Passive Defence
Vol. 15, No. 3, Autumn 2024, Serial No. 59
ISSN: 2980-8030 , E-ISSN: 2008-6849

# Supply and Localization Strategies of Pulsed Power Equipment with a Passive Defense Approach

Hosein Fayazi* , Aref Bali Lashak

*Assistant Professor of Malek Ashtar University of Technology, Faculty of Electroceramics and Electrical Engineering (Electromagnetism), Tehran, Iran

(Received: 21/11/2023, Revised: 27/12/2023, Accepted: 28/01/2024, Published: 26/10/2024)
DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.3.1.2

## ABSTRACT

*The production of electromagnetic pulses with narrow width and high power, and their application in battles involving electromagnetic equipment, poses a significant threat to the destruction and disruption of electronic and telecommunication systems. This technology has garnered serious attention from the United States and other nations, as adversaries may deploy an electromagnetic bomb to generate a pulse-shaped electromagnetic wave that penetrates electronic systems, causing permanent damage or disruption.In addition to their use in accelerators, pulsed power systems have numerous applications in industrial, military, chemical technologies, and specialized equipment. Given the unique characteristics and extraordinary applications of pulsed power, this article will explore systems based on pulsed power and assess their supply and localization capabilities. We will evaluate the factors of the internal and external environment and employ SWOT analysis to derive strategies, solutions, and programs with a focus on passive defense.In this context, we have identified 35 internal factors (strengths and weaknesses) and 29 external factors (opportunities and threats). After prioritizing the strategies, we have extracted 16 robust strategies and proposed programs, plans, and projects aligned with the objectives and timelines. To localize systems based on pulsed power, it is essential to establish the necessary infrastructure and make appropriate investments in human resources, which can expedite this process within the framework of knowledge-based companies.*

**Keywords:** Pulsed Power, Electromagnetic Threats, Passive Defense, Strategy

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

**Publisher:** Imam Hussein University © Authors

* Corresponding Author Email: fayazi66@mut-es.ac.ir

پدافند غیرعامل

سال پانزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، (پیاپی ۵۹): صص ۱۶-۱

**شاپای چاپی:** ۲۰۰۸-۶۹۴۹ | **شاپای الکترونیکی:** ۲۹۸۰-۸۰۳۰

**علمی – پژوهشی**

# راهبردهای تامین و بومی‌سازی تجهیزات توان پالسی با رویکرد پدافند غیرعامل

**حسین فیاضی [1*]، عارف بالی [2]**

DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.3.1.2

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۸/۰۵

## چکیده

تولید پالس‌های الکترومغناطیسی با عرض کم و توان بالا و استفاده آن در نبردهای مبتنی بر تجهیزات الکترومغناطیسی، جهت تخریب و اختلال در تجهیزات الکترونیکی و مخابراتی بسیار محتمل می‌باشد. این تجهیزات و فناوری‌های مرتبط با آن، به‌طور جدی مورد توجه آمریکا و سایر کشورها واقع شده است و ممکن است که دشمنان با استفاده از بمب الکترومغناطیسی، موج الکترومغناطیسی پالسی شکل را ایجاد کنند که این پالس‌ها با نفوذ به سامانه‌های الکترونیکی باعث آسیب دائمی و یا اختلال در آنها شوند. سامانه‌های توان پالسی به غیر از استفاده در شتاب دهنده‌ها، در فناوری‌های صنعتی، نظامی و شیمیایی و تجهیزات خاص کاربردهای زیادی دارند. با توجه به ماهیت خاص و کاربردهای فوق‌العاده‌ی توان‌های پالسی، در این مقاله به مطالعه پیرامون سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی و بررسی قابلیت‌های تامین و بومی‌سازی آنها با ارزیابی عوامل محیط درونی و بیرونی و با بهره‌گیری از تجزیه و تحلیل SWOT به استخراج راهبردها، راهکارها و طرح‌ها و برنامه‌ها با رویکرد پدافند غیرعامل پرداخته شده است. در این راستا ۳۵ عامل درونی (قوت و ضعف) و ۲۹ عامل بیرونی (فرصت و تهدید) استخراج شده است و پس از اولویت بندی راهبردها ۱۶ راهبرد قوی استخراج و متناسب با اهداف و از نظر زمانی برنامه‌ها، طرح‌ها و پروژه‌هایی پیشنهاد گردید. جهت بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی باید زیرساخت‌های آن را فراهم کرده و از نظر نیروی انسانی نیز سرمایه‌گذاری مناسبی صورت گرفته که در بستر شرکت‌های دانش‌بنیان می‌توان به این فرایند سرعت بخشید. اثر بخشی راهبردهای ارائه شده وقتی محقق می‌شوند که زیرساخت‌های مختلف فراهم گردد. این زیرساخت‌ها شامل سرمایه‌های انسانی، سرمایه‌های سازمانی، امکانات کالبدی و سرمایه‌های اطلاعاتی است.

**کلیدواژه‌ها:** توان پالسی، تهدیدات الکترومغناطیسی، پدافند غیرعامل، راهبرد

[1] استادیار، گروه برق و مکاترونیک، دانشکده الکترومغناطیس و مواد الکترونیکی ، دانشگاه صنعتی مالک اشتر ، ایران

(fayazi66@mut-es.ac.ir)- نویسنده مسئول

[2] دانشیار، گروه برق و کامپیوتر ، دانشکده برق و مهندسی سایبرنتیک، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ایران

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.

© نویسندگان

**ناشر:** دانشگاه جامع امام حسین (ع)

## ۱- مقدمه

امروزه با پیشرفت روزافزون صنعت الکترونیک و مدارات توان بالا، طراحی و ساخت سامانه‌های توان پالسی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده است. سامانه‌های توان پالسی در شتاب دهنده‌های ذرات اتمی، منابع لیزر و سامانه‌های رادار اهمیت فراوانی دارند. سامانه‌های توان پالسی در صنعت، الکترونیک، صنایع شیمیایی و نظامی کاربردهای زیادی دارند. تجزیه‌ی گازها از دیگر کاربردهای سامانه‌های توان پالسی محسوب می‌شوند. مشخصه‌های ولتاژ، جریان، عرض پالس، فرکانس تکرار پالس سامانه‌های توان پالسی، بسته به کاربرد آن متفاوت هستند ولی اصول کار تمامی آنها به یکدیگر شبیه است.

موارد زیادی در انتخاب طرح یک سامانه توان پالسی باید در نظر گرفته شوند که از جمله مدت زمان مورد نیاز پالس، فرکانس تکرار، ولتاژ و جریان پالس، قیمت، اندازه، وزن، بازده، صافی یا فیلتر پالس، قابلیت اطمینان و قابلیت نگهداری را می‌توان نام برد. امروزه پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در انواع سامانه‌های توان پالسی مثل ژنراتور مارکس[1]، القایی، هیبرید و ... انجام شده است. این پیشرفت‌ها شامل تغییراتی در اجزای مختلف آنها مانند شبکه‌های شکل‌دهنده‌ی پالس(PFN)[2]، سوئیچ، ترانسفورمر پالس، منبع تغذیه و مدارهای جانبی می‌باشند.

در مهندسی توان‌های پالسی یکی از بخش‌های مورد نیاز، قسمت ذخیره‌کننده انرژی است. با توجه به نوع کاربرد، از ذخیره‌کننده‌های انرژی خازنی یا سلفی استفاده می‌شود. مولد مارکس به عنوان یک ذخیره‌کننده انرژی خازنی و چند برابرکننده ولتاژ مطرح است. در واقع با استفاده از توان پالسی می‌توان کنترل بهتری روی تجهیزات جنگ الکترونیک داشت.

به عنوان مثال، در مرجع [۱] ابتدا به معرفی مفاهیم و سامانه‌های جنگ الکترونیک پرداخته شده است و مدل‌های مختلفی پیشنهاد شده است. احتمالا جنگ‌های آینده تمرکز کمتری بر قدرت آتش داشته و بیشتر بر فناوری‌های نوظهور و جنگ سایبری و الکترونیکی تمرکز خواهند داشت. تحلیل قابلیت‌های سایبری و فعالیت‌های الکترومغناطیسی و همچنین نشان دادن چالش‌های مشابه برای نیروهای دفاعی هند بررسی شده است[۲].

امروزه ارتش‌های مدرن دنیا در مقابل حملات الکترومغناطیسی بسیار آسیب‌پذیر هستند، ولی آن‌ها در حال بررسی راهکارهایی برای مقابله با این‌گونه حملات نیز هستند برای مثال استفاده از نوعی عایق خاص ممکن است تأثیر این نوع بمب‌ها را بر روی مدارهای الکتریکی به حداقل برساند. محدودسازهای فریتی، حالت جامد، دیودی و سامانه‌های پلاسمایی از مهم‌ترین راهکارهای عملی مقابله با ضربات الکترومغناطیسی هستند. برای محافظت از دستگاه‌های الکترونیکی در برابر پالس‌های الکترومغناطیسی پرقدرت سرعت واکنش تجهیز حفاظتی مهم می‌باشد، استفاده از سوزن‌های مسی با پوشش نانو لوله‌های کربنی برای افزایش میدان الکتریکی و درنتیجه افزایش سرعت حفاظت، نیز یکی از راهکارهای محافظت از دستگاه‌های الکترونیکی است [۳].

دانشمندان چینی در سال ۲۰۰۷ به بررسی هدفمند سامانه توان پالسی ولتاژ بالا حاصل از ژنراتورهای معمولی مارکس پرداخته و به این نتیجه رسیدند که با توسعه‌ی الکترونیک حالت جامد پیشرفت‌ها در کاربرد توان پالسی شتاب بیشتری می‌گیرد [۴]. دو طراحی از ژنراتور مارکس پالس مربعی بر اساس شبکه شکل‌دهی پالس برای کاربردهای توان پالسی بررسی شده است، این مولدها دارای مزایای زیر هستند:

۱) ژنراتور PFN مارکس می‌تواند پالس مربعی با ولتاژ بالا را با چند صد نانو ثانیه در دوره زمانی و چندین نانو ثانیه در زمان خیز تولید کند.

۲) بخش‌های مختلفی در ژنراتور مشابه هستند و مدت زمان پالس خروجی را می‌توان به‌راحتی با تغییر تعداد بخش‌ها تنظیم کرد [۵].

محققین در کره جنوبی در سال ۲۰۰۵ طراحی یک ژنراتور ولتاژ پالسی جدید با استفاده از مبدل بوست به تولید پالس ولتاژ بالا بدون منبع جریان مستقیم فشارقوی و ترانسفورماتور دست یافتند [۶].

محققین آمریکایی به مطالعه یک سامانه توان پالسی (۱مگا وات، ۵۰ کیلو آمپر، ۱۰۰ نانو ثانیه) مبتنی بر ژنراتور مارکس و خطوط شکل‌دهی پالس بلوملین[3] برای توصیف یک سامانه کلی پرداخته و موفق به استفاده از مدارهای معادل در تجزیه و تحلیل ولتاژ پیش پالس و افت قله تخت پالس اصلی در سامانه‌های توان

[1] Marx generator
[2] Pulse shaping networks
[3] Blumlein pulse shaping lines

پالسی مبتنی بر ژنراتور مارکس و بلوملین شدند [۷]. همچنین به طراحی مداری جدید برای تولید پالس‌های ولتاژ بالا با پهنای پالس متغیر و زمان خیز کمتر از نانو ثانیه رسیدند [۸].

