فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی، سال ششم، شماره بیستم، زمستان ۱۴۰۲

حفاظت از سامانه‌های ارتباطی در برابر ضربات الکترومغناطیسی با تجهیزات پلاسمایی با رویکرد راهبردی

حسین فیاضی*[۱]، عارف بالی[۲]

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۹/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸

چکیده

در صورت عدم حفاظت مناسب، سامانه‌های مخابراتی دائماً در خطر حمله الکترومغناطیسی هستند امروزه پلاسما راه‌حلی سریع و کارآمد برای مقابله با این تهدیدات است و می‌تواند تجهیزاتی همچون رادارها و آنتن‌ها که ذاتاً وظیفه دریافت اطلاعات را دارند و با محفظه فولادی قابل حفاظت نیستند را در مقابل ضربات الکترومغناطیسی توان بالا حفاظت کند. در این مقاله هدف بررسی راهبردی حفاظت از سامانه‌های جنگ الکترونیک با استفاده از پلاسما است. ضمن معرفی انواع روش‌های تداخل و ایجاد آسیب به بررسی اسناد بالادستی، چشم‌انداز پرداخته‌شده و زنجیره ارزش موضوع بیان شده است. در این مقاله جامعه آماری از اساتید دانشگاه و متخصصین در رشته‌های برق، فیزیک هسته‌ای، مهندسی هسته‌ای، مکانیک و هوافضا و جمعی از مدیران انتخاب شده است. درروش نمونه‌گیری از بین جامعه آماری موردنظر به‌صورت تصادفی در مجموع ۴۷ نفر متخصص دارای سابقه و یا تحصیلات مربوط با موضوع موردنظر انتخاب شد و پرسشنامه‌ها توسط آن‌ها تکمیل گردید. پس از مصاحبه با خبرگان پرسشنامه‌ای بر اساس عوامل محیطی طراحی شده و سپس تجزیه و تحلیل‌شده و به اولویت‌بندی راهبردها پرداخته شده است. وضعیت مطلوب تحقق راهبردها در افق ۱۴۱۴ بررسی‌شده و متناسب با اصول ۵ گانه پدافند غیرعامل تجزیه و تحلیل صورت گرفته شده است و سپس با توجه به راهبردها، اولویت‌های اقدام بیان شد. ارتقای دانش و قابلیت متخصصان داخلی در زمینه مقابله با پالس‌های الکترومغناطیسی و ساخت آزمایشگاه‌های مرجع از مهم‌ترین موارد است.

واژه‌های کلیدی: راهبرد، جنگ الکترونیک، ضربات الکترومغناطیسی، تجهیزات پلاسما

[۱] استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر، دانشکده الکتروسرام و مهندسی برق، نویسنده مسئول (fayazi66@mut-es.ac.ir)

[۲] دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مجتمع دانشگاهی برق و مهندسی سایبرنتیک

کلیات

میدان الکتریکی ناشی از پالس‌های الکترومغناطیس پرتوان می‌تواند تمامی قطعات الکترونیکی را از هر نوعی، مانند کامپیوترها، خودروها، و هر دستگاهی که دارای این قطعات باشد را از کار بیندازد. اهمیت بررسی این موضوع از آن جهت است که در جنگ‌های مدرن آینده یک سلاح الکترومغناطیسی می‌تواند بسیاری از سامانه‌های نظامی دشمن را بدون ایجاد تلفات از کار بی اندازد برای مثال این سلاح می‌تواند سامانه کنترلی یک خودرو و یا سامانه‌های هدف‌گیری موشک‌های مختلف را از کار بیندازد و یا اینکه سامانه‌های ارتباطی بین خطوط دشمن را به کلی مختل کرده و همچنین می‌تواند سامانه‌های ناوبری را از رده خارج کند و یا حسگرهای برد بلند و برد کوتاه را نابود سازد. با پیچیدگی روزافزون محیط الکترومغناطیسی و توسعه رادارها و جمرها، بهبود توانایی‌های تجهیزات در تشخیص اهداف تهدید و تصمیم‌گیری در مورد پارازیت‌ها ضروری است. در مرجع [۱] به معرفی مفاهیم و سامانه‌های جنگ الکترونیک پرداخته شده است. احتمالاً جنگ‌های آینده تمرکز کمتری بر قدرت آتش داشته و بیشتر بر جنگ سایبری و الکترونیکی در میان سایر فناوری‌های نوظهور تمرکز خواهند داشت. تحلیل قابلیت‌های سایبری و فعالیت‌های الکترومغناطیسی و همچنین نشان دادن چالش‌های مشابه برای نیروهای دفاعی هند بررسی شده است [۲].

محدود ساز پلاسما روشی مناسب برای محافظت از دستگاه‌های الکترونیکی در برابر پالس‌های الکترومغناطیسی پرقدرت است. از سوزن‌های مسی با پوشش نانو لوله‌های کربنی برای افزایش میدان الکتریکی و درنتیجه افزایش سرعت حفاظت، استفاده شده است [۳].

اهمیت رعایت اصول پدافند غیرعامل برای حفظ امنیت و کاهش آسیب‌پذیری کشور و اینکه سلاح‌های الکترومغناطیسی تهدیدات بالقوه زیادی برای به خطر انداختن این اصل مهم می‌تواند داشته باشد، لذا تحقیق و توسعه برای یافتن راه‌حل‌های برون‌رفت از این تهدیدات کاری ضروری و حتمی است. در توصیف و بیان مسئله باید ذکر کرد که در حال حاضر روش‌های متفاوتی برای جلوگیری از آسیب و یا حداقل رساندن آسیب در برابر حملات الکترومغناطیس ازجمله: زمین کردن، اصل

جداسازی زیر سامانه‌ها فیلترهای تداخل الکترومغناطیسی، استفاده از پوشش (قفس فارادی، استفاده توأم از فیلترینگ و پوشش، پلاسما و... وجود دارند که وضعیت مطلوب ما آن است که با بهبود و بهینه‌سازی تجهیزات حفاظتی بتوانیم تجهیزات و سامانه‌های مخابراتی مرتبط با جنگ الکترونیک را در مقابل پالس‌های توان بالا مصون بداریم. در مسیر نیل به وضعیت مطلوب چالش‌هایی وجود دارد که این مقاله با ارائه راهبردها و راهکارهایی درصدد است پیشنهادهای عملیاتی ارائه کرده و شدت آسیب وارده بر تجهیزات را به حداقل برساند. پژوهش مورداستفاده در این مقاله از نوع توصیفی-تحلیلی است و با مطالعه کتابخانه‌ای و مصاحبه با افراد خبره، عوامل محیطی استخراج و سپس از روش SWOT استفاده‌شده و داده‌ها با SPSS مورد تحلیل قرار گرفتند.

ادبیات و مبانی نظری

در این بخش ادبیات کار و سیر تاریخی موضوع و ابعاد آن بررسی شده است. ابتدا به مرور کارهای انجام‌شده پرداخته شده است؛ در مرجع [٤] ضمن اشاره به پیشرفت‌های اخیر در فن‌آوری رادار و ارتباطات راه دور و پیچیده‌تر شدن پدیده‌های الکترومغناطیسی به ارزیابی وضعیت کلی و چالش‌های عمده SIGINT[1] پرداخته است. ازجمله چالش‌ها به عنوان نمونه مواردی ذکر شده است: تشخیص و استخراج سیگنال‌های موردعلاقه، حذف تداخل‌های ناخواسته، یا نمایش معنادار الگوهای مدولاسیون پیچیده‌تر شده است. سابینه و چارلیش به بررسی رادارها برای ELINT[2]، معماری و پیکربندی‌های مختلف پرداختند. هدف از الینت، جمع‌آوری اطلاعات در مورد پرتاب‌کننده‌های رادار به منظور شناسایی نوع و هدف آن‌ها و همچنین تعیین مکان آن‌ها و درنتیجه ایجاد آگاهی موقعیتی است. سیگنال‌های ضبط‌شده امکان ساخت مدل‌های راداری را فراهم می‌کند که می‌توانند برای پیش‌بینی کارهای آتی مورداستفاده قرار گیرند. این پیش‌بینی‌ها کارهای رایجی مانند مرتب‌سازی سیگنال‌های دریافتی هم‌زمان توسط امیتر و ایجاد تداخل سیگنال مناسب برای کاهش عملکرد رادار (جمع کردن) را تسهیل می‌کنند [٥]. الخاواجا و همکار به بررسی چالش‌ها و روندهای آینده جنگ الکترونیک پرداخته و رویکرد و ارزیابی‌های تجربی را مدنظر قراردادند و برای توسعه آن مطالعه موردی انجام داده‌اند [٦]. هوش الکترونیکی به جمع‌آوری اطلاعات درباره پرتابگرهای رادار از طریق ره‌گیری و تجزیه و تحلیل سیگنال‌های آن‌ها می‌پردازد. با جمع‌آوری این اطلاعات، ویژگی‌های مشخصه‌ای یافت

[1] Signals intelligence
[2] electronic intelligence

می‌شود که می‌توان از آن‌ها برای شناسایی ساطع کننده‌های شناخته‌شده استفاده کرد. [۷]. در جنگ الکترونیک، اقدامات ضد الکترونیکی (ECM[1]) و اقدامات ضد متقابل الکترونیکی (ECCM[2]) همیشه در رقابت با یکدیگر هستند. ECM با پارازیت نویز و پارازیت فریب و ECCM با فشرده‌سازی پالس، پرش فرکانس و پلاریزه توضیح داده شده است. همچنین در مورداستفاده از فن‌های ECCM برای حفظ استفاده از طیف، زمانی که پارازیت‌ها در رادار و سامانه‌های ارتباطی وجود دارند بحث شده است [۸].

