Supreme National Defense University Defense Logistics and Technology

https://amfad.sndu.ac.ir E-ISSN: 2980-8073

Vol. 9, No. 3, Issue. 31, Autumn 2026 **Received:** 2025/10/31 **Accepted:** 2026/03/16

Research paper

Identification and Prioritization of Effective Strategies for Enhancing the Capabilities of Combat Unmanned Aerial Vehicles: A Case Study of an Armed Forces Organization

Reza Shamloo
Assistant Professor, Department of Management, Faculty of Command and Control Engineering, Khatam al-Anbia Air Defense University, Tehran, Iran (Corresponding Author).
Email: rezashamloo1355@gmail.com
Mohammad Yousefi Khoshghalb
Professor, Department of Management, Faculty of Command and Control Engineering, Khatam al-Anbia Air Defense University, Tehran, Iran.
Mohammad Ali Ranjbar
Professor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Khatam al-Anbia Air Defense University, Tehran, Iran.
Obeid Rostami
MSc in Command and Control Engineering, Graduate School, Khatam al-Anbia Air Defense University, Tehran, Iran.

Abstract

Changes in the strategies of warfare in recent years indicate that major military powers increasingly rely on air warfare, particularly remotely piloted aircraft, including unmanned aerial vehicles (UAVs). In the absence of an adequate balance between the capabilities of air defense equipment and air-based offensive systems, as well as the failure to identify and develop appropriate strategies for enhancing the technical and operational capabilities of UAVs to counter aerial threats, adversaries that proactively assess and strengthen their combat capabilities during peacetime through the adoption of emerging technologies in weapon systems, particularly UAVs, may gain a strategic advantage. The aim of this study is to identify and prioritize effective strategies for enhancing the capabilities of combat UAVs, using one of the organizations of the Armed Forces as a case study. The study is applied in terms of its purpose and descriptive in terms of its methodology, employing a mixed-methods approach. The statistical population comprised commanders and personnel in the study domain, totaling 220 individuals, from whom a sample of 132 participants was determined using Cochran's formula. Data were collected through document review and a questionnaire. The reliability of the questionnaire was assessed using Cronbach's alpha, while the Friedman test was employed to prioritize the proposed strategies. The findings indicate that the use of UAVs provides substantial operational advantages. Timely and accurate information transmission can enhance the speed of detection and identification and improve the offensive capabilities of air defense forces, thereby significantly supporting commanders' situational awareness on the battlefield. Finally, 49 factors related to enhancing the capabilities of combat UAVs were identified and prioritized across two domains: operational and technical.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicles (UAVs); Combat UAVs; Capability Enhancement; Operational Capability; Technical Capability.

سال نهم، شماره سوم (پیاپی ۳۱)، پاییز ۱۴۰۵، صص. ۱۶۷- ۲۰۶
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۹ ـ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۵

مقاله پژوهشی

شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر بر ارتقای قابلیت‌های پهپادهای رزمی (مورد مطالعه: یکی از سازمان‌های نیروهای مسلح)

رضا شاملو
استادیار گروه مدیریت، دانشکده مهندسی فرماندهی و کنترل، دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء(ص)، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
Email: rezashamloo1355@gmail.com

محمد یوسفی خوش قلب
استاد گروه مدیریت، دانشکده مهندسی فرماندهی و کنترل، دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء(ص)، تهران، ایران

محمدعلی رنجبر
استاد گروه مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء(ص)، تهران، ایران

عبید رستمی
کارشناسی ارشد مهندسی فرماندهی و کنترل، مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء(ص)، تهران، ایران

چکیده

تغییر استراتژی نبرد در سال‌های اخیر مؤید این موضوع است که کشورهای قدرتمند نظامی، جنگ‌های خود را بر پایه نبرد هوایی به‌ویژه پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور (پهپاد) پایه‌گذاری می‌نمایند. جای شکی نیست که در صورت عدم توازن توانمندی تجهیزات ن.م در برابر سامانه‌های آفندی هواپایه و همچنین عدم احصا و تدوین راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی و عملیاتی پهپادها در جهت مقابله با تهدیدهای هوایی، پیروز میدان، طرفی است که در زمان صلح با تهیه برآورد صحیح نسبت به ارتقای توان رزمی خود با به‌کارگیری فنّاوری نوین در تسلیحات به‌ویژه پهپادها گام مؤثر بردارد. هدف تحقیق، شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر بر ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی (مورد مطالعه: یکی از سازمان‌های نیروهای مسلح) است. نوع پژوهش، کاربردی و روش آن، توصیفی با رویکرد آمیخته است. جامعه آماری شامل فرماندهان و کارکنان حوزه مورد مطالعه است که ۲۲۰ نفر در نظر گرفته شده و جامعه نمونه با استفاده از فرمول کوکران ۱۳۲ نفر تعیین گردید. گردآوری داده‌ها از طریق اسناد و مدارک و پرسش‌نامه انجام و جهت پایایی پرسش‌نامه از آلفای کرونباخ و در راستای اولویت‌بندی راهکارها، از آزمون فریدمن استفاده گردید. نتایج تحقیق بیانگر این مطلب است که به‌کارگیری پهپاد مزیت‌های عملیاتی زیادی دارد. ارسال اطلاعات در زمان و دقیق می‌تواند سرعت کشف و شناسایی و قدرت تهاجمی ن.م را بالا برده و به فرماندهان صحنه نبرد کمک شایانی در آگاهی وضعیتی از صحنه نبرد نمایند. در پایان در رابطه با راهکارهای ارتقای قابلیت‌های پهپادهای رزمی تعداد ۴۹ عامل در دو حوزه عملیاتی و فنی احصا و اولویت‌بندی گردید.

کلیدواژه‌ها: پهپاد، پهپاد رزمی، ارتقا، قابلیت عملیاتی، قابلیت فنی

20.1001.1.28212606.1405.9.3.5.1 https://amfad.sndu.ac.ir/ E-ISSN: 2980-8073

صحت مطالب بر عهده نویسنده مقاله است و بیانگر دیدگاه دانشگاه عالی دفاع ملی نیست.

مقدمه

فناوری پرنده‌های بدون سرنشین امروزه یکی از دغدغه‌های اساسی سیاست‌گذاران علوم و فناوری دفاعی هر کشور است که در دهه‌های اخیر نقش بسیار چشمگیری در عرصه فعالیت‌های مختلف نظامی و غیرنظامی داشته است. هواپیماهای بدون سرنشین با خصوصیات آیرودینامیکی این امکان را دارند تا مهمات و سایر تجهیزات و جنگ‌افزارها را با خود حمل کنند. هواپیماهای بدون سرنشین ازجمله تجهیزات پیشرفته عصر حاضرند که در صحنه نبرد جایگاه ویژه‌ای دارند. در سال‌های اخیر به‌منظور کاهش هزینه‌ها و خطرات به‌کارگیری، پهپادها به‌طور چشمگیری مورد توجه نیروهای نظامی قرار گرفته است و نقش بسیار مهم پهپادها در تعیین سرنوشت جنگ‌ها، فرماندهان را بر آن داشته است که نگاهی ویژه و خاص به این‌گونه پرنده‌ها داشته باشند (شاملو، ۲۴:۱۴۰۱). نقش بسیار مهم پهپادها در تعیین سرنوشت جنگ‌ها همانند جنگ آذربایجان و ارمنستان در سال ۲۰۲۱ و جنگ روسیه با اوکراین و دفاع مقدس دوازده‌روزه (نبرد جمهوری اسلامی ایران و رژیم منحوس صهیونیستی) فرماندهان را بر آن داشته است که نگاهی ویژه و خاص به این‌گونه پرنده‌ها داشته باشند؛ به‌گونه‌ای که تولید، ساخت و یا بهینه‌سازی این محصولات شتاب خاصی نسبت به گذشته به خود گرفته و در سال‌های آینده نیز اهمیت این پرنده‌های ارزشمند چند برابر خواهد شد. در همین رابطه اخیراً نیز ستاد کل نیروهای مسلح با تعیین شرح وظایف خاص پهپادی برای هر نیرو، شرایط جدیدی را برای هر نیرو فراهم نموده است که براساس این ابلاغیه، هر نیرو در راستای محقق نمودن فرایند مأموریت‌های ذاتی خود از نوع خاصی از پهپاد استفاده می‌کند. گستردگی مأموریت‌های نیروهای مسلح و سرعت بسیار بالای تغییرات محیطی، نیاز به‌کارگیری تسلیحات به‌روز و مناسب برای مقابله با انواع تهدیدها را مشخص می‌نماید (باقری، ۲۵:۱۴۰۲). با توجه به این‌که پهپادهای رزمی در نیروهای مسلح به‌کار گرفته می‌شوند؛ بنابراین به‌کارگیری مناسب این پهپادها و ارتقا قابلیت‌های آن‌ها در حوزه‌های فنی و عملیاتی، از اهمیت بالایی برای ن.م برخوردار است. هدف این تحقیق شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر بر ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی (مورد مطالعه: یکی از سازمان‌های

نیروهای مسلح) است.

گستردگی مأموریت‌های نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران و سرعت بسیار بالای تغییرات محیطی، نیاز به‌کارگیری تسلیحات بروز و مناسب برای مقابله با انواع تهدیدها دارد. در همین راستا نیروهای مسلح کشور ما نیز بنا درک عمیق کارایی و نقش مؤثر هواپیماهای بدون سرنشین در صحنه‌های نبرد آینده، از اواخر دوران هشت‌ساله دفاع مقدس تاکنون با تکیه‌بر فناوری بومی و صنعت دفاعی کشور اقدام به ساخت و بهره‌برداری از این سامانه‌ها و توسعه آن نموده است. درعینِ‌حال دشمنان جمهوری اسلامی ایران (به‌ویژه آمریکا و رژیم صهیونیستی)، علاوه بر امکانات گسترده فعلی در بهره‌برداری از هواپیماهای سرنشین دار در اقدامات و مأموریت‌های مختلف، توجه و سرمایه‌گذاری عظیمی در بخش تحقیق و توسعه، افزایش توانایی و قابلیت و بهره‌برداری از هواپیماهای بدون سرنشین نموده‌اند. در مقام مقایسه با تجربیات جهانی و منطقه‌ای و کشورهای قدرتمند و صاحب فناوری‌های مختلف درخصوص بهره‌برداری از پهپادها و توجه به ابعاد گوناگون پیشرفته‌ای علمی و ارتقای قابلیت‌های آن‌ها، تاکنون پیشرفت‌های قابل قیاسی درزمینهٔ ارتقا قابلیت‌های عملیاتی و فنی و به‌کارگیری فناوری‌های به‌روز دنیا مانند هوش مصنوعی و ... در ن.م جمهوری اسلامی ایران در این حوزه حاصل نشده است. اندیشمندان حوزه‌های نظامی دفاعی اعتقاد دارند برای مقابله با تهدیدات پیشرفته پهپادی، ایجاد یک ساختار پدافندی چندلایه و جامع امری حیاتی است. این ساختار شامل سامانه‌های پیشرفته راداری، سامانه سلاح‌های مختلف و غیره است. ضمناً یکی از این تجهیزات و لایه‌های دفاعی برای مقابله با تهدیدات پیشرفته پهپادی، استفاده از خود پهپاد است. به همین دلیل توجه به راهکارهای ارتقا توانمندی‌ها و قابلیت‌های عملیاتی و فنی و هواپیماهای بدون سرنشین و متناسب با نیاز دفاعی کشور در جهت پاسخ‌گویی به تهدیدهای دشمنان و جبران عقب‌ماندگی‌های احتمالی، یکی از الزامات جدی نیروهای مسلح در این بخش هست. ازآنجایی‌که به موضوع راهکارهای ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی در سازمان‌های ن.م به‌صورت مدون و علمی در منابع و مراکز دانشگاهی کم‌تر پرداخته شده است؛ بنابراین فقدان شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر بر ارتقای قابلیت‌های

