

Research Paper

Providing a model for strategic planning of emerging technologies in defense research centers with an action research approach

Akbar Rahimi^{*1} , Mohammad Hossein Karimi Govareski² , Mehdi Bararnia Firozjaee³ 

¹ Department of Management, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malik Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

³ Master of Science in Technology Management, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malik Ashtar University of Technology, Tehran, Iran



[10.22080/JEM.2024.26334.3894](https://doi.org/10.22080/JEM.2024.26334.3894)

Received:

November 27, 2023

Accepted:

June 28, 2024

Available online:

December 20, 2024

Keywords:

Strategic Planning of Technologies, Defense Emerging Technologies, Defense Research Centers, Action Research Approach

Abstract

In today's turbulent world and uncertain conditions, the strategic planning of technologies plays an important role in their successful management and is considered the cornerstone of technology management in technology-oriented organizations. Strategic planning of technologies in defense research centers, which are the pioneers of creation and development of a significant part of the country's technologies, is very key and an undeniable necessity. Therefore, this study has been compiled with the aim of providing a model for strategic planning of emerging technologies of defense research centers. This research was conducted with an action research approach and based on the Susman & Evered model in four phases of observation and planning; Developing a strategic planning model for emerging defense technology; Model implementation in defense research centers; And monitoring and review has been used, which has lasted for more than a year. In the observation and planning stage, review and analysis of the literature on strategic planning of technology and problem diagnosis and creating a common understanding of managers and relevant experts were done, and in the stage of drafting the initial model, with the opinion of experts including 15 managers, researchers and faculty members of defense research centers. , in a qualitative method and using fuzzy screening and focus group interviews, the local model of strategic planning of technologies according to the ecosystem of the defense sector was presented. In the next stage, with the formation of specialized working groups in defense research centers, this model was used and the related technologies were counted according to it, and the validation of the model was done in practice. In the monitoring and revision phase, after the implementation of the strategic planning model for emerging defense technology developed in the defense research centers, the initial theoretical model was compared with the operationalized model, and the final model was approved by the experts. Defense research centers were placed. The results of the research showed that the strategic planning of emerging technologies in defense research centers includes a six-stage, hierarchical model in the form of sixteen steps. This model includes six stages of identifying technological needs and required capabilities, designing and developing a product based on capabilities, identifying and choosing technological solutions, developing a technology macro map, developing an operational and monitoring plan, as well as protection, support and commercialization of technology at the same time and in connection exhibited with each other and tries to provide the most help to the purposeful fulfillment of their mission by aligning and creating a logical connection between the activities of defense research centers and defense needs. In the presented model, considering the period of planning and monitoring and evaluation in the form of four-year, annual and monthly periods, it has been tried to pay attention to the relationship between strategies and macro-plans with operational plans. Also, turning strategies into tangible and measurable executive actions should be taken into consideration.

***Corresponding Author:** Akbar Rahimi

Address: Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Tel: 09126342405

Email: rahimi_akr@yahoo.com

1. Introduction

In the contemporary world, the rapid changes in technologies in the field of defense have led to fundamental changes and transformations in today's battle scenes compared to the past, and new threats based on the use of emerging technologies have been formed. An example of this research is the focus on the use of small, fast, and cheap drones in the recent war between Russia and Ukraine, which somehow brought about strange changes in the battle scene, and such a wide role of these technologies has not been seen before. The use of drones has made the slogan "no one, anywhere, has any security" practical, and until now, there has been no suitable operational solution to deal with them in the world. The way of planning and formulation of technology development policies, as well as the lack of a comprehensive model and roadmap in this field, is one of the major issues of the defense industry in the field of strategic technology management, which leaves managers and planners with questions about how to analyze the internal and environmental conditions of the industry and how to evaluate the impact of developments. The future faces the defense situation and how to formulate and implement strategic planning stages. Considering the importance of the issue and the necessity of having a strategic planning model of emerging technologies that fit the ecosystem of the defense sector, this research has proposed a strategic technology planning model that aligns the defense technological requirements and the selection of technologies with the overall mission of the defense research centers through alignment with its goals and strategies, and by applying it in various defense technical and specialized

areas such as electricity and electronics, aerospace, materials, chemistry, biological technologies, mechanics, optics and laser, cyber, artificial intelligence, cognitive sciences, etc., offer a suitable technology portfolio based on the current and future needs of the defense sector. This study presents the framework and pattern of strategic planning of technologies based on a hierarchical logic, and the application of this framework can create the right path for identifying needs, choosing technological solutions, appropriate strategic planning, and determining the activities and operational plans of defense research centers to help in promoting defensive deterrence. Using the action research approach of questionnaire and interview tools and analyzing the content of consensus meetings in the focus group of defense research experts, the present study answers two main questions: "What are the main stages and the hierarchical process of strategic planning of emerging technologies in defense research centers?" and "What are the necessary steps and actions in each of the strategic planning stages of technology?"

2. Research method

This research was conducted with an action research approach and based on the Susman and Evered model in four phases of observation and planning, developing a strategic planning model for emerging defense technology, model implementation in defense research centers, and monitoring and revision, which took more than a year. This research, using the fuzzy screening methods and conducting interviews, analyzed and reviewed the studies done regarding the previous models of strategic planning of technologies and obtained the opinions of experts, including 15 managers, researchers, and faculty

members of defense research centers. With the focal group, the local model of strategic planning of technologies in accordance with the ecosystem of the defense sector was presented. Reviewing and analyzing the content of previous studies to identify the strategic planning stages/steps of innovative and emerging technology, fuzzy screening technique to localize the stages/steps extracted from previous studies, and presenting the strategic planning model of innovative and emerging technologies in defense research centers and confirming validity, the model was conducted in the form of interviews with experts in the focus group. Also, the selection of a statistical sample of experts in this research was done using the snowball method.

3. Findings

In the observation and planning phase, by examining and reviewing previous studies, the important stages and steps of strategic planning of technologies and the extent of their repetition in different researches are presented in Table 2. In this study, the stages and steps of strategic planning have been calculated from the studies conducted on the strategic planning of technologies and their selection to provide a comprehensive model of strategic planning of technology, from goals and macro strategies to operational plans. In the Design pattern stage, based on the fuzzy screening results of the 18 initial components obtained from the review of previous studies, two items were removed due to being smaller than the set threshold and overlapping with other criteria, and three new components were proposed according to the opinion of the experts, and based on this, the research experts accepted 16 stages/steps of strategic technology planning. Based on the calculated concepts, the results of the

research in the focus group interview stage showed that the strategic planning of innovative and emerging technologies had integrated six stages and sixteen steps in a hierarchical technology evaluation model, which consists of six stages of identifying technological needs and required capabilities; designing and developing a product based on capability; identifying and selecting technological solutions; formulating technology macro-map; developing an operational plan and monitoring; and protecting, and supporting, and commercializing technology simultaneously and in connection with each other, and tries to help the purposeful fulfillment of their mission by aligning the activities of defense research centers with defense needs. In addition to these steps, there is a feedback flash step from the higher stage level to the initial stage, which is intended to identify new capabilities and strategic planning of new technology. In the implementation stage, in order to apply and test the strategic planning model of emerging technology in defense research centers, specialized working groups were formed, and emerging defense technologies were planned in each of the affiliated centers in different fields of defense. In the stage of implementing the strategic planning model of emerging technologies, by forming specialized working groups in defense research centers, this model was used, the relevant technologies were counted according to it, and the model was validated in practice. In the monitoring and revision stage, after implementing the strategic planning model of emerging defense technology compiled in the defense research centers, the initial theoretical model was compared with the operationalized model, and the experts approved the final model of defense research centers.

4. Conclusion

The results of the research showed that the strategic planning of emerging technologies in defense research centers includes a six-stage hierarchical model in the form of sixteen steps. This model includes the six stages of identifying technological needs and required capabilities, designing and developing a product based on capabilities, identifying and choosing technological solutions, developing a technology macro map, developing an operational and monitoring plan, as well as protection, support, and commercialization of technology at the same time and in connection exhibited with each other and tries to provide the most help to the purposeful fulfillment of their mission by aligning and creating a logical connection between the activities of defense research centers and defense needs. In the presented model, considering the period of planning,

monitoring, and evaluation in the form of four-year annual and monthly periods, it has tried to pay attention to the relationship between strategies and macro-plans with operational plans. Also, strategies should be turned into tangible and measurable executive actions.

Funding

It should be noted that the authors of this article did not receive any financial support to conduct this research.

Author's contribution

All the authors contributed equally in writing the article.

Conflict of interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We hereby acknowledge and thank the sincere participation of all professors, managers, and experts of defense industrial and research centers for their committed participation in this research.

علمی پژوهشی

ارائه الگویی برای طرحریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مراکز تحقیقات دفاعی با رویکرد اقدام پژوهی

اکبر رحیمی^۱ ID*، محمد حسین کریمی گوارشکی^۲ ID، مهدی برارنیا فیروزجائی^۳ ID

^۱ استادیار، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران، ایران

^۲ دانشیار، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران، ایران

^۳ فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران، ایران

doi: [10.22080/JEM.2024.26334.3894](https://doi.org/10.22080/JEM.2024.26334.3894)

چکیده

در دنیای پرتلاطم و در شرایط نا اطمینانی امروزی، طرحریزی راهبردی فناوری‌ها، نقش مهمی در مدیریت موفق آن‌ها ایفا نموده و سنگ بنای مدیریت فناوری در سازمان‌های فناوری محور تلقی می‌گردد. طرحریزی راهبردی فناوری‌ها در مراکز تحقیقات دفاعی که به‌عنوان پیشروان خلق و توسعه بخش قابل‌توجهی از فناوری‌های کشور می‌باشند، بسیار کلیدی بوده و ضرورتی انکارناپذیر است. لذا این مطالعه باهدف، ارائه الگویی برای طرحریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور مراکز تحقیقات دفاعی تدوین شده است. این پژوهش، با رویکرد اقدام پژوهی انجام گرفته و از مدل ساسمن و ادوارد در چهار فاز مشاهده و برنامه‌ریزی، تدوین الگوی طرحریزی راهبردی فناوری نوظهور دفاعی؛ اجرای الگو در مراکز تحقیقاتی دفاعی؛ و نظارت و بازنگری استفاده شده و فرایند انجام آن بیش از یک سال به طول انجامیده است. در مرحله مشاهده و برنامه‌ریزی، بررسی و تحلیل ادبیات طرحریزی راهبردی فناوری و تشخیص مسئله و ایجاد هم‌فهمی مدیران و کارشناسان مربوطه انجام گرفت و در مرحله تدوین الگوی اولیه، با اخذ نظر خبرگان شامل ۱۵ نفر از مدیران، محققان و اعضای هیئت‌علمی مراکز تحقیقاتی دفاعی، در یک روش کیفی و با استفاده از غربالگری فازی و مصاحبه گروه کانونی، الگوی بومی طرحریزی راهبردی فناوری‌ها منطبق بر زیست‌بوم بخش دفاعی ارائه گردید. در مرحله بعد با تشکیل کارگروه‌های تخصصی در مراکز تحقیقاتی دفاعی، این الگو به‌کارگیری شد و فناوری‌های مربوطه مطابق آن احصا گردید و به‌نوعی اعتبار سنجی الگو نیز در عمل صورت پذیرفت. در مرحله نظارت و بازنگری، بعد از اجرای الگوی طرحریزی راهبردی فناوری نوظهور دفاعی تدوین شده در مراکز تحقیقاتی دفاعی، مجدداً با تشکیل جلسه کمیته راهبری، الگوی اولیه نظری با الگوی عملیاتی شده، مقایسه گردیده و الگوی نظری موردبازنگری قرار گرفت و الگوی نهایی مورد تأیید خبرگان مراکز تحقیقاتی دفاعی، ارائه گردید. نتایج تحقیق نشان داد که طرحریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مراکز تحقیقات دفاعی، شامل الگویی شش مرحله‌ای، سلسله‌مراتبی و در قالب شانزده گام است. این الگو، شش مرحله شناسایی نیازهای فناورانه و قابلیت‌های موردنیاز، طراحی و توسعه محصول مبتنی بر قابلیت، شناسایی و انتخاب راهکارهای فناورانه، تدوین ره‌نگاشت کلان فناوری، تدوین برنامه عملیاتی و پایش و همچنین حفاظت، پشتیبانی و تجاری‌سازی فناوری را هم‌زمان و در ارتباط با یکدیگر به نمایش گذاشته و تلاش دارد از طریق همسویی و ایجاد ارتباط منطقی بین فعالیت‌های مراکز تحقیقات دفاعی با نیازهای دفاعی، به انجام هدفمند رسالت آن‌ها، بیشترین کمک را نماید. در الگوی ارائه شده، با لحاظ دوره زمان‌بندی برنامه‌ریزی و پایش و ارزیابی در قالب دوره‌های چهارساله، سالیانه و ماهیانه، تلاش شده است که رابطه بین راهبردها و برنامه‌های کلان با برنامه‌های عملیاتی و همچنین تبدیل راهبردها به اقدامات اجرایی قابل‌لمس و قابل‌اندازه‌گیری، موردتوجه قرار گیرد.

تاریخ دریافت:

۶ آذر ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش:

۸ تیر ۱۴۰۳

تاریخ انتشار:

۳۰ آذر ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:

طرحریزی راهبردی فناوری‌ها، فناوری‌های نوظهور دفاعی، مراکز تحقیقات دفاعی، رویکرد اقدام پژوهی

* نویسنده مسئول: اکبر رحیمی

آدرس: دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی

مالک اشتر تهران، ایران

تلفن: ۰۹۱۲۶۳۴۲۴۰۵

ایمیل: rahimi_akr@yahoo.com

۱ مقدمه

در دنیای امروزی، شاهد هستیم که تغییرات سریع فناوری‌ها در حوزه دفاعی، منجر به تغییر و تحولات بنیادین در صحنه‌های نبرد امروزی، نسبت به گذشته شده و تهدیدات جدیدی مبتنی بر به‌کارگیری فناوری‌های نوظهور، شکل گرفته است. مصداق این مطلب، تمرکز بر استفاده از پهبادهای کوچک، سریع و ارزان قیمت در جنگ اخیر روسیه و اوکراین است که به نوعی تغییرات عجیبی در صحنه نبرد به وجود آورده و تا پیش از این، شاهد چنین نقش‌آفرینی گسترده‌ای از این فناوری‌ها، نبوده‌ایم به نوعی استفاده از پهبادها، شعار «هیچ کس، در هیچ کجا، از هیچ امنیتی برخوردار نبوده» را عملی ساخته و تا کنون، راهکار عملیاتی مناسبی برای مقابله با آن‌ها، در دنیا وجود ندارد.

کشورهای پیشرفته در حوزه صنایع نظامی، به‌ویژه آمریکا و روسیه، توجه و برنامه‌ریزی ویژه‌ای برای فناوری نوظهور به‌عنوان یک مزیت رقابتی جهت افزایش قدرت نظامی خود دارند. به‌عنوان مثال اعضای کنگره و مقامات پنتاگون در کشور آمریکا، به‌طور فزاینده‌ای بر توسعه فناوری‌های نظامی نوظهور جهت تقویت امنیت ملی ایالات متحده متمرکز شده‌اند و ارتش ایالات متحده برای اطمینان از تسلط خود در عملیات نظامی و تضمین امنیت ملی ایالات متحده، مدت‌هاست بر برتری فناوری‌های نوظهور تکیه کرده است (کلی ام سیلر، ۲۰۲۲). در این راستا آژانس پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته دفاعی^۱ آمریکا، طرح‌های مختلفی را جهت کشف و بهره‌برداری از فناوری‌های نوظهور، برای اهداف نظامی و امنیتی و تمرکز بر نوآوری دفاعی، اجرا کرده است. لذا برای ارتقاء سطح بازدارندگی دفاعی کشور و همچنین عدم غافلگیری در صحنه‌های نبرد امروزی، تعریف و اجرای پروژه‌های تحقیقاتی فناورانه نوظهور دفاعی در مراکز تحقیقات دفاعی، ضرورتی انکارناپذیر است. این مراکز، به‌عنوان پیشروان تحول

فناورانه صنعت دفاعی و همچنین عنصر اصلی خلق، تولید و توسعه قدرت دفاعی کشور از طریق اکتساب و نقش‌آفرینی فعال در تصمیم‌سازی برای حکمرانی فناوری‌ها و توسعه زنجیره ارزش ساز فناوری‌های نوظهور و شالوده شکن، نیازمند الگویی می‌باشند که بتوانند بر پایه آن مسائل و نیازهای فناورانه پیشروی را مشخص و مسیر حرکت فناورانه آینده را بازبینی نموده و با تدوین راهبردهای کاربردی و عملیاتی، نقش خود را در زنجیره ارزش دفاعی به نحوی مطلوب و مطابق با خواسته سلسله‌مراتب فرماندهی و در تعامل با سازمان‌های دفاعی و نیروهای مسلح، به‌درستی ایفا نمایند.

بررسی وضعیت پروژه‌های تحقیقاتی دفاعی و چگونگی هدایت آن‌ها، نشان می‌دهد که عواملی همچون انتخاب پروژه‌های غیر ارزش افزا جهت به‌کارگیری در صحنه‌های نبرد امروزی، صرف بودجه در خلق دانش پروژه‌های دفاعی قدیمی کشورهای ابرقدرت و پیشرفته و همچنین انجام کار طولانی‌مدت روی پروژه‌هایی که در محیط دفاعی به‌سرعت جایگزین می‌شوند، به‌عنوان ترمزی برای دستیابی سریع به فناوری‌های نوظهور دفاعی که می‌توانند منجر به تغییر صحنه نبرد گردند، عمل نموده‌اند. لذا شناخت محیط دانشی دنیا در حوزه‌های مختلف دفاعی از یک سو و تعیین راهبردها و هدایت پروژه‌های تحقیقاتی به سمت وسوی پروژه‌های فناورانه نوظهور دانشی غافلگیرکننده در مقابله با تجهیزات دفاعی نوین کشورهای پیشرفته، از ضروریات لازم در برنامه‌ریزی و هدایت پروژه‌های تحقیقاتی دفاعی بوده و به نوعی توجه به مدیریت این فناوری‌ها، از شناسایی نیازها تا تدوین برنامه‌های عملیاتی جهت تحقق آن‌ها ضروری هست. مدیریت فناوری، مدیریت نظام‌هایی است که بستر مناسبی برای خلق، جذب و توسعه فناوری فراهم می‌کنند (براون و همکاران، ۲۰۰۳).

