

نحوه به کارگیری تجهیزات حمله الکترونیک راداری دورایستا در عملیات جنگ الکترونیک نیروی هوایی

هادی کسای^{۱*}

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

نقش عمده تاکتیک حمله الکترونیکی دورایستا در نبردهای هوایی، ایجاد اختلال در رادارها و سکویهای پدافند هوایی دشمن به وسیله ایجاد یک دالان امن برای مدت زمانی مشخص و به دنبال آن هجوم هواپیماهای شکاری بمب افکن خودی و انهدام رادارها و سامانه های پدافندی دشمن است؛ لذا این پژوهش به منظور تبیین نحوه به کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی بر روی هواپیمای اخلا لگر راداری دورایستا در عملیات جنگال نیروی هوایی انجام شد. نوع پژوهش کاربردی، روش اجرای آن توصیفی و رویکرد آن آمیخته است. جامعه آماری ۱۵۰ نفر از کارکنان متخصص حوزه جنگال و پژوهشگران و هیئت های علمی، جهاد خودکفایی، آما د و پشتیبانی، دانشگاه عالی دفاع ملی و ستاد کل نیروهای مسلح، و حجم نمونه که با فرمول کوکران محاسبه شد، ۵۶ نفر است. ابزار میدانی جمع آوری اطلاعات و داده ها در این پژوهش، مصاحبه و پرسشنامه و ابزار کتابخانه ای آن اسناد و مدارک و سایت های اینترنتی بود. تجزیه و تحلیل به صورت آمیخته (کیفی و کمی) انجام شد. نتایج نشان داد به کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی هواپیمای اخلا لگر راداری دورایستا در عملیات جنگال نیروی هوایی با شاخص هایی نظیر اختلال نویز، اختلال فریب و جمر امکان پذیر است. تجهیزات جنگ الکترونیک هواپیمای اخلا لگر راداری دورایستا در حوزه حمله الکترونیکی گامی مؤثر در جهت افزایش توان رزم هوایی و جلوگیری از تلفات در نبردهای احتمالی در بر خواهد داشت.

واژه های کلیدی:

حمله الکترونیکی دورایستا، عملیات جنگ الکترونیک، اخلا لگر راداری، تجهیزات ضد الکترونیکی

^۱ کارشناس ارشد مدیریت دفاعی، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران.

مقدمه

در دنیای امروز، کاربرد الکترونیک در دستگاه‌ها و سامانه‌های پیچیده گسترش یافته و این امر طراحان و کارشناسان این حوزه را بر این باور متقاعد ساخته که تلاش‌های خود را در راه ایجاد توانایی بهره‌برداری از این فناوری پیشرفته به‌منظور کنترل و اعمال مدیریت متمرکز نمایند. موفقیت در رزم بستگی به این دارد که تا چه اندازه بتوان واقعیت‌های پر تحول نبردهای امروزی را با یک دید صحیح سنجید و به‌طور مداوم مقتضیات روز را همگام با تغییرات حاصله در ماهیت نبردگاه‌های تازه از نظر گذراند؛ و بر اساس آن دکترین مؤثری را در سطح نیروها پیاده نمود. در میان دگرگونی‌های چند دهه اخیر سامانه‌های الکترونیکی مدرن و پیشرفته جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده و کمتر جنگ‌افزار و یا سازمان نظامی دیده می‌شود که به‌گونه‌ای با بخشی از طیف الکترومغناطیسی سروکار نداشته باشد. در توجیه چنین واقعیاتی است که بیشتر اصول و تدابیر جنگ‌افزارها و تاکتیک‌های رزمی گذشته دچار دگرگونی و تکامل گردیده و جنگ الکترونیک به‌عنوان یک پدیده شگرف جزء لاینفک عملیات مدرن نظامی درآمده است. جنگ الکترونیک عملیاتی نظامی است شامل به‌کارگیری انرژی الکترومغناطیسی به‌منظور کشف و شنود طیف الکترومغناطیسی دشمن (اقدامات پشتیبانی الکترونیکی) یا ممانعت و یا کاهش به‌کارگیری این طیف توسط دشمن (حمله الکترونیکی) و استفاده مطلوب نیروهای خودی از آن علی‌رغم اقدامات دشمن (دفاع الکترونیکی). (نیازمند، ۱۳۹۵). در سال‌های گذشته بارزترین نقش جنگ الکترونیک در پشتیبانی از عملیات نیروی هوایی بوده است، به‌طوری‌که طرح یک نقشه جهت نفوذ یا ضربه هوایی بدون بررسی کیفیت و امکانات حفاظت الکترونیکی مقدور نیست. کاربرد اولیه جنگ الکترونیک در نبرد هوایی کمک به نفوذ و بقای حیات هواپیماهای ضربتی است، این کار به‌صورت ترکیبی از تکنیک‌های مانور هواپیما، اعلام‌خطر سامانه‌های هشداردهنده خودی، پارازیت رسانی از راه دور و خنثی‌سازی دفاع هوایی قبل از حمله به‌منظور شکست سامانه‌های پدافند هوایی دشمن صورت می‌گیرد. طرح‌ریزی یک سیستم (اقدامات ضدالکترونیکی) مؤثر و مناسب و توسعه تاکتیک‌های مقابله، مستلزم تلاشی گسترده در زمینه اقدامات پشتیبانی الکترونیکی و اطلاعات الکترونیکی است. در این صورت از میزان آسیب‌پذیری هواپیما با اجرای اقدامات ضدالکترونیکی به‌طور چشمگیری کاسته خواهد شد.

یکی از تاکتیک‌های مهم و تأثیرگذار در عملیات هوایی جهان تاکتیک اخلاگر دورایستا هست. اختلال الکترونیکی به‌قصد آسیب رساندن به تجهیزات و سامانه‌های الکترونیکی دشمن را از طریق کاهش کیفیت سیگنال در یک گیرنده انجام می‌گیرد. خنثی‌سازی انرژی الکترومغناطیسی، برای منقطع کردن و خراب کردن همیشگی تجهیزات الکترونیکی و یا سامانه‌های مخابراتی دشمن،

بکار می‌رود. سلاح‌های بانرژی جهت‌دار فرکانس‌های رادیویی^۱ از جمله اصلی‌ترین تجهیزاتی هستند که به‌وسیله آن‌ها عمل خنثی‌سازی بر روی سامانه‌های الکترونیکی قابل اجرا هست. حمله الکترونیکی می‌تواند سامانه‌های راداری دشمن را از طریق اختلال، فریب و خنثی‌سازی تجهیزات ره‌گیری و شنود به همین روش و تجهیزات الکترونیکی را از طریق خنثی‌سازی مورد هدف قرار دهد. در حال حاضر نقش این تاکتیک، ایجاد اختلال در رادارها و سکوه‌های پدافند هوایی دشمن به‌وسیله ایجاد یک دالان امن برای مدت‌زمانی مشخص و به دنبال آن هجوم هواپیماهای شکاری بمب‌افکن خودی و انهدام رادارها و سامانه‌های پدافندی دشمن است. با توجه به اینکه مدت‌زمان زیادی از بهره‌برداری هواپیمای اخلاک‌گر راداری دورایستا در نیروی هوایی نمی‌گذرد، لذا چگونگی به‌کارگیری تجهیزات حمله الکترونیک بر روی این‌گونه پرنده‌ها در عملیات جنگال هوایی با توجه به جدید و نوظهور بودن این فن‌آوری، عدم آگاهی برخی از مسئولین و همچنین متخصصین جوان جنگ الکترونیک با تجربه کم به تاکتیک‌ها و تکنیک‌های حمله الکترونیک در رزم با توجه به گسترش تهدیدات در این حوزه، آن‌طور که باید به‌درستی و با غنای کامل بیان‌نشده است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است. هدف پژوهش تبیین نحوه به‌کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی هواپیمای اخلاک‌گر راداری دورایستا در عملیات جنگال نیروی هوایی است. محقق به دنبال پاسخ به این سؤال است که نحوه به‌کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی هواپیمای اخلاک‌گر راداری دورایستا در عملیات جنگال نیروی هوایی چگونه است؟ به نظر می‌رسد نحوه به‌کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی هواپیمای اخلاک‌گر راداری دورایستا در عملیات جنگال نیروی هوایی با شاخص‌هایی نظیر اخلاک‌ نويز، اخلاک فریب و جمر امکان‌پذیر است.