پهپادهای رزمی (مورد مطالعه: یکی از سازمان‌های نیروهای مسلح) مسئله اصلی این تحقیق را تشکیل می‌دهد و محقق در نظر دارد به آن بپردازد و به سؤال اصلی آن‌که «راهکارهای مؤثر بر ارتقای قابلیت‌های پهپادهای رزمی کدام‌اند؟» پاسخ دهد. انجام تحقیق در جنبه‌های مشروحه ذیل دارای اهمیت است: تبیین نظام‌مند و علمی موضوع راهکارهای ارتقای قابلیت‌های پهپادهای رزمی می‌تواند به‌عنوان مرجع علمی و عملی مورد استفاده قرار گیرد و به غنای متون نظری و پژوهشی در این رابطه کمک نموده و راهنمای خوبی برای برنامه‌ریزان و مسئولان و فرماندهان ن.م در این مورد است. عدم انجام این تحقیق می‌تواند حداقل عواقب و پیامدهای ذیل را در برداشته باشد:

موجب ناشناخته باقی ماندن راهکارهای ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی و کاهش توان رزم ن.م و عدم تحقق ارتقا قابلیت‌های مطلوب و مورد انتظار پهپادهای رزمی در جهت اجرای مأموریت‌های محوله و مغفول ماندن بخشی از پیش‌بینی‌های لازم (ابعاد و مؤلفه‌های رزمی) در جهت به‌کارگیری پهپادهای یادشده در حوزه‌های عملیات و فنی می‌گردد. با توجه به این‌که تاکنون تحقیقی مبتنی بر معرفی راهکارهای ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی ن.م صورت نپذیرفته است، مؤید نو و بدیع بودن این پژوهش است.

۱. پیشینهٔ پژوهش

با بررسی به‌عمل‌آمده از مراکز دانشگاهی نیروهای مسلّح و دانشگاه‌های ارتش جمهوری اسلامی ایران و سامانه تحقیقات نظری آجا، تاکنون پژوهشی در مورد موضوع فوق، صورت نپذیرفته است؛ اما برخی تحقیقات مشابه که پیرامون موضوع تحقیق صورت گرفته است به شرح زیر است:

روح‌الله اسفندیاری (۱۴۰۰)، در پژوهشی کاربردی در دافوس آجا با عنوان «بهبود عملکرد پهپادهای تهاجمی در ارتقای آمادگی رزمی نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران» به بررسی موضوع پرداخته و در پایان چنین نتیجه‌گیری نموده است پهپادها طیف گسترده‌ای از مأموریت‌های شناسایی، جاسوسی، هدایت آتش، حمله مستقیم و ... را انجام می‌دهند و با

کاربردهای متنوع و متفاوت خود به‌عنوان یک سلاح ارزشمند در سامانه دفاعی دنیا محسوب می‌شوند.

رضا شاملو (۱۴۰۱)، در تحقیقی کاربردی در فصلنامه مطالعات جنگ با عنوان «واکاوی نقش پهپادها در فرماندهی و کنترل صحنه نبرد» در فصلنامه به بررسی موضوع تحقیق پرداخته و در پایان چنین نتیجه‌گیری نموده است که نقش پهپادها در فرماندهی و کنترل صحنه نبرد اعم از شناسایی، مراقبت و هدف‌یابی، جمع‌آوری الکترونیکی، ارتباطی و عملیات رزمی و غیره بسیار بوده و پهپادها بخشی جدایی‌ناپذیر از جنگ و فرماندهی و کنترل صحنه نبرد محسوب می‌گردند.

قاسم باقری (۱۴۰۲)، در پژوهشی کاربردی در دانشکده فارابی با عنوان «سازوکارهای ارتقا به‌کارگیری هواپیماهای بدون سرنشین (پهپادها) در مأموریت‌های نیروی پدافند هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران» به بررسی موضوع پرداخته و در پایان چنین نتیجه‌گیری نموده است:

الف. در حوزه پهپادهای رزمی

- ❖ افزایش اعتبارات واگذار شده در حوزه پهپادی؛
- ❖ توسعه و چابک سازی ساختاری متناسب با تهدیدات؛
- ❖ گسترش گردان‌های واکنش سریع.

ب. در حوزه پهپادهای پشتیبانی رزمی

- ❖ افزایش اعتبارات واگذاری در راستای تأمین تجهیزات و قطعات پهپادها؛
- ❖ بهره‌گیری از نیروی انسانی متخصص و مجرب و آموزش متناسب و مستمر خلبانان و کارکنان؛
- ❖ تشکیل گردان‌های پشتیبانی و واکنش سریع؛
- ❖ قابلیت نصب تجهیزات محمول مراقبتی و جمع‌آوری الکترونیکی بر روی پهپادهای مختلف.

محمدباقر چالاکی (۱۴۰۳)، در پژوهشی کاربردی در فصلنامه مطالعات جنگ با عنوان «به‌کارگیری پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور (پهپاد) در مأموریت‌های کشف نیروی پدافند هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران» به بررسی موضوع پرداخته و در پایان چنین نتیجه‌گیری نموده است ۸۴/۲ درصد جامعه نمونه معتقدند از پهپادهای مجهز به سامانه‌های اپتیکی دوربین فیلم‌برداری و دوربین از نوع دید در روز/شب و دوربین حرارتی، همچنین پهپادهای مجهز به سامانه‌های سیگنالی کامینت و جهت‌یاب شنود ارتباطی، الینت و IFF می‌توان در مأموریت کشف نپاجا بهره برد.

پروفسور «والری مودباز» (۲۰۲۱) در پژوهشی علمی کاربردی در فصلنامه علوم و هنرهای اجتماعی با عنوان «اهمیت پهپادها در جنگ مدرن و درگیری‌های مسلح» به بررسی موضوع پرداخته و در پایان چنین نتیجه‌گیری نموده است که پهپادها و وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین به‌عنوان ابزاری ضروری در نبردهای مدرن، مفید باشد و این پهپادها هزینه‌های جنگ را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهد.

دکتر «ناوجوت سینگ بدی» (۲۰۲۳) در پژوهشی کاربردی در فصلنامه سینرژی با عنوان «پهپادها به‌عنوان نیروی چند برابر کننده در جنگ‌های آینده» به بررسی موضوع پرداخته و در پایان چنین نتیجه‌گیری نموده است که بازده سرمایه‌گذاری ارائه شده توسط پهپادها با افزایش سیال بودن عملیات، افزایش پیدا کرده و به‌طور مؤثر حریف را انکار کرده و گزینه‌ای برای اتخاذ یک راهبرد جایگزین بوده و درنتیجه امکان موفقیت را فراهم می‌کند.

۲. مفهوم شناسی

۲-۱. «پهپادها»[۱]

پهپادها، تجهیزات نقلیه هوایی با نیروی محرکه هستند که افرادی با عنوان اپراتور را با خود حمل نمی‌کنند و برای به پرواز درآمدن از نیروهای آئرودینامیک استفاده می‌کنند. آن‌ها از راه دور قابل هدایت و کنترل هستند یا به‌طور خودکار و براساس برنامه از پیش تعیین‌شده و یا

۱. پرنده هدایت‌پذیر از راه دور

سامانه‌های پویای پیچیده هوشمند می‌توانند همواره و همیشه به‌صورت شبانه‌روزی در شرایط مختلف آب‌وهوا پرواز کنند (Wezeman, 2014). پهپادها به‌وسیله کنترل زمینی یا هوایی هدایت‌شده و یا برنامه‌ریزی می‌شوند، به همین دلیل هواپیمای هدایت‌شونده از راه دور نامیده می‌شود (مطاعی و پریانی، ۱۳۹۷:۳۰). تا چند سال اخیر عمده‌ی کاربرد پهپادها در شناسایی و مراقبت‌های نظامی بوده است؛ اما اخیراً گرایش‌های جدیدی به این هواپیماها به‌دلیل پیشرفت‌های فناورانه مدرن در زمینهٔ بدنه هواپیما، سامانه‌های هدایت پیشرانه و محموله‌ها به وجود آمده است (Wong, 2017).



شکل ۱: پهپاد انتحاری شاهد ۱۳۶(ساخت ایران)

۲-۲. ساختار کلی پهپادها

هرچند پهپادها در ابتدا با رویکرد نظامی و انجام مأموریت‌های نظامی طراحی و ساخته‌شده‌اند؛ اما امروزه در امور غیرنظامی نیز کاربرد فراوان داشته و مزایای فراوان به‌کارگیری از آن‌ها در امور مختلف مشخص گردیده است. به‌طورکلی عملکرد همه پهپادها نشئت گرفته از چهار لایه اصلی هستند که این چهار لایه عمده عبارت‌اند از:

۱. مجموعه پرواز ؛
۲. مجموعه اجرای مأموریت؛
۳. مجموعه بار مفید؛
۴. مجموعه هشدار (عباسپور، ۱۳۹۶:۴۳).

۲-۳. پهپادهای رزمی

پهپادهایی رزمی برای انجام حملات هوایی و اهداف دقیق طراحی شده‌اند و معمولاً قابلیت حمل موشک‌ها، بمب‌ها و دیگر تجهیزات نظامی را دارند. این. پهپادهای رزمی طیف وسیعی از مدل‌ها را شامل می‌شوند که برای مأموریت‌های مختلف نظامی مانند تهاجمی، رهگیری، انتحاری، جنگال طراحی شده‌اند (باقری، ۴۴:۱۴۰۲). در این مقاله، به مأموریت‌های تهاجمی، رهگیری، جنگال و انتحاری این نوع پهپادها پرداخته شده است.