کشورهای دیگر مانند کره جنوبی، به مطالعه‌ی منبع توان پالسی فشارقوی با استفاده از ژنراتور مارکس و سوئیچ‌های حالت جامد پرداختند که نتایج تجربی نشان داد که سامانه پیشنهادی به عنوان ژنراتور توان پالسی برای پیوند یونی منبع پلاسما استفاده شده است [۹].

کارهای مختلفی در زمینه‌ی پالس الکترومغناطیسی انجام شده است. بعنوان مثال، در مرجع [۱۰] به بررسی فناوری حفاظت از پالس الکترومغناطیسی (EMP[1]) و روش‌های تشخیص آنها پرداخته شده است. پس از بررسی اساس ایجاد پالس الکترومغناطیسی و خطرات آن، ضمن ارائه مدلی از سنسور تشخیص EMP، اهمیت دستیابی به این فناوری‌ها را تشریح کردند. همچنین در مرجع [۱۱] شبیه‌سازی مشخصه‌های حفاظ و از بین رفتن یک نوع دریچه‌ی موج‌بر برای EMP انجام شده است. در [۱۲] تحلیل اثر تزویج در شرایط مختلف انجام شد و نتایج مطالعه برای طراحی کابل حفاظ در مقابل EMP قابل استفاده است.

مولدهای فشرده‌ساز شار(FCG[2]) از مهم‌ترین منابع تولید پالس‌های الکترومغناطیسی هستند، اساس کار این مولدها فشرده‌سازی شار و تولید جریان الکتریکی بالا در ثانویه می‌باشد. اگر در خروجی پالس‌های با توان بالاتری بخواهیم، حجم مواد انفجاری مورد استفاده زیاد می‌شود، همچنین با افزایش ولتاژهای الکتریکی در حجم فشرده‌سازی شار مغناطیسی، طراحی رتور و استاتور با چالش‌های مواجه می‌شود. اتصال سری و موازی چند FCG که ماژول‌های عملکردی همزمان دارند، یکی از راه‌های به دست آوردن انرژی و جریان‌های بالا است [۱۳]. مولدهای فشرده‌ساز شارژ در مقایسه با دیگر سامانه‌های مرسوم، بیشترین پالس توان خروجی در اندازه و وزن واحد را پیشنهاد می‌دهند. هرچند مولدهای شارژ فشرده به طور بالقوه و مؤثر نوعی فناوری اساسی جهت تولید پالس‌های قوی الکترومغناطیسی هستند ولی باند فرکانسی کاری آن‌ها غالباً از یک مگاهرتز کمتر است و بسیاری از هدف‌ها را با چنین محدوده فرکانسی نمی‌توان به‌آسانی موردحمله قرارداد، زیرا حوزه عملکرد فرکانس آن‌ها به مراتب بالاتر و در فرکانس‌های نزدیک ماکروویو می‌باشد [۱۴].

یکی دیگر از مولدهای ایجاد کننده توان پالسی ژنراتور مارکس می‌باشد که ساختاری مبتنی بر طبقات خازنی دارد[۱۵]. یک مولد مارکس درواقع ساختاری تکراری از طبقات مشابه دارد و می‌تواند برای تولید پرتوهای الکترونی قدرتمند برای منابع ماکرویو توان بالا (HPM[3]) استفاده شود[۱۶]. یک نمونه اولیه ژنراتور مارکس حالت جامد ۸ مرحله‌ای ساخته شد و پالس‌های ۴/۸ کیلوولت با زمان صعود در محدوده ۲۲میکروثانیه تا ۷۹ نانوثانیه بر روی بارهای خازنی به دست آمد [۱۷]. ترانسفورماتور تسلا از دیگر منابع هست که کاربردهای پالسی دارد. جزئیات یک طراحی هسته باز فرومغناطیسی (OF[4]) برای استفاده در یک ژنراتور پالس مبتنی بر ترانسفورماتور تسلا بررسی شده است. شبیه‌سازی‌های الکترومغناطیسی برای ارزیابی عملکرد هسته فرومغناطیسی از نظر درجه اشباع، سهولت ساخت و تلفات کل توان ترانسفورماتور هنگام استفاده در یک ژنراتور پالس با توان خروجی متوسط ۴/۶۵ کیلووات انجام شده است [۱۸]. طراحی ترانسفورماتور تسلا برای کاربردهای ۹/۳ گیگاواتی نیز انجام شده است[۱۹].

تجهیزات فشار قوی از دیرباز در صنایع مختلف مورد توجه بوده‌اند. به دلیل کاربردهای متنوع تجهیزات تولید کننده توان پالسی و محدوده وسیع توان تولیدی، عملکرد در نانوثانیه و پیکوثانیه، کشورهای پیشرفته سرمایه‌گذاری زیادی روی تجهیزات توان پالسی دارند و آزمایشگاه‌های مختلفی برای تولید و اندازه‌گیری این مساله دارند. در کشور ما نیز دانشگاه‌هایی مانند امام حسین (ع)، صنعتی مالک اشتر، شاهد، تهران، کاشان، علم و صنعت، شهید بهشتی و..در زمینه مولدهای تولید توان پالسی فعالیت‌های خوبی داشته‌اند، اما در حال حاضر در زمینه تجهیزات تست و اندازه‌گیری، ساخت مولدهای قابل بهره‌برداری، وجود آزمایشگاه مرجع مشکلات زیادی وجود دارد. بعنوان نمونه با گسترش روزافزون بیماری‌ها و بیوتروریسم، میکروب‌زدایی سریع از سطوح مراکز درمانی ضروری می‌باشد که این امر با تجهیزات پالسی به راحتی قابل انجام است. در زمینه جنگ الکترونیک و اختلال در تجهیزات دشمن، وجود سامانه‌های پالسی باعث برتری در نبرد می‌شود. لذا بومی‌سازی تجهیزات توان پالسی ضروری می‌باشد و ما در این مقاله با هدف تسهیل در فرایند بومی‌سازی

[1] electromagnetic pulse
[2] flux compression generator
[3] high-power microwave
[4] open-ferromagnetic

اقدام به انجام این کار راهبردی کردیم. این مقاله با ارئه راهبردها و پیشنهاد برنامه‌ها، طرح‌ها و پروژه‌هایی متناظر با اهداف بلندمدت، میان‌مدت و کوتاه‌مدت درصدد است امکان بومی‌سازی سامانه‌های پالسی و مسیر پیش رو جهت تحقق آن را ترسیم کند و از نوع کاربردی می‌باشد و روش آن، توصیفی و تحلیل محتوا می‌باشد و از طریق مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای، پرسشنامه، مصاحبه و همفکری با خبرگان داده‌های لازم جمع‌آوری گردید و سپس پس از تحلیل داده‌ها و نتایج به ارائه راهبردها در زمینه بومی‌سازی و تامین سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی پرداخته شده‌است. جامعه آماری این مقاله، ۶۳ نفر از خبرگان، صاحب نظران و فارغ التحصیلان، آشنایان حوزه پدافند غیرعامل و متخصصین می‌باشند، قلمرو مکانی مقاله نیز، جمهوری اسلامی ایران می‌باشد.

## ۲- کاربردهای توان پالسی

در سال‌های اخیر فناوری ایجاد پالس‌های قدرت کاربرد گسترده‌ای در صنایع پیدا کرده است. کاربردهایی همچون صنایع نظامی، صنایع مربوط به کنترل گازهای آلاینده و مسائل مربوط به موتورهای اتومبیل از جمله کاربردهای این فناوری هستند. برای چنین کاربردهایی و سامانه‌هایی با عمر زیاد و هزینه‌های تا حد امکان کم، احتیاج به پالس‌هایی با ولتاژ بالا و دامنه‌ی در حدود ۱۰-۳۰ کیلوولت، پهنای پالس[1] در محدوده‌ی ۲۰-۲۵ نانو ثانیه و زمان اوج کمتر از ۲۰ نانوثانیه است [۲۰].

امروزه، توان پالسی به‌صورت گسترده‌ای در سامانه‌های نظامی وحتی در سامانه‌هایی با سطح انرژی پایین، مانند سامانه احتراق در اتومبیل و تحقیقات زیستی گسترش یافته است. پیشرفت‌های اخیر تکنولوژی نیمه‌هادی و همچنین توسعه عناصر قابل اطمینان و مقرون به‌صرفه برای سامانه‌های توان پالسی، مانند خازن‌های ولتاژ بالا با طول عمر طولانی و نیز انواع جدید سوئیچ‌های نیمه‌هادی باقدرت بالا، مولدهای توان پالس را برای اهداف تجاری و صنعتی بهبود داده است.

توان‌های الکتریکی معمول که در شبکه‌های الکتریکی امروزی منتقل می‌گردند، مداوم و در سطح بسیار پایینی می‌باشند و انرژی الکتریکی، پیوسته و به تدریج به بارها منتقل می‌گردد. کاربردهای مهندسی توان‌های پالسی را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد که این سه دسته شامل: تولید میدان الکتریکی و مغناطیسی، منابع تابش شدید (الکترون‌ها، یون‌ها، اشعه‌هایX، مایکرویوها) و تخلیه الکتریکی (پلاسما) می‌باشد [۲۱].

از کاربردهای گسترده توان پالسی می‌توان به مواردی مانند کاربردهای بیولوژیکی، تصفیه آب و فاضلاب، بازیافت مواد صنایع غذایی از جمله پخت غذا، استخراج نشاسته از سیب زمینی و ...، خرد کردن سنگ‌ها، استریلیزه کردن تجهیزات و سرم‌ها، تصفیه هوا از فلزات سنگین و SOx و NOx و..اشاره کرد.

این کاربردها بر حسب دامنه‌ی جریان پالس‌های خروجی به سه دسته تقسیم می‌شوند [۲۲]:

جریان پایین (کمتر از ۱ کیلوآمپر): در جریان‌های پایین، پالس‌ها در شیمی پلاسما، وسایل نمایشگر، دانش بیوپزشکی و پردازش پلاسما برای تولید نیمه‌هادی‌ها کاربرد دارند.

جریان متوسط (بین ۱ کیلوآمپر تا ۱۰۰ کیلوآمپر): لیزرهای گازی، منابع پلاسما، تجزیه گازها، منبع اشعه‌های ذره‌ای و منبع نور با طول موج کوتاه از کاربردهای پالس‌های با جریان متوسط است.

جریان بالا (بالاتر از ۱۰۰ کیلوآمپر): کاربردهای پالس‌های جریان بالا شامل تولید میدان مغناطیسی بالای پالسی و ایجاد پلاسمای با چگالی جریان بالا و تفنگ ریلی است.