مبانی نظری پژوهش

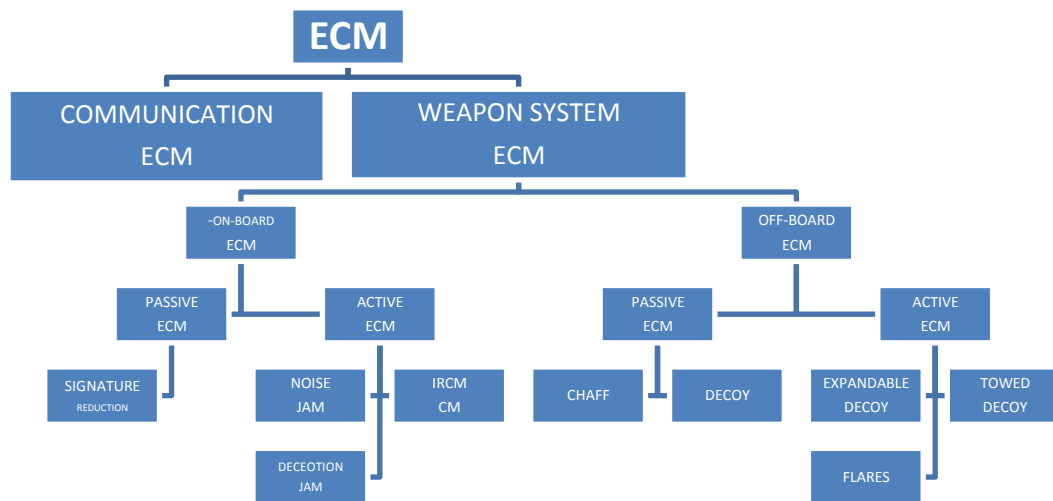
حمله الکترونیکی^۲

عبارت است از بهره‌برداری مؤثر دشمن، از طیف امواج الکترومغناطیسی به هر طریق ممکن یا به عبارتی فعالیت‌هایی که دشمن را در استفاده از وسایلی که با امواج الکترومغناطیسی کار می‌کنند، ناتوان سازد (نیازمند، ۱۳۹۵).

1- RF: RADIO FREQUENCY

2- electronic attack

شکل (۱) بلوک دیاگرام سامانه حمله الکترونیکی در عملیات هوایی



حمله الکترونیکی فعال^۱

آفندی که مستلزم انتشار مستقیم انرژی الکترومغناطیس به سمت گیرنده هدف است. حمله الکترونیکی فعال شامل اقدامات: ۱- اختلال^۲، ۲- فریب^۳، ۳- دکوی فعال^۴ می‌شود.

حمله الکترونیکی غیرفعال^۵

آفندی که مستلزم انعکاس و جذب انرژی الکترومغناطیس بدون استفاده از انتشار شامل اقدامات زیر می‌شود:

- روش‌های شیمیایی مانند رنگ‌های جاذب امواج الکترومغناطیس^۶
- روش‌های مکانیکی مانند چف، دکوی غیرفعال و سطح مقطع پرنده یا شناور (بالا زاده، ۱۳۹۵).

^۱ - active electronic attack

^۲ -Noise

^۳ - deception

^۴ - active decoy

^۵ - passive ea

^۶ - ram: radar absorbtion material

پارازیت^۱

کلمه پارازیت در لغت به معنای اخلاص و موج مزاحم و در علم الکترونیک و ارتباطات به معنی هرگونه تشعشع خواسته یا ناخواسته در سامانه‌های ارتباطی و غیر ارتباطی هست و به سه دسته تقسیم می‌شود:

الف) پارازیت طبیعی: مانند رعدوبرق یا اثر لکه‌های خورشیدی.

ب) پارازیت مصنوعی غیر عمدی: مانند تداخل ناشی از فرستنده‌های خودی، کابل‌های فشارقوی، رادارها، پارازیت ناشی از موتورهای برق.

پارازیت مصنوعی عمدی: عبارت است از پارازیت رسانی الکترونیکی که در بخش جنگ الکترونیک به کار می‌رود. به عبارت دیگر، ارسال امواج الکترومغناطیسی، انعکاس امواج ارسالی دشمن و یا شبیه‌سازی امواج الکترومغناطیسی دشمن و ارسال آن که به منظور مختل کردن دستگاه‌ها و تجهیزات ارتباطی و غیر ارتباطی دشمن انجام می‌پذیرد (نیازمند، ۱۳۹۵).

پخش پارازیت به منظورهای زیر انجام می‌گردد:

۱- مختل نمودن شبکه فرماندهی و کنترل^۲ به منظور کاهش توان رزمی دشمن در محل‌های حساس.

۲- ممانعت دشمن از کاربرد مؤثر شبکه‌های فرماندهی و کنترل و پدافند خود.

۳- وادار نمودن دشمن به استفاده از سامانه‌های یدکی و رزرو که سبب اتلاف نیروی انسانی، ماتریل و... واژ همه مهم‌تر کشف پارامترهای آن می‌گردد.

۴- محدود نمودن استفاده از وسایل الکترونیکی به وسیله دشمن.

۵- ایجاد مزاحمت و گمراه کردن اپراتورها. (نیازمند، ۱۳۹۸).

نمونه‌ای از تاکتیک‌های اثربخش در حمله الکترونیکی

در خلال عملیات طوفان صحرا یکی از تاکتیک‌های مؤثر برای گمراه کردن دفاع هوایی کشور عراق دکوی‌های هوا پرتابی تاکتیکی نیروهای آمریکایی بود. پرتاب دکوی‌ها باعث می‌شدند

^۱ - noise jamming

^۲ - C4i

مدافعان نیروهای عراقی رادارهایشان را روشن کنند، موقعیتشان آشکار شود و خودشان را در مقابل هواپیماهای سی اد مهاجم آسیب پذیر نمایند. این تاکتیک عراقی‌ها را گیج نموده و منجر به منحرف شدن تلاش‌های دفاعی‌شان شد. در روزهای نخستین جنگ هوایی، هواپیماهای ای بی ۶، اف ای ۱۸، دسته‌های بزرگ مهاجم را به جنوب عراق اسکورت می‌کردند. هواپیماهای اس ۳، ای ۷، ای ۶، اف ای ۱۸ به‌طور موفقیت‌آمیزی پادها را برای اشباع نمودن، گیج کردن و فریب دادن سامانه‌های پدافند هوایی استفاده کردند. این ترکیب مشترک از مقدمات سخت کشندگی و نرم کشندگی، موفقیت نیروهای ائتلاف را در خلال پشتیبانی عملیات توقف دفاع هوایی دشمن^۱ علیه موشک‌های زمین به هوای هدایت‌پذیر^۲ فراهم نمود (نیازمند، ۱۳۹۸).

