

چالش‌های آینده یکپارچه‌سازی پهپاد و اخلاص گر

امید شریفی تهرانی^{۱*}، علیرضا صادقی^۲، سیدمحمد علوی^۳

پذیرش مقاله: ۹۹/۰۶/۰۹

دریافت مقاله: ۹۹/۰۳/۰۷

چکیده

با توجه به هزینه‌های سنگین مالی و انسانی جنگنده‌ها، امروزه دکتترین دفاعی و تهاجمی کشورها به سمت استفاده از پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور (پهپاد) معطوف شده است. پهپادها در کلاس‌های مختلف وزنی، ابعادی و مأموریتی با کاهش هزینه‌های مالی، جانی و همچنین افزایش پنهان‌کاری (Stealth)، قابلیت‌های جدیدی را در اختیار نیروهای نظامی قرار داده و توان نظامی آن‌ها را در حوزه شناسایی (ISR) و رزمی افزایش داده است. علاوه بر مأموریت‌های شناسایی و رزمی پهپادها به‌عنوان اولویت آینده دکتترین نظامی کشورها، امکان اخلاص در سامانه‌های راداری و مخابراتی دشمن، یکی از اهداف حوزه جنگ الکترونیک پهپاد می‌باشد. با به‌کارگیری اخلاص‌گرهای راداری و مخابراتی کوتاه برد و دوربرد امکان کاهش عملکرد سامانه‌های دشمن فراهم شده و یک دالان امن هوایی، زمینی و دریایی جهت پشتیبانی رزم نیروهای خودی فراهم می‌آید. در این راستا عوامل چالش‌زایی در زمینه طراحی و ساخت اخلاص‌گرهای پهپاد پایه و همچنین یکپارچه‌سازی آن‌ها بر پهپاد وجود داشته که با بررسی و تحلیل وضعیت فعلی و آتی آن‌ها، چالش‌های آتی یکپارچه‌سازی اخلاص‌گر و پهپاد را از طریق سناریونویسی جنگ الکترونیک، مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. خروجی این سناریو شامل سناریوهای محتمل آینده نزدیک (تا ۱ سال) و آینده کوتاه مدت (تا ۵ سال) برای پهپادهای کلاس متوسط می‌باشد. در این فعالیت با توجه به وجود اطلاعات محرمانه، تنها از اطلاعات آزاد و از طریق پایش رسانه‌ای و پتل خبرگان، استفاده شده است.

واژگان کلیدی: سناریونویسی جنگ الکترونیک، پهپاد، اخلاص‌گر، یکپارچه‌سازی اخلاص‌گر و پهپاد.

۱ - دانشکده جنگ الکترونیک و دفاع سایبری، دانشگاه جامع امام حسین (ع) omidsht@gmail.com

۲ - دانشگاه جامع امام حسین (ع)، معاونت پژوهش و فناوری، alirezasadeghi@ihu.ac.ir

۳ - دانشگاه جامع امام حسین (ع)، دانشکده فاوا

مقدمه

امروزه حفظ آمادگی دفاعی به‌عنوان اولین هدف دکترین نظامی در راستای افزایش پتانسیل دفاع پیشگیرانه، مدنظر تمامی کشورها قرار دارد. با قرارگیری پتانسیل دفاع پیشگیرانه در سطح مطلوب، احتمال اقدامات نظامی خصمانه علیه کشور کاهش یافته و لذا زمینه برای پیشبرد سامانه‌های با کاربرد دوگانه (دفاعی و آفندی) مهیا می‌گردد. لذا برنامه‌ریزی نظامی جهت نیل به این اهداف و تخصیص بودجه نظامی مکفی، از اهمیت ویژه‌ای در کشور برخوردار می‌باشد. تا سالیان متمادی استفاده از نیروهای نظامی پیاده سوار، تانک‌ها، خودروهای نظامی و اعزام آن‌ها به مناطق عملیاتی مورد توجه نیروهای نظامی کشورها بود و تا چندی پیش استفاده از بالگردهای نظامی و جنگنده‌ها، محور اصلی عملیات نظامی کشورها را تشکیل می‌داد؛ اما با توجه به پیشرفت‌های صورت گرفته در حوزه جنگ الکترونیک، پهپاد، کوچک‌سازی سامانه‌ها و رویکرد کاهش هزینه‌های مادی و جانی، امروزه استفاده از پهپاد و تلفیق آن با سامانه‌های جنگ الکترونیک جهت انجام مأموریت‌های اطلاعات شناسایی، مراقبت، پشتیبانی رزمی و رزمی، مورد توجه کشورها قرار گرفته است (مدارک و مستندات اینترنتی، مدارک آزاد داخلی). هزینه‌های گزاف و سختی جابجایی نفرات، سامانه‌ها و تجهیزات نظامی و همچنین مخاطرات جانی نیروها به‌عنوان سرمایه‌های اصلی حوزه نظامی کشور، دکترین نوین نظامی کشورها را به سمت تلفیق جنگ الکترونیک و پهپاد سوق داده است. محصولات متنوع نظامی در این حوزه در جهان، مؤید این موضوع بوده و هرساله بر تعداد محصولات و بودجه نظامی کشورها در این زمینه افزوده می‌شود (Birmingham Policy Commission, 2014). لذا با توجه به موضوعات پیش‌گفته، پرواضح است که نوع تهدیدات امروزه کشور عزیز اسلامی‌مان ایران، نسبت به گذشته تغییر کرده و لذا بایستی متناسب با آن نسبت به تدوین دکترین نظامی مرتبط، تأمین و تخصیص ردیف‌های بودجه نظامی و برنامه‌ریزی طراحی، ساخت و تولید محصولات نظامی جهت پشتیبانی نیروهای مسلح اقدام نمود. اهمیت موضوع به این دلیل است که با توجه به موقعیت ژئواستراتژیک خلیج فارس و تنگه هرمز به‌عنوان آبراه‌های اقتصادی و نظامی و حضور ناوهای کشورهای دوست و غیر دوست در آن، تهدیدات خصمانه

