Defense Policy

Identifying and analyzing key driving forces of evolution in future military technologies using fuzzy screening method

Safar Fazli [1]| Khalil Koulivand [2]

1. Professor, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
2. Corresponding Author: PhD student in Futures Studies at Imam Khomeini International University, Qazvin and lecturer at Khatam Al-Anbiya Air Defense University, Tehran, Iran. Email: zflower2010@gmail.com

Volume info

Vol. 34
Series: 132
Autumn 2025
P.P: 77-101

Article Type

Research Paper

Article History

Received:
2024-12-30
Revised:
2025-04-13
Accepted:
2025-04-13
Published:
2026-01-05

ISSN – E-ISSN

ISSN: 2008-6121
E-ISSN: 2645-5218

Abstract

This research aims to identify and analyze the key drivers of future military technology evolution using fuzzy screening. The research type was applied in terms of purpose and descriptive-survey with mixed nature in terms of data collection method. The statistical population consisted of 12 experts in the defense and security fields, and the required information was collected through library studies and semi-structured interviews. In this research, four main categories of drivers were identified, including drivers of technological advances (12 key factors), drivers of geopolitical and security developments (6 key factors), drivers of asymmetry in future wars (6 key factors), and drivers of environmental and climate change (5 key factors). These drivers were analyzed and prioritized using the Yager fuzzy screening method. The results showed that the driver of asymmetry in future wars is of the highest importance. This category includes six key factors: hybrid warfare and unconventional methods, the role of media and cyberspace in future wars, cognitive warfare and countering psychological operations, competition in outer space and satellite technologies, threats from nuclear and biological weapons, and the development of laser weapons and new energies. This research provides a comprehensive analysis of the key drivers of future military technology evolution, helping policymakers and defense managers to adopt appropriate strategies.

Keywords: Key Driving Forces of Change, Key factors, Military Technologies, Futures Studies, Fuzzy Screening.

Cite this Article: Fazli, S., & Koulivand, Kh. (2025). Identifying and analyzing key driving forces of evolution in future military technologies using fuzzy screening method. Scientific Journal of Defense Policy, 34(132), 77-101.

doi : 10.47176/dpj.2025.1798

© Author(s) retain the copyright and full publishing rights

Publisher: Imam Hossein University.

شناسایی و تحلیل پیشران‌های کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی آینده به روش غربالگری فازی

صفر فضلی [۱] | خلیل کولیوند [۲]

۱. استاد دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

۲. نویسنده مسئول: دانشجوی دکترای آینده پژوهی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین و مدرس دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص)، تهران، ایران.

Email: zflower2010@gmail.com

چکیده

این پژوهش با هدف شناسایی و تحلیل پیشران‌های کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی آینده به استفاده از غربالگری فازی انجام شده است. نوع تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش گردآوری داده‌ها، توصیفی-پیمایشی با ماهیت آمیخته بوده است. جامعه آماری شامل ۱۲ نفر از خبرگان حوزه دفاعی و امنیتی بوده که اطلاعات مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته گردآوری شده است. در این پژوهش، چهار دسته پیشران اصلی شناسایی شد که شامل پیشران پیشرفت‌های فناورانه (۱۲ عوامل کلیدی)، پیشران تحولات ژئوپلیتیکی و امنیتی (۶ عوامل کلیدی)، پیشران عدم تقارن در جنگ‌های آینده (۶ عوامل کلیدی) و پیشران تغییرات زیست‌محیطی و اقلیمی (۵ عوامل کلیدی) بودند. این پیشران‌ها با استفاده از روش غربالگری فازی یاگر مورد تحلیل و اولویت‌بندی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که پیشران عدم تقارن در جنگ‌های آینده از بالاترین اهمیت برخوردار است. این دسته شامل شش عامل کلیدی است که عبارت‌اند از: جنگ‌های ترکیبی و روش‌های غیرمتعارف، نقش رسانه‌ها و فضای مجازی در جنگ‌های آینده، جنگ شناختی و مقابله با عملیات روانی، رقابت در فضای بیرونی و فناوری‌های ماهواره‌ای، تهدیدات ناشی از سلاح‌های هسته‌ای و بیولوژیک، و توسعه تسلیحات لیزری و انرژی‌های نوین. این پژوهش با ارائه تحلیل جامع از پیشران‌های کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی آینده، به سیاست‌گذاران و مدیران دفاعی برای اتخاذ راهبردهای مناسب کمک می‌کند.

کلیدواژه‌ها: پیشران‌های کلیدی تحول، عوامل کلیدی، فناوری‌های نظامی، آینده‌پژوهی، غربال‌گری فازی.

استناد: فضلی، صفر، و کولیوند ، خلیل. (۱۴۰۴). شناسایی و تحلیل پیشران‌های کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی آینده به روش غربالگری فازی. فصلنامه سیاست دفاعی، ۳۴(۱۳۲)، ۷۷- ۱۰۱. doi : 10.47176/dpj.2025.1798

© نویسنده(گان) حق نشر و حقوق کامل انتشار را برای خود محفوظ می‌دارند.

ناشر: دانشگاه جام امام حسین(ع).

مقدمه

تحولات سریع و مداوم در فناوری‌های نظامی در دهه‌های اخیر، ماهیت جنگ‌ها و امنیت بین المللی را دگرگون کرده است. فناوری‌های پیشرفته نظیر هوش مصنوعی، رباتیک، بیوتکنولوژی و چاپ سه‌بعدی، عرصه نظامی را به یکی از پیچیده‌ترین و پرچالش‌ترین حوزه‌ها برای تصمیم گیران و پژوهشگران تبدیل کرده‌اند. این تحولات نه‌تنها در طراحی و تولید تسلیحات، بلکه در استراتژی‌ها، تاکتیک‌ها و حتی سیاست‌گذاری‌های کلان امنیتی تأثیرگذار بوده‌اند (Banerjee et al., 2022). با ظهور فناوری‌های جدید، مرزهای میان قدرت‌های نظامی در حال تغییر است، و کشورهای پیشرفته تلاش می‌کنند تا از این ابزارها برای حفظ مزیت رقابتی و برتری استراتژیک خود استفاده کنند (Dağlı & Kösekahyaoğlu, 2021).

یکی از جنبه‌های کلیدی در این حوزه، شناسایی و تحلیل پیشران‌های کلیدی است که تحولات نظامی آینده را شکل می‌دهند. پیشران‌ها شامل عواملی هستند که می‌توانند روندهای آینده را تسریع کرده یا جهت آن‌ها را تغییر دهند. این پیشران‌ها معمولاً شامل توسعه فناوری‌های نوظهور، تغییرات ژئوپلیتیکی، فشارهای زیست‌محیطی، و تحولات اجتماعی-اقتصادی هستند (Elavarasan et al, 2020). شناسایی این پیشران‌ها برای سیاست‌گذاران نظامی، امکان‌پذیری ایجاد استراتژی‌های تطبیقی و افزایش تاب‌آوری در برابر تهدیدات جدید را فراهم می‌آورد.

پیشرفت در فناوری‌های مانند نانوفناوری، توانسته است به تولید مواد پیشرفته برای تسلیحات مقاوم‌تر و سبک‌تر منجر شود. چاپ سه‌بعدی نیز قابلیت تولید تجهیزات نظامی در میدان نبرد را تسهیل کرده است و به کاهش وابستگی به زنجیره‌های تأمین پیچیده کمک می‌کند (Testa et al., 2021). از سوی دیگر، سامانه‌های خودمختار و پهپادهای نظامی که از هوش مصنوعی بهره می‌گیرند، نقش کلیدی در تغییر الگوهای جنگ‌های مدرن ایفا می‌کنند. این سامانه‌ها نه‌تنها هزینه های انسانی را کاهش می‌دهند، بلکه قابلیت تصمیم‌گیری سریع و دقیق در میدان‌های نبرد را فراهم می‌کنند (زمانه قدیم و عباسپور جلالی، ۱۴۰۳).

علاوه بر پیشران‌های فناورانه، عوامل ژئوپلیتیکی مانند رقابت قدرت‌های بزرگ، گسترش نفوذ منطقه‌ای برخی کشورها و ظهور بازیگران غیردولتی با دسترسی به فناوری‌های پیشرفته نیز نقش مهمی در تحول استراتژی‌های نظامی ایفا می‌کنند .به‌طور مثال، رقابت فضایی بین

کشورهای پیشرفته برای تسلط بر زیرساخت‌های ماهواره‌ای نظامی و دفاعی به یکی از حوزه‌های اصلی مناقشات تبدیل شده است (Khan et al, 2022).