زاک و زاورتا به مسائل سامانه ELINT پرداخته و شناسایی سیگنال رادار با توصیف هیستوگرامی و روش آنالیز کلوستر را مطرح کرده‌اند [۹]. ریوست و راجان یک برنامه جدید طرح عددی برای کاربردهای سیگنال رادار الینت ارائه دادند. STFT[3] به کرات در الینت، به خصوص برای کشف و مشخص کردن سیگنال‌های توان پایین و ناشناخته بکار برده شده است، آشکارساز مرفولوژیکی کاربردی و تطبیق‌پذیر است [۱۰]. روسو و دوستان با اشاره به اینکه در جنگ الکترونیک مدرن و پیچیده ELINT و ESM نقش کلیدی ایفا می‌کنند، به بررسی سامانه آنتن سوپرهیترودان با رزولوشن بالا پرداختند [۱۱]. در مرجع [۱۲] حفاظت رادار در مقابل جمینگ ذکرشده است. طرح شماتیک جنگ الکترونیک و تقسیم‌بندی‌های مختلف بیان‌شده و در مورد هر قسمت توضیح مختصری ارائه شده است. NSA با انتشار سندی به بررسی توسعه الینت و تاریخچه آن پرداخته است [۱۳]. وایلی به انتشار کتابی جامع در مورد الینت و سیگنال‌های راداری پرداخته است. در این کتاب به مباحث مختلفی ازجمله مفاهیم الینت، معادلات کلی، آنتن، پارامترهای آنتن، اطلاعات الینت و مباحث کلی پرداخته شده است [۱٤]. در میدان جنگ، سامانه‌های هوا پایه‌ای که برای دفاع الکترونیکی از فن‌های متنوع استفاده نمی‌کنند، با تهدیدات نرم و سخت مختلفی درگیر هستند. در این مقاله فن مدولاسیون OFDM[4] که فنون رادار گریزی را در سامانه هوا پایه بهبود می‌بخشد، تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی‌شده است [۱۵].

[1] electronic counter measures
[2] electronic counter-counter measures
[3] short-time Fourier transform
[4] Orthogonal frequency division multiplexing

کارهای مختلفی درزمینه پالس الکترومغناطیسی و روش‌های حفاظت تجهیزات در برابر آن انجام شده است. مرجع [۱۶] به پیش‌بینی اثربخشی برخی از ساختارها و محفظه‌های فلزی که روی آن EMP[1] رخ داده است پرداخته و این اثربخشی را با روش دیفرانسیل محدود حوزه زمانی (FDTD[2]) موردمطالعه قرارداده است. فنگ و دوستان [۱۷] ویژگی‌های حفاظ فلزی با روزنه کوچک که روی آن پالس الکترومغناطیسی تابانده شده را با روش دیفرانسیل محدود حوزه زمان موردمطالعه قرار دادند و پس از استخراج معادلات با تغییر زاویه تابش و فرکانس اثربخشی، میدان الکتریکی حفاظ بررسی‌شده است. ژو و همکاران بررسی تجربی اثربخشی شیلدینگ EMP مدل سلولی بتون مسطح را انجام دادند، آن‌ها برای مطالعه اثربخشی، مدل‌های مختلف شیلدینگ که در آن‌ها از میله‌های مختلف برای تقویت بتون استفاده‌شده، را بکار گرفتند؛ [۱۸].

پریرا و همکارش [۱۹] به بررسی فناوری حفاظت از سلاح EMP و روش تشخیص پالس الکترومغناطیسی پرداختند. آن‌ها پس از بررسی اساس ایجاد پالس الکترومغناطیسی و خطرات آن، ضمن ارائه مدلی از حسگر تشخیص EMP، اهمیت دستیابی به این فناوری‌ها را تشریح کردند. فانگ و همکاران [۲۰] به شبیه‌سازی مشخصه‌های حفاظ و از بین رفتن یک نوع دریچه موج بر برای EMP پرداختند. در مرجع دیگر تحلیل اثر تزویج در شرایط مختلف انجام شد و نتایج مطالعه برای طراحی کابل حفاظ در مقابل EMP قابل استفاده است [۲۱]. یکی از منابع ایجاد توان‌های بالا، مولد فشرده ساز شار است، بزرگ شدن ابعاد FCG[3] با مشکلات فنی و فنّاورانه مواجه می‌شویم. این مشکلات با افزایش ولتاژهای الکتریکی در حجم فشرده‌سازی شار مغناطیسی و همچنین رشد اثرات نیروی میدان مغناطیسی بر روی عناصر طراحی ایجاد می‌شوند. [۲۲]. مولدهای فشرده ساز شارژ در مقایسه با دیگر سامانه‌های مرسوم، بیش‌ترین پالس توان خروجی در اندازه و وزن واحد را پیشنهاد می‌دهند [۲۳]. همچنین استفاده از سلاح‌های ماکرویو توان بالا [۲۴] و بهینه‌سازی محدود ساز پلاسمایی [۲۵] از موضوعات مهم می‌باشند.

پژوهش حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی است. در این پژوهش پس از مطالعه کتابخانه‌ای و بررسی جنبه‌های مختلف موضوع به مصاحبه با افراد خبره پرداخته‌شده و با اشباع نظری عوامل محیطی داخلی و بیرونی استخراج و سپس از روش SWOT استفاده شد. پس از تهیه سؤالات مربوط به پرسشنامه

[1] electromagnetic pulse
[2] Finite-difference time-domain
[3] flux compression generator

عوامل محیطی و توزیع آن میان جامعه آماری، داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار اکسل و SPSS مورد تحلیل قرار گرفت. درنهایت برای دستیابی به اولویت‌بندی راهبردهای موردنظر و تأیید آن‌ها، پرسشنامه دومی میان جامعه آماری توزیع گردید و نتایج آن ارزیابی شد. پایایی این مقاله با استفاده از ضریب آلفای کرون باخ تعیین‌شده است.

آلفایی کرون باخ عوامل داخلی پرسشنامه اول شامل قوت و ضعف، و خارجی شامل تهدید و فرصت در شکل ۱ نشان داده شده است.

Reliability

Scale: dakheli

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	15	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	15	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.856	41

(الف)

Reliability

Scale: khareji

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	14	93.3
	Excluded[a]	1	6.7
	Total	15	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.877	21

(ب)

شکل شماره ۱: آلفایی کرون باخ عوامل داخلی پرسشنامه اول. الف: عوامل داخلی، ب: عوامل خارجی

الفای کرون باخ کل پرسشنامه اول و پرسشنامه دوم در شکل ۲ نشان داده شده است.

Reliability

Scale: total 1

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	14	93.3
	Excluded[a]	1	6.7
	Total	15	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.907	62

(الف)

Reliability

Scale: dovom 2

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	34	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	34	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.961	124

(ب)

شکل شماره ۲: الفای کرون باخ کل. الف: پرسشنامه اول ب: پرسشنامه دوم

تداخل الکترومغناطیسی

تداخل الکترومغناطیسی فرآیندی است که به وسیله ارسال انرژی الکترومغناطیسی ناخواسته و در هم گسیخته نویز از یک قطعه مدار یا سامانه به قطع مدار یا سامانه دیگر توسط مسیرهای تشعشعی مانند فضا، هدایتی مانند سیم‌ها و مسیرهای روی برد مدار چاپی و یا هر دو ایجاد می‌شود به عبارت دیگر اثر نامطلوب نویز تداخل نام دارد. ماهیت تداخل الکترومغناطیسی را می‌توان به دو گروه طبقه‌بندی کرد:

الف) تداخل داخلی: منظور از تداخل داخلی همان عدم خودسازگاری در داخل سامانه یا مدار است.

ب)تداخل خارجی: تداخل خارجی به دو گروه گسیلش و حساسیت پذیری تقسیم می‌شود. تداخل ناشی از گسیلش همان داخلی است یک سامانه موردنظر در دیگر سامانه‌ها به وجود می‌آورد. تداخل ناشی از حساسیت پذیری یا عدم ایمنی نیز همان تداخلی است که دیگر سامانه‌ها روی همان سامانه موردنظر ایجاد می‌کند. به‌طورکلی می‌توان گفت که تابش میدان خارجی با سه روش مختلف به تجهیزات الکترونیکی وارد می‌شود

- پخش شدن روی سطح پوشش
- نشت از روزنه‌ها
- ورود از طریق آنتن‌های ارادی و غیرارادی

هر پوششی به‌ناچار دارای درها، پنجره‌ها، حفره‌ها درزها و غیره است که می‌تواند منشأ ورود میدان‌های EMP به داخل پوشش گردد روزنه‌ها هم به میدان‌های الکتریکی و هم به میدان‌های مغناطیسی اجازه نفوذ می‌دهند. تغییر شکل روزنه‌ها، استفاده مناسب از درزگیرها، طراحی مناسب صفحات نمایش راهکارهایی هستند که باید برای سازگاری روزنه‌های قفسه‌های پوشش در برابر حملات EMP موردتوجه قرار گیرد [۲۶]

آنتن‌ها برای جمع‌آوری انرژی الکترومغناطیسی در محدوده فرکانسی خاص طراحی می‌شود لیکن چون EMP می‌تواند دارای پهنای باند زیاد و دامنه بسیار بزرگ باشد لذا احتمال آنکه در فرکانس‌های خارج از محدوده طراحی‌شده و در چه حالت خارج از جهت اصلی نیز انرژی قابل‌توجهی از یک حمله پیامکی دریافت کنند وجود دارد [۲۷].