پالس‌های توان بالا همچنین به عنوان منبع تغذیه برای پرتو الکترونی و اشعه‌ی X به کار می‌روند. پالس‌های میدان الکتریکی همچنین برای نگهداری غذای مایع و پاکسازی آب و مایعات از آلودگی‌ها کاربرد دارند [۲۳]. از پالس‌های توان بالا در فرستنده‌های رادار نیز استفاده می‌شود. از دیگر کاربردهای پالس توان بالا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

کنترل بو، غیر فعال‌سازی میکرو ارگانیسم‌ها، مبدل متان، تولید هیدروژن از سوخت‌های فسیلی، تولید ذرات در مقیاس نانو، تصفیه فاضلاب، پاکسازی گازها، اصلاح سطح فلزات، استریلیزه کردن چوب، ایجاد تخلیه‌های حجمی و یکنواخت در گازها در فشار بالا و مایعات که برای خالص‌سازی آن‌ها استفاده می‌شود، تولید میدان‌های الکتریکی بالا، تولید اشعه فرابنفش، تست عایق‌های قدیمی، تحقیقات همجوشی هسته‌ای و فرآیندهای سرعت بالا. یکی از کاربردهای نظامی پالس‌های توان بالا راه‌اندازی لامپ موج رونده (TWT[2]) است.

[1] pulse width

[2] traveling-wave tube

یکی دیگر از کاربردهای سامانه‌ها استفاده از آن‌ها در کاربردهای شیمیایی مانند تبدیل گاز متان به فرآورده‌های با ارزش توسط تکنیک‌های پالسی ولتاژ بالای نانوثانیه‌ای می‌باشد. در این کاربردها گاهی جریان به حوزه مگا آمپر و پهنای پالس به حد چندین میکروثانیه و چندین نانو ثانیه می‌رسد، در نتیجه معمولاً برای کلیدزنی چنین جریان‌های بالایی، المان‌های قدرت به صورت موازی با یکدیگر متصل می‌شوند [۲۴].

از دیگر کاربردهای این پالس‌ها، شکست گازها[1] و در نتیجه پلاسما شدن محیط و امکان استفاده از آنها بعنوان تجهیزات حفاظت الکترونیک است [۲۵]. بطور کلی حفاظت از سامانه‌های قدرت در مقابل تهدیدات ناشی از پالس‌های الکترومغناطیسی پرتوانموضوع بسیار مهمی است [۲۷-۲۶]. یکی از سامانه‌های حساس که باید در مقابل توان‌های بالا حفاظت شود، سامانه شنود الکتریکی (Elint[2]) می‌باشد. با طراحی محدودساز پلاسمایی و بهره‌گیری از نانو لوله‌های کربنی می‌توان تا حد زیادی حفاظت از این سامانه را محقق کرد، در واقع از مشخصه‌ی بالا بودن شدت میدان الکتریکی در هنگام تهاجم الکترومغناطیسی برای حفاظت از سامانه‌های راداری استفاده شده است [۲۸].

مدل‌سازی بیولوژیکی سلول‌ها نشان می‌دهد که آشکارسازی سلول‌های پستانداران در یک زمان فوق‌العاده کوچک که می‌تواند از چند تا ده‌ها نانو ثانیه باشد، میدان‌های الکتریکی پالس با نیروی بالایی به وجود می‌آورد که می‌توانند موجب مرگ برنامه‌ریزی شده سلول‌ها از طریق اثرات بین سلولی شوند. وقتی که مدت زمان پالس کاهش یابد، هسته سلول می‌تواند تحت تأثیر قرار بگیرد، بدون اینکه غشاء بیرونی سلول تأثیر چندانی بپذیرد [۲۹].

## ۳- محیط شناسی

موفقیت یک پروژه از بزرگترین و مهمترین اهداف و دغدغه‌های پژوهشگران و کلیه افراد درگیر در یک پروژه می‌باشد که به نوعی وحدت بخش تلاش و کوشش تمام اعضای تیم پروژه است. بررسی عوامل موفقیت و شکست پروژه‌ها در مراحل مختلف اجرای پروژه از حساسیت مهمی برخوردار است. از جمله مفاهیم اصلی در ادبیات تدوین استراتژی، مطالعه و شناخت محیط و تجزیه و تحلیل و ارزیابی مجموعه عوامل محیطی است که از درون یا بیرون سازمان بر فرایند کار و فعالیت‌های سازمان وطرح‌ها و تصمیمات آن تأثیر می‌گذارند. اهمیت نقش و تأثیر این گونه مطالعات در فرایند مدیریت استراتژیک و طراحی و تدوین استراتژی‌ها به اندازه‌ای است که اغلب محققین و دانشمندان سازمانی، مدیریت استراتژیک را معادل و مساوی مدیریت محیط دانسته و آن را اساساً پاسخی به چالش‌ها و تلاطم‌های محیطی می‌دانند.

با مطالعه و شناخت محیط درون سازمانی و تشخیص و تعیین عوامل داخلی سازمان نقاط قوت وضعف سازمان مشخص می‌شوند و با ارزیابی ومقایسه عوامل داخلی سازمان و با شرایط و عوامل محیطی در واقع قابلیت‌ها و آسیب پذیری‌های سازمان مشخص می‌شوند. برای شناسایی نقاط قوت وضعف عملکرد کشور در زمینه‌ی سامانه‌های توان پالسی می‌توان از مقایسه با توانایی‌ها و عملکرد گذشته جمهوری اسلامی ایران در زمینه سامانه‌های توان پالسی به خصوص در کاربردهای نظامی، مدل تکامل سامانه‌های توان پالسی، مقایسه عملکرد با رقبا و کشورهای اروپایی و مقایسه با عوامل کلیدی موفقیت در صنعت توان پالسی بهره‌گرفت.

پس از طراحی پرسشنامه اول و توزیع آن، پاسخ دهندگان به هر یک از نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید به صورت تستی ۵ گزینه‌ای خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم پاسخ دادند که معادل کمی این گزینه‌ها از ۱ تا ۵ امتیازدهی شد و سپس پس از جمع‌آوری و ارزیابی نتایج با استفاده از تحلیل SWOT[3] به استخراج راهبردها پرداخته شده است. سپس با طراحی پرسشنامه دوم و توزیع آن و پاسخ‌دهندگان برای ارتباط راهبرد پیشنهادی با فرصت‌ها، تهدیدات، قوت‌ها و ضعف‌ها از ۱ تا ۵ به صورت ۵ (کاملاً مرتبط) ، ۴(مرتبط)، ۳(ارتباط ضعیف)، ۲(ارتباط خیلی ضعیف)، ۱(بی‌ارتباط) نمره‌دهی شد که ارزیابی نتایج، نوع راهبرد را تعیین کرد. با توجه به پرسشنامه‌های توزیع شده در جداول (۱) و (۲) به ترتیب قوت‌ها، ضعف‌های تصویب شده آورده شده است. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها، در ستون انتهایی میانگین امتیاز مربوط به جامعه آماری درج شده است.

لازم به ذکر است که علاوه بر عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، قانونی و محیط زیست، با توجه به اهمیت بررسی ابعاد دفاعی و امنیتی این دو عامل نیز مورد بررسی قرار گرفته شده است.

[1] Breakdown of gases
[2] Electronic intelligence
[3] Strengths,Weaknesses,Opportunities, and Threats

**جدول (۱):** نتایج ارزیابی محیط درونی، قوت‌ها

| عوامل داخلی ( نقاط قوت) | | | |
|---|---|---|---|
| **دسته** | **شماره** | **عبارت** | **میانگین امتیاز** |
| فناورانه | S1 | ۱-وجود مراکز دانشگاهی، اساتید برجسته و مهندسین باانگیزه در کشور و امکان طراحی انواع سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی مرتبط با رویکرد پدافند غیرعامل | ۴/۰۴ |
| | S2 | ۲-توانایی و ظرفیت شرکت‌های زیرمجموعه وزارت نیرو و برخی شرکت‌های فناور و دانش بنیان در طراحی، ساخت تجهیزات الکتریکی به‌روز مانند سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۷۸ |
| | S3 | ۳- وجود رشته‌های تحصیلی مرتبط با علوم دفاعی در نیروهای مسلح | ۲/۳۰ |
| | S4 | ۴-امکان بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی با استفاده از سامانه‌های خارجی و مهندسی معکوس | ۳/۷۰ |
| اجتماعی | S5 | ۵-برخورداری از جامعه‌ای سرشار از نیروهای انسانی متخصص، کارآمد و پرانگیزه جهت طراحی و توسعه سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی و ارتقای ظرفیت‌های کشور و توسعه نوآوری، درآمدزایی و کارآفرینی | ۴/۳۹ |
| | S6 | ۶- حرکت کشور در مسیر رشد و توسعه دفاعی، نظامی | ۲/۵۲ |
| | S7 | ۷- وجود پژوهشکده‌های مختلف و نهادهایی مانند قرارگاه خاتم با تکیه بر نیروی متعهد، متخصص و با توانایی بالا در عملیاتی کردن فناوری‌های روز دنیا | ۴/۰۹ |
| قانونی | S8 | ۸- انگیزه مسئولان در راستای تصویب قوانین حمایتی و حذف مشکلات پیش روی نخبگان و شرکت‌های دانش‌بنیان | ۳/۰۴ |
| دفاعی | S9 | ۹-امکان بهره‌گیری از تجربیات ارزشمند دفاع مقدس و سایر منازعات منطقه‌ای و جهانی جهت بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۴/۵۲ |
| | S10 | ۱۰-آشنایی نسبی صنایع دفاعی و نیروهای مسلح نسبت به سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی و راه‌های مقابله با آن‌ها | ۳/۷۴ |
| | S11 | ۱۱- وجود زیرساخت‌های مناسب و قوی توان‌های پالسی جهت کاربردهای دفاعی | ۲ |
| | S12 | ۱۲-عزم مسئولین کشور در خصوص توسعه راهبردها و راهکارهای مرتبط با پدافند غیرعامل در کشور | ۳/۷۰ |
| | S13 | ۱۳- امکان استفاده از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی ضد اهداف ثابت و متحرک دشمن | ۳/۷۰ |
| امنیتی | S14 | ۱۴- انگیزه مسئولان نسبت به بومی‌سازی انواع فناوری‌ها و محصولات نوین و نوظهور قابل استفاده در کاربردهای دفاعی و امنیتی به دلایل امنیتی و اطلاعاتی | ۳/۶۱ |
| سیاسی | S15 | ۱۵-تاکیدات مستمر امامین انقلاب از گفتمان ترویج علم و خودکفایی، حمایت از نخبگان و بی‌اعتمادی به بیگانگان | ۴/۵۷ |
| | S16 | ۱۶- توانایی نسبی در طراحی و ساخت سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی در داخلی کشور | ۳/۰۹ |
| اقتصادی | S17 | ۱۷- انگیزه مسئولان نسبت به بومی‌سازی انواع تجهیزات مورد نیاز کشور به دلیل صرفه‌جویی ارزی | ۳/۵۲ |
| | S18 | ۱۸- اختصاص بودجه‌های تحقیقاتی مناسب | ۱/۶۱ |
| زیست محیطی | S19 | ۱۹- امکان استفاده از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی جهت کاهش آلودگی هوا | ۳/۷۰ |

