فصلنامه علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال ششم، شماره یک، بهار 1401

تدوین راهبرد ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک

فرهاد فرنیا[1*]، محمدرضا موحدی صفت[2]،وحید کریمی[3]، سید رضا زاهدی[4]

تاریخ دریافت: 1401/02/21 تاریخ پذیرش: 1401/05/20

چکیده

با ارتقای تکنیک‌های جنگ‌الکترونیک در عملیات های نظامی بویژه در حوزه پدافند هوایی، تاب‌آوری سامانه‌های راداری در برابر انواع حملات جنگ‌الکترونیکی در صحنه نبرد می تواند نقش بسزایی در توازن قوا و تعیین پیروز میدان داشته باشد. تحقیق حاضر با هدف طراحی و تدوین راهبردهای ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک انجام شده و از نوع کاربردی- توسعه ای می باشد. نمونه آماری پژوهش 31 نفر از صاحب نظران و اساتید حوزه‌های رادار و جنگ‌الکترونیک هستند. گردآوری داده‌ها از طریق منابع کتابخانه‌ای و پرسشنامه می‌باشد. پرسشنامه در سه مرحله تنظیم گردیده و شامل تعیین مؤلفه‌ها و شاخصه‌ها، رتبه بندی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک است که روایی آن توسط چند نفر از خبرگان تأیید و پایایی آن با روش آلفای کرونباخ (0/82) حاصل شده است. داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی تجزیه و تحلیل گردیده و هر یک از عوامل داخلی و خارجی احصا گردیده است. وضعیت میزان تاب‌آوری سامانه های راداری WT تعیین شده و متناسب با آن چهار راهبرد اصلی برای تدوین برنامه راهبردی ارتقای تاب‌آوری سامانه های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک شناسایی و اولویت بندی شده است.

واژگان کلیدی: تاب آوری، رادار، جنگ‌الکترونیک.

1- دانشجوی دکترا، مدیریت راهبردی فضای سایبری، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران(نویسنده مسئول)fa.farnia99@sndu.ac.ir

2- استادیار، دانشکده امنیت ملی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران movahedi@sndu.ac.ir

3- دکترای مدیریت دفاعی، دانشگاه عالی دفاع ملی،تهران، ایران Karimi.V053@gmail.com

4- کارشناس ارشد مدیریت دفاعی، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران Srz.rezazahedi@gmail.com

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

1. کلیات

پدافند هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران به عنوان خط مقدم دفاع از حیثیت و موجودیت کشور (برابر فرمایش فرماندهی محترم کل قوا و مقام معظم رهبری حضرت آیت الله العظماء خامنه ای عزیز[1]) همواره از اهمیت بالا و تأثیرگذاری برخوردار می‌باشد. عملکرد درست و صحیح سنسورهای راداری در صحنه نبرد به عنوان چشم‌های همیشه بیدار، نقش بسزایی در شناسایی تهدید و اقدام متناسب با آن دارند. با بررسی جنگ‌های دهه‌های اخیر بویژه جنگ ارمنستان و قره باغ، استفاده از فناوری‌های جدید بویژه جنگ‌الکترونیک به عنوان عامل تعیین کننده پیروز میدان بسیار محسوس است. لذا ضروری است نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران به ویژه نیروی پدافند هوایی ارتش، توجه ویژه‌ای به عملیات جنگ‌الکترونیک و نحوه مقابله با آن در میدان نبرد مبذول دارد.

با بررسی نبردهای اخیر، استفاده گسترده از سامانه‌های جنگ‌الکترونیک جهت اختلال در عملکرد و یا غیر موثر نمودن عملکرد انواع سامانه‌های مخابراتی - الکترونیکی بویژه از سوی کشورهای توسعه یافته مشاهده می‌گردد، در این میان پدافند هوایی به عنوان یکی از اولویت‌های درگیری در صحنه نبرد باید قادر باشد علاوه بر شناسایی عوامل اختلالی در سامانه‌های راداری و هدایت‌گر موشک، بالاترین بهره‌روی را داشته باشد. انجام این مهم بدون شناخت میزان تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک میسر نیست[1].

مطالعه اسناد دفاعی آمریکا و نحوه عمل آن در عملیات‌های دو دهه اخیر، نشان می‌دهد که در گام نخست سامانه‌های جنگ‌الکترونیک دشمن نسبت به اختلال عملکرد و یا کاهش موثر برد سامانه‌های راداری اقدام و ضمن ایجاد اهداف کاذب و هدر دادن موشک‌های زمین بهوای کشور مورد تهاجم، با شناسایی سکوهای پرتاب موشک، نسبت به از بین بردن آنها اقدام و در گام دوم با هواپیماهای بمب افکن و موشک‌های هوشمند، مراکز حساس و حیاتی کشور را مورد هدف قرارداده و با کمترین خسارت، پیروزی قاطع را در کمترین زمان بوجود می‌آورند[2].

مسئله اصلی در این تحقیق تطبیق تاب‌آوری سامانه‌های راداری در مقابل حملات جنگ‌الکترونیک دشمن می‌باشد. هدف از این تحقیق تدوین راهبردهای مناسب جهت ارتقای تاب‌آوری سامانه های راداری پدافند هوایی در محیط جنگ‌الکترونیک است. تدوین این راهبردها عملاً گام های حرکت نیروهای مسلح در جهت ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های راداری پدافند هوایی را در برابر حملات جنگ‌الکترونیک دشمن در محیط عملیاتی بوجود آورده و بستری برای تمرکز تلاش‌ها و فعالیت‌ها و ارائه راهکارهای مربوطه ایجاد می‌کند.

استفاده از سامانه های راداری با قابلیت تاب آوری محدود در برابرحملات جنگ‌الکترونیک علی‌رغم برخورداری از مشخصات فنی بالا در حوزه کشف و رهگیری در صحنه نبرد موجب بی اثر شدن قابلیت‌های موثر این سامانه‌های در برابر تکنیک‌های جنگ‌الکترونیک دشمن گردیده و ضمن برهم زدن توازن قوا در میدان، مزیت های عملیاتی را برای دشمن ارتقا می‌دهد.

1-1. اهمیت و ضرورت موضوع تحقیق

با انجام این تحقیق، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات سامانه‌های راداری جهت انجام عملیات در محیط جنگ‌الکترونیک شناسایی می‌شود؛ مؤلفه‌ها، شاخصه‌ها و راهبردهای ارتقای تاب‌آوری سامانه های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک شناسایی و راهبردهای اولویت‌دار تعیین خواهند شد.

عدم انجام پژوهش مذکور، موجب عدم شناخت موقعیت راهبردی حال حاضر تاب‌آوری سامانه‌های پدافند هوایی در محیط جنگ‌الکترونیک گردیده و به تبع آن نوع راهبردهای مورد نیاز جهت رسیدن از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب مشخص نخواهد بود. با عدم شناسایی موقعیت راهبردی در این حوزه، شکست در عملیات رزمی افزایش قابل توجهی خواهد

1- دیدار فرماندهان و مسئولان قرارگاه پدافند هوایی حضرت خاتم الانبیاء(ص) آجا در مورخه 1396/06/12

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

داشـت و ممکن اسـت اصـل غافل‌گیری در این حوزه به وقوع بپیوندد. عدم تعیین راهبرد جهت خروج از شـــرایط موجود و حرکت در جهت وضعیت افزایش و بهبود تاب‌آوری سامانه‌های رادار متناســب با تهدیدات، فناوری موجود، زمان و ... از دیگر ضرورت‌های انجام این تحقیق می‌باشد.