اسناد بالادستی و زنجیره ارزش

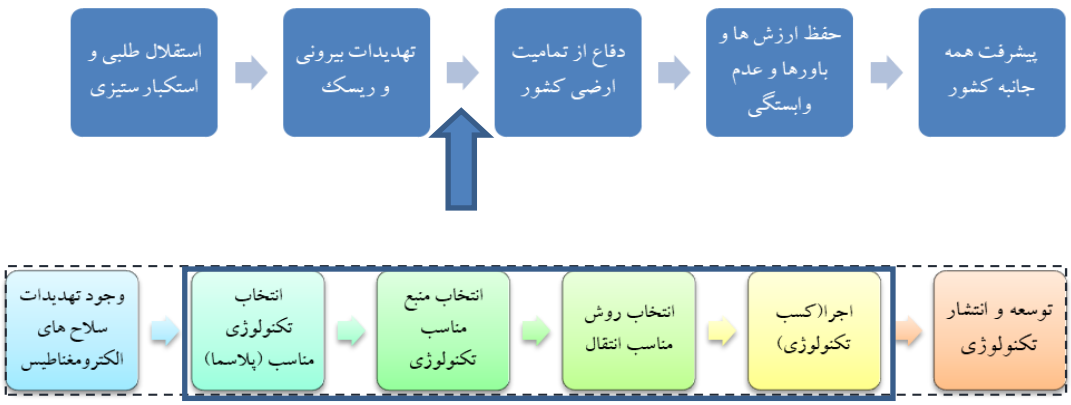
در ماده ۱۰۶ در زیر بند ۱۱-۱ به"توسعه ناوگان نیروی دریایی با تجهیز به شناورهای سطحی، زیرسطحی سنگین، یگان‌های پروازی دریا پایه و تسلیح آن‌ها به سامانه‌های کشف، شناسایی و ردگیری و کنترل آتش و سلاح‌های پیشرفته و به‌روز و کارآمد" اشاره می‌شود. سلاح‌های الکترومغناطیس از دسته سلاح‌های پیشرفته این سال‌ها به‌حساب می‌آید که روزبه‌روز دچار پیشرفت و کارایی جدید و متنوع‌تری می‌شود لذا بایستی در حوزه دفاع و استفاده از سامانه‌هایی در تقابل با این سلاح‌ها برنامه‌ریزی و عمل کرد که پلاسما یکی از این موارد است که در این پژوهش موردبررسی قرار خواهد گرفت.

همچنین بند "پ" ماده ۱۰۶ نیز به تفضیل به بیان اهمیت رعایت اصول پدافند غیرعامل برای حفظ امنیت و کاهش آسیب‌پذیری کشور می‌پردازد و چون پلاسما نیز می‌تواند برای این کاربرد مورداستفاده قرار گیرد این بند آورده شد.

در سال‌های اخیر توجه به اهمیت جنبه‌های رفتاری و فرهنگی مدیریت ایمنی در سازمان‌ها به‌طور گسترده‌ای افزایش یافته است؛ چراکه تحقیقات و بررسی‌های انجام‌شده در مورد حملات با بمب‌های الکترومغناطیس، نشان داد علیرغم به‌کارگیری کلیه فاکتورهای مهندسی و حفاظت شدید، در صنایع پر ریسک همچنان پتانسیل بروز حوادث بزرگ وجود دارد. نکته قابل‌توجه این است که این اشتباهات صرفاً به شکل خطای یک فرد ظاهر نمی‌شوند، بلکه اغلب در قالب یک فرهنگ رفتاری ناقص شکل

می‌گیرند. لذا بایستی درصدد تقویت و افزایش سطح فرهنگ ایمنی که همانا نظام باورها و ارزش‌های مشترک یک سازمان، نسبت به ایمنی کار است باشیم تا رفتارها ایمن‌تر گردد. درنتیجه در این مقاله، ارزش‌ها و باورهایی ازجمله: حفظ نظام جمهوری اسلامی، استقلال کشور، بازدارندگی از حملات دشمن، حفظ تمامیت ارضی، ایستادگی در مقابله با استکبار جهانی، اجرایی کردن دستورات قرآن کریم (اشدا علی کفار)، عمل به سیره پیامبران و ائمه در مقابله با دشمنان اسلام و عمل به بیانات مقام معظم رهبر وجود دارند.

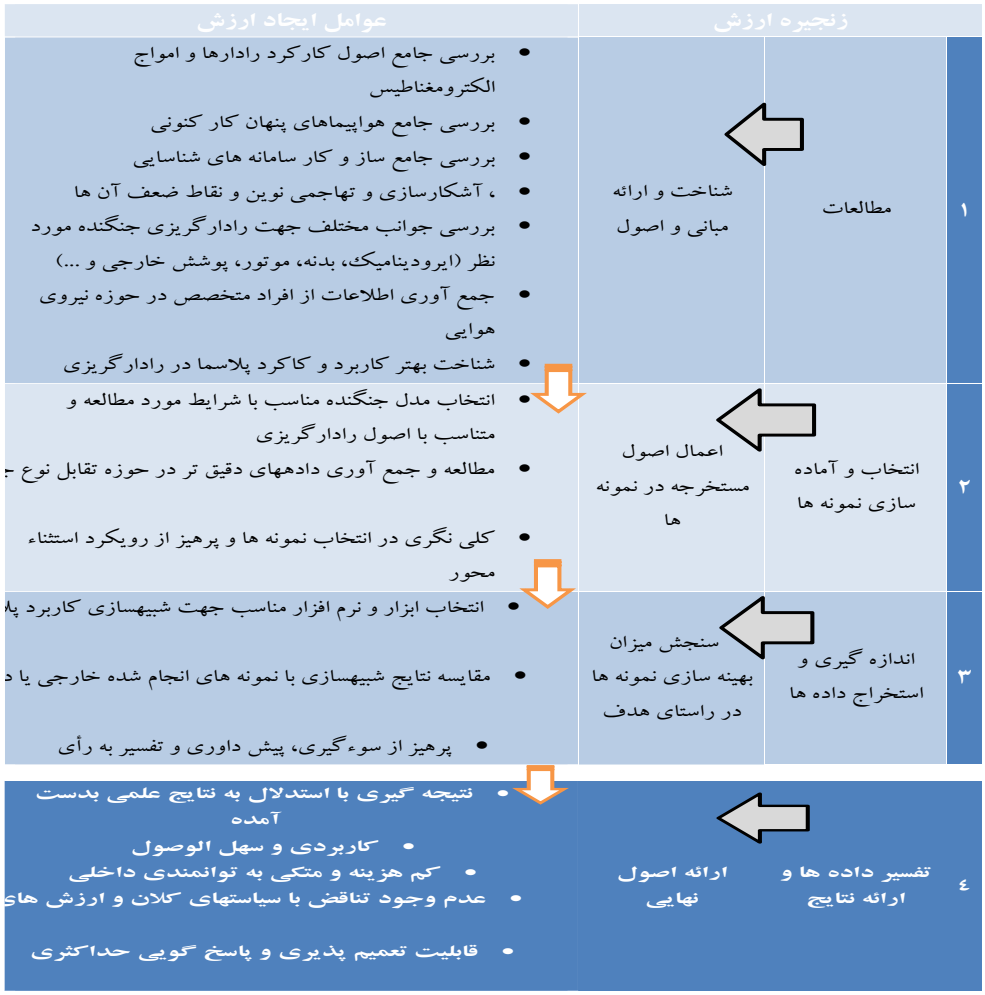
هدف اصلی این مقاله بررسی و امکان‌سنجی استفاده از روش پلاسما برای مقابله با تهدید نوظهور و پیشرفته سلاح الکترومغناطیس است. به دلیل وسیع بودن تهدیدات و درنتیجه امکان یا عدم امکان استفاده از این مکانیزم برای استفاده از این روش فعالیت اصلی این مقاله متمرکز بر تقابل پلاسما با امواج الکترومغناطیس در سامانه‌ها است. آرمان این مقاله در یک جمله به این صورت می‌تواند بیان شود: "رسیدن به جایگاه اول خاورمیانه و منطقه در استفاده از سامانه‌های پلاسمایی پیشرفته به‌روز در مقابله با حملات متنوع سلاح‌های الکترومغناطیس و رساندن آسیب‌پذیری کشور نزدیک به صفر در این‌گونه تهدیدات". روند تولید ارزش در طرح پیش رو در ٤ مرحله انجام می‌پذیرد که به منظور نیل به هدف نهایی، باید عوامل ایجاد ارزش در هر مرحله از این زنجیره، مطابق جدول ذیل رعایت گردند. زنجیره ارزش این موضوع در شکل ۳ نشان داده شده است.