**جدول (۲):** نتایج ارزیابی محیط درونی، ضعف‌ها

| عوامل داخلی ( نقاط ضعف) | | | |
|---|---|---|---|
| دسته | شماره | عبارت | میانگین امتیاز |
| دفاعی | W1 | ۱- ضرورت هماهنگی بیشتر بین نیازهای پژوهشی تحقیقاتی صنایع دفاعی نظامی و اولویت‌های پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی | ۳/۹۶ |
| | W2 | ۲- ضرورت آماده‌سازی بستر لازم برای حفاظت از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی در انواع تجهیزات با توجه به تهدیداتی نظیر سلاح‌های گرافیتی، سلاح‌های الکترومغناطیسی و ... که به صورت خاص به سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی را هدف قرار می‌دهند. | ۳/۹۶ |
| | W3 | ۳- ضرورت در نظر گرفتن اصول پدافند غیرعامل در طراحی و تولید سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۴/۱۳ |
| اقتصادی | W4 | ۴- ضرورت توجه سرمایه گذاری بخش خصوصی در زمینه تحقیقات و توسعه سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۳۹ |
| | W5 | ۵- تغییرات سریع در ساختار مدیریت و عدم پیوستگی در تصمیم گیری‌ها | ۲/۴۸ |
| | W6 | ۶- سرمایه‌گذاری ناکافی در بخش بومی‌سازی فناوری‌های و محصولات مرتبط با ساخت و به‌روزرسانی انواع سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی رویکرد پدافند غیرعامل | ۳/۸۷ |
| فناورانه | W7 | ۷- ضرورت استفاده از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی در صنایع غذایی (بحث نگهداری محصولات غذایی) | ۳/۴۳ |
| | W8 | ۸- نیاز به بهینه شدن و بومی سازی مستمر تجهیزات و قطعات موجود در سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی با توجه به پیشرفت فناوری‌ها | ۴/۲۲ |
| | W9 | ۹- ضعف در آزمایشگاه‌های مرجع برای کنترل کیفیت انواع تجهیزات مورد نیاز برای تولید سامانه‌های توان پالسی | ۴ |
| | W10 | ۱۰- ضعف در زمینه ساخت و بومی‌سازی برخی از قطعات الکتریکی لازم برای سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۸۷ |
| | W11 | ۱۱- عدم وجود دانش فنی مورد نیاز در حوزه‌ی توان‌های پالسی | ۱/۷۸ |
| | W12 | ۱۲- ضعف در بکارگیری تمام ظرفیت‌های ملی در شرکت‌های دانش بنیان و مراکز پژوهشی دانشگاهی برای بومی‌سازی فناوری‌های روز مانند سامانه‌های توان پالسی | ۴/۲۲ |
| | W13 | ۱۳- عدم توسعه فراگیر مطالعات در زمینه توان‌های پالسی | ۲/۶۵ |
| | W14 | ۱۴- ضرورت حمایت بیشتر صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور در تامین و بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۴/۲۶ |
| امنیتی | W15 | ۱۵-نیاز به توسعه و بهینه سازی تجهیزات کنترل ناملموس تردد افراد و خودروها در مکان‌هایی که در زمینه سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی فعالیت می‌کنند | ۳/۰۹ |
| | W16 | ۱۶-انگیزه گروه‌های معاند و اشرار به توسعه درگیری‌ها در کشور و آسیب رسانی به زیرساخت‌هایی نظیر سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی و نظایر آن | ۳/۶۱ |
| سیاسی | W17 | ۱۷-ضرورت ایجاد بستر لازم برای تامین تجهیزات و امکانات لازم در تولید سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی با الزامات فنی مورد نیاز | ۳/۸۳ |
| | W18 | ۱۸-نیاز به ارتقای مشوق‌ها و حمایت از پژوهشکده‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان جهت تشویق آن‌ها برای فعالیت در حوزه تولید سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی بر اساس اصول پدافند غیرعامل | ۳/۷۸ |
| اجتماعی | W19 | ۱۹-ضرورت بکارگیری سیاست‌های حمایتی و تشویقی مناسب برای جذب نخبگان جهت جلوگیری از مهاجرت دائمی آنان | ۳/۸۳ |
| قانونی | W20 | ۲۰-ضعف در شفافیت و وجود برخی رانت‌ها و فرصت‌های ویژه جهت حمایت از برخی واردکنندگان مواد اولیه مورد نیاز | ۳/۷۸ |
| | W21 | ۲۱-ضعف در آیین نامه‌ها و دستورالعمل‌های طراحی و ساخت سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۰۹ |
| | W22 | ۲۲-وجود برخی قوانین ضعیف، دست و پاگیر، ناکارآمد یا مخرب در مسیر بومی‌سازی سریع و ارزان‌قیمت محصولات پر اهمیت مورد نیاز کشور | ۳/۰۴ |
| | W23 | ۲۳- فراهم نبودن سازوکارهای سامانهی برای برون سپاری پروژه‌ها | ۲/۹۶ |
| زیست محیطی | W24 | ۲۴-ضرورت توجه به منابع پالسی جهت کاهش آلودگی میکروبی آبها | ۳/۶۱ |

از دیدگاه سیستمی، عناصر متعددی وجود دارند که بیرون از سیستم قرار دارند و به گونه‌ای نه ورودی هستند و نه خروجی و نه فرآیند، اما عملکرد سازمان (سیستم ) ودر نتیجه نیل به اهداف راتحت تاثیر قرار می دهند. به این مجموعه عناصر، محیط خارجی گفته می شود. برخی از این عناصر و عوامل عبارتند از: عوامل اقتصادی، عوامل سیاسی و قوانین دولتی، عوامل اجتماعی، فرهنگی، ملی، رقبا و رقابت، تامین کنندگان و اعتبار دهندگان، مشتریان و بازار و تقاضاکنندگان محیط خارجی شامل همه‌ی نیروها و شرایطی است که بر انتخاب سازمان تأثیر می‌گذارند اما عموماً فراتر از کنترل سازمان هستند. الگوی مدیریت استراتژیک نشان می‌دهد که محیط خارجی شامل دو بخش متعامل و مرتبط است. در جدول‌های (۳) و (۴) فرصت‌ها و تهدیدات درج شده‌اند. همچنین داده‌های مستخرج شده، تحلیل و در میانگین امتیاز مربوط به جامعه آماری در ستون انتهایی جداول آورده شده است.

**جدول (۳):** نتایج ارزیابی محیط بیرونی، فرصت‌ها

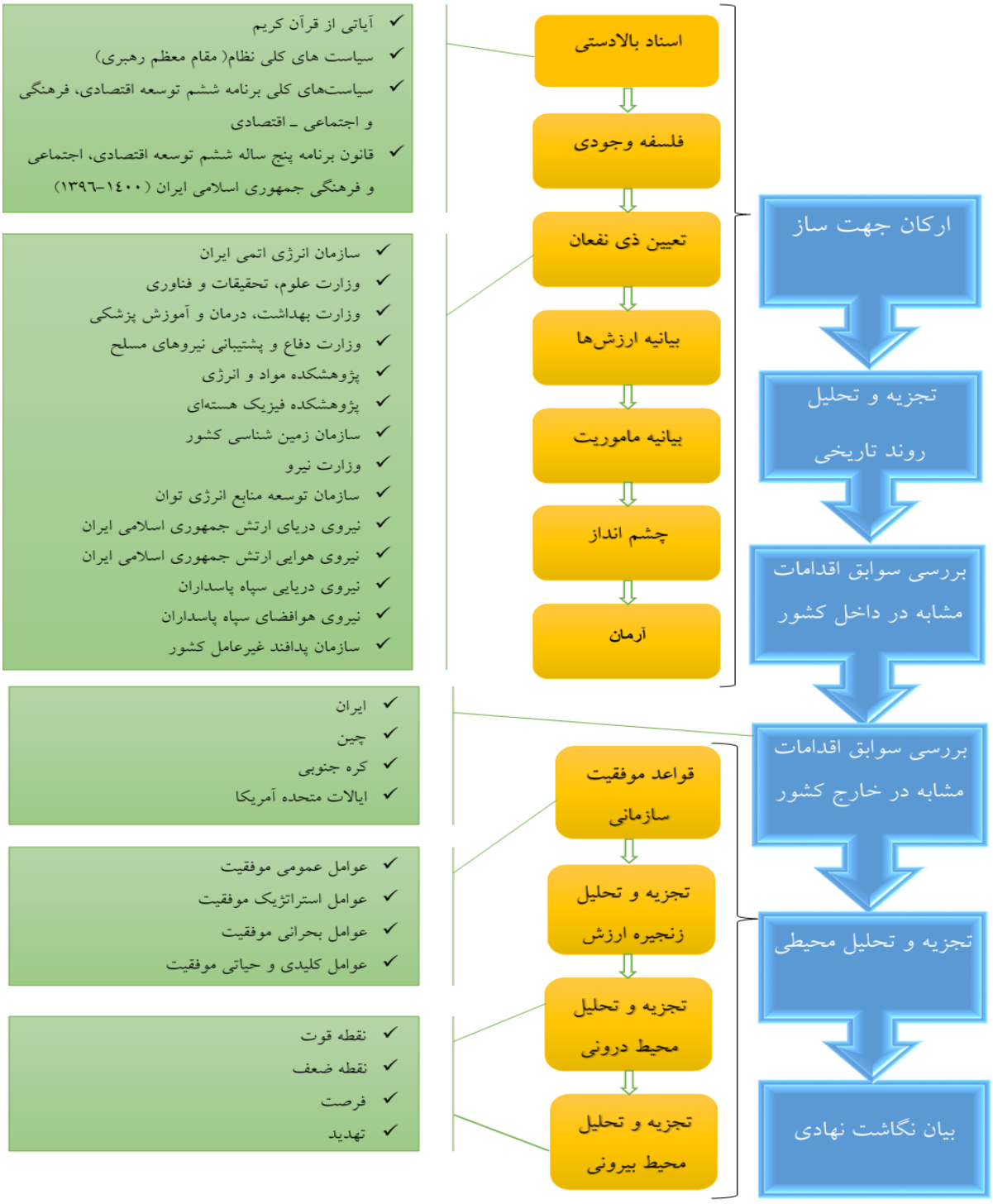
| عوامل خارجی ( فرصت‌ها) | | | |
|---|---|---|---|
| **دسته** | **شماره** | **عبارت** | **میانگین امتیاز** |
| **دفاعی** | O1 | ۱- امکان بهره‌گیری از تجربیات کشورهای هم پیمان در زمینه بومی‌سازی تولید سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی و مقابله با تهدیدات نوظهور ضد این سامانه‌ها | ۴/۰۴ |
| **سیاسی** | O2 | ۲-امکان توسعه روابط با کشورهای همسایه، همسو و هم پیمان، جهت مقابله با تحریم‌های صنعت برق | ۳/۸۳ |
| | O3 | ۳- امکان تجاری سازی فناوری‌های این چنینی در کشورهای هم پیمان و همسایه | ۳/۳۵ |
| **امنیتی** | O4 | ۴- امکان نفوذ به پایگاه‌های اطلاعاتی مراکز علمی پژوهشی بیگانه که در موضوعات مرتبط با الزامات پدافند غیرعامل در طراحی و تولید سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی فعالیت می‌کنند. | ۳/۰۹ |
| **اقتصادی** | O5 | ۵-امکان صادرات محصولات و خدمات مرتبط با سامانه‌های توان پالسی با هدف ارزآوری و جذب سرمایه‌های خارجی | ۳/۴۳ |
| | O6 | ۶- امکان صادرات محصولات و خدمات مرتبط با شبکه برق رسانی با هدف ارزآوری و جذب سرمایه‌های خارجی | ۳/۴۳ |
| | O7 | ۷- قدرت رقابت پذیری ایران در تعاملات جهانی | ۲/۹۱ |
| **فناورانه** | O8 | ۸-امکان جذب دانشمندان و متخصصان ایرانی مقیم خارج کشور و استفاده از ظرفیت‌ها و تجارب آن‌ها در این زمینه | ۳/۸۷ |
| | O9 | ۹- آسیب پذیری و وجود کم و کاستی در فناوری‌های دشمن | ۲/۴۸ |
| | O10 | ۱۰-امکان حضور در همایش‌ها و کنفرانس‌های بین‌المللی در حوزه‌های مرتبط | ۳/۶۱ |
| | O11 | ۱۱-امکان خرید برخی تجهیزات دارای فناوری‌های جدید از کشورهای همسو با هدف گرفتن ایده و بومی‌سازی | ۳/۷۸ |
| | O12 | ۱۲- امکان استفاده از مشاورین خبره خارجی | ۲/۳۰ |
| **اجتماعی** | O13 | ۱۳- وجود انگیزه بالای اسلامی و وطن‌دوستی مسلمانان و ایرانیان مقیم خارج جهت توسعه همکاری‌های علمی پژوهشی با ج ا | ۳/۱۳ |
| **قانونی** | O14 | ۱۴- امکان استفاده از تجربیات موفق و کارامد بین المللی در حوزه‌های قانونی و حقوقی در زمینه طراحی شبکه سراسری برق کشور و مباحث پدافند غیرعامل مرتبط با آن | ۳/۳۵ |
| **اقتصادی** | O15 | ۱۵- امکان همکاری‌های بین المللی برای استفاده از سامانه‌های توان پالسی جهت مقابله با آلودگی هوا | ۳/۳۰ |

