تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۵

فصلنامه علوم و فنون نظامی
سال پانزدهم، شماره ۴۸، تابستان ۱۳۹۸
صص ۹۷- ۷۱

امکان سنجی نحوه‌ی به کارگیری هواپیمای سی ۱۳۰ جهت انجام مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه

حمید حیدری* [۱]
حمید محمدحسین [۲]
داود آذر [۳]

چکیده

هدف پژوهش امکان‌سنجی نحوه‌ی به کارگیری هواپیمای سی۱۳۰ جهت انجام مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه است. محقق با تشریح چگونگی تأثیر پذیری متغیرهای تابع از متغیر مستقل مستتر(یعنی تهدیدات ناشی از جنگ‌های آینده) و کسب نتایج منطقی، پیشنهادهای کاربردی ارائه نموده است. جامعه آماری تحقیق۱۲۰ نفر و جامعه نمونه با استفاده از فرمول کوکران، ۴۸ ، و ابزارهای جمع‌آوری منابع آن(مصاحبه، پرسش‌نامه و مطالعه اسناد و مدارک) می‌باشد. یافته‌های پژوهش با رویکرد آمیخته و با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی، تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه با تمام مولفه‌ها و شاخص‌های آن یعنی پشتیبانی الکترونیکی، حملهٔ الکترونیکی و حفاظتی الکترونیکی تاکتیکی هواپیمای حامل قابل اجراء بوده و به کارگیری آن جهت تقویت و توسعه توان رزم، به عنوان نیاز عملیاتی نهاجا و سایر بخش‌های آجا یک ضرورت است.

واژه‌های کلیدی:
جنگ‌الکترونیک دورایستای هواپایه، پشتیبانی الکترونیکی، حملهٔالکترونیکی، حفاظتی الکترونیکی و هواپیمای سی-۱۳۰.

[۱]. دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، دانشکده جنگ الکترونیک
[۲]. عضو هیات علمی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران
[۳]. عضو هیئت علمی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران
* رایانامه نویسنده مسئول: heidary_hamid88@yahoo.com

مقدمه

از الزامات مهم دنیای متغیر و پرشتاب امروزی و رویدادهای غیرمنتظره‌ای که در آن به ظهور می‌پیوند، فناوری و علوم فناورانهٔ مرتبط با آن نیز به عنوان یک عامل مهم و تعیین‌کننده در معادلات و مناسبات اقتصادی، سیاسی، نظامی، فرهنگی و اجتماعی محسوب شده و در واقع معیاری برای سنجش قدرت به کار می‌رود (یزدان پناه، ۱۳۸۹). همراه با رشد فناوری‌ها، همچون فناوری اطلاعات، ارتباطات و الکترونیک، چهره جنگ‌های نظامی در دنیا نیز تغییر کرده و انواع جدیدی از جنگ‌ها پا به عرصه وجود گذاشته است: جنگ الکترونیک، جنگ اینترنتی، جنگ رایانه‌ای، جنگ مجازی، جنگ اطلاعاتی، جنگ روانی، جنگ رسانه‌ای و جنگ‌های فضایی؛ این‌ها اصطلاحاتی هستند که این روزها در سطح بین‌الملل مطرح می‌باشند. امّا جنگ الکترونیک چیست؟ چه ماهیتی دارد؟ چه فنونی در آن به کار رفته است؟ مرز میان جنگ الکترونیک وسایر جنگ‌ها چیست؟

با پیشرفت فناوری‌های ارتباطاتی و الکترونیکی بیشتر تجهیزات جنگی، الکترونیکی و هوشمند شده‌اند و می‌توانند هدایت موشک‌ها، تانک‌ها و حتی هواپیماها را از راه دور بر عهده بگیرند. از طرفی ضد این تجهیزات و ابزارهای الکترونیکی هم به وجود آمد یعنی تولیدکنندگان تجهیزات نظامی، خود سلاح‌هایی را برای خنثی‌سازی کارآیی این ادوات می‌سازند. یا آن‌ها را به گونه‌ای می‌سازند که از دید رادار پنهان بمانند هواپیماهای به اصطلاح پنهان‌کار[1] که آمریکا در جنگ عراق و افغانستان از آن‌ها استفاده کرد. در جنگ اخیر آمریکا در عراق، از بمب‌هایی استفاده شده که بعد از انفجار، تشعشعات الکترومغناطیسی قوی به وجود می‌آورد و در نتیجه باعث می‌شد که تمام ارتباطات رادیویی، راداری و الکترونیکی نظامی و غیرنظامی تا شعاع چندین کیلومتر مختل شوند(مولوی، ۱۳۹۱). جنگ الکترونیک دریک مفهوم کلی، شامل کلیه اقداماتی است که متضمن استفاده بهینه نیروهای خودی از طیف الکترومغناطیسی و ممانعت از استفاده توسط نیروهای دشمن می‌باشد (نباتی، ۱۳۹۱).

این تمام ماجرا نیست، یکی از عوامل برتری ساز میدان‌های نبرد امروزی، سامانه‌های جنگ الکترونیکی می‌باشند که بر روی سکوهای هوایی مانند هواپیمای نظامی و ترابری منصوب هستند، در این میان هواپیمای جنگ الکترونیک دورایستا ای‌سی۱۳۰اِچ با توجه به قابلیت‌های آن در اجرای عملیات حمله الکترونیکی سنگین (فریب و اختلال) در نبرد هوایی (سرکوب پدافندهوایی دشمن)، پشتیبانی از یگان‌های سطحی (زمینی و دریایی) و همچنین اجرای

1. Stealth

طرح‌های عملیات روانی، از اهمیت و ارزش ویژه‌ای برخوردار است. با وجود این نوع هواپیما در سازمان رزم نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران و توسعه سامانه‌های مختلف جنگ الکترونیک به ویژه جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه این امکان فراهم می‌گردد تا از این جنگ افزار به عنوان یک عامل برتری سازمیدان نبرد در جنگ‌های آینده، بهره برداری شود.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پیشینه‌پژوهش

پیشینه ساختاری جنگ الکترونیک هواپایه در کشور آمریکا:

نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا برای اجرای ماموریت‌های عملیات جنگ الکرونیک هواپایه از ساختار پروازی متنوعی متناسب با ماموریت‌های تاکتیکی جنگ‌الکترونیک بهره می‌برد که این ساختار با وجود جایگزینی و به روزرسانی متعدد هواپیماها در چندین دهه اخیر، تغییری ننموده است. براین اساس هواپیماهای جنگ‌الکترونیک آمریکا به شرح زیر دسته بندی می‌شوند:

أ. اجرای مأموریت جنگ‌الکترونیک دورایستای هواپایه توسط هواپیمای ایی‌سی۱۳۰ اچ موسوم به کامپس‌کال و برنامه‌ریزی برای جایگزینی آن تا سال ۲۰۲۴ با هواپیماایی‌سی۱۳۰بی جهت انجام حملهٔالکترونیکی سنگین.

ب. اجرای مأموریت جنگ‌الکترونیک پشتیبان همراه (اسکورت) هواپایه: هواپیماهای ریون ایی‌اف-۱۱۱ اِی، پراولر ایی اِی-۶ بی، گراولر ایی اِف-۱۸ جی و در آینده نزدیک ایی اِف-۳۵ اِی.

ت. اجرای مأموریت سرکوب پدافند هوایی دشمن[1](انهدام جنگ‌الکترونیک): هواپیماهای وایلد ویزل اِف-۴ جی در نقش پشتیبان عملیاتی برای جمرهای اصلی، وایلدویزل اِف-۱۶ سی‌جِی.

ث. اجرای مأموریت جنگ‌الکترونیک نزدیک ایستای هواپایه: پهپادهای جنگ‌الکترونیک پایونیر، ایکس-۴۵ بی.

پیشینه بکارگیری هواپیمای تاکتیکی سی-۱۳۰اچ در ایران

پروژه آیبکس در سال ۱۹۷۴ میلادی (مقارن با شمسی ۱۳۵۳) با شراکت برابر ایران و آمریکا به راه افتاد. این پروژه یک برنامه مشترک توسط سازمان جاسوسی سیا واطلاعات نظامی (اِن.

[1]. SEAD

اِس. اِی) وطرف ایرانی برای ساخت و بهره‌برداری از تعداد ۵ پایگاه زمینی نظارت و شنود در طول مرزهای شوروی سابق و استفاده از تعدادی هواپیماهای مراقبت و شناسایی شناسایی الکترونیکی بود. به هرحال، نیروی هوایی ایران ترجیح داد ۴ فروند هواپیماهای هرکولس برای این منظور خریداری نماید. که دلیل آن قابلیت‌های خاص این هواپیما در فرود و برخاست از باندهای خاکی و خشن، پرواز در مناطق مرتفع و حمل تجهیزات بیشتر بود. هرکولس‌های خریداری شده توسط شرکت گرین ویل، به سیستم‌های الکترونیکی تجهیز شدند. هواپیماهایی که برای پروژه آیبکس بهسازی می‌شدند، قادر بودند هر فرستنده‌ای را کشف و طبقه بندی کرده و بوسیله یک دوربین مایل و یک دوربین عمودی اقدام به برداشتن عکس‌های شناسایی نمایند. این بهسازی‌ها شامل تقویت بدنه، نصب آنتن بر روی بال‌ها و بدنه، نصب یک جهت یاب در زیر بدنه، یک سیستم ناوبری جدید، ارتقاء تجهیزات جدید کابین خلبان و غلاف‌های جمع‌آوری در کنار موتورهای خارجی بود.

مبانی نظری پژوهش

مفهوم جنگ الکترونیک:

جنگ الکترونیک بخشی تاثیرگذار و تعیین کننده در جنگ‌های امروزی است. استفاده روزافزون از سیستم‌های راداری، مخابراتی و الکترواپتیکی در سامانه‌های دفاعی سبب شده است که تمهیدات جنگ الکترونیک نیز به طور روزافزون اهمیت فوق‌العاده یابند. براین اساس با گذشت زمان اهمیت تعداد نفرات و ادوات در جنگ‌ها کاهش یافته و اهمیت سرآمد بودن فناوری‌های نوین به ویژه جنگ الکترونیک تعیین کنندهٔ سرنوشت جنگ‌ها شده است و یکی از مهمترین پارامترهای ارزیابی قدرت دفاعی کشورها، توانایی آنان در این زمینهٔ مهم و سرنوشت ساز است (آدامی و نایبی، ۱۳۹۰).