۲-۴. انواع پهپادهای رزمی

❖ پهپادهای تهاجمی

پهپادهای تهاجمی، باقابلیت پرواز زیر صوت و ماندگاری طولانی در پرواز ایستگاهی (بیش از ۲۴ ساعت) و در ارتفاع بالا روی منطقه مورد نظر و باقابلیت پنهان ماندن از دید رادار، توان انجام مأموریت‌های شناسایی و تهاجمی و به‌کارگیری مهمات هدایت دقیق با استفاده از حساسه‌های چند طیفی را دارا هستند ضمن آنکه از توان محدود عملیاتی در نبرد هوابه‌هوا نیز برخوردار هستند. این پهپادها با به‌کارگیری یک سری حسگرهای چند طیفی (اپتیکی، فروسرخ، راداری و لیزری) می‌توانند اطلاعات لازم را به مهمات هدایت‌پذیر دقیق و دور پرتاب نیز انتقال دهند (صارمی، ۴۳:۱۳۹۲).

❖ پهپادهای رهگیری

این نوع از هواپیماهای بدون سرنشین برای عملیات رزمی مناسب بوده و شامل هواپیماهایی هستند که قابلیت بالا در انجام مانور و مبارزه هوابه‌هوا دارند که از دقت نظر بالایی نسبت به هدف زنی تهاجمی زمینی برخوردار هستند (Arjomandi,2016).

❖ پهپاد انتحاری

امروزه پهپادها علاوه بر انهدام اهداف از طریق بمب یا موشک، می‌توانند در یک عملیات انتحاری، توسط هدایت‌گرانی که کیلومترها آن‌طرف‌تر فقط نظاره‌گر عملیات هستند، خود را

به بدنه اهداف مهم بکوبد و آن هدف را منهدم کند (https://www.javanonline).



شکل ۲: هواپیمای بدون سرنشین پریدیتور (ساخت ایالات‌متحده آمریکا)

۲-۵. پهپاد جنگ الکترونیک

یکی از عمده‌ترین وظایفی که پهپادها بر عهده دارند، مشارکت در جنگ‌های الکترونیکی است. بدین منظور از دو روش برای از هم گسیختن ارتباط رادارهای دشمن استفاده می‌کند؛ یکی فروریختن «خاشه»[1] و دیگری ایجاد اختلال الکترونیکی توسط فرکانس‌های مختلف رادیویی. در این خصوص می‌توان از هواپیمای «ای کیو ام-۳۴ وی» نام برد که مأموریت خود را بدین‌صورت انجام می‌دهد (شکوهی، ۲۴:۱۳۹۶).

۲-۶. مأموریت‌های ن.م در حوزه پهپادها

کلیه اقداماتی که جهت خنثی کردن و یا کاهش دادن قدرت عمل حملات هواپیماها و یا موشک‌های هدایت‌شونده دشمن انجام می‌گردد مربوط به مأموریت‌های ن.م در حوزه پهپاد است. این مأموریت‌ها در حوزه پهپاد در سه بخش زیر رزمی، پشتیبانی رزمی و پشتیبانی خدمات رزم تقسیم می‌شوند.

1. Chaff

۲-۷. قابلیت عملیاتی

منظور از قابلیت عملیاتی، توانمندی‌های بالقوه و مؤثری است که پهپادهای رزمی از آن برخوردار بوده و به اجرای صحیح مأموریت‌های آن‌ها کمک می‌کند. این قابلیت‌ها شامل توانمندی‌های عملیاتی مختلفی است که به اقدامات تاکتیکی و اجرای عملیات در صحنه نبرد مربوط می‌شود.

۲-۸. قابلیت فنی

به‌طورکلی به توانمندی‌های تجهیزاتی و فناوری موجود که پهپادهای رزمی از آن برخوردار هستند و در جهت اجرای مأموریت به‌کار می‌رود. به‌طورکلی هر نوع پهپادی بسته به نوع مأموریت خود دارای قابلیت‌ها و ویژگی‌های فنی مختلفی است (رستمی، ۱۹:۱۴۰۴).

۲-۹. شاخص‌های فنی و عملیاتی پهپادهای رزمی

۲-۹-۱. «شاخص‌های عملیاتی»[1]

این شاخص‌ها توانمندی پهپاد را در صحنه نبرد و کاربردهای نظامی واقعی بررسی می‌کنند. شاخص‌های عملیاتی پهپادهای رزمی در این تحقیق عبارت‌اند از:

❖ **توان تهاجمی**

شامل توان و قابلیت انجام حملات نقطه‌ای، توانایی شلیک موشک، بمب و سایر مهمات هوشمند و دقت در هدف‌گیری است.

❖ **قابلیت‌های اجرای مأموریت‌های چندگانه**

قدرت و توانایی در رابطه با اجرای مأموریت‌های شناسایی و تجسس، پشتیبانی هوایی نزدیک، نبرد الکترونیک، شلیک و فرار[2]. پهپادهای رزمی باید قادر به مقابله با سیگنال‌های مسدودکننده یا مختل‌کننده، جنگ الکترونیک یا جلوگیری از کنترل‌های رادیویی باشند

1. Operational Indicators
2. Hit & Run

(رستمی،۱۴۰۴:۲۳).

مدیریت مأموریت و خودمختاری

این توان شامل قابلیت پرواز خودکار و مسیریابی هوشمند، امکان مأموریت‌پذیری گروهی[1] و سطح هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی است.

❖ **زمان آماده‌سازی و پاسخ**

این شاخص شامل سرعت آماده‌سازی برای مأموریت و زمان واکنش در شرایط اضطراری است.

❖ **هزینه عملیاتی**

شامل هزینه‌های هزینه پرواز ساعتی، هزینه نگهداری و تعمیرات، هزینه آموزش اپراتورها و قابلیت تعمیر و نگهداری است.

❖ **قابلیت تعمیر و نگهداری**

این شاخص شامل دسترسی به قطعات یدکی و سادگی در تعمیر میدانی است (رستمی،۱۴۰۴:۲۳).

۲-۹-۲. «شاخص‌های فنی»[2]

شاخص‌های فنی پهپادهای رزمی بسته به نوع طراحی، مأموریت و توانمندی‌های هر مدل متفاوت است، اما به‌طورکلی ویژگی‌های زیر برای این نوع پهپادها قابل‌توجه هستند:

❖ **ابعاد و وزن**

وزن خالی و وزن حداکثری برخاست. بسته به نوع پهپاد و مأموریت آن، می‌توان دارای ابعاد و وزن مختلف باشد.

---

1. Swarms

۲. وزن خالی و وزن حداکثری برخاست

❖ **پیشرانش**

تعداد و نوع موتورها (توربوجت، توربوپراپ، الکتریکی، هیبریدی) در پهپاد که تأثیر زیادی بر عملکرد پروازی دارد. بیشتر پهپادهای رزمی دارای یک یا دو موتور هستند (رستمی، ۲۶:۱۴۰۴).

❖ **«سامانه‌های حمل و پرتاب»**[1]

سامانه‌هایی که به پهپادها امکان پرتاب و فرود امن را می‌دهند. این سامانه‌ها می‌توانند شامل پرتابگرهای موشکی، نوارهای پرتاب، یا حتی چترهای نجات برای فرود ایمن باشند.

❖ **مداومت پروازی (زمان پرواز)**

مدت زمانی که پهپاد قادر به پرواز در هوا است تا قبل از نیاز به سوخت‌گیری مجدد یا شارژ باتری. زمان پرواز می‌تواند از چند ساعت (برای مدل‌های کوچک) تا بیش از ۲۴ ساعت (برای مدل‌های بزرگ‌تر و با سوخت‌های فسیلی) متغیر باشد (رستمی، ۲۶:۱۴۰۴).

❖ **«برد عملیاتی»**[2]

بیشینه فاصله‌ای که پهپاد می‌تواند بدون بازگشت طی کند. مسافت قابل پیمایش توسط پهپاد بدون نیاز به سوخت‌گیری مجدد یا تعویض باتری (رستمی، ۲۶:۱۴۰۴).

❖ **«ارتفاع پروازی»**[3]

ارتفاعی که پهپاد قادر به پرواز در آن است. ارتفاع پروازی بستگی به طراحی و هدف پهپاد دارد. برخی پهپادها می‌توانند در ارتفاعات پایین برای شناسایی و حملات دقیق پرواز برخی دیگر برای انجام مأموریت‌های دوربرد، در ارتفاعات بالا پرواز می‌کنند.

1. Launch & Recovery Systems
2. Operational Range
3. Altitude

❖ **«سرعت»**[1]

سرعت پهپاد هنگام پرواز. مقدار سرعت پهپادهای رزمی معمولاً بین ۱۵۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر بر ساعت متغیر است (باقری، ۱۴۰۲:۳۹).

❖ **امکان حمل سلاح**

حداکثر وزن بار مفید (موشک، بمب، دوربین، تجهیزات الکترونیکی و ...) که پهپاد قادر به حمل آن است. بسته به نوع پهپاد، این ظرفیت می‌تواند از چند کیلوگرم (برای پهپادهای کوچک) تا بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم (برای پهپادهای بزرگ و استراتژیک) متغیر باشد.

❖ **پنهان‌کاری**

قابلیت‌های پهپاد برای مخفی شدن از رادارهای دشمن. برخی از پهپادهای رزمی دارای ویژگی‌های استتار برای کاهش شانس شناسایی توسط رادارهای دشمن هستند.

❖ **«سامانه‌های هدایت و ناوبری»**[2]

سامانه‌هایی که پهپاد را قادر به حرکت دقیق و رسیدن به هدف می‌سازند. معمولاً این سامانه‌ها شامل GPS، «INS»[3]، رادار و دوربین‌های پیشرفته هستند که پهپاد را قادر به شناسایی و حمله دقیق به اهداف می‌کنند. مدل‌های پیشرفته‌تر می‌توانند از سامانه‌های خودمختار برای ناوبری و حمله به اهداف استفاده کنند.

«سامانه‌های حساس‌ساز و شناسایی»[4]

تجهیزات مختلفی که برای شناسایی اهداف و جمع‌آوری اطلاعات در پهپادها استفاده می‌شود. شامل دوربین‌های الکترواپتیکال، مادون‌قرمز، رادارهای فعال و غیرفعال، حسگرهای تصویربرداری با وضوح‌بالا و سامانه‌های تشخیص و شناسایی خودکار هدف هستند (باقری، ۱۴۰۲:۳۹).

---

1. Speed
2. Guidance & Navigation Systems

۳. سیستم ناوبری اینرسی

4. Sensors & Reconnaissance Systems

۲-۱۰. سامانه‌ها و حسگرهای مختلف در هواپیماهای بدون سرنشین

۱. حسگرها

حسگرها در پهپادها دارای انواع مختلفی است که عبارت‌اند از:

- ❖ حسگرهای صوتی؛
- ❖ حسگرهای فرکانس رادیویی؛
- ❖ حسگرهای نوری؛
- ❖ حسگرهای نوری امواج الکترومغناطیسی را در محدوده فرکانس‌های مادون‌قرمز؛
- ❖ حسگرهای رادار.