**جدول (۴):** نتایج ارزیابی محیط بیرونی، تهدیدها

| ارزیابی عوامل خارجی ( تهدیدها) | | | |
|---|---|---|---|
| دسته | شماره | | میانگین امتیاز |
| دفاعی | T1 | ۱- وجود تهدیدات سایبرالکترونیکی دشمن، ضد بخش‌های مخابراتی و کنترلی و مراکز دیسپاچینگ نیروگاه‌ها، پست‌ها و خطوط انتقال | ۴/۴۸ |
| | T2 | ۲- برخورداری دشمنان از سامانه‌های جدید سلاح‌ها و تجهیزات آسیب‌رسان (نظیر سلاح‌های الکترومغناطیسی، گرافیتی و نظایر آن‌ها) به سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۴/۲۲ |
| | T3 | ۳- امکان استفاده دشمن از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی جهت آسیب رسانی به تجهیزات الکترونیکی | ۴/۳۰ |
| اقتصادی | T4 | ۴- افزایش نرخ ارز و کاهش توان تأمین برخی اقلام وارداتی | ۳/۲۲ |
| | T5 | ۵- امکان خرید دانش فنی و حق انحصار محصولات بومی و داخلی مرتبط با سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی کشور توسط بیگانگان و افزایش هزینه تأمین آن‌ها برای طرف خودی. | ۳/۳۰ |
| | T6 | ۶- عدم امکان رقابت‌پذیری اقتصادی با سایر کشورها | ۲/۸۳ |
| | T7 | ۷- محدودیت‌های مربوط به جذب سرمایه گذار خارجی به دلیلی تحریم‌های بین المللی | ۳/۸۳ |
| امنیتی | T8 | ۸- امکان جذب متخصصان و نیروهای ماهر داخلی از سوی دشمنان | ۴/۲۲ |
| | T9 | ۹- امکان نفوذ گروه‌های معاند، تروریست‌ها و آسیب رسانی به تجهیزات و یا استفاده از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۴۳ |
| | T10 | ۱۰-امکان بهره‌گیری دشمنان از درز اطلاعات مربوط به بخش‌های حساس سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۸۳ |
| | T11 | ۱۱- امکان ایجاد ایرادات تعمدی در سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی و تجهیزات آن که از خارج کشور و یا از منابع مشکوک داخلی تامین می‌شوند | ۳/۴۸ |
| سیاسی | T12 | ۱۲- وجود تحریم‌های اقتصادی که سبب محدودیت در صادرات این محصولات و خدمات به خارج کشور می‌شود | ۳/۷۸ |
| | T13 | ۱۳- وجود محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های بین المللی در مسیر تأمین دانش فنی و برخی مواد اولیه و اقلام روزآمد جهت بومی‌سازی فناوری‌های نوین مانند سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۸۷ |
| | T14 | ۱۴- سیطره آمریکا بر کشورهای منطقه | ۲/۳۹ |
| فناورانه | T15 | ۱۵- سرعت بالای رشد فناوری و تغییرات فناوری سایر کشورها در زمینه منابع توان پالسی | ۴ |
| | T16 | ۱۶- عدم تمایل کشورهای صاحب فناوری توان پالسی به انتقال دانش خود به جمهوری اسلامی ایران | ۲/۷۴ |
| | T17 | ۱۷- امکان جذب و به‌کارگیری آشکار یا نامحسوس اساتید دانشگاهی و شرکت‌های دانش بنیان و متخصصان مجرب کشور توسط دشمن در موضوعات مرتبط با سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۴/۱۳ |
| اجتماعی | T18 | ۱۸- وجود مشوق‌های خارجی که مانع از بازگشت متخصصان و نیروهای متخصص وکارآمد این حوزه به کشور می‌شود | ۳/۷۰ |
| قانونی | T19 | ۱۹- احتمال نفوذ سازمان‌یافته دشمن به مراکز تصمیم‌گیری و قانون‌گذاری جهت تغییر دادن اولویت‌ها و تدوین عامدانه مقررات ناکارآمد | ۳ |
| زیست محیطی | T20 | ۲۰- امکان استفاده دشمن از ضعف‌های طبیعی و اقلیمی در کشور هنگام بکارگیری از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۶۱ |

تصویر کلان در واقع مشخص کننده روند کلی حاکم و مراحل انجام یک کار است. با درنظر گرفتن اسناد بالادستی، ذی‌نفعان، چشم‌انداز و آرمان، عوامل موفقیت سازمانی و بررسی موارد مشابه داخلی و خارجی در زمینه بومی‌سازی سامانه‌ها و تجهیزات پالسی به استخراج عوامل محیطی داخلی و خارجی پرداخته شده است. چشم‌انداز این مقاله در افق ۵ساله جمهوری اسلامی ایران دارای خودکفایی در زمینه سامانه‌های توان پالسی و تامین سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی با برخورداری از مدیریت دانش‌محور و اقتصادی می‌باشد و همچنین با بهره‌گیری از متخصصین توانمند و ماهر به گونه‌ای عمل کند که کشور نه تنها در تولید تجهیزات و ادوات نظامی سرآمد منطقه باشد و قدرت دفاعی جمهوری اسلامی ایران روز به روز بیشتر و بیشتر شود بلکه به دنبال افزایش قابلیت اطمینان و کاهش هزینه‌های سامانه‌های توان پالسی جهت تسهیل در به کارگیری آنها و در کلیه حوزه‌های

مرتبط با توان‌های پالس اعـم از کاربردهـای مهندسـی، صـنعتی، شیمیایی، زیستی و پزشکی می‌باشد. آرمان این پژوهش نیز نیـل به خودکفایی ۱۰۰ درصدی در زمینـه تـامین قطعـات و سـاخت سامانه‌های مبتنی بر تـوان پالسـی مـی‌باشـد. در ایـن مسـیر از مهم‌ترین عوامل عمومی موفقیت مـی‌تـوان بـه بسترسـازی بـرای آینده، وضع کامل روش‌ها و قوانین، دسـتیابی بـه اسـتانداردهای کیفی، شفاف بودن اهداف هر پروژه، طرح یا برنامه اشاره کرد. بـا زمانبندی واقع گرایانه، تخصیص مناسب بودجـه و منـابع مـالی و قرارگیری در اولویت‌های پژوهشی و تحقیقاتی موفقیت سـازمانی محقق می‌گردد. تصویر کلان مورد استفاده در این مقالـه بصـورت شکل(۱) می‌باشد.




**شکل (۱):** تصویر کلان مورد استفاده در این مقاله

## ۴- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

اهداف در برنامه‌های یک سازمان بیانگر مقاصد و یا خواسته‌های مطلوب و مورد انتظار از آن سازمان هستند که باید از طریق اقدامات و فعالیت‌های سازمان محقق شوند. ارزیابی اهداف و تعیین ذی‌نفعان پیشنهادی مرحله مهمی در تکمیل رویکرد راهبردی می‌باشد. در جدول (۵) به ارائه اهداف و ارزیابی آنها پرداخته شده است. همچنین در ستون آخر ذینفعان یا ذی‌اثران پیشنهادی با اولویت بالاتر درج شده است.