علاوه بر موارد بیان شده بالا،انجام این تحقیق می‌تواند کمک موثری در شناخت نقاط آسیب پذیری سامانه‌های رادار در برابر عملیات جنگ‌الکترونیک ایجاد نموده و خلاءهای پژوهشی موجود چه از لحاظ فنی و چه از لحاظ راهبردی را مشخص نماید.

1-2. پرسش تحقیق

راهبردهای ارتقای تاب آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک کدام است؟

1-3. هدف تحقیق

هدف این تحقیق تدوین راهبرد های ارتقای تاب آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک می‌باشد.

1-4. پیشینه تحقیق

تحقیقات انجام شده پیرامون مو ضوع تحقیق را می‌توان در قالب چند حوزه دسـته‌بندی نمود. حوزه اول کتاب‌های منتشـر شده علمی داخلی و ترجمه متون خارجی معتبر می‌باشند که به تعاریف علمی رادار، انواع روش‌های جنگ‌الکترونیک و اثر آنها بر عملکرد سـیسـتم‌های راداری و همچنین روش‌های مقابله با حملات جنگ‌الکترونیک پرداخته‌اند. کتاب های اصـــول جنگ‌الکترونیک، مقدمه‌ای بر جنگ‌الکترونیک، پدافند و آفند الکترونیک، پشـــتیبانی الکترونیک و کتاب مقدمه‌ای بر ســـامانه های دفاع الکترونیک منابعی هســـتند که اصـــول، مفاهیم و روش‌های جنگ‌الکترونیک را به تفصـــیل بیان می‌نمایند. کتاب تاریخ شـــفاهی دفاع مقدس به روایت علی اســـحاقی در حوزه جنگ‌الکترونیک درباره تجربیات استفاده از جنگ‌الکترونیک در دفاع مقدس می‌باشـد که نگارنده از مصـاحبه با مسـئول واحد جنگ‌الکترونیک سـپاه پاسـداران انقلاب اسـلامی جمع‌آوری و نگارش نموده است[3-6].

حوزه دوم مقالات ارائه شده در مجلات علمی- پژوهشی و کنفرانس‌های علمی معتبر داخلی می‌باشند که مباحث تاب‌آوری را در شاخه نظامی از منظرهای مختلف مانند شبکه فرماندهی و کنترل، ســـامانه آماد رزمی[1] و ... مورد بررســـی قرارداده و رویکردهای بعضـــاً پدافند غیرعامل را پیگیری می‌نمایند. بهزاد غفاری در مقاله‌ای تحت عنوان "تبیین نقش فرماندهی و کنترل در برتر سازی و ارتقای توان رزمی پدافند هوایی" به شناسایی و تبیین مهمترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بعد برترســـاز همچنین نقش فرماندهی و کنترل در ارتقای توان رزمی پدافند هوایی می‌پردازد[7]. محمـد ســـپهری در مقـالـه‌ای تحـت عنوان "مناســب‌ترین راهبردهای پدافند غیرعامل ســامانه‌های ارتباطی شبکه فرماندهی و کنترل در برابر تهدیدهای شنود الکترونیکی توســط حســاســه‌های اطلاعات ارتباطی دشــمن"، از پدافند غیرعـامـل ارتبـاطی برای افزایش بـازدارنـدگی، کـاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری ملی و غیره اسـتفاده نموده و راهبردهایی را جهت ارتقای تاب‌آوری شبکه کنترل و فرماندهی پدافند هوایی که مشتمل بر سامانه‌های راداری نیز می‌باشد، استخراج می‌نماید[8].

اردشـــیر محمدی و همکارانش در مقاله‌ای تحت عنوان "تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و ارائه راهکار مناســـب برای ارتقای میزان پایداری"، میزان دوام، استقامت و بقای سامانه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی را در عرصه نبرد در برابر سه عامل اصابت پذیری، آسیب پذیری و برگشـــت پذیری مورد مطالعه قرارداده و به این نتیجه رســـیده است که عدم تمرکز در فرماندهی و کنترل و اجرا روش مناسب و بهینه می‌باشـد[9]. شـهرآئینی و فرنیا در مقاله‌ای تحت عنوان "تدوین راهبردهای پدافند غیرعامل در حوزه رادار متناســب با تهدید ناهمطراز"، به بررســـی ویژگی‌های پدافند غیرعامل در حوزه ارتقای تاب‌آوری ســـامانه‌های پدافند هوایی پرداخته و راهبردهایی متناســـب با تهدید ناهمطراز جهت تاب‌آوری ســـامانه‌های راداری ارائه نموده‌اند[10]. باقری منش و همکاران در مقـالـه‌ای تحـت عنوان "ارزیـابی وضـــعیـت تـاب‌آوری ســـیســـتم‌های آمادی دفاعی (مطالعه مورد فرماندهی آماد و

[1] - Combat logistics

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

پشتیبانی یک یگان نظامی)"، به بررسی تاب‌آوری زنجیره تامین و اثر آن بر توسعه قابلیت انطباق‌پذیری بمنظور آمادگی در برابر حوادث غیر قابل پیش‌بینی و همچنین پاسخگویی در برابر اختلالات و بازیابی از آن‌ها پرداخته است[11]. شیخی‌وند و همکارانش در مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی بمب های الکترومغناطیسی (EMP) بر سامانه‌های الکترونیکی و ارائه راهکارهای مقابله با آن"، بر حوزه‌های پدافند غیرعامل از نقطه نظر الکتریکی، الکترونیکی و مخابراتی پرداخته و راهکارهایی را ارائه نموده است[12].

با توجه به جمیع موارد بالا، تاکنون پژوهشی در حوزه رادار و جنگ‌الکترونیک با رویکرد جامع شامل روش‌های فنی، پدافند غیرعامل و ... و متناسب با ویژگی های بومی و شرایط فعلی کشور مورد بررسی قرار نگرفته است.

1-5. روش شناسی تحقیق

این پژوهش از نوع کاربردی – توسعه‌ای و روش آن آمیخته می‌باشد. پس از بیان مسئله و معرفی روش‌ها و نحوه عملیات جنگ‌الکترونیک و مبانی نظری مرتبط با موضوع، از طریق مطالعه کتابخانه‌ای و مصاحبه با متخصصین و کارشناسان ارشد، مؤلفه‌ها و شاخصه‌های مرتبط با تدوین راهبردها تعیین و مبتنی بر تحلیل SWOT راهبرد ها استخراج و متناسب با آن راهکارهای تحقیق ارائه می‌شوند.

جامعه آماری این پژوهش شامل متخصصین و صاحب نظران عملیاتی و جنگ‌الکترونیک پدافند هوایی، دانشگاه‌ها و مراکز علمی پژوهشی در حوزه رادار و جنگ‌الکترونیک می‌باشند که براساس نوع تخصص و تجربه کاری نسبت به انتخاب آنها اقدام شده است و توزیع آنها برابر جدول (1) است. لازم بذکر است بمنظور تأیید و روایی اسناد و مدارک و همچنین استخراج و اولویت‌بندی راهبردها، از نظرات گروهی به عنوان گروه مشاورین راهبردی متشکل از 5 نفر از فرماندهان عالی رتبه نظامی در سطح ارتش و سپاه و دارای مدرک دکترا استفاده می‌شود.

جدول شماره 1: مشخصات جامعه آماری از لحاظ تخصص

ردیف	مشخصات اعضای جامعه نمونه اماری	تعداد
1	خبرگان عملیاتی رادار	6
2	خبرگان فنی رادار	7
3	خبرگان فنی – عملیاتی جنگ‌الکترونیک	2
4	اساتید دانشگاه و مراکز پژوهشی	6
جمع		21

1-5-1. تعیین حجم نمونه

با استفاده از فرمول کوکوران حجم نمونه 28,75 محاسبه گردیده که با توجه به عدم تفاوت عمده با جامعه آماری (حجم نمونه زیر 100 نفر)، حجم نمونه را تمام شمار در نظر می‌گیریم.

