

تحلیل روندهای آینده فناوری‌های دفاعی در افق ده ساله

غلامرضا گودرزی^۱

محمد مهدی اجلالی^{۲*}

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

تغییرات سریع فناوری‌ها در جهان امروز در بخش دفاعی کشورها اثرات شگرفی گذاشته است. بی تردید این اثرات نبردهای آینده را با پیچیدگی‌هایی رو به رو خواهد کرد. حفظ اقتدار دفاعی و ارتقای توانمندی‌های نظامی نیازمند اشراف کامل بر محیط آینده است. در واقع لازم است تا جهت‌گیری‌های آینده این فناوری‌ها را شناخت. برای درک این جهت‌گیری نیاز به تحلیل روندها است که نتیجه آن فضای آینده را ترسیم کند. این پژوهش روندهای فناوری‌های دفاعی را مورد شناسایی قرار داده است. در این رویکرد آنچه مورد اهمیت است این است که آینده مسئله مورد پژوهش دارای چه جهت‌گیری‌هایی است. لازمه شناخت این جهت‌گیری‌ها، دقت در روندهایی است که ممکن است شکل بگیرد یا رویدادهایی است که رخ خواهند داد. در این پژوهش پس بررسی اسناد و مطالعات کتابخانه‌ای برای شناسایی روند آینده فناوری‌های دفاعی از روش مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با متخصصان حوزه دفاعی و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش تحلیل مضمون قیاسی استفاده شده است. در مصاحبه‌ها ۷ روند محور شناسایی و پیامدهای آن در افق ده ساله مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت. این روندها عبارتند از: توسعه سامانه‌های هوشمند (هوشمندسازی)، رشد فناوری‌های سایبری، رواج سامانه‌های بدون سرنشین و خودکار سازی، رشد روزافزون فناوری‌های فضایی، افزایش به کارگیری فناوری‌های همگرا، افزایش کاربرد اینترنت (اینترنت اشیاء)، رشد انرژی‌های نو.

واژگان کلیدی:

آینده پژوهی، تحلیل روند، فناوری‌های دفاعی، فناوری.

^۱ استاد معارف اسلامی و مدیریت صنعتی دانشگاه امام صادق^(ع)

^۲ دانش آموخته کارشناسی ارشد معارف اسلامی و مدیریت صنعتی دانشگاه امام صادق^(ع)

* نویسنده مسئول: Email: ejlali@isu.ac.ir



مقدمه

تحولات فناوریانه نسبت به دهه‌های گذشته پیشرفت چشمگیری داشته است و روندهای جهانی بعنوان پیشران سرعت توسعه دانش را فراهم آورده است. با پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای که در زمینه فناوری دیجیتال رخ داده، مدل سازی فرآیندهای تولید ساده‌تر شده است. همانند قرن‌های گذشته فناوری‌های متعددی برای بازار غیرنظامی توسعه یافته‌اند که دارای کاربردهای مشخصی اعم از هوش مصنوعی، سیستم‌های خودمختار، زیست فناوری و محاسبات کوانتومی در زمینه‌های نظامی نیز هستند. بنابراین فناوری‌ها همچنان در حوزه‌های دفاعی نقش اساسی و مهمی را ایفا می‌کنند و پیشرفت و ظهور فناوری‌های نو می‌تواند به تغییر و هدایت نبردهای آینده کمک نماید (Andås, 2020:7).

شتاب گرفتن پیشرفت‌ها و تحولات علم و فناوری به حدی است که سازمان‌های پیشرفته و ملت‌های توسعه‌یافته، واقعیت رشد سرسام‌آور در تغییر و ناپایداری را باور کرده و به پیشواز آن رفته‌اند. در این فضای آشوبناک، سازمان‌های پیشگام، برای جلوگیری از غافلگیر شدن در برابر چنین پیشرفت‌ها و تحولات شگرف علم و فناوری، در اندیشه‌ی شناسایی و فهم آینده به سر می‌برند.

ملت‌های آینده‌نگر، افزون بر انعطاف‌پذیری و سازگاری، در برابر علایم ضعیف تغییر و تغییرات کوچک و حاشیه‌ای نیز حساسیت نشان داده و با نگاه به پیچیدگی‌های جهان امروز، قابلیت پیش‌بینی خود را افزایش می‌دهند. همچنین بخش دفاعی، به دلیل دارا بودن نقش راهبردی در حفظ اقتدار و امنیت ملت‌ها، توجه به آینده و کسب آمادگی در برابر سونامی‌های تغییر، از اهمیتی روزافزون برخوردار است.

نگاه به آینده دفاعی و توجه به زیرساخت‌های دفاعی آینده و توان رزم، یکی از الزامات مهم برای برنامه‌ریزی بلندمدت در حوزه دفاعی است. حفظ اقتدار دفاعی و ارتقای توانمندی‌های نظامی نیازمند اشراف کامل بر محیط آینده است. تمامی نظام‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی ملی نیازمند شناختی قابل اتکاء از جهان آینده هستند تا بتوانند سیاست‌های ملی و تصمیمات خود را بر مبنای آن تدوین و پیامدهای حاصل از آن را پیش‌بینی کنند. در این صورت است که آینده‌پژوهی نه به معنای پژوهیدن یک امر مبهم و به واقعیت ناپیوسته، بلکه به معنای تلاش برای ساخت آینده‌ای مطلوب بر مبنای ارزش‌های بنیادین و آرمان‌های هر ملت است. از این رو باید توجه داشت که ساخت آینده عرصه‌ای است برای رقابت و تنازع قدرت‌ها و کنش‌گران مختلفی که بعضاً خصمانه و ظالمانه بر ملت‌های مظلوم و بی دفاع هجوم می‌برند. بنابراین برای طراحی سناریوهای کلان و آمادگی همه‌جانبه در عرصه‌های دفاعی لازم است تا اتفاقات و تحولات

پیرامونی را به خوبی شناخت. نخستین گام در تدوین سناریوهای آینده، شناسایی روندهایی است که از گذشته وجود داشته و پیش‌بینی می‌شود که با تداوم خود در ساخت محیط آینده نیز نقش‌آفرین باشند. شناسایی این روندها موجب خواهند شد تا تحولاتی که در پیش روی جهان است دقیق شناسایی شود.

در کشور ما نیز برای دستیابی به این هدف باید شناخت درستی از آینده جهان داشت لازم است از جهت‌گیری فناوری‌های دفاعی جهان اطلاع دقیقی داشت. باید دانست چه روندهایی در حال رشد هستند یا چه روندهایی رو به کاهش و افول هستند. باید برای این روندها در صنعت دفاعی برنامه‌ریزی کرد و دورنمای روندهای آینده فناوری‌های دفاعی را ترسیم کرد.

مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

طی دو دهه آینده، سرعت و تأثیر تحولات فناوری به احتمال زیاد افزایش می‌یابد، تجارب و توانایی‌های انسان را تغییر داده و بهبود می‌بخشد. از طرفی ضمن ایجاد تنش‌ها و اختلالات جدید، توانایی مقابله با چالش‌هایی مانند پیری، تغییر اقلیم و رشد پایین بهره‌وری را درون و بین جوامع، صنایع و ایالت‌ها فراهم می‌کند. در دهه‌های بعدی شاهد افزایش رقابت جهانی برای عناصر اصلی برتری فناوری مانند استعدادها، دانش و بازارها خواهیم بود که به طور بالقوه منجر به ایجاد رهبران جدید فناوری یا سلطه‌طلبی خواهد شد.