**جدول (۵):** ارائه اهداف و ارزیابی آنها

| ردیف | اهداف | آیا جزو اهداف بلند مدت است؟ (Goals) | آیا جزو اهداف میان مدت است؟(Objectives) | آیا جزو اهداف کوتاه مدت است؟ (Targets) | آیا مشخص و معین می‌باشد؟ | آیا قابل اندازه‌گیری می‌باشد؟ | آیا قابل اجرا و به کار بستن می‌باشد؟ | آیا دارای اعتبار و روایی است؟ | آیا دارای محدوده زمانی می‌باشد؟ | ذینفعان |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | تأمین نیازهای مراکز تحقیقاتی و غیر تحقیقاتی در رابطه با توان‌های پالسی و یا خدمات مربوطه به پشتیبانی فنی سامانه‌های توان پالسی موجود. | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت علوم، تحقیقات و فناوری |
| ۲ | تولید دانش و فناوری مربوط به توان‌های پالسی جهت توسعه پایدار نظامی و دفاعی | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح |
| ۳ | طراحی و ساخت مولدهای توان پالسی مختلف با توجه به نیازهای خاص کشور | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | سازمان انرژی اتمی ایران پژوهشکده مواد و انرژی |
| ۴ | بسط و گسترش فن‌آوری‌های توان پالسی در ۵ سال | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | سازمان پدافند غیرعامل کشور |
| ۵ | تربیت نیروی متخصص و توانمند درزمینه فناوری توان-های پالسی طی ۵ سال | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح |
| ۶ | ایجاد و توسعه تجهیزات توان پالسی و تامین قطعات مربوطه جهت تسهیل به کارگیری در کاربردهای صنعتی، پزشکی و دفاعی و.... | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی |
| ۷ | تجاری‌سازی و به‌کارگیری دستاوردهای پژوهشی و فناوری در زمینه سامانه‌های توان پالسی | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | سازمان پدافند غیرعامل کشور |
| ۸ | ارتقای ۴۰ درصدی پشتیبانی و خدمات فنی مورد نیاز | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت علوم، تحقیقات و فناوری |
| ۹ | افزایش ۲۰ درصدی تعریف پروژه‌های تحقیقاتی دانشگاهی در حوزه توان‌های پالسی | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت علوم، تحقیقات و فناوری |
| ۱۰ | افزایش ۲۰ درصدی فعالیت‌های پژوهشی تحقیقاتی در حوزه توان‌های پالسی | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | دانشگاه عالی دفاع ملی |
| ۱۱ | افزایش ۳۰ درصدی دانش و مهارت‌های تخصصی کاربردی نیروها | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | سازمان پدافند غیرعامل کشور |
| ۱۲ | ارتقای ۳۰ درصدی کیفیت خدمات آموزشی وپرورشی نیروها | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت علوم، تحقیقات و فناوری |
| ۱۳ | افزایش ۵۰ درصدی قابلیت اطمینان و طول عمر مولدهای توان پالسی | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح |
| ۱۴ | افزایش ۲۰ درصدی درآمد حاصل از فروش تجهیزات و سامانه‌های کاربردی توان پالسی | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | سازمان توسعه منابع انرژی توان |
| ۱۵ | کاهش ۴۰ درصدی هزینه‌های تولید و تامین تجهیزات و قطعات مورد نیاز در سامانه‌های توان پالسی | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی سازمان زمین شناسی کشور |

در این مقاله از روش تجزیه و تحلیل مدل SWOT استفاده شده است. این مدل به شکل نظام یافته هر یک از عوامل قوت، ضعف، فرصت و تهدید را شناسایی کرده و راهبردهای متناسب با موقعیت کنونی مساله مورد بررسی را منعکس می‌سازد. در این روش تلاش‌هایی برای تجزیه و تحلیل شرایط بیرونی و وضعیت درونی به عمل آمده و بر اساس آن راهبرد مناسب برای بقاء سازمان طراحی می‌شود. از آنجایی که راهبردها از درجه اهمیت یکسانی برخوردار نیستند، لازم است از میان راهبردها، آن‌هایی که دارای اولویت بالاتری هستند، انتخاب و هدف گذاری شوند. در این قسمت راهبردهای استخراج شده از ماتریس‌های SWOT جمع‌بندی و اولویت‌بندی شده‌اند. برای اولویت‌بندی راهبردهای استخراج شده پرسشنامه‌ای طراحی شده و پس از توزیع بین خبرگان و صاحب‌نظران این حوزه و جویا شدن نظر آنان در مورد میزان تاثیر هر یک از راهبردها بر روی نقاط قوت و ضعف و فرصت‌ها و تهدیدها مطابق جدول (۶) نمره‌دهی شده و اولویت نهایی با توجه به میانگین امتیاز هر راهبرد، مشخص شده است.

در این مقاله اگر میانگین بیشتر از ۳,۵ باشد راهبرد پیشنهادی قوی است، اگر بین ۳ تا ۳,۵ باشد راهبرد عادی است و اگر بین ۱ تا ۳ شود راهبرد استخراجی ضعیف است. پس از اولویت‌بندی راهبردها به درج برنامه‌ها، طرح‌های کلان و پروژه‌های موردنیاز در سطح راهبردی پرداخته شده است.

**جدول (۶)**: اولویت‌بندی راهبردها

| ردیف | راهبردها | قوت | ضعف | فرصت | تهدید | امتیاز | دسته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | حمایت از بومی سازی تجهیزات، فناوری‌ها و زیر سامانه‌های مرتبط با توان پالسی و ارتقای مشوق‌ها و حمایت از پژوهشکده‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان جهت تشویق آن‌ها برای فعالیت در حوزه توان پالسی | ۴/۶۵ | ۴/۷۸ | ۴/۱۳ | ۴/۲۲ | ۴/۴۷ | قوی |
| ۲ | برنامه ریزی جهت مقابله با استفاده دشمن از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی در قالب سلاح‌های انرژی مستقیم(سلاح الکترومغناطیسی، سلاح‌های پلاسمایی، سلاح‌های لیزری خاص و نظائر آنها) | ۴/۲۶ | ۴/۳۹ | ۴/۶۱ | ۴/۵۷ | ۴/۴۶ | قوی |
| ۳ | برنامه ریزی جهت بومی‌سازی انواع فناوری‌ها و محصولات مبتنی بر توان پالسی قابل استفاده در کاربردهای دفاعی و امنیتی | ۴/۳۵ | ۴/۵۲ | ۴/۳۹ | ۴/۴۸ | ۴/۴۳ | قوی |
| ۴ | در نظر گرفتن اصول پدافند غیرعامل در طراحی و تولید سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۴/۳۹ | ۴/۳۰ | ۴/۳۵ | ۴/۴۳ | ۴/۳۷ | قوی |
| ۵ | تقویت زیر ساخت‌های صنایع دفاعی و نیروهای مسلح نسبت به سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۴/۳۹ | ۴/۵۷ | ۴/۰۴ | ۴/۳۰ | ۴/۳۳ | قوی |
| ۶ | برنامه ریزی جهت توسعه علوم و فناوری‌های مرتبط با سامانه‌های توان پالسی درکاربردهای دفاعی | ۴/۲۲ | ۴/۰۴ | ۳/۹۶ | ۴/۴۳ | ۴/۱۶ | قوی |
| ۷ | برنامه ریزی جهت استفاده از مراکز دانشگاهی، اساتید برجسته ، مهندسین باانگیزه و شرکت‌های فناور و دانش بنیان کشور جهت طراحی انواع سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۶۳/۹ | ۲۴/۲ | ۴/۰۴ | ۴/۱۳ | ۴/۰۹ | قوی |
| ۸ | توانمندسازی سرمایه انسانی از طریق ارتقای آموزش‌های حرفه ای و مهارت‌های کاری و آموزش مستمر | ۴/۰۴ | ۴/۱۳ | ۴/۰۹ | ۳/۹۶ | ۴/۰۵ | قوی |
| ۹ | تجهیز آزمایشگاه‌های مرجع برای کنترل کیفیت انواع تجهیزات مورد نیاز برای تولید سامانه‌های توان پالسی | ۴/۱۳ | ۴/۱۷ | ۳/۵۲ | ۴/۰۹ | ۳/۹۸ | قوی |
| ۱۰ | حمایت از استفاده از سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی جهت میکروب زدایی در صنایع غذایی (لبنیات، آب میوه و....)،مقابله با آلاینده‌های شهری نظایر آن‌ها | ۳/۱۷ | ۳/۷۸ | ۴/۳۹ | ۴/۴۳ | ۳/۹۵ | قوی |
| ۱۱ | برنامه ریزی جهت ایجاد هماهنگی بین نیازهای پژوهشی تحقیقاتی صنایع دفاعی نظامی و اولویت‌های پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی | ۴/۱۳ | ۳/۷۰ | ۳/۸۷ | ۳/۹۱ | ۳/۹۰ | قوی |
| ۱۲ | مقابله با نفوذ سازمان‌یافته دشمن به مراکز تصمیم‌گیری و قانون‌گذاری کشورجهت تغییر دادن اولویت‌ها و تدوین عامدانه مقررات ناکارآمد در حوزه فناوری‌ها و محصولات مرتبط با توان پالسی | ۳/۶۵ | ۳/۵۷ | ۴/۰۴ | ۳/۹۶ | ۳/۸۰ | قوی |
| ۱۳ | برنامه ریزی جذب دانشمندان و متخصصان ایرانی مقیم خارج کشور و استفاده از ظرفیت‌ها و تجارب آن‌ها در زمینه توان پالسی | ۳/۹۶ | ۴/۳۹ | ۳/۹۱ | ۲/۳۹ | ۳/۶۶ | قوی |
| ۱۴ | افزایش حمایت‌های مادی و معنوی از نخبگان وشرکت‌های دانش بنیان فعال پیرامون سامانه‌های توان پالسی | ۳/۶۱ | ۳/۶۵ | ۳/۴۸ | ۳/۳۹ | ۳/۵۳ | قوی |
| ۱۵ | تدوین دستورالعمل‌ها و قوانین حمایتی جهت حمایت از بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۶۱ | ۳/۴۸ | ۳/۶۱ | ۳/۳۹ | ۳/۵۲ | قوی |