1-5-2. روش گردآوری اطلاعات

روش گردآوری اطلاعات بصورت کتابخانه‌ای و میدانی (مصاحبه و تنظیم پرسشنامه) می‌باشد. نقشه راه انجام تحقیق در شکل 1 نشان داده شده است.

شکل1: بلوک دیاگرام روش انجام تحقیق

2. ادبیات و مبانی نظری تحقیق

2-1. مفاهیم و تعاریف

راهبرد: به معنی تعیین اهداف و طرح نمودن برنامه ای برای رسیدن به آنها است. به بیان دیگر راهبرد طرح دراز مدتی است که برای نیل به یک هدف بلند مدت مشخص طراحی و تبیین می گردد[13].

تاب‌آوری: براساس تعریف دولت آمریکا، تاب‌آوری برای سیستم‌های زیرساختی عبارت است از توانایی سیستم‌ها، زیر ساخت‌ها، دولت، کسب‌وکار، جوامع و افراد برای مقاومت، تحمل، جذب، بازیابی، آماده‌سازی یا سازگاری با یک حادثه ناگوار که مانع از آسیب، نابودی یا از دست رفتن موارد مهم ملی شود[14].

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال ششم، شمارهٔ یک، بهار 1401

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

رادار: یک دستگاه رادیویی است که برای مشاهده، تشخیص یا آشکارسازی اجسام و نیز اندازه گیری برخی ویژگی های آنها به کمک موج های رادیوئی به کار می رود[15].

پدافند هوایی: کلیه اعمال و اقداماتی که به‌منظور انهدام، خنثی‌کردن و یا تقلیل اثرات عملیات هواپیماها، موشک‌های بالستیکی و سایر انواع موشک‌های هوایی دشمن در هوا انجام می‌گیرد و شامل پدافند هوایی عامل و غیرعامل می‌باشد. پدافند هوایی شامل 5 مرحله کشف، شناسایی، رهگیری، درگیری و انهدام است[14].

جنگ‌الکترونیک: هر عملی شامل استفاده از طیف الکترومغناطیسی، طیف انرژی هدایت شده برای کنترل طیف، حمله به دشمن یا جلوگیری از حمله دشمن است. هدف از جنگ‌الکترونیک انکار مزیت حریف و اطمینان از دسترسی دوستانه و بدون مانع طیف الکترومغناطیس است[16].

اقدامات ضد الکترونیک: اقدامات ضد الکترونیکی (ECCM[1]) که عملیاتی که ما را برای استفاده از طیف الکترومغناطیسی در مقابل جنگ‌الکترونیک دشمن توانمند می‌سازد، ECCM نامیده می‌شود[14].

جنگ‌الکترونیک و روش‌های آن:

امروزه سامانه‌های الکترونیکی نقش کاملاً تعیین کننده‌ای در سرنوشت نبردها دارند. اولین گام این فناوری در دنیای نظامی به زمان پیدایش رادار و کشف اشیاء در دور دست برمی‌گردد. دومین گام موقعیت یابی اهداف بود. کم‌کم دقت رادارها در تخمین پارامترهای اشیاء بهبود یافت. گام نهایی و مهلک‌ترین گام، ترکیب این فناوری با سلاح و به وجود آمدن سلاح‌های هدایت شونده بود. احتمال نابودی هدف که توسط سلاح‌های هدایت شونده تهدید می‌شوند، بسیار به یک نزدیک است.

کارآیی سامانه‌هایی که بتواند در برابر تهدیدات راداری دشمن مقاومت کند به سرعت مورد توجه نیروهای نظامی قرار گرفت. این سیستم‌های جدید که در گروه سیستم‌های جنگ‌الکترونیک قرار می‌گرفتند، قادر بودند تا حدودی تهدیدات دشمن را خنثی کنند. در کنار این گام، متخصصین الکترونیک روش‌هایی را پایه‌ریزی کردند که سلاح‌ها بتوانند همزمان که دشمن سعی در گمراه کرده آن دارند به خوبی وظایف خود را انجام دهند.

همزمان با گسترش این دو شاخه و همچنین پیشرفت‌های شگفت در رادار متخصصین متوجه شدند که اگر بتوان به نوعی اطلاعات مخابراتی و راداری دشمن را به دست آورد، پیش‌بینی‌ها و آمادگی‌های لازم بهتر صورت می‌گیرد. بنابراین جنگ‌الکترونیک در سه شاخه با سرعت چشم‌گیری شروع به رشد کرد. این شاخه‌ها عبارت‌اند از:

اقدامات ضدالکترونیکی (ECM[2]) یا آفند الکترونیکی: هدف این بخش از جنگ‌الکترونیک از کارانداختن سیستم‌های راداری و مخابراتی دشمن است.

اقدامات ضد ضدالکترونیکی (ECCM) یا پدافند الکترونیکی: هدف از این شاخه مقاوم کردن رادارها و سیستم‌های مخابراتی خودی در برابر اقدامات ضدالکترونیکی دشمن است.

اقدامات پشتیبانی الکترونیکی (ESM[3]): در این شاخه هدف کشف اطلاعات راداری و مخابراتی دشمن حین مدت جنگ است.

در ادامه شاخه‌ی مشابه به اقدامات پشتیبانی نیز به وجودآمد. این شاخه جاسوسی سیگنالی (SIGINT[4]) خوانده می‌شود. خود جاسوسی سیگنالی دو بخش عمده دارد که شامل جاسوسی مخابراتی (COMINT[5]) و جاسوسی الکترونیکی (ELINT[6]) می‌شود.

با گذر زمان متخصصین جنگ‌الکترونیک به این نتیجه رسیدند که باید سلاح‌های هدایت شونده را نیز در شمار تسلیحات جنگ‌الکترونیک به حساب آورند. در نتیجه تقسیم‌بندی زیر از طرف ناتو (NATO[7]) پذیرفته شد.

1 - Electronic Counter-Counter Measurement

2 - Electronic Counter Measures (ECM)

3 - Electronic Support Measures(ESM)

4 - Signal Intelligence(SIGINT)

5 - Communication Intelligence (COMINT)

6 - Electron Intelligence (ELINT)

7 - North Atlantic Treaty Organization (NATO)

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

حمله‌ی الکترونیک (EA[1]): این بخش شامل دو شاخه‌ی کشتار سخت[2] و کشتار نرم[3] می شود. کشتار نرم همان ECM سابق است. کشتار سخت هم شامل سلاح‌های هدایت شونده می‌شوند.

محافظت الکترونیک (EP[4]): حفاظت سامانه‌های خودی از حملات دشمن است. (ECCM سابق)

پشتیبانی الکترونیک (ES[5]): همان ESM سابق است.

سامانه‌های جنگ‌الکترونیک هم می‌توانند روی یک سکو[6] سوار باشد و هم می‌توانند به صورت مستقل قرار گرفته و خود به فعالیت ادامه دهد.

در مباحث جنگ‌الکترونیک تلاش هایی که هدف آن ها، مختل کردن آشکار سازی توسط دشمن است، اقدامات ضد الکترونیکی راداری نامیده می شوند. اخلالگر مهم‌ترین سیستم در مجموعه سیستم‌های ECM است.