با توجه به پیچیدگی و اهمیت این پیشران‌ها، مقاله حاضر با هدف شناسایی و تحلیل این پیشران‌های کلیدی، تلاش می‌کند تا تصویری جامع از روندهای آتی در فناوری‌های نظامی ارائه دهد. این تحقیق با استفاده از روش‌های ترکیبی کیفی و کمی و بهره‌گیری از داده‌های به‌روز و معتبر، به سیاست‌گذاران و محققان کمک می‌کند تا چشم‌اندازی روشن‌تر برای مواجهه با تهدیدات و فرصت‌های آینده در این حوزه ترسیم کنند.

مبانی نظری پژوهش

تاریخچه و تعاریف فناوری‌های نظامی

تاریخچه فناوری‌های نظامی

از ابزارهای ابتدایی مانند نیزه و تیر و کمان تا تسلیحات پیشرفته نظیر بمب‌های اتمی، تاریخ فناوری‌های نظامی مسیری طولانی و پیچیده را طی کرده است. در دوران باستان، نوآوری‌هایی مانند ارابه‌های جنگی و دیوارهای دفاعی تأثیر زیادی بر نبردهای نظامی داشتند. در قرون وسطی، کشف باروت منجر به توسعه توپخانه و تسلیحات گرم شد که نقش کلیدی در جنگ‌های منطقه‌ای و جهانی ایفا کردند (قاسمیان صاحبی و همکاران، ۱۴۰۰). با ورود به دوران مدرن، انقلاب صنعتی تولید انبوه تسلیحات پیشرفته‌ای مانند کشتی‌های زرهی و سلاح‌های خودکار را ممکن ساخت. جنگ‌های جهانی اول و دوم زمینه‌ساز استفاده گسترده از فناوری‌های جدید از جمله تانک، هواپیماهای جنگی و سلاح‌های شیمیایی شد. در دوره جنگ سرد، رقابت تسلیحاتی به پیشرفت‌های قابل توجهی در موشک‌های بالستیک، زیردریایی‌های هسته‌ای و فناوری فضایی منجر شد (یدالهی، ۱۳۹۹).

تعریف فناوری‌های نظامی

فناوری‌های نظامی به تمامی سیستم‌ها، ابزارها و فرایندهایی اطلاق می‌شود که برای افزایش توان دفاعی و تهاجمی طراحی شده‌اند. این فناوری‌ها می‌توانند شامل تسلیحات فیزیکی، سامانه‌های

ارتباطی، و نرم‌افزارهای پیشرفته برای مدیریت داده‌های جنگی باشند. امروزه، فناوری‌های سایبری و هوش مصنوعی در دهه اخیر به شدت در حوزه نظامی مورد توجه قرار گرفته‌اند (Rossiter, 2023).

پیشران‌های کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی

پیشرفت‌های فناورانه به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی و رباتیک تأثیر چشم‌گیری بر توسعه فناوری‌های نظامی داشته است. ظهور پهپادهای خودمختار و سیستم‌های تسلیحاتی مبتنی بر هوش مصنوعی از جمله مثال‌های بارز این روند هستند. این فناوری‌ها امکان اجرای حملات دقیق‌تر و کاهش آسیب به نیروهای انسانی را فراهم می‌کنند (Rojas-Perez & Martínez-Carranza, 2021). همچنین رقابت اقتصادی بین قدرت‌های جهانی به سرمایه‌گذاری‌های کلان در تحقیق و توسعه فناوری‌های نظامی منجر شده است. در مقطع کنونی، بودجه نظامی ایالات متحده در سال ۲۰۲۴ به بیش از ۸۰۰ میلیارد دلار رسیده است که بخش عمده‌ای از آن به فناوری‌های پیشرفته اختصاص یافته است (ملکی عزین آبادی و جمالی، ۱۴۰۳).

عرصه تحولات ژئوپلیتیکی و افزایش تهدیدات منطقه‌ای نیز در عصر حاضر کشورها را به سرمایه‌گذاری بیشتر در سیستم‌های پیشرفته دفاعی ترغیب کرده است. رقابت بین ایالات متحده، چین و روسیه در حوزه نظامی و تسلیحاتی نمونه‌ای از این روند است (Grant & Montoya, 2020). ضمن اینکه تحولات اجتماعی و ملاحظات اخلاقی نیز بر فناوری‌های نظامی تأثیرگذار هستند. ضمن اینکه نگرانی‌های جهانی در مورد استفاده از ربات‌های جنگی منجر به بحث‌های گسترده‌ای درباره مسئولیت‌پذیری و قوانین بین‌المللی شده است (موسوی فرد و همکاران، ۱۴۰۳).

عوامل تأثیرگذار بر تحول فناوری‌های نظامی

توسعه الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌های میدان جنگ و پیش‌بینی رفتار دشمن از عوامل کلیدی پیشرفت فناوری‌های نظامی محسوب می‌شود. همچنین، استفاده از چاپ سه‌بعدی در تولید تسلیحات، کاهش هزینه‌ها و افزایش سرعت تولید را به همراه داشته است (Shandilya et al, 2022). علاوه بر این‌ها رقابت‌های تسلیحاتی و همکاری‌های نظامی بین‌المللی تأثیرات قابل‌توجهی بر تحولات فناوری‌های نظامی دارند. نمونه این موضوع، پروژه‌های مشترک ناتو برای توسعه سامانه‌های پیشرفته دفاعی است (ایجابی و همکاران، ۱۴۰۲).

ضمن اینکه تهدیدات نوظهور مانند جنگ‌های سایبری و حملات هیبریدی، ارتش‌ها را به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته‌تر سوق داده است. به‌طور خاص، سیستم‌های تحلیل داده‌های کلان و پیش‌بینی حملات سایبری از ابزارهای کلیدی در مدیریت چالش‌های عملیاتی هستند (Clarke, 2021).

ابعاد و مؤلفه‌های اصلی تحول در فناوری‌های نظامی آینده

ابعاد و مؤلفه‌های تحول در فناوری‌های نظامی آینده شامل تغییرات گسترده در سیستم‌ها، روش‌ها، و فناوری‌های پیشرفته است که به‌طور مستقیم بر استراتژی‌ها و تاکتیک‌های نظامی تأثیر می‌گذارند.

تسلیحات هوشمند و خودمختار

تسلیحات هوشمند و خودمختار یکی از بزرگ‌ترین پیشرفت‌ها در فناوری نظامی محسوب می‌شوند که تأثیرات عمیقی بر میدان‌های جنگی آینده خواهند داشت. از نمونه این تسلیحات پهپادهای پیشرفته با کاربردهای نوین را می‌توان نام برد. پهپادها از ابزارهای شناسایی ساده به تسلیحات پیچیده‌ای تبدیل شده‌اند که به‌صورت خودمختار قادر به شناسایی و نابود کردن اهداف هستند. در مقطع کنونی، پهپادهای نظامی مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند بدون دخالت مستقیم انسان عملیات‌های پیچیده را انجام دهند (شریف‌زاده و همکاران، ۱۴۰۳).

همچنین ربات‌های زمینی و دریایی، که با فناوری‌های پیشرفته مانند یادگیری ماشینی تقویت شده‌اند، در عملیات‌هایی مانند خنثی‌سازی مین، شناسایی دشمن، و ارائه پشتیبانی لجستیکی نقش کلیدی ایفا می‌کنند. این ربات‌ها با کاهش نیاز به نیروی انسانی در محیط‌های خطرناک، هزینه‌ها و تلفات انسانی را کاهش می‌دهند (Brantner & Khatib, 2021). از سوی دیگر سیستم‌های خودمختاری که بر اساس هوش مصنوعی طراحی شده‌اند، قابلیت تصمیم‌گیری در زمان واقعی دارند. این سیستم‌ها می‌توانند در شرایط غیرمنتظره بهینه‌ترین تصمیمات را بگیرند و موجب افزایش کارایی عملیات شوند (Aracri et al, 2021 و احمدی و همکاران، ۱۴۰۲).

جنگ‌های سایبری و امنیت دیجیتال

با افزایش وابستگی به فناوری‌های دیجیتال، جنگ‌های سایبری به یکی از ابعاد کلیدی میدان‌های جنگ مدرن تبدیل شده‌اند. حملات سایبری پیشرفته می‌تواند زیرساخت‌های حیاتی دشمن مانند

شبکه‌های ارتباطی، سیستم‌های انرژی و شبکه‌های نظامی را مختل کنند. این حملات با هدف کاهش توان نظامی دشمن و اختلال در تصمیم‌گیری طراحی می‌شوند (Duo et al, 2022). کشورها با توسعه سیستم‌های امنیت سایبری مبتنی بر هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های بزرگ، توانایی مقابله با حملات سایبری را افزایش داده‌اند. این فناوری‌ها می‌توانند حملات را پیش‌بینی و اثرات آنها را کاهش دهند (جویبان و حسینی، ۱۴۰۳).

ترکیب حملات سایبری با عملیات‌های نظامی سنتی یک رویکرد هیبریدی ایجاد کرده است که در آن دشمنان از ابزارهای متنوعی برای دستیابی به اهداف استراتژیک استفاده می‌کنند. این نوع جنگ‌ها، به دلیل پیچیدگی و عدم تقارن، چالش‌های جدیدی را برای امنیت بین‌المللی ایجاد کرده‌اند (Li et al, 2022).