| ردیف | راهبردها | قوت | ضعف | فرصت | تهدید | امتیاز | دسته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۶ | همکاری و تبادل با کشورهای همسو و هم پیمان در طراحی سامانه‌های توان پالسی با رویکرد پدافند غیرعامل | ۳/۲۶ | ۳/۴۳ | ۳/۵۲ | ۳/۸۳ | ۳/۵۱ | قوی |
| ۱۷ | بهینه سازی و بومی سازی مستمر تجهیزات و قطعات موجود در سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی با توجه به پیشرفت فناوری‌ها | ۳/۶۱ | ۳/۷۴ | ۳/۳۵ | ۳/۰۹ | ۳/۴۵ | عادی |
| ۱۸ | توسعه و بهینه سازی تجهیزات کنترل ناملموس تردد افراد و خودروها وحفاظت از مکان‌هایی که در زمینه سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی فعالیت می‌کنند | ۲/۸۷ | ۳/۳۰ | ۳/۷۴ | ۳/۸۳ | ۳/۴۳ | عادی |
| ۱۹ | ساخت و بومی‌سازی قطعات الکتریکی و اجزای لازم برای طراحی و ساخت سامانه‌های توان پالسی | ۳/۲۶ | ۳/۶۱ | ۳/۶۱ | ۳/۱۷ | ۳/۴۱ | عادی |
| ۲۰ | برنامه ریزی جهت بکارگیری تمام ظرفیت‌های ملی در شرکت‌های دانش بنیان و مراکز پژوهشی دانشگاهی برای بومی‌سازی فناوری‌ها و سامانه‌های توان پالسی | ۳/۵۷ | ۳/۴۳ | ۳/۱۳ | ۳/۳۹ | ۳/۳۸ | عادی |
| ۲۱ | برنامه ریزی جهت دور زدن تحریم‌های علمی ، فناورانه و اقتصادی که سبب محدودیت در تامین برخی اجزا و صادرات این محصولات و خدمات به خارج کشور می‌شود | ۳/۳۰ | ۳/۵۲ | ۳/۰۴ | ۳/۶۱ | ۳/۳۷ | عادی |
| ۲۲ | سرمایه‌گذاری مکفی در بخش بومی‌سازی فناوری‌های و محصولات مرتبط با ساخت و به‌روزرسانی انواع سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۳/۳۵ | ۳/۲۶ | ۳/۳۹ | ۳/۴۳ | ۳/۳۶ | عادی |
| ۲۳ | بهره‌گیری از تجربیات کشورهای هم سو و هم پیمان در زمینه بومی‌سازی تولید سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی و مقابله با تهدیدات نوظهور ضد این سامانه‌ها | ۳/۲۲ | ۳/۲۶ | ۳/۸۳ | ۳/۰ | ۳/۳۳ | عادی |
| ۲۴ | برنامه ریزی جهت خرید برخی تجهیزات مبتنی بر توان پالسی از کشورهای همسو با هدف گرفتن ایده و بومی‌سازی | ۳/۷۸ | ۴/۰۰ | ۲/۶۱ | ۲/۵۲ | ۳/۲۳ | عادی |
| ۲۵ | شرکت در همایش‌ها و کنفرانس‌های بین المللی جهت بهره گیری از فناوری و فناوری سریع سایر کشورها در حوزه توان پالسی | ۲/۵۲ | ۴/۰۴ | ۳/۲۲ | ۲/۸۳ | ۳/۱۵ | عادی |
| ۲۶ | دعوت از نیروهای متخصص ایرانی در داخل و خارج کشور جهت همکاری با پژوهشکده‌های مختلف فعال در حوزه توان پالسی | ۲/۹۶ | ۲/۷۰ | ۳/۴۳ | ۳/۴۸ | ۳/۱۴ | عادی |
| ۲۷ | شناسایی و اولویت بندی ضعف‌های طبیعی و اقلیمی کشور که هنگام بکارگیری سامانه‌های نظامی مبتنی بر توان پالسی توسط دشمن مورد استفاده قرار می‌گیرد | ۲/۶۵ | ۳/۴۸ | ۳/۱۳ | ۳/۲۲ | ۳/۱۲ | عادی |
| ۲۸ | هدایت سرمایه‌های بخش خصوصی در زمینه تحقیقات و توسعه سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی | ۲/۴۷ | ۲/۴۸ | ۲/۳۵ | ۳/۳۹ | ۲/۷۴ | ضعیف |
| ۲۹ | مقابله با درز اطلاعات مربوط به فعالیت‌های پیرامون سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی در داخل کشور | ۲/۶۵ | ۲/۷۴ | ۲/۶۵ | ۲/۷۰ | ۲/۶۸ | ضعیف |
| ۳۰ | حذف و اصلاح قوانین ضعیف، دست و پاگیر، ناکارآمد یا مخرب در مسیر بومی‌سازی سریع و ارزان‌قیمت محصولات پر اهمیت مورد نیاز کشور | ۲/۹۱ | ۳/۵۲ | ۲/۲۲ | ۱/۹۱ | ۲/۶۴ | ضعیف |
| ۳۱ | برنامه ریزی جهت حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور در تامین و بومی‌سازی سامانه‌های توان پالسی | ۲/۵۷ | ۲/۳۵ | ۳/۴۸ | ۲/۰۴ | ۲/۶۱ | ضعیف |
| ۳۲ | مقابله با خرید دانش فنی و حق انحصار محصولات بومی و داخلی مرتبط با سامانه‌های توان پالسی کشور، توسط بیگانگان | ۲/۶۱ | ۲/۳۰ | ۲/۲۲ | ۲/۰۴ | ۲/۲۹ | ضعیف |
| ۳۳ | تصویب قوانین حمایتی ،حذف مشکلات پیش رو و افزایش حمایت‌های مادی و معنوی از نخبگان شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در زمینه توان پالسی | ۲/۰۹ | ۲/۱۳ | ۲/۳۰ | ۲/۵۷ | ۲/۲۷ | ضعیف |
| ۳۴ | ایجاد سیاست‌های تشویقی جهت جذب منابع مالی و سرمایه گذاری بخش خصوصی در توسعه سامانه‌های توان پالسی | ۱/۹۱ | ۲/۳۰ | ۲/۰۹ | ۱/۹۶ | ۲/۰۷ | ضعیف |
| ۳۵ | نفوذ به پایگاه‌های اطلاعاتی مراکز علمی پژوهشی بیگانه که در موضوعات مرتبط با طراحی و تولید سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی فعالیت می‌کنند. | ۲/۰۴ | ۲/۲۲ | ۱/۶۵ | ۲/۱۳ | ۲/۰۱ | ضعیف |
| ۳۶ | مقابله با ایجاد ایرادات تعمدی در سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی و تجهیزات آن که از خارج کشور و یا از منابع مشکوک داخلی تامین می‌شوند. | ۲/۰۴ | ۲/۰ | ۱/۶۵ | ۲/۲۲ | ۱/۹۹ | ضعیف |

پس از جمع‌بندی و ارزیابی راهبردها، ۸ راهبرد نمره بالای ۴ و در مجموع ۱۶ راهبرد نمره بالای ۳/۵ کسب کردند و بعنوان راهبرد قوی تقسیم‌بندی شدند. جهت بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی باید زیرساخت‌های آن را فراهم کرده و از نظر نیروی انسانی نیز سرمایه‌گذاری مناسبی صورت گرفته که در بستر شرکت‌های دانش‌بنیان می‌توان به این فرایند سرعت بخشید. برنامه‌ها، طرح‌های کلان و پروژه‌ها در واقع مجموعه‌ای از اقدامات هستند که متناظر با اهداف بلندمدت، میان‌مدت و کوتاه‌مدت تعیین می‌گردند. این موارد با در نظر گرفتن اهداف به صورت جدول(۷) پیشنهاد شده‌اند.

**جدول (۷):** زمان‌بندی برنامه‌ها، طرح‌ها و پروژه‌ها

| ردیف | برنامه‌ها، طرح‌ها و پروژه‌ها | زمان(سال) |
|---|---|---|
| ۱ | برنامه‌ی اجرای مفاهیم پدافند غیرعامل در سامانه‌های توان پالسی | ۵ |
| ۲ | برنامه‌ی ایجاد مراکز تخصصی تحقیق و توسعه در حوزه توان‌های پالسی | ۵ |
| ۳ | برنامه‌ی تصویب پروژه‌های دانشگاهی مرتبط با حوزه توان‌های پالسی | ۵ |
| ۴ | برنامه‌ی گسترش فناوری‌های توان پالسی و ساخت سامانه‌های توان پالسی | ۵ |
| ۵ | برنامه تجاری‌سازی و فروش تجهیزات بومی مبتنی بر توان‌های پالسی | ۵ |
| ۶ | طرح گسترش مطالعات و بررسی پیرامون منابع توان پالسی | ۳ |
| ۷ | طرح مطالعه و بررسی توسعه سامانه‌های توان پالسی با رویکرد پدافند غیرعامل | ۳ |
| ۸ | طرح مطالعه و طراحی مولدهای مارکس با رویکرد پدافند غیرعامل | ۳ |
| ۹ | طرح بررسی و مطالعه‌ی کاربردهای نظامی سامانه‌های توان پالسی با رویکرد پدافند غیرعامل | ۳ |
| ۱۰ | طرح بررسی و مطالعه‌ی کاربردهای پزشکی سامانه‌های توان پالسی با رویکرد پدافند غیرعامل | ۳ |
| ۱۱ | طرح بررسی و مطالعه‌ی کاربردهای صنعتی سامانه‌های توان پالسی با رویکرد پدافندغیرعامل | ۳ |
| ۱۲ | پروژه‌ی طراحی منبع توان پالسی فشارقوی با رویکرد افزایش قابلیت اطمینان | ۱ |
| ۱۳ | پروژه‌ی طراحی منبع توان پالسی فشارقوی جدید با رویکرد افزایش راندمان | ۱ |
| ۱۴ | پروژه‌ی مطالعه منابع توان پالسی در کاربردهای سلاح‌های الکتریکی | ۱ |
| ۱۵ | پروژه‌ی مطالعه شبکه‌های شکل دهی پالسی با رویکرد افزایش قابلیت اطمینان | ۱ |
| ۱۶ | پروژه‌ی مطالعه شبکه‌های شکل دهی پالسی با رویکرد افزایش راندمان | ۱ |
| ۱۷ | پروژه‌ی طراحی منبع توان پالسی فشارقوی جدید مبتنی بر واحدهای خازنی کلیدزنی | ۱ |
| ۱۸ | پروژه‌ی ارائه یک مبدل توان پالسی ولتاژ بالا دوقطبی با استفاده از ساختار چند برابر کننده کلید-خازنی | ۱ |
| ۱۹ | پروژه‌ی بررسی و طراحی منبع توان پالسی با ساختار سلفی | ۱ |
| ۲۰ | پروژه‌ی طراحی و ساخت یک ژنراتور مارکس با رویکرد مقاومت اقتصادی | ۱ |
| ۲۱ | پروژه‌ی مطالعه و طراحی منابع توان پالسی با رویکرد مقاومت اقتصادی | ۱ |
| ۲۲ | پروژه‌ی مطالعه شبکه‌های شکل دهی پالسی با رویکرد مقاومت اقتصادی | ۱ |
| ۲۳ | پروژه‌ی مطالعه و توسعه کاربرد سامانه‌های توان پالسی در حوزه نظامی | ۱ |
| ۲۴ | پروژه‌ی مطالعه و توسعه کاربرد سامانه‌های توان پالسی در حوزه پزشکی | ۱ |
| ۲۵ | پروژه‌ی مطالعه و توسعه کاربرد سامانه‌های توان پالسی در حوزه صنعت | ۱ |
| ۲۶ | پروژه‌ی مطالعه سامانه‌های توان‌های پالسی در کاربردهای سلاح‌های الکتریکی | ۱ |
| ۲۷ | پروژه‌ی مطالعه شبکه‌های شکل دهی پالسی فشرده برای کاربردهای سلاح‌های الکتریکی | ۱ |
| ۲۸ | پروژه‌ی طراحی و ساخت کلیدهای سریع فشارقوی برای سامانه‌های توان پالسی | ۱ |
| ۲۹ | پروژه‌ی مطالعه و طراحی یک ژنراتور مارکس با نرخ تکرار ایده‌آل در خروجی | ۱ |
| ۳۰ | پروژه‌ی مطالعه و طراحی یک ژنراتور مارکس با ساختار سلفی با نرخ تکرار ایده‌آل در خروجی | ۱ |
| ۳۱ | پروژه‌ی طراحی و ساخت آرایش بلومین چند طبقه برای ایجاد پالس‌های قدرت | ۱ |
| ۳۲ | پروژه‌ی طراحی و ساخت مبدل الکترونیک قدرت جهت تولید پالس ولتاژ بالای دوقطبی ترکیبی پهن و باریک | ۱ |

مطالعات نشان می‌دهد که مهم‌ترین بعد در تامین و بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی، باید فرصت‌آفرینی برای مواجهه با تهدیدات آتی و خطرات احتمالی از سوی دشمنان باشد به عبارت دیگر برای اجرای موارد ذکر شده در این مقاله پیشنهاد می‌شود که در سطح عملیاتی و اجرایی به تامین و بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی با رویکرد تهدید محور پرداخته شود، اقداماتی مبتنی بر راهبردهای ارائه شده جهت بالابردن توان دفاعی کشور و دستیابی به توان پیشگیری و مقابله با تهدیدات مبتنی بر توان پالسی با هدف دستیابی به توان بازدارندگی و پدافندی در این حوزه انجام گردد. تأمین نیاز موجود و خودکفایی نیز باید مورد توجه قرار گیرد که جهت نیل به این مهم بایستی وارد فاز عملیاتی و اجرا شد تا کمبودها و الزامات جهت تامین تجهیزات سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی مشخص شود، بنابراین می‌توان محورو قطب‌نمای تامین و بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی را ایجاد هسته‌های مشاوره، اجرایی و نظارت‌های تخصصی در سطح عملیاتی و اجرایی قرار داد.

