‌اند. در این مقاله پس از معرفی انواع مختلف دسته‌بندی‌های رایج از پهپادها، اشکال مختلف حرکات پهپادی متشکل از تک پهپاد تا حرکت فوجی پهپادها مورد تعریف قرار گرفته‌اند. در ادامه علاوه بر معرفی معروف‌ترین روش‌های شناسایی و مقابله با تهدیدات پهپادی ویژگی‌های مثبت و منفی هر یک از این روش‌ها را دسته-بندی کرده‌اند. تفاوت این تحقیق با تحقیق‌های مشابه آن است که به حرکت دسته‌جمعی یا فوجی پهپادها به عنوان یک تهدید معیار اشاره کرده‌است و راه‌حل‌های بیان شده متناظر با این تهدید معرفی شده‌اند.

بر اساس آنچه از بررسی به‌روزترین تحقیقات در زمینه عنوان

تحقیق حاضر مشخص گردید، آشکار گشت که در مقیاس کلان، اصولی اساسی برای حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی به‌خصوص درکشور ما تدوین نگردیده‌است. لذا هدف پژوهش حاضر آن‌است که بر اساس دانش نخبگانی و اسناد بالادستی موجود اقدام به احصاء اصول حفاظت از زیرساخت های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی نماید.

۳- روش تحقیق

تحقیق حاضر از منظر هدف، کاربردی بوده و در زمره تحقیقات توصیفی- تحلیلی می‌باشد. به‌منظور احصاء اصول، از روش تحلیل مضمون که جزء روش‌های کیفی است استفاده گردیده‌است. از آنجا که مطابق روش تحلیل مضمون، هدف نهایی تحقیق از کنار هم قرار دادن داده‌ها و اجزاء مکتسبه محقق می‌شود و فرایندی جزء به کل طی می‌شود، این تحقیق استقرایی می‌باشد.

روش تحلیل مضمون روشی برای شناخت، تحلیل و گزارش الگوهای موجود در داده های کیفی است که کاربرد گسترده‌ای دارد. این مسیر اجرای پژوهش کیفی، فرایندی برای تحلیل داده‌های متنی است و داده‌های پراکنده و متنوع را به داده‌های غنی و تفصیلی تبدیل می‌کند [۱۲] به نقل از [۱۳].

در این پژوهش، ابتدا مضامین بنیادی و آشکار موجود در مستندات پایه در زمینه دفاعی از جمله قرآن کریم و بیانات امامین انقلاب اسلامی و منابع بالادستی حوزه پدافند غیرعامل و همچنین مصاحبه با خبرگان پژوهش[۱]، استخراج و سپس مهم‌ترین محورهای آنها شناسایی گردید. در گام بعدی به تحلیل و بررسی این مؤلفه‌ها، ارتباط و نسبت آنها با اهداف تحقیق و در نهایت ارائه شبکه مضمونی مطلوب پرداخته شد. شایان ذکر است از آنجا که پژوهش حاضر در زمره پژوهش‌های کیفی بود تلاش گردید مصاحبه از نوع پرسشنامه باز با اصلی‌ترین صاحب‌نظران دفاعی کشور در حوزه تهدیدات پهپادی که شامل خبرگانی از ستاد کل نیروهای مسلح، نیروی هوافضای سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران و وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح بودند ترتیب داده‌شود. نحوه انتخاب خبرگان به‌نحوی‌بود که تلاش گردید از هریک از نهادهای یادشده، خبره‌ترین و صاحب‌منصب‌ترین افراد انتخاب گردند و پس از دستیابی به مرحله اشباع نظری در دریافت پاسخ‌ها، فرایند مصاحبه خاتمه یافت.

به‌منظور ارائه تحلیلی منسجم، ابتدا کلیدهای اولیه بطور مستقیم از متن مصاحبه‌ها استخراج و سپس در قالب مضمون‌های باز اولیه طبقه‌بندی شده‌اند. ماهیت مضمونها در دو نوع توصیفی و تفسیری شناسایی شده و مضمون‌های توصیفی نقل قول مستقیم از متون استخراجی و برخی دیگر نیز مضمون‌های تفسیر شده هستند از نظر روش شناخت سعی شده است تا مضمون‌های تکراری حذف شده و به مضمون‌های کلیدی و مکنون توجه شود در میان متون استخراج شده مقایسه و هم‌سنجی انجام شده و شباهتها و تفاوتها برجسته شده است. شناسایی و چینش مضمون‌ها به صورت دستی انجام شده است.

۴- نتایج و بحث

با مطالعه تحلیلی اسناد بالادستی، مدارک و مصاحبه خبرگی با ۱۰ نفر از اصلی‌ترین صاحب‌نظران و متخصصان حوزه دفاع پهپادی با روش تحلیل مضمون، اصول حاکم بر راهبردهای حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی با طی سه مرحله زیر تهیه و به تائید جامعه خبرگان تحقیق رسید.

الف) انتخاب متن‌های کلیدی و تبدیل آنها به مضامین پایه؛

ب) تبدیل مضامین پایه به مضامین سازمان‌دهنده؛ و

ج) تبدیل مضامین سازمان‌دهنده به مضامین فراگیر (اصول).

[۱] مشخصات خبرگان پژوهش در پی‌نوشت ذکرشده‌است.