تعریف جنگ الکترونیک:

جنگ الکترونیک هنر و علمی است برای محافظت از استفاده دوستانه از طیف الکترومغناطیسی در عین ممانعت از استفاده خصمانه از آن. طیف الکترومغناطیسی شامل بسامدهای دی سی، طیف مرئی (وفراتر از آن) است و ازاین رو جنگ الکترونیک زمینهٔبزرگی است طیف کانل بسامد رادیویی، طیف فروسرخ، نوری و فرابنفش را در بر می‌گیرد (آدامی ونایبی، ۱۳۹۰).

اهداف اصلی جنگ الکترونیک:

جنگ الکترونیک سه هدف عمده و اصلی را پیگیری می‌نماید که به شرح زیراست (واحدی، ۱۳۹۰) الف) دستیابی به توان جستجو، رهگیری، آشکارسازی، شناسایی، شنود و نفوذ در سامانه‌ها، شبکه‌ها و فضای الکترومغناطیسی دشمن به منظور جمع آوری اطلاعات سیگنالی (جهت پشتیبانی الکترونیکی از مأموریت).

ب) دستیابی به توان اجرای اقدامات آفندی در برابر سامانه‌ها، شبکه‌ها و طیف الکترومغناطیسی دشمن (اختلال، فریب و انهدام) به منظور کاهش کارآیی (وتوان رزم دشمن.)

پ) دستیابی به توان محافظت از طیف الکترومغناطیسی خودی در مقابل نفوذ و اقدامات آفندی دشمن.

تقسیم بندی جنگ الکترونیک:

ماموریت‌های تاکتیکی جنگ الکترونیک به سه بخش عمده تقسیم می‌شوند که به شرح زیراست:

الف) اقدامات پشتیبانی جنگ الکترونیک (پشتیبانی الکترونیکی): اقدامات پشتیبانی جنگ الکترونیک عبارت است از بخشی از جنگ الکترونیکی شامل اقدامات تجسسی، ردگیری، تشخیص و تعیین محل مولدهای امواج الکترومغناطیسی دشمن به منظور شناسایی فوری تهدیدات می‌باشد (جواهری، ۱۳۹۱).

ب) اقدامات ضد الکترونیک (حملهٔالکترونیکی): اقدامات ضد الکترونیک بخشی از مجموعه اقدامات جنگ الکترونیکی می‌باشد که به منظور جلوگیری یا کاهش استفاده مؤثر دشمن از طیف الکترومغناطیسی به کار می‌رود (نشریه جنگ الکترونیک، ۶۱).

پ) اقدامات ضد ضد الکترونیک (حفاظت الکترونیکی): اقدامات ضد ضد الکترونیک بخشی از اقدامات جنگ الکترونیکی می‌باشد که استفاده نیروهای خودی را از امواج الکترومغناطیس علی‌رغم اقدامات ضدالکترونیکی دشمن فراهم می‌آورد (نشریه جنگ الکترونیک،۶۱).

انواع سکوی حامل و تاکتیک‌های جنگ الکترونیک:

جنگ الکترونیک به عنوان یک ابزار مهم و قدرتمند درخدمت جنگ‌های آینده، می‌تواند به سبک‌ها و تاکتیک‌های مختلف، متناسب با سکوی حامل آن بکار گرفته شود که در زیر به آن اشاره می‌گردد:

الف) انواع سکوی حامل متناسب با عملیات جنگ الکترونیک:

عملیات جنگال بر روی انواع سکوهای حامل بشرح زیر اجراء می‌گردد (نباتی، ۱۳۹۱).

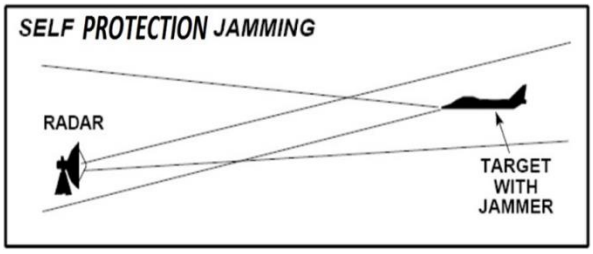
- ✓ سکوی حامل زمین پایه، شامل: سایت زمینی ثابت و متحرک (کنترل دستی و از راه دور)
- ✓ سکوی حامل هواپایه، شامل: سایت مستقر بر روی هواپیمای با سرنشین و بدون سرنشین.
- ✓ سکوی حامل دریاپایه، شامل: سایت مستقر بر روی شناورهای دریایی (سطحی وزیرسطحی)
- ✓ سکوی حامل فضاپایه، شامل: سایت تجهیزات جنگ الکترونیک محمول بر روی ماهواره‌ها.
- ✓ سکوی حامل استهلاکی،سایت‌های یکبارمصرف و پرتاب شونده توسط توپخانه، موشک، شناور و یا هواپیما به داخل منطقهٔدشمن.

ب) تاکتیک‌های جنگ الکترونیکی:

انواع تاکتیک‌های عملیات جنگال که بر روی سکوهای حامل مختلف اجراء می‌گردد:

(۱) جنگ الکترونیک خود حفاظتی:[1]

از روش‌های تاکتیکی تهاجم الکترونیکی است که در آن تجهیزات ضدالکترونیک شامل پاد اخلالگر، چف، فلیر، جمرپرتابی و دکوی بر روی سکوی هواپیما، کشتی، سایت‌های زمینی و... به منظور حفاظت از آن‌ها نصب می‌گردد (یارندی، ۱۳۹۶).



شکل (۱) نمای از عملیات جنگ الکترونیک اخلالگر حفاظت ازخود هواپایه

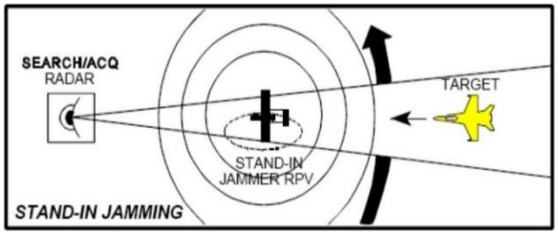
(۲) جنگ الکترونیک نزدیک ایستا:[2]

در این روش از تهاجم الکترونیکی، سکوی اختلال کننده به هدف نزدیک شده و جلوتر از سکوهای حفاظت شده قرارمی‌گیرد. مسئله اساسی در این روش نزدیک شدن بیش از حد سکوی اختلال کننده به میدان نبرد است که خطرات زیادی آن را تهدید می‌نماید، یک روش بسیار مفید برای نیل به این مقصود، کاهش ابعاد سکوی اختلال کننده می‌باشد. از این رو گرایش به سمت استفاده از پرنده‌های بدون سرنشین، قایق‌های بدون سرنشین و یا استفاده از ربات‌های زمینی را ایجاب می‌گردد. براین اساس کلیه اخلالگرهای ارتباطی و راداری منصوب بر روی پهباد و اخلالگرهای پرتابی به وسیله هواپیما، موشک و یا توپخانه که در صحنه نبرد و

---

1. Self-Protection Jamming = SPJ
2. Stand-In Jamming = SIJ

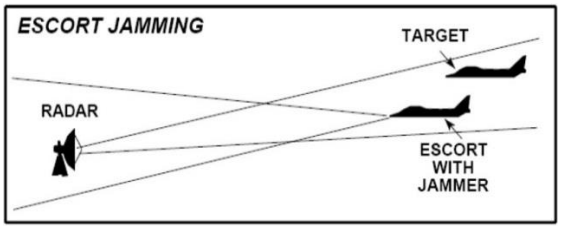
نزدیک به هدف استفاده می‌شوند همگی به عنوان سامانه جنگ الکترونیک اخلالگر نزدیک ایستا (نزدیک شونده) می‌باشند (یارندی، ۱۳۹۶).



شکل (۲) نمای از عملیات جنگ الکترونیک اخلالگر نزدیک ایستای هواپایه

(۳) جنگ الکترونیک همراه:[1]

در این روش از تهاجم الکترونیکی، کلیه تجهیزات ضد الکترونیکی بر روی یک سکوی مجزا مانند هواپیما، کشتی و غیره، قرار می‌گیرد تا هواپیماها، کشتی‌ها و یا سایر اداوات متحرک را طی انجام مأموریت محوله به آنها همراهی (یا اسکورت) نماید. براین اساس هنگامی که سکوی اختلال کننده مثلاً هواپیما اخلالگر در ناحیه معینی از سایر هواپیماهای خودی قرار گیرد می‌تواند با انتشار پارازیت و اختلال در مقابل سامانه‌های الکترونیکی دشمن از مأموریت محوله به آنها پشتیبانی نماید (یارندی، ۱۳۹۶).



شکل (۳) نمای از عملیات جنگ الکترونیک اخلالگر همراه (اسکورت) هواپایه

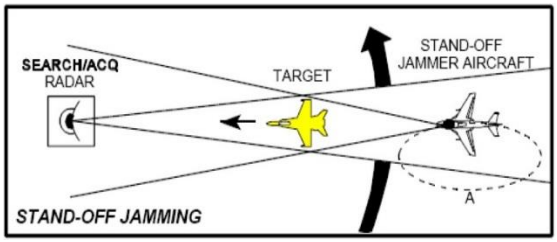
(۴) جنگ الکترونیک دور ایستا:[2]

از روش‌های تاکتیکی تهاجم الکترونیکی است که در آن پوشش اخلال به‌جای جنگنده‌های مجهز به پادهای ضدالکترونیکی، توسط هواپیمای پشتیبانی جنگ الکترونیک (که تنوعی از سامانه‌های پرقدرت آفندی را با خود حمل می‌کند)، صورت می‌گیرد. هواپیماهای پشتیبانی

---

1. Escort Jamming = SCJ
2. Stand-Off Jamming = SOJ

بیشتر در فواصل دورتر از محیط تهدید و خارج از برد پدافندی دشمن، کنترل فضای مغناطیس را بر عهده می‌گیرند (سنگرگیر، ۱۳۹۱).