همچنین یکی از تاکتیک‌های مناسب در حمله الکترونیکی بهره‌گیری از هواپیماهای جنگ الکترونیک اخلاص‌گر از راه دور علیه سامانه رادار هواپیمای آواکس و هواپیمای کنترل فرماندهی دشمن جهت جلوگیری از هدایت مناسب عملیات هوایی هست. همچنین می‌توان با بهره‌گیری از هواپیماهای حامل اخلاص‌گرهای پر قدرت، شبکه ناوبری هواپیماها و موشک‌های کروز را مختل نمود. لازم به ذکر است با توجه به بهینه‌سازی‌های انجام‌شده بر روی گیرنده جی‌پی‌اس موشک کروز، اختلال زمینی بر روی گیرنده جی‌پی‌اس موشک مذکور کارایی چندانی نداشته و مؤثرترین راه اختلال بر روی آن، اختلال در ارتفاع بالاتر از پرواز موشک هست (نیازمند، ۱۳۹۸).

روش‌های مختلف اقدامات ضدالکترونیکی

الف- نرم‌کشنده‌ها^۳

در این روش انجام اقدامات ضدالکترونیکی به سه طریق زیر امکان‌پذیر است؛

- (۱)- انتشار سیگنال عامل به‌منظور ایجاد اختلال که شامل انواع پارازیت و فریب است.
- (۲)- تغییر بار الکتریکی فضای بین رادار و هواپیما که شامل استفاده از چف، فلیر و دود و... است.

^۱- SEAD

^۲- SAM

^۳- soft kills

(۳) - تغییر قابلیت انعکاس هواپیما، ناو و ادوات زرهی که شامل مواد جاذب امواج راداری، پوشش مادون قرمز و تمام مواردی که احتمال آشکارسازی تجهیزات را کاهش می دهد.

ب- تخریبی^۱

شامل موشک های ضد راداری^۲ و سلاح های مخرب الکترونیکی از جمله اچ پی ام^۳، هیل^۴ و... هست (نیازمند، ۱۳۹۳).

توقف دفاع هوایی دشمن^۵

توقف دفاع هوایی دشمن فعالیتی است که به طور موقت از طریق تخریب یا اختلال در سامانه های دفاع هوایی زمین پایه دشمن، آن ها را بی اثر یا نابود می سازد. با این تعریف ارائه شده بسیاری از طرح های عملیاتی نظامی، سلاح ها و روش هایی نظیر مراقبت و شناسایی، اخلاگر دوربرد، استفاده از سلاح ها هوا به زمین و اقدامات ضد الکترونیکی و ضد حرارتی برای توقف دفاع هوایی دشمن مؤثر هستند. می توان از ابزارها و سلاح هایی از قبیل بمب افکن های دوربرد، بالگردها، موشک های سطح به سطح، سلاح با هدایت دقیق، راکت ها و بمب ها به منظور حمله به سامانه های دفاع هوایی دشمن استفاده نمود. با توجه به این که توقف دفاع هوایی دشمن یک امتیاز مؤثر در جنگ محسوب می شود هواپیماهای جنگی نظیر اف ۱۶، اف ۱۵، ای-۱۸ به منظور افزایش تأثیر بر ضد دفاع هوایی دشمن طراحی و بهینه سازی شده اند. این هواپیماها یک سری مهمات تأثیرگذار بر ضد موشک های سطح به هوا مانند موشک ضد راداری سرعت بالای ای جی ام ۸۸ را حمل می کنند که برای قفل کردن بر روی رادارهای زمین پایه و انهدام آن ها طراحی شده اند. سیستم هدف گیری موشک ضد راداری سرعت بالا و سیستم ارزیابی و تجزیه و تحلیل شناسایی الکترونیکی تاکتیکی توانایی هواپیماهای اف ۱۶ اس سی جی و ای ای ۶ بی را برای هدف قرار دادن رادارهای دفاع

^۱ - hard kill

^۲ - ARM: ANTI RADIATION MISSILE

^۳ - HPM: HIGH POWER MICROWAVE

^۴ - HEL: HIGH ENERGY LASER

^۵ - SEAD: SUPPRESSION OF ENEMY AIR DEFENSE

هوایی دشمن بهبود بخشیده است. توقف دفاع هوایی دشمن همیشه یک روش مهم برای حمایت از هواپیماها و تأثیرگذار بر عملیات هوایی بوده است. (فصلنامه جنگ الکترونیک، ۱۳۸۸).

شیوه دیگر مخدوش کردن اطلاعات موردنیاز دشمن، تخریب و نابودی کلی رادار و سامانه‌های الکترونیکی هست. این سلاح‌های تخریبی عبارت‌اند از:

موشک‌های ضد راداری^۱

هنگامی که یک سایت راداری با استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری اطلاعات تعیین موقعیت شد، می‌توان با استفاده از موشک‌های ضد تشعشع و سلاح‌های متعارف نسبت به نابودی آن اقدام نمود. این تکنیک به معنی سخت‌کننده معروف است. یکی از کارآمدترین حمله‌های الکترونیکی، استفاده از موشک ضد راداری هست. موشک‌های با استفاده از جستجوگرهای پسیو به سمت منابع تولید فرکانس رادار (آنتن) هدایت می‌شوند. این جستجوگرها برای پوشش فرکانسی (۴۰-۱/۰ گیگاهرتز) طراحی شده‌اند موشک‌های آرم اغلب به‌وسیله هواپیماهای نوع راسوی وحشی^۲ شلیک می‌شوند. این نوع هواپیماها دارای قابلیت ره‌گیری، شناسایی و تعیین موقعیت تهدیداتی از قبیل سایت‌های موشکی سطح به هوا می‌باشند. (نظری، ۱۳۸۷).

اخلالگرهای پرتابی^۳

نوع دیگری از حمله الکترونیکی به سامانه‌های راداری و موشکی استفاده از جمرهای پرتابی کوچک به‌وسیله هواپیماهای مهاجم است. این نوع اخلال‌گرها در باندهای مختلف برنامه‌ریزی و فقط برای مدت‌زمان محدودی (چند دقیقه) فعال بوده و سیگنال‌های پرازیت تولید می‌نمایند.