جدول(۱): استخراج مضامین پایه از متون اصلی

مستندات	متون	مضامین پایه
آیات و روایات اسلامی	و عَلَمناه صَنعَهُ لبوس لکم لتحصنکم من باسکم فهل انتم شاکرون[۱۴] و ما به او (حضرت (داود علیه‌السلام)) ساخت زره را تعلیم نمودیم تا شما را از آسیب جنگ در امان بدارد پس آیا از شکر گریزانید؟ در جریان هجرت پیامبر اسلام نیز خداوند متعال با استفاده از شگردهای اختفاء و فریب که از اصول پدافند غیرعامل است مانع دسترسی کفار قریش به ایشان گردید [۱۴]. پیامبر عظیم‌الشان اسلام در فتح مکه طوری برنامه‌ریزی کردند که دشمن به هیچ‌وجه احساس نکرد که طرف مقابل قصد فتح مکه را دارد. یعنی نوع شعارها نوع حرکات نوع سازمان‌دهی نیروها به طریقی بود که دشمن کاملاً فریب خورد و به تعبیر دیگر در فتح مکه غافلگیر شد و سپاه اسلام از غافلگیری دشمن نهایت استفاده را کردند و مکه به‌راستی به دست مسلمانان فتح شد. در جریان هجرت پیامبر بزرگ اسلام نیز خداوند متعال با استفاده از شگردهای اختفا و فریب که از اصول پدافند غیرعامل است، مانع از دسترسی کفار قریش به ایشان گردید. در صدر اسلام نیز پدافند غیرعامل، با تکیه بر این اصول، غزوه احد با اتکا بر ارتفاعات و گماشتن نگهبانان در نقاط نفوذ و غزوه خندق با کندن گودال پیرامون مدینه طرح‌ریزی شد. استفاده از عوارض طبیعی برای جلوگیری از دسترسی دشمن نیز به یکی از اصول پدافند غیرعامل است همواره موردنظر بوده و حضرت امیرالمؤمنین علی(علیه‌السلام) در نامه ۱۱ نهج‌البلاغه می‌فرمایند: " آنگاه‌که در میدان جنگ رویاروی دشمن قرار گرفتید، قرارگاه شما باید در دامنه کوه‌ها و تپه‌ها و یا در کنار نهرها باشد تا باعث پوشش و حفاظ گردد و شما را از دشمن نگهبانی کند. باید جنگ را از یک‌سو و یا حداکثر در دو سو با دشمن داشته باشید و قسمت‌های دیگر بر موانع طبیعی تکیه داشته باشد تا دشمن قدرت نفوذ نداشته باشد. " حضرت امیرالمؤمنین علی(علیه‌السلام): آنگاه‌که در میدان جنگ در مقابل دشمن قرار گرفتید، می‌باید قرارگاه شما در دامنه کوه‌ها و تپه‌ها و یا در کنار رودها باشد تا پوشش و حفاظ شما گردد و شمارا از دشمن نگهبانی کند [۱۵].	مکانیابی و جانمایی ساخت زره یا عامل حفاظت در برابر تهدیدات فریب دشمن
سخنان بنیان‌گذار کبیر انقلاب اسلامی، حضرت امام خمینی (ره)	رعایت اصول ایمنی و حفاظتی مراکز و صنایع و ایجاد پناهگاه‌های جمعی برای مردم و کارگران که این اختصاص به زمان جنگ ندارد بلکه طریقه احتیاط در هر شرایط است. مطمئناً غفلت از تقویت بنیه دفاعی کشور طعم تهاجم و تجاوز بیگانگان و نهایتاً تحمیل جنگ‌ها و توطئه‌ها را به دنبال می‌آورد [۱۶].	اصول ایمنی و حفاظتی مراکز و صنایع پرهیز از غفلت در برابر تهدیدات دشمن
اوامر و منویات رهبر معظم انقلاب اسلامی	راه‌حل آن هم حفظ و افزایش عناصر قدرت در درون نظام است. ما عناصر قدرت فراوانی داریم. اینها را باید حفظ کنیم و روز به روز افزایش دهیم. باید آمادگی ایجاد کنیم و اگر داریم، حفظ کنیم و افزایش دهیم [۱۷].(دیدار با مسئولان و کارگزاران، ۱۳۸۰/۱۲/۲۲) ممکن است تهاجمات در آینده این چنین صریح و روباز و سهل‌الدفع نباشد. ممکن است پیچیده‌تر باشد و لذا پیچیدگی و ایمان قوی لازم است. [۱۷] (۱۳۶۹/۶/۲۹) شما باید هوشمندی خود را بکار برید و شیوه‌ای را که او در بین صدها احتمال انتخاب کرده‌است پیدا کنید و به خودش برگردانید. [۱۷] (دیدار کارکنان اطلاعات ارتش،	افزایش عناصر قدرت درون نظام افزایش روز به روز قدرت تهاجمات پیچیده آینده هوشمندی در انتخاب شیوه‌ها دنبال کردن کارهای ابتکاری،