شکل (۴) نمای از عملیات جنگ الکترونیک اخلالگر دورایستای هواپایه

عملیات شناسایی الکترونیکی:

عملیات شناسایی الکترونیکی به فرآیندی اطلاق می‌شود که شامل جستجو، کشف، جمع‌آوری، بهره‌برداری، پردازش، یکپارچه‌سازی، ارزیابی و تعیین مکان منابع انتشار رادیویی نیروهای دشمن به غیر از انتشارات رادیواکتیویته است (جواهری، ۱۳۹۱).

اطلاعات سیگنالی:[1]

مأموریت اطلاعات سیگنالی به منظور کسب اطلاعات از انتشارات الکترومغناطیسی دشمن، رقیب و دوستان در زمان صلح، بحران و جنگ از طریق جستجو، رهگیری، شناسایی، پیاده‌سازی و تعیین محل انتشار انرژی و امواج الکترومغناطیسی است. این مأموریت در دو بخش اطلاعات الکترونیکی[2] و اطلاعات ارتباطی[3] انجام می‌پذیرد (واحدی، ۱۳۹۰).

پشتیبانی الکترونیکی جنگ الکترونیک:

تأمین اطلاعات مورد نیاز برای استفادهٔ مؤثر از امواج الکترومغناطیس برای نیروهای خودی در مقابل تهدیدات تهاجم الکترونیکی و پشتیبانی الکترونیکی (جمع‌آوری اطلاعات ارتباطی و غیر ارتباطی) دشمن در صحنه نبرد، از فعالیت‌های پشتیبانی الکترونیکی جنگ الکترونیک است. اقدامات پشتیبانی الکترونیکی در جمع‌آوری اطلاعات شامل اقدامات زیر است که متناسب با کیفیت و حجم کار به تجهیزات و نیروی انسانی مجرّب نیاز دارد (واحدی، ۱۳۹۰).

---

1. Sigint
2. Elint
3. Comint

سامانۀها و تجهیزات جمع‌آوری اطلاعات غیر ارتباطی درپشتیبانی الکترونیکی:

تجهیزات جمع‌آوری اطلاعات الکترونیکی (غیرارتباطی) عبارتند از:

الف- شنود غیر ارتباطی: شنود غیرارتباطی، شامل رهگیری فعالیت سیستم‌های الکترونیکی غیرارتباطی دشمن (راداری، ناوبری، کنترل دور و الکترواپتیکی) است. این عمل به منظورکشف مشخصه‌های سیگنال منتشره از این سیستم‌ها، مانند فرکانس، توان خروجی، عرض چانل و تجهیزات ضدپارازیت آن‌ها انجام می‌شود

ب-گیرنده هشدار دهنده راداری:[1] یک گیرنده ویدئو کریستال با باند عریض (معمولاً به صورت محمول هوایی) بوده که به منظور رهگیری، شناسایی و نمایش نوع و جهت انتشار فرستنده‌های راداری به کار برده می‌شود. (سنگرگیر، ۱۳۹۱)

پ- هشدار نزدیک شدن موشک:[2] موشک‌های هدایت شونده پسیو معمولاً مجهز به گیرنده‌های تشعشات مادون قرمز (حرارتی) است این گیرنده‌ها با استفاده از تشعشات مادون قرمز (حرارتی) تولید شده توسط هدف، موشک را به سمت آن هدایت می‌کنند. زیرا روی آن قفل و هدف را تا مرحله انهدام تعقیب می‌کنند (واحدی، ۱۳۹۰).

ت- گیرندۀهشدار دهنده تشعشات لیزری:[3] استفاده از سلاح‌های هدایت شوندۀ لیزری همچون بمب‌ها و موشک‌های لیزری در جنگ‌های هوا به زمین رشد چشم‌گیری داشته است و اولین گام در جهت مقابله با این‌گونه تهدیدات کسب توانایی رهگیری، آشکارسازی و تشخیص آن است که هشدار دهنده‌های لیزری این وظیفه را انجام می‌دهند (واحدی، ۱۳۹۰).

حمله الکترونیکی (آفند الکترونیکی): اقدامات حملۀی الکترونیکی با استفاده از امواج الکترومغناطیس، انرژی‌های مستقیم و یا سلاح ضد تشعشع به امکانات، تجهیزات و کارکنان دشمن در صحنه نبرد صورت می‌پذیرد و به دودسته اقدامات نرم (اختلال) و اقدامات سخت (انهدام توسط انواع تسلیحات هدایت شونده ضد تشعشع راداری) تقسیم می‌شوند.

فریب الکترونیکی[4]**:** فریب الکترونیکی عبارت است از ایجاد تشعشع عمدی، جعل و تجدید تشعشع، جذب و یا انعکاس انرژی الکترومغناطیسی به منظور فریب دشمن در دریافت و کاربرد

---

1. Radar Warning receiver = RWR
2. Missile Approach Warning = MAW
3. Laser Warning receiver = LWR
4. Electronic Deception

اطلاعات سیگنالی ساطع شده از سامانه‌های ارتباطی و غیر ارتباطی (الکترونیکی)، که به دو صورت فریب جعلی و فریب تقلیدی انجام می‌گردد (دیوید آدامی، ۱۳۸۵).

ساختلال الکترونیکی: عبارت از بخشی عملیات نظامی است که هدف آن به کارگیری وسایل یا تکنیک‌هایی جهت ایجاد اختلال در کارایی عملیاتی فعالیت‌های دشمن می‌باشد در این عملیات پارازیت رسان‌ها (اخلالگر)، نوعی فرستنده هستند که به منظور پارازیته نمودن انتشارات رادیویی (ارتباطی) یا راداری به کار برده می‌شود (جواهری، ۱۳۹۱).

الف- پارازیت رسانی: ارسال هرگونه سیگنالِ ناخواسته و نامطلوب درگیرنده را گویند:

(۱) پارازیت طبیعی: مانند رعد و برق یا اثر لکه‌های خورشیدی.

(۲) پارازیت مصنوعی غیرعمدی: مانند تداخل ناشی از فرستنده‌های خودی، کابل‌های فشار قوی، رادارها، پارازیت ناشی از موتورهای برق.

(۳) پارازیت مصنوعی عمدی:[1] عبارت است از پارازیت رسانی الکترونیکی که در بخش جنگ الکترونیک به کار می‌رود.

ب- روش‌های پخش پارازیت:

(۱) پارازیت رسانی موج پیوسته (۲) پارازیت رسانی موج پالسی (۳) پارازیت رسانی نویز نقطه‌ای (۴) پارازیت رسانی نویز سدی (۵) پارازیت رسانی نویز جاروئی

پ-پارازیت‌رسانی الکترواپتیک: اکثر موشک‌های ضدتانک و موشک‌های دوش پرتاب پدافند هوایی در سر جنگی خود دارای حساسهٔ حرارتی هستند که به وسیلهٔ آن منابع حرارتی هدف را رهگیری نموده و موشک را به سمت هدف هدایت می‌نمایند. پارازیت رسان حرارتی[2] و سایر انواع مختل کننده‌هایی که در طیف الکترواپتیک فعال هستند با ایجاد یک حرارت مصنوعی باعث ایجاد یک هدف کاذب شده و رهگیری این موشک‌ها را دچار اختلال می‌کنند.

روش‌ها وفنون حملهٔالکترونیکی غیر فعّال (غیرعامل):

عمده‌ترین روش‌ها وفنون حملهٔالکترونیکی غیرفعّال، مربوط به استفاده از اقلام استهلاکی است که به عنوان حفاظت از سکوی حامل در برابر تهدیدات نرم و سخت الکترونیکی می‌باشد:

الف) چف: نوارهای باریک فلزی سبکی است که به اندازه طول موج‌های مختلف بریده شده و جهت انعکاس امواج راداری و ایجاد هدف‌های کاذب در رادار به کار برده می‌شود. نوارهای فوق

---

1. Jamming
2. IR-Jammer or FLIR

به وسیله هواپیما و یا راکت‌های مخصوص در هوا پخش می‌گردند (انتشارات قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا، ۱۳۹۲).

ب) منورهای مادون قرمز (فلیر): یکی از اقدامات حفاظت در مقابل تسلیحات هدایت مادون قرمز، حملهٔ الکترونیکی با استفاده از پرتاب گلوله‌های آتشین فلیر است. جنس این گلوله‌ها از ترکیبات منیزیومی است که پس از اشتعال برای مدت زمان کوتاهی و با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد می‌سوزند. دمای اشتعال آن‌ها گرم‌تر از دمای خروجی هواپیما بوده و در نتیجه باعث جذب و انحراف موشک‌های حرارتی از سمت هدف می‌شود (جواهری، ۱۳۹۱).

پ) اخلالگر پرتابی (راداری): از لحاظ ماهیت، دام‌های راداری، نوع کوچکتر اخلالگرهای فریب می‌باشند، که همانند پاسخگر عمل می‌کنند. به این نحو که سیگنال رادار هدف را دریافت و پس از انجام تغییرات لازم آن را ارسال می‌نماید. اکوی جدید مانند هدف واقعی، مدار ردیابی رادار را وادار به پذیرش فریب و تغییر مسیر ردیابی خواهد کرد. رادارهای تک پالس و پالس داپلر در مقابل وسایل فوق آسیب پذیر هستند.

انهدام:[1]

انهدام عبارت است از کار انداختن وسایل ارتباطی و الکترونیکیِ دشمن به طور دائمی می‌باشد؛

الف- سلاح‌های منهدم کنندهٔسامانه‌های ارتباطی و غیرارتباطی: (یارندی، ۱۳۹۶).

(۱) **موشک‌های ضد تشعشع[2]:** این موشک‌ها با ردیابیِ سیگنال‌های ارسالی می‌توانند رادارها، فرستنده‌های پارازیت رسان و ارتباطات ماکروویو را هدف قرار دهند.

(۲) توپخانهٔصحرایی (موشک زمین به زمین): مرکز هدایت آتش توپخانه، گرا و مسافت هدف‌ها را از قسمت تعیین محل هدف دریافت و روی آنها اجرای آتش می‌نمایند. موشک‌های کروز و بالستیک مجهز به سیکر ضد تشعشع نیز در این مأموریت توپخانه موشکی استفاده می‌گردد.