موجود در منطقه من جمله داعش، النصره، پژاک، رژیم صهیونیستی، پایگاه‌های نظامی ایالات متحده و ناتو در منطقه، بایستی در راستای حفظ آمادگی دفاعی و سپس برتری نظامی جهت ایجاد پتانسیل پیشگیرانه و همچنین قدرت نظامی پدافندی/آفندی حرکت نمود. یکی از راه‌های دستیابی به این مهم، بومی‌سازی محصولات جنگ الکترونیک، پهپاد و تلفیق این دو می‌باشد. در سال‌های اخیر متخصصان نظامی کشور و مسئولان مربوطه در ستاد کل نیروهای مسلح، نیروهای نظامی، سازمان‌ها و صنایع وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، این مهم را دریافته و در راستای نیازسنجی و رفع نیاز، اقداماتی خوب را به انجام رسانیده‌اند. طراحی و ساخت لینک‌های مخابراتی، الینت و اخلاط‌گرهای راداری و مخابراتی منصوب بر پهپاد (البته با ویژگی‌های عملکردی و پارامترهای فنی محدود) از جمله این فعالیت‌ها بوده است (شریفی تهرانی و همکاران، ۲۰۱۷). در ادامه به بررسی ضرورت و چرایی به‌کارگیری پهپاد، جنگ الکترونیک پهپاد، نقشه راه پهپاد آمریکا و فرایند طرح‌ریزی جنگ الکترونیک پهپاد پرداخته و سپس گلوگاه‌ها و سناریوهای محتمل در تلفیق پهپاد و جمر را در بازه زمانی مشخص، بررسی می‌کنیم (پویش رسانه‌ای، مصاحبه با پنل خبرگان).

نقشه راه پهپاد و سامانه‌های پهپادی آمریکا

یکی از اقدامات اولیه در دستیابی به تکنولوژی‌ها و سامانه‌های نوین، ترسیم نقشه راه می‌باشد. در شکل ۱، نقشه راه سامانه‌های پهپادی آمریکا تا سال ۲۰۳۰ میلادی ارائه شده است. یکی از مواردی که بایستی در کشورمان مدنظر قرار گیرد، ترسیم دورنمای جنگال پهپاد از طریق ارائه نقشه راه کارشناسی شده، می‌باشد (شریفی تهرانی و همکاران، ۱۳۹۶).

Platforms	2005	2010	2015	2020	2025	2030
HFE UAV						
Auto aerial refueling						
40% SFC / Endurance increase						
Inaudible at 500-1000 ft						
Payloads						
Detect targets under trees						
Distinguish facial features						
3 in. resolution / 20 nm swath SAR						
Communications						
Relay COMINT in RT						
Relay ELINT in RT						
Relay 100-band HSI in RT						
Relay 1000-band USI in RT						
Information Processing						
ATR for vehicles						
Human-equivalent processor						
Example → Map sea mines in RT						
Reduce Level 5 DTED in RT						

شکل ۱-الف: نقشه راه سامانه‌های پهپادی آمریکا

MISSION	CURRENT AIRCRAFT	INTRODUCTION OF UA INTO OPERATIONS					
		2005	2010	2015	2020	2025	2030
Payload with Persistence							
Communication Relay	ABCCC, TACAMO, ARIA Commando Solo			(e.g., AJCN)			
SIGINT Collection	Rivet Joint, ARIES II Senior Scout, Guardrail			(e.g., Global Hawk)			
Maritime Patrol	P-3			(e.g., BAMS)			
Aerial Refueling	KC-135, KC-10, KC-130						
Surveillance/ Battle Management	AWACS, JSTARS						
Airlift	C-5, C-17, C-130						
Weapon Delivery							
SEAD	EA-6B			(e.g., J-UCAS)			
Penetrating Strike	F-117			(e.g., J-UCAS)			
Integrated Strike/SEAD	EA-6B, F-16, F-117			(e.g., J-UCAS)			
Counter Air	F-14, F-15, F-16						
Integrated Strike/SEAD/ Counter Air	F/A-18, F/A-22						

شکل ۱-ب: نقشه راه سامانه‌های پهپادی آمریکا (ادامه)

تدوین سناریو

موضوع اصلی سناریو

موضوع اصلی سناریو عبارت است از "چشم انداز تحولات آتی تلفیق پهپاد و جمر" در افق زمانی

۱ و ۵ سال در کشور ایران برای پهپادهای کلاس متوسط (با سقف پروازی بین ۱۳ هزار پا تا ۴۰

هزار پا).