یقیناً مسابقه برای سلطه فناورانه با جغرافیای سیاسی (ژئوپلیتیک) و همچنین با رقابت گسترده آمریکا و چین آمیخته شده است. اما مزیت‌های تکنولوژیکی و برتری نصیب شرکت‌هایی می‌شود که تمرکز طولانی مدت در منابع و دامنه جهانی دارند (GlobalTrends2040, 2021:54). کشورهای چین، روسیه و آمریکا تلاش دارند از لحاظ فناوری‌های دفاعی و در ظهور فناوری‌های پیشرفته‌ای نظیر هوش مصنوعی رباتیک و چاپ سه بعدی با یکدیگر رقابت کنند (Raska, 2020).

یکی از مسائل جدید و فوری در روابط بین الملل تشدید رقابت‌های استراتژیک در زمینه‌های سیاسی، اقتصادی و نظامی است. خط مقدم این رقابت‌ها برتری فزاینده بر امنیت جهانی است و حلقه تعیین کننده این رقابتها قدرت‌های نظامی آمریکا، چین و روسیه هستند. پیچیدگی‌های فناورانه به خصوص در زمینه‌های نظامی بصورت مداوم رو به افزایش خواهد بود، پویایی فرآیندها و پیشرفت‌ها همواره در حال وقوع است و می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای را بر کارایی نظامی و مزیت نسبی بگذارد. از این رو پیش‌بینی فناوری‌های نوظهور در مراحل اولیه دشوار است. به خصوص بسیاری از فناوری‌های نوظهور که غالباً با اهداف تجاری تعبیه شدند و نه اهداف صنایع

نظامی، می‌توانند فرصت‌های بالقوه‌ای را برای کاربردهای دفاعی و افزایش برتری نظامی ایجاد نمایند. در جدول زیر فناوری‌های نوظهور تحت عنوان فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم^۱ مفهوم بندی شده است (Raska, 2020):

جدول (۱) فناوری‌های نوظهور ۲۰۴۰

ادراک، پردازش و شناخت	کارکرد و ابزار	ارتباطات و ناوبری	ساخت، تدارکات و زنجیره تأمین
رایانش ابری ^۲	محاسبه کوانتومی ^۳	موقعیت دقیق، ناوبری و زمان بندی ^۴	رباتیک
تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها ^۵	اتوماسیون ^۶	انرژی جهت‌دار ^۷	تولید مواد افزودنی ^۸
هوش مصنوعی ^۹	بدیع/هوشمند/مواد زیستی ^{۱۰}	سلاح الکترومغناطیسی ^{۱۱}	چاپ سه بعدی ^{۱۲}
توانمندی سایبری ^{۱۳}	فرا فناوری ^{۱۴}	توانمندی سایبری	زیست شناسی مصنوعی تولید ^{۱۵}
واقعیت مجازی ^{۱۶}	کامپوزیت برای هوافضا ^{۱۷}	سامانه‌های بدون سرنشین	واقعیت مجازی/ شبیه سازی آموزش ^{۱۸}
رباتیک و سامانه‌های بدون سرنشین ^{۱۹}	اینترنت اشیاء	هایپرسونیک ^{۲۰}	

1. Fourth Industrial Revolution (4IR)

2. Cloud Computing

3. Quantum Computing

4. Precision Position, Navigation and Timing

5. Big Data Analytics

6. Autonomy

7. Directed Energy

8. Additive Manufacturing

9. Artificial Intelligence

10. Novel / Smart / Biomaterials

11. Electro-Magnetic Weapons

12. 4D Printing / Smart Materials

13. Cyber capabilities

14. Meta-technologies

15. Synthetic biology manufacturing

16. Virtual and Augmented Reality

17. Composites for Aerospace

18. Virtual and Augmented Reality Manufacturing / Simulation and Training / Computer Aided Design

19. Robotics / Unmanned Systems

20. Hypersonic

ادراک، پردازش و شناخت	کارکرد و ابزار	ارتباطات و ناوبری	ساخت، تدارکات و زنجیره تأمین
حسگرهای پیشرفته ^۱	جذب و ذخیره‌سازی انرژی ^۲	پیوندهای ماهواره‌ای اپتیکی ^۳	
اینترنت اشیا ^۴		نور مرئی ارتباطات ^۵	

خروجی و نتیجه فن آوری‌ها و کاربردهای آن کشورهای در حال توسعه را قادر می‌سازد تا از آخرین پیشرفت‌های اصلی استفاده کنند، برنامه‌های جهانی را در مناطق مختلف توسعه دهند و به زنجیره‌های عرضه جهانی کمک کنند (GlobalTrends2040, 2021:54). تشخیص و برآورد روندهای فناورانه و گستردگی آن همواره چالش برانگیز است زیرا عدم قطعیت‌ها و تحول در مسیر علوم بنیادی می‌تواند تشخیص روندها را دشوار کند و ممکن است ارتباط بین فناوری و پیامدهای بالقوه آن غیر مستقیم و پیچیده باشد (GlobalTrends2040, 2021:55). در چشم انداز دو دهه آینده روندهای مختلفی در حال شکل‌گیری است. بدیهی است که فناوری‌های جدید به طور یکنواخت ظهور نخواهند کرد و احتمال زیاد برخی از آن فناوری‌هایی که بعنوان پیشران‌های رایج و پویا هستند ظهور کنند. افزایش همگرایی فناوری‌های به ظاهر غیر مرتبط و رشد رقابت جهانی موجب تسریع در ظهور فناوری‌های پیشرفته می‌شود.

این پیشران‌ها که موجب ظهور فناوری‌های مختلف و نوظهور خواهد شد عبارت‌اند از: همگرایی علوم سبب رشد نوآوری؛ تا سال ۲۰۴۰، همگرایی فناوری‌ها افزایش می‌یابد مانند هوش مصنوعی (AI)، مخابرات پرسرعت و بیوتکنولوژی با رشد درک اجتماعی و علوم رفتاری تقویت خواهد شد.

اصطلاح فناوری‌های همگرا عنوانی است که در دنیای علم و فناوری برای اشاره به ترکیب هم‌افزایی چهار دانش پیشرفته شامل فناوری نانو، فناوری زیستی، فناوری اطلاعات و علوم شناختی به کار می‌رود (Roco, 2007:2).

رقابت فزاینده برای تسلط؛ تا سال ۲۰۴۰، بی شک رقابت برای تسلط فناورانه متناسب با جغرافیای منطقه و سیاست‌ها دولت‌ها به ویژه رقابت اقتصادی- اجتماعی با کشور چین تقویت

-
1. Advanced Sensors
 2. Energy capture and storage
 3. Optical satellite links
 4. Internet of things
 5. Visible light communication

خواهد شد. جمع‌آوری منابع برای تصاحب فناوری اعم از استعدادهای انسانی، دانش بنیادی و زنجیره‌های تأمین نیازمند زمانی دراز مدت برای سرمایه‌گذاری است. انتشار جهانی فناوری‌ها؛ کثرت فناوری‌ها و کاربردهای آن غالباً در دسترس هر منطقه‌ای از جهان خواهد بود. امکان توسعه کشورها و دستیابی به آخرین منافع پیشرفت‌های فناوریانه، برنامه‌های کاربردی جهانی در مناطق کم برخوردار جهان یا تقویت زنجیره تأمین اقتصادهای پیشرفته گسترش پیدا می‌کند.

کاهش زمان‌بندی‌ها؛ زمان توسعه، استقرار، بلوغ و افول فناوری‌ها کاهش پیدا می‌کند. احتمال دارد بازیگران متعددی اعم از شرکتها و نهادها فناوری‌های نوظهور و جدید را توسعه و قبل از دیگران بهره برداری کنند. آنها تلاش دارند تا کشورهای در حال توسعه را به خود وابسته کنند و ممکن است کشورها به ناچار فناوری‌ها را قبل از شناخت پیامدهای آن انتخاب کنند که این انتخاب‌ها ریسک سرمایه‌گذاری در فناوری را بالا خواهد برد (GlobalTrends2040, 2021:56-57).