جدول(۱): استخراج مضامین پایه از متون اصلی

مستندات	متون	مضامین پایه
	(۶۸/۴/۱۸ امروز یک جنگ ظریف‌تری هست و البته خطرناک‌تری! آگاهی از اعماق این جنگ یک توانایی بیشتر و هوشمندی بیشتری را می‌طلبد. [۱۷] (بیانات در دیدار با فرماندهان سپاه، ۱۳۹۰/۴/۱۳) انسان با هوشیاری و زیرکی حرکت‌های دشمن را تفرس کند. زیر نظر بگیرد و هدف‌های دشمن را کشف کند، این خیلی مهم است. [۱۷] (۱۳۹۱/۱۰/۱۹) خاصیت نیروی نظامی و انتظامی همین هوشیاری و هوشمندی است. فریب نخوردن و همه جا حضور داشتن. بروید دنبال کارهای ابتکاری. بروید دنبال کارهایی که دنیا آنها را نیازموده و تجربه نکرده در طراحی‌های عملیاتی در طراحی‌های اطلاعاتی در نوع برخورد با دشمن، فریب یک جور، تدبیر یک جور. این‌ها کارهای مهمی است به خصوص من روی نوع سازماندهی نیرو های مسلح تاکید می‌کنم. خوشبختانه هم سپاه و هم ارتش در این صراط قدم برداشته‌اند. دارند فکر می‌کنند و کار می‌کنند. نوآوری در سازماندهی سنتی تا حالا وجود داشته در سپاه جوری در ارتش جوری بروید کار جدیدی که با ملاحظه کامل دقت و آزمون همراه باشد مطلوب است دنبال کارهای ابتکاری بروید همچنان که تا حالا هم در بخش‌های مختلف نیروهای مسلح همین بوده. [۱۷] (دیدار فرماندهان ارشد نظامی و انتظامی، ۱۳۸۹/۱/۲۲) ملتی که هوشمند است دارای ابتکار است. دارای ایمان است. وقتی این ملت آزادی ناشی از اسلام را که انقلاب به ما عطا کرده است داشته باشد، این چنین ملتی در مسیر خود، در حرکت خود هیچ‌جا متوقف نمی‌شود. [۱۷] (دیدار با فرمانده و پرسنل نیروی هوایی ارتش، ۱۳۸۸/۱۱/۱۹). ملت‌ها باید به خودشان تکیه کنند تا بتوانند عزتی را که خود را شایسته آن می‌دانند بدست بیاورند. این قدرت، قدرت علمی است؛ قدرت دفاع از خود است. [۱۷] (۸۴/۷/۶) ترکیب بدیع و بی‌نظیر ارتش، سپاه، بسیج و نیروی انتظامی خط اول دفاعی کشور را شکل داده‌است. [۱۷] (بیانات در مراسم نظامی مشترک نیروهای مسلح در قزوین، ۸۲/۹/۲۶) دژ مستحکم نیروهای مسلح باید با نوآوری و ابتکار، هرروز قوی‌تر و اطمینان‌بخش‌تر شود. [۱۷] (بیانات در مراسم نظامی مشترک یگانهای نیروهای مسلح فارس، ۱۳۸۷/۲/۱۲). دفاع همه جانبه مستقل و بومی است. که حضرت امام خمینی (ره) آن را مطرح کردند و کارکرد آن تامین هرچه بهتر و بیشتر منافع و امنیت ملی کشور است. کاری کنیم که همت فقط مصروف به این نباشد که دشمن را منصرف کنیم یا برای مقابله خودمان را آماده کنیم، نه، کاری کنیم که ما مصونیت در خودمان به‌وجود بیاوریم، این با پدافند غیرعامل تحقق پیدا می‌کند. [۱۷] (۱۳۹۱/۸/۷) پدافند غیرعامل یک اصل خواهد بود برای همیشه، نه برای یک مقطع خاص، مستمر، همیشگی است. [۱۷] (۱۳۹۱/۸/۷)	بدیع و نوظهور نوآوری در امور تکیه ملتها به خودشان خط اول دفاعی کشور دفاع همه‌جانبه مستقل و بومی مصونیت در خودمان پدافند غیرعامل یک اصل همیشگی و مستمر

در مرحله دوم، مضامین پایه‌ای شناسایی شده به مضامین ساختاریافته یا سازمان‌دهنده تبدیل خواهد شد، بدین معنا که از ترکیب چند مضمون پایه، یک یا چند مضمون سازمان‌دهنده با جامعیت بیشتر تولید می‌گردد.