مشخص کردن فاکتورهای (روندهای) کلیدی

با استفاده از پویش رسانه‌ای، پنل خبرگان (۵ نفره) و محاسبات فنی، روندهای کلیدی زیر استخراج گردید (یزدان پناه و دیگران، ۱۳۸۹):

- ۱- ابعاد محموله جمر با توجه به محدودیت ابعاد در دسترس در پهپاد
- ۲- ابعاد پهپاد و محدودیت‌های آن (قسمت محموله و آنتن)
- ۳- وزن محموله جمر با توجه به محدودیت وزن محموله در پهپاد
- ۴- توان مصرفی محموله جمر با توجه به محدودیت توان قابل تحویل توسط پهپاد^۱
- ۵- توان مصرفی قابل تحویل پهپاد به محموله جمر و محدودیت‌های آن^۲
- ۶- نوع آنتن و جانمایی بهینه آنتن جهت پوشش فضایی مناسب جمر بدون نقطه کور ایجاد شده توسط بدنه پهپاد و همچنین بهره مناسب جهت J/S مورد نیاز
- ۷- قابلیت کنترل آنتن‌های جمر با دقت بالا و بحث بیم فرمینگ مشارکتی^۳
- ۸- مجهز بودن / نبودن جمر به سامانه‌های الینت / کامینت^۴
- ۹- مداومت عملکردی جمر
- ۱۰- جمر
- ۱۱- سرعت بالای پردازش و قدرت جاروب سریع (شریفی تهرانی و طلعتی، ۲۰۱۷)
- ۱۲- کاربرد فناوری نانو در سامانه‌های جنگالی شامل جمر هواپایه
- ۱۳- تکنیک‌های جمینگ مورد پشتیبانی توسط محموله جمر و بحث جمینگ هوشمند^۵
- ۱۴- پوشش فرکانسی جمر با توجه به محدودیت‌های مرتبط با نصب آنتن^۶

1 . Payload Power Consumption

2 . UAV Power Delivery to Payloads

3 . Co-Operative Beamforming

4 . Onboard Elint/Comint

5 . Supported Jamming Techniques and Smart Jamming

6 . Jammer Frequency Coverage

- ۱۵- مجهز بودن / نبودن پهپاد به سامانه‌های دفاع از خود جنگالی^۱، شامل پرتابگر چف و فلیر (CFD) جهت مراقبت سکوی حامل جمر در مقابل تهدیدات آشیانه یاب^۲ و تهدیدات موشک‌های ضد تشعشع^۳
- ۱۶- مباحث مربوط به سازگاری و تداخل الکترومغناطیس پهپاد و محموله جمر (ویبل^۴، ۲۰۰۲).
- ۱۷- ویژگی‌ها و مشخصات لینک کنترلی و داده پهپاد (دایمیک و مجیستر^۵، ۲۰۱۰).
- ۱۸- ارتفاع پروازی پهپاد^۶
- ۱۹- سرعت پهپاد (کروز و برخاست)
- ۲۰- نرخ افزایش ارتفاع پهپاد^۷
- ۲۱- بیشینه و کمینه محدوده‌های پهپاد
- ۲۲- سامانه‌های ناوبری پهپاد و مشخصاتشان^۸
- ۲۳- سامانه‌های کمک ناوبری پهپاد و مشخصاتشان^۹
- ۲۴- قابلیت پرواز بدون لینک پهپاد^{۱۰}
- ۲۵- انواع سناریوهای جنگالی مورد انتظار از پهپاد^{۱۱}
- ۲۶- قابلیت جمینگ مشارکتی^{۱۲}
- ۲۷- شبکه‌سازی^{۱۳} (کافی و همکاران، ۲۰۰۲).

1 . Self-Protection
 2 . Home-on-jam threads
 3 . Anti-Radiation Missiles
 4 . Weibel
 5 . Dimc & Magister
 6 . Ceiling
 7 . Rate of Climb
 8 . Navigation Systems
 9 . Co-Navigation Systems
 10 . Cut Link
 11 . SIJ, SOJ, Escort, SP
 12 . Cooperative Jamming
 13 . C4ISR

۲۸- عزم و اراده مدیریتی جهت فعال‌سازی و چابک‌سازی گروه‌های طراحی و تولید سامانه‌های

جنگالی

۲۹- تخصیص بودجه برای جنگال پهپاد

میزان تأثیر و احتمال هر یک از روندهای کلیدی فوق (مطابق با شماره ردیف آن)، در ماتریس تأثیرات و احتمالات (جدول ۱) آورده شده است. برای انجام ارزیابی از مقیاس ۰ تا ۵ (بی‌تأثیر، تأثیرگذاری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) استفاده شده است.

جدول ۱: ماتریس تأثیرات و احتمالات روندهای کلیدی

ردیف	روند کلیدی	میزان تأثیر (اثرگذاری)	میزان احتمال
۱	شماره ۱	۵	۵
۲	شماره ۲	۴	۴
۳	شماره ۳	۵	۵
۴	شماره ۴	۵	۵
۵	شماره ۵	۵	۵
۶	شماره ۶	۵	۵
۷	شماره ۷	۵	۵
۸	شماره ۸	۴	۴
۹	شماره ۹	۳	۳
۱۰	شماره ۱۰	۳	۳
۱۱	شماره ۱۱	۳	۳
۱۲	شماره ۱۲	۵	۵
۱۳	شماره ۱۳	۴	۴
۱۴	شماره ۱۴	۴	۴
۱۵	شماره ۱۵	۳	۳
۱۶	شماره ۱۶	۵	۵
۱۷	شماره ۱۷	۴	۴
۱۸	شماره ۱۸	۳	۳
۱۹	شماره ۱۹	۱	۱
۲۰	شماره ۲۰	۱	۱
۲۱	شماره ۲۱	۲	۲
۲۲	شماره ۲۲	۲	۲
۲۳	شماره ۲۳	۲	۲
۲۴	شماره ۲۴	۳	۳
۲۵	شماره ۲۵	۴	۴
۲۶	شماره ۲۶	۴	۴

۴	۴	شماره ۲۷	۲۷
۵	۵	شماره ۲۸	۲۸
۵	۵	شماره ۲۹	۲۹

متغیرهای بحرانی

متغیرهای بحرانی، متغیرهایی هستند که در جدول ۱ دارای بیشترین میزان تأثیرگذاری (عدد ۵) باشند، لذا متغیرهای شماره ۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۲، ۱۶، ۲۸ و ۲۹ متغیرهای بحرانی می‌باشند.