از دیدگاه نظامی، تأثیر فناوری‌های نوظهور در شکل‌های مختلف و به دلایل گوناگون مورد توجه است. اغلب آن‌ها شکل پیشرفت تدریجی را به خود دارند و روی نبرد آینده تأثیرگذار هستند. در موارد دیگر جایی که تهدید بالقوه عامل شکل‌گیری مفاهیم فنی باشد یا چگونگی تأثیرگذاری این تهدیدات روی فناوری موجود از نظر تجاری مدنظر باشد، پیش بینی دقیق لازم است. این نوع پیشرفت، ارزشمند بوده و موجب قابلیت تعیین جهت حرکت به سوی وارد شدن فناوری‌های کلیدی به سیستم نظامی می‌شود. بهترین کار، شناسایی آن دسته از فناوری‌هایی است که قادر به تزریق حجم وسیعی از پیشرفت‌ها به قابلیت نظامی است. در دنیای تجارت از این فناوری‌ها به‌عنوان فناوری‌های شالوده شکن^۱ (بنیان کن) یاد می‌شود. این‌ها فناوری‌هایی هستند که به طور اساسی شیوه ی عملیات سیستم را تغییر می‌دهند. با این که پیش بینی نحوه ی پیشرفت این فناوری‌ها مشکل است، اما اگر ما خواهان ارتقای قابلیت هایمان هستیم، توجه و تمرکز به این فناوری‌ها، اساسی خواهد بود. از این رو، نگرش راهبردی به توسعه ی فنی باید اتخاذ شود. بدین منظور شناسایی و بیان ماهیت و ساختار عملیات آینده ضروری است (دورتمانز و کورتیس، ۱۳۸۷).

^۱. Disruptive technologies

بنابراین در این پژوهش نیز در شناسایی روندها بر روی فناوری‌هایی تمرکز شده که بنیان کن هستند و محیط راهبردی آینده را تغییر و جهت دهی خواهند داد. یکی از گزارش‌های اصلی در حوزه فناوری‌های دفاعی، سند وزارت دفاع استرالیا است.

براساس گزارش وزارت دفاع استرالیا (۲۰۱۳) هفت حوزه اصلی فناورانه مؤثر بر دفاع در آینده وجود دارد که عبارت‌اند از:

- علوم زیستی
- مواد و ساخت
- محاسبات و هوش مصنوعی
- ارتباطات و حساسیت
- انرژی
- وسایل نقلیه
- فضا (Luketic, 2013:18-23)

پیشینه‌های پژوهش

کریمی و عین‌القضاتی (۱۳۹۵) در مقاله‌ای به نقش فناوری‌های آینده در همگرایی و ارتقای توان نظامی بومی پرداختند، آن‌ها در پژوهشی آمیخته در پی تبیین نقش آن دسته از فناوری‌هایی است که با همگرایی خود منجر به ارتقای توان نظامی بومی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های قدرت بازدارندگی همه‌جانبه دفاعی ج.ا.ا. می‌شود. نتایج این تحقیق عبارت است از بکارگیری فناوری‌های همگرا به عنوان فناوری‌های حساس، توان نظامی، امنیت و پیش‌بینی تهدیدات را تقویت نموده و صنایع بومی را در تولید تجهیزات خودکار و بدون سرنشین ارتقاء می‌دهد و منجر به ارتقاء آموزش نیروهای مسلح با استفاده از محیط‌های آموزشی مجازی و شبیه‌سازی می‌شود. همچنین شناسایی و حفاظت در برابر عوامل شیمیایی، بیولوژیکی، رادیولوژیکی و انفجاری تسهیل گردیده و جان سربازان و جنگاوران بهتر از گذشته حفظ‌شده و درمان‌های غیر دارویی برای تقویت عملکرد جنگاوران را به وجود می‌آورد و سامانه‌های جنگی را تقویت و حمله‌های تروریستی را مدیریت و توان مقابله با آن‌ها را افزایش می‌دهد (کریمی و عین‌القضاتی، ۱۳۹۵: ۹۳).

زمانی و مینایی (۱۳۹۶) با اشاره به اینکه ماهیت جنگ در حال تغییر و تحول بوده و سرعت این تغییر از هر زمان دیگری در تاریخ معاصر بیشتر است، در مقاله‌ای به فناوری‌های موردنیاز نیروی زمینی در جنگ آینده به روش دلفی پرداختند. مبانی نظری پژوهش در جنگ آینده از نظریات هافمن و کیلکولن و در شناسایی فناوری از نظریات ون‌ویک و فال تأثیر گرفته. همچنین از نظرات

خبرگی اساتید دانشگاه در حوزه‌های دفاعی، صنعت و فناوری بهره‌برداری، و داده‌های حاصله به روش آمیخته تجزیه و تحلیل و در نهایت فناوری‌های شناسایی شده ارائه شده است (ولی‌وند زمانی و مینایی، ۱۳۹۶: ۵).

پورعزت و عبدی (۱۳۹۷) در پژوهش خود به کلان روند فناوری اطلاعات و ارتباطات پرداختند که یکی از حوزه‌های موثر در آینده فناوری‌های دفاعی خواهد بود. ۷ کلان روند حوزه فناوری اطلاعات را براساس اسناد و مصاحبه با خبرگان بدست آوردند که عبارت‌اند از: مدیریت امنیت اطلاعات، شبکه‌های اجتماعی، زیرساخت‌های ارتباطی، شبکه‌های نوآوری در بستر فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و مراکز داده و پایگاه‌های ذخیره اطلاعات ایجابی و درویشی (۱۳۹۸) مولفه‌ها و گام‌های آینده‌نگاری راهبردی فناوری‌های پدافندهوایی را تدوین نمودند، آنها با مطالعه اسناد و روش تحلیل محتوا پنج مرحله برای آینده‌نگاری فناوری‌های پدافندهوایی بدست آوردند.

اوهانلان^۱ (۲۰۱۸) در نشریه فارن پالیسی^۲ روندهای فناوری‌های نظامی آینده ارتش آمریکا را به چهار دسته تقسیم‌بندی می‌کند:

اولین فناوری در حوزه حسگرها است که گونه‌های مختلفی دارد که داده‌های مربوط به عملیات‌های نظامی را جمع‌آوری می‌کند. دومین فناوری شامل کامپیوتر و سیستم‌های ارتباطاتی است که داده‌ها را توزیع و پردازش می‌کند. سومین فناوری در حوزه پرتابه‌ها و سکوها تسلیحاتی و فناوری‌های مرتبط با آنهاست و چهارم، سایر سیستم‌های تسلیحاتی و فناوری‌ها نسبتاً جدید هستند. در دسته فناوری‌های مربوط به سیستم‌های ارتباطاتی، زیرساختها و توانمندی‌های سایبری، اینترنت اشیا، محاسبات کوانتومی و کلان داده‌ها، در رده پرتابه‌ها، پیشران موشک و سیستم‌های مربوط به ماهواره‌ها و در سایر تسلیحات، سلاح‌های شیمیایی، نانو مواد، چاپ سه بعدی و دستگاه‌های تقویت‌کننده انسان جزء فناوری‌های آینده تا سال ۲۰۴۰ خواهند بود (O'hanlon, 2018:4).