(۳) عملیات هوایی: هواپیماها محل استقرار رادارها، فرستنده‌های پارازیت‌رسان، ایستگاه‌های رادیویی و پارازیت رسان‌های هوایی را هدف راکت‌های هدایت شونده، بمب‌های هوشمند و موشک‌های مجهز به سیکر خاص خود قرار می‌دهند.

(۴) بمب‌های الکترو مغناطیسی:[3] این بمب‌ها با ایجاد میدان الکترومغناطیسیِ بسیار قوی، سامانه‌های ارتباطی و غیر ارتباطی (الکترونیکی) را از کار می‌اندازد.

---

1. Destruction
2. ANTI-RADIATION MISSILE = ARM
3. E.bomb

حفاظت الکترونیکی:

حفاظت الکترونیکی در جنگ الکترونیک عملیاتی است که نیروها، امکانات و تجهیزات را از هر گونه اثر جنگ الکترونیک دوست و دشمن را از طریق توانمندسازی نیروهای خودی حفاظت می‌نماید (واحدی، ۱۳۹۰).

تکنیک‌های حفاظت الکترونیکی: این تکنیک‌ها به دو دستهٔ عمده تقسیم می‌شوند:

الف) تدابیر فنی (مدارات الکترونیکی): فناوری‌های جدید این امکان را فراهم آورده است که بسیاری از تکنیک‌های سخت افزاری حفاظت الکترونیک در تجهیزات مخابراتی، راداری و الکترواپتیکی ادغام گردد. چند نمونه از تکنیک‌های متداول حفاظت الکترونیک عبارت است از پرش فرکانس، طیف گسترده و غیره که در سامانه‌های ارتباطی و غیرارتباطی راداری استفاده می‌شوند.

ب) تدابیر عملی: تدابیری که یگان نظامی و متصدیان سیستم‌های ارتباطی و الکترونیکی برای مقابله با تهدیدات جنگ الکترونیکی به اجرا می‌گذارند را «تدبیر عملی» می‌نامند. روش‌هایی که متصدیان سیستم‌های ارتباطی و راداری برای پیشگیری و چاره‌جویی علیه اقدامات جنگ الکترونیک دشمن به کار می‌برند، در این بخش به طور کامل تشریح می‌شوند.

جنگ الکترونیک دور ایستای هواپایه تاکتیکی

یکی از سامانه‌های پیشرفته و پیچیده حوزه جنگ الکترونیک که در بالا بردن توان رزمی نیروهای مسلح نقش بسزایی دارد. هواپیماهای اخلالگر دورایستای هواپایه می‌باشد که با استفاده از تکنیک‌های مختلف اخلال ارتباطی و غیرارتباطی عملکرد شبکه فرماندهی و کنترل و راداری دشمن را کاهش و ضریب آسیب پذیری هواپیماهای آفندی و یگان‌های رزمی خودی را در منطقه عملیاتی تقلیل می‌دهد.

زمینه‌های پیشرفت جنگ الکترونیک هوایی:

پس از پایان جنگ ویتنام و تحلیل‌هایی که بر روی عملکرد سامانه‌های شرقی و هواپیماهای آمریکایی صورت گرفت، مشخص شد که می‌توان با ایجاد اخلال‌های الکترونیک هواپایه مناسب بر روی رادارهای زمینی, به میزان چشمگیری از تلفات جنگنده‌ها جلوگیری کرد. در همین راستا نیروی هوایی آمریکا که از پیشگامان صنعت هوانوردی به شمار می‌رفتند اقدام به توسعه هواپیماها و تجهیزات نوین جهت مقابله با سامانه‌های پدافندی و راداری شرقی کرد. به همین

علت توسعه موشک‌های ضد رادار و پادهای اخلال الکترونیک[1] با سرعتی روز افزون ادامه یافت. درکل هواپیماهای جنگ الکترونیک را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

(۱)هواپیماهای جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه،

(۲)هواپیماهای پشتیبان همراه یا اسکورت جنگ الکترونیک هواپایه،

(۳)هواپیماهای جنگ الکترونیک نزدیک ایستای هواپایه،

بر همین اساس یک هواپیمای تاکتیکی جنگ الکترونیک[2] وظیفه دارد تا با حمل انواع پادهای جنگ الکترونیک به قطع ارتباط مراکز فرماندهی و کنترل و همچنین ایجاد اخلال در رادارها و سامانه‌های پدافندی پرداخته و از عملیات رزمی سایر جنگنده‌ها همراه و یا نیروهای سطحی، پشتیبانی الکترونیکی کند (زمانی، ۱۳۹۵).

هواپیمای تهاجم الکترونیکی تاکتیکی دورایستای ایی سی ۱۳۰اچ

الف-هواپیمای جنگ الکترونیک دورایستای ای سی-۱۳۰اچ کامپس کال

هواپیما جنگ الکترونیک دورایستای ای‌سی-۱۳۰ اچ موسوم به کامپس‌کال، یک هواپیمای اخلالگر بسیار سنگین می‌باشد که بر روی سازه بدنه هواپیمای ترابری نظامی لاکهید سی ۱۳۰ هرکولس قرار گرفته است. مأموریت اصلی این هواپیما در وهله اول ویژه تهاجم الکترونیکی پرتوان بر علیه شبکه ارتباطات فرماندهی وکنترل دشمن بوده و درضمن کامپس‌کال توانایی پشتیبانی از نیروی هوایی و زمینی و نیروهای ویژه خودی را در صحنهٔ نبرد دارد. در مرحله بعدی این هواپیما، جهت انجام مأموریت حمله به رادارهای پیش اخطار بسیار دوربرد طراحی شده است. بر اساس این مأموریت، هواپیماهای کامپس‌کال، اقدام به حملهٔ الکترونیکی پرتوان به رادارهای پیش اخطار نموده و تأثیر این نوع حمله الکترونیکی به گونه‌ای است که اگر مثلاً برد رادار پیش اخطاری ۶۰۰ کیلومتر است، تحت تأثیر اخلال کامپس‌کال، برد شناسایی و رهگیری‌اش به کمتر از ۲۰۰کیلومتر کاهش می‌یابد.

---

1. POD-Jammers
2. Tactical Jammer Aircraft

ب- ساختار عملیاتی هواپیمای ای سی-۱۳۰ اچ کامپس کال:

هواپیمای لاکهید سی ۱۳۰ اِچ کامپس‌کال، یک هواپیما بر اساس سازه سی-۱۳۰ هرکولس می‌باشد که در نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا به عنوان مکمل هواپیماهای تخصصی جنگ‌الکترونیک ساخته شده است. سازندگان این هواپیمای جنگ‌الکترونیک دورایستای هواپایه عبارتند از:

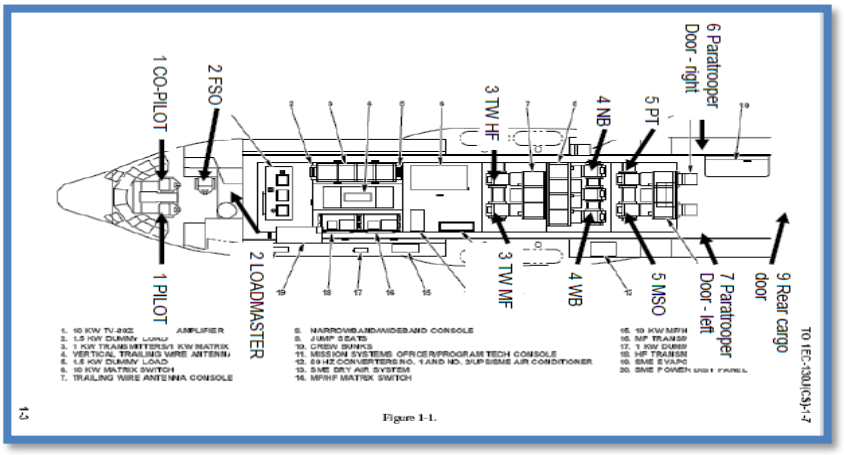
(۱) شرکت لاکهید مارتین (سازندۀاصلی هواپیمای لاکهید سی-۱۳۰ اچ)

(۲) شرکت بی ای ایی سیستمز (سازندۀتجهیزات عملیاتی و جنگ الکترونیکی)

(۳) شرکت آل-۳ مخابرات (سازندۀتجهیزات مخابراتی و ارتباطی)

پ) نحوی بکارگیری اتاق جنگ عملیات جنگ الکترونیک:

اتاق جنگ‌الکترونیک دورایستای هواپیمای ایی سی ۱۳۰ اِچ کامپس کال، در فضای درونی جادار و بزرگ بدنه هواپیمای سی ۱۳۰ هرکولس لاکهید، به طرز بسیار عالی و مهندسی شده جهت نصب کنسل‌های مختلف جمع‌آوری اطلاعات سیگنالی ارتباطی و غیرارتباطی، پردازشگرهای طیف، انواع اخلالگرهای فریب و نویز طراحی شده است و در طول خدمت چند دهه خود در سه مرحله ارتقاء و بروز رسانی‌هایی بر روی این هواپیما انجام شده است. همچنین نمونه گرافیکی چینش و جانمای داخلی اتاق جنگ الکترونیک دورایستای هواپیما کامپس‌کال در شکل(۵) ارائه شده است که درآن محل قرارگیری کلیه ۱۳ نفر پرسنل(۵ نفر خدمه پروازی و ۸ نفر افسران عملیات جنگال به همراه جانمایی و چینش سامانه‌های پشتیبانی الکترونیکی و حمله‌ی الکترونیکی در آن به نمایش در آمده است.