۲. سامانه‌های درگیری و انهدام-خنثی‌سازی

۳. توری‌ها

۴. خنثی‌کننده‌های با استفاده از هواپیمای بدون سرنشین کوچک

۵. سامانه‌های الکترومغناطیس‌ها و لیزرهای پرقدرت

۶. «سامانه‌های الکترواپتیک»[1]

۷. دوربین‌های تصویربرداری حرارتی

۸. سامانه الینت

۹. سامانه کامینت

۱۰. «سامانه شناسایی دوست یا دشمن»[2]

۱۱. فناوری پنهان‌کاری

۱۲. «فناوری شلیک و فراموش کن»[3] (مهدوی، ۴۴:۱۳۹۹)

۱۳. انواع دوربین‌های دید در روز و نور کم (دید در شب)

دوربین‌های اپتیکال یا «نور مرئی» در طول‌موج ۰/۴ تا ۰/۷ میکرومتر عمل می‌کنند. در پهپاد رهگیر دوربین معمولاً در داخل بدنه هواپیما تعبیه و جانمایی می‌گردد. دوربین در اولین

1. Electro-Optic Payload Systems
2. IFF= Identification Friend or Foe
3. Fire and Forget

پوسته محافظ دماغه هواپیمای پهپاد رهگیر قرار می‌گیرد و یک دید ۱۸۰×۳۶۰ به سمت جلو را مهیا می‌سازد(Cooper,2019).

۲-۱۱. هوش مصنوعی در توسعه به‌کارگیری پهپادها

در طی سال‌های گذشته با رشد هوش مصنوعی، پهپادها ازلحاظ ارتباط و کارایی گسترش پیدا کرده و در حال حاضر در دسترس بسیاری از افراد و صنایع قرار می‌گیرد. چراکه با کمک هوش مصنوعی امکان پرواز پهپاد در مدت‌زمان طولانی‌تر و خارج از محدوده دید خلبان به وجود آمده است. رشد و پیشرفت فناوری موجب شده تا اختراعات جذاب زیادی در اختیار بشر قرار بگیرد؛ استفاده از فناوری‌های به‌روز مانند موتور براشلس ضدآب بر روی پهپادها در کنار هوش مصنوعی موجب شده تا استفاده کردن از پهپاد بیشتر شود و با یک نگاه متوجه می‌شوید که پهپادها در حال تبدیل‌شدن به لوازم روزمره و ضروری هستند (مرادی، ۲۳:۱۳۹۸). امروزه در بسیاری از کشورها طرح توسعه ساخت و تولید بومی پهپادهای جدید با ویژگی‌های پیشرفته ازجمله مجهز به سامانه‌های ناوبری و کنترل خودکار، دوربین‌هایی با دقت بالا و سامانه فرود و برخاستن خودکار و سامانه‌های ارتباطی و انتقال اطلاعات برخط در دستور کار قرار دارد. این پهپادها، جز پهپادهای تاکتیکی با حجم متوسط و مأموریت‌های متعدد است (Farley, 2019).

۲-۱۲. عوامل و شاخص‌های مؤثر بر مأموریت‌های پهپادی

به‌طورکلی عوامل و شاخص‌های بر مأموریت‌های پهپادی عبارت‌اند از:

وزن محموله شناسایی، قابلیت فزایش مداومت پروازی، پنهان‌کاری (رادار گریزی)، شرایط اقلیمی، آموزش‌های مؤثر بر مهارت کارکنان، مأموریت (خواست فرمانده)، مهارت در برقراری ارتباط و مخابرات امن، در دسترس بودن به تعداد کافی، تعداد خدمه، شعاع عملیات، وزن برخاست و نشست، درجه خودکار بودن پرنده، زمان آماده‌سازی، ارزش هدف، قدرت مانور پذیری پرنده، نحوه هدایت و ناوبری، وزن محموله عملیات روانی، ارتفاع پرواز، سرعت پرواز،

میزان دید دوربین‌ها (میدان تحت پوشش)، قابلیت دوربین‌ها (دید در شب، عادی، مادون‌قرمز)، سامانه مؤثر پشتیبانی تجهیزات و قطعات یدکی، پرواز در فضای اشباع‌شده سیگنالی، وزن محموله تسلیحاتی، قابلیت تعمیر و نگهداری و ارتقای سامانه محموله، توان پیشرانه پهپاد، دارای فرستنده و گیرنده خودکار با قابلیت تنظیم کدهای مخابراتی، امنیت پرواز، نرخ حوادث و سوانح پروازی، قابلیت ثبت داده‌ها در ایستگاه کنترل زمینی و پهپاد، پایداری پهپاد در پرواز، قابلیت اتصال ارتباطی و قطع آن در منطقه مأموریت، حافظه مقاوم در مقابل سانحه، پرواز ترکیبی، هزینه خدمات به کاربران، کاربرد مستقیم داده‌ها، قابلیت عملیات مکمل با دیگر پهپادها، رهاسازی سلاح‌های هوا به زمین از ذخیره‌های داخلی، قابلیت ارتباط با مرکز کنترل ترافیک هوایی، نوع باطری‌های مورد استفاده برای راه‌اندازی سامانه اویونیک، قابلیت پرواز دسته‌جمعی، میزان استفاده از حسگرهای چندمنظوره (حس‌گر چندمنظوره)، بهینه‌سازی عملکرد پروازی (اسفندیاری، ۱۴۰۰، ۶۶-۶۳).

۳. روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع کاربردی است و روش آن، توصیفی-تحلیلی و رویکرد آن آمیخته (کیفی-کمی) است. داده‌ها به دو روش کتابخانه‌ای (مطالعه منابع، اسناد، مدارک و فیش‌برداری) و میدانی (مصاحبه و پرسش‌نامه) گردآوری شده است. اطلاعات گردآوری شده از مصاحبه با ۱۳ نفر از خبرگان مبتنی بر تحلیل کیفی، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. این افراد صاحب‌نظران فنی و عملیاتی حوزه پهپاد که دارای حداقل ۲۰ سال سابقه خدمتی در حوزه تخصصی خود متشکل از فرماندهان، مدیران و مسئولین حال حاضر پهپاد (فنی، عملیاتی) هستند. این افراد با توجه به شناخت محقق به‌صورت هدفمند انتخاب شده است.

در این پژوهش یک مرحله مصاحبه و یک مرحله توزیع پرسش‌نامه محقق ساخته صورت پذیرفته است. مصاحبه به‌منظور تعیین سایر عوامل و تکمیل اطلاعات لازم پیرامون جنبه‌های مختلف این تحقیق (احصا راهکارهای ارتقای قابلیت‌های پهپادهای رزمی (فنی و عملیاتی)) صورت پذیرفته است. پرسش‌نامه تحقیق نیز به‌منظور تعیین موافقت هریک از راهکارهای

ارتقای قابلیت‌های پهپادهای رزمی در حوزه عملیات و فنی توزیع گردیده است. در تعیین روایی پرسش‌نامه از روش روایی محتوا و پایایی پرسشنامه‌ها به‌وسیله «آلفای کرونباخ» محاسبه شده که ضریب آن ۰/۸۷ بوده و با توجه به این‌که این ضریب بالای ۰/۷۵ است، پس پایایی پرسش‌نامه مورد تأیید قرار گرفته است. جامعه آماری در این تحقیق، جامعه شامل کارشناسان، فرماندهان و متخصصین حوزه پهپاد در ن.م هستند که با اعمال یک ضریب خاص ۲۰۰ نفر در نظر گرفته می‌شود. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران با سطح خطای ۵٪ معادل ۱۳۲ نفر است. در تحلیل داده‌ها از روش آمارهای توصیفی و استنباطی و نرم‌افزار SPSS و در پایان از آزمون «فریدمن» برای اولویت‌بندی عوامل استفاده شده است. در رابطه با اطلاعات آمار توصیفی مربوط به مشخصات جامعه نمونه شامل سه سؤال (سطح تحصیلات، سابقهٔ خدمتی و جایگاه سازمانی) به شرح جدول شماره (۱) مورد ارزیابی قرارگرفته‌اند.

جدول ۱: تحلیل داده‌های مرتبط با ویژگی‌های نمونه آماری

جایگاه سازمانی	فراوانی	سنوات خدمت	فراوانی	سطح تحصیلات	فراوانی
سپهبدی	۱	بالای ۳۰ سال	۶	دکترا	۲۴
سرلشکری	۸	۳۰-۲۷ سال	۳۶	کارشناس ارشد	۴۰
سرتیپی	۳۳	۲۶- ۲۳ سال	۶۵	کارشناسی	۶۸
سرتیپ دوم	۴۱	۲۲ - ۱۹ سال	۲۵	-	-
سایر	۴۹	-	-	-	-
جمع	۱۳۲ نفر	جمع	۱۳۲ نفر	جمع	۱۳۲ نفر

با توجه به این موارد، مشخص شد که جامعهٔ نمونه از روایی مطلوبی جهت پاسخ‌گویی به سؤال‌های مطرح‌شده برخوردار است.

۴. تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

در این تحقیق برای احصای داده‌های کیفی با ۱۳ نفر مصاحبه انجام و اشباع نظری حاصل گردید. لازم به ذکر است که اشباع نظری پس از انجام مصاحبه با ۱۱ نفر از صاحب‌نظران

حاصل گردید؛ لکن به‌منظور دریافت نظرات سایر عناصر مرتبط و غنای تحقیق، مصاحبه با خبرگان تا ۱۳ نفر ادامه یافت. تحلیل محتوایی به‌دست‌آمده از مصاحبه با صاحب‌نظران و اسناد و مدارک گویای این مطلب است که به‌کارگیری پهپاد مزیت‌های عملیاتی زیادی دارد. همچنین مداومت پروازی بالاتر و مقرون‌به‌صرفه بودن پهپاد، استفاده از گسترده از آن را توجیه می‌نماید. ارسال اطلاعات در زمان و دقیق می‌تواند سرعت کشف و شناسایی و قدرت تهاجمی ن.م را بالا برده و به فرماندهان صحنه نبرد کمک شایانی در آگاهی وضعیتی از صحنه نبرد نمایند. همچنین پهپادها می‌توانند در دوردست‌ها و نقاط خارج از برد رادارهای استقراری نسبت به کشف و گزارش اهداف به مراکز فرماندهی و کنترل اقدام نمایند. پهپادها به‌دلیل توانایی نامناسب در حمل محموله‌های سنگین، محدودیت بسیاری در انجام یک فرایند شناسایی و رهگیری توأمان را دارند. در سناریوهای تست‌شده تلاش شده پهپادها را به کمک اطلاعات رادارهای سه‌بُعدی در مسیر اهداف هوایی قرار دهند و مبادی ذی‌ربط بی‌شک قادر خواهد بود اطلاعات پایه کشف و شناسایی را در اختیار پهپادها قرار دهد ازاین‌رو فرایند رهگیری با نصب سامانه‌های اپتیکی یا حسگرهای حرارتی، صوتی، لیزری و ... می‌تواند کامل شود. درخصوص مأموریت درگیری پهپاد بازهم تسلیحات منصوب بر روی پهپاد تعیین‌کننده مأموریت درگیری است که اگر دارای موشک راداری و حرارتی و تیربار باشد می‌توان با استفاده از تاکتیک مناسب مأموریت رهگیری و در ادامه آن مأموریت درگیری را انجام داد. با مطالعات نظری پیرامون موضوع و استعلام نظر از خبرگان مسلط به حوزه مورد مطالعه که با مصاحبه‌های علمی انجام شد، تعداد ۴۹ راهکار به‌عنوان راهکارهای ارتقای قابلیت‌های پهپادهای رزمی در دو حوزه فنی و عملیاتی جمع‌بندی گردید.