در گزارش مرکز تحقیقات کنگره آمریکا (۲۰۲۰) روند فناوری‌های نوظهور نظامی در کشورهای آمریکا، چین و روسیه را در زمینه‌های زیر معرفی کرده است:

- هوش مصنوعی
- تسلیحات کشنده خودکار
- تسلیحات فراصوت (هایپرسونیک)

^۱. O'hanlon

^۲. Foreign Policy

- تسلیحات انرژی هدایت شده
- زیست فناوری
- فناوری کوانتوم (Sayler, 2020:2).

جدول (۲) خلاصه‌ای از پژوهش‌های انجام شده در زمینه فناوری‌های دفاعی

نام محقق	عنوان تحقیق	یافته‌ها و نتایج
کریمی و عین القضاتی (۱۳۹۵)	نقش فناوری‌های آینده در همگرایی و ارتقای توان نظامی بومی	نتایج این تحقیق عبارت است از بکارگیری فناوری‌های همگرا به عنوان فناوری‌های حساس، توان نظامی، امنیت و پیش‌بینی تهدیدات را تقویت نموده و صنایع بومی را در تولید تجهیزات خودکار و بدون سرنشین ارتقاء می‌دهد و منجر به ارتقاء آموزش نیروهای مسلح با استفاده از محیط‌های آموزشی مجازی و شبیه‌سازی می‌شود.
زمانی و مینایی (۱۳۹۶)	آینده‌نگاری فناوری‌های رزم زمینی در جنگ آینده	با اشاره به اینکه ماهیت جنگ در حال تغییر و تحول بوده و سرعت این تغییر از هر زمان دیگری در تاریخ معاصر بیشتر است، در مقاله‌ای به فناوری‌های موردنیاز نیروی زمینی در جنگ آینده به روش دلفی پرداختند.
پورعزت و عبدی (۱۳۹۷)	شناسایی فراروندهای فناوری اطلاعات و ارتباطات قابل توجه در آینده نگاری صنعت دفاعی در جهت نیل به الگوی اسلامی- ایرانی پیشرفت	یافته‌ها نشان می‌دهند که در راستای آینده نگاری صنعت دفاعی کشور، فراروندهای هفت گانه حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات شامل مدیریت امنیت اطلاعات، شبکه‌های اجتماعی، زیرساخت‌های ارتباطی، شبکه‌های نوآوری در بستر فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و مراکز داده و پایگاه‌های ذخیره اطلاعات باید مورد توجه قرار گیرند.
ایجابی و درویشی (۱۳۹۸)	آینده نگاری راهبردی فناوری‌های دفاعی در حوزه پدافند هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۲۰	در این پژوهش پنج مرحله به همراه مؤلفه‌ها و گام‌های مربوط جهت آینده نگاری راهبردی فناوری‌های دفاعی پدافند هوایی تعیین گردید: مرحله پیش‌آینده نگاری شامل مؤلفه‌های مطالعه سازمان‌های رقیب و دشمن (سه گام)، مطالعه سازمان

نام محقق	عنوان تحقیق	یافته‌ها و نتایج
		های بالادستی و همتراز (دو گام)، مطالعه سازمان (سه گام) و بررسی وضعیت موجود (پنج گام). مرحله تعیین ورودی‌ها شامل مؤلفه‌های تعیین هدف یا اهداف (چهار گام)، مشخص کردن بازیگران یا ذی‌نفعان (پنج گام)
اوهانلان ^۱ (۲۰۱۸)	آینده‌نگری تغییرات در فناوری نظامی، ۲۰۲۰-۲۰۴۰	روندهای فناوری‌های نظامی آینده ارتش آمریکا را به چهار دسته تقسیم‌بندی می‌کند: اولین فناوری در حوزه حسگرها است که گونه‌های مختلفی دارد که داده‌های مربوط به عملیات‌های نظامی را جمع‌آوری می‌کند. دومین فناوری شامل کامپیوتر و سیستم‌های ارتباطاتی است که داده‌ها را توزیع و پردازش می‌کند. سومین فناوری در حوزه پرتابه‌ها و سکوها، تسلیحاتی و فناوری‌های مرتبط با آنهاست و چهارم، سایر سیستم‌های تسلیحاتی و فناوری‌ها نسبتاً جدید هستند.
گزارش مرکز تحقیقات کنگره آمریکا (۲۰۲۰)	فن‌آوری‌های نظامی در حال ظهور	شناسایی روند فناوری‌های نوظهور نظامی در کشورهای آمریکا، چین و روسیه را در زمینه‌های زیر: هوش مصنوعی، تسلیحات کشنده خودکار، تسلیحات فراصوت (هایپرسونیک)، تسلیحات انرژی، هدایت شده زیست‌فناوری، فناوری کوانتوم

روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش کیفی فنون ثابت و سریعی برای تحلیل داده‌ها وجود ندارد و پژوهش کیفی کاری ذهنی و تفسیری است. پژوهشگر کیفی در بطن فرآیند تحلیل داده‌ها قرار دارد و به‌تمامی درگیر این فرایند است و احتمالاً شیوه‌های تحلیل داده‌های کیفی به‌اندازه‌ی تعداد پژوهشگران کیفی تنوع دارد. با این حال، وجوه مشترکی در فرآیند تحلیل داده‌ها وجود دارد و معمولاً مراحل‌هایی که در این فرآیند طی می‌شود، در پژوهش کیفی مشترک است.

^۱. O'hanlon

در این پژوهش با تکیه بر منابع معتبر، ذیل رویکرد کتابخانه‌ای، ادبیات تحقیق گردآوری شده و بستر لازم فراهم شد. پس از مطالعه از روش‌های میدانی استفاده شد و جامعه آماری این پژوهش متخصصان و صاحب‌نظران حوزه دفاعی کشور بودند. با توجه به اینکه استفاده از تمام جامعه آماری مورد نظر مقدور نبود، پس به ناچار اقدام به نمونه‌گیری هدفمند شد.

لازم به ذکر است که در روش میدانی، مصاحبه‌ها به صورت نیمه ساختاریافته انجام شده است. در این نوع مصاحبه، سؤال‌ها از قبل طراحی شده‌اند و هدف، کسب اطلاعات عمیق از مصاحبه‌شونده است.

همچنین برای تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه از روش تحلیل مضمون به روش قیاسی یا نظریه محور استفاده شده است. در هر مرحله انجام مصاحبه‌ها تا جایی تداوم داشت که در داده‌های گردآوری شده کفایت و اشباع صورت گرفت و در مصاحبه‌های جدید نسبت به مصاحبه‌های قبلی اطلاعات متمایزی به دست نیامد. در واقع، استمرار گردآوری داده‌ها با تکرار یافته‌های قبلی همراه بود. همچنین شایان ذکر است در انجام مصاحبه‌ها رویکردی تکمیل‌کننده وجود داشت. به این معنی که پیش از شروع یا در ابتدای مصاحبه‌ها روندهای شناسایی شده از مصاحبه‌های پیشین و ادبیات، به مصاحبه‌شوندگان ارائه می‌شد و بدین شکل، مصاحبه‌ها به سمت تکمیل و اصلاح روندها هدایت می‌شد.

به منظور تعیین روایی و پایایی پژوهش، با عنایت به رویکرد کیفی، تلاش می‌شود از "قابلیت اعتماد" به منظور معیاری برای تعیین دقت علمی استفاده شود. هرچند در پژوهش‌های کیفی، روایی و پایایی امر دشوار است و در مقایسه با پژوهش کمی از اعتبار کمتری برخوردار هستند اما با قابلیت اعتماد می‌توان این چالش را برطرف نمود.