حمله الکترونیکی دور ایستا

در این حالت یک سکوی حامل اخلالگر خارج از برد مؤثر تسلیحات دشمن ایستاده و به اختلال با توان زیاد مثلاً ۲ کیلووات در هر باند می‌پردازد. از آنجاکه از راه دور اقدام به اختلال می‌کنیم لزوماً دسترسی به گلبرگ‌های فرعی امکان‌پذیر نیست و اختلال از گلبرگ اصلی وارد گیرنده رادار می‌شود. در این مد عملیاتی با استفاده از آنتن جهت‌دار توان مؤثر بالایی در فرکانس رادار به‌سوی

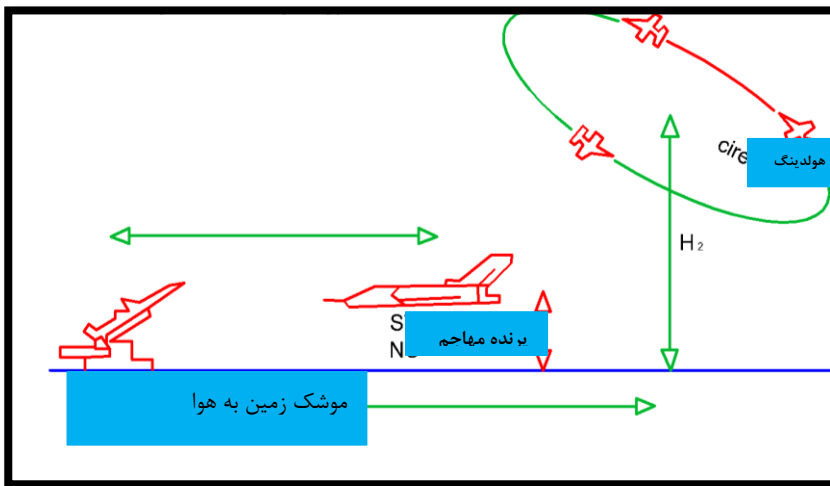
^۱ - Anti Radiation Missile

^۲ - wild weasel

^۳ - expendable jammer

دشمن ارسال می‌شود. در اختلال دورایستا معمولاً از روش‌های اختلال نویزی استفاده می‌شود. استفاده از اختلال دورایستا مانع از تشخیص جهت و تعداد هواپیماهای مهاجم می‌شود. سکوی حامل اختلالگر ممکن است برای تأثیر بیشتر نزدیک‌تر بیاید. در حالت سکوی هوایی، برای مصونیت بیشتر گاهی چند هواپیما در مسیرهایی دایره شکل حرکت کرده و اختلال بین آن‌ها تعویض می‌شود. در اینجا هم‌بسته به اولویت تهدیدها مدیریت توان و جهت‌دهی به منابع ارسال توان نباید فراموش شود. در اکثر سناریوهای حمله‌ی نقطه‌ای از این روش به کرات استفاده می‌شود. روش حمله به این شکل است که چند هواپیما با مدیریت توان اختلالگر در ارتفاع‌های بالا اقدام به اختلال نموده و هواپیماهایی که قصد حمله به نقاط موردنظر را دارند در ارتفاع پایین و از روی کلاترهای حجم بالا اقدام به بمباران پایگاه موردنظر می‌کنند.

شکل (۲) حمله الکترونیکی دورایستا



انواع تاکتیک‌ها و سکوهای اختلال راداری و رادیویی هوا پایه: حمله الکترونیکی دورایستا

یک اختلال گر هوابرد ممکن است روی یک پرنده بدون سرنشین^۱ یک بالگرد و یا یک هواپیمای سرنشین دار مستقر شود. باید در هنگام نصب اختلال گر به توان بالا در هواپیما به منظور اطمینان از این که هیچ تداخلی بین آن و عملکرد تجهیزات ناوبری وجود نداشته باشد، دقت کافی داشت. اصلی ترین مزیت آن ها این است که به سبب ارتفاع می توانند به محدودیت های ناشی از عوارض زمین غالب شوند. این عامل باعث کاهش بازدهی اختلال گرانی زمینی می شود. هر چند که آن ها در این حالت انعطاف پذیری استفاده از عوارض زمین را برای اختلال یک گیرنده خاص به طوری که بقیه گیرنده های شبکه از آن بی خبر باشند، از دست می دهند. یک اختلال گر حمل شده به وسیله یک پرنده بدون سرنشین کوچک تاکتیکی، دارای خصوصیتی شبیه به یک اختلال گر قابل حمل به وسیله نفر خواهد بود و بعید است که یک اختلال گر سوار شده بر روی این گونه پرنده ها توان خود را از هواپیما بگیرد و معمولاً به جای آن از باتری استفاده می کند. به نظر می رسد سکوی های هوایی هر دو تجهیزات ایی اس^۲ و ایی ای^۳ را در خود جا می دهند و هماهنگی بین زیر بخش های مختلف جنگال را آسان می سازند. ایی اس های حمل شده به وسیله سکوی های مختلف باید به صورت هم زمان قادر به تأمین هدایت و مسیر برای اختلال گرانی باشند (نیازمند، ۱۳۹۳).

عملیات اختلال الکترونیکی، یک روش مؤثر و موقتی برای اختلال در سامانه های ارتباطی و الکترونیکی دشمن است. اختلال الکترونیکی، مهم ترین تکنیک جنگ الکترونیک در زمان عملیات آفندی و یا دفاع هوایی هست. ایجاد اختلال به عنوان یک ابزار مهم و قدرتمند در جنگ های آتی مدنظر قرار دارد که می تواند به سبک های عملیاتی مختلفی، از قبیل اختلال گر خود حفاظت^۴، اختلال گر دور ایستا^۵، اختلال گر نزدیک شونده^۶ و اختلال گر همراه^۷ انجام گیرد.

^۱ - UAV: UN MANNED AERIAL VEHICLE

^۲ - ES: ELECTRONIC SUPPORT

^۳ - EA: ELECTRONIC ATTACK

^۴ - SELF PROTECTION JAMMER

^۵ - STAND OFF JAMMER

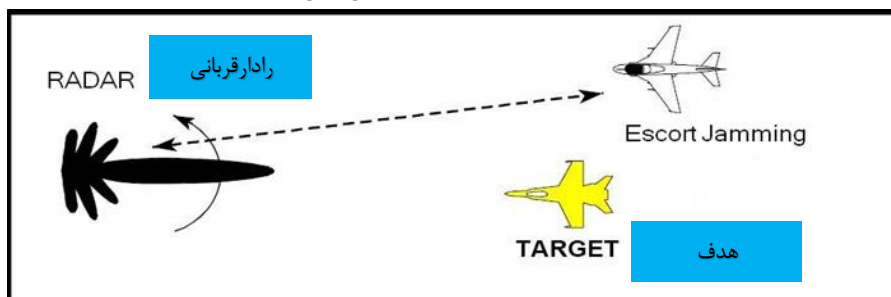
^۶ - STAND IN JAMMER

^۷ - Escort Jammer

در روش اختلال خود حفاظتی، تجهیزات ضد الکترونیک شامل پاد اختلال گر، چف، فلیر، جمر پرتابی و دکوی بر روی هواپیما، کشتی، سایت‌های زمینی و... به منظور حفاظت از آن‌ها نصب می‌گردند. اگر رادار هدف، از نوع آرایه فازی باشد، می‌تواند از روش استرابینگ برای کشف جهت اختلال گر استفاده نماید که این موضوع برای اختلال گرهای خود حفاظتی که از سمت گلبرگ اصلی^۱ رادار را مختل می‌نمایند خطرناک است.

در اختلال گر همراه تجهیزات ضد الکترونیک بر روی یک سکوی (هواپیما، کشتی و...) هست و هواپیما، کشتی یا سایر ادوات را طی انجام مأموریت همراهی (اسکورت) می‌نماید. سکوی اختلال به منظور محافظت از سکوی خودی بکار گرفته شده و به دنبال آن پیش می‌رود. در این نوع جمینگ، اگر سکوی اختلال به اندازه کافی به هدف نزدیک باشد. محاسبات اثرگذاری اختلال شبیه به اختلال محافظت از خود هست. لازم به ذکر است بهتر است نوع هواپیمای اختلال گر همراه، با هواپیماهای پشتیبانی شونده یکی باشد. (جلیوند، ۱۳۸۷).