¹ Defense Advanced Project Research Agency (DARPA)

نوظهور، سرمایه‌گذاری نمایید، نتیجه رصد فناوری‌ها و آینده‌پژوهی است که باید در صنایع دفاعی صورت پذیرد.

این شکاف نظری، باعث شده تا مطالعات دانشگاهی و صنعتی برای تدوین راهبرد فناوری‌های یک صنعت یا با توسعه مدل‌های برنامه‌ریزی فناوری بنگاه و یا با تغییر در مدل‌های سیاست‌گذاری فناوری سطح کلان، به شناسایی و انتخاب فناوری‌های کلیدی صنعت بپردازند که هر دو این رویکردها از ضعف‌ها و نقایصی برخوردارند (رضوی و همکاران، ۱۳۹۱). علاوه بر آن تحقیقات فراوانی در مورد طرح‌ریزی راهبردی وجود دارد که بسیاری از آن‌ها سعی کرده‌اند، ابزارهای طرح‌ریزی مختلفی از جمله تحلیل سوات^۲، نقشه راه فناوری، تحلیل سناریو و استقرار عملکرد کیفیت را در این زمینه پیشنهاد نمایند (چانوو چو و سونگجو لی^۳، ۲۰۱۱).

نحوه برنامه‌ریزی و تدوین سیاست‌های توسعه فناوری و همچنین نبود الگو و نقشه‌راهی جامع در این زمینه، از عمده مسائل صنایع دفاعی در حوزه مدیریت راهبردی فناوری‌هاست که مدیران و برنامه‌ریزان را با سؤالاتی درباره چگونگی تحلیل شرایط درونی و محیطی صنعت، نحوه ارزیابی تأثیر تحولات آینده بر وضعیت دفاعی و چگونگی تدوین و اجرای مراحل برنامه‌ریزی راهبردی، مواجهه نموده است. با توجه به اهمیت موضوع و ضرورت داشتن الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور متناسب با زیست‌بوم بخش دفاع، در تحقیق حاضر یک الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری پیشنهاد شده است که نیازمندی‌های فناورانه دفاعی و انتخاب فناوری‌ها را با مأموریت کلی مراکز تحقیقاتی دفاعی از طریق همسویی با اهداف و راهبردهای آن پیوند می‌دهد و به‌کارگیری آن در حوزه‌های فنی و تخصصی مختلف دفاعی از جمله برق و الکترونیک، هوافضا، مواد، شیمی، فناوری‌های زیستی، مکانیک، اپتیک و

اولین و مهم‌ترین مرحله مدیریت فناوری، تدوین راهبرد فناوری است که اولویت‌های توسعه و سرمایه‌گذاری فناوری را مشخص کند (آراستی و پاک‌نیت، ۱۳۸۹). چنانچه سازمانی بخواهد علاوه بر شناسایی فناوری‌های مناسب، از آن‌ها بهره‌برداري مناسبی نیز به عمل آورد، باید راهبردهایی را تدوین نماید که هم‌راستا و هماهنگ با سایر راهبردهای سازمان باشد (اختیار زاده، ۱۳۸۹). طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها که برای تطابق مناسب بین محیط خارجی سازمان و ساختارها و فرآیندهای داخلی تلاش می‌کند، باید بخشی جدایی‌ناپذیر از راهبردهای سازمان باشد. شناسایی فرصت‌های راهبردی و هماهنگی تمام فعالیت‌های مرتبط در سراسر سازمان برای ایجاد موفقیت، مهم‌ترین مزایای طرح‌ریزی راهبردی فناوری است (امیری و همکاران، ۱۳۹۵).

اگرچه الگوهای طرح‌ریزی راهبردی مختلف در ادبیات پیشنهاد و مقایسه شده و اهمیت طرح‌ریزی راهبردی فناوری نیز تا حدودی درک شده است اما رویه‌های طرح‌ریزی خاص برای فناوری‌ها، به‌ندرت با جزئیات موردبررسی قرار گرفته‌اند (لوزانو-نیتوا، ۲۰۲۰). با وجود ضرورت این مهم، فرایند یکسانی برای برنامه‌ریزی فناوری‌ها در صنایع مختلف وجود ندارد و این مهم با توجه به زیست‌بوم و اقتضائات خاص سطح هر صنعت، می‌بایستی به انجام برسد. به‌عنوان مثال در مدیریت راهبردی فناوری‌های نوظهور دفاعی که در نتیجه آن باید در فناوری‌های اثرگذار و کلیدی سرمایه‌گذاری نمود، رصد فناوری‌ها و آینده‌پژوهی آن‌ها، موضوعی بسیار حیاتی هست که شاید در سایر صنایع، به این اندازه اهمیتی نداشته باشد. اینکه در حال حاضر چه فناوری‌هایی در دنیا در حوزه دفاعی وجود دارد (باوجودی که هیچ‌گونه اطلاعاتی در این زمینه‌ها منتشر نمی‌گردد)، پیش‌بینی اینکه جنگ‌های آینده به کدام سمت‌وسو حرکت می‌کنند و شما باید در کدام حوزه فناوری‌های

3. Cho, Chanwoo & Sungjoo Lee

1. Lozano-Nieto, A.

2. SWOT

تحقیقات کاربردی به پردازند. مراکز و مؤسسات تحقیقاتی نقش مهمی را در چشم‌انداز نوآوری ایفا می‌کنند که شامل سازمان‌های صنعتی و دانشگاهی می‌شوند (پی فیلبین و همکاران^۱، ۲۰۱۴). یکی از مهم‌ترین مراکز تحقیقاتی کشور، مراکز تحقیقاتی بخش دفاعی هستند که در زمینه ارتقا دانش و خلق فناوری‌های نوظهور در راستای حفظ و توسعه بازدارندگی دفاعی، به انجام تحقیقات مرز دانشی و کاربردی می‌پردازند. در بخش دفاعی، تغییرات سریع فناوری‌ها در جهان امروز اثرات شگرفی گذاشته است و این امر، نبردهای حال و آینده را با پیچیدگی‌هایی روبه‌رو می‌کند. از آنجاکه خلق و توسعه فناوری، به‌عنوان منبع اصلی مزیت رقابتی در هر سازمانی نقش بسزایی دارد (حمزه و شو^۲، ۲۰۱۹)، با توجه به اینکه رقابت بخش دفاع و محصولات آن با محصولات دفاعی سایر کشورهای پیشرفته هست توجه به این فناوری‌ها ضروری است. یکی از انواع فناوری بر اساس دسته‌بندی طارق خلیل، فناوری نوظهور است که از نظر وی، فناوری نوظهور، هر نوع فناوری است که هنوز به‌طور کامل تجاری و به بازار عرضه نشده است، اما ظرف حدود پنج سال آینده عرضه خواهد شد. ممکن است در حال حاضر کاربرد آن محدود باشد اما انتظار می‌رود در آینده به شکلی قابل‌ملاحظه‌ای تکامل یابد (طارق خلیل^۳، ۱۳۹۲). همچنین روتولو همکاران^۴ (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای مدون به چیستی و ماهیت فناوری نوظهور پرداخته و این فناوری‌ها را «یک فناوری با رشد نسبتاً سریع و کاملاً جدید که با درجه خاصی از انسجام و تداوم در طول زمان مشخص می‌شود و با پتانسیل تأثیر قابل‌توجهی بر حوزه‌های اجتماعی-اقتصادی که از نظر ترکیب نهادهای بازیگر و الگوهای تعامل بین آن‌ها، همراه با فرآیندهای تولید دانش مرتبط هست»، تعریف کرده‌اند. با این حال، مهم‌ترین تأثیر آن در آینده نهفته است و بنابراین در مرحله ظهور هنوز تا حدودی نامشخص و مبهم است. بر این

لیزر، سایبر، هوش مصنوعی، علوم شناختی و غیره، یک سبد فناوری مناسب مبتنی بر نیازهای فعلی و آتی بخش دفاع پیشنهاد می‌نماید. این مقاله به ارائه چارچوب و الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها مبتنی بر یک منطق سلسله‌مراتبی پرداخته و به‌کارگیری این چارچوب می‌تواند به ایجاد مسیری درست برای شناسایی نیازها، انتخاب راهکارهای فناورانه، برنامه‌ریزی راهبردی مناسب و تعیین فعالیت‌ها و برنامه‌های عملیاتی مراکز تحقیقاتی دفاعی، جهت نقش‌آفرینی آن‌ها در ارتقاء بازدارندگی دفاعی کمک نماید. در ارائه الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور دفاعی، مطالعه حاضر با استفاده از رویکرد اقدام پژوهی ابزارهای پرسشنامه و مصاحبه و انجام تحلیل محتوای جلسات هم‌اندیشی در گروه کانونی خبرگان تحقیقات دفاعی، به دو سؤال اصلی با این عناوین که «مراحل اصلی و فرایند سلسله‌مراتبی طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی، کدامند؟» و «گام‌ها و اقدامات لازم در هر یک از مراحل طرح‌ریزی راهبردی فناوری چه می‌باشند؟» پاسخ داده است.

۲ مرور ادبیات و پیشینه تحقیق

در قسمت نخست این بخش، به ارائه مهم‌ترین مفاهیم و تعاریف نظری موجود در ادبیات موضوع پرداخته و در بخش دوم، مطالعات پیشین در خصوص طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها و در بخش سوم، به‌منظور شناسایی مراحل و گام‌های طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها، فرآیندهای ارائه‌شده در مطالعات پیشین مربوطه موردبررسی قرار گرفته است.

۲٫۱ مرور ادبیات و مفاهیم نظری

مراکز تحقیقاتی، عمدتاً مؤسساتی هستند که برای انجام تحقیقات تأسیس شده و ممکن است در تحقیقات پایه و بنیادی تمرکز داشته و یا به

³ Tariq Khalil

⁴ Rotolo., Hicks, Ben R. Martin

¹ Simon P. Philbin, et al.

² Reza Hamzeh, XunXu.

چگونگی مدیریت آن و کاربردش است. پورتر^۳ (۱۹۸۵) نیز مدیریت فناوری را تلاشی برای یکپارچه سازی راهبرد فناوری با راهبرد کسب و کار می‌داند؛ طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی راهبردی فناوری، یکی از ارکان مدیریت صحیح فناوری‌هاست. طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها، برای صنعت دفاعی کشور که دارای ویژگی‌هایی چون پیچیدگی، هزینه‌بری و زمان بری از ایده پردازی تا دستیابی می‌باشند، از اهمیت حیاتی برخوردار است. طرح‌ریزی راهبردی به‌منظور تعیین اهداف و خطوط کلی و رسالت سازمان در بلندمدت انجام می‌شود. این نوع برنامه‌ریزی برای سطوح کلان و عالی سازمان انجام می‌گیرد، جامعیت داشته و الگویی مناسب برای برنامه‌ریزی عملیاتی و تاکتیکی ارائه می‌نماید (چن، هو و کوکالو،^۴ ۲۰۰۹). همچنین طرح‌ریزی فناوری فرآیندی است که بر اساس آن فناوری‌های مختلف از منابع گوناگون شناسایی و در محصولات و فرآیندهای یک بنگاه بکار گرفته می‌شوند. طرح‌ریزی فناوری، یک موضوع بین‌رشته‌ای بین حوزه‌های علمی مهندسی و مدیریت فناوری بوده و نیز واحدهای برنامه‌ریزی و اجرایی متعددی برای انجام آن در یک بنگاه مشارکت دارند. کارشناسان و مهندسان واحدهای تحقیق و توسعه، معماری محصول، طراحی صنعتی، مدیریت فناوری، مهندسی محصول و توسعه راهبرد از جمله واحدهای دائمی و پای ثابت تیم‌های طرح‌ریزی فناوری محسوب می‌شوند (آراستی و همکاران، ۱۳۹۳). بر اساس تعاریف ارائه‌شده و بررسی مطالعات، در این تحقیق طرح‌ریزی راهبردی فناوری را می‌توان به‌عنوان فرآیندی تعریف نمود که از طریق تحلیل وضعیت فعلی و مطلوب، شناسایی و فرموله کردن راهبردهای فناورانه، برنامه‌ریزی عملیاتی و اجرایی، فناوری‌های مختلف را از منابع گوناگون شناسایی، ارزیابی و انتخاب می‌کند و نحوه اکتساب فناوری و بهره‌برداری فناوری‌ها در محصولات و فرآیندهای

اساس پنج ویژگی فناوری‌های نوظهور شامل تازگی، رادیکالی بودن، رشد نسبتاً سریع، انسجام و همبستگی ویژگی‌ها، تأثیر برجسته و عدم قطعیت و ابهام هست (روتولو همکاران، ۲۰۱۵).

بخش نظامی-دفاعی در جهان شاهد تحولات قابل‌توجهی است و از روندهای فناوری برای تقویت قابلیت‌ها استفاده می‌کند. روندهای اصلی و مهم، شامل به‌کارگیری فناوری‌های حوزه هوش مصنوعی، رباتیک، سایبر، علوم شناختی و اینترنت اشیا برای بهینه‌سازی عملیات دفاعی و افزایش کارایی نظامی است. امروزه، جنگ متعارف به شکلی فزاینده با رویکردهای جنگ ترکیبی جایگزین می‌شود که به تعبیری جنگ متعارف را با جنگ سایبری و سایر قلمروهای جدید ترکیب می‌کند. روندهای نوظهور فناوری‌های نظامی صحنه نبرد را از چهار جنبه؛ برقراری ارتباط با یکدیگر و هدایت عملیات، قدرت کُشدگی و اثر تخریب، درجه خودمختاری (کم کردن دخالت انسان) و پایداری در صنعت دفاعی تغییر می‌دهند (استارتوس-اینسایت^۱، ۲۰۲۴). حفظ اقتدار و ارتقای توانمندی‌ها و بازدارندگی دفاعی، نیازمند اشراف کامل بر محیط آینده است. لذا لازم است تا جهت‌گیری‌های آینده فناوری‌های نوظهور را شناخت. برای درک این جهت‌گیری نیاز به تحلیل روندهایی است که نتیجه آن فضای آینده را ترسیم می‌کند (گودرزی و اجلائی^۲، ۱۴۰۰). رصد روند فناوری‌های دفاعی و ضرورت پاسخگویی به تهدیدات نوین در صنعت دفاعی و همچنین ویژگی‌های جنگ‌های نوین، منجر به این شده است که صنایع دفاعی به‌عنوان پیشرو علم و فناوری کشور در حوزه‌های مختلف فناورانه، در راستای حل چالش‌ها و رفع نیازهای فناورانه گام بردارند.

براون و همکاران (۲۰۰۳) معتقدند که فناوری ممکن است ماهیتی خوب و یا بد پیدا کند، اما آنچه سبب می‌گردد فناوری مفید و ارزشمند واقع شود،

⁴ H. Chen, et al

¹ startus-insights

² Gudarzi, G., & Ejlali, M. M, et al.

³ Porter, M.E.

دسترس در افق زمانی به نمایش گذاشته می‌شود (فال و مولر^۳، ۲۰۰۹). پیچیده‌ترین نقشه راه فناوری زمانی است که برنامه‌ریزی محصول و فناوری در کنار هم و در ارتباط متقابل باهمدیگر انجام پذیرد. به این نوع ره نگاشت، ره نگاشت محصول/ فناوری می‌گویند (آراستی و همکاران، ۱۳۹۳). اگرچه نقشه راه فناوری استاندارد دارای سه لایه است که هر کدام یکی برای بازار، محصول و فناوری است (چانوو چو و سونگجو لی، ۲۰۱۱)، اما انتظار می‌رود نقشه راه فناوری‌ها برای برنامه‌ریزی مراکز تحقیقاتی دفاعی، لایه‌ها و محتوایی متفاوتی داشته باشد.

۲٫۲ بررسی مطالعات پیشین در خصوص طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها

در دهه‌های گذشته مدل‌های و رویکردهای متفاوتی در حوزه طرح‌ریزی راهبردی فناوری ارائه شده است. در ادبیات این حوزه دو رویکرد سطح کلان با عنوان رویکرد موقعیت‌یابی و رویکرد مبتنی بر منبع، ظهور پیدا کرده است. تمرکز اصلی رویکرد موقعیت‌یابی به فناوری، بر ساختار بازار و موقعیت فعلی سازمان در بازار فعلی، قرار دارد و هدف اصلی دستیابی به سهم بازار بیشتر و یا ایجاد بازارهای جدید از طریق توسعه فناوری‌های موجود یا اکتساب فناوری‌های جدید است. پورتر (۱۹۸۵) و هکس و مجلوف (۱۹۹۱) از نظریه‌پردازان و سردمداران این رویکرد بودند. پورتر بر اساس الگوی راهبردهای رقابتی و الگوی مزیت رقابتی، انتخاب حوزه تجاری بر پایه جذابیت صنعتی و یافتن موقعیت در آن حوزه را به‌عنوان دو تصمیم کلیدی مطرح نموده است. در همین راستا، الگویی‌های پنج نیرویی و زنجیره ارزش خود را در پشتیبانی از فرضیه بالا معرفی کرده است. باین‌حال به دلیل اینکه این دیدگاه‌ها به شاخص‌های کنترلی و پایش راهبرد متناسب با تغییرات و پویایی محیط و سرعت‌بالای تغییرات را توجه ندارند، موردانتقاد

مراکز تحقیقات دفاعی و همچنین چگونگی پایش راهبردی و حفاظت از فناوری‌ها را مشخص می‌نماید.

بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که موضوع طرح‌ریزی راهبردی فناوری یک فرآیند چندمرحله‌ای شامل تحلیل وضعیت موجود و شناسایی نیاز، شناسایی و انتخاب راهکارهای فناورانه، ترسیم وضعیت مطلوب و ره نگاشت فناوری منتخب، روند اکتساب و بهره‌برداری از فناوری می‌باشند. انتخاب فناوری به‌عنوان یکی از پنج مرحله فرآیند مدیریت فناوری موردتوجه است. انتخاب فناوری یعنی انتخاب یک فناوری از مجموعه فناوری‌هایی که از وظایف مشابه پشتیبانی می‌کنند (دافی و همکاران^۱، ۲۰۲۱). انتخاب فناوری مناسب در میان گزینه‌های جایگزین، به دلیل افزایش گسترده تعداد فناوری‌ها و پیچیدگی آن‌ها از جمله چالش‌برانگیزترین فرایندها در این زمینه است. لیزارالد و همکاران (۲۰۲۰) بلوغ فناوری، وابستگی و ارتباط با فناوری، عوامل تجاری و بازار فناوری، ریسک فناوری، صلاحیت کارکنان، تجهیزات، استراتژی سازمان، هزینه‌ها، زمان‌بندی را به‌عنوان ابعاد و معیارهای اصلی در انتخاب فناوری نام بردند. بر اساس مطالعه کیزا (۲۰۰۱)، یونگ چی‌شین و همکاران (۲۰۱۰)، فاروق و اوبراین (۲۰۱۲) ریسک‌های فناوری یکی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب فناوری است. میرباقری و همکاران (۱۳۹۸) نیز، در انتخاب فناوری در پروژه‌های نظامی معیارهایی چون؛ راهبرد و کارایی عملیاتی، اثر فناوری، خلاقیت و نوآوری، امکان اکتساب فناوری، توجیه اقتصادی، امنیتی و سیاسی-اجتماعی را بکار گرفتند. همچنین ترسیم وضعیت مطلوب و ره نگاشت فناوری منتخب یکی از مراحل فرآیند طرح‌ریزی راهبردی فناوری موردتوجه محققان است. رهنگاشت فناوری^۲ سندی است که در آن فناوری‌های بالفعل و بالقوه یک بنگاه در ارتباط با محصولات و فرآیندهای مربوطه با توجه به چشم‌انداز راهبردی آن بنگاه و بر اساس منابع در

3. Phaal, R., & Muller, G.

1 Kevin Duffy, et al.

2. Technology roadmapping

کردن نیازهای آتی در انطباق با طرحریزی راهبرد شرکت، میزان مطلوبیت فناوری‌های موردنیاز را از نظر جذابیت در ابعاد اقتصادی و راهبردی موردبررسی قرار می‌دهد. از طرف دیگر توانمندی‌ها و شکاف فناورانه مشخص و سپس نیازهای کلیدی به ترتیب اولویت و اهمیت، تحلیل و شفاف می‌گردند. درنهایت چگونگی دستیابی به این مجموعه از فناوری‌های کلیدی که دارای مزیت رقابتی و بیشترین ارزش‌افزوده برای سازمان هستند، پیشنهاد گردید. امیری و همکاران (۱۳۹۶) شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر توانمندی درونی صنایع دفاعی و چگونگی به‌کارگیری امکانات و توانمندی‌ها در جهت استفاده از فرصت‌های پیرامونی و کنترل تأثیر تهدیدات احتمالی آینده، از طریق تدوین راهبردهای مؤثر بر توسعه فناوری دفاعی آینده می‌پرداختند. این پژوهش از طریق انجام مطالعات کتابخانه‌ای گسترده، تحلیل اهداف سیاست‌های دفاعی کلان ملی و بهره‌برداری از پژوهش‌های موجود، سایر عوامل تأثیرگذار بر رشد و توسعه فناوری را احصاء و از طریق نظرسنجی از کارشناسان باتجربه و برنامه‌ریزان صنایع دفاعی، به روش دلفی، اقدام به استخراج عوامل مؤثر بر توانمندی درونی و شناسایی عوامل محیطی تأثیرگذار بر توسعه فناوری دفاعی و تعیین میزان اهمیت آن‌ها نمود، سپس به‌وسیله مدل سوآت^۲، سایر استراتژی‌های رقابتی، اقتضایی، انطباقی و تدافعی مؤثر بر رشد و توسعه فناوری دفاعی آینده را تبیین و موقعیت صنعت دفاعی را به‌منظور به‌کارگیری مؤثرترین نوع راهبردها تحلیل نموده است.

در جدول ۱، مهم‌ترین مطالعات داخلی و خارجی که در زمینه طرحریزی راهبردی فناوری صورت گرفته‌اند به‌طور خلاصه و جمع‌بندی شده ارائه شده‌اند. در این جدول علاوه بر موضوع این مطالعات که نشان از اهمیت برنامه‌ریزی راهبردی فناوری‌ها در مطالعات پیشین دارد، روش تدوین و

واقع بودند. در اوایل دهه ۱۹۹۰ اولین الگویی‌های پویای راهبرد فناوری مبتنی بر مزیت‌های محوری سازمان (توسط هکس و نو، ۱۹۹۲) و سپس بر پایه مدیریت منابع در راستای ایجاد ارزش‌افزوده (توسط کریستینسن، ۲۰۰۲) ارائه شد. هامل و پراهالادا (۱۹۹۴) و کیزا (۲۰۰۱) از جمله نظریه‌پردازانی هستند که این و پیش‌بینی بازار و نیازهای آینده در چشم‌انداز بلندمدت را به‌جای موقعیت‌یابی در صنایع موجود، مدنظر قرار داده‌اند. برخلاف رویکرد موقعیت‌یابی، تمرکز این دیدگاه بر آن دسته از مزیت‌ها و منابع سازمان است که می‌توانند اثرات رقابتی بلندمدت داشته باشند. این دیدگاه رویکرد به آینده را برگزیده است که همواره توانایی‌ها و کاربردهای جدیدتری از مجموعه توانمندی‌های سازمان را جستجو می‌کند.

در سال‌های اخیر نیز بر مبنای همین دو رویکرد و یا ترکیبی از آن‌ها مطالعاتی انجام‌گرفته است. هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹) در راستای هماهنگی و هم‌راستایی راهبردها، یک چارچوب برنامه‌ریزی راهبردی فناوری که مبتنی بر یک مدل تصمیم سلسله‌مراتبی و تحلیل حساسیت آن به‌عنوان دو مرحله اصلی برای ارزیابی مؤثر فناوری و تولید سناریوهای فناوری ارائه دادند. مدل سلسله‌مراتبی، اهداف و راهبردهای رقابتی سازمان را در ارزیابی سهم کلی جایگزین‌های فناوری در موفقیت کسب‌وکار به هم مرتبط می‌کند. تجزیه‌وتحلیل حساسیت به پیش‌بینی و اجرای تغییرات احتمالی آینده در محیط اقتصادی، سیاست‌های صنعت و راهبردهای سازمان کمک می‌کند. محمود زاده و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای یکی از تجربه‌های شرکت صایران به‌عنوان یک شرکت بزرگ فعال در حوزه الکترونیک/ارتباطات/فناوری اطلاعات/اپتیک، در فرایند توسعه فناوری در راستای اتخاذ راهبرد هم‌ترازی جهانی مورد تحلیل قرار دادند. پایه و الگوی عملیاتی این تحقیق روش بومی طراحی و پیاده‌سازی راهبرد توسعه فناوری صایران است که با مشخص

^۲. SWOT

^۱ Hamel, G. and Prahalad, C.K.

ارائه این برنامه‌ریزی‌ها، نیز موردتوجه قرار گرفته و در این جدول تیز آمده است.

جدول ۱. مطالعات داخلی و خارجی در خصوص طرح‌ریزی راهبردی فناوری

محقق	موضوع	روش
پوطی و تقوا (۱۴۰۰)	برنامه‌ریزی راهبردی فناوری اطلاعات در صنعت توزیع برق	مرور نظام‌مند، مصاحبه خبرگان و مطالعه موردی
لوزانو-نیتو (۲۰۲۰)	طرح‌ریزی راهبردی برنامه‌های فناوری دانشکده مهندسی برق دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا ^۱	مرور نظام‌مند و مطالعه موردی
کیم و همکاران (۲۰۱۶)	به طراحی یک نقشه راه برای برنامه‌ریزی توسعه محصولات با فناوری پیشرفته دره سیلیکون ولی	مطالعه پیمایشی و مطالعه موردی
امیر و همکاران (۱۳۹۶)	تبیین نقش برنامه‌ریزی راهبردی در توسعه فناوری دفاعی آینده	روش دلفی خبرگان و مدل SWOT
آراستی و همکاران (۱۳۹۳)	مدل طرح‌ریزی یکپارچه فناوری در حین طراحی محصول و فرآیند در سطح بنگاه مادر	مصاحبه‌های با خبرگان و تحلیل تم، روش گروه کانونی و مطالعه موردی
وون ایل لی (۲۰۱۳)	عوامل تعیین‌کننده اصلی برای اجرای موفقیت‌آمیز نقشه راه فناوری در سازمان فناوری محور در کره جنوبی	مطالعه کیفی و مطالعه موردی
احمدیان و همکاران (۱۳۹۱)	مدل برنامه‌ریزی راهبردی فناوری اطلاعات در دانشگاه آزاد اسلامی	مصاحبه‌های با خبرگان و مدل کارت امتیازی متوازن
بندریان و همکاران (۱۳۹۱)	مدل مدیریت راهبردی توسعه فناوری در سازمان‌های پژوهش و فناوری مستقل صنعت نفت	مصاحبه، نظریه داده بنیاد و مطالعه موردی
رضوی و همکاران (۱۳۹۱)	مدلی سه سطحی برای برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت	رویکردی کیفی و با استفاده از روش نظریه داده بنیاد
سنجری و غفاری (۱۳۹۰)	عوامل کلیدی مؤثر بر برنامه‌ریزی راهبردی در معاونت آموزش نهجا و برنامه راهبردی فناوری اطلاعات معاونت آموزش نهجا	آزمون‌های آماری در SPSS و مدل‌سازی معادلات ساختاری
اختیار زاده، (۱۳۸۹)	الگوی برنامه‌ریزی راهبردی فناوری در آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک	روش دلفی، تحلیل محتوا و تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی
محمود زاده و همکاران (۱۳۸۷)	الگوی راهبرد توسعه فناوری با رویکرد هم تراز جهانی شرکت‌ها در کشورهای در حال توسعه	تحلیل روند تحولات داخلی و بیرونی سازمان و آزمون فرضیه
وو و همکاران (۲۰۱۰)	بررسی طرح‌ریزی راهبردی فناوری در شرکت‌های فناوری پیشرفته چینی	مطالعه پیمایشی از ۴۳ شرکت فناوری پیشرفته در چین

³. Won IL Lee.

⁴.Wei-wei Wu et al.

¹. The Pennsylvania State University

². Kim, E. et al.

تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل حساسیت	چارچوب طرح‌ریزی راهبردی فناوری موردی از صنعت نیمه‌هادی تایوان	هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)
مروری نظام‌مند و تحلیل محتوا	طرح‌ریزی راهبردی فناوری در قالب نقشه راه توسعه‌یافته و بازارهای کاربردی	لیختنتالرا (۲۰۰۸)

۲،۳ بررسی مطالعات پیشین در خصوص مراحل و گام‌های طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها

با بررسی و مرور مطالعات پیشین، مراحل و گام‌های مهم طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها و میزان تکرار آن‌ها در تحقیقات مختلف، در جدول ۲، ارائه گردیده است. در این مطالعه مراحل و گام‌های طرح‌ریزی راهبردی، از بررسی مطالعات انجام‌شده در طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها و انتخاب آن‌ها احصاء گردیده تا یک الگوی جامع طرح‌ریزی راهبردی فناوری از اهداف و راهبردهای کلان تا برنامه‌های عملیاتی ارائه گردد.

با توجه مطالب بیان‌شده و بررسی مطالعات پیشین، گرچه در صنایع مختلف، طرح‌ریزی راهبردی فناوری، موردتوجه برخی مطالعات قرارگرفته است و حتی امیری و همکاران (۱۳۹۶) به تبیین نقش طرح‌ریزی راهبردی فناوری دفاعی پرداختند، ولی یک مدل فرایندی منسجم از گام‌ها و مراحل طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور دفاعی مبتنی بر رویکرد اقدام پژوهی، در مطالعات پیشین موردتوجه قرار نگرفته است.

جدول ۲. مراحل/گام طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها در مطالعات پیشین

فراوانی	محقق	مراحل/گام پیشنهادی تحقیقات پیشین
۲۳	هکس و مجلوف ۲ (۱۹۹۱)، هکس و نو ۳ (۱۹۹۲)، گارسیا و بری (۱۹۹۷)، پروبرت و همکاران ۴ (۲۰۰۳)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوبین و پی فریزی ۵ (۲۰۰۹)، فال و مولر ۶ (۲۰۰۹)، اختیار زاده، (۱۳۸۹)، همایونی‌زاده (۱۳۹۰)، بندریان و همکاران (۱۳۹۱)، سنجرى و غفارى (۱۳۹۰)، رضوى و همکاران (۱۳۹۱)، آراستی و همکاران، (۱۳۹۳)، کیانی فلاورجانی (۱۳۹۳)، وون ایل لی (۲۰۱۳)، OECD/IEA (۲۰۱۴)، هریس و همکاران ۷ (۲۰۱۴)، نوآمده (۱۳۹۵)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، دهقان نیری، آذر و جاوید میلانی (۱۳۹۸)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)	انتخاب فناوری

1. Ulrich Lichenthaler

2. Hax, A.C. Majluf, N.S.

3. Hax, A.C. No, M.

4. Probert, D & Farrukh, Clare & Phaal, R.

5. Nguyen, F., & Frazee, J. P.

6. Phaal, R., & Muller, G

7. Harris, Mark, et al.

۲۳	<p>هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، گارسیا و بری (۱۹۹۷)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، اختیار زاده، (۱۳۸۹)، ابراهیمی، حسینی و آذر (۱۳۹۰)، همایونی‌زاده (۱۳۹۰)، بندریان و همکاران (۱۳۹۱)، سنجرى و غفارى (۱۳۹۰)، رضوى و همکاران (۱۳۹۱)، آراستى و همکاران، (۱۳۹۳)، کیانی فلاورجانی (۱۳۹۳)، وون ایل لی (۲۰۱۳)، OECD/IEA (۲۰۱۴)، هریس و همکاران (۲۰۱۴)، نوآمده (۱۳۹۵)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، دهقان نیری، آذر و جاوید میلانی (۱۳۹۸)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)</p>	دوره و مدت زمان برنامه‌ریزی
۲۳	<p>هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، گارسیا و بری (۱۹۹۷)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، اختیار زاده، (۱۳۸۹)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۰)، بندریان و همکاران (۱۳۹۱)، همایونی‌زاده (۱۳۹۰)، آراستى و همکاران (۱۳۹۱)، کیانی فلاورجانی (۱۳۹۳)، وون ایل لی (۲۰۱۳)، هریس و همکاران (۲۰۱۴)، نوآمده (۱۳۹۵)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، دهقان نیری، آذر و جاوید میلانی (۱۳۹۸)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)</p>	ایجاد و شناسایی سناریوها و سبد راهکارهای فناورانه
۱۹	<p>هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، اختیار زاده، (۱۳۸۹)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۰)، همایونی‌زاده (۱۳۹۰)، بندریان و همکاران (۱۳۹۱)، سنجرى و غفارى (۱۳۹۰)، رضوى و همکاران، (۱۳۹۳)، کیانی فلاورجانی (۱۳۹۳)، وون ایل لی (۲۰۱۳)، هریس و همکاران (۲۰۱۴)، نوآمده (۱۳۹۵)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، دهقان نیری، آذر و جاوید میلانی (۱۳۹۸)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)</p>	ارزیابی سطح توانمندی برای فناوری
۱۵	<p>هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، گارسیا و بری (۱۹۹۷)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، همایونی‌زاده (۱۳۹۰)، بندریان، کریمی دستجردی و جعفرنژاد (۱۳۹۱)، سنجرى و غفارى (۱۳۹۰)، رضوى و همکاران (۱۳۹۱)، OECD/IEA (۲۰۱۴)، دهقان نیری، آذر و جاوید میلانی (۱۳۹۸)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)</p>	چشم‌انداز، مأموریت و اهداف
۱۳	<p>هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، گارسیا و بری (۱۹۹۷)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی</p>	نحوه اکتساب فناوری

¹. Garcia, M. L., & Bray, O. H

	فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، بندریان، کریمی دستجردی و جعفرنژاد (۱۳۹۱)، هریس و همکاران (۲۰۱۴)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، دهقان نیری، آذر و جاوید میلانی (۱۳۹۸)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)	
۱۱	گارسیا و بری (۱۹۹۷)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر (۲۰۰۹)، اختیار زاده، (۱۳۸۹)، رضوی و همکاران (۱۳۹۱)، آراستی و همکاران، (۱۳۹۳)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، دهقان نیری، آذر و جاوید میلانی (۱۳۹۸)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)	طرحریزی و توسعه محصول
۹	هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، ابراهیمی، حسینی و آذر (۱۳۹۰)، سنجرى و غفارى (۱۳۹۰)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)	الزامات اجرایی و منابع (نیرو انسانی، سرمایه‌گذاری، تأمین مالی)
۸	هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، اختیار زاده، (۱۳۸۹)، بندریان، کریمی دستجردی و جعفرنژاد (۱۳۹۱)، رضوی و همکاران (۱۳۹۱)، آراستی و همکاران، (۱۳۹۳)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)	نیازمندی‌ها و فرصت‌های سازمان
۸	هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، همایونی‌زاده (۱۳۹۰)، بندریان، کریمی دستجردی و جعفرنژاد (۱۳۹۱)، سنجرى و غفارى (۱۳۹۰)، OECD/IEA (۲۰۱۴)، قاسمی نژاد و برادران (۱۳۹۸)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)	تجاری‌سازی و بهره‌برداری از فناوری
۷	هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، گارسیا و بری (۱۹۹۷)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، رضوی و همکاران (۱۳۹۱)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)	تعیین پیشران‌های داخلی و خارجی
۶	گارسیا و بری (۱۹۹۷)، فرانک نگوین و جیمز پی فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، آراستی و همکاران، (۱۳۹۳)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)	تعیین ذینفعان و نهادها، بازیگران و ارتباطات آن‌ها در هر حوزه فناوری کلیدی برای مشارکت
۶	هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)	ارزیابی برنامه‌های اقدام و برنامه‌ریزی فناوری
۶	گارسیا و بری (۱۹۹۷)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر (۲۰۰۹)، آراستی و همکاران، (۱۳۹۳)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)	جلب نظر افرادی به‌عنوان رهبر و حامی
۴	ابراهیمی، حسینی و آذر (۱۳۹۰)، بندریان، کریمی دستجردی و جعفرنژاد (۱۳۹۱)، OECD/IEA (۲۰۱۴)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱)	حفاظت، نظارت و پشتیبانی از فناوری

۳ روش‌شناسی

۱ و سنجش و تعدیل در آن‌ها استفاده شد. نمونه آماری برای تحقیق در مرحله غربالگری فازی به روش گلوله برفی، تعداد ۱۵ نفر از مدیران و معاونت‌های تخصصی، اعضای هیئت‌علمی و محققان باتجربه و درگیر در پروژه‌های تحقیقاتی دفاعی انتخاب گردید. پرسشنامه بر مبنای طیف پنج گزینه‌ای لیکرت از خیلی کم تا خیلی زیاد، طراحی شده است و در پرسشنامه اولیه قسمتی برای ارائه ایده‌ها و پیشنهادها جدید در نظر گرفته شده است. راهبرد جمع‌آوری داده‌ها در این مرحله از پژوهش از نوع پرسشنامه و مصاحبه و هم‌اندیشی در گروه کانونی است. در مرحله بعدی با مصاحبه با همان نمونه آماری ۱۵ نفری خبره در مرحله غربالگری، در قالب مصاحبه گروه کانونی، الگوی پیشنهادی طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور تدوین گردید. جدول ۳، مراحل انجام تحقیق حاضر را در قالب رویکرد چهار مرحله‌ای اقدام پژوهی نشان می‌دهد.