جدول ۲: راه‌کارهای ارتقای قابلیت‌های عملیاتی پهپادهای رزمی

ردیف	گویه‌های ارائه شده
۱	قابلیت تحرک و جابه‌جایی بسیار بالا (چالاکی بالا) و کاهش وابستگی به باند و ایستگاه‌های زمینی جهت نشست‌وبرخاست
۲	ایجاد پایگاه‌های تعمیر میدانی و آموزش اپراتورها و نیروهای فنی برای عیب‌یابی سریع با استفاده از ابزارهای تست خودکار تخصصی در قالب واحدهای واکنش سریع

ردیف	گویه‌های ارائه شده
۳	مکان‌یابی محل استقرار سامانه پهپادی (باید به‌گونه‌ای باشد که عوارض زمین کم‌ترین تأثیر را در هدایت پهپاد داشته باشند)
۴	یکپارچه‌سازی اطلاعات پهپاد رزمی با پهپادهای دیگر و سایر یگان‌های زمینی، سنجش میدانی هماهنگی چند پهپاد در یک مأموریت
۵	ارتقای سطح همکاری میان صنایع، دانشگاه‌ها و نیروهای عملیاتی و آزمایش واقعی پهپادها در میدان‌ها واقعی پدافندی و اجرای پروژه‌های مشترک تحقیقاتی در حوزه‌هایی مثل مواد پیشرفته، آیرودینامیک، ارتباطات امن و هوش مصنوعی
۶	تجهیز پهپادها به رادار هواشناسی، ارتفاع‌سنج، مسافت یاب و همچنین کشف اهداف با برد مناسب دارای حس‌گرهای چندمنظوره با توان پرواز در شرایط دید محدود و شب
۷	قابلیت نصب، حمل توپ و راکت و مهمات هوشمند جهت زره، رادار، نفرات مجتمع، سنگرها و ستون‌های خودرویی، تانک و استحکامات، دارای سامانه تسلیحاتی
۸	طراحی پهپادهای تهاجمی با قابلیت مانور پذیری بالا و قابلیت ساکن ماندن در هوا سازگار با شرایط آب‌وهوا و جغرافیایی نقاط عملیاتی
۹	افزایش مداومت پروازی و برد عملیاتی و قابلیت پرواز خودکار و مسیریابی هوشمند با رعایت ایمنی پرواز و مدیریت ریسک
۱۰	شبیه‌سازی مأموریت‌های مختلف و آموزش هوش مصنوعی با داده‌های واقعی و استفاده از شبیه‌سازهای واقعیت مجازی برای مسیر مهارتی چندلایه برای خدمه و خلبان و ارتقای عملکرد عملیاتی
۱۱	به‌کارگیری فناوری‌های پدافند غیرعامل در عدم رهگیری توسط حساسه‌های دشمن ازجمله: استتار و اختفاء راداری، حرارتی، لیزری و ... در بال و بدنه
۱۲	شبکه‌سازی عملیات پهپادها و امکان اجرای عملیات شبکه محور و ایجاد سامانه‌های فرماندهی و کنترل و سامانه‌های مبتنی بر سکوهای پرنده بدون سرنشین و جی‌آی‌اس به‌صورت محدود در صحنه نبرد و اتصال کاربرهای اطلاعات آن‌ها در یک مرکز فرماندهی مشترک محلی
۱۳	بهره‌گیری از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای افزایش دقت هدف‌گیری، خودمختاری در تصمیم‌گیری رزمی و پردازش هم‌زمان داده‌ها و تشخیص تهدید پروازی
۱۴	استفاده از پهپادها به‌عنوان پدافند هوا پایه (مجهز به رادارهای آی اف اف، رادارهای مجهز غیرفعال (پسیو) و سامانه‌های دید بصری اپتیکی)
۱۵	ساخت پهپادهای چندمنظوره دارای قابلیت‌های جنگ الکترونیک، رهگیری، تهاجمی، رادار گریزی
۱۶	توانایی انجام عملیات چندگانه و ترکیبی در زمان و مکان‌های مختلف و افزایش انعطاف مأموریتی

ردیف	گویه‌های ارائه شده
۱۷	تدوین دکترین، یک نقشه راه علمی و عملی برای ساخت، تجهیز و نحوه به‌کارگیری پهپادهای رزمی و به‌روزرسانی راهبرد و تاکتیک‌ها بر پایه درس آموخته‌های رزمایش‌ها و مأموریت‌ها
۱۸	پایداری و خودکفایی در زنجیره تأمین و عدم وابستگی نسبی در نت اصلاحی و پیشگیرانه در سطوح سه‌گانه آمادی پهپادها
۱۹	معماری ماژولار و باز برای سهولت یکپارچه‌سازی حس‌گرها/پیام افزارها و کاهش زمان توقف، تعمیر سریع، ارتقای آسان و تطبیق با مأموریت‌های گوناگون و طراحی سامانه‌ها با اولویت «تعمیر در محل» و «نصب سریع قطعه».
۲۰	قابلیت انجام پرواز گروهی و عملیات مکمل با دیگر پهپادها با استفاده از تاکتیک پروازهای انبوه و هم‌زمان تحت شبکه با استفاده از پهپادهای ارزان‌قیمت انتحاری
۲۱	بومی‌سازی فناوری هدایت لیزری، اپتیکی و حرارتی برای عملیات دقیق و کم ریسک و تجهیز پهپادها به موشک‌ها و بمب‌های نقطه زن با توان اصابت به اهداف متحرک
۲۲	مجهز نمودن پهپادها به سامانه‌های فریب‌دهنده و اخلال‌گر در برابر سامانه‌های کشف دشمن و تاب‌آوری سایبری و جنگال (در سطح کلان)

جدول ۳: راه‌کارهای ارتقای قابلیت‌های فنی پهپادهای رزمی

ردیف	گویه‌های ارائه شده
۱	استفاده از دوربین‌های فیلم‌برداری بالا نگر در پهپادها جهت ارتقای کشف و شناسایی و رهگیری و قابلیت ارسال برخط فیلم و داده‌های پروازی به شبکه یکپارچه
۲	بومی‌سازی سامانه‌های اویونیک پیشرفته و توسعه فناوری‌های ارتباط ماهواره‌ای برای کنترل پهپاد در فاصله‌های بسیار دور
۳	برخورداری از سامانه هدایت و کنترل بومی و داخلی و عدم وابستگی به سامانه‌های هدایت جهانی و ...
۴	افزایش ارتفاع پروازی با بهبود طراحی آیرودینامیکی جهت پایش تهدیدات در عمق خاک دشمن
۵	استفاده از سامانه‌های سیم‌کشی نظامی نه تجاری مقاوم در برابر حرارت بالا (در صورت اصابت توسط سامانه‌های لیزری دشمن وارد آمدن حداقل آسیب به سیم‌های الکترونیکی پرنده)
۶	به‌روزرسانی سخت‌افزاری منظم و نصب قطعات جدید و بهبودیافته در بخش‌های مختلف پهپاد ازجمله سامانه ناوبری، مخابراتی و سامانه‌های کنترل پروازی
۷	استفاده از پهنای باند گسترده و به‌کارگیری سامانه‌های کد کننده فرکانسی هوشمند در تجهیزات مخابراتی پهپادها
۸	ایجاد چرخه یادگیری از میدان نبرد (تحلیل سازمان‌یافته داده‌های پهپادها و بازگشت به چرخه

ردیف	گویه‌های ارائه شده
	طراحی برای افزایش سرعت پیشرفت)
۹	بهره‌برداری از ارتباطات ماهواره‌ای امن جهت هدایت و کنترل پهپادها تحت شبکه در فضای اشباع‌شده سیگنالی
۱۰	توسعه حس‌گرهای دقیق (جی‌پی‌اس، اینرسی، لیدار، دوربین‌های چند طیفی).
۱۱	طراحی سامانه‌های پروازی با توان اجتناب از تهدید به‌صورت هوشمند
۱۲	ارتقای طراحی مهندسی و معماری بدنه و طراحی پلتفرم‌هایی با مقاومت بالا، وزن پایین و قابلیت تطبیق با شرایط محیطی مختلف
۱۳	اعمال فناوری‌های مدیریت حرارت برای کاهش استهلاک موتورها در پروازهای طولانی یا در ارتفاع بالا
۱۴	بهره‌گیری از سامانه‌های چند حسی (مثلاً ترکیب جی‌پی‌اس، لیدار، اینرسی و رادار و ...) برای بهبود موقعیت‌یابی و کاهش خطاهای ناوبری
۱۵	تجهیز به سامانه‌های محموله‌های شیلد شده، سامانه‌های فریب ازجمله چف، فیلر و انحراف موشک تجهیز به هشداردهنده‌های لیزری، انرژی هدایت‌شده، بهره‌گیری از پهپادهای فیبر اپتیک مقاوم برای مقابله با تهدیدات سریع شیمیایی و هسته‌ای و جنگ الکترونیک
۱۶	مجهز کردن پهپادها به حس‌گرهای اپتیکی و انواع سامانه‌های ناوبری به‌ویژه ناوبری مستقل جی‌پی‌اس بومی و مقاوم
۱۷	تولید پهپادهای انتحاری مجهز به سیکرهای اپتیکی چند طیفی برای هدف‌یابی، شناسایی و حمله انتحاری به هواگرد دشمن
۱۸	برخورداری بدنه از پوشش‌ها و مواد جاذب راداری، ضد خوردگی و قسمت‌های حساس ازجمله بال و بدنه به‌دلیل استفاده از مواد کامپوزیت در ساخت بدنه پهپاد (ملخ از جنس مقاوم در خوردگی‌های شیمیایی و مکانیکی)
۱۹	بهره‌گیری سامانه ارتباطی و لینک‌های داده امن با رمزنگاری پیشرفته، تجهیز به آنتن‌های جهت‌دار هوشمند و یا توسعه ارتباطات ماهواره‌ای و افزایش برد لینک داده با پهنای باند بیشتر و رمزنگاری پیشرفته
۲۰	سامانه‌های ناوبری ترکیبی: ادغام جی‌پی‌اس/گلوناس، اینرسیال و سامانه‌های ناوبری تصویری برای افزایش دقت موقعیت‌یابی حتی در محیط‌های جنگال
۲۱	توسعه موتورهای با راندمان بالا مانند موتورهای توربوفن، توربوپراپ یا ترکیبی (هیبریدی) یا الکتریکی پُرقدرت و کم‌مصرف متناسب با مأموریت جهت بالا بردن سرعت عملیاتی و توان پیشرانه و محدود نبودن به یک نوع خاص از سوخت هوایی
۲۲	توسعه موتورهای الکتریکی یا هیبریدی برای کاهش صدا و بهره‌گیری از باتری‌های نسل جدید استفاده از باتری‌های لیتیومی، سلول‌های خورشیدی، سامانه‌های بازیابی انرژی