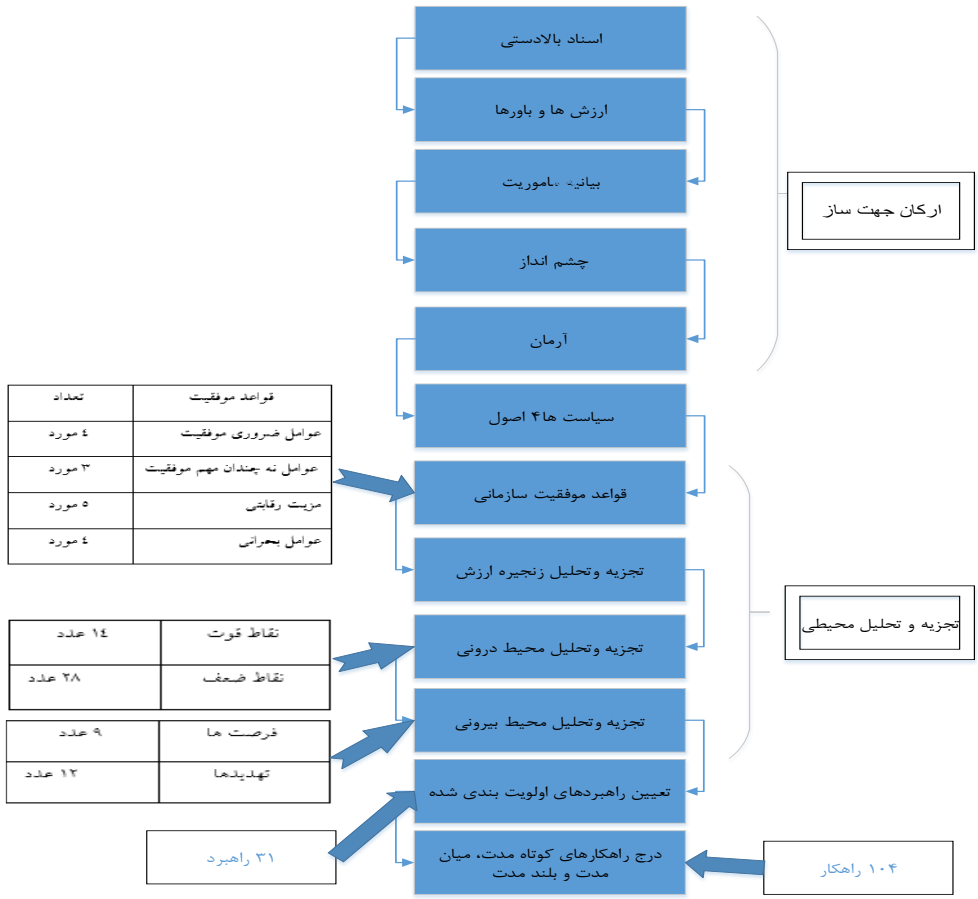
شکل شماره ۳: زنجیره ارزش

همچنین عوامل ایجاد ارزش را می‌توان در جدول ۱ مشاهده کرد.

جدول شماره ۱: عوامل ایجاد ارزش



همان‌طور که ذکر شد، هر چیزی در درون سازمان یا موجب قوت است و یا موجب ضعف. استحصال و اکتشاف آن‌ها، روش‌های متفاوتی دارد. هر چیزی که در بیرون از سازمان است فرصت یا تهدید به شمار می‌رود. فرصت‌ها از جنس یک موقعیت یا حالت آبستن سود یا مزیت است به شرطی که قابلیت‌های مرتبط، به‌موقع و به‌اندازه، فرصت را احاطه کند فرصت‌یابی و فرصت سازی، ترکیبی است از دانستن و تشخیص قابلیت‌های مرتبط است. در برنامه‌ریزی راهبردی باید دقت شود که قابلیت‌های لازم ایجاد شود. تصویر کلان از کار در شکل ٤ نشان داده شده است.



شکل شماره ٤: تصویر کلان مورد استخراجی در این مقاله

تجزیه‌وتحلیل

با تجزیه و تحلیل عوامل محیطی و توزیع پرسشنامه دوم با در نظر گرفتن میانگین امتیازات به‌دست‌آمده راهبردها اولویت‌بندی شدند. نتایج اولویت‌بندی راهبردها در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول شماره ۲: اولویت‌بندی راهبردها

راهبرد	قوت	ضعف	فرصت	تهدید	میانگین دو عامل مربوطه

راهبرد	قوت	ضعف	فرصت	تهدید	میانگین دو عامل مربوطه
برنامه‌ریزی جهت توسعه انواع سامانه‌های پلاسمایی جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن با کمک خرید برخی نمونه‌های سامانه‌های پلاسمایی از کشورهای همسو	2.74	3.41	3.51	2.77	3.46
حفاظت از سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی، کنترلی، رایانه‌ای خودی با خصوصیاتی همچون رؤیت پذیر نبودن پلاسما و سرعت بالای واکنش پلاسما در برابر سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن	4.16	2.22	3.64	3.87	4.01
برنامه‌ریزی جهت ایجاد استتار و اختفای پلاسمایی سامانه‌های گیرنده و فرستنده دارای آنتن (نظیر انواع رادار، لینک ارتباطی، الینت، کامینت) در برابر تهاجمات الکترومغناطیسی به دلیل عدم امکان شیلد نمودن آنتن	4.03	3.51	3.48	2.74	3.75
حمایت از متخصصان داخلی برای نفوذ به پایگاه‌های اطلاعاتی مراکز علمی پژوهشی بیگانه که در موضوعات مرتبط با علوم و فناوری‌های مرتبط با سامانه‌های پلاسمایی و سلاح‌های الکترومغناطیسی فعالیت دارند	2.77	2.67	3.41	3.09	3.09
ایجاد زمینه جهت آزمون رؤیت پذیری، سرعت بالا و همچنین امکان ایجاد استتار و اختفا توسط پلاسما بر روی نمونه سامانه‌های پلاسمایی خریداری‌شده از کشورهای هم‌پیمان در مقابل با سلاح‌های الکترومغناطیسی	3.87	2.77	3.45	2.83	3.66
توسعه تجهیزات محافظت پلاسمایی درمراکزوسامانه‌های حیاتی با انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو و هم‌پیمان پیرامون توسعه علوم و فناوری‌های مرتبط، جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی	۳.۳۲	3.61	2.77	2.54	3.46
برنامه‌ریزی جهت افزایش قابلیت تطابق الکترومغناطیسی و مقابله با امواج، میدان‌هاوجریان‌های ناخواسته با شبیه‌سازی و آزمون در مقیاس آزمایشگاهی	4.03	3.48	2.48	3.37	3.70
برنامه‌ریزی جهت طراحی و ساخت سامانه‌های پلاسمایی و سلاح‌های الکترومغناطیسی خاص متناسب با ویژگی‌های طبیعی و اقلیمی کشور برای جلوگیری از استفاده دشمن از ضعف‌های طبیعی و اقلیمی داخلی	2.06	3.22	3.07	3.80	3.51
جلوگیری از استفاده دشمن داخلی و همچنین نفوذ به پایگاه‌های اطلاعاتی مراکز علمی پژوهشی بیگانه مرتبط با علوم و	2.67	2.48	3.51	3.64	3.16

راهبرد	قوت	ضعف	فرصت	تهدید	میانگین دو عامل مربوطه
فناوری‌های پلاسماوسلاح‌های الکترومغناطیسی					
حفاظت از سامانه‌های حیاتی سایبر الکترونیکی با انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو و هم‌پیمان پیرامون توسعه علوم و فناوری‌های مرتبط با سامانه‌های پلاسمایی جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن	3.516	2.93	3.09	3	3.30
برنامه‌ریزی جهت به‌کارگیری علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور برای سامانه دفاع پلاسمایی درجاهایی که امکان شیلد و ارت کردن سامانه یا استفاده ازدیگرروش‌هاامکان‌پذیرنیست	4.03	2.58	3.41	3.06	3.72
خرید برخی نمونه‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی پلاسمایی از کشورهای هم سو باهدف گرفتن ایده و بومی‌سازی به منظور رفع ضعف مفرط سامانه‌های گیرنده و فرستنده دارای آنتن	2.64	3.77	3.61	2.93	3.69
آزمایش میزان انطباق تجهیزات دفاعی پلاسمایی با انواع مختلف سلاح‌های الکترومغناطیسی در مأموریت‌های متنوع رزمی نیروهای مسلح و شرایط اقلیمی متفاوت در رزمایش کشورهای همسو و هم‌پیمان	2.48	۳.۹۰	3.77	2.54	3.83
ارتقای دانش و قابلیت متخصصان داخلی در زمینه امکان استفاده دشمن از سلاح‌های الکترومغناطیسی ضد سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی، کنترلی، رایانه‌ای خودی	3.09	4.32	2.5	3.78	4.05
تسریع در جذب سرمایه‌گذاری مکفی برای بومی‌سازی علوم، فناوری‌هاومحصولات مرتبط باپلاسماومقابله با سلاح‌های الکترومغناطیسی با توجه به انگیزه بالای مسئولین	3.83	3.58	2.58	2.61	3.22
افزایش حمایت‌های مادی و معنوی از نخبگان، اساتید دانشگاه و شرکت‌های دانش بنیان فعال در حوزه‌های مرتبط با پلاسما با عنابت به تأکیدات مستمر امامین انقلاب از گفتمان ترویج علم و خودکفایی	3.80	3.28	3.08	2.83	3.44
حمایت از بومی‌سازی فناوری‌ها و سامانه سلاح‌های پدافندی وآفندی پلاسمایی با تکیه‌بر علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور	2.45	۳.۸۷	3.58	2.87	3.72
برنامه‌ریزی جهت بومی‌سازی انواع تجهیزات و پوشش‌های مقابله با تهدیدات ناشی از سلاح‌های الکترومغناطیسی و کاهش هزینه‌های فرآیند ایجاد و توسعه این علوم	4.03	3.28	2.51	2.58	3.30