این پژوهش، با رویکرد اقدام پژوهی^۱ انجام گرفته و از مدل ساسمن و اوارد^۲ در چهار فاز؛ مشاهده و برنامه‌ریزی، تدوین الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور دفاعی، اجرای الگو و در نهایت نظارت و بازنگری، استفاده شده و فرایند انجام آن بیش از یک سال به طول انجامیده است. تحقیق حاضر از لحاظ هدف، یک تحقیق کاربردی و به لحاظ روش و ماهیت یک مطالعه توصیفی-پیمایشی و از نظر داده و تحلیل داده یک پژوهش کیفی محسوب می‌شود. داده‌های تحقیق با توجه به مراحل گوناگون تحقیق به ترتیب به دو صورت کتابخانه‌ای و میدانی به‌وسیله پرسشنامه و مصاحبه گردآوری شد. در این تحقیق ابتدا به‌مرور ادبیات نظری مرتبط با موضوع و شناسایی مؤلفه‌های موردنظر پرداخته شد. سپس از روش غربالگری فازی برای بومی‌سازی مؤلفه‌های استخراج شده از پیشینه تحقیق در جدول

جدول ۳. مراحل انجام تحقیق حاضر

مراحل تحقیق	هدف از انجام مرحله	اقدام و روش تحلیل
۱) مشاهده و برنامه‌ریزی	بررسی ادبیات طرح‌ریزی راهبردی فناوری، تشخیص مسئله و ایجاد هم‌فهمی با مدیران و کارشناسان مربوطه	بررسی وضعیت موجود و تشخیص مسئله توسط سازمان و محققان
		بررسی و تحلیل محتوای مطالعات پیشین در خصوص طرح ریزی راهبردی فناوری‌ها (جدول ۱)
		تشکیل و برگزاری جلسه کمیته راهبری متشکل از مدیران و معاونت‌های تخصصی، اعضای هیئت‌علمی درگیر در پروژه‌های تحقیقاتی دفاعی
۲) تدوین الگوی اولیه	طراحی الگوی اولیه طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی	بررسی و تحلیل محتوای مراحل و گام‌های طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مطالعات پیشین (جدول ۲)
		غربالگری فازی مؤلفه‌های به‌دست آمده از ادبیات توسط خبرگان (جدول ۵) مصاحبه گروه کانونی با خبرگان و متخصصان، تحلیل محتوا و تدوین الگوی اولیه (جدول ۶)

² Susman & Evered

¹ Action Research

اجرا و بکارگیری الگوی اولیه، جهت طرح ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی	به‌کارگیری و آزمون الگوی اولیه طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی به‌صورت عملی	۳) اجرا و به-کارگیری الگوی اولیه
ارزیابی و بازنگری الگوی اجراشده با تشکیل مجدد جلسه کمیته راهبری با خبرگان و متخصصان	ارزیابی و بازنگری الگوی اولیه طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور دفاعی	۴) بازنگری الگوی اولیه و ارائه الگوی نهایی
تدوین و ارائه الگوی نهایی طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی (شکل ۱)		

۳/۱ رویکرد اقدام پژوهی

اقدام پژوهی رویکردی است که پژوهشگر هم به دنبال انجام عمل و هم به دنبال خلق دانش و یا نظریه‌ای برای انجام عمل است. برخلاف علوم اثبات‌گرایانه که تنها در پی خلق دانش هستند، نتایج این رویکرد هم عمل و هم تحقیق است. از نظر وستبروک^۱ (۱۹۹۵) اقدام پژوهی رویکردی است که می‌تواند نقص روش‌های سنتی را برطرف نماید، این روش برای مدیران و محققان بسیار مناسب است و در مسائلی که نیازمند نگاهی کل‌نگر است، کاربرد زیادی دارد. اقدام پژوهی را با عناوین مختلفی، مانند پژوهش در عمل، تحقیق عملی، پژوهش حین عمل، پژوهش بر مبنای همکاری، پژوهش در محیط عمل (عابدی و همکاران، ۱۳۸۶)، اقدام پژوهی مشارکتی، اقدام پژوهی مبتنی بر جامعه، جست‌وجوی عملیاتی، جست‌وجوی مشارکتی و جست‌وجوی مشارکت‌کنندگان (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۳) نامیده‌اند. اقدام پژوهی فرآیند تعاملی است که مستلزم عملکرد توأمان محقق و مشارکت‌کنندگان هست. در این فعالیت‌ها چرخه خاصی از فعالیت‌ها که شامل تشخیص مسئله، مداخلات و یادگیری تأملی یک فرد، یک گروه، یک مؤسسه یا یک جامعه بزرگ‌تر در یک موقعیت خاص هست، طی می‌شود. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که اقدام پژوهی با یک پرسش آغاز می‌گردد و به‌منظور تولید یک طرح،

تحقیق حاضر در ابتدای سال ۱۴۰۲ و در سطح سازمان‌ها و صنایع راهبردی وزارت دفاع به انجام رسید. با توجه به اینکه در این تحقیق، از روش خبره سنجی جهت تدوین مدل استفاده گردید، به‌منظور افزایش روایی و پایایی آن سعی شد تا از مشارکت‌کنندگانی استفاده شود که در حوزه موردنظر از تخصص و انگیزه کافی برخوردار باشند (اساتید دانشگاهی، مدیران ارشد و کارشناسان صنایع دفاعی) و همچنین پرسشنامه‌ها و مصاحبه‌ها با حضور محقق و تشریح موارد موردنیاز و توضیحات کافی به پاسخگویان تکمیل گردیده است. شرط تعیین خبرگان در این تحقیق شامل حداقل ۵ سال سابقه کار تحقیقاتی، مدرک تحصیلی ارشد و دکتری و سابقه پست سازمانی اجرایی و مدیریتی در سطح دانشگاه و مراکز و همچنین مشارکت در پروژه‌های تحقیقاتی نوظهور در حال اجرا می‌باشند. همچنین در این تحقیق از روش نمونه‌گیری هدفمند برای انتخاب گروه کانونی استفاده گردید. اعضای حاضر در گروه کانونی این تحقیق، نیز در فرایند غربالگری فازی برای غربال مؤلفه‌های احصاء شده از مطالعات نیز مشارکت داشتند. تکنیک‌های غربالگری فازی و تحلیل محتوا در گروه کانونی از جمله فن‌هایی هستند که در این تحقیق بکار گرفته شده‌اند.

¹ Westbrook, R.

نمود. روش غربالگری فازی ترکیبی از روش غربالگری سنتی و تئوری فازی در علم مدیریت است (رحیمی و برارنیا، ۱۴۰۰) در این پژوهش، با توجه به اینکه در مرحله اول، هدف، غربال اولیه مؤلفه‌های در تناسب با محیط و زیست‌بوم صنایع دفاعی هست، کلیه مؤلفه‌های شناسایی‌شده از تحقیقات پیشین (جدول ۲)، در پرسشنامه غربالگری تنظیم و نظر خبرگان در خصوص اهمیت آن‌ها مورد پرسش قرار گرفت. همچنین در این پرسشنامه مؤلفه‌های پیشنهادی و جدید متناسب با زیست‌بوم صنایع دفاعی، نیز دریافت گردید. پس از توزیع پرسشنامه غربالگری فازی، داده‌های جمع‌آوری‌شده در نرم‌افزار اکسل وارد و بر مبنای الگوریتم غربالگری فازی، پس از تعیین ارزش فازی هر یک از معیارها، عدد قطعی دی فازی شده هر مؤلفه نیز در جدول ۵ محاسبه گردید.

۳،۳ روش تحلیل محتوی در گروه کانونی

بررسی پیشینه پژوهش این مطلب را نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات انجام‌شده در حوزه طرح‌ریزی فناوری نوظهور به‌ویژه در سال‌های اخیر مبتنی بر رویکرد کیفی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام‌گرفته است. یکی از روش‌های گردآوری داده‌ها در طرح‌های کیفی، گروه‌های کانونی است. روشی برای تبادل افکار و مذاکره است که طبق یک برنامه‌ریزی دقیق طراحی می‌شود تا ادراکات و بینش مصاحبه‌شوندگان را در محیطی به‌دوراز تهدید و فشار بسنجد (مورگان و کروگر^۲، ۱۹۹۳). پژوهشگر، شرکت‌کنندگان را بر پایه طرح پژوهش و توانایی همکاری آنان با آن، انتخاب می‌کند. با توجه به معیارهای قابل‌توجه ارائه‌شده در تحقیقات پیشین و به دلیل همفکری و مشارکت همه اعضای گروه کانونی در بومی‌سازی و دسته‌بندی معیارها متناسب با زیست‌بوم تحقیقات دفاعی، در این تحقیق، روش گروه کانونی نخبگان مورداستفاده قرارگرفته است.

برنامه‌ای داده می‌شود و این طرح برای اقدام، کاوش و پرداختن به سؤال به کار گرفته می‌شود. در گام بعدی، این برنامه اجرا می‌شود و عملکرد مشاهده و ارزیابی می‌گردد و تأمل صورت می‌گیرد. سپس یافته‌های این چرخه بر چرخه بعدی اثر خواهد گذاشت که با طرح دیگر شروع خواهد شد (مجبلی زاده، ۱۳۹۷).

مطالعه مشکل دنیای واقعی و همکاری متقابل محققان در محیط کار واقعی، مشارکت و اجماع گسترده از سوی ذینفعان اصلی، هزینه کرد کمتر سازمان نسبت به دریافت مشاوره از افراد خارج سازمان و همچنین یادگیری به‌صورت جمعی و تدریجی از مهم‌ترین دلایل استفاده از رویکرد اقدام پژوهی در این تحقیق هستند که منجر به انجام پژوهش به‌صورت فرآیندی عملی و نظام‌مند گردید.

۳،۲ روش غربالگری فازی

روش خبره سنجی یا غربالگری فازی^۱، دقیقاً همان فن دلفی است با این تفاوت که تنها در یک دور انجام می‌گیرد و هدف اصلی آن غربال اولیه معیارها یا شاخص از منظر متخصصین در یک حوزه تخصصی هست. با توجه به اینکه روش غربالگری، روشی است به‌منظور تصمیم‌گیری و اجماع بر مسائلی که اهداف و پارامترهای آن به‌صراحت مشخص نیستند و از آنجایی که ارزیابی خبرگان متکی بر شایستگی افراد بوده و ذهنی هستند، بهتر است به‌جای اعداد قطعی از اعداد فازی استفاده شود. فن غربالگری همواره بر اساس دیدگاه پاسخ‌دهندگان صورت می‌گیرد. در این فن برای سنجش دیدگاه از عبارات کلامی استفاده می‌شود. عبارات کلامی در انعکاس کامل مکنونات ذهنی پاسخ‌دهنده محدودیت‌هایی دارد. اگر برای کمی کردن دیدگاه هر دو فرد از یک عدد قطعی استفاده شود، نتایج دارای خطا خواهد شد؛ بنابراین با توسعه طیف فازی مناسب می‌توان بر این مشکل غلبه کرد و از روش غربالگری فازی به‌جای غربالگری سنتی استفاده

² Morgan, D.L. and Kreuger, R.A.

¹ Fuzzy Screening

۴ یافته‌ها

۴٫۱ جمعیت شناختی نمونه آماری

جامعه آماری پژوهش شامل خبرگان مطرح دانشگاهی دارای زمینه علمی مرتبط و سابقه فعالیت صنعتی دفاعی، به همراه سیاست‌گذاران، مدیران و کارشناسان ارشد صنایع و مراکز تحقیقاتی دفاعی کشور است. تعداد خبرگان این پژوهش ۱۵ نفر می‌باشند. جدول ۴ اطلاعات خبرگان مذکور را نشان می‌دهد.

جدول ۴. جمعیت شناختی نمونه آماری تحقیق حاضر

تعداد	سابقه کار (سال)	تحصیلات	واحد فعالیت
۴	۲۰-۳۰ سال	۳ نفر دکتری، ۱ نفر فوق‌لیسانس	سیاست‌گذاران و مدیران ارشد
۶	۱۰-۲۰ سال	۱ نفر دکتری، ۵ نفر فوق‌لیسانس	کارشناسان ستادی مراکز تحقیقاتی دفاعی
۵	۱۰-۲۰ سال	۴ نفر دکتری، ۱ نفر فوق‌لیسانس	اساتید و محققان مراکز تحقیقاتی دفاعی
۱۵		جمع خبرگان	

و میزان تکرار آن‌ها در تحقیقات مختلف، در جداول ۱ و ۲، ارائه گردیده است.

۴٫۳ نتایج مرحله دوم رویکرد اقدام

پژوهی (تدوین الگوی اولیه طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور)

در مرحله دوم اقدام پژوهی، با غربالگری فازی مؤلفه‌های به‌دست‌آمده از مرور مطالعات (جدول ۵) و مصاحبه گروه کانونی با خبرگان و تحلیل محتوای مصاحبه‌ها (جدول ۶)، یک الگوی جدید، اولیه و بومی برای طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها ارائه گردید. که نتایج مراحل غربالگری فازی و مصاحبه با خبرگان در گروه کانونی، به ترتیب در زیر آمده است:

۴٫۳٫۱ نتایج گام اول از مرحله دوم رویکرد

اقدام پژوهی (غربالگری فازی)

در مرحله تدوین الگوی اولیه طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور، به‌منظور شناسایی و تعیین

به‌عبارت‌دیگر دلیل استفاده از تحلیل گروه کانونی دستیابی به توصیفی عمیق و غنی از تجارب، نگرش‌ها و ادراک محققان درباره موضوع موردبررسی و بومی‌سازی مؤلفه‌های احصا شده از جدول ۲، هست.

۴٫۲ نتایج مرحله اول رویکرد اقدام

پژوهی (مرحله مشاهده و برنامه‌ریزی)

در مرحله اول اقدام پژوهی؛ وضعیت موجود مراکز تحقیقاتی در حوزه برنامه‌ریزی راهبردی فناوری‌ها توسط محققان موردبررسی قرار گرفت و با تشخیص مسئله، بررسی ادبیات و مطالعات پیشین در این حوزه به انجام رسید و با تشکیل کمیته راهبری متشکل از مدیران و معاونت‌های تخصصی، اعضای هیئت‌علمی درگیر در پروژه‌های تحقیقاتی دفاعی، جهت ایجاد هم‌فهمی با مدیران و کارشناسان مربوطه، جلساتی برگزار گردید. پس از برگزاری این جلسات و ارائه مطالعات پیشین در این زمینه، اهمیت و ضرورت موضوع به‌صورت آبخاری در مراکز تحقیقات جریان یافته و بسیار موردتوجه قرار گرفت. نتایج بررسی و مرور مطالعات پیشین، مراحل و گام‌های مهم طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها

مهم‌ترین مراحل و گام‌های در اکوسیستم دفاعی شناسایی و انتخاب گردند. در این پرسشنامه از طیف لیکرت ۵ تایی استفاده شد. از پاسخ‌دهندگان خواسته شد میزان اهمیت هر یک از پیشنهادی را در فاصله خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد مشخص سازند. پس از تجمیع دیدگاه خبرگان، می‌بایست بر روی مقادیر به‌دست‌آمده فازی زدایی یا دی فازی کردن صورت پذیرد. در این پژوهش مطابق با توضیحات غربالگری فازی از روش میانگین عددی فازی مثلی استفاده کرده که نتایج آن به شرح جدول ۵ است.