هوش مصنوعی و داده‌های کلان در تصمیم‌گیری نظامی

استفاده از هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان در حوزه نظامی باعث تحول در برنامه‌ریزی، تحلیل و تصمیم‌گیری می‌شود. فناوری‌های تحلیل داده‌های کلان به ارتش‌ها کمک می‌کنند تا اطلاعات دریافتی از سنسورها، پهپادها، و دیگر منابع را در زمان واقعی پردازش و تحلیل کنند. این فناوری‌ها برای شناسایی تهدیدات و پیش‌بینی رفتار دشمن بسیار مفید هستند (Szabadföldi, 2021 و احمدی و همکاران، ۱۴۰۲).

الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، سیستم‌های تصمیم‌گیری خودکار را بهبود بخشیده‌اند. این سیستم‌ها می‌توانند شرایط پیچیده میدان نبرد را تحلیل و به فرماندهان پیشنهادات استراتژیک ارائه دهند (نظری، ۱۴۰۳). هوش مصنوعی می‌تواند الگوهای رفتاری دشمن را با تحلیل داده‌های تاریخی و اطلاعات فعلی شناسایی کند. این توانایی به ارتش‌ها کمک می‌کند تا استراتژی‌های دفاعی و تهاجمی دقیق‌تری را اجرا کنند (Scharre, 2019).

پیشینهٔ پژوهش

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و تحلیل پیشران‌های کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی آینده، به بررسی پیشینه علمی و تحقیقاتی موجود پرداخته است. این بررسی شامل تحلیل مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با تحولات فناورانه در حوزه نظامی است تا با مقایسه یافته‌های پیشین، ابعاد

مختلف موضوع روشن‌تر شود. در ادبیات داخلی، پژوهش‌هایی که به روندهای کلی فناوری و نوآوری پرداخته‌اند، می‌توانند از جنبه‌های نظری و روش‌شناختی به غنای تحقیق کمک کنند. هرچند بسیاری از این مطالعات بر مسائل خاص منطقه‌ای یا کاربردهای محدود متمرکز هستند، رویکردهای پیشنهادی آن‌ها در زمینه شناسایی پیشران‌ها و تحلیل روندهای نوظهور در حوزه فناوری‌های پیشرفته، می‌توانند برای این تحقیق راهگشا باشند. در منابع خارجی، ادبیات غنی‌تری در خصوص فناوری‌های نوظهور نظامی و آینده‌پژوهی این حوزه وجود دارد. مقالات منتشرشده در مجلات معتبر و گزارش‌های سازمان‌های تحقیقاتی برجسته، مانند موسسه رَند[1] و مؤسسه مطالعات دفاعی و امنیتی[2]، به تحلیل پیشران‌های کلیدی از جمله هوش مصنوعی، تسلیحات خودمختار، جنگ‌های سایبری و بیوتکنولوژی پرداخته‌اند. این منابع به‌طور خاص به نقش این پیشران‌ها در شکل‌دهی به آینده جنگ‌ها و تحولات استراتژیک جهانی اشاره داشته‌اند.

برای غنای پژوهش حاضر، مطالعاتی که به موضوعاتی مشابه یا نزدیک پرداخته‌اند، با دقت انتخاب و تحلیل شده‌اند. این منابع شامل تحلیل روندهای تاریخی، عوامل تأثیرگذار بر تحولات فناورانه و چالش‌ها و فرصت‌های پیش‌روی نظام‌های دفاعی هستند. بررسی این پیشینه نشان می‌دهد که شناسایی و تحلیل پیشران‌های کلیدی، نیازمند توجه به عوامل چندگانه‌ای همچون توسعه فناوری، تغییرات محیطی و الزامات نوآوری نظامی است. ترکیب یافته‌های مطالعات داخلی و خارجی، زمینه‌ساز طراحی چارچوب تحلیلی منسجم برای پژوهش حاضر بوده و به شناسایی شکاف‌های تحقیقاتی کمک کرده است. این پیشینه علمی، مبنای محکمی برای درک بهتر پیشران‌های تحول در فناوری‌های نظامی آینده فراهم می‌کند.

جدول ۱. بررسی پیشینه‌های مرتبط با موضوع

نویسنده/ نویسندگان (سال پژوهش)	عنوان پژوهش	روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
راسکا[3] (۲۰۲۰)	موج ششم: اختلال در امور نظامی؟	توصیفی - تحلیلی	محقق عنوان می‌کند که انقلاب در امور نظامی، مفاهیم، فرآیندها و بحث‌های آن، از دهه ۱۹۸۰ در پنج موج تکامل یافته است. با این حال، هیچ یک از آنها به طور کامل به نتایج مورد نظر خود دست

1. RAND Corporation
2. IISS
3. Raska

نویسنده/ نویسندگان (سال پژوهش)	عنوان پژوهش	روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
			نیافته‌اند، زیرا موقعیت‌های آن‌ها از فناوری‌های موجود، منابع بودجه و قابلیت‌های عملیاتی یک دوره خاص فراتر نرفت. این پژوهش استدلال می‌کند که موج جدید تحولات فناوری‌های نظامی مبتنی بر هوش مصنوعی در مسیرها و الگوهای انتشار سیاسی، استراتژیک، فناوری و عملیاتی متفاوت قرار گرفته تا تغییرات نظامی قابل توجهی را در خطوط ژئوپلیتیکی تعیین کند.
فینلان۱ (۲۰۲۱)	شکل جنگ آینده: چشم‌انداز سوئدی ۲۰۲۰–۲۰۴۵	بررسی موردی زمینه‌ای	این تحقیق شکل جنگی را که طی بیست و پنج سال آینده از دیدگاه سوئدی رخ خواهد داد، بررسی می‌کند. این تحقیق یک کاوش آزمایشی از سه جنبه (هوش مصنوعی، سکوهای خودمختار و میدان نبرد آینده: سطح سرباز) ارائه می‌دهد که در چارچوب محیط‌های سنتی هوا، زمین و دریا قاب‌بندی شده‌اند تا معنای آن‌ها را برای سوئد و جنگ آینده بررسی کند.
نیستورسکو۲ (۲۰۲۴)	مهمات سرگردان (تغییردهنده بازی احتمالی در جنگ آینده)	توصیفی – تحلیلی	محقق معتقد است در حالی که ماهیت جنگ ثابت می ماند، مهم است که اذعان کنیم که ویژگی آن به دلیل تأثیر فناوری های جدید و سیستم های تسلیحاتی در حال تکامل است. مهمات سرگردان که با نام‌های «پهپادهای کامیکازه» یا «پهپادهای انتحاری» نیز شناخته می‌شوند، سلاح‌های جدید و همه‌کاره‌ای هستند که به طور فزاینده‌ای در رویارویی‌های نظامی متعارف و غیرمتعارف استفاده می‌شوند. سازمان های نظامی علاقه فزاینده ای به فرصت ها و مزایای استفاده از این قابلیت های جدید نشان می دهند
دهقانی فیروزآبادی و همکاران (۱۴۰۲)	پیشران های سیاسی و امنیتی نظام بین الملل تا	روش آینده‌پژوهی و تکنیک سناریونویسی	بررسی نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مهم‌ترین پیشران‌های تأثیرگذار بر شکل‌گیری آینده محیط بین‌المللی در عرصه‌های سیاسی و امنیتی تا سال

1. Finlan
2. Nistorescu

نویسنده/ نویسندگان (سال پژوهش)	عنوان پژوهش	روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
	سال ۲۰۳۰ و سناریوهای پیش روی ایران		۲۰۳۰ شامل نقش‌آفرینی چهره‌های جدید قدرت، ظهور جنگ‌های ترکیبی، افزایش بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، رشد بی‌ثباتی‌های منطقه‌ای، تقویت تأثیرگذاری بازیگران آشوب‌زا، و افزایش سرمایه‌گذاری‌های نظامی است. این عوامل به طور قابل توجهی بر ساختار قدرت و امنیت جهانی اثر خواهند گذاشت و آینده این حوزه‌ها را شکل می‌دهند.
قاضی‌زاده فرد و علی دادی (۱۳۹۹)	معرفی و اولویت‌بندی متغیرهای کلیدی راهبردی دیدبانی تحولات محیطی در حوزه نظامی، دفاعی و امنیتی در نیروهای مسلح ج.ا.ایران	تحلیل شبکه‌ای	نتایج پژوهش نشان می‌دهد که متغیرهای راهبردی کلیدی برای تحول در حوزه نظامی و امنیتی شامل امنیت پایدار از طریق استفاده و توسعه ظرفیت‌های مردمی در بخش‌های نظامی و دفاعی، اقتدار نظامی و توان بازدارندگی نیروهای مسلح در برابر تهدیدات دشمنان، و توانمندی‌های چندگانه در حوزه‌های فضایی، هوایی، زمینی، دریایی، سایبری و پدافند غیرعامل است.
مصدق و همکاران (۱۴۰۲)	پیشران‌های اقتصاد سیاسی مؤثر بر قدرت نظامی جمهوری اسلامی ایران	تجزیه‌وتحلیل داده‌های کیفی مبتنی بر روش تحلیل مضمون	یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که اقتصاد سیاسی داخلی بیشترین تأثیر را بر قدرت نظامی ایران دارد. پیشران‌های اصلی به ترتیب اهمیت شامل جغرافیا و منابع استراتژیک، دولت رانتیر، مجتمع‌های نظامی–صنعتی، ارکان قدرت سیاسی، روابط خارجی، استراتژی ژئوپلیتیکی، نظم وستفالی، شوک‌های نفتی، نظم آنارشیک، تجارت خارجی، دیپلماسی دفاعی، نظم لیبرال، جهانی‌شدن و تحریم‌های بین‌المللی هستند. همچنین، ابعاد قدرت نظامی که تحت تأثیر اقتصاد سیاسی قرار دارند به ترتیب شامل هزینه‌های نظامی، تجهیزات و فناوری، دیپلماسی دفاعی، نیروی انسانی، فرماندهی و مدیریت و ساختار سازمانی هستند.