پراکنش مصاحبه‌شوندگان

در این پژوهش در مجموع از ۱۰ نفر از خبرگان عرصه دفاعی مصاحبه گرفته شد که مجموع مصاحبه‌ها بیش از ۷۰۰ دقیقه است. در پژوهش حاضر این اقناع نظری با ۱۰ خبره این حوزه انجام گرفت. این ۱۰ نفر از افرادی هستند که در حوزه صنعت دفاعی سال‌ها فعالیت کردند و در رده‌های میانی و عالی سازمان‌های دفاعی می‌باشند. اطلاعات جمعیت شناختی مصاحبه‌شوندگان، به صورت یکجا در قالب جدول ذیل آمده است:

جدول (۳) پراکنش مصاحبه‌شوندگان بر اساس سطح مسئولیت

مجموع تعداد مصاحبه‌ها	تعداد مصاحبه‌شونده در سطح میانی	تعداد مصاحبه‌شوند در سطح عالی
۱۰	۴	۶

جدول (۴) پراکنش مصاحبه شونده‌گان بر اساس تحصیلات

فوق لیسانس	دکتری
۳	۷

جدول (۵) میزان سابقه مصاحبه شونده در نیروهای مسلح

کمتر از ۲۰ سال سابقه	بیش از ۲۰ سال سابقه
۴	۶

جدول (۶) فرآیند ظهور مضامین پایه و مضامین سازمان دهنده تا مرز کفایت نظری

ردیف	مصاحبه ها	تعداد نکات کلیدی	تعداد مضامین سازمان یافته	تعداد مضامین پایه	تعداد مضامین پایه جدید	تجمعی مضامین پایه جدید
۱	A	۱۵	۶	۱۴	۱۴	۱۴
۲	B	۱۳	۶	۱۳	۴	۱۸
۳	C	۹	۷	۹	۵	۲۳
۴	D	۱۱	۵	۱۰	۵	۲۸
۵	E	۹	۵	۹	۵	۳۳
۶	F	۷	۱	۶	۶	۳۸
۷	G	۱۳	۵	۱۲	۴	۴۲
۸	H	۱۱	۵	۱۱	۱	۴۵
۹	I	۱۰	۵	۱۰	-	۴۵
۱۰	J	۱۰	۷	۱۰	-	۴۵

جدول (۷) نمونه جدول نکات مصاحبه

ردیف	نکات کلیدی	مضامین پایه	مضامین سازمان دهنده
PA1	فناوری‌ها در زمینه فضایی الان در دو بخش دفاع و مخابرات به کار گرفته شدند	عدم تمرکز فناوری‌ها فضایی در بخش دفاع	سایر
PA2	در حال حاضر در جهان صنعت دفاعی بر روی سامانه‌های پرتابی بیشتر تمرکز شده است	تمرکز بر روی سامانه‌های پرتابی به فضا	رزم افزار
PA3	فناوری‌ها اساساً در ابتدا برای تسهیل زندگی بشری به وجود آمده‌اند که البته برخی‌ها از آن برای سلطه گری نیز استفاده می‌کنند	تسهیل زندگی بشر با رشد فناوری	زیرساخت
PA4	در حوزه‌های امنیتی رشد فناوری‌ها موجب تسهیل در تسلط بر اطلاعات و جلوگیری از جاسوسی‌ها شده است	کمک رشد فناوری‌ها در اشراف اطلاعاتی	زیرساخت

ردیف	نکات کلیدی	مضامین پایه	مضامین سازمان دهنده
PA5	فناوری اطلاعات در سازمان‌های دفاعی در حوزه خودکارسازی اداری امنیت جریان اطلاعات را بالا برده است	کاربرد فناوری اطلاعات در سازمان‌های دفاعی	زیرساخت
PA6	بهترین بهره‌گیری از فناوری‌ها در وزارت دفاع همان سامانه‌های هوشمند است والان در سطح جهان بشدت به سمت هوشمندسازی تسلیحات دارند حرکت می‌کنند.	گرایش جهانی به سمت هوشمندسازی تسلیحات	رزم افزار
PA7	در عین اینکه پیشران جهانی شدن بسیار مهم است اما خود فناوری‌ها نیز بر روی پیشران جهانی شدن تأثیر گذاشتن و آن را سرعت بخشیده است	تأثیر فناوری‌ها بر سرعت پیشران جهانی شدن	پیشران
PA8	تجاری‌سازی فناوری‌های دفاعی الان در حال حاضر هم در جهان بسیار امری مهمی است. تجاری‌سازی دفاعی به نوآوری صنعت دفاعی نیز کمک می‌کند	رشد نوآوری‌ها با تجاری‌سازی فناوری‌های دفاعی	زیرساخت
PA9	انرژی‌های نو امروزه در صنعت دفاعی در حوزه‌های زیردریایی تغذیه بخش‌های موشکی و باتری‌ها بسیار مؤثر بوده	کاربرد انرژی‌های نو در موشکی، دریایی و باتری	رزم افزار
PA10	ده سال آینده به‌گونه‌ای سلاح‌ها پیشرفت خواهند کرد که زمان جنگ‌ها کوتاه و قدرت تخریب بالا خواهد رفت	کوتاهی و تخریب بالا در جنگ آینده	محیط رزم
PA11	در جنگ‌های آینده تخریب زیرساخت‌های کشورها بیشتر خواهد بود.	حمله به زیرساخت‌های کشورها در آینده	محیط رزم
PA12	هزینه تولید تسلیحات نوین در آینده با توجه به پیچیدگی فناوری‌ها بسیار بالا خواهد رفت	بالا رفتن هزینه تولید سلاح در آینده	محیط رزم
PA13	صنعت دفاعی ایران باید در برابر مستکبران از دفاع نامتقارن بهره بگیرد	به‌کارگیری دفاع نامتقارن در برابر زورگویان	مکتب دفاعی
PA14	سازمان‌های دفاعی باید از ظرفیت نخبگان و دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان استفاده کند	استفاده از ظرفیت نخبگان در صنعت دفاعی	قابلیت سازی رزمنده
PA15	باید در صنعت دفاعی آینده بر روی بخش خصوصی تمرکز بیشتری داشته باشیم	تمرکز بر شرکت‌های خصوصی در صنعت دفاعی	زیرساخت

یافته های پژوهش

شناسایی و دسته بندی روندها

روندهای فناوری‌های دفاعی بر اساس مطالعه پیرامون رویدادهای آینده فناوری‌ها و سایر گزارش‌های در دسترس به‌دست‌آمده است که در مصاحبه‌ها هر یک از این روندها مورد بررسی، تحلیل و اعتبار یابی قرار گرفت، در ادامه به تحلیل هر یک از این روندها بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش پرداخته شده است همچنین در جدول زیر در عناوین هریک از روندها به صورت مختصر آمده است:

جدول (۸) روندهای شناسایی شده در افق ده ساله

ردیف	روندها
۱	توسعه سامانه‌های هوشمند (هوشمندسازی)
۲	رشد فناوری‌های سایبری
۳	رواج سامانه‌های بدون سرنشین و خودکارسازی
۴	رشد روزافزون فناوری‌های فضای
۵	افزایش به‌کارگیری فناوری‌های همگرا
۶	افزایش کاربرد اینترنت (اینترنت اشیاء)
۷	رشد انرژی‌های نو

۱. توسعه سامانه‌های هوشمند (هوشمندسازی)

این سامانه‌ها دارای شبکه‌های حسگر کوچک و ربات‌های شخصی شده جهت همانندسازی رفتار و ظاهر انسان تا کثرت همکاری شبکه‌های هوشمند یا مجموعه‌هایی از سکوها محیطی با قدرت اقدام بدون فرمان انسان خواهند بود. ممکن است این سامانه‌ها دارای تحرک و توان جابجایی همچون انسان باشند و ارتباط‌های کاربر همچون دستیاران عمل کنند، درحالی‌که ممکن است طرح‌های دیگر شامل شبکه‌های همکاری حسگرهای هوشمند، سامانه‌های تسلیحاتی یا سکوها حمل و نقل به‌عنوان ابزارهای هوشمند باشند.