شکل (۳) تاکتیک اختلال گر همراه



در اختلال گر دورایستا^۲، تجهیزات ضد الکترونیک، بر روی یک سکوی (هواپیما، کشتی و...) دور از میدان نبرد قرار می‌گیرد تا از هواپیماها، کشتی‌ها یا سایر ادوات که در میدان نبرد قرار دارند، حفاظت نماید. هدف اختلال توان بالا از راه دور، به طور معمول مختل نمودن رادارها و رادیوهای دشمن به منظور نفوذ پرنده‌ها و شناورهای خودی به داخل منطقه دشمن، بدون در معرض خطر

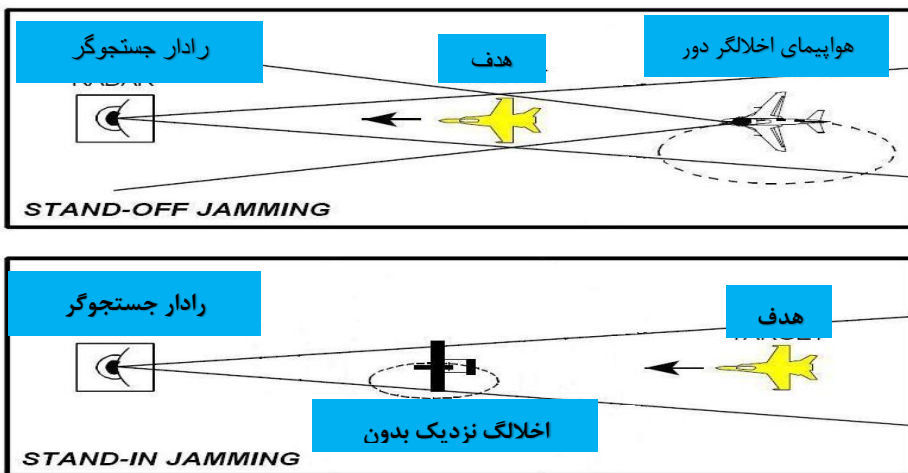
^۱ - Main Beam

^۲ - SOJ: STAND OFF JAMMER

قرار گرفتن اختلال گر هست. بدیهی است اختلال گر این هواپیمای بایستی توان بسیار بالا، محدوده پوشش مناسب، توانایی پاسخ سریع به تهدیدات جدید و... را داشته باشد.

اختلال گر نزدیک شونده (استند این جمر) مانند اختلال گر دورایستا هست با این تفاوت که در این حالت، سکوی اختلال به هدف نزدیک شده و جلوتر از سکوهای حفاظت شده قرار می گیرد. مسئله اساسی در این روش این است که، با توجه به نزدیک شدن سکوی اختلال به میدان نبرد خطرات زیادی آن را تهدید می نماید از این رو ضروری است که آن ها در برابر این خطرات حفظ نماییم.

شکل (۴) تاکتیک اختلالگر از راه دور و نزدیک شونده



با استفاده از این تکنیک و کم نمودن سطح مقطع راداری^۱ سکوی اختلال گر، آشکارسازی آن توسط رادارهای دشمن مشکل شده و امکان انهدام آن نیز توسط سلاح های دشمن کاهش می یابد. ملاحظات فوق، گرایش به سمت استفاده از پرنده های بدون سرنشین، قایق های بدون سرنشین یا روبات را ایجاب می نماید. پرنده های بدون سرنشین^۲ در تمامی جنبه های جنگ الکترونیک از ایجاد اختلال و تحت فشار قرار دادن نیروی هوایی دشمن تا اقدامات پشتیبانی الکترونیکی و جمع آوری اطلاعات و... مشارکت می نمایند (جلیلود، ۱۳۸۷). دکوی پیشرا نه دار

^۱ - RADAR CROSS SECTION(RCS)

^۲ - UAV(UNMANNED AERIALVEHICLE

دارای اختلال گر فعال یکی از تجهیزات، جهت اجرای اختلال از فاصله نزدیک هست. برخی از دیکوی‌های پیش‌رانه دار هوا پایه، می‌توانند پس از رهاسازی تا ۳۰۰ کیلومتر به مسیر خود ادامه دهند و رادار هدف را مختل نمایند، برخی از آن‌ها نیز قابل بازیابی هستند این دیکوی‌ها علاوه بر اختلال گر راداری، دارای اختلال گر مادون قرمز نیز می‌باشند. (فصلنامه دفاع الکترونیک، ۱۳۸۸)

پیشینه‌های پژوهش

جدول (۱) پیشینه تحقیقات انجام شده

کشور	اهداف	افق زمانی	روش‌شناسی‌ها
ایران	تبیین و تشریح افزایش توانمندی عوامل (سامانه‌های پشتیبانی الکترونیک، سامانه‌های اختلالگر الکترونیک و سامانه‌های ضد اختلالگر الکترونیک) هواپیمای جنگنده بمبافکن فانتوم اف-۴ در جنگ‌های آینده.	۱۰ سال	روش تحقیق: توصیفی نوع تحقیق: کاربردی
ایران	بررسی آموزش عملی جنگ الکترونیک خلبانان	۱۵ سال	روش تحقیق: توصیفی نوع تحقیق: کاربردی و توسعه‌ای جامعه مورد مطالعه: عبارت از خلبانان و مدیران جنگ الکترونیک.

روش‌شناسی پژوهش

از آنجاکه هدف این تحقیق نحوه به کارگیری تجهیزات حمله الکترونیک راداری دورایستا در عملیات جنگ الکترونیک نیروی هوایی است، انتظار می‌رود تا نتایج آن در خصوص ارائه چگونگی به کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی دور ایستا بر روی پرنده‌های نیروی هوایی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرد، لذا این مقاله دارای سودمندی عملی بوده و تحقیقی کاربردی است و محقق با استفاده از مطالعه اسناد، مدارک، کتب و مقاله‌های علمی و پژوهشی و سؤال‌های مصاحبه اطلاعات کیفی را جمع‌آوری نموده و به صورت کیفی تحلیل نموده و با جمع‌آوری اطلاعات کمی، این اطلاعات را به صورت کمی تحلیل و در پایان به صورت آمیخته مورد تحلیل قرار داده است، به

همین خاطر رویکرد این تحقیق آمیخته (کمی و کیفی) است. مسئولین متخصص حوزه جنگ الکترونیک و پژوهشگران و هیئت‌های علمی، ریاست سازمان جهاد خودکفایی، متخصصان آماد و پشتیبانی، دانشگاه عالی دفاع ملی و ستاد کل نیروهای مسلح به‌عنوان جامعه آماری انتخاب شده است و حدود صد و پنجاه نفر برآورد شده‌اند. محقق ابتدا به مطالعه اسناد و مدارک موجود پرداخته که به‌منظور تکمیل اطلاعات کتابخانه‌ای با انجام مصاحبه با صاحب‌نظران حوزه‌های جنگ الکترونیک، عملیات، اطلاعات، آماد و پشتیبانی نسبت به استخراج شاخص‌های متغیرهای موضوع تحقیق و تنظیم پرسش‌نامه اقدام نموده، با تقسیم آن در جامعه نمونه، نتایج را جمع‌آوری و با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی داده‌های به‌دست آمده را تجزیه و تحلیل و در پایان، نحوه به‌کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دور ایستا را در عملیات جنگ الکترونیک نیروی هوایی را به‌منظور استفاده و بهره‌برداری فرماندهان، مسئولین و افسران جنگ الکترونیک تشریح می‌نماید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