بررسی پیشینه‌های مرتبط نشان می‌دهد که پیشران‌های کلیدی تحول در حوزه نظامی و امنیتی تحت تأثیر عواملی متنوع و پیچیده قرار دارند. در سطح بین‌المللی، عواملی مانند نقش‌آفرینی قدرت‌های نوظهور، ظهور جنگ‌های ترکیبی، پیشرفت فناوری‌های نوین، بی‌ثباتی‌های منطقه‌ای، و سرمایه‌گذاری‌های نظامی نقش مؤثری در شکل‌دهی به آینده محیط امنیتی جهانی ایفا می‌کنند. در سطح ملی، اقتصاد سیاسی داخلی به‌عنوان مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر قدرت نظامی شناخته می‌شود، که از طریق عواملی نظیر جغرافیا، منابع استراتژیک، دولت رانتی، مجتمع‌های نظامی-صنعتی و استراتژی‌های ژئوپلیتیکی بر ساختار و توان نظامی اثر می‌گذارد. این پیشینه‌ها نشان می‌دهند که تحولات نظامی آینده نه تنها تحت تأثیر فناوری‌های نوظهور و استراتژی‌های نظامی-امنیتی است، بلکه وابسته به عوامل اقتصادی، سیاسی و ژئوپلیتیکی نیز می‌باشد. جمع‌بندی این مطالعات، چارچوبی برای تحلیل عمیق‌تر و طراحی سیاست‌های آینده‌نگر در حوزه نظامی و امنیتی فراهم می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی، از نظر گردآوری داده‌ها توصیفی – پیمایشی و از نظر ماهیت آمیخته (کمی - کیفی) است. پژوهش از منظر فلسفی بر مبنای رویکرد پراگماتیسم طراحی شده که بر ترکیب روش‌های کمی و کیفی تأکید دارد و هدف آن ارائه بینشی عملی برای تحلیل و شناسایی پیشران‌های تحول در فناوری‌های نظامی آینده است. گردآوری داده‌ها اولیه با استفاده از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان حوزه نظامی، فناوری و امنیتی و داده‌های ثانویه از طریق مرور مقالات، گزارش‌های پژوهشی و اسناد راهبردی مرتبط انجام گردید. جامعه آماری شامل ۱۲ خبره حوزه نظامی، فناوری‌های نوظهور و امنیت ملی شامل اساتید دانشگاهی، پژوهشگران و مدیران ارشد نظامی بود. پایایی با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برای پرسش‌نامه و روش بازآزمایی برای مصاحبه‌ها بررسی شد که مقدار آلفای کرونباخ ۰/۸۳ به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی مناسب ابزار جمع‌آوری است. پس از شناسایی عوامل کلیدی و پیشران‌ها، با استفاده از روش غربال‌گری فازی[1] عوامل کلیدی و به تبع آن‌ها پیشران‌های کلیدی شناسایی و اولویت‌بندی شدند.

1 Fuzzy Screening

سؤالات پژوهش

۱- پیشران‌های کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی آینده کدام‌اند؟

۲- عوامل کلیدی ناشی از پیشران‌های تحول آفرین در فناوری‌های نظامی آینده کدام‌اند؟

یافته‌های پژوهش

همانگونه که در بخش روش‌شناسی عنوان شد، فرآیند گردآوری داده‌ها از طریق مصاحبه و مرور اسناد و مدارک حاصل گردید. از این رو بر اساس تحلیل محتوای مصاحبه‌ها و مطالعات کتابخانه‌ای ۴ دسته پیشران کلیدی و ۲۹ عامل کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی آینده به شرح جدول (۲) احصاء گردید. در این مرحله به هر پیشران و عامل کلیدی یک کد نیز جهت انجام محاسبات کمی مربوط به غربال‌گری فازی اختصاص یافت.

جدول ۲. عوامل و پیشران‌های کلیدی تحول در فناوری‌های نظامی آینده

پیشران‌ها	دسته عوامل کلیدی
پیشران پیشرفت‌های فناورانه (Ti)	توسعه و تحول در هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی (T1)؛ گسترش اینترنت اشیاء در حوزه نظامی و ایجاد شبکه‌های پیچیده از دستگاه‌های هوشمند (T2)؛ افزایش شفافیت، امنیت و تمرکززدایی در تراکنش‌ها بر پایه بلاک‌چین (T3)؛ دسترسی آسان به منابع محاسباتی و ذخیره‌سازی اطلاعات در مقیاس بزرگ با استفاده از رایانش ابری (T4)؛ تسریع ارتباطات پرسرعت و کم‌تأخیر با استفاده از G5 (T5)؛ افزایش کارایی و دقت با رباتیک پیشرفته و اتوماسیون (T6)؛ رشد فناوری‌های پهپادها و هواپیماها (T7)؛ فناوری‌های نانو و مواد پیشرفته در قابلیت‌های تسلیحاتی و محافظتی (T8)؛ چاپ سه بعدی و امکان تولید سریع قطعات نظامی در میدان نبرد (T9)؛ ایجاد نیروهای مقاوم‌تر از طریق تقویت بیولوژیکی (T10)؛ بکارگیری فناوری‌های واقعیت افزوده و واقعیت مجازی در شبیه‌سازی میدان نبرد (T11)؛ کاربرد فناوری‌های کوانتومی برای رمزنگاری اطلاعات، شبیه‌سازی و افزایش سرعت پردازش داده‌ها و قدرت تحلیل (T12)
پیشران تحولات ژئوپلیتیکی و امنیتی (GSi)	افزایش تنش‌های منطقه‌ای و جهانی (GS1)؛ گسترش قدرت‌های نظامی نوظهور و منطقه‌ای (GS2)؛ تغییرات در توافقات و معاهدات امنیتی بین‌المللی، مانند قراردادهای کنترل تسلیحات، تحریم‌ها و پیمان‌های دفاعی (GS3)؛ رقابت ابرقدرت‌ها در زمینه‌های فناوری نظامی و استراتژی‌های ژئوپلیتیکی (GS4)؛ تغییر در نظم جهانی (GS5)؛ تغییرات

پیشران‌ها	دسته عوامل کلیدی
	در توازن قدرت نظامی میان کشورهای مختلف و تهدیدات امنیتی ناشی از تغییرات (GS6)
پیشران عدم تقارن در جنگ‌های آینده (FWi)	جنگ‌های ترکیبی و استفاده از روش‌های غیرمتعارف (FW1)؛ ایجاد فضاهای رقابتی جدید از طریق رسانه‌ها، فضای مجازی و جنگ‌های اطلاعاتی در شکل‌دهی به جنگ‌های آینده (FW2)؛ جنگ شناختی و توسعه سامانه‌های مقابله با عملیات روانی و شناختی دشمن (FW3)؛ رقابت برای تسلط بر فضای بیرونی به‌ویژه در زمینه فناوری‌های ماهواره‌ای و قابلیت‌های دفاعی در فضا (FW4)؛ استفاده از سلاح‌های هسته‌ای و بیولوژیک و تهدیدات ناشی از آنها (FW5)؛ گسترش سلاح‌های فوق‌پیشرفته لیزری و تسلیحات انرژی‌های نوین (FW6)؛
پیشران تغییرات زیست‌محیطی و اقلیمی (Ei)	تأثیر تغییرات اقلیمی بر میدان نبرد و نیاز به توسعه تسلیحات و تجهیزات مقاوم در برابر شرایط محیطی نامطلوب (E1)؛ کمبود منابع طبیعی و افزایش رقابت برای منابع (E2)؛ تغییرات زیست‌محیطی و تأثیرات منفی آن بر سلامت نیروهای نظامی (E3)؛ افزایش مهاجرت‌های اجباری ناشی از تغییرات اقلیمی (E4)؛ تأثیر تغییرات اقلیمی بر استراتژی‌های نظامی (E5)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از انجام ۹ مصاحبه و عدم تولید داده جدید، عملاً اشباع نظری داده‌ها حاصل شد. سپس شناسایی اولی‌ترین پیشران کلیدی با استفاده از غربال‌گری فازی انجام گردید. برای این مهم با استفاده از نظر خبرگان مهمترین پیشران کلیدی شناسایی گردید. فرآیند این محاسبات به شرح زیر است.