مشخص کردن نیروهای پیشران (محرک)

با استفاده از تحلیل تأثیر متقابل روندها در جدول ۲، جهت مشخص کردن نیروهای پیشران، اقدام می‌کنیم. برای انجام ارزیابی از مقیاس ۰ تا ۵ (بی‌تأثیر، تأثیرگذاری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) استفاده شده است. اعداد در جدول به صورت قدر مطلق وارد شده است (تأثیرات معکوس به صورت مثبت اعمال گردیده است).

با توجه به جدول ۲، روندهای شماره ۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۲، ۱۶، ۲۸ و ۲۹ دارای بیشترین تأثیرگذاری بوده و لذا به‌عنوان نیروی محرک یا پیشران مدنظر قرار می‌گیرند.

مسئله و سؤال کلیدی

مسئله کلیدی این سند، نداشتن تصویر و رویکرد کاملاً واضحی از چالش‌های پیشروی تلفیق سامانه‌های جمر مخابراتی و راداری بر روی پهپادهای کلاس متوسط (با سقف پروازی بین ۱۳ هزار پا تا ۴۰ هزار پا) در افق زمانی معلوم (۱ سال و ۵ سال) در کشور ایران می‌باشد. همچنین سؤال کلیدی این سند به صورت زیر است: برای تلفیق سامانه‌های جمر مخابراتی و راداری بر روی پهپادهای کلاس متوسط با توجه به محدودیت‌های موجود، در افق زمانی و قلمروی مکانی مشخص، با چه چالش‌ها و سناریوهای محتمل مواجه خواهیم بود؟

تدوین داستان سناریو

سناریوی کژدار و مریز

بر اساس این سناریو در بازه کوتاه مدت یک سال، شرایط فعلی ادامه پیدا خواهد کرد. پهباد اختصاصی جنگال طراحی و تولید نخواهد شد، وضعیت تخصیص بودجه جهت طراحی و تولید جمر پهباد پایه تغییر افزایشی نداشته و در حد فعلی باقی می ماند، عزم و اراده مدیریتی جهت فعال سازی و چابک سازی گروه های طراحی و تولید سامانه های جنگالی پهباد وجود ندارد، چالش ها و مباحث مربوط به سازگاری و تداخل الکترومغناطیس پهباد و محموله جمر به صورت چالش های فعلی وجود دارد جمرهای با توان بالاتر از ۱۰ وات مشکلاتی را برای سامانه های هدایت و ناوبری پهباد ایجاد می کند و سطوح فرامین را دچار اغتشاش می نماید، به ویژه جمرهای باند فرکانسی VHF و UHF، کاربرد فناوری نانو در سامانه های جنگالی هواپایه پهباد وجود نخواهد داشت، آنتن های جمر به صورت ثابت بوده و قابلیت کنترل آنتن های جمر با دقت بالا و بحث بیم فرمینگ مشارکتی محقق نمی شود، نوع آنتن ها همان آنتن های همه جهتی و یا هورن بوده و از آنتن های جدید و به روز استفاده نمی شود، جانمایی آنتن ها به صورت بهینه نمی باشد و به ویژه در مورد باندهای فرکانسی HF و VHF به دلیل ابعاد نسبتاً بزرگ آنتن نسبت به فضا و ابعاد پهباد، مشکلاتی در جانمایی و نصب آنتن ها وجود دارد، بهره آنتن ها به دلیل محدودیت ابعاد و پوشش فرکانسی و فضایی و عدم استفاده از آنتن های جدید و بهینه و عدم توجیه آنتن، بالا نمی باشد و اگر هم بالا باشد پوشش فضایی مناسب را نخواهد داشت، نقاط کور در پوشش فضایی جمر و پهباد وجود دارد، پهباد دارای محدودیت های قابل توجهی در تحویل توان مصرفی به محموله جمر هواپایه پهباد است، توان مصرفی محموله جمر بهینه نیست، وزن محموله جمر و ابعاد آن به توجه به محدودیت های پهبادهای فعلی بهینه نبوده و چالش های نصب را در پی دارد. این ها روندهای کلیدی بودند که مورد بررسی قرار گرفتند. البته روندهای دیگر نیز در راستای تلفیق جمر و پهباد تا یک سال آینده و بر اساس این سناریو محدودیت ها و چالش هایی را ایجاد می کنند. به عنوان نمونه، به دلیل محدودیت های ابعادی و وزنی پهباد و جمر، امکان تلفیق هم زمان

جمر و اینت/کامینت بر روی پهپاد جهت هوشمندسازی جمینگ وجود ندارد، مداومت عملکردی جمر و MTBF آن با نیازهای جدید فاصله دارد، بحث جمینگ هوشمند و مشارکتی و سامانه‌های دفاع از خود پهپاد حامل جمر محقق نمی‌شود، شبکه‌سازی C4ISR زمین‌گیر است، لینک مخابراتی پهپاد با پهنای باند و ظرفیت مورد نیاز جهت پشتیبانی کامل و آنلاین جمر، اینت/کامینت و دیگر سامانه‌های پهپادی وجود ندارد، پوشش فرکانسی بهینه و مورد نیاز جمر پهپادپایه به دلیل محدودیت‌های موجود محقق نخواهد شد. لذا می‌توان گفت که بر اساس این سناریو تا یک سال آینده تغییر فاحش و محسوسی در بهینه‌سازی پارامترهای جمر پهپادپایه و پهپاد جنگال وجود نخواهد داشت و همین شرایط فعلی ادامه خواهد یافت که البته مطلوب اقدامات آفندی و پدافندی نمی‌باشد.