جدول (۲): دسته‌بندی مضامین پایه و تبدیل به مضمون سازمان‌دهنده

ردیف	مضامین پایه	مضامین سازمان‌دهنده
۱	مکانیابی و جانمایی ساخت زره یا عامل حفاظت در برابر تهدیدات تهاجمات پیچیده آینده هوشمندی در انتخاب شیوه‌ها دنبال کردن کارهای ابتکاری، بدیع و نوظهور تقویت امکانات جنگ الکترونیک و دفاع سایبری گسترش هوشمندانه و مصون‌سازی زیرساخت‌های حیاتی و حساس بهینه‌سازی وابستگی متقابل در زیرساخت‌های حیاتی برقراری ارتباط منطقی و برنامه‌ریزی شده بین دفاع عامل و غیرعامل. اهمیت بسیار بالای پدافند کالبدی جهت حفاظت از زیرساخت‌ها در برابر تهدیدات پهپادی تاثیر بالای راه‌حل‌های خلاقانه و ابتکارات مهندسی در کاهش آسیب‌پذیرذی زیرساخت‌ها	ارتباط منطقی بین پدافند عامل و غیرعامل هوشمندی و ابتکار در انتخاب شیوه‌ها تقویت جنگال و دفاع سایبری اصول پدافند کالبدی
۲	ساخت زره یا عامل حفاظت در برابر تهدیدات اصول ایمنی و حفاظتی مراکز و صنایع خط اول دفاعی کشور تقویت امکانات جنگ الکترونیک و دفاع سایبری اقتدار ذاتی و درون‌زای زیرساختی	تشکیل خطوط دفاعی دفاعی عمیق لایه به لایه
۳	اصول ایمنی و حفاظتی مراکز و صنایع مصونیت در خودمان کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها تاب‌آوری زیرساختی تداوم کارکرد زیرساختی و خدمات ضروری مصون‌سازی، اَمن‌سازی، تاب آور نمودن زیرساخت‌ها متناسب با سطح اهمیت آن‌ها، نهادینه‌سازی اصول و الزامات پدافند غیرعامل در ذات طرح‌های توسعه زیرساختی کشور پایدارسازی و تاب‌آور نمودن زیرساخت‌های حیاتی با قابلیت برگشت‌پذیری سریع، پراکنده‌سازی کاهش خسارات و صدمات تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی مراکز حیاتی	اصول ایمنی مراکز و صنایع تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت تداوم کارکردهای ضروری زیرساخت پراکندگی در زیرساخت کاهش خسارات و صدمات
۴	افزایش عناصر قدرت درون نظام تکیه ملتها به خودشان دفاع همه‌جانبه مستقل و بومی مصونیت در خودمان	اقدامات بومی و درون‌زا
۵	ساخت زره یا عامل حفاظت در برابر تهدیدات اصول ایمنی و حفاظتی مراکز و صنایع دنبال کردن کارهای ابتکاری، بدیع و نوظهور نوآوری در امور مصونیت در خودمان اقتدار ذاتی و درون‌زای زیرساختی قابلیت دفاع ذاتی پدافند عمیق و لایه به لایه توسعه‌ی امنیت افزا و ذاتاً اَمن مصون‌سازی، اَمن‌سازی، تاب آور نمودن زیرساخت‌ها متناسب با سطح اهمیت آن‌ها، مصون‌سازی با تأکید بر انتخاب فناوری مورد نیاز طرح و پیش‌بینی الزامات پدافندی در ذات فناوری و طرح	طراحی ذاتا امن یا امنیت در ذات طرح حفاظت از زیرساخت با اقدامات ابتکاری و بدیع پدافند کالبدی مکمل دفاع عامل

جدول (۲): دسته‌بندی مضامین پایه و تبدیل به مضمون سازمان‌دهنده

ردیف	مضامین پایه	مضامین سازمان‌دهنده
	کاهش خسارات و صدمات تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی مراکز حیاتی اهمیت بسیار بالای پدافند کالبدی جهت حفاظت از زیرساخت‌ها در برابر تهدیدات پهپادی شبکه ترکیبی چند لایه از لایه‌های برد بلند تا برد کوتاه	
۶	گسترش هوشمندانه و مصون‌سازی زیرساخت‌های حیاتی و حساس تناسب اهمیت با امنیت زیرساخت سطح‌بندی روزآمد زیرساخت‌ها و دارایی‌های حوزه‌های با اهمیت بالا، مصون‌سازی، اَمن‌سازی، تاب آور نمودن زیرساخت‌ها متناسب با سطح اهمیت آن‌ها، بهینه‌سازی سطح وابستگی و کاهش مستمر آسیب‌پذیری در زیرساخت‌ها متناسب با سطح اهمیت آن‌ها، رعایت اصل هزینه و فایده در پدافند غیرعامل اولویت‌بندی طرح‌های پدافند غیرعامل طبقه‌بندی مراکز، اماکن و تاسیسات حائز اهمیت حیاتی، حساس و مهم اولویت بندی زیرساخت‌ها و دسته‌بندی تهدیدات	تعیین درجه اهمیت و اولویت زیرساخت هزینه کرد برای دفاع از زیرساخت متناسب با اهمیت و اولویت آن
۷	هوشمندی در انتخاب شیوه‌ها کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها تداوم کارکرد زیرساختی و خدمات ضروری تناسب اهمیت با امنیت زیرساخت مصون‌سازی، اَمن‌سازی، تاب آور نمودن زیرساخت‌ها متناسب با سطح اهمیت آن‌ها، بهینه‌سازی سطح وابستگی و کاهش مستمر آسیب‌پذیری در زیرساخت‌ها متناسب با سطح اهمیت آن‌ها، رعایت اصل هزینه و فایده در پدافند غیرعامل انتخاب عرصه ایمن کاهش قابلیت و توانایی سامانه شناسایی، هدف‌یابی و دقت هدف‌گیری تسلیحات آفندی دشمن؛ اولویت بندی زیرساخت‌ها و دسته‌بندی تهدیدات	جزیره‌بندی و تعیین اولویت‌ها درون خود زیرساخت
۸	مکانیابی و جانمایی ساخت زره یا عامل حفاظت در برابر تهدیدات اصول ایمنی و حفاظتی مراکز و صنایع تهاجمات پیچیده آینده پدافند غیرعامل یک اصل همیشگی و مستمر گسترش هوشمندانه و مصون‌سازی زیرساخت‌های حیاتی و حساس انتخاب عرصه ایمن	پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آتی
۹	دنبال کردن کارهای ابتکاری، بدیع و نوظهور نوآوری در امور روزآمدی اقدامات پدافندی بهینه‌سازی سطح وابستگی و کاهش مستمر آسیب‌پذیری در زیرساخت‌ها متناسب با سطح اهمیت آن‌ها، پایش مستمر تهدیدات و آسیب‌پذیری‌ها و حفظ اشراف اطلاعاتی بر زیرساخت‌های ملی. اهمیت بسیار بالای پدافند کالبدی جهت حفاظت از زیرساخت‌ها در برابر تهدیدات پهپادی	نوآوری و به‌روزرسانی مستمر راهکارها

جدول (۳): دسته‌بندی مضامین سازمان‌دهنده و تبدیل آن به مضامین فراگیر(اصول)