مراحل/گام‌های فرآیند طرح‌ریزی راهبردی فناوری پس از مطالعه و بررسی دقیق پیشینه پژوهش و مطالعه دقیق پژوهش‌های مرتبط و جمع‌آوری معیارها در تمامی پژوهش‌ها، با حذف عوامل مشابه، تکراری و یکسان از نظر مفهومی به ذکر یک مورد از آن‌ها بسنده کردند و با جمع‌آوری سایر عوامل غیرتکراری از نظر مفهومی در نهایت تعداد ۱۸ مؤلفه به‌عنوان مؤلفه‌های طرح‌ریزی راهبردی فناوری انتخاب شدند. در ادامه مؤلفه‌های شناسایی‌شده از طریق پرسشنامه میان خبرگان توزیع گردید تا بدین‌وسیله با کمک گرفتن از فن غربالگری فازی

جدول ۵. نتایج دی فازی کردن مراحل/گام‌های فرآیند طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور

مقدار دی فازی	ارزش فازی			طیف پرسشنامه (تعداد پاسخ‌ها)					عنوان مرحله/گام	ردیف
	L	M	U	۱	۲	۳	۴	۵		
۰/۹۷	۰/۷۳	۱/۰۰	۱/۰۷	۱۲	۴	۰	۰	۰	انتخاب فناوری	۱
۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۲۰	۰	۲	۲	۰	۱۱	طول دوره برنامه‌ریزی (سالانه و ماهانه)	۲
۰/۸۰	۰/۵۸	۰/۸۳	۰/۹۰	۸	۴	۳	۰	۰	ایجاد و شناسایی راهکارهای فناورانه	۳
۰/۸۰	۰/۵۷	۰/۸۲	۰/۹۷	۵	۹	۱	۰	۰	ارزیابی سطح توانمندی توسعه فناوری داخلی	۴
۰/۹۴	۰/۷۳	۰/۹۸	۱/۰۰	۱۴	۱	۰	۰	۰	چشم‌انداز و مأموریت و اهداف سالانه و ماهانه	۵
۰/۷۶	۰/۵۳	۰/۷۸	۰/۹۰	۵	۷	۳	۰	۰	نحوه اکتساب فناوری	۶
۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۸۲	۰/۸۸	۸	۴	۲	۱	۰	طراحی محصول جدید	۷
۰/۸۸	۰/۶۷	۰/۹۲	۰/۹۷	۱۱	۳	۱	۰	۰	توسعه محصول موجود	۸
۰/۸۳	۰/۶۰	۰/۸۵	۰/۹۷	۷	۷	۱	۰	۰	الزامات و منابع	۹
۰/۹۶	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱۵	۰	۰	۰	۰	مسائل، نیازمندی‌ها و فرصت‌های سازمان	۱۰
۰/۷۴	۰/۵۲	۰/۷۷	۰/۸۵	۶	۵	۳	۱	۰	تجاری‌سازی و بهره‌برداری از فناوری	۱۱
۰/۸۵	۰/۶۲	۰/۸۷	۱/۰۰	۷	۸	۰	۰	۰	تعیین ذینفعان و بازیگران برای مشارکت	۱۲
۰/۷۵	۰/۵۵	۰/۷۸	۰/۸۳	۸	۳	۳	۰	۰	تعیین پیشران‌های داخلی و خارجی	۱۳
۰/۸۵	۰/۶۳	۰/۸۸	۰/۹۵	۱۰	۴	۰	۱	۰	تعیین برنامه‌های اقدام و عملیاتی	۱۴
۰/۸۴	۰/۶۲	۰/۸۷	۰/۹۷	۸	۶	۱	۰	۰	پایش برنامه‌های عملیاتی	۱۵
۰/۷۴	۰/۵۲	۰/۷۷	۰/۸۸	۵	۷	۲	۱	۰	حفاظت نظارت و پشتیبانی از فناوری	۱۶
۰/۷۲	۰/۵۳	۰/۷۵	۰/۸۰	۸	۳	۲	۰	۰	پویش فناوری	۱۷
۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۸	۰	۰	۲	۱	۱۲	جلب نظر افرادی به‌عنوان رهبر و حامی	۱۸

طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌ها در مراکز تحقیقاتی دفاعی و دسته‌بندی و بومی‌سازی مؤلفه‌های احصاء شده از مطالعات و مدل‌های طرح‌ریزی راهبردی فناوری اقدام نمودند. در این راستا از مصاحبه و جمع‌بندی با گروه کانونی، یک الگوی بومی از مؤلفه‌های طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور ارائه گردید. همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود شناسایی قابلیت موردنیاز، طراحی و توسعه محصول مبتنی بر قابلیت، شناسایی و انتخاب فناوری اولویت‌دار، ترسیم ره نگاشت فناوری برنامه‌ریزی عملیاتی به‌عنوان شش مرحله بومی طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور دفاعی در سازمان‌های تحقیقاتی دفاعی شناسایی گردیدند. همچنین بر اساس نظر گروه کانونی برای هر یک از مراحل طرح‌ریزی راهبردی فناوری، گام‌هایی بر اساس مؤلفه‌های نهایی تأیید شده در جدول غربالگری فازی ارائه گردید. در نهایت برای هر یک از گام‌ها نیز اقداماتی جدید با نظر گروه کانونی ارائه گردید. همچنین دوره برنامه‌ریزی (سالانه و ماهانه) که در مرحله غربالگری به آن اشاره شد، با نظر گروه کانونی در قالب اهداف بلندمدت و کوتاه‌مدت در گام چشم‌انداز، مأموریت و اهداف کلان و همچنین تعیین اهداف کمی (سالانه و ماهانه) در گام برنامه عملیاتی ادغام و لحاظ گردید. در گروه کانونی صورت گرفته در این مرحله دو سؤال مطرح گردید یکی اینکه مراحل، گام‌ها و اقدامات اساسی هر یک از آن‌ها، کدام است و دیگری اینکه اولویت و یا سلسله‌مراتب مراحل به چه صورتی هست که نتایج آن‌ها در جدول ۶ آورده شده است.

با توجه به مقدار دی فازی شده هر یک از مؤلفه‌ها در جدول ۵ و حد آستانه در نظر گرفته‌شده در این پژوهش (۰,۷)، مؤلفه‌هایی که دارای مقدار دی فازی شده کمتر از ۰,۷ می‌باشند، به‌عنوان معیارهایی شناخته می‌شوند که در طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور در مراکز تحقیقاتی صنایع دفاعی اهمیت چندانی ندارند. این معیارهای غیر مهم از مجموع کل معیارها حذف گردیدند. دو مؤلفه جلب نظر افرادی به‌عنوان رهبر و حامی و طول دوره برنامه‌ریزی (سالانه و ماهانه) به دلیل کوچک‌تر بودن از حد آستانه ۰,۷۰ و به علت مشابهت و هم‌پوشانی با معیارهای دیگر (جلب نظر افرادی به‌عنوان رهبر و حامی با مؤلفه تعیین ذینفعان و بازیگران برای مشارکت و طول دوره برنامه‌ریزی با مؤلفه چشم‌انداز، مأموریت و اهداف سالانه و ماهانه) حذف شدند. مؤلفه پویا و رصد فناوری توسط خبرگان، با توجه به‌ضرورت و اهمیت آن در صنعت دفاعی، به‌عنوان پیشنهاد جدید، ارائه گردید. همچنین با پیشنهاد خبرگان تعیین برنامه‌های اقدام و پایش برنامه‌های عملیاتی، هرکدام به‌صورت جدا در جدول غربالگری به‌عنوان یک گام ارائه شد و همچنین طراحی و توسعه محصول به‌صورت جداگانه با دو عنوان توسعه محصول موجود و طراحی محصول جدید در جدول غربالگری ارائه گردید؛ بنابراین در این مرحله ۱۶ گام طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور مورد تأیید و پذیرش خبرگان تحقیق قرار گرفت.

۴,۳,۲ نتایج گام دوم از مرحله دوم رویکرد اقدام پژوهی (تحلیل محتوای گروه کانونی و ارائه الگوی اولیه):

با توجه به آنچه در جدول ۶ آمده است، محققان تحقیق حاضر نسبت به طراحی الگوی اولیه

جدول ۶. الگوی اولیه طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور بومی مراکز تحقیقاتی دفاعی

مراحل	گام‌ها	اقدامات اساسی
۱) شناسایی نیازهای فناورانه و قابلیت‌های موردنیاز	تعیین نیازمندی‌ها و قابلیت‌های موردنیاز صنعت دفاعی	احصاء نیازها و قابلیت‌های موردنیاز نیروهای عملیاتی و کاربران نهایی تحلیل اسناد بالادستی
	پویش و رصد فناوری	تحلیل گزارش‌های بین‌المللی و اسناد آینده‌نگاری فناوری‌ها تحلیل وضعیت دنیا در فناوری‌های نظامی (تحلیل مقالات و پتنت) تحلیل وضعیت کشور در فناوری‌ها مقایسه وضعیت و تحلیل شکاف فناورانه دنیا و کشور
	تعیین پیشران‌های داخلی و خارجی	پیشران‌های اقتصادی همگرایی فناوری پیشران‌های اجتماعی پیشران‌های سیاسی و قانونی پیشران‌های زیست‌محیطی
۲) طراحی و توسعه محصول مبتنی بر قابلیت	طراحی محصول جدید	تعیین مشخصه کارکردی و ویژگی‌های محصول ایجاد قابلیت فناورانه در محصول
	توسعه و ارتقاء محصول موجود	شناسایی محصولات و سامانه‌های دفاعی دارای قابلیت سوارشدن فناوری تبدیل و استانداردسازی قابلیت موردنیاز در محصول صنعت دفاعی
۳) شناسایی و انتخاب راهکارهای فناورانه	شناسایی سناریوها و سبد راهکارهای فناورانه	شناسایی اجزای فناوری و مشخصات علمی و ذاتی فنی شناسایی مشخصات کارکردها و کاربردهای عمومی و متمایز فناوری شناسایی راهکارهای فناورانه
	ارزیابی سطح توانمندی برای خلق و توسعه فناوری	تحلیل وضعیت قابلیت‌های دنیا در حمایت از خلق و توسعه فناوری‌های موردنظر (زیرسیستم‌ها و قطعات و ...) تحلیل وضعیت توانمندی کشور در فناوری موردنظر
	انتخاب فناوری اولویت‌دار	تعیین اثربخشی و قابلیت‌های چندکاره فناوری تعیین شایستگی فناوری تعیین امکان‌پذیری و قابلیت توسعه فناوری تعیین ریسک‌های فناوری تعیین قابلیت اقتصادی و تجاری فناوری
۴) تدوین ره‌نگاشت کلان فناوری	تعیین و تحلیل ذینفعان و بازیگران فناوری	شناسایی ذینفعان، بازیگران و تحلیل ارتباطات آن‌ها برای مشارکت در توسعه فناوری تعیین نقش و کارکرد ذینفعان تحلیل و تعیین شبکه همکاران
	چشم‌انداز، مأموریت و اهداف کلان	تعیین چشم‌انداز و مأموریت فناوری تعیین اهداف بلندمدت (چندساله)

تعیین اهداف کوتاهمدت (سالانه)		
تحقیق و توسعه (R&D) داخلی مهندسی معکوس	نحوه اکتساب فناوری	
تعیین زنجیره تأمین فناوری تعیین منابع انسانی دانشی و اجرایی تعیین منابع سرمایه‌گذاری و تأمین مالی تعیین تجهیزات و ماشین‌آلات موردنیاز	تعیین الزامات اجرایی و منابع	
تعریف پروژه‌ها و برنامه‌های اقدام چندساله تعیین برنامه‌های اقدام سالانه و تعیین وزن و سهم آن‌ها از برنامه‌های چندساله تعیین برنامه‌های اقدام ماهیانه و تعیین وزن و سهم آن‌ها از برنامه‌های سالانه تعیین اهداف کمی (سالانه و ماهیانه) تعیین بودجه ماهیانه و سالانه اقدامات تعیین تیم عملیاتی فناوری و مدیر آن	برنامه عملیاتی فناوری	۵) تدوین برنامه عملیاتی و پایش
تعیین شاخص‌های راهبردی و عملیاتی تعیین درصد پیشرفت اسمی و واقعی تحقق برنامه (ماهانه و سالانه) پایش تخصیص بودجه و تأمین مالی پایش الزامات تحقق (منابع انسانی، تجهیزات و ...) بازبینی نتایج اقدامات اساسی و اصلاحات لازم شناسایی و حل موانع و چالش‌های عدم تحقق	پایش تحقق برنامه‌ها	
حفاظت مالکیت معنوی و ثبت اختراعات با ملاحظات خاص صنایع دفاعی و نظامی اقدامات آموزشی برای تقویت تیم‌های پروژه سطح‌بندی دسترسی کارکنان برای حفاظت از اسرار فناوری	حفاظت و پشتیبانی از فناوری و تیم اجرایی	۶) حفاظت و پشتیبانی و تجاری‌سازی فناوری
تطبيق فناوری جهت به‌کارگیری در محیط محصولات تجاری و غیر دفاعی انتقال فناوری و فروش مالکیت معنوی به سازمان‌ها و مراکز تولیدی-صنعتی دفاعی حمایت از تیم پروژه مبتنی بر فناوری منتخب جهت ایجاد شرکت زایشی (اسپین‌آف) ^۱	تجاری‌سازی و بهره‌برداری از فناوری	

¹. Spin Off Company

۴،۴ نتایج مرحله سوم رویکرد اقدام پژوهی (اجرا و به‌کارگیری الگوی اولیه تدوین‌شده)

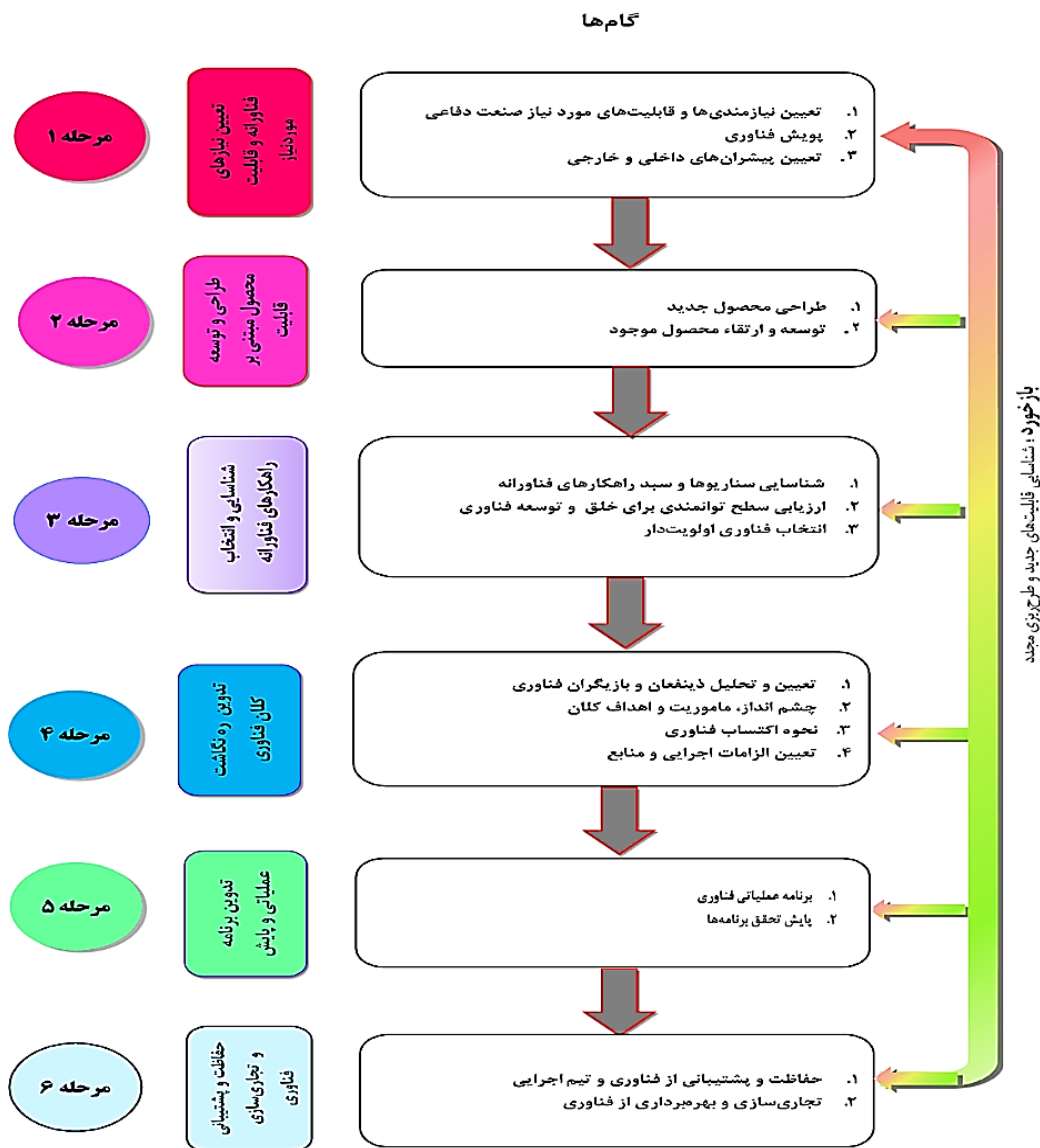
در مرحله اجرای الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور، با تشکیل کارگروه‌های تخصصی در مراکز تحقیقاتی دفاعی، این الگو به‌کارگیری شد و فناوری‌های مربوطه مطابق آن احصا گردید و به‌نوعی اعتبار سنجی الگو نیز در عمل صورت پذیرفت. این الگو جهت طرح‌ریزی راهبردی مراکز تحقیقاتی دفاعی، در سال ۱۴۰۲، بکار گرفته شد و مبتنی بر همین الگو در حوزه‌های هوش مصنوعی، رباتیک، سایبر، علوم شناختی، برق و الکترونیک، هوافضا، مواد، شیمی، فناوری‌های زیستی، مکانیک و اپتیک و لیزر حدود ۱۳۰ فناوری نوظهور در این یازده حوزه مذکور، شناسایی، منتخب و تصویب گردید که برنامه عملیاتی آن نیز تدوین گردید و از ابتدای سال ۱۴۰۳، فعالیت این مراکز، روی این فناوری‌ها متمرکز می‌گردد. این اولین بار است که فناوری‌های منتخب جهت خلق و توسعه در صنایع دفاعی مبتنی بر نظام برنامه‌ریزی راهبردی شکل می‌گیرد که مدل کلان در مقاله حاضر ارائه گردیده است. برای تأیید نهایی فناوری‌های منتخب و هم‌راستایی آن‌ها با نقشه راه سامانه‌های دفاعی، جلسات تخصصی متعددی در سطح سلسله‌مراتب فرماندهی و سازمان‌های مرتبط دفاعی، برگزار شد. این تجربه، یادگیری‌هایی را در عمل برای محققان و مدیران مراکز تحقیقاتی دفاعی داشت که منجر به بازنگری در الگوی تدوین‌شده اولیه گردید.