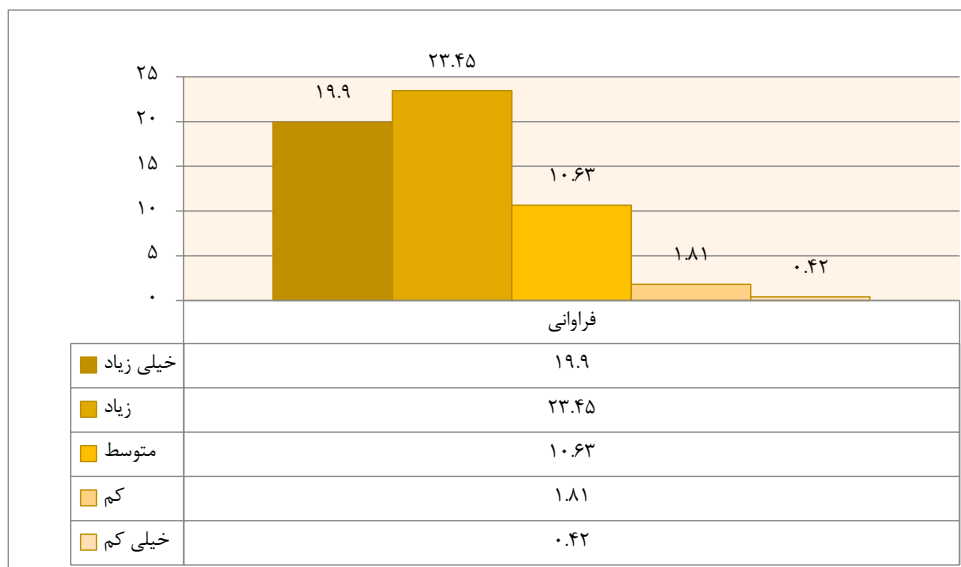
جدول (۲) توزیع فراوانی مربوط به پاسخ‌های مطرح شده در شاخص‌های تجهیزات حمله الکترونیکی

راداری دور ایستا

ردیف	سؤال	مؤلفه حمله الکترونیکی			ردیف
		زیاد	متوسط	کم	
۱	افزار جنگ الکترونیک	۲۲	۳۰	۱	
۲		۱۳	۱۹	۴	
۳		۲۱	۲۲	۳	
۴		۳۰	۲۱	۲	

ردیف	شاخص	مؤلفه حمله الکترونیکی					
		خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم		
		سوالات احصاء شده شاخص‌ها					
۵	اخلال فریب	۲۴	۲۸	۴	۱	به کارگیری اخلال فریب (deception jamming) در تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا به چه میزان می‌تواند در عملیات جنگال مؤثر باشد؟	
۶		۱۳	۲۷	۱۵	۱	فریب در سرعت (velocity gate pull off) در تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا به چه میزان می‌تواند در عملیات جنگال مؤثر باشد؟	
۷		۱۰	۳۰	۱۴	۲	فریب در برد (range gate pull off) در تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا به چه میزان می‌تواند در عملیات جنگال مؤثر باشد؟	
۸		۲۰	۱۶	۱۷	۲	فریب در زاویه (angle gate pull off) در تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا به چه میزان می‌تواند در عملیات جنگال مؤثر باشد؟	
۹		۲۰	۲۰	۱۳	۳	فریب الکترونیکی جعلی (manipulative electronic deception) در تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا به چه میزان می‌تواند در عملیات جنگال مؤثر باشد؟	
۱۰		۱۴	۲۹	۱۱	۱	فریب الکترونیکی تقلیدی (imitative electronic deception) در تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا به چه میزان می‌تواند در عملیات جنگال مؤثر باشد؟	
۱۱	۹	۳۲	۱۶	۸	۰	به کارگیری جمر (jammer) در تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا به چه میزان می‌تواند در عملیات جنگال مؤثر باشد؟	
		۱۹،۹۰	۲۳،۴۵	۱۰،۶۳	۱،۸۱	۰،۲۷	میانگین

نمودار (۱) تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌های مربوط به حمله الکترونیکی راداری دورایستا



با توجه به جداول و نمودار بالا، در رابطه با نحوه به کارگیری تجهیزات حمله الکترونیک راداری دورایستا در عملیات جنگ الکترونیک نیروی هوایی نتایج حاصله مبین این مطلب است که از تعداد ۵۶ نفر پاسخ‌دهندگان (حجم نمونه) تعداد ۲۰ نفر (۳۵٫۵۳٪) گزینه خیلی زیاد، تعداد ۲۳ نفر (۴۱٫۸۷٪) گزینه زیاد، تعداد ۱۰ نفر (۱۸٫۹۸٪) گزینه متوسط، تعداد ۲ نفر (۳٫۲۳٪) گزینه کم و تعداد ۱ نفر (کمتر از ۰٫۴۸٪) گزینه خیلی کم را انتخاب نموده‌اند.

جدول (۳) نحوه به کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا با توجه به شاخص‌های (اخلال نویز، اخلال فریب و جمر) در عملیات جنگال نیروی هوایی آجا چگونه است از نظر خبرگان

مصاحبه‌شونده اول	. پارازیت رسانی می‌بایست زمانی انجام گردد که مختل کردن سامانه راداری دشمن مهم‌تر از کسب خبر از آن باشد. در حال حاضر در پرنده‌های اخلالگر دورایستای راداری از تکنیک نویز استفاده می‌گردد که انشا الله به مدد تلاش و همت بلند جهادگران این عرصه دیگر تکنیک‌های فریب و جمر های پرتابی نیز برنامه‌ریزی و اجرایی گردند.
مصاحبه‌شونده دوم	ایجاد پارازیت، استفاده مؤثر از سامانه‌های فرماندهی و کنترل و هدف‌یابی دشمن را پایین آورده و از بین می‌برد. فریب الکترونیکی موجب می‌شود دشمن دریافت‌های سامانه الکترونیکی خود را تعبیر غلط نماید.
مصاحبه‌شونده سوم	در عملیات SOJ بایستی حتماً علاوه بر نویز، فریب هم به کار گرفته شود. اولاً و ثانیاً نفوذ هواپیمای بمبافکن نیز بایستی با برنامه و تمرین شده باشد که دشمن امکان عکس‌العمل را از دست بدهد. در