ردیف	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر(اصول)
۱	ارتباط منطقی بین پدافند عامل و غیرعامل هوشمندی و ابتکار در انتخاب شیوه‌ها تقویت جنگال و دفاع سایبری اصول پدافند کالبدی حفاظت از زیرساخت با اقدامات ابتکاری و بدیع پدافند کالبدی مکمل دفاع عامل	اصل دفاع ترکیبی هوشمندانه
۲	تشکیل خطوط دفاعی دفاعی عمیق لایه به لایه تقویت جنگال و دفاع سایبری اصول پدافند کالبدی پدافند کالبدی مکمل دفاع عامل	اصل دفاع لایه‌به‌لایه
۳	اصول ایمنی مراکز و صنایع تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت تداوم کارکردهای ضروری زیرساخت پراکندگی در زیرساخت کاهش خسارات و صدمات	اصل مهار پیامدها
۴	اقدامات بومی و درون‌زا هوشمندی و ابتکار در انتخاب شیوه‌ها تقویت جنگال و دفاع سایبری حفاظت از زیرساخت با اقدامات ابتکاری و بدیع	اصل خوداتکایی
۵	طراحی ذاتا امن یا امنیت در ذات طرح حفاظت از زیرساخت با اقدامات ابتکاری و بدیع پدافند کالبدی مکمل دفاع عامل اصول پدافند کالبدی- جزیره‌بندی و تعیین اولویت‌ها درون خود زیرساخت پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آتی	اصل خودمحافظتی زیرساخت
۶	تعیین درجه اهمیت و اولویت زیرساخت هزینه کرد برای دفاع از زیرساخت متناسب با اهمیت و اولویت آن جزیره‌بندی و تعیین اولویت‌ها درون خود زیرساخت تداوم کارکردهای ضروری زیرساخت طراحی ذاتا امن یا امنیت در ذات طرح جزیره‌بندی و تعیین اولویت‌ها درون خود زیرساخت	اصل اولویت‌بندی
۷	پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آتی پدافند کالبدی مکمل دفاع عامل حفاظت از زیرساخت با اقدامات ابتکاری و بدیع- پراکندگی در زیرساخت	اصل مقاوم‌سازی

ردیف	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر(اصول)
	اصول پدافند کالبدی اصول ایمنی مراکز و صنایع	
۸	نوآوری و به‌روزرسانی مستمر راهکارها حفاظت از زیرساخت با اقدامات ابتکاری و بدیع تقویت جنگال و دفاع سایبری	اصل نوآوری و به‌روزرسانی
۹	پراکنده‌سازی یا تجمیع حسب مورد طراحی ذاتا امن یا امنیت در ذات طرح کاهش خسارات و صدمات	اصل پراکندگی و تفرقه
۱۰	نوآوری و به‌روزرسانی مستمر راهکارها حفاظت از زیرساخت با اقدامات ابتکاری و بدیع اصول پدافند کالبدی	اصل استتار و اختفاء مدرن
۱۱	تداوم کارکردهای ضروری زیرساخت پراکندگی در زیرساخت کاهش خسارات و صدمات	اصل مصونیت زنجیره خدمت
۱۲	هوشمندی و ابتکار در انتخاب شیوه‌ها هزینه کرد برای دفاع از زیرساخت متناسب با اهمیت و اولویت آن طراحی ذاتا امن یا امنیت در ذات طرح	اصل کاهش جذابیت

پس از طی سه مرحله یادشده، اصول احصاءشده از فرایند تحلیل مضمون به شکل زیر می‌باشند:

شکل(۱): راهبردهای موثر در تدوین اصول حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی به روش تحلیل مضمون

در ادامه تعریف عملیاتی هریک از اصول احصاءشده که برگرفته از کدها و مقوله‌های احصاءشده می‌باشد ارائه گردیده‌است:

۱- اصل دفاع ترکیبی هوشمندانه

منظور از دفاع ترکیبی هوشمندانه، بهره‌گیری هوشمندانه از ترکیبی از روش‌ها و سامانه‌های مختلف دفاعی و پدافند کالبدی در برابر تهدیدات پهپادی می‌باشد. به‌نحوی‌که بسته به ماهیت و درجه اهمیت زیرساخت و دارایی‌های درون آن، بهینه‌ترین ترکیب از سامانه‌های دفاع پهپادی یا پدافند الکترونیک استفاده شود.

از آنجا که این اصل، به موضوع کلان و راهبردی انتخاب هوشمندانه ترکیبی از ساختارها و سامانه‌ها در برابر تهدید می‌پردازد، مقیاس آن راهبردی بوده و ترکیبی از مباحث دفاع عامل و غیرعامل را دربردارد.

۲- اصل دفاع لایه‌به‌لایه

منظور از اصل دفاع لایه‌به‌لایه، توجه به وجود لایه‌های مختلف دفاعی در برابر تهدیدات پهپادی می‌باشد، به‌نحوی‌که در صورت شکست یک لایه، لایه‌های دیگری در برابر این تهدید، مقابله نمایند. این لایه‌ها از شبکه پدافند هوایی کشور شروع شده تا پدافند کالبدی از زیرساخت ادامه می‌یابد و شامل شبکه پدافند هوایی کشور، سامانه‌های شناسایی، تسخیر، انحراف، انهدام و پدافند کالبدی از زیرساخت می‌باشد.