غربالگری فازی که برای اولین بار توسط یاگر[1] (۱۹۹۳) ابداع گردید، دارای فرایند دو مرحله‌ای است. اولین مرحله این است که از هر فرد خبره درخواست می‌گردد علاوه بر مشخص کردن اهمیت معیارها که ممکن است پیشران، عامل کلیدی یا هر معیار دیگری باشد ارزیابی خود را نیز از آن گزینه ارائه نماید. این ارزیابی شامل رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس عوامل مختلف خواهد بود. در مرحله دوم ارزیابی افراد خبره و صاحب نظر با یکدیگر ادغام شده تا یک ارزش واحد برای هر پیشران کلیدی به دست آید. این ارزیابی واحد می‌تواند به عنوان راهنما برای آینده آن موضوع قلمداد شود (Yager, 1993).

1 Yager

این روش مبتنی بر پنج گام اساسی است. این تکنیک تلاش می‌کند تا m گزینه را از بین n معیار که می‌تواند پیشران کلیدی، عامل کلیدی، سناریو و ... باشد، توسط k نفر خبره به‌گونه‌ای انتخاب نماید که بر اساس داده‌های اصلی در فرم پرسشنامه خبرگی و در حالت خوش‌بینانه بر اساس عملکرد ماکزیمم و در حالت بدبینانه بر اساس نقیض آن یعنی مینیمم نظرات خبرگان عمل نموده و در نهایت بر اساس دو رویکرد خوش‌بینانه و بدبینانه نظرات را یکپارچه می‌نماید (Zarezadeh et al, 2024).

مراحل انجام این روش به این صورت است:

در گام نخست ماتریس ارزش‌گذاری ($I_k(q_i)$) پیشران‌های کلیدی تشکیل می‌گردد (رابطه (۱)) (Chiang & Chen, 2024).

$$I_k(q_i) = I_{kj} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه i تعداد پیشران‌های کلیدی، j تعداد عوامل کلیدی، k تعداد خبرگان، q تعداد فضای کیفی و کلامی است که منظور واژه‌هایی است که جهت مقایسه نظرات از آن الفاظ کیفی استفاده می‌شود و لزوماً بایستی تعداد آنها فرد باشد. فضای کیفی را با S_i یا S_j نشان می‌دهند. اگر i>j باشد، در این صورت S_i بر S_j ارجحیت دارد یعنی رابطه (۲) برقرار است (shiroody & mokaramipor, 2023):

$$S_i \geq S_j \quad \text{رابطه (۲)}$$

با توجه به رابطه (۲) روابط (۳) و (۴) برقرار خواهد بود (elhami taleshmikaeil et al, 2024):

$$Max(S_i, S_j) = S_i \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$Min(S_i, S_j) = S_j \quad \text{رابطه (۴)}$$

با توجه به اینکه در این پژوهش رویکرد فازی مدنظر قرار گرفته اصطلاحات فضای کیفی برابر طیف یاگر ۹ تایی به شرح جدول (۳) تعریف می‌شود (Rangriz et al, 2019):

جدول ۳. اصطلاحات فضای کیفی منطبق با طیف پیشنهادی یاگر

کدگذاری فضای کیفی	مخفف	ارزش زبانی
S9	P	Perfect

کدگذاری فضای کیفی	مخفف	ارزش زبانی
S8	VH	Very High
S7	H	High
S6	RH	Relatively High
S5	M	Medium
S4	L	Low
S3	RL	Relatively Low
S2	VL	Very Low
S1	N	None

در این مرحله از خبرگان خواسته شد تا بر اساس جدول فوق نسبت به چهار دسته پیشران کلیدی نظرات خود را مبنی بر این اصل که ارزیابی آنها نسبت به هر پیشران کلیدی به میزان اثر ایجاد تحول پیشران در فناوری‌های نظامی آینده برای تشکیل ماتریس ارزش‌گذاری پیشران کلیدی (I_{kj}) و ترجیحات خبرگان بر اساس میزان اهمیت و اولویت آن در ایجاد تحول نسبت به فناوری‌های نظامی آینده برای تشکیل ماتریس ترجیحات (P_{ikj}) اعلام نمایند.

ماتریس ترجیحات بر اساس رابطه (۵) تشکیل می‌گردد:

$$P_{ik}(q_j)=P_{ikj} \quad \text{رابطه (۵)}$$

ماتریس ارزش‌گذاری پیشران کلیدی بر اساس نظرات خبرگان به شرح جدول (۴) است.

جدول۴. ماتریس ارزش‌گذاری پیشران کلیدی بر اساس نظرات خبرگان

k / j	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
T_i	H	VH	P	M	RH	H	VH	H	H	VH	P	VH
GS_i	M	L	H	RL	H	VH	M	M	H	H	RH	M
FW_i	L	H	M	H	M	H	VH	M	RL	H	M	VH
E_i	VL	L	RL	L	M	VL	L	H	M	M	RL	RL

ماتریس ترجیحات خبرگان برای پیشران‌های کلیدی با توجه به میزان اهمیت و اولویت عوامل در ایجاد تحول نسبت به فناوری‌های نظامی آینده با توجه به نظرات صاحب‌نظران تنظیم می‌گردد (جدول (۵)).

جدول ۵. ماتریس ترجیحات خبرگان برای پیشران‌های کلیدی با توجه به سه معیار

i	k / j	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
اهمیت و اولویت	T_i	H	VH	P	M	RH	VH	VH	H	P	VH	P	VH
	GS_i	M	RL	VH	RL	RH	VH	M	H	RH	H	VH	RH
	FW_i	M	H	VH	H	H	H	VH	M	RL	H	RH	H
	E_i	M	L	RL	M	M	VL	RL	H	M	M	RL	L

گام سوم غربال‌گری فازی، ادغام حالت‌های خوش‌بینانه و بدبینانه دیدگاه‌های خبرگان نسبت به پیشران‌های کلیدی است که از روابط (۶) و (۷) پیروی می‌کند.

رابطه (۶) $P_{ik}=Max[I_{kj} \Lambda P_{ikj}]$ خوش‌بینانه

در این رابطه Λ به عنوان عملگر اشتراک شناخته می‌شود.

رابط (۷) $P_{ik}=Min[Neg(I_{kj}) V P_{ikj}]$ بدبینانه

در این رابطه V به عنوان عملگر، اجتماع شناخته می‌شود و Neg (نقیض رابطه) به صورت رابطه (۸) تعریف می‌شود:

رابطه (۸) $Neg\ (S_i)=S_{q-i+1}$

با توجه به آنچه مطرح شد ماتریس خوش‌بینانه را محاسبه می‌کنیم که به شرح جدول (۶) است:

جدول ۶. ماتریس خوش‌بینانه

i	k / j	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
اهمیت و اولویت	T_i	H	VH	P	M	RH	VH	VH	H	P	VH	P	VH
	GS_i	M	L	VH	RL	H	VH	M	H	H	H	VH	RH
	FW_i	M	H	VH	H	H	H	VH	M	RL	H	RH	H
	E_i	M	L	RL	M	M	VL	L	H	M	M	RL	L
اهمیت و اولویت	T_i	S_7	S_8	S_9	S_5	S_6	S_8	S_8	S_7	S_9	S_8	S_9	S_8
	GS_i	S_5	S_4	S_8	S_3	S_7	S_8	S_5	S_7	S_7	S_7	S_8	S_6
	FW_i	S_5	S_7	S_8	S_7	S_7	S_7	S_8	S_5	S_3	S_7	S_6	S_7
	E_i	S_5	S_4	S_3	S_5	S_5	S_2	S_4	S_7	S_5	S_5	S_3	S_4

و برای محاسبه حالت بدبینانه ابتدا بایستی نقیض ماتریس I_{kj} را محاسبه کنیم که به شرح جدول (۷) است:

جدول ۷. نقیض ماتریس Ikj

k / j	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
T_i	RL	VL	N	M	L	RL	VL	RL	RL	VL	N	VL
GS_i	M	RH	RL	H	RL	VL	M	M	RL	RL	L	M
FW_i	RH	RL	M	RL	M	RL	VL	M	H	RL	M	VL
E_i	VH	RH	H	RH	M	VH	RH	RL	M	M	H	H