سناریوی پرنده مهاجر (واردات)

در این سناریو در بازه کوتاه مدت یک ساله، سیاست اصلی بر تهیه و خرید محصولات خارجی در زمینه سامانه‌های جنگالی پهپاد استوار می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های بودجه‌ای و گلوگاه‌های موجود در محصولات داخلی کشور شامل محدودیت‌های وزن و ابعاد قسمت محموله پهپاد، نبود پهپاد خاص منظوره جنگال، توان مصرفی بالای محموله جمر، نوع آنتن‌های جمر، نبود مکانیزم توجیه بهینه آنتن، مداومت عملکردی و MTBF غیر بهینه جمر، عدم بهره‌گیری از فناوری نانو در راستای کوچک‌سازی محصولات جنگالی پهپاد، غیر بهینه بودن تکنیک‌های جمینگ مورد پشتیبانی و بحث جمینگ هوشمند، پوشش فرکانسی و فضایی غیر بهینه جمر پهپادپایه، مشکلات مربوط به سازگاری الکترومغناطیسی محموله جمر به‌ویژه در فرکانس‌های پایین (HF و VHF)، نبود لینک ارتباطی پهپاد با ظرفیت و سرعت مناسب جهت تبادل اطلاعات آنلاین محموله‌های پهپاد، مشکلات در راستای پیاده‌سازی سناریوهای جنگالی پهپاد و قابلیت جمینگ مشارکتی و شبکه‌سازی C4ISR و غیره، محصولات جنگالی شامل جمرهای هواپایه پهپاد از دیگر کشورهای دوست (به‌عنوان نمونه چین و روسیه) و یا به صورت قاچاق از کشورهایی مثل فرانسه و کانادا خریداری شده و بر روی پهپادهای فعلی کشور نصب و تلفیق می‌گردند. گرچه در این سناریو با

استفاده از محصولات خارجی، قدرت آفندی و پدافندی در حوزه جنگال پهپاد بهبود می‌یابد اما این سیاست با سیاست‌های اصلی نظام به‌ویژه اقتصاد مقاومتی در تضاد می‌باشد. از طرفی این سامانه‌ها خارجی بوده و احتمال اعمال نفوذ از طریق هک کردن و شنود بیگانه وجود دارد. همچنین دانش طراحی و ساخت آن در کشور رسوب نمی‌کند و TRL (سطح آمادگی فناوری) را افزایش نمی‌دهد.

سناریوی پهلوان پنبه

در این سناریو در بازه زمانی پنج سال، فرض بر این است که گلوگاه‌ها و مشکلات ذکر شده در قسمت‌های قبلی در مورد سامانه‌های جنگالی پهپاد (جمر پهپادپایه) به قوت خود باقی است و با توجه به نبود بودجه و عزم مدیریتی راسخ، پیشرفتی در حوزه سامانه صورت نمی‌گیرد (روندهای ذکر شده در سناریوهای قبلی)؛ اما چنانچه در حوزه طراحی پهپاد با توجه به سیاست‌های نظامی کشور و دکترین آفندی/پدافندی، پیشرفت‌هایی در طراحی پهپادهای MALE و HALE صورت گیرد، آنگاه پهپادهایی من جمله فطرس عملیاتی شده و تحویل نیروهای بهره‌بردار می‌گردد. لذا پارامترهایی همچون ارتفاع پروازی پهپاد، سرعت کروز و بلند شدن، نرخ افزایش ارتفاع پهپاد، بیشینه و کمینه محدودهای Pitch, Roll, Yaw پهپاد، سامانه‌های ناوبری و کمک ناوبری پهپاد و مشخصاتشان، ابعاد پهپاد، وزن قابل حمل و محدودیت‌های آن، توان مصرفی قابل تحویل پهپاد به محموله جمر، بهبود قابل توجهی خواهند یافت و بسیاری از گلوگاه‌های تلفیق جمر و پهپاد مرتفع خواهد گشت. لذا می‌توان جمرهای فعلی را که قبلاً به دلیل کمبود فضای پهپاد و وزن بالای محموله قابلیت نصب آن وجود نداشت، بر روی پهپاد نصب نمود. همچنین به دلیل استفاده از موتورهای با ظرفیت بالاتر، ژنراتور منصوب بر موتور پهپاد و یا باتری‌های پهپاد، امکان تحویل توان مصرفی بالاتر توسط پهپاد به محموله جمر ممکن می‌شود. همچنین در جانمایی آنتن‌ها، دست تلفیق گر بازر خواهد بود و حتی می‌توان از آنتن‌های بزرگ‌تر جهت بهبود ویژگی‌های آنتن جمر نیز استفاده نمود. قابلیت چرخش آنتن بدون ایجاد مزاحمت برای عملیات روتین پهپاد میسر می‌شود و پوشش فضایی و فرکانسی جمر (مخابراتی / راداری) بهبود می‌یابد. نقاط کور احتمالاً