اصل حاضر نیز به بیان موضوعی کلان و راهبردی می‌پردازد و تفاوت آن با اصل پیشین آن‌است که به‌موضوع دفاع عمیق می‌پردازد و مقیاسی طولی نسبت به مبداء تهدید دارد. در صورتی‌که اصل دفاع ترکیبی هوشمندانه، اصلی موضعی و محلی بوده و به قلمرو مکانی زیرساخت مورد حفاظت بازمی‌گردد. اصل دفاع لایه‌به‌لایه نیز ترکیبی از مفاهیم دفاع عامل و غیرعامل را مورد پوشش قرار می‌دهد.

۳- اصل خوداتکایی

سامانه‌های دفاعی مبتنی بر جنگ الکترونیک و دفاع سایبری مورد استفاده جهت شناسایی و مقابله با تهدیدات پهپادی باید کاملا بومی باشند تا الگوریتم‌های این سامانه‌ها برای دشمنان ناشناخته باشد. در واقع نوعی از خوداتکایی در تامین و تولید سامانه‌های دفاع پهپادی باید وجود داشته باشد.

از آنجا که اصل حاضر، ناظر بر استفاده از تجهیزات و سامانه‌های دفاعی شناسایی و مقابله با تهدیدات پهپادی می‌باشد لذا مقیاس آن، عملیاتی بوده و صرفا به حوزه روش‌های دفاع عامل بازمی‌گردد.

۴- اصل مهار پیامدها

در زیرساخت‌های حیاتی، در صورتی‌که دارایی‌های خطرزا نظیر مخازن سوخت، انبار مهمات و غیره در مجاورت سایر ابنیه زیرساخت قرار داشته باشند، در صورت حمله پهپادی اثرات آن به‌شکل دومینووارگسترش می‌یابد. لذا حتی‌المقدور باید با بهره‌گیری از روش‌های مهندسی و پدافند غیرعامل جلوی این مسئله را گرفت.

این اصل نیز موضوعی در مقیاس زیرساخت بوده و سطح آن عملیاتی می‌باشد. اما از آنجاکه بیانگر بهره‌مندی از روش‌هایی برای کاهش و کنترل خطرات می‌باشد از جنس پدافند غیرعامل (پدافند کالبدی) می‌باشد.

۵- اصل خودمحافظتی زیرساخت

در صورتی‌که سامانه‌های دفاعی قادر به تشخیص، تسخیر یا انهدام پهپادها یاریزپرنده‌ها نشدند، دارایی‌های کلیدی زیرساخت باید با اقدامات پدافند کالبدی محافظت شوند به‌نحوی‌که آسیب‌پذیری آنها به حداقل میزان ممکن برسد.

اصل خودمحافظتی زیرساخت در واقع یک اصل عملیاتی‌است که بیانگر لزوم بکارگیری اقداماتی در حوزه فنی-مهندسی برای زیرساخت‌های موجود است که باید در موضع حساس زیرساخت، اسیب‌پذیری‌ها را در برابر تهدیدات پهپادی کاهش داد.

۶- اصل اولویت‌بندی

منظور از اصل اولویت‌بندی آن‌است که با توجه به هزینه‌های بالای انجام اقدامات دفاعی در برابر پهپادها، ابتدا زیرساخت‌هایی که در اولویت تهاجم دشمن هستند باید با روش‌های علمی مبتنی بر اسناد رسمی سازمان پدافند غیرعامل کشور شناسایی و اولویت‌بندی شده، سپس به فراخور نیاز و اهمیت زیرساخت، اقدامات دفاعی برنامه‌ریزی و اجرایی شوند. همچنین درون محیط زیرساخت‌ها نیز برخی دارایی‌هایی که از جذابیت و اهمیت بالاتری برخوردار هستند باید در اولویت اقدامات دفاع پهپادی اعم از پدافند کالبدی یا روش‌های مبتنی بر جنگ الکترونیک و غیره باشند.

این اصل، در دو مقیاس راهبردی و عملیاتی قابل تفسیر است. مقیاس اول، در زمینه اولویت‌بندی زیرساخت‌ها در سطح ملی می‌باشد که راهبردی‌است و مقیاس عملیاتی مربوط به حوزه درونی زیرساخت و اولویت‌بندی اجزاء و دارایی‌های درون آن‌است. موضوع اولویت‌بندی زیرساخت‌های مورد نیاز به دفاع در برابر تهدیدات پهپادی چه در مقیاس کلان و چه مقیاس موضعی، در ساختار اقدامات پدافند غیرعامل می‌گنجد.

۷- اصل مقاوم‌سازی

مقاوم‌سازی یکی از قدیمی‌ترین اصول در پدافند کالبدی بوده‌است

که در زمینه حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی نیز جاری می‌باشد. در زیرساخت‌های جدید بسته به درجه اهمیت زیرساخت‌های حیاتی جدید باید از روش‌هایی نظیر ساخت فضاهای زیرزمینی، سلولی‌سازی، ساخت سوله‌های بتنی و غیره مقاومت دارایی‌ها را در برابر تهدیدات پهپادی بالا برد. تفاوت اساسی این اصل با اصل خودمحافظتی زیرساخت در این است که اصل مقاوم‌سازی، عمدتا بر حوزه زیرساخت‌های جدیدالاحداث تمرکز دارد و اصل خودمحافظتی در حوزه زیرساخت‌های موجود متمرکز است. هر دو این اصول در حوزه اقدامات پدافند غیرعامل (پدافند کالبدی) می‌باشند.

۸- اصل نوآوری و به‌روزرسانی

از آنجا که سناریوهای تهدیدات پهپادی بسیار پویا هستند، روش‌ها و رویکردهای دفاع در برابر این تهدیدات نیز باید تا حد امکان نوآورانه و خلاقانه باشد. به‌علاوه متناسب با تغییر در شرایط تهدیدات، به‌روزرسانی‌های لازم نیز باید صورت پذیرد.