۴،۵ نتایج مرحله چهارم رویکرد اقدام پژوهی (مرحله بازنگری الگوی اولیه و ارائه الگوی نهایی طرح‌ریزی راهبردی)

در مرحله بازنگری الگوی اولیه ارائه‌شده، پس از اجرای الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور دفاعی تدوین‌شده در مراکز تحقیقات دفاعی، با تشکیل مجدد جلسه کمیته راهبری با خبرگان و

متخصصان، پس از بررسی درس‌آموخته‌های ناشی از اجرا، الگوی اولیه نظری با الگوی عملیاتی شده، مقایسه گردیده و الگوی نظری موردبازنگری قرار گرفت و با اعمال برخی تغییرات، مجدداً مورد تأیید خبرگان مراکز تحقیقاتی دفاعی قرار گرفت. بر اساس مقایسه الگوی اولیه با الگوی بکار گرفته‌شده در مرحله اجرا، هرچند مراحل شش‌گانه و گام‌های شانزده‌گانه اولیه ارائه‌شده در الگوی اولیه (جدول ۶) مورد تأیید قرار گرفت اما دو تغییر اساسی در آن رخ داد، یکی مربوط به نظام بازخوردگیری الگو، که با رویکرد بازخوردگیری مستمر الگو، فلش بازخورد از سطوح مرحله انتهایی به مراحل اولیه الگو متصل گردید (الگوی نهایی در شکل ۱) و دیگری مربوط به تغییراتی در سطح اقدامات اساسی که در مرحله ارائه الگوی اولیه (جدول ۶)، ارائه گردیده بودند، بود. اقداماتی که نیاز بود پس از مرحله اجرای الگو، به بخش اقدامات اساسی الگوی اولیه در جدول ۶، اضافه گردد شامل ایجاد مرکز رصد علم و فناوری در حوزه‌های دفاعی (در گام پویش و رصد فناوری-مرحله اول الگوی نهایی)، امکان‌سنجی مالی و اقتصادی محصول (در دو گام طراحی و توسعه محصول مبتنی بر قابلیت فناورانه - مرحله دوم الگوی نهایی)، بهره‌گیری از شبکه همکاران در اجزا و زیرسیستم (در گام نحوه اکتساب فناوری-مرحله چهارم الگوی نهایی)، مدیریت دانش در قالب مستندسازی و تجربه‌نگاری پروژه (در گام حفاظت و پشتیبانی از فناوری و تیم اجرایی-مرحله ششم الگوی نهایی)، تعامل با سرمایه‌گذاران خطرپذیر و مراکز رشد و نوآوری در امر تجاری‌سازی فناوری (گام تجاری‌سازی و بهره‌برداری از فناوری-مرحله ششم الگوی نهایی) است. بر این اساس الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی بر اساس تغییرات صورت گرفته پس از مرحله اجرا در قالب شکل ۱ ارائه گردید. البته لازم به ذکر است که اقدامات ذکرشده در جدول ۶ و اقدامات اضافه‌شده به آن‌ها در مرحله اجرای الگو که در فوق به آن‌ها اشاره گردید، به‌عنوان اقدامات اساسی و کلان هستند و هرکدام از آن‌ها خود دارای اقدامات

جزئی و همچنین برنامه‌های عملیاتی و جزئی‌تری می‌باشند.



شکل ۱. الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی

دانشگاهی در باب صنعت دفاعی وجود دارد و از طرف دیگر تقاضا؛ کشش و نیازمندی‌های صنعت دفاعی وجود دارد. در این مرحله کارشناسان و فناوران به دنبال شناسایی و تعیین نیازهای فناوری و قابلیت‌های مورد نیاز و شناسایی تعیین پیشران‌های داخلی و خارجی می‌باشند. در گام اول به شناسایی تعیین تقاضا و قابلیت‌های مورد نیاز صنعت داخلی دفاعی با اقداماتی چون؛ احصاء

شکل ۱ الگوی نهایی طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی را نشان می‌دهد که در خصوص هر یک از مراحل و گام‌های آن، شرح مختصری در زیر ارائه می‌گردد:

۱-مرحله اول؛ تعیین نیازهای فناورانه و قابلیت

مورد نیاز: منطبق این مرحله مبتنی بر یک طیف نوآوری در صنعت دفاعی است که از یک طرف فشار؛ عرضه علمی و فناوری مطالعات و مقالات علمی و

محصول و امکان‌سنجی مالی و اقتصادی محصول است.

۳- مرحله سوم؛ شناسایی و انتخاب راهکارهای

فناوری اولویت‌دار: در این مرحله کارشناسان و فناوران با ارزیابی سطح فعلی و آتی توانمندی برای فناوری؛ شناسایی سناریوها و سبد راهکارهای فناورانه؛ انتخاب فناوری؛ به دنبال شناسایی و انتخاب فناوری‌های نوظهور در صنعت دفاعی می‌باشند. مهم‌ترین معیارهای انتخاب فناوری نوظهور؛ تعیین اثربخشی و قابلیت‌های چندکاره فناوری، تعیین شایستگی فناوری، تعیین امکان‌پذیری و قابلیت توسعه فناوری، تعیین ریسک‌های فناوری، تعیین قابلیت اقتصادی و تجاری فناوری است. در مرحله سوم در **گام اول** شناسایی سناریوها و سبد راهکارهای فناورانه با شناسایی اجزای فناوری و مشخصات علمی و ذاتی فنی، شناسایی مشخصات کارکردها و کاربردهای عمومی و متمایز فناوری و شناسایی راهکارهای فناورانه انجام می‌گیرد. در **گام دوم** ارزیابی سطح توانمندی برای خلق و توسعه فناوری با اقداماتی چون؛ تحلیل وضعیت قابلیت‌های دنیا در حمایت از خلق و توسعه فناوری‌های موردنظر (زیرسیستم‌ها و قطعات و ...)، تحلیل وضعیت توانمندی کشور در فناوری موردنظر انجام می‌گیرد. در **گام سوم** به اولویت‌بندی و انتخاب فناوری بر اساس تعیین اثربخشی و قابلیت‌های چندکاره فناوری، تعیین شایستگی فناوری، تعیین امکان‌پذیری و قابلیت توسعه فناوری، تعیین ریسک‌های فناوری، تعیین قابلیت اقتصادی و تجاری فناوری پرداخته می‌شود. انتخاب فناوری، یک فرایند تصمیم‌گیری است که طی آن مناسب‌ترین فناوری (فرآیند تبدیل داده‌ها به ستاده یا محصول) از میان انتخاب‌های ممکن مشخص می‌گردد.

۴- مرحله چهارم؛ تدوین ره‌نگاشت کلان فناوری:

در این مرحله کارشناسان و فناوران با ترسیم چشم‌انداز و مأموریت و اهداف، نحوه‌ی اکتساب فناوری و تعیین الزامات اجرایی و منابع، به دنبال

نظرات و قابلیت موردنیاز نیروهای عملیاتی و کاربران نهایی دفاعی، تحلیل اسناد بالادستی انجام می‌پذیرد. در **گام دوم** به **شناسایی قابلیت‌های فناورانه** حال حاضر و آینده و فرصت‌های فناورانه دفاعی به‌وسیله پویش فناوری دفاعی در دنیا در قالب اقداماتی چون؛ ایجاد مرکز رصد علم و فناوری در حوزه‌های مختلف دفاعی، تحلیل اسناد آینده‌نگاری فناوری‌ها، تحلیل وضعیت دنیا در فناوری‌های نظامی (تحلیل مقالات و بتنت)، تحلیل وضعیت کشور در فناوری‌ها و مقایسه وضعیت و تحلیل شکاف فناورانه دنیا و کشور انجام می‌گیرد. شکاف فناوری نشان‌دهنده تفاوت در پیشرفت فناورانه بین دو کشور، بین دو صنعت در کشورهای مختلف یا بین دو شرکت در صنعت است. در **گام سوم** **تعیین پیشران‌های داخلی و خارجی** برای پیوند نیاز و گلوگاه فناورانه در قالب تعیین پیشران‌های اقتصادی، همگرایی فناوری، پیشران‌های اجتماعی، پیشران‌های سیاسی و قانون و پیشران‌های زیست‌محیطی انجام می‌گیرد.

۲- مرحله دوم؛ طراحی و توسعه محصول مبتنی

بر قابلیت موردنیاز: در این مرحله اگر محصول مشابهی برای پیاده‌سازی قابلیت موردنیاز وجود دارد، کارشناسان و فناوران صنعت دفاعی به توسعه و ارتقاء محصول موجود با جایگذاری و تعبیه قابلیت فناورانه جدید در آن می‌باشند. در این صورت اقدامات اساسی شامل؛ شناسایی محصولات و سامانه‌های دفاعی دارای قابلیت سوارشدن فناوری و تبدیل و استانداردسازی قابلیت موردنیاز در محصول صنعت دفاعی و امکان‌سنجی مالی و اقتصادی محصول است. همچنین در این مرحله اگر محصول مشابهی برای پیاده‌سازی قابلیت موردنیاز وجود ندارد، کارشناسان و فناوران صنعت دفاعی به طراحی محصول جدید با تعبیه قابلیت فناورانه جدید در آن می‌پردازد. در این صورت اقدامات اساسی شامل؛ تعیین مشخصه کارکردی و ویژگی‌های محصول، جایگذاری قابلیت فناورانه به

داخلی، مهندسی معکوس و بهره‌گیری از شبکه همکاران در ساخت اجزا و زیرسیستمها انجام می‌گیرد. در **گام چهارم** تعیین الزامات اجرایی و منابع بر اساس اقداماتی چون؛ تعیین زنجیره تأمین فناوری، تعیین منابع انسانی دانشی و اجرایی، تعیین منابع سرمایه‌گذاری و تأمین مالی و تعیین تجهیزات و ماشین‌آلات موردنیاز ماشین‌آلات پرداخته می‌شود.

۵- مرحله پنجم؛ تدوین برنامه عملیاتی و پایش:

در این مرحله کارشناسان و فآوران با ترسیم برنامه‌ریزی عملیاتی فناوری پایش تحقق برنامه‌ها به دنبال عملیاتی سازی فناوری در صنعت دفاعی می‌باشند. **گام اول** به برنامه‌ریزی عملیاتی فناوری و برنامه اقدام برای اکتساب فناوری در قالب اقداماتی چون؛ تعریف پروژه‌ها و برنامه‌های اقدام چندساله، تعیین برنامه‌های اقدام سالانه و تعیین وزن و سهم آن‌ها از برنامه‌های چندساله، تعیین برنامه‌های اقدام ماهیانه و تعیین وزن و سهم آن‌ها از برنامه‌های سالانه، تعیین اهداف کمی (سالیانه و ماهیانه)، تعیین بودجه ماهیانه و سالیانه اقدامات، تعیین تیم عملیاتی فناوری و مدیر آن پرداخته می‌شود. **گام دوم** به پایش تحقق برنامه‌ها در قالب اقداماتی چون؛ تعیین شاخص‌های راهبردی و عملیاتی، تعیین درصد پیشرفت اسمی و واقعی تحقق برنامه (ماهیانه و سالیانه)، پایش تخصیص بودجه و تأمین مالی، پایش الزامات تحقق (منابع انسانی، تجهیزات و...)، بازبینی نتایج اقدامات اساسی و اصلاحات لازم و شناسایی و حل موانع و چالش‌های عدم تحقق پرداخته می‌شود.

۶- مرحله ششم؛ حفاظت و پشتیبانی و

تجاری سازی فناوری: در این مرحله حفاظت نظارت و پشتیبانی از فناوری و تجاری سازی و بهره‌برداری از فناوری انجام می‌گیرد. **گام اول** به حفاظت نظارت و پشتیبانی از فناوری برای ارتقاء مهارت تیم پروژه و حفاظت از اسرار فناوری در قالب اقداماتی چون؛ مدیریت دانش در قالب مستندسازی و تجربه نگاری پروژه، حفاظت مالکیت معنوی و ثبت اختراعات با ملاحظات خاص صنایع دفاعی و نظامی،

ترسیم وضعیت مطلوب و تصویرسازی صحیح و شفاف از مقصد و مسیر و زمان دستیابی به هر یک از فناوری‌های منتخب در صنعت دفاعی می‌باشند.

در مرحله تدوین ره نگاشت فناوری در **گام اول** تعیین و تحلیل ذینفعان و بازیگران فناوری برای مشارکت در توسعه فناوری پرداخته می‌شود. ذینفعان افراد، نهادها و گروه‌هایی هستند که سازمان را در نیل به اهداف فناوری یاری می‌رسانند. البته می‌توان سازمان را گروهی ذینفع قلمداد کرد. تحلیل ذینفعان شیوه‌ای است برای شناسایی و ارزیابی اهمیت افراد اصلی، گروه‌هایی از افراد یا مؤسسه‌ای که ممکن است در موفقیت فعالیت‌های سازمان دفاعی یا پروژه‌ها صنعت تأثیری چشم‌گیر بگذارند. اقداماتی اساسی در این گام شامل؛ شناسایی ذینفعان و بازیگران و تحلیل ارتباطات آن‌ها برای مشارکت در توسعه فناوری تعیین نقش و کارکرد ذینفعان، تحلیل و تعیین شبکه همکاران انجام می‌گیرند. در این **گام دوم** به ترسیم چشم‌انداز و مأموریت فناوری، اهداف و راهبردهای سازمان در بهره‌گیری و توسعه از فناوری منتخب برای شفاف‌سازی تصویر مشترک و وضعیت مطلوب آتی فناوری در قالب اقداماتی چون؛ تعیین چشم‌انداز و مأموریت فناوری، تعیین اهداف بلندمدت (چندساله) و تعیین اهداف کوتاه‌مدت (سالیانه) پرداخته می‌شود. در این گام به زمان‌بندی و ایجاد یک گانت رسیدن به چشم‌انداز و اهداف فناورانه در قالب دوره بلندمدت و میان‌مدت (چندساله) و کوتاه‌مدت سالانه پرداخته می‌شود. در **گام سوم** نحوه‌ی اکتساب و به دست آوردن فناوری منتخب موردتوجه است. اکتساب فناوری از طریق قراردادهای خرید و انتقال و یا انواع همکاری‌های فناورانه در سازمان‌ها صنعتی و تجاری و بین‌المللی انجام می‌گیرد؛ اما اکتساب فناوری در سازمان‌های تحقیقاتی و پروژه محور دفاعی مقوله پیچیده‌تر و سخت‌تر است، چراکه در صنعت دفاعی بر اساس مصاحبه و نتایج تحلیل تحقیق حاضر اکتساب فناوری دفاعی مبتنی بر تحقیق و توسعه (R&D)

و نوظهور و سرمایه‌گذاری و گسیل پتانسیل‌ها به سمت تولید محصولات استراتژیک دفاعی، می‌تواند نقش کلیدی در ارتقاء بازدارندگی دفاعی کشور در مقابل کشورهای پیشرفته در حوزه دفاعی ایفا نماید. گرچه فناوری‌های نوظهور دفاعی می‌توانند منجر به ایجاد بازدارندگی دفاعی و افزایش قدرت نظامی گردند، اما باید به چگونگی انتخاب و دستیابی به آن توجه کرد تا خطرات ناشی از نادرستی یا ناکافی بودن داده‌ها و طولانی‌مدت بودن زمان اکتساب و بهره‌برداری از فناوری تا حدود زیادی کاهش یابد، به‌خصوص زمانی که با توجه به شرایط تحریمی کشور و به‌ویژه در صنایع دفاعی، تحقیق و توسعه داخلی تنها راه اکتساب فناوری باشد. لذا باید با انجام مطالعات آینده‌پژوهی و رصد مناسب فناوری در انتخاب فناوری‌های دفاعی که مرز دانشی هستند، دقت نموده و باید یک ارزیابی عمیق از فناوری‌های نامزد و همچنین منابع، تخصص و تجهیزات و امکانات در دسترس صورت گیرد. از این‌رو یک فرایند طرح‌ریزی راهبردی فناوری می‌تواند در انتخاب و اکتساب و بهره‌برداری مناسب‌تر و کارآمدتر فناوری‌های نوظهور دفاعی کمک زیادی کند. در مطالعه حاضر، الگویی برای طرح‌ریزی راهبردی فناوری در مراکز تحقیقات دفاعی با رویکرد اقدام پژوهشی و با استفاده از تحلیل محتوای مطالعات پیشین، روش غربالگری فازی و مصاحبه با گروه کانونی پیشنهاد شده است. این طرح‌ریزی راهبردی که مبتنی بر ره‌نگاشت فناوری شش مرحله و ۱۶ گام را در یک مدل فرایندی ارزیابی فناوری ادغام نموده که از طریق آن موفقیت کلی یک سازمان، اهداف کلان و استراتژی‌ها و انتخاب‌های فناوری و برنامه عملیاتی را باهم مرتبط می‌کند. این مدل به سازمان و مراکز تحقیقات دفاعی کمک می‌کند تا فناوری‌هایی را انتخاب کنند و از طریق همسویی با استراتژی‌های سازمانی بیشترین کمک را به مأموریت آن‌ها می‌کنند. بر اساس مرور مطالعات در این تحقیق، مدل‌ها و الگوهای گوناگونی مورد بررسی قرار گرفته که دارای فرآیند و معیارهای مختلفی برای طرح‌ریزی راهبردی فناوری و نقشه راه فناوری وجود

اقدامات آموزشی برای تقویت تیم‌های پروژه، سطح‌بندی دسترسی کارکنان برای حفاظت از اسرار و رموز فناوری پرداخته می‌شود. به خاطر پیچیده بودن سامانه‌های نظامی و دفاعی می‌توان با ایجاد سطح‌بندی دسترسی به اطلاعات مرتبط با فناوری دسترسی افراد به سامانه نهایی می‌توان از اسرار و رموز فناوری محافظت نمود. **گام دوم** به تجاری‌سازی فناوری است که طی آن ایده و نتیجه یا تولیدات حاصل از بخش‌های تحقیقاتی مراکز تحقیقاتی و بخش‌های صنعتی به محصولات، خدمات و فرآیندهای قابل‌عرضه در بازار تبدیل می‌شود. تجاری‌سازی فناوری در قالب اقداماتی چون؛ تطبیق فناوری جهت به‌کارگیری در محیط محصولات تجاری و غیر دفاعی، انتقال فناوری و فروش مالکیت معنوی به سازمان‌ها و مراکز تولیدی-صنعتی دفاعی، حمایت از تیم پروژه مبتنی بر فناوری منتخب جهت ایجاد شرکت زایشی، تعامل با سرمایه‌گذاران خطرپذیر و مراکز رشد و نوآوری در امر تجاری‌سازی فناوری انجام می‌گردد.

علاوه بر این مراحل و گام یک فلش بازخورد از سطح مرحله بالاتر به مرحله اولیه وجود دارد که برای شناسایی قابلیت‌های جدید و طرح‌ریزی مجدد در نظر گرفته شده است. این بازخورد در واقع به این می‌گردد که در میدان عمل در افراد و محققان مراکز تحقیقاتی درگیر در پروژه‌ها و برنامه‌ها ممکن است به مؤلفه‌ها، مسائل و گلوگاه‌های فناوری جدیدی برخورد کنند؛ بنابراین لازم است که اصلاحات و راهبردهای جدیدی در طرح‌ریزی راهبردی فناوری گنجانده شود.