راهبرد	قوت	ضعف	فرصت	تهدید	میانگین دو عامل مربوطه
برنامه‌ریزی جهت دومنظوره سازی فناوری‌هاومحصولات پلاسمایی و مرتبط با سلاح الکترومغناطیسی جهت کاهش هزینه‌های ایجاد و توسعه این علوم	2.96	4.02	3.74	2.45	3.88
ارتقای دانش و سطح آموزش نیروهای مسلح در قبال کاربردهای پدافندی وآفندی سامانه‌های پلاسمایی با حضور در رزمایش کشورهای همسو و هم‌پیمان یا انجام رزمایش‌های مشترک با آن‌ها	2.96	3.96	3.54	2.80	3.75
تسریع در تدوین سند راهبردی و برنامه کلان روزآمد جهت تعیین تکلیف علوم و فناوری‌های مرتبط با پلاسما و سلاح‌های الکترومغناطیسی با عنابت به تأکیدات مستمر امامین انقلاب از گفتمان ترویج علم و خودکفایی	3.77	3.61	2.32	2.45	3.11
به‌کارگیری تمام ظرفیت‌های ملی (شرکت‌های دانش بنیان ومراکزپژوهشی دانشگاهی) با بهره‌گیری از مطالعات آینده‌پژوهی در خصوص توسعه روش‌های نوین و فناوری پلاسمادرمقابل تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی	3.93	۳.۵۱	2.25	2.483	3.72
برنامه‌ریزی جهت ارتقای سطح علوم و فناوری‌های مرتبطباپلاسمادرکشور با حمایت همه‌جانبه از نخبگان و بی‌اعتمادی به بیگانگان	۳.۱٦	۳.۳۲	2.67	2.45	3.32
تقویت آزمایشگاه‌های مرجع برای کنترل کیفیت سامانه‌های پلاسمایی و الکترومغناطیسی با استفاده از علم، تجربه و ارتباطات اساتید برجسته و مهندسین باانگیزه در کشور	3.87	3.3	2	2.6	3.25
تدوین دوره‌های آموزش‌های تخصصی در برخی مراکز دانشگاهی با استفاده از اساتید برجسته و مهندسین باانگیزه در کشور نسبت به چگونگی استفاده از علوم و فناوری‌های پلاسمایی دربرابرتهدیدات ناشی از سلاح‌های الکترومغناطیسی	3.93	3.22	2.8	2.48	3.38
حذف یا اصلاح قوانین ضعیف، دست پاگیر، ناکارآمدیامخرب با استفاده از تجربیات موفق وکارامد بین‌المللی به ویژه در حوزه‌های قانونی و حقوقی درمسیربومی‌سازی سریع و ارزان‌قیمت محصولات پراهمیت موردنیاز کشور	2.87	4.05	3.54	2.54	3.8
استفاده از علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور جهت مقابله با تحریم‌های علمی وفناورانه و اقتصادی درمسیرتأمین دانش فنی و برخی مواد اولیه و اقلام روزآمد جهت ساخت و روزآمدسازی	3	2.51	3.77	3.81	3.40

راهبرد	قوت	ضعف	فرصت	تهدید	میانگین دو عامل مربوطه
بهره‌گیری از مطالعات آینده‌پژوهی جهت تدوین یک سند راهبردی و برنامه کلان روزآمد جهت تعیین تکلیف علوم و فناوری‌های مرتبط با پلاسما و سلاح‌های الکترومغناطیسی	3.90	3.80	۲.۴۱	2.61	3.85
توسعه امکانات آزمایشگاهی جهت آزمون پلاسما، و ابزارهای مناسب برای شبیه‌سازی پلاسماوتقابل آن با امواج الکترومغناطیسی درمقیاس آزمایشگاهی برای افزایش انگیزه بازگشت متخصصان و نیروهای متخصص و کارآمد	4.12	2.32	۲.۳۵	3.93	4.03
ایجاد زمینه انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو برای سامانه‌های پلاسمایی جهت حفاظت از سامانه‌های حیاتی سایبر الکترونیکی کشور	3.77	2.67	3.67	3	3.72
استفاده از تجربیات موفق وکارامدبین‌المللی به ویژه در حوزه‌های قانونی و حقوقی برای اصلاح قوانین ضعیف، دست و پاگیر، ناکارآمد یا مخرب مرتبط با بومی‌سازی سریع و ارزان‌قیمت محصولات پراهمیت موردنیاز کشور	2.51	4.03	4.06	2.58	4.04

در بخش وضعیت مطلوب در افق ۱۴۱۴ در هر یک از راهبردها در بازه‌ی ۲۰ درصدی بیان شده است. معیارهای اصلی درصد دهی شامل بندهای زیر است:

- وضعیت کشور و توان فعلی آن برای اجرای راهبردها (اولویت موضوع برای کشور و توان اقتصادی و نیروی متخصص)
- میزان اهمیت راهبرد (قوی، عادی، ضعیف)
- تغییرپذیری راهبرد طبق شرایط روز (برخی راهبردهای مانند قوانین و ضوابط نیازمند به‌روزرسانی) است.

برای محاسبه اولویت جزئی و کلی در جدول ۳ از امتیازات به‌دست‌آمده در پرسشنامه دوم برای هر راهبرد استفاده گردید.

جدول شماره ۳: وضعیت مطلوب تحقق راهبردها در افق چشم‌انداز ۱٤۱٤

اصول پدافند غیرعامل	راهبرد مرتبط با هر هدف کلان	امتیاز پرسشنامه دوم	وضعیت مطلوب در افق ۱٤۱٤	اولویت جزئی	اولویت کلی
افزایش بازدارندگی	برنامه‌ریزی جهت توسعه انواع سامانه‌های پلاسمایی جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن با کمک خرید برخی نمونه‌های سامانه‌های پلاسمایی از کشورهای همسو	3.467742	100-80	19.26	3.11
	حفاظت از سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی، کنترلی، رایانه‌ای خودی با خصوصیاتی همچون رؤیت پذیر نبودن پلاسما و سرعت بالای واکنش پلاسما در برابر سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن	4.016129	100-80	22.31	3.60
	برنامه‌ریزی جهت ایجاد استتار و اختفای پلاسمایی سامانه‌های گیرنده و فرستنده دارای آنتن (نظیر انواع رادار، لینک ارتباطی، الینت، کامینت) در برابر تهاجمات الکترومغناطیسی به دلیل عدم امکان شیلد نمودن آنتن	3.758065	100-80	20.87	3.37
	حمایت از متخصصان داخلی برای نفوذ به پایگاه‌های اطلاعاتی مراکز علمی پژوهشی بیگانه که در موضوعات مرتبط با علوم و فناوری‌های مرتبط با سامانه‌های پلاسمایی و سلاح‌های الکترومغناطیسی فعالیت دارند	3.096774	100-80	17.20	2.777
	ایجاد زمینه جهت آزمون رؤیت پذیری، سرعت بالا و همچنین امکان ایجاد استتار و اختفا توسط پلاسما بر روی نمونه سامانه‌های پلاسمایی	3.66129	100-80	20.34	3.28

اصول پدافند غیرعامل	راهبرد مرتبط با هر هدف کلان	امتیاز پرسشنامه دوم	وضعیت مطلوب در افق ۱۴۱۴	اولویت جزئی	اولویت کلی
	خریداری‌شده از کشورهای هم‌پیمان در مقابل با سلاح‌های الکترومغناطیسی				
کاهش آسیب‌پذیری	توسعه تجهیزات محافظت پلاسمایی درمراکزوسامانه‌های حیاتی با انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو و هم‌پیمان پیرامون توسعه علوم و فناوری‌های مرتبط، جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی	3.467742	100-80	10.68	3.11
	برنامه‌ریزی جهت افزایش قابلیت تطابق الکترومغناطیسی و مقابله با امواج، میدان‌هاوجریان‌های ناخواسته با شبیه‌سازی و آزمون در مقیاس آزمایشگاهی	3.701613	100-80	11.40	3.32
	برنامه‌ریزی جهت طراحی و ساخت سامانه‌های پلاسمایی و سلاح‌های الکترومغناطیسی خاص متناسب با ویژگی‌های طبیعی و اقلیمی کشور برای جلوگیری از استفاده دشمن از ضعف‌های طبیعی و اقلیمی داخلی	3.516129	100-80	10.83	3.15
	جلوگیری از استفاده دشمن ازدرزاطلاعات داخلی و همچنین نفوذ به پایگاه‌های اطلاعاتی مراکز علمی پژوهشی بیگانه مرتبط با علوم و فناوری‌های پلاسماوسلاح‌های الکترومغناطیسی	3.16129	80-60	9.73	2.83
	حفاظت از سامانه‌های حیاتی سایبر الکترونیکی با انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو و هم‌پیمان پیرامون توسعه علوم و	3.306452	60-40	10.18	2.96

اصول پدافند غیرعامل	راهبرد مرتبط با هر هدف کلان	امتیاز پرسشنامه دوم	وضعیت مطلوب در افق ۱٤۱٤	اولویت جزئی	اولویت کلی
	فناوری‌های مرتبط با سامانه‌های پلاسمایی جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن				
	برنامه‌ریزی جهت به‌کارگیری علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور برای سامانه دفاع پلاسمایی درجاهایی که امکان شیلد و ارت کردن سامانه یا استفاده ازدیگرروش‌هاامکان‌پذیرنیست	3.725806	100-80	11.47	3.34
	خرید برخی نمونه‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی پلاسمایی از کشورهای هم سو باهدف گرفتن ایده و بومی‌سازی به منظور رفع ضعف مفرط سامانه‌های گیرنده و فرستنده دارای آنتن	3.693548	100-80	11.37	3.31
	آزمایش میزان انطباق تجهیزات دفاعی پلاسمایی با انواع مختلف سلاح‌های الکترومغناطیسی در مأموریت‌های متنوع رزمی نیروهای مسلح و شرایط اقلیمی متفاوت در رزمایش کشورهای همسو و هم‌پیمان	3.83871	100-80	11.82	3.44
	ارتقای دانش و قابلیت متخصصان داخلی در زمینه امکان استفاده دشمن از سلاح‌های الکترومغناطیسی ضد سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی، کنترلی، رایانه‌ای خودی	4.054839	80-60	12.48	3.63
تداوم فعالیت‌های ضروری	تسریع در جذب سرمایه‌گذاری مکفی برای بومی‌سازی علوم، فناوری‌هاومحصولات مرتبط	3.225806	60-40	18.34	2.89