ردیف	گویه‌های ارائه شده
۲۳	تولید پهپاد با مأموریت مشابه هواپیماهای آواکس مجهز به حس‌گرهای جمع‌آوری اطلاعات پسیو و دوربین‌های اپتیکی (مرئی و مادون قرمز) و دوربین‌های با قابلیت پردازش تصویر مستقل از جی‌پی‌اس
۲۴	استفاده از فناوری‌های سبک‌سازی بدنه و طراحی آیرودینامیک پیشرفته جهت پروازهای طولانی‌تر
۲۵	نصب حس‌گرهای چند طیفی بر روی پهپادها، توسعه بمب‌های هدایت‌شونده دقیق (نظیر سدید و قاصد)
۲۶	استفاده از سامانه‌های هدف‌گیری لیزری، تصویری و مادون‌قرمز
۲۷	ساخت پهپادهایی مجهز به سامانه هشداردهنده جهت اعلام حالت اضطراری و چالش‌های پروازی و با قابلیت یا ایجاد توانایی اختلال در سامانه ناوبری و کنترل پهپادهای دشمن

۴-۱. تجزیه‌وتحلیل سؤال فرعی اول

برای ارزیابی و دستیابی به پاسخ سؤال‌های فرعی تحقیق، این سؤال‌ها در قالب پرسش‌نامه تهیه و بین ۱۳۲ نفر از خبرگان (نمونه) توزیع گردید. در این پرسش‌نامه از جامعه آماری تقاضا شد نظر خودشان را ابتدا در رابطه با تأیید یا رد گویه به‌عنوان یکی از راه‌کارهای ارتقای قابلیت‌های پهپادهای رزمی در حوزه‌های مختلف تحقیق (عملیاتی و فنی) درج نموده و سپس میزان اهمیت راه‌کارهای ارتقا قابلیت‌های پهپادهای را در یکی از گزینه‌ها که براساس مقیاس پنج گزینه‌ای طیف لیکرت طراحی‌شده است مشخص نمایند. در نهایت، از بین داده‌های به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه، با کمک نرم‌افزار اس پی اس اس و با استفاده از روش آمار استنباطی از آزمون تکنیک «فریدمن»، راه‌کارها رتبه‌بندی و اولویت‌بندی گردیده‌اند.

۴-۱-۱. آزمون تعیین رتبه‌بندی راهکارهای ارتقای قابلیت‌های عملیاتی پهپادهای رزمی

پس از تعیین عوامل مرتبط با مؤلفه راهکارهای ارتقا قابلیت‌های عملیاتی پهپادهای رزمی مطابق نظر جامعه نمونه، به‌منظور تعیین اولویت عوامل از آزمون «فریدمن» استفاده می‌گردد. آزمون فریدمن یک آزمون آماری ناپارمتریک است که برای تشخیص تفاوت میان داده‌های

مرتبط استفاده می‌شود. این آزمون توسط اقتصاددان و آماردان مشهور به‌نام «میلتون فریدمن» ارائه گردید. پژوهشگران از این آزمون برای رتبه‌بندی اهمیت متغیرهای پژوهش استفاده می‌کنند.

جدول ۴: رتبه‌بندی راهکارهای ارتقای قابلیت‌های عملیاتی پهپادهای رزمی

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
به‌کارگیری فناوری‌های پدافند غیرعامل در عدم رهگیری توسط حساسه‌های دشمن ازجمله: استتار و اختفای راداری، حرارتی، لیزری و ... در بال و بدنه	۴/۵۵	۲۱۲/۹۲۴	۰/۰۰۰	۱۳/۴۳
شبکه‌سازی عملیات پهپادها و امکان اجرای عملیات شبکه محور و ایجاد سامانه‌های فرماندهی و کنترل و سامانه‌های مبتنی بر سکوهای پرنده بدون سرنشین و جی‌آی‌اس به‌صورت محدود در صحنه نبرد و اتصال کاربرهای اطلاعات آن‌ها در یک مرکز فرماندهی مشترک محلی	۴/۵۲	۲۰۴/۲۸۸	۰/۰۰۰	۱۳/۲۸
بهره‌گیری از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای افزایش دقت هدف‌گیری، خودمختاری در تصمیم‌گیری رزمی و پردازش هم‌زمان داده‌ها و تشخیص تهدید پروازی	۴/۴۸	۱۹۷/۷۷۳	۰/۰۰۰	۱۲/۹۱
ساخت پهپادهای چندمنظوره دارای قابلیت‌های جنگ الکترونیک، رهگیری، تهاجمی، رادارگریزی	۴/۴۶	۱۹۵/۷۲۷	۰/۰۰۰	۱۲/۸
افزایش مداومت پروازی و برد عملیاتی و قابلیت پرواز خودکار و مسیریابی هوشمند با رعایت ایمنی پرواز و مدیریت	۴/۴۴	۱۸۹/۵۱۵	۰/۰۰۰	۱۲/۶۲

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
ریسک				
قابلیت انجام پرواز گروهی و عملیات مکمل با دیگر پهپادها با استفاده از تاکتیک پروازهای انبوه و هم‌زمان تحت شبکه با استفاده از پهپادهای ارزان‌قیمت انتحاری	۴/۴۳	۱۸۹/۴۳۹	۰/۰۰۰	۱۲/۵۴
بومی‌سازی فناوری هدایت لیزری، اپتیکی و حرارتی برای عملیات دقیق و کم ریسک و تجهیز پهپادها به موشک‌ها و بمب‌های نقطه زن با توان اصابت به اهداف متحرک	۴/۴	۱۸۱/۳۳۳	۰/۰۰۰	۱۲/۲۷
مجهز نمودن پهپادها به سامانه‌های فریب‌دهنده و اخلال‌گر در برابر سامانه‌های کشف دشمن و تاب‌آوری سایبری و جنگال (در سطح کلان)	۴/۳۹	۱۷۹/۴۳۹	۰/۰۰۰	۱۲/۱۲
تدوین دکترین، یک نقشه راه علمی و عملی برای ساخت، تجهیز و نحوه به‌کارگیری پهپادهای رزمی و به‌روزرسانی راهبرد و تاکتیک‌ها بر پایه درس آموخته‌های رزمایش‌ها و مأموریت‌ها	۴/۳۵	۱۷۳/۵۳۰	۰/۰۰۰	۱۱/۷۵
پایداری و خودکفایی در زنجیره تأمین و عدم وابستگی نسبی در نت اصلاحی و پیشگیرانه در سطوح سه‌گانه آمادی پهپادها	۴/۳۴	۱۷۱/۷۱۲	۰/۰۰۰	۱۱/۶۸
معماری ماژولار و باز برای سهولت یکپارچه‌سازی حس‌گرها-پیام‌افزارها و کاهش زمان توقف، تعمیر سریع، ارتقای آسان و تطبیق با مأموریت‌های گوناگون	۴/۳۰۸	۱۶۳/۳۵۳	۰/۰۰۰	۱۱/۵۹

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
و طراحی سامانه‌ها با اولویت «تعمیر در محل» و «نصب سریع قطعه».				
توانایی انجام عملیات چندگانه و ترکیبی در زمان و مکان‌های مختلف و افزایش انعطاف مأموریتی	۴/۳۱۰	۱۶۴/۲۱۲	۰/۰۰۰	۱۱/۳۷
طراحی پهپادهای تهاجمی با قابلیت مانور پذیری بالا و قابلیت ساکن ماندن در هوا سازگار با شرایط آب‌وهوا و جغرافیایی نقاط عملیاتی	۴/۳۰۳۰	۱۶۴/۲۸۸	۰/۰۰۰	۱۱/۳۰
استفاده از پهپادها به‌عنوان پدافند هواپایه (مجهز به رادارهای آی اف اف، رادارهای مجهز غیرفعال (پسیو) و سامانه‌های دید بصری اپتیکی)	۴/۳۰۳۰	۱۵۸/۶۰۶	۰/۰۰۰	۱۱/۲۸
شبیه‌سازی مأموریت‌های مختلف و آموزش هوش مصنوعی با داده‌های واقعی و استفاده از شبیه‌سازهای واقعیت مجازی برای مسیر مهارتی چندلایه برای خدمه و خلبان و ارتقای عملکرد عملیاتی	۴/۲۹۵	۱۵۸/۵۳۰	۰/۰۰۰	۱۱/۲
ارتقای سطح همکاری میان صنایع، دانشگاه‌ها و نیروهای عملیاتی و آزمایش واقعی پهپادها در میدان‌ها واقعی پدافندی و اجرای پروژه‌های مشترک تحقیقاتی در حوزه‌هایی مثل مواد پیشرفته، آیرودینامیک، ارتباطات امن و هوش مصنوعی	۴/۲۴۲	۱۵۱/۴۸۵	۰/۰۰۰	۱۰/۵۱
تجهیز پهپادها به رادار هواشناسی، ارتفاع‌سنج، مسافت یاب و همچنین کشف اهداف با برد مناسب دارای حسگرهای چندمنظوره با توان پرواز در	۴/۲۲۷	۱۴۴/۶۶۷	۰/۰۰۰	۱۰/۳۵

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
شرایط دید محدود و شب				
قابلیت نصب، حمل توپ و راکت و مهمات هوشمند جهت زره، رادار، نفرات مجتمع، سنگرها و ستون‌های خودرویی، تانک و استحکامات، دارای سامانه تسلیحاتی	۴/۱۲۱	۱۴۰/۵۷۶	۰/۰۰۰	۱۰/۳۷
ایجاد پایگاه‌های تعمیر میدانی و آموزش اپراتورها و نیروهای فنی برای عیب‌یابی سریع با استفاده از ابزارهای تست خودکار تخصصی در قالب واحدهای واکنش سریع	۴/۱۸۱	۱۳۵/۲۷۳	۰/۰۰۰	۱۰/۰۸
مکان‌یابی محل استقرار سامانه پهپادی (باید به‌گونه‌ای باشد که عوارض زمین کم‌ترین تأثیر را در هدایت پهپاد داشته باشند)	۴/۱۶۶	۱۳۵/۳۴۸	۰/۰۰۰	۹/۹۶
یکپارچه‌سازی اطلاعات پهپاد رزمی با پهپادهای دیگر و سایر یگان‌های زمینی، سنجش میدانی هماهنگی چند پهپاد در یک مأموریت	۴/۱۴۳	۱۳۰/۱۹۷	۰/۰۰۰	۹/۷۵
قابلیت تحرک و جابه‌جایی بسیار بالا (چالاکی بالا) و کاهش وابستگی به باند و ایستگاه‌های زمینی جهت نشست‌وبرخاست	۴/۱۱۳	۱۲۹/۱۳۶	۰/۰۰۰	۹/۵۱

۴-۲. تجزیه‌وتحلیل سؤال فرعی دوم

درخصوص سؤال فرعی دوم تحقیق «راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی پهپادهای رزمی کدام‌اند؟» تعداد ۲۷ گویهِ به شرح زیر در پرسش‌نامه مطرح‌شده است.