اخلالگرها به دو گونه فعال و غیرفعال تقسیم می‌گردند. در اخلالگرهای فعال فرستنده‌ای وجود دارد که با ارسال سیگنال به رادار، آن را مختل می‌کند. اما در اخلالگر های غیرفعال، فرستنده‌ای وجود ندارد و اخلالگر تنها با استفاده از خواص ذاتی خود، توجه رادار را از هدف دور کرده، به خود جلب می‌کند.

سیستم‌های ECM می‌توانند به صورت خود محافظ (SPJ[7]) به کار گرفته شوند. در این روش سیستم اخلالگر از سکویی که روی آن سوار شده محافظت می‌کند.

اخلالگر می‌توانند از راه دور نیز، از جنگنده های خودی محافظت کند (SOJ[8]). در این حالت اخلالگری بسیار پر قدرت بیرون از آرایش نظامی[9]، با ارسال سیگنال‌های نویزی پر قدرت، رادارهای دشمن را از کار انداخته تا جنگنده‌های خودی در محیطی امن پرواز کنند.

روش دیگر استفاده از اخلالگر، اسکورت یک جنگنده با اخلالگری روی هواپیمای دیگر است(EJ[10]). این روش کلیتی مانند SOJ دارد، با این تفاوت که اخلالگر نیز وارد ناحیه درگیری می‌شود. در مأموریت‌های EJ می‌توان از هر دو روش اختلال فریب یا نویزی استفاده کرد، اما در اختلال از راه دور تنها می‌توان اختلال نویزی را به کار گرفت[4].

به موازات پیشرفت تکنیک های حمله جنگ الکترونیک، تکنیک های محافظت الکترونیک نیز توسعه پیدا نمود. لازم بذکر است تکنیک های محافظت الکترونیک شامل تکنیک های حمله الکترونیک ضد رادارها و سیستم های هدایت شونده راداری و ارتباطی دشمن نیز می شود. کنار این دسته، بعضی از مقدورات راداری وجود دارند که بصورت درون سامانه ای (تکنیک های RGPO، VGPO، STC و ...) و برون سامانه ای (مانند دکوها، بازتاب کننده ها و ...) برای حفاظت سامانه های راداری در برابر حملات الکترونیکی استفاده می شوند[17].

2-2. مراحل تدوین راهبرد

تدوین راهبرد را می‌توان در چارچوب تصمیم‌گیری سه مرحله‌ای گنجاند. روش‌های ارائه شده در این پژوهش برای انواع سازمان‌های مناسب است و به راهبردپردازان کمک می‌کند که راهبردها را شناسایی، ارزیابی و گزینش کنند. مرحله اول چارچوب (تدوین راهبرد) شامل ارزیابی عوامل داخلی و ماتریس ارزیابی عوامل داخلی است. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی حاصل بررسی راهبردی عوامل داخل سازمان است که این ماتریس، قوت‌ها و ضعف‌های اساسی سازمان را تدوین

1 - Electronic Attack (EA)

2 - hard Kill

3 - Soft Kill

4 - Electronic Protection (EP)

5 - Electronic Support (ES)

6 - Platform

7 - Self Protection Jamming (SPJ)

8 - Stand-off jamming

9 - Battle Formation

10- Escort Jamming (EJ)

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

می‌کند. ماتریس ارزیابی عوامل خارجی، عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، بوم شناسی، محیطی، سیاسی، دولتی و دیگر عوامل بیرونی سازمان را ارزیابی می‌کند. این ماتریس، فرصت‌ها و تهدیدهای اساسی سازمان را تدوین می‌کند. در مرحله دوم که آن را مرحله مقایسه می‌نامند، به انواع راهبردهای امکان‌پذیر توجه می‌شود و به این منظور بین عوامل داخلی و خارجی سازمان نوعی توازن و تعادل برقرار می‌شود. در مرحله سوم که مرحله تصمیم‌گیری نام دارد، از روش اولویت‌بندی با استفاده از نظرهای خبرگان و اعضای شورای راهبردی استفاده می‌شود[18].

2-3. تشکیل ماتریس ضعف ها، قوت ها، فرصت ها و تهدیدها (SWOT)

این ماتریس از ابزارهای مهمی است که مدیران به وسیله آن، اطلاعات را مقایسه کرده و می‌توانند با استفاده از آن، چهار نوع راهبرد ارائه کنند که به راهبردهای ST-SO-WT-WO معروفند. در اجرای راهبردهای SO سازمان با استفاده از قوت داخلی می‌کوشد از فرصت‌های خارجی بهره‌برداری کند. هدف راهبرد WO این است که سازمان با بهره برداری از فرصت‌های موجود در محیط خارج بکوشند ضعف‌های داخلی را بهبود بخشند. راهبردهای WT حالت تدافعی به خود می‌گیرند و هدف در آنها را کاهش ضعف‌های داخلی و پرهیز از تهدیدهای ناشی از محیط خارجی است. در حالت ST باید با استفاده از نقاط قوت داخلی، تهدیدهای خارجی را کاهش داد. در پژوهش حال حاضر، در ادامه نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید شناسایی متناسب با موقعیت وضعیت تاب آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک شناسایی و در ادامه می‌توان راهبردهای مناسب با وضعیت موجود را تعیین نمود. در جدول2 تجزیه و تحلیل SWOT نشان داده شده است.

جدول 2 : تجزیه و تحلیل SWOT

عوامل خارجی / عوامل محیطی	قوت‌ها (S)	ضعف‌ها (W)
فرصت‌ها (O)	ناحیه1- (SO) استفاده از فرصت‌ها با استفاده از قوت‌ها	ناحیه3 - (WO) استفاده از فرصت‌ها برای جلوگیری از ضعف‌ها
تهدیدها (T)	ناحیه 2- (ST) استفاده از قوت‌ها برای جلوگیری از تهدیدها	ناحیه4 - (WT) به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از تهدیدها و ضعف‌ها

2-4. تشکیل ماتریس عوامل داخلی وخارجی

در این بخش مشخص می‌شود که سازمان باید از چه نوع راهبردهایی (تهاجمی یا رشد و توسعه، محافظه کارانه یا حفظ و نگهداری، تنوع یا راهبرد تدافعی یا تغییر) استفاده کند. در مرحله سوم که تصمیم‌گیری نام دارد، از روش اولویت‌بندی با استفاده از نظرهای خبرگان و اعضای شورای راهبردی استفاده می‌شود[18].

3. یافته‌ها و تجزیه و تحلیل داده ها

3-1. یافته های تحقیق

برای تحلیل آماری در قسمت مربوط به پرسشنامه‌ها، از آمار توصیفی (فراوانی، میانگین و درصد) و در قسمت‌های بعدی برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش تحلیل SWOT استفاده شده است.

در پرسشنامه اول از شرکت کنندگان خواسته شده شاخص‌های تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک حاصل از منابع کتابخانه‌ای را تعیین و امتیازدهی نمایند و در صورتیکه شاخص‌هایی غیر از موارد بیان شده در پرسشنامه وجود دارد همراه با امتیاز مربوطه بیان نمایند. فهرست شاخص‌ها و مؤلفه‌های موجود در حوزه تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک بدست آمده از مراجع علمی و نظر کارشناسان برابر جدول(3) می‌باشد. در ادامه با توجه به فراوانی، شاخص‌های عمده، شناسایی و از شرکت‌کنندگان در پرسشنامه دوم درخواست گردید نقاط قوت، زمینه‌های قابل

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

بهبود، فرصت‌ها و تهدیدهای طرح در هر یک از این شاخص‌ها را فهرست نمایند.