این اصل به‌موضوع کلان و اساسی روزآمدی اقدامات چه در حوزه دفاع عامل و چه غیرعامل اشاره دارد فلذا یک اصل راهبردی محسوب می‌شود.

۹- اصل پراکندگی و تفرقه

در مکانیابی و جانمایی زیرساخت‌های جدید، توجه به دو موضوع پراکندگی و تفرقه بسیار ضروری‌است. بدین معنا که فاصله اجزاء یا دارایی‌های موجود مختلف از حد استاندارد تعیین شده نباید کمتر باشد. همچنین زیرساخت‌های جدید با رعایت حداکثر فاصله معقول از سایر زیرساخت‌ها باید مکانیابی گردد. در واقع با ایجاد پراکندگی یا تمرکز زدایی از ایجاد کلونی هدف برای دشمن پرهیز شده و خدمات زیرساختی به‌نحو مطلوبی در سراسر کشور توزیع می‌شوند.

اصل حاضر از آنجا که اشاره‌کننده به موضوع نحوه قرارگیری، چیدمان و آمایش زیرساخت‌ها می‌باشد لذا یک اصل عملیاتی می‌باشد و در ذیل اقدامات پدافند غیرعامل قرار می‌گیرد.

۱۰- اصل استتار و اختفاء مدرن

استتار و اختفاء از اصول عملیاتی سنتی و قدیمی در پدافند غیرعامل هستند. اما با پیشرفت فناوری‌های سنجش از دور، بکارگیری نوع قدیمی آنها جوابگو نمی‌باشد و حتی ممکن است باعث آشکارتر شدن هدف گردند. لذا با علم به این موضوع که اصل دیده و شناسایی نشدن برای دشمن موضوعی غیرقابل انقضاء می‌باشد باید با بهره‌گیری از جدیدترین فناوری‌ها و سامانه‌ها، اهدافی را که ممکن است دشمن پی به ماهیت آنها برده و مورد حملات پهپادی قرار دهد، استتار و اختفاء نمود.

مقیاس این اصل نیز به زیرساخت‌ها و دارایی‌های کلیدی درون آن بازگشته، فلذا اصلی عملیاتی می‌باشد. جنس اقدامات نیز صرفا در حوزه دفاع غیرعامل می‌باشد.

۱۱- اصل مصونیت زنجیره خدمت

اگر زیرساختی مورد حمله پهپادی قرار گرفت، نقش آن باید در شبکه زیرساخت‌های حیاتی حوزه خود شناسایی شده و برای جایگزین کردن سریع خدمت آن زیرساخت برنامه‌ریزی نمود. در واقع هر گره از شبکه زیرساختی در صورت حذف نباید اثری هنگفت بر کل شبکه گذارد.

تامین پایداری و تاب‌آوری زنجیره خدمت شبکه زیرساخت‌های کشور اعم از نظامی و غیرنظامی یک موضوع راهبردی و کلان است و صرفا در مقیاس یک زیرساخت نمی‌باشد. لذا از این اصل، به‌عنوان یک اصل راهبردی می‌توان نام برد. مصونیت‌بخشی به زنجیره خدمت، ترکیبی از تصمیمات مدیریتی و فنی‌مهندسی است که ذیل اقدامات دفاع غیرعامل قرار می‌گیرند.

۱۲- اصل کاهش جذابیت

تلاش برنامه‌ریزان و مدیران حوزه زیرساختی باید بر این امر معطوف باشد که با کاستن از درجه اهمیت زیرساخت‌ها، جذابیت آنها را برای هدف‌گیری توسط دشمن کاهش دهند. به‌عنوان نمونه باید تلاش کرد یک مرکز حیاتی تبدیل به دو یا چند مرکز حساس و یک مرکز حساس تبدیل به دو یا چند مرکز مهم گردد. هرچند پیاده‌سازی این اصل ممکن است امری زمان‌بر و پرهزینه باشد، اما در درازمدت، هزینه‌های تهاجم احتمالی دشمن به زیرساخت‌ها را بیش از عواید آن خواهد کرد که این امر موجب بازدارندگی می‌گردد.

اصل کاهش جذابیت زیرساخت‌ها، در مقیاس تصمیمات کلان و راهبردی به‌وقوع می‌پیوند و نتیجه آن در سطوح پایین‌تر زیرساخت‌ها دیده خواهد شد. لذا یک اصل راهبردی می‌باشد و از آنجاکه ارتباط چندانی با بکارگیری روش‌های عامل دفاع ندارد، ذیل دفاع غیرعامل قرار می‌گیرد.

۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق تلاش گردید با بهره‌گیری از اسناد بالادستی و مصاحبه کیفی با خبرگان طرح، گزاره‌های اولیه برای تدوین اصول اساسی حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات پهپادی با استفاده از روش کیفی تحلیل مضمون استخراج گردد. پس از انجام فرایند تحلیلی تحقیق، ۱۲ اصل استخراج گردید که

عبارتند از اصل دفاع ترکیبی هوشمندانه، اصل دفاع لایه‌به‌لایه، اصل خوداتکایی، اصل مهار پیامدها، اصل خودمحافظتی زیرساخت، اصل اولویت‌بندی، اصل مقاوم‌سازی، اصل نوآوری و به‌روزرسانی، اصل پراکندگی و تفرقه، اصل استتار و اختفاء مدرن، اصل مصونیت زنجیره خدمت، اصل کاهش جذابیت.