ماتریس بدبینانه بر اساس رابطه (۷) به شرح جدول (۸) است:

جدول۸. ماتریس بدبینانه نظرات خبرگان

i	k / j	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
اهمیت و اولویت	T_i	RL	VL	N	M	L	RL	VL	RL	RL	VL	N	VL
	GS_i	M	RL	RL	RL	RL	VL	M	M	RL	RL	L	M
	FW_i	M	RL	M	RL	M	RL	VL	M	RL	RL	M	VL
	E_i	M	L	RL	M	M	VL	RL	RL	M	M	RL	L
اهمیت و اولویت	T_i	S_3	S_2	S_1	S_5	S_4	S_3	S_2	S_3	S_3	S_2	S_1	S_2
	GS_i	S_5	S_3	S_3	S_3	S_3	S_2	S_5	S_5	S_3	S_3	S_4	S_5
	FW_i	S_5	S_3	S_5	S_3	S_5	S_3	S_2	S_5	S_3	S_3	S_5	S_2
	E_i	S_5	S_4	S_3	S_5	S_5	S_2	S_3	S_3	S_5	S_5	S_3	S_4

در این مرحله ارزش کلامی و کدگذاری مربوط به هر پیشران کلیدی توسط هر خبره مشخص می‌شود. برای این منظور از رابطه (۹) برای این منظور استفاده می‌کنیم:

$$b_{ik} = int[\frac{R'-1}{q-1} \times j' + k_{min}] \qquad \text{رابطه (۹)}$$

در این رابطه، int به معنی گرد کردن عدد داخل کروشه، R' درجه ریسک‌پذیری هر خبره است که برای این منظور بر اساس طیف کیفی از خبره درخواست می‌شود نسبت به موضوع مورد بررسی درجه ریسک‌پذیری خود را اعلام نماید. بر اساس اعلام خبرگان میزان ریسک‌پذیری آنها در یک طیف کیفی پنج تایی (خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴) و خیلی زیاد (۵)) به شرح جدول (۹) است:

جدول ۹. درجه ریسک‌پذیری خبرگان

خبره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
درجه ریسک‌پذیری	۳	۴	۲	۴	۳	۵	۲	۵	۳	۱	۲	۵

j' تفاضل اندیس طیف کیفی خوشبینانه از بدبینانه پیشران کلیدی، q شمار طیف کیفی است که در این پژوهش بر اساس جدول (۳) ۹ لحاظ می‌شود و k_{min} مربوطه به حالت بدبینانه پیشران کلیدی است.

بر این اساس با توجه به محاسبات مربوطه b_{ik} برای چهار دسته پیشران‌های کلیدی بر حسب میزان اهمیت و اولویت آن پیشران و بر اساس نظرات خبرگان به صورت جدول (۱۰) محاسبه شد.

جدول ۱۰. محاسبات مربوطه bik

k / i		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
T_i	b_{ik}	۴	۴	۲	۵	۵	۶	۳	۵	۵	۲	۲	۵
GS_i	b_{ik}	۵	۳	۴	۳	۴	۵	۵	۶	۴	۳	۵	۶
FW_i	b_{ik}	۵	۵	۵	۵	۶	۵	۳	۵	۳	۳	۵	۵
E_i	b_{ik}	۵	۴	۳	۵	۵	۲	۳	۵	۵	۵	۳	۴

مرحله نهایی فرایند غربال‌گری فازی به این صورت است که با توجه به رابطه (۱۰) میزان اهمیت و اولویت هر پیشران شناسایی و تعیین می‌گردد.

$$P_{ri} = int\left[\frac{\sum_{k=1}^{k} w_k b_{ik}}{\sum w_k}\right] \qquad \text{رابطه (۱۰)}$$

P_{ri} میزان اهمیت هر پیشران کلیدی و اولویت آن، w_k وزن اختصاصی به هر خبره در امتیازدهی به پیشران‌های کلیدی که بر اساس طیف ۹ تایی اولیه جدول (۳) و دیدگاه محقق نسبت به هر خبره در امتیازدهی به پیشران‌های کلیدی تعیین می‌گردد (جدول (۱۱)).

جدول ۱۱. وزن اختصاصی به هر خبره در امتیازدهی به پیشران‌های کلیدی

خبره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
wk	VH	RL	L	M	P	RH	VL	H	VL	RL	H	L
معادل عددی وزن اختصاصی	۸	۳	۴	۵	۹	۶	۲	۷	۲	۳	۷	۴

بر این اساس به منظور سنجش اهمیت و تعیین اولویت (مشخص نمودن مهم‌ترین دسته عوامل کلیدی و اولویت‌دارترین آنها) محاسبات نهایی به شرح جدول (۱۲) انجام شد.

جدول۱۲. سنجش اهمیت و تعیین اولویت چهار دسته پیشران‌های کلیدی

پیشران‌های کلیدی	Ti	GSi	FWi	Ei
Pri اهمیت و اولویت کسب شده عامل کلیدی	4.15	4.57	4.92	4.15

بر اساس نتایج حاصل در جدول (۱۲) می‌توان عنوان نمود که تحولات سریع در عرصه نظامی و امنیتی، به‌ویژه در بستر فناوری‌های نوظهور و تغییرات ژئوپلیتیکی، نیازمند درک عمیق و تحلیل همه‌جانبه از پیشران‌های کلیدی تأثیرگذار است. این پژوهش با شناسایی چهار دسته پیشران‌های کلیدی و رتبه‌بندی آنها بر اساس روش غربال‌گری فازی، اهمیت نسبی این پیشران‌ها را برجسته کرده است. تحلیل نتایج نشان‌دهنده تمرکز بر آینده جنگ‌های نامتقارن، تحولات ژئوپلیتیک و امنیت، فناوری‌های پیشرفته و تغییرات زیست‌محیطی و اقلیمی است.

دسته پیشران عدم تقارن در جنگ‌های آینده (امتیاز ۴/۹۲) به‌عنوان مهم‌ترین مجموعه پیشران شناسایی شد. جنگ‌های نامتقارن شامل تاکتیک‌ها و فناوری‌هایی است که از ظرفیت‌های غیرمتعارف برای ایجاد اختلال در توانایی‌های دشمن استفاده می‌کنند. در این دسته شش عامل کلیدی **جنگ‌های ترکیبی و استفاده از روش‌های غیرمتعارف؛ ایجاد فضاهای رقابتی جدید از طریق رسانه‌ها، فضای مجازی و جنگ‌های اطلاعاتی در شکل‌دهی به جنگ‌های آینده؛ جنگ شناختی و توسعه سامانه‌های مقابله با عملیات روانی و شناختی دشمن؛ رقابت برای تسلط بر فضای بیرونی به‌ویژه در زمینه فناوری‌های ماهواره‌ای و قابلیت‌های دفاعی در فضا؛ استفاده از سلاح‌های هسته‌ای و بیولوژیک و تهدیدات ناشی از آنها؛ و گسترش سلاح‌های فوق‌پیشرفته لیزری و تسلیحات انرژی‌های نوین** قرار می‌گیرند. اهمیت بالای این عوامل نشان می‌دهد که بازیگران غیرمتعارف (دولتی و غیردولتی) می‌توانند از شیوه‌های ارزان و در دسترس برای مقابله با قدرت های نظامی بزرگ استفاده کنند. این امر نیازمند توسعه راهبردهایی برای شناسایی، پیشگیری و مقابله با تهدیدات نوظهور است. همچنین، اهمیت جنگ‌های هیبریدی که ترکیبی از روش‌های متقارن و نامتقارن است، در این دسته برجسته می‌شود.

رتبه دوم اهمیت و اولویت به پیشران تحولات ژئوپلیتیکی و امنیتی با امتیاز ۴/۵۷ تعلق گرفت. در این دسته شش عامل کلیدی شامل **افزایش تنش‌های منطقه‌ای و جهانی؛ گسترش قدرت‌های نظامی نوظهور و منطقه‌ای؛ تغییرات در توافقات و معاهدات امنیتی بین‌المللی، مانند قراردادهای کنترل تسلیحات، تحریم‌ها و پیمان‌های دفاعی؛ رقابت ابرقدرت‌ها در زمینه‌های فناوری نظامی و استراتژی‌های ژئوپلیتیکی و تغییر در نظم جهانی؛ تغییرات در توازن قدرت نظامی میان کشورهای مختلف و تهدیدات امنیتی ناشی از تغییرات** جای دارد. موقعیت‌های جغرافیایی، منابع طبیعی و چالش‌های امنیتی منطقه‌ای مانند حضور نظامی خارجی یا تنش‌های مرزی، بر راهبردهای نظامی تأثیر می‌گذارند. این عوامل به‌ویژه در مناطق استراتژیک مانند منطقه غرب آسیا، آسیای جنوب شرقی و قطب شمال اهمیت دو چندان پیدا می‌کند. تحلیل این دسته نشان می‌دهد که قدرت‌های منطقه‌ای و جهانی با سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته و ایجاد اتحادهای جدید، تلاش می‌کنند بر محیط‌های ژئوپلیتیکی تأثیرگذار باشند.