جدول3: مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک

مؤلفه	شاخص	حاصل شده از		مرجع
		نظر خبرگان	مراجع علمی	
طراحی	استاندارد سازی EMC		*	[19]
	استاندارد سازی EMI		*	[20]
نمهابیات سخت افزاری و نرم افزاری	مدیریت سیگنال (در سامانه‌های راداری و ارتباطی)	*	*	[21] [22]
	استفاده از کدهای بومی در سیگنال های راداری و ارتباطی	*	*	[22] [23] [24] [25]
	داشتن نسخه‌های پشتیبانی از سامانه‌های ESM	*		
انبوه فرکانسی	استفاده از طیف‌های فرکانسی برای رصد یک منطقه	*	*	[21] [22] [24]
	استفاده از سیگنال‌های رادیو و تلویزیون (broadcast) برای شناسایی اهداف	*	*	[23] [26] [27]
بهره گیری از فناوری های نوین	استفاده از سامانه‌های نوین مانند لیدار، رادارهای کوانتومی و ...	*	*	[24] [28] [29]
	استفاده از رادارهای پسیو	*	*	[21] [22] [23]
ایجاد شبکه های فراگیر روی بستر شبکه	استفاده از دیتا فیوژن		*	[30] [31]
	استفاده از فناوری شناختی در شناسایی اهداف در محیط جنگ‌الکترونیک		*	[32] [33]
	استفاده از فناوری بلاکچین برای تلفیق شبکه فرماندهی و کنترل	*	*	[34] [35]

3-2. تجزیه و تحلیل داده ها

در این پژوهش بمنظور تحلیل داده‌ها از روش دلفی و ماتریس SWOT با رویکرد توصیفی – تحلیلی استفاده شده است. ابزار اندازه گیری شامل سه پرسشنامه می‌باشد که به روش دلفی طراحی و تنظیم شده و در سه مرحله توزیع شده است. روایی پرسشنامه‌ها از طریق تأیید اعضای شورای راهبردی حاصل شده و پایایی نیز با محاسبه آلفای کرونباخ (r=0,82) بدست آمده است.

3-2-1. تعیین شاخص‌های تاب‌آوری سامانه‌های رادار در محیط جنگ‌الکترونیک

پس از بررسی مؤلفه‌ها و شاخص‌های بدست آمده از پرسشنامه شماره1، موارد به اعضای شورای راهبردی ارائه و در نهایت، شاخص‌های تاب‌آوری سامانه‌های رادار در محیط جنگ‌الکترونیک مورد تأیید شورای مذکور در جدول4 آورده شده است.

جدول4: شاخص‌های تاب‌آوری سامانه‌های رادار در محیط جنگ‌الکترونیک مورد تأیید شورای راهبردی

ردیف	شاخصه
1	طراحی رادار براساس استاندارد سازی EMC
2	طراحی رادار براسا استاندارد سازی EMI
3	مدیریت سیگنال رادار
4	بهره مندی از کد بومی
5	تهیه نسخه پشتیبان از اطلاعات رادار
6	استفاده از طیف های فرکانسی برای رصد یک منطقه
7	استفاده از سیگنال های رادیو و تلویزیون به عنوان سیگنال های شناسایی
8	استفاده از فناوری های نوین شناسایی (لیدار، رادارهای کوانتومی ...)
9	استفاده از رادارهای پسیو
10	استفاده از دیتا فیوژن برای تبادل داده های نوین راداری
11	بهره مندی از بستر ارتباطی با استفاده از فناوری شناختی جهت تبادل داده های رادار
12	استفاده از فناوری بلاکچین بعنوان بستر شبکه فرماندهی و کنترل

3-2-2. تعیین ماتریس عوامل داخلی (IFE) و خارجی(EFE)

اطلاعات گردآوری شـده در جلسـه‌های بحث، اولویت و د سته‌بندی شدند. در پر سـ شنامه سوم هم از شرکت‌کنندگان مرحله اول و دوم خواسـته شـد به منظور ارزیابی و شـناسـایی عوامل داخلی و خارجی بر حسـب تأثیری که بر شـاخص‌های

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

مشخص شده دارند به گزینه‌های پرسشنامه به شیوه زیر، نمره دهند:

- پس از بررســـی عوامل داخلی و خارجی، مهم‌ترین عوامل فهرست شوند.
- به این عوامل از صفر (اهمیت ندارد) تا یک (بسیار مهم است) ضریب داده شود؛ به گونه‌ای که جمع ضرایب عوامل داخلی (قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت و تهدید) باید یک باشد.
- به هر یک از عوامل داخلی نمره 1 تا 4 داده شود. نمره 1 بیانگر ضعف اساسی و نمره 2 بیانگر ضعف کم، نمره 3 بیانگر قوت و نمره 4 بیانگر قوت زیاد عامل مورد بحث می‌باشد.
- به هر یک از عوامل خارجی نیز نمره 1 تا 4 داده شـــود. نمره 1 بیانگر ضعف اساسی و نمره 2 بیانگر ضعف کم، نمره 3 بیانگر قوت و نمره 4 بیانگر قوت زیاد عامل مورد بحث می‌باشد.
- برای تعیین نمره نهایی، ضـــریب هر عامل در نمره آن ضـــرب شود.
- مجموع نمره نهایی هر عامل محاســـبه و در نهایت، نمره نهایی عامل مشخص می‌گردد.

پس از بررسی نتایج حاصل از نظر سنجی جامعه آماری و تأیید نخبگان، ماتریس عوامل داخلی و خارجی به همراه نمره هر عامل اســـتنتاج گردید که به ترتیب در جدول‌های (5) و(6) نشان داده شده است.

پس از تعیین نقاط قوت و ضـــعف درونی و فرصـــت‌ها و تهدیدهای خارجی، بمنظور تعیین موضـــوع‌های راهبردهای ارتقای تاب‌آوری ســـامانه‌های رادار در محیط جنگ‌الکترونیک، فرایندهای تدوین راهبردهای SO، WO، ST و WT در برنامه‌های دفاعی نیروی پدافند هوایی با اســـتفاده از ماتریس SWOT انجام گردید. ســـپس چهار راهبرد کلی از میان راهبردهای چهارگانه در جلســـه‌های بحث توســـط شـــورای راهبردی انتخاب می‌شـــود. در پایان اولویت‌بندی راهبردهای کلی با اســـتفاده از ماتریس ارزیابی کمی راهبردها هر کدام از راهبردهای کلی با نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها به صورت جداگانه امتیاز 1 تا 4 و ضریب 1 تا 9 دریافت کردند و امتیاز نهایی هر کدام برای تعیین اولویت آنها مشخص شد.