اصول پدافند غیرعامل	راهبرد مرتبط با هر هدف کلان	امتیاز پرسشنامه دوم	وضعیت مطلوب در افق ۱۴۱۴	اولویت جزئی	اولویت کلی
	باپلاسماومقابله با سلاح‌های الکترومغناطیسی با توجه به انگیزه بالای مسئولین				
	افزایش حمایت‌های مادی و معنوی از نخبگان، اساتید دانشگاه و شرکت‌های دانش بنیان فعال در حوزه‌های مرتبط با پلاسما با عنابت به تأکیدات مستمر امامین انقلاب از گفتمان ترویج علم و خودکفایی	3.445161	80-60	19.59	3.090
	حمایت از بومی‌سازی فناوری‌ها و سامانه سلاح‌های پدافندی وآفندی پلاسمایی با تکیه‌بر علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور	3.725806	100-80	21.18	3.34
	برنامه‌ریزی جهت بومی‌سازی انواع تجهیزات و پوشش‌های مقابله با تهدیدات ناشی از سلاح‌های الکترومغناطیسی و کاهش هزینه‌های فرآیند ایجاد و توسعه این علوم	3.306452	100-80	18.80	2.96
	برنامه‌ریزی جهت دومنظوره سازی فناوری‌هاومحصولات پلاسمایی و مرتبط با سلاح الکترومغناطیسی جهت کاهش هزینه‌های ایجاد و توسعه این علوم	3.882258	100-80	22.07	3.48
ارتقای پایداری ملی	ارتقای دانش و سطح آموزش نیروهای مسلح در قبال کاربردهای پدافندی وآفندی سامانه‌های پلاسمایی با حضور در رزمایش کشورهای همسو و هم‌پیمان یا انجام رزمایش‌های مشترک با آن‌ها	3.757742	100-80	8.65	3.37
	تسریع در تدوین سند راهبردی و	3.112903	100-80	7.16	2.79

اصول پدافند غیرعامل	راهبرد مرتبط با هر هدف کلان	امتیاز پرسشنامه دوم	وضعیت مطلوب در افق ۱٤۱٤	اولویت جزئی	اولویت کلی
	برنامه کلان روزآمد جهت تعیین تکلیف علوم و فناوری‌های مرتبط با پلاسما و سلاح‌های الکترومغناطیسی با عنابت به تأکیدات مستمر امامین انقلاب از گفتمان ترویج علم و خودکفایی				
	به‌کارگیری تمام ظرفیت‌های ملی (شرکت‌های دانش بنیان ومراکزپژوهشی دانشگاهی) با بهره‌گیری از مطالعات آینده‌پژوهی در خصوص توسعه روش‌های نوین و فناوری پلاسمادرمقابل تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی	3.725806	60-40	8.57	3.342
	برنامه‌ریزی جهت ارتقای سطح علوم و فناوری‌های مرتبطباپلاسمادرکشور با حمایت همه‌جانبه از نخبگان و بی‌اعتمادی به بیگانگان	3.322581	80-60	7.65	2.98
	تقویت آزمایشگاه‌های مرجع برای کنترل کیفیت سامانه‌های پلاسمایی و الکترومغناطیسی با استفاده از علم، تجربه و ارتباطات اساتید برجسته و مهندسین باانگیزه در کشور	3.258065	80-60	7.50	2.92
	تدوین دوره‌های آموزش‌های تخصصی در برخی مراکز دانشگاهی با استفاده از اساتید برجسته و مهندسین باانگیزه در کشور نسبت به چگونگی استفاده از علوم و فناوری‌های پلاسمایی دربرابرتهدیدات ناشی از سلاح‌های الکترومغناطیسی	3.387097	100-80	7.79	3.03

اصول پدافند غیرعامل	راهبرد مرتبط با هر هدف کلان	امتیاز پرسشنامه دوم	وضعیت مطلوب در افق ۱۴۱۴	اولویت جزئی	اولویت کلی
	حذف یا اصلاح قوانین ضعیف، دست پاگیر، ناکارآمدیامخرب با استفاده از تجربیات موفق وکارامد بین‌المللی به ویژه در حوزه‌های قانونی و حقوقی درمسیربومی‌سازی سریع و ارزان‌قیمت محصولات پراهمیت موردنیاز کشور	3.8	100-80	8.74	3.40
	استفاده از علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور جهت مقابله با تحریم‌های علمی وفناورانه و اقتصادی درمسیرتأمین دانش فنی و برخی مواد اولیه و اقلام روزآمد جهت ساخت و روزآمدسازی	3.406452	100-80	7.84	3.05
	بهره‌گیری از مطالعات آینده‌پژوهی جهت تدوین یک سند راهبردی و برنامه کلان روزآمد جهت تعیین تکلیف علوم و فناوری‌های مرتبط با پلاسما و سلاح‌های الکترومغناطیسی	3.854839	100-80	8.87	3.45
	توسعه امکانات آزمایشگاهی جهت آزمون پلاسما، و ابزارهای مناسب برای شبیه‌سازی پلاسماوتقابل آن با امواج الکترومغناطیسی درمقیاس آزمایشگاهی برای افزایش انگیزه بازگشت متخصصان و نیروهای متخصص و کارآمد	4.032258	100-80	9.28	3.61
	ایجاد زمینه انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو برای سامانه‌های پلاسمایی جهت حفاظت از سامانه‌های حیاتی سایبر الکترونیکی کشور	3.725806	60-40	8.57	3.34

اصول پدافند غیرعامل	راهبرد مرتبط با هر هدف کلان	امتیاز پرسشنامه دوم	وضعیت مطلوب در افق ۱٤۱٤	اولویت جزئی	اولویت کلی
	استفاده از تجربیات موفق وکارامدبین‌المللی به ویژه در حوزه‌های قانونی و حقوقی برای اصلاح قوانین ضعیف، دست و پاگیر، ناکارآمد یا مخرب مرتبط با بومی‌سازی سریع و ارزان‌قیمت محصولات پراهمیت موردنیاز کشور	4.048387	80-60	9.32	3.63
		111.4835			100

هر نوع اقدام در استفاده از پلاسما برای مقابله با تهدیدات الکترومغناطیس تأثیر مستقل دارد که می‌تواند مفید باشد و اگر در زمان مشخص و اولویت‌بندی مناسب صورت نگیرد ممکن است تأثیر منفی داشته باشد. در جدول ۵ راهبرد در برابر تهدیدات احتمالی (با توجه به جدول امتیازدهی ٤) مشخص و اولویت جزئی و کلی برای هر راهبرد محاسبه گردید.

جدول شماره ۴: شاخص‌ها و سنجه‌های اولویت‌بندی

شاخص‌ها و سنجه‌های اولویت‌بندی														
تقدم و اولویت زمانی نسبت به سایر موضوعات (الف)					زمان دستیابی به خروجی (ب)					هزینه پایه موردنیاز برای دستیابی به خروجی بر حسب میلیارد ریال (ج)				
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	۱ سال و کمتر	۱ تا ۲ سال	۲ تا ۳ سال	۳ تا ۵ سال	بیش از ۵	۵ و کمتر	۵ تا ۳۰	۳۰ تا ۱۰۰	۱۰۰ تا ۳۰۰	بیش از ۳۰۰
۵	٤	۳	۲	۱	۵	٤	۳	۲	۱	۵	4	3	2	۱
تنوع کاربری در حوزه‌های مختلف رزم (د)					امکان استفاده از ظرفیت‌های ملی (ه)					درصد وابستگی به دانش، فناوری و اجزای گلوگاهی غیربومی (و)				

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
۵	٤	۳	۲	۱

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
۵	٤	۳	۲	۱

کمتر از ۱۰٪	۱۱٪ تا ۳۰٪	۳۱٪ تا ٪60	٪61 تا ۸۰٪	وابستگی بیش از ٪80
5	4	3	2	۱

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	۲	۳	٤	۵

سطح ماندگاری و درجه اهمیت مبتنی بر ماهیت (ز)

مطالعات راهبردی	مطالعات عمومی و پایه‌ای	مطالعات مربوط به برنامه و پروژه‌های اصلی	مطالعات مربوط به برنامه و پروژه‌های فرعی	سایر مطالعات
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
۵	٤	۳	۲	۱

برآیند نمرات طرح‌ها و سامانه‌های پیشنهادی= الف +ب +ج +د + ه +و + ز (حاصل جمع جداول الف تا ز)