۵ بحث و نتیجه‌گیری

در شرایط کنونی و به جهت ارتقاء سطح بازدارندگی دفاعی و امنیت ملی در مقابل کشورهای ابرقدرت، برنامه‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور از ضروریات مراکز تحقیقات دفاعی بوده و تدوین برنامه‌ها، جهت‌گیری‌ها و هدایت مؤثر پروژه‌های تحقیقاتی جهت خلق و دستیابی به دانش‌های نوین

در مرحله سوم اقدام پژوهی یعنی مرحله اجرا؛ الگوی تدوین شده در سطح مراکز تحقیقاتی دفاعی به صورت عملی بکار گرفته شد تا کارایی الگو به صورت عملی آزمون شود. این تجربه عملی، فرصت بازنگری در الگوی تدوین شده را برای محققان فراهم نمود. در مرحله چهارم اقدام پژوهی یعنی مرحله نظارت و بازنگری؛ بعد از اجرای الگوی طرح ریزی راهبردی فناوری نوظهور دفاعی تدوین شده در مراکز تحقیقاتی دفاعی، مجدداً با تشکیل جلسه کمیته راهبری، الگوی اولیه نظری با الگوی عملیاتی شده مقایسه گردیده و الگوی نظری مورد بازنگری قرار گرفت و الگوی نهایی مورد تأیید خبرگان مراکز تحقیقاتی دفاعی قرار گرفت. بر اساس مقایسه الگوی اولیه با الگوی به کار گرفته شده در مرحله اجرا، هرچند مراحل شش گانه و گام های شانزده گانه اولیه ارائه شده در الگوی اولیه (جدول ۶) مورد تأیید قرار گرفت اما دو تغییر اساسی در آن رخ داد، یکی مربوط به نظام بازخوردگیری الگو، که با رویکرد بازخوردگیری مستمر الگو، فلش بازخورد از سطوح مرحله انتهایی به مراحل اولیه الگو متصل گردید (الگوی نهایی در شکل ۱) و دیگری مربوط به تغییراتی در سطح اقدامات اساسی که در مرحله ارائه الگوی اولیه (جدول ۶)، ارائه گردیده بودند، بود. با اعمال تغییرات مرحله بازنگری، در نهایت مدل نهایی طرح ریزی راهبردی فناوری نوظهور شامل شش مرحله سلسله مراتبی؛ شناسایی نیازهای فناورانه و قابلیت های مورد نیاز، طراحی و توسعه محصول مبتنی بر قابلیت، شناسایی و انتخاب راهکارهای فناورانه، تدوین ره نگاشت کلان فناوری، تدوین برنامه عملیاتی و پایش، حفاظت و پشتیبانی و تجاری سازی فناوری ارائه گردید.

طبقه بندی موجود در الگوی طرح ریزی راهبردی ارائه شده در تحقیق حاضر، اطلاعات مفیدی برای ایجاد و توسعه راهبری فناوری در سازمان های تحقیقاتی دفاعی به عنوان ابزاری برای برنامه ریزی کلان و عملیاتی در اختیار مدیران و سیاست گذاران علم و فناوری در حوزه دفاعی قرار می دهد. در مدل

داشت. اما با توجه به اهمیت این مقوله در صنعت دفاعی، با وجود مدل های مختلف، مدل و مؤلفه های بومی طرح ریزی راهبردی فناوری در حوزه دفاعی، مورد نیاز بود.

در مرحله اول اقدام پژوهی؛ وضعیت موجود مراکز تحقیقاتی در حوزه برنامه ریزی راهبردی فناوری ها توسط محققان مورد بررسی قرار گرفت و با تشخیص مسئله، بررسی ادبیات و مطالعات پیشین در این حوزه به انجام رسید و با تشکیل کمیته راهبری متشکل از مدیران و معاونت های تخصصی، اعضای هیئت علمی درگیر در پروژه های تحقیقاتی دفاعی، جهت ایجاد هم فهمی با مدیران و کارشناسان مربوطه، جلساتی برگزار شد. پس از برگزاری این جلسات و ارائه مطالعات پیشین در این زمینه، اهمیت و ضرورت موضوع به صورت آبشاری در مراکز تحقیقات جریان یافته و بسیار مورد توجه قرار گرفت.

در مرحله دوم اقدام پژوهی یعنی مرحله تدوین الگو؛ با تحلیل مطالعات و مدل های پیشین طرح ریزی راهبردی فناوری و با نظر خبرگان متشکل از ۱۵ نفر مدیران، محققان و اعضای هیئت علمی، یک الگوی جدید طرح ریزی راهبردی فناوری ارائه گردید. در این تحقیق ابتدا مؤلفه و معیارهای مورد نظر از مطالعات نظری پیشین شناسایی شد و سپس از غربالگری فازی برای همگن سازی و بومی سازی مؤلفه های استخراج شده بکار گرفته شد. در مرحله اول خبره سنجی ابتدا پرسشنامه غربالگری به منظور تعیین میزان اهمیت مراحل و گام های طرح ریزی راهبردی مطالعات پیشین در مراکز تحقیقات دفاعی و همچنین پیشنهاد مراحل و گام های جدید به خبرگان ارائه شد. بر اساس نتایج غربالگری ۱۶ مؤلفه نهایی تأیید گردید. با همکاری و مصاحبه گروه کانونی خبرگان، مدل اولیه طرح ریزی راهبردی فناوری نوظهور ارائه گردید. همچنین برای هر کدام از مراحل چندین گام و برای هر گام چندین اقدام مرتبط ارائه گردید.

قابلیت‌های موردنیاز و شناسایی تعیین پیشران‌های داخلی و خارجی در هر دو این تحقیقات موردتوجه قرار گرفته است. به‌طور مثال در مطالعه رضوی و همکاران (۱۳۹۱) نیازمندی‌های فناورانه صنعت/کشور، آگاهی زنجیره صنعت از اهمیت و ابعاد نیازمندی‌های فناورانه، فشار نیروهای پیشران صنعت (سیاسی، اقتصادی و رقابتی)، روندها و محرک‌های کلیدی صنعت و فناوری، نیاز صنعت به همسویی و هم‌افزایی در انجام فعالیت‌های توسعه فناوری و نیاز صنعت به توسعه فناوری‌های موجود و جدید، عواملی می‌باشند که صنعت را به سمت برنامه‌ریزی فناوری سوق می‌دهند.

مقایسه نتایج تحقیق حاضر با مطالعه هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، گارسیا و بری (۱۹۹۷)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، فال و مولر، (۲۰۰۹)، اختیار زاده، (۱۳۸۹)، همایونی‌زاده (۱۳۹۰)، بندریان و همکاران (۱۳۹۱)، سنجرى و غفارى (۱۳۹۰)، رضوی و همکاران (۱۳۹۱)، آراستی و همکاران، (۱۳۹۳)، کیانی فلاورجانی (۱۳۹۳)، وون ایل لی (۲۰۱۳)، هریس و همکاران (۲۰۱۴)، محبعلی زاده (۱۳۹۷)، دهقان نیری و همکاران (۱۳۹۸)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱) نشان می‌دهد که شناسایی و انتخاب فناوری اولویت‌دار در هر یک از این تحقیقات موردتوجه قرار گرفته است. بر اساس نتایج تحقیق و نظر خبرگان در حین انجام مصاحبه در میان مراحل طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور، انتخاب فناوری در مراکز تحقیقاتی دفاعی از نظر راهبردی، زمان، هزینه و تغییر پارادایم و شکل جنگ، اهمیت بالایی دارد. چراکه به دلیل تحریم همه‌جانبه به‌ویژه تحریم فناورانه امکان اکتساب فناوری در قالب خرید و همکاری علمی و فناورانه خیلی کم وجود دارد یا در بیشتر موارد وجود ندارد؛ بنابراین انتخاب نادرست فناوری نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی منجر به هدر رفت زمان و هزینه و از آن‌ها مهم‌تر منجر به ضعف در بازدارندگی دفاعی کشور می‌شود. همچنین

ارائه‌شده تحقیق حاضر با لحاظ کردن طول دوره و زمان‌بندی به‌عنوان یکی از معیارهای اصلی در برنامه‌ریزی راهبردی در قالب بلندمدت (چندساله)، سالانه، ماهانه سعی شد که راهبردها و برنامه‌های کلان به برنامه عملیاتی و اقدامات اجرایی قابل‌رؤیت و برش خورده تبدیل شود. الگوی پیشنهادی طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور مراکز تحقیقاتی دفاعی را می‌توان به‌طور هم‌زمان دارای ویژگی؛ مفهومی بودن، فرایندی بودن و توصیفی-تجویزی بودن دانست. مدل‌های فرایندی به دو گروه توصیفی و تجویزی تقسیم می‌شوند. مدل‌های فرایندی توصیفی به بیان و تحلیل علمی آنچه رخ می‌دهد، می‌پردازند و مدل‌های فرایندی تجویزی به بیان آنچه باید انجام شود همراه با تقدم و تأخر اقدامات، اشاره می‌کند. واحد تشکیل‌دهنده مدل‌های فرایندی، گام‌ها، مراحل و یا اقدامات هستند. همچنین، مدل‌های مفهومی بیشتر به توصیف، تبیین یا پیش‌بینی متغیرها می‌پردازند اما مدل‌های فرایندی برای رسیدن به هدفی مشخص، مجموعه گام‌هایی به‌صورت قدم‌به‌قدم، تجویز می‌کنند (مسعودی فر و همکاران، ۱۴۰۰). مدل ارائه‌شده از آنجاکه طبق رویکرد کیفی به توصیف و تبیین کلی عناصر طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور می‌پردازد، دارای ویژگی مفهومی بودن و از آنجاکه مراحل و گام‌هایی را برای انجام طرح‌ریزی راهبردی فناوری نوظهور ذکر می‌نماید، دارای ویژگی فرایندی بودن است. همچنین از نظر توصیفی یا تجویزی بودن باوجود تبیین و توصیف عناصر و به‌کارگیری رویکرد اقدام پژوهی، الگوی ارائه‌شده بیشتر یک مدل تجویزی (دارای جزئیات و اقدامات در اجرا) محسوب می‌شود.

از نظر معیارها و گام‌ها؛ مقایسه نتایج تحقیق حاضر با مطالعه هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، اختیار زاده، (۱۳۸۹)، بندریان و همکاران (۱۳۹۱)، رضوی و همکاران (۱۳۹۱)، آراستی و همکاران، (۱۳۹۳)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹) نشان می‌دهد که دو معیار شناسایی و تعیین نیازهای فناوری و

در مرحله تدوین ره نگاشت و گام‌های مختص به آن (تعیین و تحلیل ذینفعان و بازیگران فناوری، چشم‌انداز، مأموریت و اهداف کلان، نحوه اکتساب فناوری، تعیین الزامات اجرایی و منابع) نتایج تحقیق حاضر با نتایج فال و مولر (۲۰۰۹)، دهقان نیری، آذر جاویدمیلانی (۱۳۹۸)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱) در هر یک از این تحقیقات موردتوجه قرار گرفته است. همچنین مقایسه نتایج تحقیق حاضر با مطالعه هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، همایونی‌زاده (۱۳۹۰)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۰)، بندریان و همکاران (۱۳۹۱)، سنجر و غفاری (۱۳۹۰)، OECD/IEA (۲۰۱۴)، قاسمی‌نژاد و برادران (۱۳۹۸)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱) نشان می‌دهد که داشتن برنامه مشخص در زمینه حفاظت و پشتیبانی و تجاری‌سازی فناوری در هر یک از این تحقیقات موردتوجه قرار گرفته است. قاسمی نژاد و برادران (۱۳۹۸) اعتقاد دارند که راهبردهای تجاری‌سازی فناوری در صنایع دفاعی و نظامی در چهار دسته توسعه زیرساخت ملی (اصلاح نظام مالکیت معنوی در صنایع نظامی)، توسعه اکوسیستم نوآوری و همکاری با شرکت‌های نوآور و استارت‌آپی، توسعه فناوری دو کاربردی، توسعه انتقال فناوری دسته‌بندی می‌شود.

در تحقیق حاضر گرچه مدل فرآیند طرح‌ریزی راهبردی فناوری بومی مراکز تحقیقاتی دفاعی با گام‌ها و مراحل مستمر و منظمی نشان داده شد و اما فلش بازخورد از سطح مرحله بالاتر به مرحله قبلی وجود دارد که برای شناسایی قابلیت‌های جدید و طرح‌ریزی مجدد در نظر گرفته شده است؛ یعنی در بین مراحل پویایی و روابط رفت و برگشتی وجود دارد. یکی از نکات کلیدی که این الگو بر آن تأکید دارد این است که در واقع طرح‌ریزی راهبردی صحیح فناوری تجسم و تصویرسازی صحیح نیازها، مهارت‌ها و قابلیت‌های فناورانه و انتخاب و به‌کارگیری و محافظت از فناوری در یک سازمان تحقیقاتی محور است. شناسایی فناوری، انتخاب و تعیین استفاده

از نظر معیارهای انتخاب فناوری نوظهور؛ تعیین اثربخشی و قابلیت‌های چندکاره فناوری، تعیین شایستگی فناوری، تعیین امکان‌پذیری و قابلیت توسعه فناوری، تعیین ریسک‌های فناوری، تعیین قابلیت اقتصادی و تجاری فناوری الگوی پیشنهادی تحقیق حاضر با مطالعه هونگی چن و همکاران (۲۰۰۹)، یونگ چی شن و همکاران (۲۰۱۰)، لیزارالد، گنزاراین و زوبیزارتا (۲۰۲۰)، میرباقری، رفیعی آتانی و دشتی (۱۳۹۸) همخوانی بالایی دارد

مقایسه نتایج تحقیق حاضر با مطالعه هکس و مجلوف (۱۹۹۱)، هکس و نو (۱۹۹۲)، پروبرت و همکاران (۲۰۰۳)، نگوین و پی فریزی (۲۰۰۹)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۰)، بندریان و همکاران (۱۳۹۱)، فرتاش و محسنی کیاسری (۱۳۹۹)، رحمانی و نیلفروشان (۱۳۹۹)، لوزانو-نیتو (۲۰۲۰)، کرباسی و همکاران (۱۴۰۱) نشان می‌دهد که تدوین برنامه عملیاتی در هر یک از این تحقیقات موردتوجه قرار گرفته است. در طرح‌ریزی راهبردی فناوری هر یک از اهداف نیاز به یک یا چند راهکار فناورانه دارد که باید اجرا، ارزیابی شوند؛ بنابراین، راهکارهای فناورانه منتخب باید حاوی اطلاعات اضافی مانند اقدامات مختلف در حمایت از یک راهبرد معین، خلاصه‌ای از نتایج آن‌ها، شخص یا افراد مسئول اجرای آن‌ها، زمان گزارش و غیره باشند. اطلاعات موجود در چنین طرحی راهبردی باید ماهیت پویا داشته باشند، زیرا راهکارهای فناورانه با توجه به حوزه‌های مختلف فناورانه تغییر می‌کنند و یک محقق و عضو هیئت‌علمی باید وظیفه حفظ و در صورت نیاز به‌روزرسانی آن را داشته باشد. همان‌طور که یک طرح راهبردی در سطح عملیاتی اجرا می‌شود، بحث‌ها و چالش‌هایی به وجود می‌آید که نیاز به همکاری بیشتر بین مجریان برنامه (مدیران و محققان) دارد. البته این چالش‌ها، رویکردها و راهبردهای فناورانه متفاوت به دلیل منحصربه‌فرد بودن برنامه‌های تحقیقاتی و فناورانه در هر حوزه به وجود می‌آید.

یکپارچه نیاز و قابلیت موردنیاز صنعت به سامانه و زیرسامانه و شناسایی و انتخاب راهبردهای فناورانه عملیاتی قابل پیش و ارزیابی در قالب برنامه و پروژههای کوچک و زمان‌بندی‌شده (بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت) در دستور کار مراکز تحقیقاتی دفاعی قرار گیرد. نقش بازیگران و ذینفعان عملیاتی شدن راهبردهای فناورانه منتخب مشخص گردد. جایگاه طرح‌ریزی راهبردی فناوری در زنجیره تأمین تحقیقات در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها موردبررسی قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌گردد، یک سامانه و نرم‌افزار یکپارچه برای رصد برنامه‌های کلان و عملیاتی و اصلاح مجدد آن‌ها مبتنی بر بازخورد دریافتی از لایه‌های مختلف بازیگران و مجریان برنامه و بخش‌های مختلف طراحی و پیاده‌سازی گردد.

۵٫۲ محدودیت تحقیق و پیشنهاد

تحقیقات آتی

یکی از محدودیت‌ها و چالش‌های که در مراحل انجام این تحقیق وجود داشت، وجود طیف وسیعی از حوزه‌های دانشی و فناوری مراکز تحقیقاتی و سازمان‌های پروژه محور دفاعی و دسترسی به خبرگان از نظر زمانی، برای تکمیل پرسشنامه و مشارکت در گروه کانونی هم‌اندیشی بود. الگوی تحقیق حاضر جهت‌گیری‌های کلان شناسایی و انتخاب و بهره‌گیری از فناوری نوظهور را در مراکز تحقیقاتی دفاعی مشخص نموده است. طرح‌ریزی راهبردی فناوری و برنامه‌های مربوط به آن نباید به‌عنوان کاری اضافی برای رضایت مدیران سازمان در نظر گرفته شوند، بلکه باید به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای ترسیم مسیر تکامل آینده مراکز تحقیقاتی صنعت دفاعی و هر سازمان فناوری محوری در نظر گرفته شود. بنابراین با این نگاه نتایج حاصل از این پژوهش علاوه بر مراکز تحقیقاتی دفاعی برای سایر صنایع و واحدهای تحقیقاتی صنعتی و دانشگاهی نیز می‌توانند مفید و قابل استفاده باشد. ارائه الگو و فرآیند عملیاتی مختص انتخاب فناوری‌های نوظهور دفاعی، بررسی

بهینه از فناوری برای رسیدن به جلب رضایت مشتریان و ذینفعان یک مرکز تحقیقاتی دفاعی در زمان، بودجه و کیفیت برای بسیار مهم است. از این رو همگام‌سازی مدیریت فناوری و مدیریت برنامه‌ها و پروژه‌ها مرتبط به آن برای پایداری هر سازمان و موفقیت پروژه‌ها حیاتی است. طرح راهبردی فناوری به این شکل که با راهبردهای کلی سازمان همسو باشد، می‌تواند به سازمان کمک کند تا تغییرات فناوری و هزینه‌های فناوری را در سال‌های آینده بهتر مدیریت و هدایت کند. پس از تعیین نیازهای فناورانه و قابلیت موردنیاز و شناسایی و انتخاب فناوری اولویت‌دار، برنامه‌ها و اقدامات گام‌به‌گام به اعضای هیئت‌علمی و کارکنان دانشگاهی کمک می‌کند تا فعالیت‌های موردنیاز برای پیشبرد اهداف و مأموریت فناورانه خود را چارچوب‌بندی کنند. به‌طور کلی چالش‌های اساسی در مدیریت راهبردی بیش از آنکه در مرحله تدوین راهبرد باشد، در اجرای راهبردها نهفته است. این به دلیل شکاف بین تدوین و اجرای راهبرد است، یعنی راهبرد به‌اندازه کافی عملیاتی (راهبرد نادرست) تدوین نگشته است. بر همین اساس برای رفع و پوشش این شکاف، الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری‌های نوظهور در مراکز تحقیقاتی دفاعی از طریق همسویی فعالیت‌های این مراکز با نیازهای فناورانه دفاعی بلندمدت (چندساله)، سالانه، ماهانه سعی می‌کند راهبردها و برنامه‌های کلان را به برنامه عملیاتی و اقدامات اجرایی قابل‌رؤیت و برش خورده تبدیل کند.