همچنین در زمینه هوشمندسازی، شبکه‌های حسگر هوشمند مفهوم نوینی است که موجب آگاهی کامل سرباز از شرایط میدان نبرد می‌شود. این شبکه بر پایه‌ی مجموعه اطلاعات به‌دست‌آمده از تصاویر هم‌زمان، اطلاعات آب‌وهوایی و هدف‌های متحرک استوار است.

آمریکا در سال ۲۰۲۰ میلادی حدود ۹۳۰ میلیون دلار در زمینه هوش مصنوعی هزینه نموده است. سایر کشورها نظیر چین و روسیه نیز در زمینه هوش مصنوعی با آمریکا در حال رقابت هستند لذا با استفاده از هوش مصنوعی تا ده سال آینده بسیاری وظایف نیروهای نظامی در

حوزه‌های عملیاتی مرتفع خواهد شد و کشور ما نیز در افق خود به سمت هوشمندسازی تجهیزات پیش خواهد رفت. روند هوشمندسازی تا ده سال آینده می‌تواند جایگزین بسیاری از اپراتورهای انسانی شود تا اجرای عملیات، دستور و کنترل وسایل نقلیه و پرتابه‌های فضایی را برعهده گیرد. روند هوشمندسازی تا ده سال آینده در زمینه‌های زیر اثرگذار خواهد بود:

- استقرار سامانه‌های فیزیکی سایبری به این معنی که حس، کنترل، محاسبه و شبکه را با اشیاء فیزیکی ادغام می‌کند
- سرمایه‌گذاری بیشتر در هوشمندسازی در حوزه‌های تجاری و استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی
- تصمیم‌گیری و کنترل بهینه در سازمان‌ها و نهادهای نظامی و غیرنظامی
- تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها و بینایی رایانه‌ای

۲. رشد فناوری‌های سایبری

با افزایش روندهای جهانی فناوری اطلاعات و ارتباطات موضوع فضای سایبری اهمیت یافت به طوری که در حوزه‌های نظامی به عنوان یک رزم افزار در عمل به یک جنگ تمام عیار برای مقابله با کشورها در صحنه نبرد تبدیل شده است. امروزه جهان به کامپیوترها، اطلاعات شخصی و کسب و کارهای دیجیتال وابسته است. این امر افراد، سازمان‌ها و کل کشورها را در معرض تهدیدات مهمی و در معرض خطر قرار داده است، که به معنای آن است که شکل جدید از تروریسم سایبری، جرائم اینترنتی، و تقلب‌های اینترنتی در حال ظهور هستند که باید مدیریت شوند. با توجه به اینکه محصولات و خدمات اینترنتی در سطحی وسیع عرضه می‌شوند و به راحتی می‌توان به آن‌ها دسترسی آنلاین داشت، حفظ امنیت داده‌های شخصی و نیز داده‌های شرکت‌های حساس و سیستم‌ها امری بسیار حیاتی است و که در صورت وقوع حملات سایبری آسیب به این عملیات و اعتبارات وارد نشود. این روزها، گزارش سرقت اطلاعات دیجیتال بیش از سرقت‌های فیزیکی به سر خط خبرها تبدیل شده است و تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که ناامنی نسبی در شرکت‌های کوچک و متوسط آن‌ها را به عنوان نقطه‌ی تمرکز حملات سایبری تبدیل کرده است.

امروزه منطقه‌ی شرق آسیا و همچنین اقیانوس آرام به گسترش تولید رایانه ادامه می‌دهد و بنا بر تمامی شواهد موجود این امر تا زمان سلطه یافتن بر بازار این صنعت تا سال ۲۰۲۸ ادامه می‌دهند. چین یکی از تولیدکنندگان مهم سخت‌افزار و نرم‌افزار رایانه است که آمریکا وابستگی زیادی به قطعات تولیدی این کشور دارد. این امر این احتمال را افزایش می‌دهد که ملل آسیایی این فرآیند تولید را به عنوان مسیری جهت شروع حملات مجازی در آینده علیه آمریکا به کار گیرند.

علاوه بر این، حملاتی رایانه‌ای از طرف گروه‌های مجرم علیه آمریکا در دو دهه‌ی گذشته صورت گرفته است که از مناطقی غیر از چین بوده است. هکرها و یا تروریست‌هایی که در روسیه فعالیت می‌کنند به صورت موفقیت‌آمیزی به سیستم‌های آمریکا نفوذ یافته‌اند که نشانگر نقشه‌های حساب‌شده‌ای شبیه به موارد چین است.

۳. رواج سامانه‌های بدون سرنشین و خودکارسازی

انگیزه ساخت سامانه‌های بدون سرنشین و رواج آن به جنگ جهانی دوم بر می‌گردد چون طرف‌های درگیر جنگ از ناحیه هوا ضربات سنگینی متحمل شدند. نقطه‌ی اوج استفاده از این خودروها در حوزه غیرنظامی ممکن است زمانی اتفاق افتد که نسل اول چنین خودروهایی رشد کنند. در حال حاضر خطرناک‌ترین راننده‌ها، رانندگان جوان و تازه‌کار هستند؛ باید نسلی روی کار بیاید که احساس کند نیازی به هدایت ماشین‌ها نیست، با این حال هنوز مشخص نیست که آیا این اتفاق تا سال ۲۰۲۸ خواهد افتاد یا تنها در کشورهایی این اتفاق خواهد افتاد که گروه سنی جوان بیشتری خواهند داشت. با توجه به پیش‌بینی بخش‌های صنعتی، تا سال ۲۰۳۵ خودروهای بدون راننده حدود یک‌پنجم کل فروش خودرو در جهان را از آن خود خواهند کرد و نیمی از فروش خودرو در ایالات متحده و چین را.

سامانه‌های خودکار عموماً در چهار دسته در حال توسعه هستند که البته می‌توان کاربردهای تجاری نیز برای آنها متصور شد این چهار دسته عبارت‌اند از: سامانه‌های خودکار مانند پیشراندها و حسگر، وسایل نقلیه ما فراصوت، وسایل نقلیه هوایی میکرو، ماهواره‌های کوچک، سیستم‌های پیرانش هوایی هیبریدی-الکتریکی و مدل‌سازی محیط سه بعدی، دسته دوم گروه‌بندی ماشین-انسان است که موجب افزایش عملکرد انسان می‌شود. دسته سوم تسلیحات پادکار یا اقدام متقابل با قدرت رادیویی بالا و دسته چهارم رفتار خودکار و یادگیری ماشین

علاوه بر کارکرد خودرویی رواج سلاح‌های کشنده بدون دخالت انسانی و صرفاً تحت نظارت یک عامل انسانی تا ده سال آینده رواج خواهد یافت و بسیاری از عملیات‌ها در حوزه رزم زمینی بوسیله تسلیحات خودکار انجام خواهد گرفت. همچنین احتمالاً این روند را کشورهایی نظیر آمریکا برای ایجاد آشوب در مناطق غرب آسیا استفاده نماید. این روند در کنار روند هوشمندسازی که اشاره شد قوت می‌یابد و الگوریتم‌های کامپیوتری و یادگیری ماشین و مجموعه حسگرها به کارکرد بیشتر این روند کمک خواهند کرد. ضمن اینکه این روند از تلفات نظامیان در عملیات‌ها بشدت می‌کاهد.