شکل (۵) تصویر گرافیکی چینش و جانمایی کنسول‌های مختلف جنگ الکترونیک هواپیما کامپس‌کال

ت- نحوی بکارگیری سامانه‌های پشتیبانی الکترونیکی دورایستا:

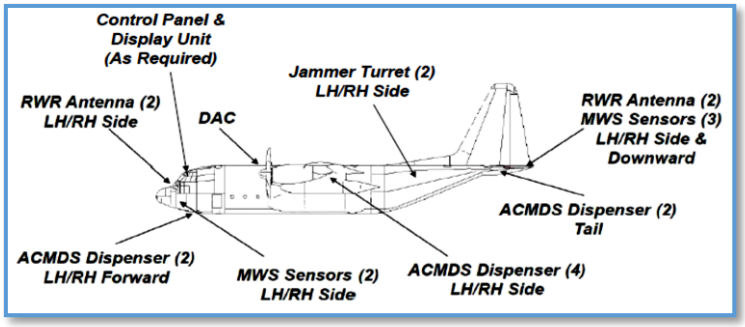
طراحی مهندسی شدهٔ هواپیمای کامپس کال، این هواپیما قادر ساخته است که اقدام به دریافت، تحلیل و ارسال سیگنال‌های الکترونیکی گوناگون به منظور کنترل طیف الکترومغناطیس و نظارت بر بهره‌برداری از آن، به منظور کسب حداکثر برتری هوایی در میدان نبرد نماید. براین اساس از مجموع ۸ کنسول جنگ الکترونیک ۳ الی ۴ کنسول جهت پایش اطلاعات سیگنالی ارتباطی، غیرارتباطی، پردازش طیف و برقراری ارتباط مابین بانک اطلاعات تهدیدات و یا سایر هواپیماهای جاسوسی الکترونیکی حاضر در منطقه نبرد جهت کمک به عملیات تهاجم الکترونیکی دشمن در نظر گرفته شده است. جمع‌آوری محدود اطلاعات سیگنالی ارتباطی و غیرارتباطی (راداری، لیزری، حرارتی) شامل شنود و رهگیری فرکانسی در باندهای فرکانس رادیوی ای‌ام /اف ام، امواج کوتاه، تی وی و شبکه فرماندهی و کنترل نظامی، امواج کنترل و مراقبت کانال‌های ارتباطات از جمله اچ اف، وی اچ اف، یو اچ اف، آل و اس بوده که توسط افسران عملیات جنگال بر روی گیرنده‌های نصب شده در کنسول جمع‌آوری اطلاعات سیگنالی صورت گرفته و اطلاعات در کنسول پردازش طیف با تلفیق اطلاعات سایر منابع اطلاعاتی و بهره‌گیری از بانک اطلاعات تهدیدات در محل و به هنگام انجام می‌شود.

جدا از گیرنده‌های پیشرفته و پیچیده سوپر هیترودین بخش کنسول جمع‌آوری اطلاعات سیگنالی غیرارتباطی هواپیمای کامپس کال به یک مجموع از گیرنده‌های ویدئو کریستال، آی اف ام و حسگرهای حرارتی و یو وی جهت صدور هشدار تهدیدات راداری، لیزری و حرارتی برخوردار می‌باشد که این حسگرها و آنتن گیرنده‌های راداری بر روی بدنه بیرونی هواپیمای حامل نصب شده و اطلاعات دریافتی جهت پردازش و نمایش به کنسول پشتیبانی الکترونیکی اتاق جنگ الکترونیک و نمایشگرهای کابین خلبان جهت اقدام لازم، ارسال می‌گردد. شکل (۶) نمایی از محل نصب سنسورهای هشداردهنده راداری، لیزری و حرارتی بر روی بدنه بیرونی هواپیمای کامپس کال مربوط به، تجهیزات عملیاتی و جنگ الکترونیکی را ارائه می‌نماید (نگوین، تیم ن، ۲۰۱۳). نمونه‌ای از زیرسامانه‌های پیشنهادی از سوی شرکت لاکهید برای به روزرسانی بخش هشدار دهنده‌های هواپیمای حامل عبارت است از:

- ✓ زیر سامانهٔ کاسیدین ای‌ای آر-۶۰ (هشدار دهنده تقرب موشک)[1]
- ✓ زیر سامانهٔ تالس سی‌ای تی اِس-۱۷۰ (گیرنده هشدار دهنده راداری)[2]

---

1. Cassidian AAR-60 Missile Warning System (MWS)
2. Thales CATS-170 Radar Warning Receiver (RWR)



شکل (۶) جانمایی سنسورهای هشداردهنده راداری، لیزری و حرارتی بر هواپیمای کامپس کال

البته در نمونه‌های مختلف و با ارتقاءهای صورت گرفته، مدل‌های دیگری از گیرنده‌های هشدار دهنده همچون هشدار دهنده تقرب موشک[1] ای‌ای آر-۴۷ (که با استفاده از سنسورهای الکترواپتیکی با قدرت تشخیص هوای گرم خروجی موشک‌ها و استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته به تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی تهدیدات می‌پردازد) و گیرنده هشدار دهنده راداری‌ای[2] آل آر-۵۶ اِم، فعّال در باند فرکانسی ۲ تا ۲۰ گیگا هرتز ساخت شرکت بی اِی اِیی می‌باشد که آنتن‌ها و حسگرهای این دو سامانه در نزدیکی دماغه هواپیما، جنب پنجره کابین خلبان، مخروط دم و در قسمت تحتانی دم نصب شده‌اند.

ث- نحوی بکارگیری سامانه‌های حملهٔ الکترونیکی دورایستا:

با توجه به مأموریت تهاجم الکترونیکی محوله به این هواپیما در راستای جنگ الکترونیک دورایستای نیمه سنگین، طیف گسترده‌ای از اخلالگرها و پارازیت رسان‌ها در این پرنده به کار گرفته شده که به عنوان قابلیت اصلی آن در صحنه نبرد مطرح می‌باشد. از تعداد ۸ کنسول جانمایی شده در اتاق جنگ تعداد ۴ الی ۵ کنسول مأموریت انجام اختلال پرقدرت و انجام فریب الکترونیکی بر روی سامانه‌های ارتباطی و غیرارتباطی و فریب تقلیدی بر روی شبکه مخابراتی و ارتباطات فرماندهی و کنترل را بر عهده دارد. بنابراین این هواپیما در مجموع قابلیت فرستنده‌های مشروحه زیر که در داخل بدنه و ریدوم‌های منصوب بر پهلوی هواپیما جهت انجام مأموریت خود استفاده نموده و جهت انتشار از آنتن‌های منصوب بر روی سطح بیرونی بدنه و بالاها بهره مند می‌باشد:

- ✓ دو فرستنده (یک کیلو وات) برای وی اچ اف باند پایین

---

1. AN/AAR-47
2. AN/ALR-56M

- ✓ دو فرستنده (یک کیلو وات) برای وی اچ اف باند بالا
- ✓ دو فرستنده (یک کیلو وات) برای یو اچ اف
- ✓ یک فرستنده پرقدرت ۱۰ کیلووات وی اچ اف و یو اچ اف.
- ✓ یک فرستنده پرقدرت ۱ کیلووات اچ اف
- ✓ پاد اخلالگر ۵۰۰ واتی باند فرکانسی (آل تا کِی یو)

در خصوص سایر اخلالگرهای غیرارتباطی در نمونه‌های سفارشی شرکت لاکهید اقدام به نصب ۲ دستگاه اخلالگر لیزری و حرارتی فعّال در طرفین انتهای دو هواپیما جهت مقابله با سامانه‌های پدافندی هدایت شونده توسط بیم لیزر یا کاونده حرارتی نموده است نمونه پیشنهادی عبارت است از سامانه ضدمادون قرمز دی آی آر سی‌ام مدل ایی آل تی ۵۷۲ موسوم به الیت ترونیکا[1].

در بخش اخلالگرهای غیرعامل (مکانیکی وشیمیایی) نیز به منظور حفاظت ازهواپیمای حامل در بخش‌های مختلفی از بدنه هواپیما (سطح بیرونی) از تعداد قابل توجهی کارتریج پرتابگر چف و فلیر استفاده شده است که قابلیت پرتاب جمرهای پرتابی متناسب کالیبر گلوله‌های این کاتریج‌ها را نیز دارا می‌باشد.

ج- نحوی بکارگیری آرایه‌های آنتن بر روی هواپیمای کامپس کال:

مدیریت عملیات و فرماندهی جنگ الکترونیک برابر شرایط صحنه نبرد طرحریزی، تعیین و انتخاب می‌گردد و بر اساس آن فرستنده‌ها و گیرنده‌های داخل هواپیما درجهت اجرای موفقیت‌آمیز مأموریت انتخاب و تنظیم می‌شوند. براین اساس، برابر طرحریزی و مدیریت عملیات در صحنهٔ نبرد آنتن‌های ارسال و دریافت به صورت مدیریت شده در هر باند جهت ارسال و دریافت استفاده می‌شوند (کتابچه عملیات روانی، ۲۰۰۵). از این رو هواپیمای کامپس کال از مجموعه‌ای از آرایه‌های آنتن مورد استفاده در فرستنده‌ها و گیرنده‌های خود که بر روی بدنه هواپیما نصب شده است استفاده می‌کند که مشتمل بر:

- ✓ آنتن‌های سیمی عمودی وافقی (AM) در باند HF ازدم عمودی تا میانه سازه بدنه هواپیما.
- ✓ چهار واحد آنتن ۱۰ کیلو وات VHF(۴۷ تا ۸۸ مگاهرتز) منصوب بر روی سکان‌های عمودی و افقی انتهای دم هواپیمای حامل.
- ✓ دو آنتن ۱۰ کیلو وات V/UHF(۱۷۰ تا ۴۷۰ مگاهرتز و ۴۷۰ تا ۸۶۰ مگاهرتز)، در زیر بدنه و پایین کابین خلبان.

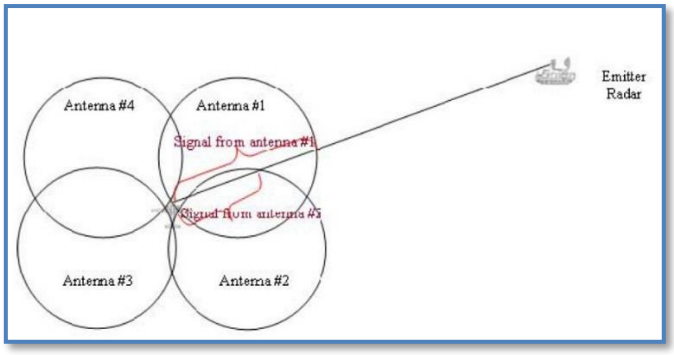
[1]. Elettronica ELT-572 Directed Infrared Countermeasures System (DIRCM)

✓ دو آنتن تیغه‌ای ۱ کیلو وات (۳۰ تا ۱۰۰ مگاهرتز)، در زیر بدنه و پایین کابین خلبان.
✓ دو آنتن تیغه‌ای ۱ کیلو وات (۱۰۰ تا ۵۹۹ مگاهرتز)، در زیر بدنه و پایین کابین خلبان.
✓ دو آنتن تیغه‌ای ۱ کیلو وات (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاهرتز)، در زیر بدنه و پایین کابین خلبان.
✓ آرایه آنتن‌های راداری باند آل تا کی یو (۱ تا ۱۸ گیگاهرتز)، که در داخل ریدوم نصب شده.