۴-۲-۱. آزمون تعیین رتبه‌بندی راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی زهپادهای رزمی

پس از تعیین عوامل مرتبط با مؤلفه راهکارهای ارتقا قابلیت‌های فنی زهپادهای رزمی مطابق نظر جامعه نمونه، به‌منظور تعیین اولویت عوامل از آزمون فریدون استفاده می‌گردد.

جدول شماره ۵. رتبه‌بندی راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی پهپادهای رزمی

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
برخورداری بدنه از پوشش‌ها و مواد جاذب راداری، ضد خوردگی و قسمت‌های حساس ازجمله بال و بدنه به‌دلیل استفاده از مواد کامپوزیت در ساخت بدنه پهپاد (ملخ از جنس مقاوم در خوردگی‌های شیمیایی و مکانیکی)	۴/۵۸	۲۲۱/۸۶۴	۰/۰۰۰	۱۶/۴۱
بهره‌گیری سامانه ارتباطی و لینک‌های داده امن با رمزنگاری پیشرفته، تجهیز به آنتن‌های جهت‌دار هوشمند و یا توسعه ارتباطات ماهواره‌ای و افزایش برد لینک داده با پهنای باند بیشتر و رمزنگاری پیشرفته.	۴/۵۵	۲۱۲/۹۲۴	۰/۰۰۰	۱۶/۲۷
سامانه‌های ناوبری ترکیبی: ادغام جی‌پی‌اس-گلوناس، اینرسیال و سامانه‌های ناوبری تصویری برای افزایش دقت موقعیت‌یابی حتی در محیط‌های جنگال	۴/۵۴	۲۰۶/۶۵۱	۰/۰۰۰	۱۶/۱۵
توسعه موتورهای با راندمان بالا مانند موتورهای توربوفن، توربوپراب یا ترکیبی (هیبریدی) یا الکتریکی پرقدرت و کم‌مصرف متناسب با مأموریت جهت بالا بردن سرعت عملیاتی و توان پیشرانه و محدود نبودن به یک نوع خاص از	۴/۵۲	۲۰۴/۲۸۸	۰/۰۰۰	۱۶/۰۸

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
سوخت هوایی				
تجهیز به سامانه‌های محموله‌های شیلد شده، سامانه‌های فریب ازجمله چف، فیلر و انحراف موشک تجهیز به هشداردهنده‌های لیزری، انرژی هدایت‌شده، بهره‌گیری از پهپادهای فیبر اپتیک مقاوم برای مقابله با تهدیدات سریع شیمیایی و هسته‌ای و جنگ الکترونیک	۴/۴۸	۱۹۷/۷۷۳	۰/۰۰۰	۱۵/۶۴
مجهز کردن پهپادها به حس‌گرهای اپتیکی و انواع سامانه‌های ناوبری به‌ویژه ناوبری مستقل جی‌پی‌اس بومی و مقاوم	۴/۴۶	۱۹۵/۷۲۷	۰/۰۰۰	۱۵/۵۰
تولید پهپادهای انتحاری مجهز به سیکرهای اپتیکی چند طیفی برای هدف‌یابی، شناسایی و حمله انتحاری به هواگرد دشمن	۴/۴۴	۱۸۹/۵۱۵	۰/۰۰۰	۱۵/۲۹
استفاده از فناوری‌های سبک‌سازی بدنه و طراحی آیرودینامیک پیشرفته جهت پروازهای طولانی‌تر	۴/۴۳	۱۸۹/۴۳۴	۰/۰۰۰	۱۵/۱۹
توسعه موتورهای الکتریکی یا هیبریدی برای کاهش صدا و بهره‌گیری از باتری‌های نسل جدید استفاده از باتری‌های لیتیومی، سلول‌های خورشیدی، سامانه‌های بازیابی انرژی	۴/۴	۱۸۱/۳۳۳	۰/۰۰۰	۱۴/۸۶
تولید زهپاد با مأموریت مشابه هواپیماهای آواکس مجهز به حس‌گرهای جمع‌آوری اطلاعات پسیو و دوربین‌های اپتیکی (مرئی و مادون‌قرمز) و دوربین‌های پیشرفته با قابلیت پردازش	۴/۳۹	۱۷۹/۴۳۹	۰/۰۰۰	۱۴/۶۹

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
تصویر مستقل از جی‌پی‌اس				
بهره‌گیری از سامانه‌های چند حسی (مثلاً ترکیب جی‌پی‌اس، لیدار، اینرسی و رادار و ...) برای بهبود موقعیت‌یابی و کاهش خطاهای ناوبری	۴/۳۵	۱۷۳/۵۳۰	۰/۰۰۰	۱۴/۲۶
نصب حس‌گرهای چند طیفی بر روی پهپادها، توسعه بمب‌های هدایت‌شونده دقیق (نظیر سدید و قاصد)	۴/۳۴	۱۷۱/۷۱۲	۰/۰۰۰	۱۴/۱۷
استفاده از سامانه‌های هدف‌گیری لیزری، تصویری و مادون‌قرمز	۴/۳۳	۱۷۱/۸۶۴	۰/۰۰۰	۱۴/۰۹
ساخت پهپادهایی مجهز به سامانه هشداردهنده جهت اعلام حالت اضطراری و چالش‌های پروازی و با قابلیت یا ایجاد توانایی اختلال در سامانه ناوبری و کنترل پهپادهای دشمن	۴/۳۳	۱۶۶/۰۳۰	۰/۰۰۰	۱۴/۰۶
ارتقای طراحی مهندسی و معماری بدنه و طراحی پلتفرم‌هایی با مقاومت بالا، وزن پایین و قابلیت تطبیق با شرایط محیطی مختلف	۴/۳۱۰	۱۶۴/۲۱۲	۰/۰۰۰	۱۳/۸۱
اعمال فناوری‌های مدیریت حرارت برای کاهش استهلاک موتورها در پروازهای طولانی یا در ارتفاع بالا	۴/۳۰۳	۱۶۴/۲۸۸	۰/۰۰۰	۱۳/۷۲
استفاده از سامانه‌های سیم‌کشی نظامی نه تجاری مقاوم در برابر حرارت بالا (در صورت اصابت توسط سامانه‌های لیزری دشمن وارد آمدن حداقل آسیب به سیم‌های الکترونیکی پرنده)	۴/۳۰۳	۱۵۸/۶۰۶	۰/۰۰۰	۱۳/۶۹
به‌روزرسانی سخت‌افزاری منظم و نصب قطعات جدید و بهبودیافته در بخش‌های	۴/۲۹۵	۱۵۸/۵۳۰	۰/۰۰۰	۱۳/۶۱

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
مختلف پهپاد ازجمله سامانه ناوبری، مخابراتی و سامانه‌های کنترل پروازی				
استفاده از پهنای باند گسترده و به‌کارگیری سامانه‌های کد کننده فرکانسی هوشمند در تجهیزات مخابراتی پهپادها	۴/۲۵	۱۵۱/۴۰۹	۰/۰۰۰	۱۳/۰۷
ایجاد چرخه یادگیری از میدان نبرد (تحلیل سازمان‌یافته داده‌های پهپادها و بازگشت به چرخه طراحی برای افزایش سرعت پیشرفت)	۴/۲۴۲	۱۵۱/۴۸۵	۰/۰۰۰	۱۲/۹۹
بهره‌برداری از ارتباطات ماهواره‌ای امن جهت هدایت و کنترل پهپادها تحت شبکه در فضای اشباع‌شده سیگنالی	۴/۲۳۴	۱۴۵/۹۵۵	۰/۰۰۰	۱۲/۸۷
استفاده از دوربین‌های فیلم‌برداری بالا نگر در پهپادها جهت ارتقای کشف و شناسایی و رهگیری و قابلیت ارسال برخط فیلم و داده‌های پروازی به شبکه یکپارچه	۴/۲۱۲	۱۴۰/۵۷۶	۰/۰۰۰	۱۲/۵۹
بومی‌سازی سامانه‌های اویونیک پیشرفته و توسعه فناوری‌های ارتباط ماهواره‌ای برای کنترل پهپاد در فاصله‌های بسیار دور	۴/۱۸۱	۱۳۵/۲۷۳	۰/۰۰۰	۱۲/۲۵
برخورداری از سامانه هدایت و کنترل بومی و داخلی و عدم وابستگی به سامانه‌های هدایت جهانی و غیره	۴/۱۶۶	۱۳۵/۳۴۸	۰/۰۰۰	۱۲/۱۱
افزایش ارتفاع پروازی با بهبود طراحی آیرودینامیکی جهت پایش تهدیدات در عمق خاک دشمن	۴/۱۴۳	۱۳۰/۱۹۷	۰/۰۰۰	۱۱/۸۵

راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی	میانگین وزنی	مقدار کای (خی) مشاهده شده	سطح معناداری	رتبه‌بندی فریدمن
توسعه حسگرهای دقیق (جی‌پی‌اس، اینرسی، لیدار، دوربین‌های چند طیفی).	۴,۱۱۳	۱۲۹/۱۳۶	۰/۰۰۰	۱۱/۵۶
طراحی سامانه‌های پروازی با توان اجتناب از تهدید به‌صورت هوشمند	۴/۰۷۵۸	۱۲۴/۴۳۹	۰/۰۰۰	۱۱/۲۲