۴. رشد روزافزون فناوری‌های فضایی

بیش‌ترین رشد در مسیر کاربردهای غیرنظامی، دفاعی و امنیتی شامل این موارد خواهند بود:

- ارتباطات راه دور: در این کاربرد، فاوا بر پایه‌ی ماهواره‌های کم ارتفاع و ارزان قیمت استوار خواهد بود و ارتباطات اینترنتی، مخابراتی و رادیو و تلویزیونی بر پایه‌ی این ماهواره با یکدیگر یکپارچه شده، در سطح جهان گسترده می‌شوند و تمامی جهان را زیر پوشش خود خواهند داشت. یکی از مهم‌ترین پیامدهای این شیوه‌ی استفاده از ماهواره‌ها، ورود بنگاه‌های خصوصی و اقتصادی به این عرصه است. این رویکرد به طرح مسائل تازه‌ای در زمینه‌ی مالکیت و بهره‌برداری از فضا منجر خواهد شد.

- مکان‌یابی و ناوبری: استفاده از فناوری «سامانه‌ی موقعیت‌یاب جهانی» بر بسیاری از جنبه‌های زندگی تأثیر می‌گذارد. اما مهم‌ترین کاربردهای نظامی آن در هدایت تسلیحات و بالا بردن دقت سلاح‌ها است.

- مشاهده‌ی زمین: که دارای کاربردهایی دومانظوره است و مواردی مانند پایش محیط، پایش دگرگونی‌های محیطی و تغییرات آب‌وهوایی و رویدادهای طبیعی و حتی جنبش انسانی و حیوانی را دربر می‌گیرد.

در ده سال آینده جنگ افزارها به ماهواره‌های جاسوسی که کشورها را مورد حملات سایبری قرار می‌دهند و امنیت کشورها را بهم می‌زنند حمله خواهند کرد. در حال حاضر آمریکا در حوزه فناوری‌های فضایی بسیار پیشرفته است و سفینه‌های فضایی چندبار مصرف تولید کرده است که احتمالاً در ده سال آینده به عنوان ابزاری برای تهدید در اختلال سیستم‌های دفاعی کشورها استفاده کند.

۵. افزایش به‌کارگیری فناوری‌های همگرا

فناوری‌های همگرا چالش تازه‌ای را در حوزه‌ی تخصیص منابع به مقوله‌ی تحقیق و توسعه موجب می‌شوند. موسسه‌های پژوهشی به دلیل رقابت یا به دلیل حفاظت از منافع شهروندان و مدیران، ناچار از آن هستند که منابع چشمگیری را به طرح‌های پژوهشی اختصاص دهند. تنها با داشتن درکی میان‌مدت و یا بلندمدت از توانایی‌ها و کاستی‌های فناوری‌های همگرا می‌توان اختصاص منابع هنگفت مالی را توجیه کرد.

فناوری‌های همگرا می‌توانند در راستای پیشبرد اهداف توسعه‌ی پایدار به کار روند. افزون بر این، فناوری‌های یادشده می‌توانند موجب تکیه و تأکید بیش‌از اندازه به فناوری شوند. شاید این‌گونه پنداشته شود که اگر فناوری‌های همگرا آسیب و فشارهای وارد بر محیط‌زیست را کاهش دهند، نیازی به محدودسازی مصرف و انتشار گازها و پسماندهای زیان‌بار نباشد. از آنجاکه تکیه و تأکید بیش‌از اندازه به فناوری می‌تواند خطرآفرین باشد، بنابراین اتخاذ سیاست‌های زیست‌محیطی مناسب نیازمند آگاهی از کاستی‌های کنونی و میان‌مدت فناوری است.

پیامدها و راهکارها

- اگر زمانی قطعات پیوندی مغز به شکل تجاری در دسترس همگان قرار گیرند، تصور چالش‌های پیش رو، چندان دشوار نخواهد بود. از راه کاشت قطعات پیوندی در مغز می‌توان دسترسی به دانشنامه‌ها، واژه‌نامه‌ها، نقشه‌ها و دانش‌های گسترده را به فرد منتقل ساخت.
 - چالش‌های گسترده‌تری مانند ملاحظات اخلاقی، تجاوز به حریم خصوصی مردم و افزایش توانمندی‌های انسان و حتی، تغییر سرشت انسان در سایه‌ی گسترش این حوزه پیش‌بینی می‌شود. افزون بر این، فناوری‌های همگرا می‌توانند پیامدهای اجتماعی ناخوشایندی نیز در پی داشته باشند. فناوری‌های همگرا می‌تواند موجب افزایش بیکاری شود (برای مثال هنگامی که روبات‌ها جایگزین انسان شوند) و فاصله‌ی میان فقیر و غنی یا کشورهای پیشرفته و درحال توسعه را بیشتر سازد.
 - از دیگر چالش‌های احتمالی، می‌توان به پیامدهای ناگوار فناوری‌های همگرا بر سلامت انسان اشاره کرد.
 - برخی نگرانی‌ها وجود دارد که توانایی‌های شگرف فناوری‌های همگرا موجب پیدایش مسابقه‌ی تسلیحاتی تازه، بدون ساختار، پنهانی و گسترده‌ای در میان کشورها شود. این رویکرد به دلیل محرمانه بودن، سبب شتاب‌گیری احتمالی مسابقه‌ی تسلیحاتی و فناورانه می‌شود.
 - این فناوری‌ها برای کسب آگاهی بیشتر از میدان نبرد بسیار ارزشمند هستند و با کمک آن‌ها، نیروها می‌توانند حجم فراوانی از اطلاعات را به‌دست آورده، به‌سرعت تحلیل کنند و آن را به‌طور همزمان به چند کاربر برسانند تا عملکردها هماهنگ و دقیق باشد.
۶. افزایش کاربرد اینترنت (اینترنت اشیاء)
- اینترنت، همچنان یکی از ابزارهای اصلی برای مدیریت عملیات تروریستی است، به‌ویژه در وضعیتی که شکستن رمزینها هرروز دشوارتر می‌شود. افزون بر این، جرائم اینترنتی می‌تواند به‌عنوان یک منبع مالی برای برخی سازمان‌های تروریستی به کار گرفته شود. از سوی دیگر، افزایش امکان دسترسی به پیشینه‌ی عمومی و اطلاعات دیگران در اینترنت، فرصت‌های تازه‌ای را برای تجسس و ره‌گیری فعالیت‌های تروریستی فراهم خواهد آورد.
۷. رشد انرژی‌های نو

روش‌های کنونی بر تبدیل انرژی نفتی و ذخیره‌های موجود و باقیمانده‌ی آن و تولید احتمالی نفت استوار هستند. این رویکرد تکاملی ممکن است ادامه داشته باشد و بازار جهانی را با نوسان‌های قیمت و خطرپذیری به دلیل وابستگی به هیدروکربن روبه‌رو سازد. در پایان این دوره،

پیشرفت‌های عمده‌ای در دیگر منابع انرژی، پیش‌بینی می‌شود و به احتمال فراوان می‌توان به هم‌جوشی هسته‌ای اشاره کرد. انتظار می‌رود که بازار نیرومندی برای تأمین‌کنندگان کوچک‌تر و اثربخش‌تر پیرامون انرژی در این دوره پدید آید که به احتمال فراوان به شدت یافتن پژوهش‌ها پیرامون اتانول، متانول، هیدروژن و پیل‌های سوختی منجر خواهد شد.