<p>عملیات SOJ اختلال رادارهای EW باکم کردن قدرت گیرندگی خود رنج عملیاتی خود را کم کرده و منتظر هدف در محدوده‌ای خاص و نزدیک‌تر می‌باشند که فریب خیلی کمک می‌کند.</p>	
<p>تنها نکته‌ای که هنوز پیاده‌سازی نشده استفاده از خروجی‌های multi beam به دلیل فناوری پیچیده طراحی انتهای phase-arrange با پهنای باند زیاد در داخل کشور است که هنوز نتایج رضایت بخشی از آن حاصل نشده، به عبارتی حمله به تهدیدات در زوایای بالای ۶۰ درجه در لحظه امکان‌پذیر نیست.</p>	<p>مصاحبه‌شونده چهارم</p>
<p>در این حوزه پیشرفت‌های شگرفی حاصل شده و توانمندی کارشناسان سازمان تحقیقات در دستیابی به انواع اختلالگرها از نوع نویز یا فریب محرز گردیده ولیکن در درگیری پرنده اختلالگر دورایستا با اهداف مختلف در زوایای مختلف (بالای ۶۰ درجه) به صورت هم‌زمان هنوز بایستی کار شود.</p>	<p>مصاحبه‌شونده پنجم</p>
<p>الف- طراحی و ساخت رادارهای آرایه فازی فعال منصوب بر روی هواپیماهای شکاری با توجه به مقاومت خوب آن‌ها در مقابله با اختلالات دشمن. ب- استفاده وسیع و مؤثر از حافظه دیجیتال ذخیره سیگنال در پادهای جنگ الکترونیک منصوب بر روی هواپیماهای شکاری و بمب‌افکن جهت ایجاد نویز و انجام فریب. پ- بهره‌گیری از دکوی‌های فعال و غیر فعال دارای موتور محمول بر هواپیماهای شکاری. ت- طراحی و ساخت هواپیمای باسرنشین و بدون سرنشین رادار گریز حامل اختلالگرهای پارازیت رسان و فریب حافظه دیجیتال ذخیره سیگنال.</p>	<p>مصاحبه‌شونده ششم</p>
<p>در پاسخ به این سؤال باید گفت که هواپیماهای دورایستا باید در موقعیتی قرار گیرند که از گزند پدافند هوای دشمن مصون و محفوظ بمانند و این در حقیقت فلسفه وجودی بهره‌گیری از هواپیماهای دورایستا هست...</p>	<p>مصاحبه‌شونده هفتم</p>
<p>هواپیمای اختلالگر دورایستا، از سامانه‌های اختلالگر راداری با توانایی اختلال در بازه بسامدی وسیع بهره‌برداری می‌کند. اجرای اختلال با تکنیک‌های نویز و فریب برنامه اصلی این اختلالگرها هست. انجام کار در این رابطه هرروز بایستی به‌روزرسانی شود. طرح‌ریزی و ساخت اختلالگرهای برنامه‌پذیر و قابل شبکه شدن با سامانه هشداردهنده راداری از طرح‌های آینده معاونت‌های فنی و تخصصی هست.</p>	<p>مصاحبه‌شونده هشتم</p>

تجزیه و تحلیل مصاحبه با صاحب‌نظران

- (۱) پارازیت رسانی می‌بایست زمانی انجام گردد که مختل کردن سامانه راداری دشمن مهم‌تر از کسب خبر از آن باشد.
- (۲) ایجاد پارازیت، استفاده مؤثر از سامانه‌های فرماندهی و کنترل و هدف‌یابی دشمن را پایین آورده و از بین می‌برد.

(۳) طرح‌ریزی و ساخت اخلاک‌گرهای برنامه پذیر و قابل شبکه شدن با سامانه هشداردهنده راداری از طرح‌های آینده معاونت‌های فنی و تخصصی هست.

(۴) نقصی که در حال حاضر در این‌گونه پرنده‌ها وجود دارد این است که در درگیر شدن با چند تارگت در محل‌های مختلف در یک مسیر که جهات مختلفی دارند دچار اشکال می‌باشند.

تجزیه و تحلیل نحوه به‌کارگیری تجهیزات حمله الکترونیکی راداری دورایستا در عملیات جنگ الکترونیک نیروی هوایی با توجه به اسناد و مدارک

حوزه حمله الکترونیکی دور ایستا یکی از مباحث مهم جنگ الکترونیک بوده که نقش این تاکتیک اثرگذار را امروزه می‌توان از نحوه استفاده آن توسط پرنده‌های باسنشین و بدون سنشین جنگ الکترونیک به‌روز دنیا پی برد. در آینده سایت‌های پرنده جنگ الکترونیک با محوریت مأموریت حمله‌ی الکترونیکی تاکتیکی، نقشی کم‌نظیر و حیاتی در پیاده‌سازی اهداف عملیاتی جنگ الکترونیک (به‌ویژه در مأموریت هوا پایه) ایفا خواهند نمود. نیروی هوایی و دریایی آمریکا با ایجاد تغییرات نسبی یا کلی در بخشی از پیکره پرنده‌های شکاری، ترابری اقدام به رفع نیازهای خود در این حوزه از جنگ الکترونیک نموده است. در این تنوع سامانه‌ها، اگرچه هوایمی‌های اخلاک‌گر راداری دورایستا، به‌عنوان یک سامانه تهاجمی جنگ الکترونیک شناخته‌شده و با بهینه‌سازی انجام‌شده، حتی قابلیت حمله به رادارهای اخطار اولیه و هدف را نیز پیدا کرده است، با این حال، عمده تمرکز آن ایجاد اختلال بر روی شبکه فرماندهی و کنترل دشمن نهفته است. به‌عبارت‌دیگر، این‌گونه هوایمی‌ها مشارکت مؤثری در حملات الکترونیکی علیه سامانه‌های راداری و مواضع سنگین پدافندی (نظیر پرتاب موشک ضد تشعشع) دارند و همچنین می‌توانند در مأموریت‌های تهاجمی جنگ الکترونیک (به‌ویژه عملیات مؤثر سرکوب پدافند هوایی دشمن) در خارج از میدان نبرد (در منطقه ایستایی خود) انجام‌وظیفه نمایند. هوایمی‌های اخلاک‌گر راداری دور ایستا می‌بایست در حین انجام مأموریت و استفاده از تکنیک‌های نوین اشاره‌شده در قبل، به‌منظور حفاظت از پرنده نیز از تکنیک‌های فریب و خود حفاظتی نیز بهره‌برداری نماید، بدین‌صورت که هم‌زمان با ایجاد یک دالان امن به‌منظور حفاظت از هوایمی‌های ضربتی و نفوذ آن‌ها، پرنده اخلاک‌گر نیز با استفاده از تجهیزات خود حفاظتی و سامانه‌های هشداردهنده نیز از گزند سامانه‌های توانمند

پدافند هوایی دشمن مصون و در امان باشد. تجهیزات جنگ الکترونیک هواپیمای اخلا لگر راداری دورایستا در حوزه حمله الکترونیکی گامی مؤثر در جهت افزایش توان رزم هوایی و جلوگیری از تلفات در نبردهای احتمالی در بر خواهد داشت. طرح ریزی و ساخت اخلا لگرهای برنامه پذیر و قابل شبکه شدن با سامانه هشداردهنده راداری از طرح‌های آینده بخش‌های فنی و تخصصی هست.