جدول شماره ۵: اولویت اقدام

موضوع/عنوان (راهبرد) اولویت دار	الف	ب	ج	د	ه	و	ز	اولویت بر اساس برآیند نمره	اولویت در کل
حفاظت از سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی، کنترلی، رایانه‌ای خودی با خصوصیاتی همچون رؤیت پذیر نبودن پلاسما و سرعت بالای واکنش پلاسما در برابر سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن	5	4	3	5	5	4	4	30	3.963
برنامه‌ریزی جهت دومنظوره سازی فناوری‌هاومحصولات پلاسمایی و مرتبط با سلاح الکترومغناطیسی جهت کاهش هزینه‌های ایجاد و توسعه این علوم	5	4	4	5	4	4	4	30	3.963
ارتقای دانش و قابلیت متخصصان داخلی در زمینه امکان استفاده دشمن از سلاح‌های الکترومغناطیسی ضد سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی، کنترلی، رایانه‌ای خودی	5	5	5	5	5	3	5	33	4.359
آزمایش میزان انطباق تجهیزات دفاعی پلاسمایی با انواع مختلف سلاح‌های الکترومغناطیسی در مأموریت های متنوع رزمی نیروهای مسلح و شرایط اقلیمی متفاوت در رزمایش کشورهای همسو و هم‌پیمان	5	4	5	5	4	4	4	31	4.095
توسعه امکانات آزمایشگاهی جهت آزمون پلاسما، و ابزارهای مناسب برای شبیه سازی پلاسماوتقابل آن با امواج الکترومغناطیسی درمقیاس آزمایشگاهی برای افزایش انگیزه بازگشت متخصصان و نیروهای متخصص و کارآمد	4	3	3	5	5	4	3	28	3.699
بهره‌گیری از مطالعات آینده‌پژوهی جهت تدوین یک سند راهبردی و برنامه کلان روزآمد جهت تعیین تکلیف علوم و فناوری‌های مرتبط با پلاسما و سلاح‌های الکترومغناطیسی	4	4	3	5	5	4	4	29	3.831

موضوع/عنوان (راهبرد) اولویت دار	الف	ب	ج	د	ه	و	ز	اولویت بر اساس برآیند نمره	اولویت در کل
استفاده از تجربیات موفق وکارامدبین‌المللی به ویژه در حوزه های قانونی و حقوقی برای اصلاح قوانین ضعیف، دست و پاگیر، ناکارآمد یا مخرب مرتبط با بومی سازی سریع و ارزان‌قیمت محصولات پراهمیت موردنیاز کشور	4	4	5	4	4	3	3	27	3.567
برنامه‌ریزی جهت به‌کارگیری علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور برای سامانه دفاع پلاسمایی درجا هایی که امکان شیلد و ارت کردن سامانه یا استفاده ازدیگرروش‌هاامکان‌پذیرنیست	4	4	3	5	5	3	4	28	3.699
حمایت از بومی‌سازی فناوری‌ها و سامانه سلاح‌های پدافندی وآفندی پلاسمایی با تکیه‌بر علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور	3	4	2	5	5	4	4	27	3.567
ارتقای دانش و سطح آموزش نیروهای مسلح در قبال کاربرد های پدافندی وآفندی سامانه‌های پلاسمایی با حضور در رزمایش کشورهای همسو و هم‌پیمان یا انجام رزمایش‌های مشترک با آن‌ها	4	4	3	5	5	3	3	27	3.567
به‌کارگیری تمام ظرفیت‌های ملی (شرکت‌های دانش بنیان ومراکزپژوهشی دانشگاهی) با بهره‌گیری از مطالعات آینده‌پژوهی در خصوص توسعه روش های نوین و فناوری پلاسمادرمقابل تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی	4	4	5	3	4	3	3	26	3.435
حذف یا اصلاح قوانین ضعیف، دست پاگیر، ناکارآمدیامخرب با استفاده از تجربیات موفق وکارامد بین‌المللی به ویژه در حوزه های قانونی و حقوقی درمسیربومی سازی سریع و ارزان‌قیمت محصولات پراهمیت موردنیاز کشور	5	4	5	4	4	3	3	28	3.699
ایجاد زمینه انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو برای سامانه‌های پلاسمایی جهت حفاظت از سامانه‌های حیاتی سایبر الکترونیکی کشور	4	4	5	3	4	3	3	26	3.435
برنامه‌ریزی جهت افزایش قابلیت تطابق الکترومغناطیسی و مقابله با امواج، میدان‌هاوجریان‌های ناخواسته با شبیه‌سازی و آزمون در مقیاس آزمایشگاهی	4	4	3	4	4	3	3	25	3.303
برنامه‌ریزی جهت ایجاد استتار و اختفای پلاسمایی سامانه‌های گیرنده و فرستنده دارای آنتن (نظیر انواع رادار، لینک ارتباطی، الینت، کامینت) در برابر تهاجمات الکترومغناطیسی به دلیل عدم امکان شیلد نمودن آنتن	3	4	4	3	4	3	3	24	3.170
افزایش حمایت‌های مادی و معنوی از نخبگان، اساتید دانشگاه و شرکت‌های دانش بنیان فعال در حوزه‌های مرتبط با پلاسما با عنایت به تأکیدات مستمر امامین انقلاب از گفتمان ترویج علم و خودکفایی	3	4	4	3	3	4	3	24	3.170
برنامه‌ریزی جهت بومی‌سازی انواع تجهیزات و پوشش‌های مقابله با تهدیدات ناشی از سلاح‌های الکترومغناطیسی و کاهش هزینه‌های فرآیند ایجاد و توسعه این علوم	3	4	2	3	3	4	3	22	2.906
تسریع در تدوین سند راهبردی و برنامه کلان روزآمد جهت تعیین تکلیف علوم و	3	4	4	3	3	4	3	24	3.170

موضوع/عنوان (راهبرد) اولویت دار	الف	ب	ج	د	ه	و	ز	اولویت بر اساس برآیند نمره	اولویت در کل
فناوری‌های مرتبط با پلاسما و سلاح‌های الکترومغناطیسی با عنایت به تأکیدات مستمر امامین انقلاب از گفتمان ترویج علم و خودکفایی									
تدوین دوره‌های آموزش‌های تخصصی در برخی مراکز دانشگاهی با استفاده از اساتید برجسته و مهندسین باانگیزه در کشور نسبت به چگونگی استفاده از علوم و فناوری های پلاسمایی دربرابرتهدیدات ناشی از سلاح‌های الکترومغناطیسی	3	4	4	3	4	3	3	24	3.170
برنامه‌ریزی جهت توسعه انواع سامانه‌های پلاسمایی جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن با کمک خرید برخی نمونه‌های سامانه‌های پلاسمایی از کشورهای همسو	2	4	3	3	3	4	3	22	2.906
خرید برخی نمونه‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی پلاسمایی از کشورهای هم سو باهدف گرفتن ایده و بومی‌سازی به منظور رفع ضعف مفرط سامانه‌های گیرنده و فرستنده دارای آنتن	3	4	3	3	3	4	2	22	2.906
برنامه‌ریزی جهت طراحی و ساخت سامانه‌های پلاسمایی و سلاح‌های الکترومغناطیسی خاص متناسب با ویژگی‌های طبیعی و اقلیمی کشور برای جلوگیری از استفاده دشمن از ضعف‌های طبیعی و اقلیمی داخلی	2	4	3	3	3	3	3	21	2.774
ایجاد زمینه جهت آزمون رؤیت پذیری، سرعت بالا و همچنین امکان ایجاد استتار و اختفا توسط پلاسما بر روی نمونه سامانه‌های پلاسمایی خریداری‌شده از کشورهای هم‌پیمان در مقابل با سلاح‌های الکترومغناطیسی	3	3	3	3	3	4	3	22	2.906
توسعه تجهیزات محافظت پلاسمایی درمراکزو سامانه‌های حیاتی با انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو و هم‌پیمان پیرامون توسعه علوم و فناوری‌های مرتبط، جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی	2	3	2	3	3	4	3	20	2.642
تقویت آزمایشگاه‌های مرجع برای کنترل کیفیت سامانه‌های پلاسمایی و الکترومغناطیسی با استفاده از علم، تجربه و ارتباطات اساتید برجسته و مهندسین باانگیزه در کشور	4	3	3	3	3	4	3	23	3.038
استفاده از علم، تجربه و ارتباطات دانشمندان، متخصصان و مهندسان ایرانی مقیم خارج از کشور جهت مقابله با تحریم‌های علمی وفناورانه و اقتصادی درمسیرتأمین دانش فنی و برخی مواد اولیه و اقلام روزآمد جهت ساخت و روزآمدسازی	4	3	3	2	3	4	3	22	2.906
برنامه‌ریزی جهت ارتقای سطح علوم و فناوری های مرتبطباپلاسمادرکشور با حمایت همه‌جانبه از نخبگان و بی‌اعتمادی به بیگانگان	3	4	3	3	3	4	3	23	3.038
تسریع در جذب سرمایه‌گذاری مکفی برای بومی‌سازی علوم، فناوری‌هاومحصولات مرتبط باپلاسماومقابله با سلاح‌های الکترومغناطیسی با توجه به انگیزه بالای مسئولین	2	3	4	2	3	2	3	19	2.510
حفاظت از سامانه‌های حیاتی سایبر الکترونیکی با انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با کشورهای همسو و هم‌پیمان پیرامون توسعه علوم و فناوری‌های مرتبط با سامانه‌های پلاسمایی جهت مقابله با تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی دشمن	2	3	2	2	3	2	3	17	2.246

موضوع/عنوان (راهبرد) اولویت دار	الف	ب	ج	د	ه	و	ز	اولویت بر اساس برآیند نمره	اولویت در کل
جلوگیری از استفاده دشمن ازدرزاطلاعات داخلی و همچنین نفوذ به پایگاه های اطلا عاتی مراکز علمی پژوهشی بیگانه مرتبط با علوم و فناوری‌های پلاسماوسلاح‌های الکترومغناطیسی	2	3	3	3	3	2	2	18	2.378
حمایت از متخصصان داخلی برای نفوذ به پایگاه‌های اطلاعاتی مراکز علمی پژوهشی بیگا نه که در موضوعات مرتبط با علوم و فناوری‌های مرتبط با سامانه‌های پلا سمایی و سلاح‌های الکترومغناطیسی فعالیت دارند	1	3	4	2	3	1	1	15	1.982
								757	