بهره‌برداری از منابع انرژی در محیط‌های کرانه‌ای^۱ یا محیط‌هایی که شرایط غیرمعتارفی دارند (مانند مناطق قطبی بسیار سرد، یا در مناطق بسیار ژرف‌دریاها یا اقیانوس‌ها) افزایش می‌یابد. جست‌وجو برای دستیابی به منابع انرژی جایگزین هنگامی که فناوری اجازه‌ی کاربردهای ارزان‌تر تجاری را خواهد داد، ضروری‌تر به نظر خواهد آمد. در نتیجه، به احتمال فراوان کمبود منابع سوختی و هزینه‌بر بودن این حوزه موجب افزایش اکتشاف‌ها در فضا (به دنبال منابع انرژی جایگزین) و انرژی‌های نو برای کاربردهای نظامی خواهد شد و احتمال اکتشاف در منابع دیگر محیط‌های کرانه‌ای همچون مناطق قطبی، ژرفای اقیانوس‌ها و اعماق زمین را نیز افزایش خواهد داد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش به فناوری‌های دفاعی با رویکرد تحلیل روند تاکید داشته است، در رویکرد تحلیل روند آنچه مورد اهمیت است این است که آینده مسئله موردپژوهش دارای چه جهت‌گیری‌هایی است. لازمه شناخت این جهت‌گیری‌ها، دقت در روندهایی است که ممکن است ایجاد شود یا رویدادهایی است که رخ خواهند داد. فایده فهم جهت‌گیری‌های آینده درک درستی از اقدامات اساسی است که باید انجام شود تا در آینده از غافلگیری در امان باشیم. شناخت درست روندهای فناوری‌های دفاعی موجب خواهد شد تا برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری مناسبی در این خصوص انجام گیرد.

نیروهای مسلح می‌بایست همواره روند نوآوری‌ها و پیشرفت‌های فناوری را پایش کرده و کاربردها و محصولات تازه را شناسایی کنند. به‌ویژه، می‌بایست به فناوری‌های نوپدید و همگرا توجه ویژه‌ای داشته و از خط‌شکنی‌های آن‌ها آگاه باشند. این مسئله موجب می‌شود نیروهای مسلح از یک‌سو در ده سال آینده به صنایعی روزآمد، پرکاربرد و قدرتمند مجهز شوند و از سوی دیگر، از آمادگی کافی برای رویارویی و سرکوب تهدیدات نوین و فناورانه برخوردار باشند. همچنین در حوزه‌ی فناوری‌ها و صنایع دفاعی، برای کسب آمادگی کافی در مسیر رویارویی با تهدیدها و واکنش در

^۱. Extreme Environments

برابر مخاطرات، می‌بایست کلان‌روندها و رویدادهای جهانی و عمده‌ی فناوریانه را شناسایی کرد و نقش و جایگاه نوآوری‌ها و کاربردهای نوین فناوریانه را به‌درستی شناخت. این شناخت فرصتی را فراهم می‌سازد که بتوان بر پایه‌ی آن، تصویر بزرگ آینده‌ی مطلوب را ترسیم کرد و گام‌های مناسبی برای تحقق این آینده طراحی کرد. این آینده‌ی مطلوب، همان دورنمایی است که نشانگر وضعیت هنجاری فناوری‌ها و صنایع دفاعی خواهد بود. هرچند سعی شد در تحلیل روندها به شکلی عمیق به مسائل پرداخته شود ولی نمی‌توان ادعا کرد در این مجال به تمامی ابعاد مسائل فناوری‌های دفاعی پرداخته‌شده است. همچنین هرچند که هریک از روندهای تحلیل‌شده باید در کنار روندهای دیگر در یک نقشه جامع دیده شود ولی منتهی شدن آن‌ها به راهکارهای عملی، نیازمند عمیق‌تر شدن و توجه به جزئیات بیشتر است.

قدردانی:

با تشکر و قدردانی از:

- موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.
- دفتر آینده‌پژوهی دانشگاه و پژوهشگاه دفاع ملی.
- سازمان جهاد خودکفایی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی.
- دکتر عبدالرحیم پدرام استادیار دانشگاه عالی دفاع ملی.

منابع

- ایجابی، ابراهیم، درویشی سه تلانی، فرهاد (۱۳۹۸). آینده‌نگاری راهبردی فناوری‌های دفاعی در حوزه پدافند هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۲۰، *فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی*، ۱۴(۴): ۳۴-۷.
- پدرام، عبدالرحیم (۱۳۹۳). *درآمدی بر آینده‌پژوهی اسلامی* (نسخه ۱)، تهران: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، چ ۱.
- پدرام، عبدالرحیم، احمدیان، مهدی (۱۳۹۴). *آموزه‌ها و آموزه‌های آینده‌پژوهی، تهران: افق راهبردی، چ ۱.*
- پور عزت، علی اصغر، عبدی، بهنام (۱۳۹۷). شناسایی فراروندهای فناوری اطلاعات و ارتباطات قابل توجه در آینده‌نگاری صنعت دفاعی در جهت نیل به الگوی اسلامی- ایرانی پیشرفت، *فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی*، ۱۰(۳): ۵۳-۷۵.
- حسنلو، خسرو (۱۳۸۵). نقش فناوری در مسایل نظامی آینده، *همایش آینده‌پژوهی فناوری و چشم‌انداز توسعه*، تهران.

- دورتمانز، پیتر، کورتیس، نویل (۱۳۸۷). (مترجم: وحیده علی پور، محمد باشکوه و فرهاد نظری زاده) *ارزیابی تأثیرات فناوری بر امور دفاعی*، تهران: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.
- فخرایی، مرضیه، کیقبادی، (۱۳۹۳). نگاهی به روش‌های آینده پژوهی، تهران: آینده پژوه، چ ۱.
- کریمی، حمید، عین القضاتی، علیرضا (۱۳۹۵). نقش فناوری‌های آینده در همگرایی و ارتقای توان نظامی بومی. فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی، شماره ۲، ۹۳-۱۱۵.
- مافی، فرزانه (۱۳۹۰). *پژوهشی در حوزه آینده پژوهی*، تهران: پژوهشکده تحقیقات راهبردی، چ ۱.
- ولی‌وند زمانی، حسین، مینایی، حسین (۱۳۹۶). آینده‌نگاری فناوری‌های رزم زمینی در جنگ آینده، فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی، ۴(۲): ۵-۱۵.

- Andås, H. (2020). *Emerging technology trends for defense and security*. Kjeller, Norwegian Defense Research Establishment (FFI).
- Bell, W. (2003). *Foundations of Futures Studies; History, Purposes, and Knowledge* New Jersey: Transaction.
- Cornish, E. (2004). *Futuring: The Exploration of the Future*. United States of America, the World Future Society.
- Founder of the Office of National Estimates. (2021). *Global trends2040*. A Publication of the National Intelligence Council. Office of the Director of National Intelligence
- Fowles, J. (1978). *Handbook of futures research*, The University of Michigan: Greenwood Press.
- Hines, A., & Slaughter, R. A. (2006). Thinking about the future: Guidelines for strategic foresight. P. J. Bishop (Ed.). Washington, DC: Social Technologies.
- Luketic, N. (2013). Future Technology Themes: 2030 to 2060. DEFENCE SCIENCE AND TECHNOLOGY ORGANISATION FISHERMANS BEND (AUSTRALIA).
- O'hanlon, M. (2018). Forecasting change in military technology, 2020-2040 The Brookings Institution. *Foreign Policy at Brookings*.
- Raska, M. (2020). Strategic Competition for Emerging Military Technologies: Comparative Paths and Patterns. *Features* (8) 3: 65-81.
- Roco M.C. & W.S. Bainbridge. (2003). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Sayler, Kelley M. (2020). *Emerging Military Technologies: Background and Issues for Congress*. Publishing: Congressional Research Service. Washington DC.