اصول بدست‌آمده، ترکیبی از قابلیت‌ها و ظرفیت‌های دفاع عامل و غیرعامل می‌باشند. اما همانطور که پیداست، بیشتر این اصول (۸ اصل از ۱۲ اصل)، صرفا بر جنبه غیرعامل دفاع متمرکز بوده و بیشتر بر حوزه مهار پیامدهای و کم‌اثرسازی خسارات تاکید دارند که رویکردی پایدار، تاب‌آور و دائمی نسبت به تهدیدات می‌باشند. در واقع، می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که با پیشرفت روزانه فناوری‌های تهاجمی پهپادی، در کنار تقویت و روزآمدسازی سامانه‌های پدافندی که امری پرهزینه می‌باشند باید به رویکردها، تصمیمات و اقداماتی روی آورد که در برابر تهدیدات متنوع پهپادی، از ثبات و اثربخشی ماندگارتری برخوردار باشند.

در صورتی که این اصول در سطوح راهبردی و عملیاتی مورد توجه برنامه‌ریزان دفاعی کشور قرار گیرد، سطح قابل‌توجهی از آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی کشور در برابر تهدیدات پهپادی کاهش خواهد یافت.

۶- مراجع

1. M. Nair, H.Sriraman, H.Gadiparthy, V. Pattabiraman, DroneSilient (drone + resilient): an anti-drone system. 2024. doi.org/10.1186/s40537-024-01004-6

2. H. Gonzalez-Jorge, E.Aldao, G.Fontenla-Carrera, Veiga-E. López, E.Balvís, E.Ríos-Otero, Preprints. 2024.

3. A.Yasmeen, O. Daescu, Recent Research Progress on Ground-to-Air Vision-Based Anti-UAV Detection and Tracking Methodologies: A Review. Drones. 9, 58. 2025. https://doi.org/10.3390/drones9010058

4. V.Castrillo, U. Manco, A.Pascarella, D. Gigante, A Review of Counter-UAS Technologies for Cooperative Defensive Teams of Drones., Drones. 6, 65. 2022. https://doi.org/10.3390/drones6030065

5. L. Ning, S. Zhenglian, H. Ling, M. Karatas, Y. Zheng, Optimization of Air Defense System Deployment Against Reconnaissance Drone Swarms. COMPLEX SYSTEM MODELING AND SIMULATION, V3, N2. 2023. https://doi.org/10.23919/CSMS.2023.0003

6. H. Dadvand, M. Afshordi, The Principles Of Military Preparation And The Effect On The Performance Of Armed Forces. Journal of Strategic Denense Studies, No 98, 2024 (In Persian).

7. H. Baghbani, Improving the combat capability of strategic drones against airborne threats (dimensions, components, indicators), Journal of Strategic Denense Studies., No 96, pp 251-274. DOR: 20.1001.1.20084897.1403.22.96.11.9, 2024 (In Persian).

8. M. Araghizadeh, Gh. Jalali, H. Forouzan, Prioritized solutions of Electronic and Cyber defense in Drone detection and defense using analytical hierarchy process (AHP). Journal of Safe City, No 26. Pp 153-169, 2024. (In Persian).

9. A. Peykam, H. Shahbandarzadeh, Prioritize Factors Affecting the Operation of UAVs on Future.Heterogeneous Wars by Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process, Scientific journal of Passive Defense, Imam Hossein Comprehensive University, No 41. Pp. 51-61, 2020 (In Persian).

10. Z. Tang, H. Ma, Y. Qu, X. Mao, UAV Detection with Passive Radar: Algorithms, Applications, and Challenges. Drones. 9, 76. 2025. https://doi.org/10.3390/drones9010076

11. Y. Zidane, J. Silva, G. Tavares. Jamming and spoofing techniques for drone neutralization: An experimental study. Drones, 8, 743. 2024. https://doi.org/10.3390/drones8120743

12. H. Ghasemi, Research Referrence. Tehran: Andishe Ara, 2021. (In Persian).

13. O. Gandomi, S. Savari. The components of the manager of the future balance of the Islamic revolution based on the management career of Shahid Raisi in the system of statements of the supreme leader by the method of thematic analysis. No 18, pp 11-37, 2024. (In Persian).

۱۴. قرآن کریم، سوره انبیاء، آیات ۷۹ و ۸۰

۱۵. نهج‌البلاغه، نامه‌های ۱۱ و ۱۲

۱۶. بیانات بنیانگذار کبیر انقلاب اسلامی

۱۷. بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی

پی‌نوشت:

مشخصات جامعه خبرگان مورد مصاحبه:

۱. سردار مسئول محترم قرارگاه مقابله با ریزپرنده‌ها- ستاد کل نیروهای مسلح

۲. سرهنگ پاسدار مسئول محترم ستاد مقابله با ریزپرنده‌ها- نیروی هوافضای سپاه

۳. سردار معاون محترم جنگال و سایبری-نیروی هوافضای سپاه

۴. امیر فرمانده محترم یگان پهپادی نهاجا

۵. جانشین قرارگاه پدافند الکترونیک و مسئول مقابله با ریزپرنده-ها- سازمان پدافند غیرعامل کشور

۶. سردار معاونت محترم مهندسی و پدافند غیرعامل قرارگاه عملیاتی خاتم‌الانبیاء ستاد کل نیروهای مسلح

۷. عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۸. عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۹. عضو هیئت علمی دانشگاه علوم هوایی شهید ستاری

۱۰. امیر خلبان، مدیر کل سابق اطلاعات دفاعی ستاد کل نیروهای مسلح، هیئت علمی دانشگاه عالی دفاع ملی