البته گیرنده‌های بخش هشداردهنده راداری، لیزری و حرارتی، به صورت مستقل و فقط به منظور دریافت استفاده می‌شود که جانمایی آنتن گیرنده هشداردهنده راداری، یک عدد آنتن باند پایین (۰/۵ تا ۲ گیگاهرتز) در زیر بدنه در بخش تحتانی محل کابین خلبان و چهار عدد آنتن باند بالا (۲ تا ۲۰ گیگاهرتز) در نزدیکی دماغه هواپیما، در نزدیکی پنجره کابین خلبان و در مخروط انتهای دم نصب شده است ومحل قرارگیری حسگرهای حرارتی و لیزری، ۴ عدد در نزدیکی دماغه هواپیما (در نزدیکی پنجره کابین خلبان) و در مخروط انتهای دم و یک حسگرهای حرارتی و لیزری، درقیمت تحتانی زیر دم هواپیما نصب شده است (ولش، مارتین و پیول، مایک، ۲۰۱۲).

چ- نحوی سمت یابی تهدید در هواپیمای کامپس کال:

با توجه به حجم انبوه تجهیزات و گستره آنتن‌های نصب شده بر روی سطح بدنه و بال‌های هواپیمای حامل، امکان انجام سمت یابی در تمامی باندهای فرکانسی به ویژه ارتباطی وجود نداشته و فقط در بخش سامانه‌های غیر ارتباطی (راداری و حرارتی) با توجه به استفاده تعدادقابل توجه‌ای آنتن گیرنده مربوطه در سطح هواپیما، امکان سمت‌یابی تهدید، میسر می‌گردد.



شکل (۷) نمای پترن آنتن‌های هشداردهنده راداری

فرآیند تخمین و سمت یابی در گیرنده‌های هشدار راداری مطابق با شکل (۷) می‌باشد. در این تصویر هر یک از حلقه‌ها موقعیت یکی ازچهار آنتن هشداردهنده راداری را نشان داده و در

سمت راست بالای الگوها محل قرارگیری آنتن‌های هشداردهنده راداری، یک تهدید راداری پالسی وجود دارد. همانطوری که پرتوی اصلی ساتع شده از سوی رادار تهدید، در حال چرخش وانتشار است، این پرتوی اصلی رادار تهدید، تنها توسط آنتن‌های ۱ و ۲ هشداردهنده راداری هواپیمای حامل دریافت می‌شود. با مقایسه دامنه سیگنال‌های دریافت شده توسط سامانه پردازشگر هشداردهنده راداری، می‌توان زاویه و سمت ورود پرتوی اصلی رادار تهدید، را بدست آورد.

ح- منابع تغذیه سامانه‌های جنگ الکترونیک دورایستا در هواپیمای کامپس کال:

انبوه تجهیزات به کار گرفته شده در این هواپیمای سی ۱۳۰ باعث گردیده است که توان برق مصرفی زیادی جهت بکارگیری تمام این تجهیزات مورد نیاز باشد بنا به طراحی هوشمندانه این هواپیما به ازای ۴ موتور توربو پراپ این هواپیما ۴ ژنراتور برق ۲۰ کیلووات در نظر گرفته شده است که نیاز هواپیما را برطرف نموده و مازاد آن قابل بهره برداری جهت سایر سامانه‌های محمول می‌باشد، ولی ضرورتاً فرستنده‌های پرقدرت ۱۰ کیلو وات نیازمند تأمین برق بیشتری هستند که بنا به نیاز شرکت هانی وِل با همکاری شرکت سازنده هواپیما (لاکهید) اقدام به نسب یک دستگاه ژنراتور اِی پی یو در هواپیما نموده که در نسخه‌های اولّیه از توان ۲۰ کیلو وات برخوردار بود و طی ارتقاءهای انجام شده با ژنراتور ۴۰ کیلو وات جایگزین شده است.

روش‌شناسی پژوهش

۱- این تحقیق در زمینه جنگ الکترونیک هواپایه که یک موضوع وسیع است تهیه‌شده و محقق داده‌ها را در این تحقیق به‌صورت کمی و کیفی جمع‌آوری و پس از آن به صورت تحلیلی مورد تجزیه وتحلیل قرارداده و به منظور درک بهتر پدیده‌ها و جمع‌آوری شواهد بیشتری رویکرد این پژوهش استفاده از روش آمیخته می‌باشد. همچنین این تحقیق از نوع کاربردی بوده و با احصاء نتایج آن بهره‌مندی مؤثری از دانش تولید شده (سودمندی عملی)، آید نیروهای مسلح به خصوص نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران می‌شود.

۲- در این تحقیق، جامعه مورد مطالعه متشکل از کلیه اسناد و مدارک موجود درخصوص هواپیمای سی ۱۳۰ و توانمندی جنگ الکترونیک دور ایستای هواپایه موجود در نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران و سایر منابع داخلی و خارجی می‌باشند و براین اساس جامعه آماری انتخابی، ۱۲۰ نفر بوده و حجم جامعه نمونه با استفاده از فرمول آماری کوکران، در سطح اطمینان ۹۵ درصد و مقدار اشتباه مجاز ۰/۴، با تقریبِ ۴۸ نفر می‌باشد.

۳- در این تحقیق، به دلیل این‌که جامعه آماری و پرسش‌شوندگان از تخصص‌های مشخص و متفاوتی تشکیل شده، روش نمونه‌گیری به صورت انتخاب جامعه نمونه، از طریق شیوه نمونه‌گیری تصادفی طبقاتی بوده و جامعه آماری به گروه‌های کوچک‌تر و هم‌جنس تقسیم و از هر گروه نمونه‌برداری شده است.

۴- قلمرو مکانی این تحقیق، به صورت عام شامل تمامی بخش‌های دارای تجهیزات هواپایه نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران بوده و به صورت خاص با توجه به زیر ساخت‌های موجود نیروهای ارتش جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و با لحاظ نهدیدات ناشی از جنگ‌های آینده، پیش بینی و برآورد شده است.

۵- با نگرش به اینکه روش تحقیق این پژوهش به صورت توصیفی است، محقق در این تحقیق از روش جمع‌آوری اطلاعات میدانی و کتابخانه‌ای همچون انجام مصاحبه با صاحب‌نظران، توزیع پرسش‌نامه و مطالعه منابع موجود، موردنظر، اقدام به بررسی مشکلات موجود نموده و بعد از تجزیه‌وتحلیل آن‌ها، از سایر منابع کتابخانه‌ای مانند کتب فنی و تخصصی، نشریات مرتبط و همچنین منابع اینترنتی به جمع‌آوری اطلاعات اقدام نموده است.

۶- در این پژوهش برای تعیین روایی، با بررسی اسناد و مدارک مختلف (حتی در صورت عدم وجود و یا استفاده از تحقیقات نزدیک به موضوع این پژوهش) و انجام میزان سنجی مدارک یاد شده در چند مرحله و تطبیق آن‌ها با یکدیگر و جهت روایی مصاحبه، با انتخاب صاحب‌نظران متخصص وآگاه و با تجربه و آشنا به دانش روز در زمینه عملیات هوایی، جنگ‌الکترونیک، اطلاعات و فاوا و طراحی سؤالات به‌گونه‌ای که محقق را به نتیجه تحقیق رهنمون ساخته و همچنین به منظور بررسی روایی ابزار پرسش‌نامه، هر پرسش‌نامه به تعداد کافی در اختیار اساتید و متخصصان در هر حوزه قرار گرفته و پس از بررسی‌های لازم و حذف تعدادی از سؤال‌ها پرسش‌نامه از نظر روایی مورد تائید قرارگرفته است.

۷- در این پژوهش برای تعیین پایایی، از اسناد و مدارک موجود در مراکز آموزشی، دانشگاهی و ستاد نهاجا و همچنین از مدارک مجامع معتبر علمی سایر مراکز علمی کشور مانند دافوس آجا، دانشگاه شهید ستاری و دانشکده علوم و فنون فارابی و مقایسه اسناد و مدارک و تطبیق نظرات مختلفی که در راستای مطالب مطروحه انجام‌شده و جهت پایایی مصاحبه، سؤال‌ها با بهره‌گیری از تجارب کارشناسان و صاحب‌نظران به‌صورت کتبی و در زمان‌های مختلف با مصاحبه شوندگان مطرح شده و تلاش شده که این سؤال‌های بر مبنای ساختار تحقیق و شاخص‌های مطروحه انتخاب شده، شفاف بوده و دارای کم‌ترین ابهام باشد و در نهایت به منظور پایایی پرسشنامه، از آلفای کرون باخ استفاده شده که در این راستا با توجه

به اطلاعات مندرج در جدول و قرار دادن آن در رابطه آلفای کرون باخ، پایایی پرسشنامه در حدود ۰/۸۲۴ می‌باشدکه با توجه بزرگی آماره آزمون از ۰/۷، پایایی تحقیق تأیید می‌گردد.