## ۶- نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن ذینفعان و ذی‌اثران صنعتی و نظامی در زمینه توان‌های پالسی و توجه به پیامدها و نتایج و با عمل به طرح‌ها و برنامه‌های درج شده، کشور ما می‌تواند از قطب‌های این زمینه پر کاربرد در منطقه و حتی دنیا باشد. پیشرفت در این زمینه علاوه بر بالا بردن قدرت نظامی و صنعتی باعث بهبود اعتماد بنفس و موفقیت در نبردهای نرم نیز خواهد شد. در این مقاله ضمن مروری بر توان‌های پالسی و مشخصه‌ها و کاربردهای آن و همچنین تاریخچه و فلسفه وجودی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی، رویکرد پدافند غیرعامل بررسی گردیده است. همچنین با مطالعه و بررسی سوابق اقدامات مشابه در داخل وخارج کشور به بررسی و تجزیه وتحلیل روند تاریخی موضوع پرداخته شده است. در ادامه نیز نقاط قوت و ضعف محیط داخلی و همچنین عوامل فرصت و تهدید محیط بیرونی شناسایی شدند و با استفاده از نظرات صاحب‌نظران و افراد خبره به ارائه راهبردها و برنامه‌ها و طرح‌هایی برای بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی پرداخته شد و پروژه‌هایی نیز تعریف گردید تا در ادامه و با تلاش پژوهشگران آینده جهت تحقق اهداف راهبردی و اهداف کلان پدافند غیرعامل ثمربخش باشد.

در عرصه نظامی، فناوری‌های نوظهور و فناوری‌های مرتبط با سلاح‌های ناتوان ساز به سرعت در حال گسترش و تکامل می‌باشد و همچنین که موضوع سلاح‌های ناتوان‌ساز و فناوری‌های آن به طور جدی مورد توجه آمریکا و سایر کشورهای غربی واقع شده است. دستیابی به خودکفایی در زمینه فناوری‌های توان پالسی و یا تامین تجهیزات الکترونیکی در عرصه نظامی بسیار اهمیت پیدا می‌کند لذا در این مقاله جهت بررسی تامین و بومی‌سازی سامانه‌های مبتنی بر توان پالسی با رویکرد تهدید محور، راهبردها و ساز و کارهای پدافند غیرعامل با هدف دستیابی به توان پایش، شناسایی و کشف نقاط ضعف و آسیب پذیری‌ها، نیل به توان بازدارندگی و پدافندی درحوزه تهدیدات توان پالسی و امواج الکترومغناطیسی، بالابردن توان دفاعی کشور و دستیابی به توان پیشگیری و مقابله با تهدیدات مبتنی بر توان پالسی و امواج الکترومغناطیسی، کاهش آسیب پذیری‌های آنان، حفظ توان خودی جهت تداوم فعالیت‌های ضروری و حفظ خدمت رسانی و همچنین آگاهی‌رسانی وآموزش پدافند غیرعامل به کارشناسان و نیروی متخصص فعال در این حوزه حائز ارائه شده است. پس از جمع‌بندی و ارزیابی راهبردها، ۸ راهبرد نمره بالای ۴ و در مجموع ۱۶ راهبرد نمره بالای ۳/۵ کسب کردند و بعنوان راهبرد قوی تقسیم‌بندی شدند. همچنین، برنامه‌ها، طرح‌ها و پروژه‌های جهت نیل به اهداف مورد نظر در زمینه سامانه‌های پالسی پیشنهاد گردید. اثر بخشی راهبردهای ارائه شده وقتی محقق می‌شوند که زیرساخت‌های مختلف فراهم گردد. این زیرساخت‌ها شامل سرمایه‌های انسانی، سرمایه‌های سازمانی، امکانات کالبدی و سرمایه‌های اطلاعاتی است. ذینفعان مختلف بایددر یک فعالیت هماهنگ جهت تحقق رویکرد بومی‌سازی تجهیزات پالسی عمل کنند.

## ۷- مراجع


[1] 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. https:// doi.org/10.1109/JSEN.2023.3267068.

[2] 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, https://doi.org/10.1109/ICEEICT56924.2023.10157307

[3] 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, https://doi.org/10.1109/TPS.2022.3163200.

[4] Wu, Yifan et al. 2007. "Repetitive and High Voltage Marx Generator Using Solid-State Devices." IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation 14(4): 937–40, https://doi.org/10.1109/TDEI.2007.4286529.

[5] Li, Hongtao et al. 2009. "Development of Rectangle-Pulse Marx Generator Based on PFN." IEEE transactions on plasma science 37(1): 190–94, https://doi.org/10.1109/TPS.2008.2007730.

[6] Baek, Ju Won et al. 2005. "Solid State Marx Generator Using Series-Connected IGBTs." IEEE transactions on plasma science 33(4): 1198–1204, https://doi.org/10.1109/TPS.2005.852409.

[7] Durga Praveen Kumar, D. et al. 2007. "Characterization and Analysis of a Pulse Power System Based on Marx Generator and Blumlein." Review of Scientific Instruments 78(11): 115107, https://doi.org/10.1063/1.2813898.

[8] Heeren, Tammo et al. 2005. "Novel Dual Marx Generator for Microplasma Applications." IEEE Transactions on Plasma Science 33(4): 1205–9, https://doi.org/10.1109/TPS.2005.852433.

[9] Kim, Jong-Soo Jong-Hyun et al. 2005. “High Voltage Pulse Power Supply Using Marx Generator & Solid-State Switches.” In 31st Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, 2005. IECON 2005., IEEE, 4–pp, https://doi.org/10.1109/IECON.2005.1569083.

[10] 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, https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2013.6726651.

[11] 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, https://doi.org/10.1109/ICEAA.2010.5653909.

[12] 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, https://doi.org/10.1109/ICEF.2012.6310397.

[13] 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, https://doi.org/10.1109/PPC.1997.674608.

[14] A.Neuber and J.C. Dickens, “Magnetic flux compression generators” Proceedings of the IEEE, vol. 92(7), p.p. 1205-1215, 2004, https://doi.org/10.1109/JPROC.2004.829001.

[15] Najafi, M. R., Lashk, A. B., & Fayazi, H. (2022). Impact of Various Marx Generator Construction on Voltage Profile. Russian Electrical Engineering, 93(7), 482-491, https://doi.org/10.3103/S1068371222070094.

[16] Shanmuganathan, U., Saket, K., Kumar, S. S., Das, M. K., Nekkanti, S., Gupta, S. K., ... & Nallasamy, V. (2023). A compact repetitive Marx generator for generating intense electron beams for HPM sources. IEEE Transactions on Electron Devices, 70(3), 1256-1261, https://doi.org/10.1109/TED.2022.3233810.

[17] Rao, J., Zhang, R., Shi, F., Zhuang, L., Ji, Z., & Zhuang, J “A high voltage solid state Marx generator with adjustable pulse edges. Wiley ,High Voltage. Volume8, Issue5, P.P. 878-888 ,2023, https://doi.org/10.1049/hve2.12311.

[18] Appiah, G. N., Deiban, H., Albarracín, F., Kasmi, C., & Mora, N.” Design of Open-Ferromagnetic Core for Tesla Transformer-Based Pulse Generators” IEEE Transactions on Plasma Science, p.p.1-6, Early Access.2023, https://doi.org/10.1109/TPS.2023.3287875.

[19] Appiah, G. N., Martinez, D., Albarracín, F., Kasmi, C., & Mora, N. “ Analytical Design and Simulation of a 9.3-GW Tesla Transformer for HPM Sources” IEEE Transactions on Plasma Science, 50(12), p.p. 4897-4904, 2022, https://doi.org/10.1109/TPS.2022.3219834.

[20] Pai, S T, and Qi Zhang.. “Introduction to High Power Pulse Technology.” World Scientific Publishing Company, book, 1995, ISBN: 9810217145,9789810217143.

[21] Bluhm, Hansjoachim ”Pulsed Power Systems” Publisher: Springer, 2006. http://link.springer.com/10.1007/3-540-34662-7.

[22] Engelko, V.I. I, E.P. P Bolshakov, U.A. A Istomin, and O.P. P Pechersky. “High Frequency Multi-Purpose Pulse Generator.” In Conference Record of the Twenty-Fifth International Power Modulator Symposium, and High-Voltage Workshop., IEEE, p.p. 396–398, 2002, https://doi.org/10.1109/MODSYM.2002.1189499.

[23] Ishii, S., K. Yasuoka, and S. Ibuka. “Pulsed Power Application Assisted by Power Semiconductor Devices.” In Proceedings of the 13th International Symposium on Power Semiconductor Devices & ICs. IPSD’01 (IEEE Cat. No. 01CH37216), IEEE,p.p. 11–14, 2001, https://doi.org/10.1109/ISPSD.2001.934549.

[24] Pemen, A J M et al. “Pulsed Corona Generation Using a High-Power Semiconductor Diode Switch.” In Conference Record of the Twenty-Fifth International Power Modulator Symposium, 2002 and 2002 High-Voltage Workshop., IEEE, 203–6, https://doi.org/10.1109/MODSYM.2002.1189451.

[25] A.bali ,H.fayazi and M.R.Alizadeh Pahlavani, “ The Introduction of a Strategic Approach to Plasma Application Against Threats from Electromagnetic Pulses,” Scientific Journal of Passive Defense, vol. 12(4), p.p. 15-26, 2022, https://pd.ihu.ac.ir/article_207039.html (in persian).

[26] R.shabaninejad, A.balilashak, I.soltanyy, H.fayazi, "The Strategic Study of Reducing the Vulnerability of Power Systems Against Electromagnetic Pulses". Passive Defense, 12, 3, 71-86, 2021. (in persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086849.1400.12.3.7.7.

[27] R.shabaninejad, A.balilashak, I.soltanyy, H.fayazi, "Principle of passive defense of the power system against electromagnetic threats". *Passive Defense*, 12, 2, 2, 65-88, 2021. (in persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086849.1400.12.2.6.4.

[28] 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).

[29] A.Caiafa et al.“Compact Solid State Pulsed Power Architecture for Biomedical Workflows: Modular Topology, Programmable Pulse Output and Experimental Validation on Ex Vivo Platelet Activation.” In 2014 IEEE International Power Modulator and High Voltage Conference (IPMHVC), IEEE, p.p. 35–40, 2014, https://doi.org/10.1109/IPMHVC.2014.7287201.