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نتایج یافته‌های تحقیق مبیّن این مطلب است پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور یا به‌اختصار پهپاد که به آن هواپیمای بدون سرنشین نیز می‌گویند، به‌عنوان مظهر فناوری‌های نظامی قرن بیست و یکم جایگاه مهمی در مجموعه قدرت نظامی کشورهای مختلف دنیا کسب کرده‌اند. پرواز پهپادها ممکن است تحت کنترل از راه دور توسط یک اپراتور انسانی، یا با درجات مختلفی از خودمختاری، مانند کمک توسط خلبان خودکار تا هواپیماهای کاملاً خودمختار و مبتنی بر هوش مصنوعی که هیچ شرطی برای مداخله انسانی ندارند، انجام شود. با توجه به تغییر استراتژی نبرد در سال‌های اخیر و همچنین تجارب به‌دست‌آمده از نبردهای منطقه مؤید این موضوع است که کشورهای قدرتمند نظامی، جنگ‌های خود را بر پایه نبرد هوایی پایه‌گذاری می‌نمایند و در جهت کسب برتری هوایی نسبت به انهدام حداکثر سامانه‌های پدافند هوایی در موج اول با به‌کارگیری وسیع پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور (پهپاد) که یکی از مؤلفه‌های اولیه تأثیرگذار در ارتقای توان رزم می‌باشند، اقدام خواهند نمود. جای شکی نیست که در صورت عدم توازن توانمندی تجهیزات ن.م به‌ویژه در حوزه پدافندی در برابر سامانه‌های آفندی هواپایه و همچنین عدم احصا و تدوین راهکارهای ارتقای قابلیت‌های فنی و عملیاتی این پهپادها در جهت مقابله با تهدیدات پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور، پیروز میدان دشمنی است که در زمان صلح با تهیه برآورد صحیح از ما نسبت به ارتقای توان رزمی خود با به‌کارگیری فنّاوری نوین در تسلیحات مورد نیاز گام مؤثر برداشته تا در زمان بحران بدون دریافت کوچک‌ترین آسیبی بتواند حداکثر صدمه را به‌طرف مقابل وارد نماید. در پاسخ به

سؤال اصلی تحقیق که اشعار می‌دارد «راهکارهای مؤثر بر ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی کدام‌اند؟» از هم‌پوشانی بررسی‌ها و مطالعه اسناد و مدارک، مصاحبه با صاحب‌نظران و پرسش‌نامه و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، نتایج حاصله بیان می‌دارد ۴۷ عامل به‌عنوان ارائه راهکارهای ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی احصا شده‌اند که برخی از مهم‌ترین آن‌ها به ترتیب اولویت عبارت‌اند از:

الف. قابلیت‌های عملیاتی

۱. به‌کارگیری فناوری‌های پدافند غیرعامل در عدم رهگیری توسط حساسه‌های دشمن ازجمله: استتار و اختفای راداری، حرارتی، لیزری و ... در بال و بدنه؛
۲. شبکه‌سازی عملیات پهپادها و امکان اجرای عملیات شبکه محور و ایجاد سامانه‌های فرماندهی و کنترل و سامانه‌های مبتنی بر سکوهای پرنده بدون سرنشین و جی‌آی‌اس به‌صورت محدود در صحنه نبرد و اتصال کاربرهای اطلاعات آن‌ها در یک مرکز فرماندهی مشترک محلی؛
۳. بهره‌گیری از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای افزایش دقت هدف‌گیری، خودمختاری در تصمیم‌گیری رزمی و پردازش هم‌زمان داده‌ها و تشخیص تهدید پروازی؛
۴. ساخت و به‌کارگیری پهپادهای چندمنظوره دارای قابلیت‌های جنگ الکترونیک، رهگیری، تهاجمی، رادار گریزی؛
۵. افزایش مداومت پروازی و برد عملیاتی و قابلیت پرواز خودکار و مسیریابی هوشمند با رعایت ایمنی پرواز و مدیریت ریسک.

ب. قابلیت‌های فنی

۱. برخورداری بدنه از پوشش‌ها و مواد جاذب راداری، ضد خوردگی و قسمت‌های حساس ازجمله بال و بدنه به‌دلیل استفاده از مواد کامپوزیت در ساخت بدنه پهپاد (ملخ از جنس مقاوم در خوردگی‌های شیمیایی و مکانیکی)؛
۲. بهره‌گیری سامانه ارتباطی و لینک‌های داده امن با رمزنگاری پیشرفته، تجهیز به

آنتن‌های جهت‌دار هوشمند و یا توسعه ارتباطات ماهواره‌ای و افزایش برد لینک داده با پهنای باند بیشتر و رمزنگاری پیشرفته؛

۳. سامانه‌های ناوبری ترکیبی: ادغام جی‌پی‌اس-گلوناس، اینرسیال و سامانه‌های ناوبری تصویری برای افزایش دقت موقعیت‌یابی حتی در محیط‌های جنگال؛

۴. توسعه موتورهای با راندمان بالا مانند موتورهای توربوفن، توربوپراپ یا ترکیبی (هیبریدی) یا الکتریکی پرقدرت و کم‌مصرف متناسب با مأموریت جهت بالا بردن سرعت عملیاتی و توان پیشرانه و محدود نبودن به یک نوع خاص از سوخت هوایی؛

۵. تجهیز به سامانه‌های محموله‌های شیلد شده، سامانه‌های فریب ازجمله چف، فیلر و انحراف موشک و تجهیز به هشداردهنده‌های لیزری، انرژی هدایت‌شده، بهره‌گیری از پهپادهای فیبر اپتیک مقاوم برای مقابله با تهدیدات سریع شیمیایی، هسته‌ای و غیره.

۵-۱. پیشنهادهای پژوهش

در این تحقیق سعی شده راهکارهای ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی (مورد مطالعه: یکی از سازمان‌های نیروهای مسلح) در دو حوزه عملیاتی و فنی معرفی شود. براساس نگرشی که از بررسی ادبیات موضوع و یافته‌های تحقیق از تجزیه‌وتحلیل مصاحبه‌های انجام‌شده به دست آمد، انجام پژوهش‌های افزون‌تری در این خصوص پیشنهاد می‌گردد:

- ✓ ارائه الگوی بهره‌گیری مناسب از سامانه‌های پهپادی در راستای فرماندهی و کنترل در مدیریت صحنه نبرد در ن. م؛
- ✓ تبیین آرایه‌های پهپادی مطلوب برای انجام مأموریت‌های رزمی، پشتیبانی ن.م و پشتیبانی خدمات رزمی در صحنه نبرد ناهمگون؛
- ✓ تبیین نقش فناوری پهپاد در ارتقای توان مأموریت‌های ن.م شامل اطلاعاتی، شناسایی، مراقبت و هدف‌یابی و جمع‌آوری الکترونیکی؛

- ✓ بررسی نقش هوش مصنوعی در ارتقای تجزیه‌وتحلیل داده‌های سنجنده‌های مختلف پهپادها؛
- ✓ معاونت‌ها و بخش‌های مرتبط در قراردادهای خرید و یا ساخت پهپادهای آتی، الزامات مختلف مانند نگهداری و تعمیر آسان و سریع و انجام مأموریت‌های مختلف را لحاظ نمایند؛
- ✓ ایجاد سازوکار یا سامانه اطلاع‌گیری به‌روز از آخرین رهیافت‌های جهانی و پیشرفت‌های دشمن درخصوص پهپاد در ابعاد مختلف؛
- ✓ بهره‌گیری از سامانه‌های کنترل آتش پیشرفته در پهپادها برای انهدام اهداف متحرک و دارای سرعت‌بالا.

فهرست منابع

اسفندیاری، روح‌الله (۱۴۰۰)، ***پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان بهبود عملکرد پهپادهای تهاجمی در ارتقای آمادگی رزمی نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران***، تهران: دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا.

باقری، قاسم (۱۴۰۲)، ***پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان سازوکارهای ارتقا به‌کارگیری هواپیماهای بدون سرنشین (پهپادها) در مأموریت‌های نیروی پدافند هوایی آجا***، تهران: دانشکده علوم و فنون فارابی.

بی‌نا، (۱۴۰۲)، ***کرار، پهپاد همه‌کاره ایرانی***، https://www.javanonline.ir

چالاکی، محمدباقر (۱۴۰۳)، ***به‌کارگیری پهپاد در مأموریت کشف نیروی پدافند هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران***، فصلنامه مطالعات جنگ، سال ششم، شماره ۲۲.

رستمی، عبید (۱۴۰۴)، ***پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان راهکارهای ارتقا قابلیت‌های پهپادهای رزمی نپاجا در شبکه پدافند هوایی***، تهران: دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء(ص)، مرکز تحصیلات تکمیلی.

سینگ بدی، ناوجوت (۲۰۲۳)، ***پهپادها به‌عنوان نیروی چند برابر کننده در جنگ‌های آینده***، مجله synergy، جلد ۲ شماره ۲.

شاملو، رضا (۱۴۰۱)، ***واکاوی نقش پهپادها در فرماندهی و کنترل صحنه نبرد***، فصلنامه مطالعات جنگ، شماره سیزدهم، زمستان.

شکوهی، حسین (۱۳۹۶)، ***فناوری پهپاد در ارتقای توان تهاجمی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران***، فصلنامه نگاه ۲، شماره ۲۳.

صارمی، کریم (۱۳۹۲)، ***رابطه دفاع و امنیت با فناوری‌های نوظهور اطلاعاتی و ارتباطی***، تهران: دافوس.

عباسپور، محمد (۱۳۹۶)، ***مقدمه‌ای بر اصول و مبانی به‌کارگیری پهپادها در نزاجا***، تهران: انتشارات مانز، چاپ اول.

مرادی، وحید (۱۳۹۸)، ***مدیریت استعداد و هوشمندی رویکرد برترساز در جنگ آینده***، تهران: دانشگاه فرماندهی و ستاد اجا.

مطاعی، مسعود؛ پریانی، محسن (۱۳۹۷)، ***تبیین چگونگی به‌کارگیری پهپاد جهت جمع‌آوری اطلاعات از صحنه نبرد در یگان‌های رزمی نزاجا***، فصلنامه علوم و فنون نظامی، سال چهاردهم، شماره ۴۵، پاییز.

مهدوی، علیرضا (۱۳۹۹)، ***آشنایی با سلاح و مهمات پهپادی در رزم هوایی***، تهران: دانشگاه شهید ستاری نهاجا.

References

Arjomandi, Maziar, (2016), *Classification Of Unmanned Aerial Vehicle*, http://www.academia.edu

Farley, Robert, 2019, *The Five Most Deadly Drone Powers In The World*, Https://Www.Defenseworld.Net/News/Saudi_Arabia_Produces

Richard Cooper, and Richard Curran (2019), *Design of an Interceptor UAV*, Published by the American Institute of Aeronautics and Astronautics, p5

Wezeman, Siemon. (2017). *UAVs and UCAVs: Developments in the European Union Vehicles (UAVs)*, Are They Ready This Time. http://www.aero.usyd.edu.au/wwwdocs