نتیجه‌گیری

بارزترین نقش جنگ الکترونیک در پشتیبانی از عملیات نیروی هوایی بوده است، به طوری که طرح یک نقشه جهت نفوذ یا ضربه هوایی بدون بررسی کیفیت و امکانات حفاظت الکترونیکی مقدور نیست کاربرد اولیه جنگ الکترونیک در نبرد هوایی کمک به نفوذ و بقای حیات هواپیماهای ضربتی است، این کار به صورت ترکیبی از تکنیک‌های مانور هواپیما، اعلام خطر سامانه‌های هشداردهنده خودی، پارازیت رسانی از راه دور و خنثی‌سازی دفاع هوایی قبل از حمله به منظور شکست سامانه‌های پدافند هوایی دشمن صورت می‌گیرد. طرح ریزی یک سیستم ای سی ام مؤثر و مناسب و توسعه تاکتیک‌های مقابله، مستلزم تلاشی گسترده در زمینه اقدامات پشتیبانی الکترونیکی و اطلاعات الکترونیکی است. در این صورت از میزان آسیب‌پذیری هواپیما با اجرای اقدامات ضد الکترونیکی به طور چشمگیری کاسته خواهد شد. تجهیزات جنگ الکترونیک هواپیمای اخلا لگر راداری دورایستا در حوزه حمله الکترونیکی (اخلال، فریب راداری و جمر) گامی مؤثر در جهت افزایش توان رزم هوایی و جلوگیری از تلفات در نبردهای احتمالی در بر خواهد داشت.

✓ یکی از سامانه‌های پیشرفته و پیچیده جنگ الکترونیک که در بالا بردن توان رزمی نقش بسزایی دارد، هواپیمای اخلا لگر راداری دورایستا هست که در خارج از منطقه‌ی خطر و دور از دسترس دشمن، شبکه‌ی راداری آن را در حمایت از نیروهای خودی که هدف آتش دشمن هستند، مختل می‌نماید.

✓ هواپیمای اخلا لگر راداری دورایستا، با استفاده از فنون اخلال الکترونیکی، عملکرد شبکه‌ی راداری دشمن را کاهش و ضریب آسیب‌پذیری هواپیماهای آفندی و بدون سرنشین خودی را در منطقه‌ی عملیاتی تقلیل می‌دهد.

✓ با به کارگیری هواپیماهای اخلا لگر راداری دورایستا هدف‌های زیر دست یافتنی است:

- منابع انتشاراتی راداری دشمن را می‌توان شناسایی کرد.

- رادارهای اخطار اولیه‌ی دشمن را می‌توان پارازیت و سفید نمود.
- عملیات نیروی خودی را در شبکه‌ی راداری می‌توان مخفی کرد.
- ✓ اجرای پارازیت رسانی و اختلال الکترونیکی بر روی رادارهای هشدار اولیه سامانه‌های پدافندی دشمن، مستلزم وجود اطلاعات دقیق و فنی در خصوص طیف الکترومغناطیسی مورد این گونه سامانه‌های راداری دشمن از طریق سامانه‌های پشتیبانی الکترونیکی هست که می‌بایست دقیق و به هنگام، مورد استفاده قرار گیرد.

پیشنهادها

- الف- سازمان‌ها، نسبت به بازنگری جداول تجهیزات و سازمان و انطباق آن با تجهیزات پیشرفته و نوین بر مبنای توسعه توان دفاعی، اقدام نمایند.
- ب- نسبت به تهیه الگوی مناسب به منظور رفع مشکلات پیشروی جنگال اقدام گردد.
- پ- سازمان‌ها و نهادهایی که به نحوی با جنگ الکترونیک در ارتباط هستند، ضمن انجام هماهنگی با وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح نسبت به تهیه سامانه مورد نیاز جهت بخش‌های پشتیبانی الکترونیکی و حمله‌ی الکترونیکی جنگ الکترونیک دورایستای هوا پایه و همچنین ارتقاء و توسعه تجهیزات حفاظت الکترونیکی هواپیمای حامل، از منابع خارجی یا در قالب پروژه‌های داخلی اقدام نمایند.
- ت- بهره‌گیری از توانمندی‌های بخش داخلی خود و یا مشارکت با مراکز دانش‌بنیان دانشگاهی داخل کشور نسبت به طراحی، ساخت و نصب سامانه‌های پیشرفته و بروز جنگ الکترونیک و یا بهینه‌سازی سامانه موجود، اقدام نمایند.
- ث- ارزیابی کارایی سامانه‌های جنگ الکترونیک متناسب با تهدیدات و ارتقاء و یا رفع اشکال آن‌ها.

قدردانی

از خبرگان توانمندی که در طول پژوهش، دانش خویش را سخاوتمندانه در اختیار محققان این پژوهش قرار دادند و استواری پژوهش حاضر بر مشارکت و دانش این بزرگواران قرار گرفته است بسیار سپاسگزاریم.

منابع

- بالا زاده، علی اصغر، شریفان، محمد اسماعیل، (۱۳۹۵)، *عملیات جنگال قدرت هوایی*، تهران: انتشارات دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا.
- گروه مطالعاتی، (۱۳۹۲)، *تبیین ابعاد و مؤلفه های جنگ الکترونیک درنبرد ناهمتراز*، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا.
- جلیلود، هادی، (۱۳۸۷)، *حمله الکترونیکی*، تهران: انتشارات مرکز آموزش های هوایی شهید خضرای.
- جواهری، علیرضا، (۱۳۹۱)، *فرهنگ تشریحی جنگ الکترونیک*، تهران: موسسه آموزشی و تحقیقات صنایع دفاعی.
- زارع نعمتی، بهمن، (۱۳۸۸)، *اقدامات ضد ضد الکترونیکی*، تهران: چاپخانه فرماندهی آموزش های هوایی شهید خضرای.
- زارع نعمتی، بهمن، (۱۳۸۷)، *حفاظت الکترونیکی*، تهران: انتشارات مرکز آموزش های هوایی ش خضرای.
- سائسی، سید محسن، (۱۳۸۰)، *کاربرد سامانه های دفاع الکترونیکی*، جلد ۱ و ۲، چاپ دوم، تهران: چاپخانه نیروی هوایی.
- سنگر گیر، مراد، (۱۳۹۱)، *فرهنگ تشریحی جنگ الکترونیک*، تهران: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.
- طالقانی، محمود، (۱۳۸۰)، *روش تحقیق نظری*، تهران: دانشگاه پیام نور،
- نظری، ابوالفضل، (۱۳۸۷)، *اقدامات پشتیبانی جنگ الکترونیک*، تهران: چاپخانه فرماندهی آمادوپش هوایی.
- نیازمند، میلاد، (۱۳۹۳)، *اقدامات ضد الکترونیکی*، تهران: چاپخانه فرماندهی آمادوپش هوایی.
- نیازمند، میلاد، (۱۳۹۳)، *مروری بر مبانی جنگ الکترونیک*، تهران: چاپخانه فرماندهی آمادوپش هوایی.
- ناییبی، محمد مهدی (۱۳۸۵)، *جنگ الکترونیک*، تهران: موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.
- Surendra, L., Shameem, S., Raj, G. K., & Chowdary, S. PERFORMANCE STUDY OF SELF SCREENING AND STAND-OFF RADAR JAMMERS. - *ijaer* 2012, vol. no. 3, issue no. ii.
- Center, N. A. W. (1997). *Electronic warfare and radar systems engineering handbook. Electronic Warfare Division, Pont Mugu, CA.*

- Goodman, G. (2009). Lethal SEAD-The DOD hopes that new cooperative emitter targeting concepts and improved anti-radiation missiles are more than a match for the upgraded threats and emitter shutdown tactics. *Journal of Electronic Defense*, 32(4), 26.