دسته سوم و چهارم پیشران‌ها با کسب امتیاز مشابه ۴/۱۵ و با دوازده عامل کلیدی برای عوامل پیشرفت‌های فناورانه و ۵ عامل کلیدی در دسته پیشران تغییرات زیست‌محیطی و اقلیمی در رده آخر قرار گرفتند. البته توجه به این نکته ضرورت دارد که پیشرفت‌های فناورانه یکی از پیشران‌های کلیدی در تحولات آینده نظامی به شمار می‌رود. این دسته شامل **فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند هوش مصنوعی، روباتیک، نانوتکنولوژی، انرژی‌های نوین و سیستم‌های خودمختار** است. اهمیت این عوامل در بهبود توانایی‌های نظامی، کاهش هزینه‌ها و افزایش کارآیی عملیات دفاعی غیرقابل انکار است. همچنین، ترکیب این فناوری‌ها با دیگر پیشران‌ها، مانند تحولات ژئوپلیتیکی و جنگ‌های نامتقارن، پتانسیل ایجاد تحول در میدان‌های نبرد آینده را دارد.

با وجود رتبه‌بندی مشترک دسته پیشران‌های تغییرات زیست‌محیطی و اقلیمی با پیشران پیشرفت‌های فناورانه، تأثیر تغییرات اقلیمی بر امنیت ملی و نظامی به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. افزایش **بلایای طبیعی، کمبود منابع آب و غذا و مهاجرت‌های اقلیمی** می‌توانند باعث بروز درگیری‌های جدید یا تشدید بحران‌های موجود شوند. تأثیر این پیشران‌ها بر

توسعه فناوری‌های نظامی، مانند سامانه‌های سازگار با محیط‌های سخت یا افزایش توانایی‌های نیروهای نظامی در شرایط اقلیمی خاص، نیازمند توجه بیشتری است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تحلیل شش عامل کلیدی در دسته پیشران عدم تقارن در جنگ‌های آینده نشان می‌دهد که ماهیت درگیری‌های نظامی به‌طور فزاینده‌ای به سمت پیچیدگی، چندبعدی بودن و غیرقابل پیش‌بینی شدن حرکت می‌کند. هر یک از این عوامل بیانگر روندها و فناوری‌هایی است که می‌توانند ساختار و روش‌های جنگ در آینده را متحول کنند. در ادامه، نقش و اهمیت هر یک از این عوامل در شکل‌دهی به جنگ‌های آینده و تأثیر آنها بر امنیت ملی و راهبردهای نظامی بررسی می‌شود:

۱. جنگ‌های ترکیبی و استفاده از روش‌های غیرمتعارف: جنگ‌های ترکیبی که ترکیبی از روش‌های متعارف و نامتقارن را شامل می‌شوند، امکان اجرای حملات چندوجهی را فراهم می‌کنند. این نوع جنگ‌ها نه‌تنها می‌توانند ساختارهای نظامی سنتی را تضعیف کنند، بلکه از ابزارهایی مانند حملات سایبری، نفوذ اطلاعاتی، و عملیات روانی بهره می‌برند. این عامل بر نیاز به ایجاد راهبردهای دفاعی منعطف و توانایی پاسخ سریع به تهدیدات چندگانه تأکید دارد.

۲. ایجاد فضاهای رقابتی جدید از طریق رسانه‌ها، فضای مجازی و جنگ‌های اطلاعاتی: رسانه‌ها و فضای مجازی به میدان جنگ جدیدی تبدیل شده‌اند که در آن نبردها بر سر افکار عمومی و کنترل اطلاعات صورت می‌گیرد. جنگ‌های اطلاعاتی، از طریق انتشار اطلاعات نادرست یا ایجاد فضای بی‌اعتمادی، می‌توانند موجب بی‌ثباتی اجتماعی و تضعیف قدرت تصمیم‌گیری در سطوح ملی و نظامی شوند. این عامل ضرورت توسعه سامانه‌های پیشرفته برای مقابله با جنگ‌های اطلاعاتی و تقویت سواد رسانه‌ای و اطلاعاتی را برجسته می‌سازد.

۳. جنگ شناختی و توسعه سامانه‌های مقابله با عملیات روانی و شناختی دشمن: جنگ شناختی بر کنترل ادراک، تصمیم‌گیری و رفتار انسان‌ها تمرکز دارد. توسعه سامانه‌های مقابله با عملیات روانی و شناختی دشمن برای جلوگیری از تغییر رفتار جامعه یا نیروهای نظامی ضروری

است. این عامل اهمیت سرمایه‌گذاری در علوم شناختی، هوش مصنوعی، و ابزارهای پیشرفته تحلیل داده را برای تقویت مقاومت شناختی و ایجاد توانایی پیش‌بینی رفتار دشمن نشان می‌دهد.

۴. رقابت برای تسلط بر فضای بیرونی (ماهواره‌ها و قابلیت‌های دفاعی در فضا): تسلط بر فضای بیرونی، به‌ویژه در زمینه فناوری‌های ماهواره‌ای، سیستم‌های هشدار زودهنگام، و دفاع موشکی فضایی، به یکی از اولویت‌های استراتژیک قدرت‌های نظامی تبدیل شده است. این عامل تأکید دارد که رقابت بر سر فضا نه‌تنها بر توانایی‌های نظامی، بلکه بر برتری اطلاعاتی و ارتباطی نیز تأثیرگذار است. توسعه فناوری‌های مرتبط با فضا برای حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی، مانند ارتباطات و سامانه‌های ناوبری، از اولویت‌های آینده خواهد بود.

۵. استفاده از سلاح‌های هسته‌ای و بیولوژیک و تهدیدات ناشی از آنها: با وجود توافقات بین‌المللی برای محدودیت سلاح‌های کشتارجمعی، تهدید استفاده از این سلاح‌ها همچنان وجود دارد. سلاح‌های بیولوژیک و هسته‌ای به‌دلیل توان تخریب بالا و تأثیرات بلندمدت، چالش‌های مهمی برای امنیت جهانی ایجاد می‌کنند. این عامل کلیدی بر ضرورت تقویت توانایی‌های بازدارندگی، سیستم‌های شناسایی زودهنگام و توسعه فناوری‌های پاکسازی محیطی تأکید دارد.

۶. گسترش سلاح‌های فوق‌پیشرفته لیزری و تسلیحات انرژی‌های نوین: ظهور تسلیحات لیزری و انرژی‌های نوین چشم‌انداز جدیدی از قدرت نظامی را ترسیم می‌کند. این سلاح‌ها با قابلیت دقت بالا، هزینه عملیاتی پایین، و امکان حملات سریع، توانایی تغییر معادلات در میدان نبرد را دارند. سرمایه‌گذاری در این حوزه نه‌تنها موجب تقویت توان نظامی می‌شود، بلکه در جلوگیری از تهدیدات ناشی از دشمنان مجهز به این فناوری‌ها مؤثر خواهد بود.

تحلیل این شش عامل کلیدی نشان می‌دهد که آینده جنگ‌های نظامی به شدت تحت تأثیر ترکیبی از فناوری‌های پیشرفته، جنگ‌های شناختی، فضای بیرونی، و استفاده از روش‌های نامتقارن خواهد بود. این عوامل تهدیدات و فرصت‌های متعددی را برای دولت‌ها و نیروهای نظامی ایجاد می‌کنند که برای مقابله با آنها نیاز به راهبردهای جامع، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین، و همکاری‌های بین‌المللی وجود دارد.

پیشنهادها:

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش و تجزیه و تحلیل صورت پذیرفته، پیشنهادهای زیر مطرح می‌گردد:

- سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه فناوری‌های مرتبط با جنگ‌های نامتقارن، به‌ویژه سامانه‌های شناختی و سایبری.
- ایجاد چارچوب‌های بین‌المللی برای کنترل تسلیحات کشتارجمعی و توسعه توافقات امنیتی جدید.
- تقویت توانایی‌های بازدارندگی و سامانه‌های دفاعی در فضا.
- توسعه روش‌های نوین مقابله با عملیات اطلاعاتی و جنگ‌های شناختی.
- آمادگی برای مواجهه با تهدیدات چندبعدی از طریق آموزش، ارتقای سطح آگاهی، و توسعه زیرساخت‌های فناورانه.

تقدیر و تشکر:

در پایان محققین بر خود واجب می‌دانند از کلیه اساتید، خبرگان و صاحب‌نظرانی که با بذل وقت خویش در جهت غنای این اثر گام برداشتند کمال تقدیر و تشکر را بعمل آورند.

فهرست منابع

احمدی، علی. زرگر، افشین. و آدمی، علی. (۱۴۰۲). فناوری هوش مصنوعی و تغییر در امنیت ملی دولت ها. سیاست دفاعی، ۳۲(۱۲۳)، ۳۹-۶۴.