کمر خواهد شد. با توجه به فضای بیشتر این کلاس از پهپادها، امکان تلفیق هم‌زمان جمر و سامانه‌های اینت / کامینت مهیا می‌گردد و می‌توان انواع سناریوهای جمینگ را با دقت و کیفیت مضاعف پیاده‌سازی کرد. امکان استفاده از سامانه‌های جنگالی دفاع از خود شامل Chaff, Flare, Smoke جهت محافظت سکو در مقابل تهدیدات آشیانه یاب و موشکهای ضد تشعشع فراهم می‌گردد. به دلیل فضای بیشتر پهپاد و امکان ایجاد فاصله بین جمر و آنتن‌های آن با دیگر سامانه‌های پهپادی، احتمال بهبود مباحث مربوط به سازگاری و تداخل الکترومغناطیس وجود دارد. لذا در این سناریو به برکت طراحی، تولید و عملیاتی کردن پهپادهای کلاس MALE و HALE، بهبودهایی در سناریوهای عملیاتی جنگال پهپادپایه و مباحث فنی و عملیاتی ایجاد می‌شود اما گلوگاه‌ها و مشکلات مربوط به سامانه‌های جنگال هواپایه پهپاد (در اینجا جمر)، هنوز به قوت خود باقی خواهند ماند که این نکته منفی این سناریو می‌باشد. در حقیقت سکو و بدنه حامل پیشرفت زیادی داشته اما از داخل هنوز مشکلاتی و ضعف‌هایی از بعد سامانه وجود دارد و لذا نام این سناریو پهلون پنبه نام گرفته است.

سناریوی دکمه بدون لباس

در این سناریو در بازه زمانی پنج سال، اگر دکترین نظامی کشور و سیاست‌های نیروهای نظامی و وزارت دفاع، به سمت این برود که با عزم مدیریتی راسخ نسبت به فعال‌سازی و چابک‌سازی گروه‌های طراحی و تولید سامانه‌های جنگالی پهپاد اقدام گردد و ردیف بودجه مکفی نیز برای پروژه‌های مربوط به آن تخصیص گردد، آنگاه شاهد این خواهیم بود که با پیشرفت علم و تکنولوژی و بهینه‌سازی فنی سامانه‌های جنگالی پهپادپایه و کوچک‌سازی آن‌ها، محصولات بهینه‌ای تولید خواهد شد. در این سناریو فرض بر این است که در حوزه طراحی و تولید پهپادهای جدید اقدام خاصی صورت نخواهد گرفت و لذا محصولات بهینه تولید شده بر روی سکوه‌های پهپادی فعلی منصوب خواهند شد. لذا بسیاری از گلوگاه‌های فعلی مربوط به سامانه‌های جنگالی هواپایه پهپاد مرتفع خواهند شد اما برخی گلوگاه‌ها نیز که مرتبط با کلاس پهپاد و محدودیت‌های آن می‌باشد (به‌عنوان نمونه ابعاد، وزن و توان تحویلی) می‌باشد، کماکان به قوت خود باقی خواهد

ماند. به عنوان نمونه برخی سناریوهای جنگالی پهپاد که تحت تأثیر پارامترهایی مثل ویژگی‌ها و مشخصات لینک کنترلی پهپاد، ارتفاع پروازی، سرعت پهپاد، نرخ افزایش ارتفاع پهپاد، بیشینه و کمینه محدوده‌های Pitch, Roll, Yaw، سامانه‌های ناوبری و کمک ناوبری پهپاد، قابلیت پرواز Cut Link، قابلیت جمینگ مشارکتی و شبکه‌سازی C4ISR، تلفیق هم‌زمان جمر و اینت / کامینت و امکان نصب و بهره‌برداری از سامانه Self Protection جهت محافظت پهپاد در برابر تهدیدات آشیانه یاب و موشک‌های ضد تشعشع در سناریوهای عملیاتی Stand-In, Scort, Self-Protection، قرار دارند تحت تأثیر واقع شده و عملیاتی شدن آن‌ها به صورت بهینه و ایمن، محل سؤال خواهد بود. نکته منفی این سناریو، بهبود نیافتن پهپادهای حامل و نداشتن یک پهپاد خاص منظوره جنگال تحت عنوان پهپاد جنگال می‌باشد که نام این سناریو نیز مبین همین موضوع می‌باشد.

سناریوی عقاب در گلستان

اگر در بازه سناریوی پنج سال مفروض در این سناریو، دکترین و راهبرد نظامی کشور در زمینه استفاده از پهپاد در عملیات اخلاص هواپایه جنگال قوت شایانی بگیرد، آنگاه شاهد یک عزم و اراده مدیریتی راسخ برای فعال‌سازی و چابک‌سازی گروه‌های طراحی و تولید سامانه‌های جنگالی پهپاد و همچنین خود پهپاد خواهیم بود. با تخصیص اعتبار و بودجه لازم در حوزه پهپاد و سامانه‌های جنگالی پهپاد، گروه‌های طراحی نسبت به طراحی و تولید سامانه‌های جنگالی بر اساس تکنولوژی و دانش روز دنیا اقدام خواهند کرد. با برگزاری دوره‌های آموزشی داخل و خارج، شرکت در کارگاه‌های آموزشی تخصصی، بازدید از شرکت‌های دانش‌بنیان خارجی کشورهای دوست، دانش و تکنولوژی مورد نیاز در بدنه نیروهای نظامی کشور رسوب خواهد کرد و سطح آمادگی فناوری افزایش چشمگیری خواهد داشت. از طرف دیگر موضوع مهندسی معکوس سامانه‌های جنگالی خارجی، سرعت گرفته و علاوه بر ساخت نمونه‌های خارجی محصولات جنگالی پهپاد به روش مهندسی معکوس، دانش آن‌ها نیز تا حدود زیادی رسوب خواهد کرد و احصا خواهد شد. با به‌کارگیری بروزترین دانش‌ها و تکنولوژی‌ها، محصولات جنگالی پهپاد کوچک‌سازی شده و ابعاد