جدول5: ماتریس عوامل داخلی

عامل	ردیف	ارزیابی عوامل داخلی IFE	ضریب	رتبه	نمره
قوت	1	بهره مندی از نیروی متخصص با توانمندی علمی در بدنه ن.م	0/06	2	0/09
	2	توانمندی دانشگاههای کشور و شرکت های دانش بنیان در حوزه جنگ‌الکترونیک	0/07	2	0/14
	3	دستیابی به دانش بومی در حوزه جنگ‌الکترونیک	0/07	1	0/07
	4	آشنایی متخصصین دفاعی با سامانه‌های راداری تولید کشورهای شرقی و غربی	0/04	3	0/12
	5	تعامل با مراکز علمی و تحقیقاتی داخلی	0/06	3	0/18
	6	وجود سازمان استاندارد دفاعی	0/03	3	0/09
	7	گسترش رشته های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا در دانشگاههای نظامی در رشته جنگ‌الکترونیک	0/06	3	0/18
ضعف	1	نبود استاندارد جامع و یکپارچه	0/05	2	0/1
	2	عدم هماهمگی بین سازمان های تحقیقاتی	0/04	2	0/08
	3	عدم وجود بازار رقابتی بواسطه انحصار صنعت در حوزه رادار و جنگ‌الکترونیک	0/08	4	0/32
	4	وجود قطعات گلوگاهی در حوزه رادار و جنگ‌الکترونیک	0/06	2	0/12
	5	عدم وجود مقدورات ضد جنگ‌الکترونیک در سامانه‌های قدیمی و تحویل گیری شده	0/05	3	0/15
	6	کمبود بودجه تحقیقاتی در حوزه جنگ‌الکترونیک	0/05	3	0/15
	7	عدم توانمندی صنایع تولید کننده رادار در دستیابی به مقدورات جنگ‌الکترونیک مطابق تهدیدات روز	0/06	1	0/06
	8	عدم وجود متولی مشخص و مستقل در حوزه جنگ‌الکترونیک در آجا و ستاد کل ن.م	0/04	2	0/08
	9	تداخل وظایف در حوزه مدیریت طیف الکترومغناطیس در ن.م	0/03	3	0/09
	10	عدم هماهنگی بین آموزش و کاربری در حوزه جنگ‌الکترونیک	0/04	1	0/04
	11	عدم شناخت کامل مسئولین از تأثیرات جنگ‌الکترونیک بر سامانه‌های راداری در صحنه برد	0/06	3	0/18
	12	عدم وجود الگوی مقدورات جنگ‌الکترونیک برای سامانه‌های متنوع راداری	0/05	4	0/2
جمع			1		2/44

با توجه به نتایج جدول (5) (ماتریس عوامل داخلی)، تعامل با مراکز تحقیقاتی داخلی، بهره‌مندی از نیروی دانشـــی و متخصص در بدنه نیروهای مسلح و همچنین ایجاد رشته‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا در رشته جنگ‌الکترونیک در دانشـــگاه‌های نظامی از عمده نقاط قوت داخلی محســـوب شده و همچنین عدم وجود بازار رقابتی بواسطه انحصار صنعت در حوزه رادار و جنگ‌الکترونیک و عدم شناخت کامل مسئولین از تأثیرات جنگ‌الکترونیک بر سامانه‌های راداری در صحنه نبرد از عمده نقاط ضـعف داخلی می‌باشـند. با توجه به سـهم 41 % نقاط قوت در برابر سهم 59% نقاط ضعف، نقاط ضعف بیش از نقاط قوت اثر گذار بوده و وضـعیت حال حاضـر سـامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک در موقعیت ضعف قرار دارد.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

جدول شماره 6: ماتریس عوامل خارجی

عامل	ردیف	ارزیابی عوامل خارجی EFE	ضریب	رتبه	نمره
تهدید	1	تأیید عملکرد و اثرگذاری اقدامات جنگ‌الکترونیک بر سامانه‌های راداری در جنگ‌های منطقه‌ای	0/09	1	0/09
	2	مشخص شدن نوع روش‌های جنگ‌الکترونیک مورد استفاده توسط دشمن در منطقه	0/15	2	0/30
	3	برقراری ارتباط نظامی با کشورهای صاحب فناوری پس از تحریم‌ها	0/11	2	0/22
	4	امکان تست و ارزیابی مقدروات بومی ضد جنگ‌الکترونیک تولید شده در کشورهای هم پیمان (سوریه و عراق) در محیط عملیاتی	0/07	2	0/14
	5	امکان برگزاری رزمایش مشترک با کشورهای صاحب فناوری و بهره‌برداری از تجربیات مربوطه در محیط عملیاتی	0/11	2	0/22
فرصت	1	تحریم سامانه ها و فناوری های مرتبط با مقدورات ضد جنگ‌الکترونیک	0/12	3	0/36
	2	تغییر سریع فناوری ها و تکنیک‌های جنگ‌الکترونیک	0/16	4	0/64
	3	سیطره دشمن بر کشورهای منطقه	0/09	2	0/18
	4	شنود فضای سیگنالی ج.ا. ایران توسط دشمن	0/1	2	0/2
جمع			1		2/35

با توجه به نتایج جدول (6) (عوامل خارجی)، امکان برگزاری رزمایش مشترک با کشورهای صاحب فناوری و بهره‌برداری از تجربیات مربوطه در محیط عملیاتی و برقراری ارتباط نظامی با کشورهای صاحب فناوری پس از تحریم‌ها از عمده نقاط فرصت خارجی بوده و همچنین تغییر سریع فناوری‌ها و روش‌های جنگ‌الکترونیک و تحریم سامانه‌ها و فناوری‌های مرتبط با مقدورات ضد جنگ‌الکترونیک از عمده عوامل تهدید خارجی می‌باشد. با توجه به سهم 35% فرصت‌ها در برابر سهم 65% تهدیدها، قابلیت تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک در موقعیت تهدید قرار دارد.

پیرو بررسی ماتریس عوامل داخلی و خارجی و محاسبات انجام شده، موقعیت راهبردی کشور در حوزه ارتقای تاب‌آوری سامانه های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک در موقعیت ضعف- تهدید بوده و راهبردهای تدافعی باید لحاظ گردند.

3-3. تعیین راهبردهای چهارگانه

3-3-1. راهبردهای قوت-فرصت (SO)

- تدوین، اجرا و ارزیابی الگوهای مقدورات ضد جنگ‌الکترونیک سامانه های راداری با بهره گیری از توانمندی علمی دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش بنیان داخلی با توجه به اقدامات انجام شده توسط کشورهای صاحب فناوری و تعامل به مراکز علمی کشورهای متحد
- باز طراحی مقدورات ضد جنگ‌الکترونیک سامانه‌های راداری (درون سامانه‌ای و برون سامانه‌ای) با تکیه بر ظرفیت دانشی و تجربه عملیاتی کارشناسان و متخصصان نیروی‌های مسلح بویژه نیروی پدافند هوایی
- استفاده از فرکانس‌های دارای محدودیت جنگ‌الکترونیک (فرکانس‌های رادیو و تلویزیون و ...) در سامانه‌های راداری با دانش بومی
- تولید و طراحی راداری‌های پسیو مبتنی بر سامانه‌های جمع آوری سیگنالی جهت مکانیابی و رهگیری پسیو انواع اهداف راداری
- بررسی فناوری‌های نوین مورد استفاه در کشورهای صاحب فناوری (همانند فناوری کوانتوم، بلاک‌چین، رایانش ابری و ...) در حوزه نظامی و راداری جهت استفاده و بومی‌سازی در حوزه پدافند هوایی

3-3-2. راهبردهای ضعف- فرصت (WO)

- تامین قطعات گلوگاهی از طریق کشورهای هم پیمان صاحب فناوری همانند روسیه و چین
- بهره‌برداری از سامانه‌های راداری مقاوم در برابر جنگ‌الکترونیک کشورهای صاحب فناوری
- تدوین استاندارد سامانه های راداری مقاوم در برابر جنگ‌الکترونیک با مطالعه و بررسی سندهای استاندارد کشورهای صاحب فناوری
- تقویت مراکز علمی کشور و ارتقای تعامل نیروهای مسلح با مراکز دانشی کشورهای صاحب فناوری جهت ایجاد دانش فنی مورد نیاز در حوزه ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک
- استفاده از تجارب کسب شده توسط نیروهای مسلح ج.ا.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

ایران و کشورهای دیگر که در سال‌های اخیر تجربه درگیری در میدان جنگ‌الکترونیک را داشته‌اند

3-3-3. راهبردهای قوت- تهدید (ST)

- استفاده از نیروی متخصص داخلی و مراکز دانشگاهی داخلی جهت بومی‌ســازی ســامانه‌های راداری و روش‌های ضــد جنگ‌الکترونیک
- تعامل نزدیک بین مراکز علمی نیروهای مسلح و ظرفیت‌های علمی کشور جهت دستیابی به فناوری رادار کوانتوم و مرکز فرماندهی و کنترل بر بستر بلاکچین در کشور