۸- و نهایتاً روش پژوهش در این تحقیق بدین صورت بوده است که ابتدا اطلاعات جمع‌آوری‌شده در قالب متغیرهای تحقیق و شاخص‌های مربوطه دسته بندی و سپس فرآیند تجزیه‌وتحلیل، با استفاده از مطالب مربوط به اسناد، مدارک و مصاحبه با صاحب‌نظران (تجزیه‌و تحلیل کیفی) و نیز با استفاده از ابزار پرسش‌نامه و ازطریق رسم نمودار و جداول (تجزیه‌و تحلیل کمی) انجام پدیرفته و سپس هر دو تجزیه و تحلیل به‌صورت آمیخته برآورد شده و نتایج احصاء گردید.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

با توجّه به نظریه صاحب‌نظران و مطالب استخراج شده از پرسش‌نامه، کتب و اسناد کتابخانه‌ای باید گفت که در این تحقیق تابع محور (بکارگیری هواپیمای سی ۱۳۰ جنگ الکترونیک دور ایستای هواپایه)، با توجه به تجزیه و تحلیل کیفی اسناد، مدارک، نظرات صاحب‌نظران و سایرسوابق تحقیقی، سازه و بدنه هواپیمای سی ۱۳۰ هرکولس، با توجه به پهنه بزرگ و قابلیت انجام عملیات در هرگونه شرایط آب و هوایی، امکان انجام ماموریت‌های جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه را دارا است، براین اساس موارد زیر در این تحقیق احصاء شده است:

(۱) بال‌های گسترده و بدنه بزرگ هواپیمای هرکولس سی-۱۳۰ قابلیت نصب تعداد انبوهی از آنتن‌های مختلف و پادهای اخلالگر ویا جمع‌آوری اطلاعات سیگنالی ارتباطی و غیرارتباطی را دارد و فضای درونی بزرگ و جادار درون سازه بدنۀهواپیمای، می‌تواند حجم قابل توجهی از تجهیزات و افسران عملیات جنگال را به عنوان اتاق جنگ الکترونیک در خود دارد.

(۲) این هواپیما قابلیت فرود و برخاست، پرواز در شرایط جوی نامناسب، مداومت پروازی نسبتاً طولانی و حمل قابل توجه بار و یا سوخت جهت پروازهای طولانی را دارا بوده و به لحاظ پرنده‌های نظامی یکی از پایدارترین و مطمئن‌ترین هواپیماهای ترابری نظامی می‌باشد.

(۳) به منظور ایجاد قابلیت‌های حفاظت الکترونیکی و فناوری‌های مقابله با جنگ الکترونیک دشمن، به روزرسانی و ارتقاء سامانه‌های ارتباطی، ناوبری و کمک ناوبری و همچنین راداری، جهت انجام مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه ضرورت دارد.

(۴) با وجود ۴ الی ۵ ژنراتور مولد برق ۲۰ کیلوات و با توجه به حجم قابل توجهی از تجهیزات جنگ الکترونیک مورد نیاز در این هواپیما، ضرورت دارد بخشی از توان مصرفی برق

تجهیزات جنگ الکترونیک از طریق ژنراتورهای توربین بادی موسوم به «آر اِی تی» تأمین گردد و همچنین در خصوص سایر متغیرهای تابع جزء داریم که:

الف) با توجه به جداول و نمودار نتیجه نظرخواهی و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده از حجم نمونه (۴۸ نفر پاسخ‌دهندگان) در خصوص فرضیه اوّل (امکان سنجی به کارگیری هواپیمای سی ۱۳۰ در پشتیبانی الکترونیکی تاکتیکی جهت انجام مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه)، نشان می‌دهد که تعداد ۳۶ نفر (۷۵٪) گزینه خیلی زیاد و زیاد را انتخاب نموده‌اند (تعداد ۱۶ نفر (۳۳/۳۳٪) گزینه خیلی زیاد، تعداد ۲۰ نفر (۴۱/۶۷٪) گزینه زیاد) تعداد ۱۰ نفر (۲۰/۸۳٪) گزینه متوسط و تعداد ۲ نفر (۴/۱۷٪) گزینه کم و خیلی کم را انتخاب نموده‌اند)، این آمار بدان معنی است انجام مأموریت پشتیبانی الکترونیکی تاکتیکی (جنگ الکترونیک دور ایستایِ هواپایه) محمول بر هواپیمای سی ۱۳۰ با بهره‌گیری از مقدورات و تجهیزات جمع‌آوری اطلاعات سیگنالی سامانه‌های ارتباطی و غیرارتباطی، امکان‌پذیر می‌باشد. البته وجود هشداردهنده‌های چند حساسه (راداری، حرارتی، لیزری) به عنوان یک نیاز تاکتیکی در کلیه هواپیماها از جمله هواپیماهای ترابری مانند هرکولس سی-۱۳۰ مطرح بوده که فایده آن در حفاظت از خود هواپیمای حامل می‌باشد و تاثیری بر مأموریت اصلی هواپیما ندارد. در مورد امکان انجام پردازش و تحلیل اطلاعات سیگنالی مستلزم وجود تجهیزات تلفیق اطلاعات به دست آمده از سایر منابع از جمله اطلاعات سیگنالی (بانک اطلاعات تهدیدات) و ایجاد خطوط آن‌لاین دیتا بر روی پرنده با ایستگاه‌های سطحی و پست فرماندهی می‌باشد.

ب) با توجه به جداول و نمودار نتیجه نظرخواهی و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده از حجم نمونه (۴۸ نفر پاسخ‌دهندگان) در خصوص فرضیه دوّم (امکان سنجی به کارگیری هواپیمای سی ۱۳۰ در حملهِ‌ی الکترونیکی تاکتیکی جهت انجام مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه)، نشان می‌دهد که تعداد ۳۴ نفر (۷۰/۸۴٪) گزینه خیلی زیاد و زیاد را انتخاب نموده‌اند (تعداد ۱۴ نفر (۲۹/۸۷٪) گزینه خیلی زیاد، تعداد ۲۰ نفر (۴۱/۶۷٪) گزینه زیاد) تعداد ۹ نفر (۱۹٪) گزینه متوسط و تعداد ۵ نفر (۱۰/۴۷٪) گزینه کم و خیلی کم را انتخاب نموده‌اند)، این آمار بدان معنی است انجام مأموریت حملهِ‌ی الکترونیکی تاکتیکی (جنگ الکترونیک دور ایستایِ هواپایه) محمول بر هواپیمای سی ۱۳۰ با بهره‌گیری از مقدورات و تجهیزات فریب الکترونیکی، اختلال الکترونیکی وانهدام، امکان‌پذیر می‌باشد. ولی در مورد اجرای عملیات انهدام، بر اساس موارد احصاء شده در این تحقیق با توجه به مأموریت جنگ الکترونیک دور ایستای هواپایه، این هواپیما در منطقه خارج از میدان نبرد و تهدیدات بالقوه انجام وظیفه می‌نماید و امکان استفاده از موشک‌های ضد تشعشع راداری در فواصل بسیار دور را ندارد. البته،

با توجه به گستردش بهره‌برداری از موشک‌های کروز هَواسُر برد بلند دور ایستا، در صورت بومی‌سازی و تجهیز این گونه از موشک‌ها به سیکر جستجوگر ضد تشعشع راداری، امکان انجام مأموریت انهدام تجهیزات الکترونیکی دشمن ازجمله رادارهای پدافندی وجود دارد.

پ) با توجه به جداول و نمودار نتیجه نظرخواهی و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده از حجم نمونه (۴۸ نفر پاسخ‌دهندگان) در خصوص فرضیه سوّم (امکان سنجی به کارگیری هواپیمای سی ۱۳۰ در حفاظت الکترونیکی تاکتیکی جهت انجام مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه)، نشان می‌دهد که تعداد ۳۶ نفر (۷۵٪) گزینه خیلی زیاد و زیاد را انتخاب نموده‌اند (تعداد ۱۷ نفر (۳۵/۴۲٪) گزینه خیلی زیاد، تعداد ۱۹ نفر (۳۹/۵۸٪) گزینه زیاد) تعداد ۹ نفر (۱۸٪/۷۵) گزینه متوسط و تعداد ۳ نفر (۶/۲۵٪) گزینه کم و خیلی کم را انتخاب نموده‌اند)، این آمار بدان معنی است انجام مأموریت حفاظت الکترونیکی تاکتیکی (جنگ الکترونیک دور ایستایِ هواپایه) محمول بر هواپیمای سی ۱۳۰ با بهره‌گیری از مقدورات و تدابیر حفاظت الکترونیکی (پیشگیرانه فنی و عملی) و اقلام مصرفی استهلاکی (جمرپرتابی، چف و فلیر)، امکان‌پذیر می‌باشد. و البته در بخش بکارگیری اقدامات و تجهیزات الکترونیکی جهت تقویت حفاظت الکترونیکی تاکتیکی هواپیمای حامل رعایت این نکات ضروری است:

(۱)بکارگیری چند لایه سامانه‌های ارتباطی، ایمن سازی، پایداری و امنیت ارتباطات هواپایه و ایجاد فناوری‌های مقاوم در برابر تهاجم الکترونیکی.

(۲)بکارگیری چند لایه سامانه‌های ناوبری و کمک ناوبری به روزرسانی شده هواپایه و ایجاد فناوری‌های مقاوم در برابر تهاجم الکترونیکی.

(۳)بکارگیری سامانه‌های راداری هواپایه و ایجاد فناوری‌های مقاوم در برابر تهاجم الکترونیکی.

(۴)بکارگیری سامانه‌های مصرفی (استهلاکی) همچون چف، فلیر و جمر پرتابی که در دسته

(۵) بندی اقدامات تهاجم الکترونیکی غیرعامل قرار گرفته به منظور حفاظت از خود هواپیمای حامل باعث ارتقاء سطح حفاظت الکترونیکی تاکتیکی خود هواپیمای سی ۱۳۰ می‌شود.

ودر انتهای بحث موضوع توجه ویژه به عوامل انسانی مجرب و آموزش که نقش بسیار مهمی در عملکرد مطلوبِ سایت پرنده جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه دارند، مانند افسران جنگ الکترونیک، خلبانان، کاربران سامانه‌های راداری و ارتباطی، افسران رده فرماندهی و حتی مسئولین تعمیر و نگهداری تجهیزات جنگ الکترونیک، به‌شدّت نیازمند افزایش توانائی خود در تشخیص و تحلیل تهدیدات و اتخاذ بهترین روش استفاده از تکنیک‌های آفندی جنگ الکترونیک می‌باشند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجّه به تجزیه‌وتحلیل به‌عمل‌آمده در خصوص اهداف تحقیق و با در نظر گرفتن کلیه جوانب امر ازجمله اسناد و مدارک کتابخانه‌ای و نظریه صاحب‌نظران نتیجه‌گیری صورت گرفته پیرامون این اهداف به‌شرح زیر تبیین می‌گردد:

«با توجه به تهدیدات هواپایه منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای، و رویکردهای فناورانه الکترونیکی به کار رفته در تسلیحات به روز دنیا و سامانه‌های هدایت‌کننده هوشمند آنها، ضرورت توجه جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه با تمام مولفه‌ها و شاخص‌های مطرح آن، جدی است و به لحاظ اهمیت آن در تقویت وتوسعه توان رزم هوایی و تداوم پشتیبانی هوایی با جنگ‌افزارهای جنگ الکترونیکی نیاز نیروی هوایی و سایر بخش‌های ارتش جمهوری اسلامی ایران است و نبود این توانمندی و پشتیبانی رزم هوایی، لطمات جبران‌ناپذیری خواهد داشت.»