۵٫۱ پیشنهادات کاربردی

بر اساس نتایج تحقیق، پیشنهاد می‌گردد که الگوی طرح‌ریزی راهبردی فناوری در طرح‌ریزی کلان مراکز، مؤسسات آموزشی و پژوهشی صنعت دفاعی به‌عنوان یک برنامه مستمر گنجانده و اجرا شود. تصویرسازی صحیحی از اقدامات موردنیاز جهت شناسایی قابلیت‌های فناورانه موردنیاز بخش دفاع، چگونگی انتخاب و برنامه عملیاتی و زمان‌بندی در راستای خلق و توسعه آن‌ها انجام گیرد. تبدیل

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از مشارکت صمیمانه همه اساتید، مدیران و کارشناسان مراکز تحقیقاتی و صنعتی دفاعی جهت مشارکت متعهدانه در این پژوهش تقدیر و تشکر به عمل می‌آید. لازم به ذکر است که نویسندگان این مقاله هیچ‌گونه حمایت مالی در راستای انجام این تحقیق، دریافت نکرده‌اند.

پیشران‌های داخلی و خارجی فناورانه و شاخص‌های مربوط به آن در سطح صنعت دفاعی، ارائه الگو و فرآیند عملیاتی مختص تجاری‌سازی فناوری‌های نوظهور دفاع، طراحی مدل زنجیره تأمین تحقیقات و تبیین مؤلفه‌های آن از جمله مهم‌ترین تحقیقات پیشنهادی آتی مبتنی بر نتایج تحقیق حاضر است.

منابع

- Amiri, Hassan, Rahmati, R. & ranjbar, M. (2016). Explaining the Role of Strategic Planning in Future Defense Technology Development. *Military Science and Tactics*, 12(36), 141-163. [In Persian].
- Ahmadian, N. Parsaee, F. Shabani, A. & Ahmadian, N. (2015). Information and communication Technology Strategic Planning for Islamic Azad University using the Balanced Score card. *Future study Management*, 23(4), 27-41. [In Persian].
- Arasti, Mohammad Reza, Akbari Jokar, Mohammad Reza, & Karimpour Kello, Ahmed. (2013). designing a model for integrated and strategic planning of constructible technology groups at the level of a parent company's supply chain network: a case study of Saipa Automotive Group. *Technology Development Management Quarterly*, 2(3), 9-48. [In Persian].
- Arasti, Mohammadreza, & Paknit, Mohammad. (1389). Classification of technological strategy development models based on a process approach. *Science and Technology Policy*, 3(1), 1-15. [In Persian].
- Bandarian, Reza, Bandarian, Mehdi. (2018). the effective model of technology development in research and technology organizations. *Journal of Industry and University*, 17 (5), 27-38. [In Persian].
- Bandarian, Reza, Karimi Dastjardi, Dawood, and Jafar Nejad, Ahmed. (2011). the strategic management model of technology development in research and technology organizations in the oil industry: a case of mixed research. *Science and Technology Policy*, 4(3), 39-56. SID. <https://sid.ir/paper/133140/fa>. [In Persian].
- Bonyadi Naini, Ali, Amir Qudsi, Siros, & Makoui, Ahmed. (2019). Simultaneous selection of technology and its optimal transfer method from the most preferred supplier using the best-worst combined decision-making method and gray network analysis. *Industrial Management Studies*, 18(56), 209-243. [In Persian].
- Dehghan Neiri, Mahmoud, Azar, Adel, & Javed Milani, Shayan. (2018). drawing a technology roadmap using the development approach and analysis of strategic options: Iranian Novin Farms Company. *Management Improvement*, 13(3), 1-22. [In Persian].
- Ebrahimi, Maqbal, Khodadad Hosseini, Azar, and Adel. (2012). 'Designing Technology Strategic Planning Based on Hybrid Intelligence', *Public Management Researches*, 4 (14), pp. 23-39. Doi: 10.22111/jmr.2012.653. [In Persian].
- Ebrahimzadeh, Ahmed, | (2010) the presentation of a pattern for technology strategic planning: technical and soil mechanics laboratory (case study). *Quarterly journal of Industrial Technology Development*, 8(14), ... 49-66 [In Persian].
- Farazi, Abbas, (2018), Presenting the local model of strategic planning in a developing Iranian state university

- (Case study: Neishabur University), PhD dissertation in the field of higher education, development planning, Faculty of Humanities and Social Sciences, April 2018. [In Persian].
- Fartash, Kiaresh, and Mohseni Kiasri, Mustafa. (2019). ranking the implementation measures of the technology roadmap with emphasis on resources and technology acquisition: (a case study of two global roadmaps of electric and hybrid electric vehicles and smart grids). *Innovation management and operational strategies*, (4), 320-346. SID. <https://sid.ir/paper/401651/fa>. [In Persian].
- Ghasminejad, Yasser, & Baradaran, Mohammadsadegh. (2019). commercialization strategies of military technologies; from dual-use technology to innovation ecosystem development. *Innovation Management in Defense Organizations*, 3(1), 1-28. [In Persian].
- Gudarzi, Gholamreza, & Ajjali, Mohammad Mahdi. (1400). Analysis of the future trends of defense technologies in the ten-year horizon. *Defense Future Studies*, 6(23), 37-57. [In Persian].
- Homayonizadeh, Milad (2012), Designing a Roadmap Model for Emerging Technologies, Master's Thesis in Business Management, Strategic Management, Faculty of Industrial Engineering, Khajeh Nasir Toosi University. [In Persian].
- Karbasi, Shirin, Hashemzadeh Khorasgani, Gholamreza, Khamse, Abbas, & Fathi Hafeshjani, Kiyomarth. (1401). A model for developing a 0.4 generation industry technology roadmap with an intelligent management approach in power plant equipment and energy supply industries. *Intelligent Business Management Studies*, 11(41), 189-220. Doi: 10.22054/IMS.2022.66053.2124. [In Persian].
- Kiani Flavarjani, Farhad, 2013, preparation of a technology roadmap for emerging products in the field of electronic warfare in the field of naval battles, the 16th Marine Industries Conference, Bandar Abbas, <https://civilica.com/doc/474146>. [In Persian].
- Mahmudzadeh, E. nekui, F. & jalali nia, S. (2008). Technology Development Strategy Model Based on Global Balance Approach in Developing Countries. *Management Studies in Development and Evolution*, 19(58), 23-54. [In Persian].
- Masudi Far, P. Mossalanejad, A. & Azizi, M. (2022). A Framework for Project Portfolio Strategic Planning by Utilizing Thematic Analysis Method. *Industrial Management Journal*, 13(4), 634-663. doi: 10.22059/imj.2022.332189.1007874. [In Persian].
- Mirbagheri, Seyyed Mohsen, Rafiei Atani, Ataullah, & Dashti, Reza. (2018). Research paper: Introducing a model for methodology, evaluation and technology selection in military research and development projects (case study: one of the military research centers). *Defense Strategy*, 17(4), 149-179. [In Persian].
- Mohibalizadeh, Samaneh (2017),

- development of a road map for the development of regenerative medicine technologies in Iran with action research, master's thesis in the field of technology management - technology transfer, Allameh Faculty of Management and Accounting, Tabatabai University, summer 2017. [In Persian].
- Mortazavi H, Mohammadnejad E, Tabatabaee A. Action research: a way for nursing development in future. North Khorasan University of Medical Sciences 2014; 6 (1):215-221. URL: <http://journal.nkums.ac.ir/article-1-335-fa.html>. [In Persian].
- Navamadeh, Maedeh (2015) presentation of information technology strategic planning model with organizational architecture approach (case study: Arvand Azad Zone), master's thesis in the field of management, industrial management, Khwarazmi University, Faculty of Management. [In Persian].
- Poti Nasibah, Taqwa Mohammadreza. Information technology strategic planning methodology in the power distribution industry with a focus on the information technology infrastructure library. Smart Business Management Studies [Internet]. 2020; 10 (37):1-68. Available from: <https://sid.ir/paper/1030761/fa>. [In Persian].
- Rahimi, A. & Bararnia, M. (2021). Providing a Model for Evaluating and Selecting Innovative Ideas Proposed by Knowledge-based Companies to the Defense Industries. MILITARY MANAGEMENT QUARTERLY, 21(81), 63-94. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17355699.1400.21.81.3.6>. [In Persian].
- Rahmani, Soma, & Nilfroshan, Hadi. (2019). Road map as a tool for regional science and technology planning. Future studies of Iran, 5(1), 1-23. Doi: 10.30479/jfs.2020.9730.1031. [In Persian].
- Razavi, Seyed Mustafa, Arasti, Mohammad Reza, Jafar Nejad, Ahmad, & Mokhtarzadeh, Nima. (2011). Development of a model for technology planning at the industry level. Industrial Management, 4(2), 43-68. Doi: 10.22059/imj.2012.35439. [In Persian].
- Tariq Khalil. (2013), "Technology Management", translator Seyed Mohammad Arabi, Publications: Cultural Research Office, 7th edition. [In Persian].
- Sajdinejad, Arman; Vicarious sense, mysticism; Ganji, Ahmad. (2019), the integrated model of the improved balanced scorecard and the DIMATEL method for evaluating the performance of research institutes and research centers, Approach No. | 78 summer 2019. [In Persian].
- Senjari, Ahmad Reza; Ghaffari, Hojjat (2018), presentation of the information technology strategic plan of Nahaja Education Vice-Chancellor. Military Management Quarterly, 11(42), 43-70. [In Persian].
- Braun (A.V.), Boden (M.) & Zappacosta (M.) (2003) Healthcare Technologies

- Road Mapping: the Effective Delivery of Healthcare in the Context of an Ageing Society (HCTRM). Joint Research Centre/Institute for Prospective Technological Studies – European Science and Technology Observatory (JRC/IPTS-ESTO) Study.
- Chanwoo Cho and S. Lee, "Taxonomy of technology roadmaps in service areas, First International Technology Management Conference, San Jose, CA, USA, 2011, pp. 462-467, doi: 10.1109/ITMC.2011.5996013.
- Duffy, Kevin & Jeyaraj, Anand & Sethi, Vijay & Sethi, Vikram, 2021. "Drivers of information technology choice by individuals, *International Journal of Information Management*, Elsevier, vol. 58(C).
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfo-mgt.2021.102320>.
- Farooq, S. & O'Brien, C. (2012). "A Technology Selection Framework for Integrating Manufacturing within a Supply Chain". *International Journal of Production Research*, 50(11), 2987-3010.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2011.588265>.
- Garcia, M. L. & Bray, O. H. (1997). Fundamentals of technology roadmapping (No. SAND-97-0665). Sandia National Lab. (SNL-NM), Albuquerque, NM (United States).
- Garcia, M. L. & Bray, O. H. (1997). Fundamentals of technology roadmapping (No. SAND-97-0665). Sandia National Lab. (SNL-NM), Albuquerque, NM (United States).
- H. Chen, J. C. Ho and D. F. Kocaoglu, (2009), "A Strategic Technology Planning Framework: A Case of Taiwan's Semiconductor Foundry Industry," in *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 56, no. 1, pp. 4-15, Feb. 2009, doi: 10.1109/TEM.2008.927815.
- Hamzeh, R., & Xu, X. (2019). "Technology selection methods and applications in manufacturing: A review from 1990 to 2017". *Computers & Industrial Engineering*, 138, 106123.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106123>.
- Harris, Mark, Uzunov, Lyubomir, Machajewski, David, Margolis, Jeffrey, Atienza, Roanne, Burns, Kathleen, Woods, Alya Adamany, Scully, Allie, Greenlee, Bob, Cooper, Emily. (2014). the Illinois Science and Technology Roadmap. Illinois Science & Technology Coalition (Full paper), full report is available on <https://www.illinoisinnovation.com/science-technology-roadmap>. 8. Kononiuk, Anna. (2014). Roadmapping as a method enhancing regional development. *Zarzadzanie Publiczne*, 2 (26), 229-238.
- Harris, Mark, Uzunov, Lyubomir, Machajewski, David, Margolis, Jeffrey, Atienza, Roanne, Burns, Kathleen, Woods, Alya Adamany, Scully, Allie, Greenlee, Bob, Cooper, Emily. (2014). the Illinois Science and Technology Roadmap. Illinois Science & Technology Coalition (Full paper), full report is available on <https://www.illinoisinnovation.com/science-technology-roadmap>. 8. Kononiuk, Anna. (2014). Roadmapping as a method

- enhancing regional development. *Zarządzanie Publiczne*, 2 (26), 229-238.
- Hax, A.C. Majluf, N.S. "The Strategy Concept & Process: A Pragmatic Approach" Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991.
- Hax, A.C. No, M. "Linking Technology and Business Strategies: A Methodological Approach and an Illustration" Working Paper, No. 3383-92BPS. 1992.
- IEA (2014), *Energy Technology Roadmaps: A Guide to Development and Implementation*, IEA Technology Roadmaps, IEA, Paris,
<https://doi.org/10.1787/9789264086340-en>.
- Kim, Euiyoung & Chung, Jaewoo & Beckman, Sara & Agogino, Alice. (2016). *Design Roadmapping: A Framework and Case Study of Planning Development of High-Tech Products in Silicon Valley*. V007T06A039. 10.1115/DETC2016-59392.
- Lizarralde, Rafael & Ganzarain, Jaione & Zubizarreta, Mikel. (2020). *Assessment and Selection of Technologies for the Sustainable Development of an R&D Center*. Sustainability. 12.
<https://doi.org/10.3390/su122310087>.
- Lozano-Nieto, A. (2022). Program-level strategic planning for electrical engineering technology programs. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, 59(2), 97-111.
- Martin, L. (2022). Rebalancing in Shared Mobility Systems – Competition, Feature-Based Mode Selection and Technology Choice. In: Trautmann, N., Gnägi, M. (Eds) *Operations Research Proceedings 2021. Lecture Notes in Operations Research*. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-08623-6_6.
- Moehrle, M. G., Isenmann, R., & Phaal, R. (2013). *Technology roadmapping for strategy and innovation. Charting Route to Success*. Berlin al. Springer.
- Morgan, D.L. and Kreuger, R.A. (1993). "When to use focus groups and why" in Morgan D.L. (Ed.) *Successful Focus Groups*. London: Sage
- Nguyen, F., & Frazee, J. P. (2009). Strategic technology planning in higher education. *Performance Improvement*, 48(7), 31-40.
- Phaal, Robert & Muller, G. (2009). An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. *Technological Forecasting and Social Change*. 76. 39-49.
10.1016/j.techfore.2008.03.018.
- Porter, M. E. (1998), [The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance](#). NY: Free Press, 1985. (Republished with a new introduction, 1998)
- Probert, D & Farrukh, Clare & Phaal, R. (2003). Technology Roadmapping-developing a practical approach for linking resources to strategic goals. *Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part B-journal of Engineering Manufacture - PROC INST MECH ENG B-J ENG MA*. 217. 1183-1195.
10.1243/095440503322420115.

- Rotolo, Daniele & Hicks, Diana & Martin, Ben. (2015). What Is an Emerging Technology? *Research Policy*. 44. 1827-1843. 10.1016/j.re
spol.2015.06.006.
- Sayler, Kelley M. (2022)." Emerging Military Technologies: Background and Issues for Congress. Publishing: *Congressional Research Service*". Washington DC. <https://crsreports.congress.gov/>.
- Sayler, Kelley M. (2022). Emerging Military Technologies: Background and Issues for Congress. Publishing: Congressional Research Service. Washington DC.
- Shen, Yung-Chi & Chang, Shu-Hsuan & Lin, Grace & Yu, Hsiao-Cheng. (2010). A hybrid selection model for emerging technology. *Technological Forecasting and Social Change - Technol Forecast Soc Change*. 77. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.05.001>.
- Simon P. Philbin, David Jones, Nigel P. Brandon, Adam D. Hawkes (2014), Exploring Research Institutes: Structures, Functioning and Typology, 2014 Proceedings of PICMET '14: Infrastructure and Service Integration.
- Startus-insights (2024), <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-military-technology-trends-2024/>
- Ulrich Lichtenthaler, (2008),"Opening up strategic technology planning: extended roadmaps and functional markets", *Management Decision*, Vol. 46 Iss 1 pp. 77 - 91.
- <http://dx.doi.org/10.1108/00251740810846752>.
- Varmazyar, M., Dehghanbaghi, M. & Afkhami, M. (2016). A novel hybrid MCDM model for performance evaluation of research and technology organizations based on BSC approach. *Evaluation and Program Planning*, 58, 114-25.
- Vittorio Chiesa. (2001)," R&D Strategy & Organization: Managing Technical Change in Dynamic Contexts", *Imperial College Press* (March 15, 2001). <https://econpapers.repec.org/RePEc:wsi:wsbook:p223>.
- Wei-wei Wu, Da-peng Liang, Bo Yu & Ying Yang, (2010),"Strategic planning for management of technology of China's high technology enterprises", *Journal of Technology Management in China*, Vol. 5 Iss 1 pp. 6 - 25. <https://doi.org/10.1108/17468771011032769>.
- Westbrook, R. (1995), "Action research: a new paradigm for research in production and operations management", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 15 No. 12, pp. 6-20. <https://doi.org/10.1108/01443579510104466>
- Won Il Lee, (2013) "Major Determinants for the Successful Implementation of Technology Roadmap in the Technology Intensive Organization: A Case of Smart Grid Roadmap in Korea," *Journal of Advanced Management Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 112-117, March 2013. Doi: 10.12720/joams.1.1.112-117.