و وزن آن‌ها کاهش می‌یابد. توان مصرفی سامانه‌ها بهینه شده و راندمان افزایش پیدا می‌کند. توان خروجی با به‌کارگیری عناصری مثل MPM افزایش خواهد داشت. آنتن‌ها بر اساس تکنولوژی و دانش روز بهینه می‌شوند و قابلیت توجیه و کنترل آنتن جمر با دقت بالا احصا شده و بحث بیم فرمینگ مشارکتی تسهیل می‌گردد. با توجه به کاهش ابعاد، امکان تجمیع سامانه‌های جمر و اینت / کامینت تسهیل می‌گردد. مداومت کاری جمر افزایش یافته و پارامترهای MTBF و MTTR بهبود می‌یابد. با بهره‌مندی از پردازشگرهای قدرتمند، سرعت پردازش اطلاعات و دستیابی به ویژگی زمان واقعی محقق می‌شود. می‌توان انواع تکنیک‌های جمینگ و هوشمندسازی جمینگ را پیگیری نمود. پوشش فرکانسی و فضایی جمر با توجه به مباحث پیش‌گفته بهتر خواهد شد. با به‌کارگیری دانش و تکنولوژی EMI/EMC بحث تداخل الکترومغناطیسی به کمترین میزان تقلیل یافته و سازگاری الکترومغناطیسی سامانه‌ها بر اساس استانداردهای نظامی MIL-STD-461 و MIL-STD-464 جهت استانداردسازی حداکثری سامانه‌های پهپادی، احصا می‌شود. با بهره‌گیری از دانش طیف گسترده لینک مخابراتی پهپاد به صورت ایمن، مقاوم در برابر تداخل، نزدیک زمان واقعی و با نرخ داده بالا جهت تبادل اطلاعات پهپاد و سامانه‌های پهپادی (من جمله جمر) طراحی و ساخته می‌شود و گلوگاه این زمینه مرتفع خواهد شد. در ادامه، بحث شبکه‌سازی C4ISR و جمینگ مشارکتی پیگیری شده و پس از انجام طراحی مفهومی، نسبت به طراحی جزئیات و پیاده‌سازی آن‌ها به‌عنوان فاز نهایی احصای جنگال پهپاد پایه، اقدام شده و نیروهای نظامی بهره‌بردار، از منافع عملیاتی آن منتفع می‌شوند. لذا گلستانی در جنگال پهپاد و سامانه‌های آن ایجاد خواهد شد. به موازات نیز گروه‌های طراحی و دفاتر طراحی پهپاد، نسبت به امکان‌سنجی، طراحی و ساخت پهپاد خاص منظوره جنگال (پهپاد جنگال) در کلاس MALE یا HALE اقدام نموده (مانند پهپاد فطرس) و پهپاد با ویژگی‌ها و قابلیت‌های عملیاتی و عملکردی جنگال تولید نموده و در اختیار نیروهای بهره‌بردار قرار می‌دهند تا سامانه‌های جنگالی هواپایه پهپاد، بر روی یک پلتفرم (سکوی) اختصاصی جنگال نصب شده و مورد بهره‌برداری قرار گیرند. پهپاد خاص منظوره جنگال دارای طراحی ویژه جهت برآورده نمودن نیازهای جنگالی هواپایه می‌باشد. به‌عنوان

نمونه این پهپاد دارای RCS کمینه، شیلدینگ الکترومغناطیس ویژه سامانه‌ها و کابل‌ها و جانمایی بهینه آن‌ها جهت کمترین تداخل الکترومغناطیسی و بیشترین سازگاری، Avionic Bay و Payload Bay با طراحی خاص منظوره، مداومت پروازی، سقف پروازی، رنگ مخصوص و غیره می‌باشد. لذا در این سناریو گلستانی در زمینه طراحی و ساخت سامانه‌های جنگالی بهینه پهپاد (به‌ویژه جمر) و همچنین در زمینه طراحی و ساخت پهپاد خاص منظوره جنگال خواهیم داشت و نیروهای نظامی در بالاترین میزان آمادگی آفندی و پدافندی در حوزه جنگال پهپاد قرار دارند. این سناریو خوش‌بینانه‌ترین حالت می‌باشد.

سناریوی بال شکسته

بر اساس این سناریو، در پنج‌ساله پیش رو، به دلیل مشکلات فنی و مالی موجود و همچنین سیاست‌ها و دکترین نظامی کشور مبنی بر عدم تلفیق پهپاد و سامانه‌های جنگال هواپایه (در اینجا جمر)، فعالیت و رویکردی جهت تلفیق جمر و پهپاد وجود نخواهد داشت و به استفاده از جمرهای زمین پایه، دریا پایه و هواپایه با سرنشین بسنده خواهد شد. لذا عمده فعالیت‌های بدنه نظامی کشور به صورت بهینه‌سازی جمرهای منصوب بر شناورها، هواپیماهای باسرنشین و جمرهای زمینی (متحرک و غیر متحرک) خواهد بود. گرچه سناریوهای جنگالی مورد انتظار توسط این سامانه‌ها قابل پیاده‌سازی است اما اگر این رویکرد مبنی بر عدم استفاده از پهپاد در سناریوهای اخلاقی هواپایه ادامه پیدا کند، هزینه‌های جانی و مالی بیشتری را نسبت به استفاده از پهپاد به کشور تحمیل خواهد کرد. امروزه در دنیا جهت کاهش مخاطرات جانی و هزینه‌های مالی، به سمت استفاده از پهپاد به جای جنگنده‌ها و سکوها باسرنشین (من جمله شناورها) جهت انواع عملیات شناسایی، رزمی، انتحاری و دفاع الکترونیک روی آورده شده است. سناریوی بال شکسته که در اینجا مطرح گردید بدترین و بدبینانه‌ترین حالت ممکن در بین سناریوهای مطرح شده در این سند می‌باشد. این حالت علاوه بر اینکه منجر به عقب افتادگی کشور در زمینه به‌کارگیری پهپاد در سناریوهای جنگالی (اخلاقی) می‌شود، باعث می‌شود که بحث تحقیق و توسعه و افزایش آمادگی آفندی/پدافندی و دفاع پیشگیرانه کشور در مقابله با پهپادهای جنگالی دشمن نیز تحت