2-3-3. راهبردهای تهدید- ضعف (WT)

- ایجاد هماهنگی بین مراکز تحقیقاتی برای انجام تحقیقات مشترک منطبق با نیازهای نیروهای مسلح در حوزه ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های رادار در محیط جنگ‌الکترونیک
- انجام تحقیقات جامع و وسیع جهت دستیابی به سامانه‌هایی با فناوری های نوین مانند کوانتوم، بلاکچین و ... بمنظور مقابله با اثرات جنگ‌الکترونیک دشمن
- متمرکز سازی اقدامات جنگ‌الکترونیک در نیروهای مسلح در حوزه اعتبارات، تحقیقات، آموزش و ... با ایجاد الگو و ساختار متناسب با تهدیدات و رفع ضعف‌های مربوطه
- تست و ارزیابی سامانه‌های راداری در محیط جنگ‌الکترونیک واقعی با رویکرد جلوگیری و کاهش نشت سیگنالی و شنود توسط بیگانگان
- تقویت و پشتیبانی از شرکت‌های دانش بنیان و مراکز علمی کشور جهت مقابله با تحریم‌های تجهیزاتی و فناورانه دشمن در دستیابی به سامانه های موثر مقابله با جنگ‌الکترونیک در حوزه رادار
- طراحی و استفاده از سیگنال های نامتعارف راداری متناسب با نیاز کشــور با هماهنگی با ارگان های مربوطه جهت تخصــیص فرکانس و جلوگیری از تداخلات ســیگنالی ناخواسته

3-4. راهبردهای بهینه ارتقای تاب‌آوری ســامانه‌های رادار در محیط جنگ‌الکترونیک

- بهره‌گیری از نیروهای متخصص نظامی و کارشناسان مراکز علمی کشور و شرکت‌های دانش بنیان در حوزه جنگ‌الکترونیک از طریق جذب و همکاری در مراکز پژوهشی نیروی پدافند هوایی و صنایع مرتبط با وزارت دفاع
- تعامل با مراکز تحقیقاتی داخل و خارج از کشور از طریق برگزاری همایش‌ها و نمایشگاه‌های نظامی، انجام پروژه‌های کسر خدمت و یا پشتیبانی از پایان نامه‌های مرتبط در دانشگاه‌های فنی- مهندسی
- ارتقای اســتا ندارســازی در حوزه مقدورات ضــد جنگ‌الکترونیک ســامانه‌های راداری متناســب با توان فنی – مهندسی داخلی توسط متخصصان و دانشمندان نیروهای نظامی و صــنایع دفاعی با بهره‌گیری از اســناد مرتبط تدوین شده در کشورهای توسعه یافته
- بهره‌گیری از روش‌هــای بومی مقــابله بــا روش‌هــای جنگ‌الکترونیک و تقویت اســتفاده از فناوری های نوین همانند رادار کوانتوم و ... توسط مراکز دانشگاهی و محققان نیروهای مسلح

3-5. اولویت‌بندی راهبردهای بهینه ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های رادار در محیط جنگ‌الکترونیک

بمنظور اولویت‌بندی راهبردهای کلی به دســت آمده با اســتفاده از ماتریس ارزیابی کمی راهبردها هر کدام از راهبردهای کلی با نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها بصورت جداگانه توسط گروه مشــاورین راهبردی امتیاز 1 تا 4 و ضــریب 1 تا 9 دریافت کردند و امتیاز نهایی هر کدام برای تعیین اولویت آنها مشــخص شــد. نتایج بدست آمده در جدول7 آورده شده است.

جدول7: ماتریس ارزیابی کمی راهبردها (SWOT)

ردیف	SWOT		R1		R2		R3		R4	
	X	ضریب	امتیاز	نمره	امتیاز	نمره	امتیاز	نمره	امتیاز	نمره
1	S	8	4	32	3	24	3	24	3	24

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

2	S	5	3	15	4	20	3	15	4	20
3	S	4	3	12	2	8	3	12	2	8
4	S	8	4	32	2	16	3	24	3	24
5	S	6	3	18	4	24	4	24	4	24
6	S	6	3	18	2	12	4	24	2	12
7	S	9	3	27	3	27	2	18	4	36
8	W	4	3	12	2	8	4	16	1	4
9	W	5	2	10	3	15	1	5	1	5
10	W	8	3	24	4	32	2	16	2	16
11	W	3	2	6	2	6	1	3	3	9
12	W	7	2	14	3	21	4	28	1	7
13	W	6	3	18	3	18	2	12	3	18
14	W	8	3	24	4	32	3	24	2	16
15	W	9	3	27	2	18	1	9	1	9
16	W	7	2	14	2	14	4	28	1	7
17	W	3	3	9	4	12	3	9	1	3
18	W	7	2	15	4	28	3	21	2	14
19	W	5	2	10	2	10	4	20	2	10
20	O	8	3	24	3	24	4	32	1	8
21	O	6	2	12	3	18	1	6	2	12
22	O	2	2	4	2	4	1	2	4	8
23	O	3	3	9	2	6	2	6	2	6
24	O	4	3	12	3	12	1	4	1	4
25	T	9	2	18	3	27	2	18	4	36
26	T	5	2	10	3	15	3	15	4	20
27	T	4	1	4	2	8	2	8	1	4
28	T	4	2	8	2	8	4	16	1	4
جمع				438		467		439		368

4. نتیجه گیری و پیشنهاد

4-1. نتیجه گیری

تحقیق پیش رو به دنبال تعیین راهبردهای ارتقای تاب آوری سامانه های راداری در محیط جنگ الکترونیک انجام گردیده است. برای این منظور، ابتدا با مطالعات کتابخانه ای مؤلفه ها و شاخص های مرتبط با تاب آوری سامانه های راداری در محیط جنگال احصا و پس از نظرسنجی از خبرگان، مؤلفه ها و شاخص ها نهایی گردید. سپس با تشکیل ماتریس SWOT و پرسشنامه از نمونه آماری وضعیت فعلی تعیین و راهبردهای متناسب با آن احصا و اولویت بندی گردید.

براساس نتایج بدست آمده، راهبرد شماره دو (تعامل با مراکز تحقیقاتی داخل و خارج از کشور از طریق برگزاری همایش‌ها و نمایشگاه‌های نظامی، انجام پروژه‌های کسر خدمت و یا پشتیبانی از پایان‌نامه‌های مرتبط در دانشگاههای فنی- مهندسی) به عنوان اولویت اول، راهبرد شماره سه (ارتقای استاندارسازی در حوزه مقدورات ضد جنگ‌الکترونیک سامانه‌های راداری متناسب با توان فنی – مهندسی داخلی توسط متخصصان و دانشمندان نیروهای نظامی و صنایع دفاعی با بهره گیری از اسناد مرتبط تدوین شده در کشورهای توسعه یافته) به عنوان اولویت دوم، راهبرد شماره یک (بهره گیری از نیروهای متخصص نظامی و کارشناسان مراکز علمی کشور در حوزه جنگ‌الکترونیک از طریق جذب و همکاری در مراکز پژوهشی نیروی پدافند هوایی و صنایع مرتبط با در وزارت دفاع) به عنوان راهبرد سوم و در نهایت راهبرد شماره چهار (بهره گیری از روش‌های بومی مقابله با روش‌های جنگ‌الکترونیک و تقویت استفاده از فناوری‌های نوین همانند رادار کوانتوم و ... توسط مراکز دانشگاهی و محققان نیروهای مسلح) به عنوان اولویت چهارم در ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های رادار در محیط جنگ‌الکترونیک تعیین می‌گردند.