۱- نتایج حاصله از تجزیه‌وتحلیل اهداف:

الف- یافته‌های تحقیق حاکی از کارآمدی، اهمیت بالا ونقش بسزای کسب اطلاعات سیگنالی (ارتباطی وغیرارتباطی) در توسعه و تقویت توان رزم هوایی داشته و با توجه به سابقه بکارگیری هواپیمای سی ۱۳۰ موسوم به صدف (خفاش سابق) از سالیان گذشته در کشور، کلّیت موضوع مورد اهتمام و تأیید همگان (خبرگان و جامعه نمونه) می‌باشد. قابلیت‌های پروازی این هواپیما و به‌کارگیری تجهیزات مدرن «پشتیبانی الکترونیکی»، به همراه ضرورت برنامه‌ریزی و ایجاد «بانک اطلاعات تهدیدات هدف» در این راستا باید مورد توجه واعتماد قرار گیرد. ازاین‌رو به سامانه‌های اطلاعات سیگنالی به عنوان زیربنای مناسب در افزایش توان رزم جنگ الکترونیک نگاه گردد.

ب- با بررسی اسناد و مدارک این نتیجه به دست می‌آید که با توجه به شرایط انتشار امواج و خصوصیات متنوع طیف الکترومغناطیسی، به منظور کنترل و نظارت بر بهره‌برداری دشمن از آن، در سریع‌ترین زمان، بسیار تعیین‌کننده است اما با توجه به عوامل تاثیرگذار بر روی این متغیرها وشاخص‌های مرتبط با آن می‌توان نتایج حاصله را در سه بخش زیر بدست آورد:

(۱) با توجه به محدودیت‌های اجرای عملیات فریب، بهتر است با تقویت بخش‌های پشتیبانی الکترونیکی و ایجاد بانک اطلاعاتی تهدیدات وامکان بهره‌برداری همزمان از اطلاعات سایر بخش‌ها در قالب فرماندهی وکنترل یکپارچه، امکانات کشف و ردگیری تهدیدات مناسب جهت

اجرای طرح فریب برابر سناریو و با استفاده از افسران عملیات جنگ الکترونیک مجرب اقدام به اجرای فریب نمود. (به ویژه بر روی شبکه فرماندهی وکنترل دشمن).

(۲) طیف وسیع تهدیدات، ضرورت به کارگیری انواع مختلفی از پارازیت‌رسان‌های نویز را ایجاب می‌نماید که سازه بدنه هواپیمای سی ۱۳۰ مناسب اجرای سناریوهای گوناگون حملهٔ الکترونیکی تاکتیکی را فراهم می‌آورد ولی برق مصرفی با وجود ۴ الی ۵ ژنراتور هواپیما جهت این حجم از پارازیت‌رسان‌های مورد نیاز پاسخگو نخواهد بود که این امر بر ضرورت استفاده از ژنـراتورهای توربیـن بادی دلالت دارد.

(۳) آخرین بخش یک حملهٔ الکترونیکی تاکتیکی انهدام سامانه‌های الکترونیکی دشمن ازجمله رادارها و مراکز فرماندهی کنترل آن می‌باشد که تحت تأثیر مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه که در برد عملیاتی بالای ۲۵۰ کیلومترمی‌بایست انجام شود و با وجود موشک‌های ضد تشعشع راداری قابلیت بهره‌برداری را ندارند ولی با توجه به وجود موشک‌های کروز هواسُر (برد بلند) در صورت تجهیز به سیکر جستجوگر ضد تشعشع راداری امکان پرتاب انهدامی بر علیه تجهیزات الکترونیکی دشمن متصور می‌باشد.

پ- نتایج احصاء شده، بیان‌گر ناکافی و ناکارآمد بودن اقلام مصرفی (استهلاکی) مانند چف، فلیر و جمرپرتابی برای انجام مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای و پشتیبانی از سایر هواپیماهای رزمی با توجه به بعد مسافت (بیش از ۲۵۰ کیلومتر) بوده و فقط در راستای حافظت الکترونیکی تاکتیکی خود هواپیمای حامل مؤثر می‌باشد. برهمین اساس برابر تجزیه‌وتحلیل داده‌های مطروحه درخصوص شاخص ارتقاء مقدورات حفاظت الکترونیکی تجهیزات ارتباطی، ناوبری و راداری موجود در هواپیما حامل نیز بسیار مؤثر می‌باشد و بهره گیری از قابلیت‌های فناورانه الکترونیکی موجود در ارتباطات، سیستم‌های ناوبری و راداری باعث مقاوم شدن آن در برابر حملهٔالکترونیکی دشمن می‌گردد.

ت-و در نهایت، موضوع آموزش و کسب مهارت‌های کاری در ایجاد حفاظت الکترونیکی تاکتیکی این هواپیما، مبحث مهمی است که از دید صاحب نظران وجامعه نمونه، مسئولان امر بایستی بیش‌ازپیش به آن اهمیت داده تا نیروهای زبده و توانمند پرورش داده شوند. در این زمینه پیشنهاد می‌گردد طراحی و برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و بلندمدت برای امر آموزش شامل دوره‌های پروازی، فنی، ناوبری و جنگ الکترونیک به عنوان نیاز اصلی، ضروری گردد. انجام اقدامات پژوهشی خلاقانه و نوآوری در بالا بردن سطح آموزش کارکنان مؤثر ودر انجام مأموریت جنگ الکترونیک دورایستای هواپایه، تأثیر بسزایی خواهد داشت.

منابع

- آدامی، دیوید؛۱۳۸۵، ترجمه دکترمحمد مهدی نایبی؛ علی حرمتی، *جنگ الکترونیک*؛ تهران: دانشگاه صنعتی شریف، موسسه انتشارات علمی.
- ال‌شارپ والتر، ۱۴ آبان ۱۳۹۲، رهنامه *جنگ‌الکترونیک مشترک آمریکا*، مترجم: جواهری، علیرضا، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی تهران، چاپ اول.
- پایین محلی، محمدمهدی؛ ۱۳۹۱، *جنگ الکترونیک و پرنده‌های بدون سرنشین*؛ پژوهشکده سازمان صنایع هوایی ودجا.
- جواهری، علی‌رضا؛ ۱۳۹۱، *فرهنگ تشریحی جنگ‌الکترونیک*؛ موسسه آموزشی و تحقیقات صنایع دفاعی.
- سنگرگیر مراد، جواهری علیرضا، ۱۳۹۲، *فرهنگ تشریحی جنگ الکترونیک*، انتشارات موسسه آموزشی وتحقیقاتی صنایع دفاع، تهران.
- صالحی، مهدی؛۱۳۷۹، *تاریخچه جنگ الکترونیک*، انتشارات دافوس آجا.
- مولوی، محمدرضا؛ ۱۳۹۱، مقاله نبردهای الکترونیک مبنای جنگ‌های مدرن؛ *گروه دانش و فناوری روزنامه خراسان*؛ تهران.
- دیوید آدامی؛ *جنگ الکترونیک* ***EW101***؛ نایبی، محمدمهدی؛ حرمتی، علی؛ ۱۳۸۶، موسسهٔ انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.
- نباتی، عزت اله؛ ۱۳۹۱، *جنگ الکترونیک پیشرفته*؛ چاپخانه مرکز آموزشی و پژوهشی شهید صیاد شیرازی؛ تهران.
- *نشریات فنی هواپیمای ترابری لاکهید سی- ۱۳۰ هرکولس*، سال ۱۹۷۸ میلادی.
- *نشریه جنگ الکترونیک*؛ ۱۳۸۵، مرکز آموزش مخابرات و جنگال؛ انتشارات نیروی زمینی.
- نگوین، تیم ن، *سیستم‌های جنگ الکترونیک سی۱۳۰*، شرکت هواپیمایی لاکهید، کپی رایت۲۰۱۳.
- واحدی، مرتضی؛ قیاسی، علی اکبر؛ ۱۳۹۰ *کلیات جنگ الکترونیک*، دانشکده علوم وفنون فارابی.
- ولش، مارتین، پیول، مایک، نشریه تست و ارزیابی جنگ الکترونیک دوره ۲۸، *مرکز تحقیق و فناوری سازمان ناتو (RTO)*، دسامبر ۲۰۱۲.
- یارندی، محسن، ۱۳۹۶، *نشریه آموزشی عملیات جنگ الکترونیک ویژه فرماندهان و مدیران*، چاپخانه ستاد آجا.

- Airborne Electronic Attack, March 2012, *Report to the Committee on Armed Services*, House of Representatives.
- *C-130H Short Pod APU Upgrade Kit Briefing*, 2010, Auxiliary Power Unit Options, Honeywell.
- Compass Call (EC-130H), *Electronic Warfare Forecast*, Forecast1997 – 2006.
- Congressional Research Service, Hand book:U.S. *Electronic Attack Aircraf*, United States Air Force Fellow,Section Research Manager, July 26, 2016, www.crs.gov, R44572.
- Electronic Combat Consolidation Master Plan, 21 MARCH 1996.
- Electrical Load and Power Source Capacity Report for the C-130 Aircraft, Sliasc Model 6216, 15 January 1988.
- JED, *The Journal of Electronic Defense*, January 2012, VOL.35, NO.1
- Special Warfare Center and School, *Psychological Operations Handbook: Equipment Types, Specifications, and Capabilitis* (Fort Bragg: 2005), 55.