الشعاع قرار بگیرد؛ زیرا معمولاً رابطه مستقیمی بین افزایش آمادگی آفندی در حوزه جنگال پهپاد و افزایش آمادگی پدافندی و دفاع پیشگیرانه و پیشدستانه در مقابله با جنگال پهپاد دشمن وجود دارد.

نتیجه‌گیری

چالش‌های پیش رو و آینده‌پژوهی تلفیق پهپاد و سامانه جنگالی جمر در دو افق زمانی کوتاه مدت یک ساله و میان مدت پنج ساله بررسی گردید. در ابتدا نسبت به چرایی و لزوم جنگال هواپایه و تلفیق آن با پهپاد صحبت شد. مقدمه‌ای از پهپاد و معرفی اجمالی آن ارائه گردید. آینده‌پژوهی فناوری‌های جنگال مطرح شد و روندهای اصلی و پیشران‌های چالشی حوزه تلفیق پهپاد و جمر ارائه گردید. با استفاده از نتایج به دست آمده از جداول مربوطه (تأثیرات متقابل) و پنل خبرگان و سایر محاسبات انجام شده، نسبت به تدوین شش سناریوی احتمالی اقدام گردید. سناریوی بال شکسته، بدترین و بدبینانه‌ترین سناریوی محتمل است که در آن دکترین نظامی کشور رویکردی در زمینه تلفیق پهپاد و جمر نخواهد داشت و بهترین و خوش‌بینانه‌ترین سناریوی محتمل، سناریوی عقاب در گلستان می‌باشد که در آن در هر دو حوزه طراحی، تولید و بهینه‌سازی سامانه‌های جمر پهپادپایه و همچنین طراحی، تولید و عملیاتی کردن پهپاد خاص منظوره جنگال (پهپاد جنگال)، پیشرفت‌های قابل توجهی حاصل می‌گردد که این عمدتاً به دلیل نقشه راه و دکترین نظامی کشور در این زمینه و نتیجتاً تخصیص بودجه‌های مکفی مربوطه و عزم و اراده مدیریتی راسخ در فعال‌سازی و چابک‌سازی گروه‌ها و دفاتر طراحی و تولید سامانه‌های جنگالی پهپادپایه و همچنین طراحی و تولید پهپادهای جدید و خاص منظوره می‌باشد. سناریوهای پهلوان پنبه و دکمه بدون لباس نیز، سناریوهای بینابین بوده که تنها در یکی از دو حوزه سامانه و یا پهپاد، دارای پیشرفت قابل توجه می‌باشند (به عبارتی تک‌بعدی هستند). سناریوهای کژدار و مریض و پرنده مهاجر (واردات) سناریوهای نامناسبی بوده و با سند چشم‌انداز پیشرفت، لایحه پیشنهادی ششم توسعه و اقتصاد مقاومتی در تضاد می‌باشند. سناریوهای مطرح‌شده در این سند می‌توانند در

آینده‌نگری، تبیین شرایط پیش رو توسط سازمان‌ها و تئوریسین‌های نظامی و نهایتاً تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری مراجع نظامی بالادستی، مدنظر قرار گیرند.

فهرست منابع:

الف - منابع فارسی

- شریفی تهرانی، امید و لشگریان، حمیدرضا (۱۳۹۶)، نقش پهپاد در حوزه جنگ الکترونیک، نیازها و چالش‌های تلفیق، سومین کنفرانس ملی اویونیک، دانشگاه هوایی ارتش، ایران.
- یزدان پناه، رهام و دیگران (۱۳۸۹)، آینده‌پژوهی فناوری‌های حوزه جنگ الکترونیک و تعیین نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات این حوزه، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی ایران، ایران.

ب - منابع انگلیسی

- Sharifi-Tehrani, Omid and et al. 2017. "Design and Simulation of IFF/ATC Antenna for Unmanned Aerial Vehicle", Majlesi Journal of Mechatronic Systems, Vol. 6, No. 1, PP. 1-4.
- Sharifi-Tehrani and Talati, Saeed, 2017. "PPU Adaptive LMS Algorithm, a Hardware-Efficient Approach; a Review on", Majlesi Journal of Mechatronic Systems, Vol. 6, No. 1, PP. 5-9.
- Weibel, Roland E. 2002. "Safety Considerations for Operation of Different Classes of Unmanned Aerial Vehicles in the National Airspace System", MS. Thesis, University of Kansas.
- Coffey, Timothy and Montgomery, John A. 2002. "The Emergence of Mini UAVs for Military Applications", MS. Thesis, Center for Technology and National Security Policy National Defense University.
- Birmingham Policy Commission, October 2014. "THE SECURITY IMPACT OF DRONES: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR THE UK", Executive Summary.
- Dimc, Franc and Magister, Tone, 2010. "MINI UAV COMMUNICATION LINK SYSTEMS", MS. Thesis, University of Ljubljana.