نتیجه‌گیری

پالس‌های الکترومغناطیسی به دلیل داشتن توان‌های بالا و تنوع مختلفی که دارند تهدیدی جدی برای سامانه‌های مخابراتی می‌باشند. حفاظت از این سامانه‌ها از موضوعات مورد توجه کشورهای مختلف است. در این مقاله قابلیت استفاده از پلاسما در برابر تهدیدات ناشی از سلاح‌های الکترومغناطیسی با رویکرد پدافند غیرعامل موردبررسی قرار گرفت. عوامل داخلی (قوت‌ها و ضعف‌ها) و خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) پایه اساسی برای رسیدن به راهبردها و راهکارهای اصول پدافند غیرعامل قرار گرفتند. ابتدا به بیان اصول و مبانی تحقیق پرداخته شد و مختصری در مورد مبانی نظری و مفهوم‌شناسی پلاسما و تجهیزات الکترومغناطیس بحث شد. پس از بیان ارزش‌ها و باورها و راه‌های ایجاد تداخل الکترومغناطیسی، با تجزیه‌وتحلیل محیط درونی و بیرونی، پرسشنامه اول تهیه و با توجه به فاکتورهایی نظیر آلفای کرون باخ اعتبارسنجی شد. با استفاده از تجزیه‌وتحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه اول و دوم راهبردها تجمیع و اولویت‌بندی شد و متناسب با شاخص‌ها و سنجه‌های ذکرشده دسته‌بندی و اولویت‌بندی انجام شد. ۵ راهبرد متناسب با افزایش بازدارندگی، ۹ راهبرد با موضوع کاهش آسیب‌پذیری، ۵ مورد باهدف تداوم فعالیت‌های ضروری، و راهبردهای ازجمله تسریع در تدوین سند راهبردی و برنامه کلان روزآمد جهت تعیین تکلیف علوم و فناوری‌های مرتبط با پلاسما و سلاح‌های الکترومغناطیسی با عنابت به تأکیدات مستمر امامین انقلاب از گفتمان ترویج علم و خودکفایی و به‌کارگیری تمام ظرفیت‌های ملی (شرکت‌های دانش بنیان ومراکزپژوهشی دانشگاهی) با بهره‌گیری از مطالعات آینده‌پژوهی در خصوص توسعه روش‌های نوین و فناوری پلاسما در مقابل

تهدیدات سلاح‌های الکترومغناطیسی برای ارتقای پایداری ملی استخراج شد. درواقع بیش‌ترین وزن استخراج راهبردها به ارتقای پایداری ملی اختصاص داده شد. از مهم‌ترین راهبردهای استخراج‌شده می‌توان به ارتقای دانش و قابلیت متخصصان داخلی در زمینه امکان استفاده دشمن از سلاح‌های الکترومغناطیسی ضد سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی، کنترلی، رایانه‌ای خودی و آزمایش میزان انطباق تجهیزات دفاعی پلاسمایی با انواع مختلف سلاح‌های الکترومغناطیسی در مأموریت‌های متنوع رزمی نیروهای مسلح و شرایط اقلیمی متفاوت در رزمایش کشورهای همسو و هم‌پیمان اشاره کرد.

پیشنهاد می‌شود به دلیل کاربردهای مختلف نظامی و غیرنظامی پالس‌های توان بالا، زمینه‌سازی‌های مختلف اجرای راهبردها صورت گیرد. هر کدام از راهبردهای پیشنهادشده به صورت مستقل توانایی تجزیه و تحلیل و مطالعه جانبی را داراست.

منابع و یادداشت‌ها

- C.Zhang, L.Wang, R.Jiang, J.Hu and S.Xu, “Radar Jamming Decision-Making in Cognitive Electronic Warfare: A Review,” IEEE Sensors Journal, vol. 23, pp. 11383 – 11403, 2023.
- R.Hermon, U.Singh and M.Khatkar,”Cyber and Electronic Warfare in Context of Defence Forces in Present Scenario” IEEE,Second International Conference on Electrical, Electronics, Information and Communication Technologies (ICEEICT), pp. 1-6,2023.
- H.Fayazi, A.Bali, and M. R. A Pahlavani, “Numerical and Experimental Investigation of the Effects of Dimensional Parameters on Carbon-Nanotube-Coated Copper Plasma Limiter,” IEEE Transactions on Plasma Science, vol.50 (5), pp.1246-1254,2022.
- J.D.Rockbach, L.F.Bluhm, L.Schlangen, L.Over,S.Apfeld, L.Henneke and K.Wilkinghoff, “ Towards Human-Machine Integration for Signals Intelligence Applications,” IEEE, In 2022 Sensor Data Fusion: Trends, Solutions, Applications (SDF), pp. 1-6, 2022.
- S,Apfeld and A.Charlish, “ Ensembles of Predictive Radar Models for Electronic Intelligence,” In IEEE Radar Conference, 2022.
- A.Al-Khawaja and S.B.Sadkhan, “Intelligence and Electronic Warfare: Challenges and Future Trends” IEEE, In 7th International Conference on Contemporary Information Technology and Mathematics (ICCITM),pp. 118-123,IEEE.2021.
- S.Apfeld and Universitätsprofessor L.D. Heberling,”Machine learning for electronic intelligence,” Ph.D. Thesis, RWTH Aachen University, Germany, 2021.
- CH.Tejasree "A comparison of ECM and ECCM of Electronic Warfare in Radar Systems." International Journal of Techno-engineering, Volume XII, Issue II,pp 150-156, 2021.

- M.Jan, " Radar Signal Recognition for Different Class Templates" In 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET) pp. 157-161, IEEE, 2022.
- E.B.Alves, et al. "THE IMPORTANCE OF ELECTRIC INTELIGENCE (ELINT) IN THE ESTIMATION AND PARAMETERIZATION OF ELECTROMAGNETIC PULSES DETECTED BY ELECTRONIC WARFARE SUPPORT MEASURES (EWSM)," In XXIII International Symposium of Mathematical Methods Applied to Sciences, 2022.
- Russo, I., et al. "High Resolution ESM/ELINT DOA estimation with super-heterodyne multi-octave antenna system," in Antennas and Propagation (EuCAP, 9th European Conference, IEEE, 2015.
- M.Grzan, P. Covo, and B. Belak, "RADAR JAMMING PROTECTION-TECHNICAL SOLUTIONS" in Annals of DAAAM'2011 & Proceedings of the 22th International DAAAM Symposium, Wien Austria, 2011.
- R.L.Bernard " Electronic intelligence (ELINT)", at NSA. 2009.
- R.G.Wiley "ELINT: The interception and analysis of radar signals, " IEEE, Book Publisher: Artech, House on Demand, 2006.
- Z.Rostani, M.Najafi and M.A.KhosroBabaei "Simulating and presenting optimal methods of electronic warfare for radar evasion of airborne systems using OFDM modulation," Scientific Journal of Passive Defense, vol. 8(3), p.p. 77-85, 2017 (in persian).
- Q.F.Liu, et al. " Prediction of shielding effectiveness of some metallic structrures on ship platform. in Electromagnetic Compatibility (APEMC), " IEEE, In 2012 Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility, pp. 429-432,IEEE, 2012.
- Q.F.Liu., W.Y. Yin, and J.F. Mao, " Shielding Characterization of Metallic Enclosures with Slots: Oblique Incidence of an EMP with an Arbitrary Polarization, " in Microwave Conference, APMC 2007. Asia-Pacific, IEEE, 2007.
- Z.Bihua, et al. "Experimental investigation of EMP shielding effectiveness of reinforced-concrete cell model," in Environmental Electromagnetics, CEEM 2000, Asia-Pacific Conference, IEEE, 2000.
- V.Pereira and G. Kunkolienkar, "EMP (Electro-Magnetic Pulse) weapon technology along with EMP shielding & detection methodology. in Computing, Communications and Networking Technologies (ICCCNT), " 2013 Fourth International Conference, IEEE,2013.
- C.Fang, Q. Zhang, and D. Xie, " Simulation of shielding characteristic of a typical decay waveguide window for EMP. in Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)," 2010 International Conference, IEEE, 2010.
- D.Xiao, et al. "Experimental and Theoretical Study of Coupling Effect of Electromagnetic Pulse on Shielded Cable," in Electromagnetic Field Problems and Applications (ICEF), 2012 Sixth International Conference, IEEE, 2012.
- V.Demidov, et al. "High-power energy sources based on the FCG parallel and series connection," in Pulsed Power Conference, Digest of Technical Papers, 11th IEEE International, 1997.

- A.Neuber and J.C. Dickens, “Magnetic flux compression generators” Proceedings of the IEEE, vol. 92(7), p.p. 1205-1215, 2004.
- E.V.Keuren and J. Knighten, “Use of high power microwave weapons. in Security Technology, ” Institute of Electrical and Electronics Engineers 29th Annual 1995 International Carnahan Conference, IEEE, 1995.
- H. Fayazi, “Optimal Design of Plasma Limiter Using Carbon Nanotubes to Protect the ELINT System Against Electromagnetic Pulses,” Ph.D. Thesis, Malek-Ashtar University of Technology, 2022. (in persian).
- De Aquino, F. (2011). "High-power ELF radiation generated by modulated HF heating of the ionosphere can cause Earthquakes, Cyclones and localized heating."
- Alexeff, I., et al. (2006). "Experimental and theoretical results with plasma antennas." IEEE Transactions on Plasma Science 34(2): 166-172.