ایجابی، ابراهیم. کولیوند، خلیل. و متقی، حمید. (۱۴۰۲). تحلیل لایه ای علل جنگ های آینده غرب آسیا. سیاست دفاعی، ۳۲(۱۲۵)، ۱۹۵-۱۵۹.

جویبان، مرتضی. و حسینی، سوده. (۱۴۰۳). بهبود امنیت شبکه های سایبری مبتنی بر شناسایی انجمن ها با استفاده از الگوریتم خوشه بندی طیفی. پدافند الکترونیکی و سایبری، ۱۲(۱)، ۷۷-۸۷.

دهقانی فیروز آبادی، سید جلال. موسوی نیا، سیدرضا. و رادفر، فیروزه . (۱۴۰۲). پیشران های سیاسی و امنیتی نظام بین الملل تا سال ۲۰۳۰ و سناریوهای پیش روی ایران. فصلنامه سیاست خارجی، ۳۷(۴)، ۵-۳۸.

زمانه قدیم، نوید. و عباسپور جلالی، آرام . (۱۴۰۳). سلاح های جنگ، ابزار عدالت: استفاده از هوش مصنوعی در مرحله تحقیقات جرایم بینالمللی. فصلنامه تمدن حقوقی، ۷(۲۰)، ۲۵۱-۲۷۶.

شریف زاده، زهرا. میرکوشش، امیرهوشنگ. و حسینی، محمد مهدی. (۱۴۰۳). بررسی آثار سیاستهای توسعهٔ فناوری های نوین و هوش مصنوعی در گسترش راهبردهای سیاسی کلان با رویکرد سیاست های کلی نظام. سیاست های راهبردی و کلان، ۱۲(۴۵)، ۲۴-۴۷.

قاسمیان صاحبی، علی. کردحیدری، راحیل. گلی، حسن. و ابراهیمی، مهدی . (۱۴۰۰). اولویت بندی فناوری های نوین آموزشی برای کاربست در سیستم آموزشی (مورد مطالعه: یکی از دانشگاه های نظامی ایران). نامه آموزش عالی، ۱۴(۵۴)، ۱۲۱-۱۴۰.

قاضی زاده فرد، سیدضیاءالدین. و علیدادی، علی . (۱۳۹۹). مقاله پژوهشی: معرفی و اولویت‌بندی متغیرهای کلیدی راهبردی دیدبانی تحولات محیطی در حوزه نظامی، دفاعی و امنیتی در نیروهای مسلح ج.ا.ایران. راهبرد دفاعی، ۱۸(۳)، ۴۱-۷۳.

مصدق، مسعود. بدیعی ازنداهی، مرجان. افضلی، رسول. و مرادیان، محسن . (۱۴۰۲). پیشران های اقتصاد سیاسی مؤثر بر قدرت نظامی جمهوری اسلامی ایران. آینده پژوهی دفاعی، ۸(۲۹)، ۱۶۱-۲۰۳.

ملکی عزین آبادی، روح اله. و جمالی، جواد . (۱۴۰۳). مطالعه مقایسهای قوانین سایبری چین، ایالات متحده آمریکا و روسیه؛ بایسته ها و ضرورتهای امنیت سایبری جمهوری اسلامی ایران. فصلنامه آماد و فناوری دفاعی، ۷(۳)، ۷۷-۱۰۸.

موسوی فرد، سیدمحمّدرضا. جمشیدی، محسن. نوری رومنان، فاطمه. و سریار، نرجس. (۱۴۰۳). ابرچالش های دفاعی و شرایط محیطی جنگ های آینده در هزارهی جدید و تأثیران بر محیط دفاعی و جرائم علیه امنیت ملی و بین المللی ج.ا.ایران. سیاست دفاعی، ۳۳(۱۲۶)، ۱۲۲-۹۹.

نظری، علی اشرف . (۱۴۰۳). هوش مصنوعی و تحول بنیادین در سیاستگذاری های امنیتی- دفاعی: درک جایگاه امنیت انسانی. سیاستگذاری عمومی، ۱۰(۴)، ۵۴-۷۴.

یدالهی، سیاوش . (۱۳۹۹). بررسی فناوری های نظامی نوین و کاربرد آنها در جنگ داخلی آمریکا (۱۸۶۵-۱۸۶۱م). مطالعات تاریخی جنگ، ۴(۴)، ۱۲۱-۱۴۳.

Aracri, S., Giorgio-Serchi, F., Suaria, G., Sayed, M. E., Nemitz, M. P., Mahon, S., & Stokes, A. A. (2021). Soft robots for ocean exploration and offshore operations: A perspective. Soft Robotics, 8(6), 625-639.

Banerjee, A., Haridas, H. K., SenGupta, A., & Jabalia, N. (2022). Artificial intelligence in 3D printing: a revolution in health care. Emerging Applications of 3D Printing During CoVID 19 Pandemic, 57-79.

Brantner, G., & Khatib, O. (2021). Controlling Ocean One: Human–robot collaboration for deep-sea manipulation. Journal of Field Robotics, 38(1), 28-51.

Chiang, H. S., & Chen, M. Y. (2024). Screening, Prediction and Remission of Depressive Disorder Using the Fuzzy Probability Function and Petri Net. In Machine Learning and Granular Computing: A Synergistic Design Environment, Pp. 163-187.

Clark, W. E. S. L. E. Y. (2021). Hybrid warfare and the challenge of cyberattacks. The challenge to NATO: global security and the Atlantic Alliance, 147-161.

Dağlı, İ., & Kösekahyaoğlu, L. (2021). Artificial intelligence and future technologies that will shape the next production revolution: a content analysis. Uygulamalı Sosyal Bilimler ve Güzel Sanatlar Dergisi, 3(5), 1-13.

Duo, W., Zhou, M., & Abusorrah, A. (2022). A survey of cyber attacks on cyber physical systems: Recent advances and challenges. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 9(5), 784-800.

Elavarasan, R. M., Afridhis, S., Vijayaraghavan, R. R., Subramaniam, U., & Nurunnabi, M. (2020). SWOT analysis: A framework for comprehensive evaluation of drivers and barriers for renewable energy development in significant countries. Energy Reports, 6, 1838-1864.

Finlan, A. (2021). The shape of warfare to come: a Swedish perspective 2020–2045. Defense & Security Analysis, 37(4), 472–491.

Grant, C. J., & Montoya, M. (2020). Air and missile defense: transformations for 21st-century warfighting. Johns Hopkins APL Technical Digest, 35(2), 83-89.

Khan, K., Su, C. W., Umar, M., & Zhang, W. (2022). Geopolitics of technology: A new battleground?. Technological and Economic Development of Economy, 28(2), 442-462.

Li, B., Zhou, X., Ning, Z., Guan, X., & Yiu, K. F. C. (2022). Dynamic event-triggered security control for networked control systems with cyber-attacks: A model predictive control approach. Information Sciences, 612, 384-398.

Nistorescu, C. V. (2024). Loitering Munitions-Possible" Game Changer" in future warfare. Romanian Military Thinking, (2).

Rangriz, H, Maleki, R, & Pashtotni Zadeh, H. (2019). Determining, evaluating and prioritizing the components of the brand equity model by combining fuzzy screening methods and multi-criteria decision making. Quarterly Journal of Brand Management, 6(1), 107-140, [In Persian].

Raska, M. (2022). The sixth RMA wave: Disruption in military affairs?. In Defence Innovation and the 4th Industrial Revolution (pp. 6-29). Routledge.

Rojas-Perez, L. O., & Martínez-Carranza, J. (2021). On-board processing for autonomous drone racing: An overview. Integration, 80, 46-59.

Rossiter, A. (2023). Military technology and revolutions in warfare: priming the drone debate. Defense & Security Analysis, 39(2), 253-255.

Scharre, P. (2018). Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War (Vol. 52). WW Norton & Company..

Shandilya, S. K., Upadhyay, S., Kumar, A., & Nagar, A. K. (2022). AI-assisted Computer Network Operations testbed for Nature-Inspired Cyber Security based adaptive defense simulation and analysis. Future Generation Computer Systems, 127, 297-308.

Szabadföldi, I. (2021). Artificial intelligence in military application–opportunities and challenges. Land Forces Academy Review, 26(2), 157-165.

Testa, F., Pretner, G., Iovino, R., Bianchi, G., Tessitore, S., & Iraldo, F. (2021). Drivers to green consumption: A systematic review. Environment, development and sustainability, 23, 4826-4880.

Yager, R. R. (1993). Fuzzy screening systems. Fuzzy logic: State of the art, 251-261.

Zareazadeh, E., Moeinadin, M., & Dehghan Dehnavi, H. (2024). Analysis of corporate social responsibility dimensions based on qualitative content analysis and fuzzy screening. Journal of Management Accounting and Auditing Knowledge, 13(50), 169-185.