4-2. محدودیت های پژوهش

- کمبود متخصصین آشنا به حوزه های رادار و جنگ‌الکترونیک در حد خبرگی
- تشکیل یگان های نوپا جنگ‌الکترونیک در نیروهای آجا که اشکالات ساختاری و سازمانی داشته و در اجرا با مشکلات عمده‌ای روبرو می باشند
- نبود سامانه جنگ‌الکترونیک با ویژگی هایی متناسب با نیاز پدافند هوایی
- عدم توانایی تولید سامانه های مقاوم در برابر روش های جنگ‌الکترونیک مدرن در سطح کشور

5. مراجع

[1] A. J. Vick, S. M. Zeigler, J. Brackup and J. Meyers, "Air Defense," Rand corporation, 2020.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

[2] "U.S. Strategy Attack: Air Force Doctrine Document," U.S. Department of Defense, 2011.

[3] س. طلعتی و م. اصلی نژاد, اصول حنگ الکترونیک, تهران: انتشارات پشتیبان, 1396.

[4] م. منیری همدانی و س. ب. جعفری, مقدمه ای بر جنگ الکترونیک, تهران: انتشارات قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص) آجا, 1390.

[5]م. م. نائبی و غ. نیک اندیش, مقدمه ای بر سامانه های دفاع الکترونیک, تهران: انتشارات موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی, 1389, pp. 421-425.

[6] ی. ایزدی, تاریخ شفاهی دفاع مقدس به روایت علی اسحاقی: جنگ الکترونیک, تهران: انتشارات سپاه پاسداران انقلاب اسلامی, 1397.

[7] ب. غفاری, "تبیین نقش فرماندهی و کنترل در برتر سازی و ارتقای توان رزمی پدافند هوایی," فصلنامه فرماندهی و کنترل, جلد 12, 1398, pp. 108-127.

[8] م. سپهری, "مناسب ترین راهبردهای پدافند غیرعامل سامانه های ارتباطی شبکه فرماندهی و کنترل در برابر تهدیدهای شنود الکترونیکی توسط حساسه های اطلاعات ارتباطی دشمن," فصلنامه فرماندهی و کنترل, جلد 10, 1398, pp. 87-99.

[9] ا. محمدی, ا. بختیاری و م. چمنی, "تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و ارائه راه کار مناسب برای ارتقای میزان پایداری," فصلنامه فرماندهی و کنترل, جلد 6, pp. 82-101, 1397.

[10] س. ا. شهرآئینی و ف. فرنیا, "راهبردهای پدافند غیرعامل در حوزه رادار متناسب با تهدید ناهمطراز," فصلنامه فرماندهی و کنترل, جلد 1, 1395, pp. 97-113.

[11] م. باقری منش, ا. زارعی و ا. علمداری, "ارزیابی وضعیت تاب آوری سیستم های آمادی دفاعی (مطالعه موردی: فرماندهی آمادوپشتیبانی یک یگان دفاعی)," نشریه علمی اندیشه آماد, جلد 75, 1399, pp. 95-116.

[12] س. شیخی وند, آ. حکاری و ن. رموز, "بررسی بمب‌های الکترومغناطیس(EMP)بر سامانه های الکترونیکی و ارائه راهکارهای مقابله با آن," در کنفرانس ملی پدافند غیرعامل و توسعه پایدار, تهران, 1395.

[13] گروه واژه گزینی, فرهنگ واژه های مصوب فرهنگستان (جلد13), تهران: فرهنگستان زبان و ادب فارسی, 1396.

[14] م. رستمی, فرهنگ واژه های نظامی, تهران: انتشارات ایران سبز, 1386, p. 208.

[15] T. Bureau, Radar Definition, Canada: Public Words and Government Services Canada, 2013.

[16] م. م. نائبی و ع. حرمتی, جنگ الکترونیک, تهران: انتشارات علمی, 1385, p. 3.

[17] C. H. Cheng and J. Tsui, An Introduction to Electronic Warfare: from the First Jaming to Machine Learning, Florida, USA: CRC Press, 2021.

[18] ف. رابرت, ک. فرخ و د. پروبرت, تدوین رهنگاشت برای راهبرد و فناوری, تهران: انتشارات موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع, 1396.

[19] V. M. Helvoort and M. Melenhorst, EMC for Installers: Electromagnetic Compatibility of Systems and Instalations, London: CRC press, 2020.

[20] J. Zheng, Electromagnetic Compatibility (EMC) Design and Test Case Analysis, Hoboken, New Jersey, USA: Wiley press, 2019.

[21] B. R. Mahafza, S. C. Winton and Z. A. Elsherbeni, Handbook of Radar Signal Analysis (Advanced in Applied Mathematics), London: Chapman and Hall/CRC press, 2021.

[22] B. R. Mahafza, Radar systems analysis using MATLAB, Alabama USA: CRC press, 2016.

[23] J. D. Taylor, Advanced Ultrawidwband Radar:signals, Target and Applicaton, London: CRC press, 2016.

[24] S. Brazanjeh, S. Guha, C. Weedbrook, D. Vitali, J. H. Shaprio and S. Pirandola, "Quantum

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]

illumination at microwave wavelengths," Physical Review letters, vol. 114, pp. 1-15, 2015.

[25] G. Jin, Y. Deng, W. Wang, R. Wang, Y. Zhang and Y. Long, "Segmented Phase Code Waveforms: A Novel Radar Waveform for Spaceborne MIMO-SAR," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 59, no. 7, pp. 5764-5779, 2021.

[26] S. Welschen, P. Leuchtmann, J. Leuthold, C. Schupbach and S. Paine, "Localization of Micro Unmanned Aerial Vehicles using Digital Audio Broadcast Signals," in IEEE Radar Conference (RadarConf20), Florence, Italy, 2020.

[27] W. Feng, J. M. Friedt, S. Wang, H. Liu and M. Sato, "Passive Bistatic Radar Using Digital Terrestrial Television Broadcasting Signal for Subsurface Target Detection," in Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), Xiamen, China, 2019.

[28] L. Maccone and C. Ren, "Quantum Radar," Physical Review letters, vol. 124, no. 20, 2021.

[29] R. G. Torrome, N. B. Bekhti-Winkel and P. Knott, "Introduction to Quantum Radar," Cornell University, 2021.

[30] J. R. Roal, Data Fusion Mathematics: Theory and Practice, London: CRC press, 2017.

[31] L. Wan, R. Liu, L. Sun, H. Nie and X. Wang, "UAV swarm based radar signal sorting via multi-source data fusion: A deep transfer learning framework," Information Fusion, vol. 78, pp. 90-101, 2022.

[32] R. Raut, R. Sawant and S. Madbushi, Cognitive Radio: Basic Cocepts, Mathematical Modeling and Applications, London: CRC press, 2020.

[33] S. Z. Gurbuz, H. D. Griffiths, A. Charlish, M. Rangaswamy, M. S. Greco and K. Bell, "An Overview of Cognitive Radar: Past, Present, and Future," IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 34, no. 12, pp. 6-18, 2019.

[34] N. B. Barnas, "Blockchains in national defense: trustworthy system in atrustless world," Maxwell air force base, Alabama, 2016.

[35] R. J. Reisman“ ,Air traffic Managment Blockchain Infrastructure for Security, Authentication and Privacy در ”,Computer science ,San Diego, CA, 2019 .

[36] م. اکبری, س. بابایی و م. نجات محمدی, تهیه و تدوین استراتژی به روش SWOT, تهران: انتشارات نگارستان غرب, 1395.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-12-05]