Dor: https://dorl.net/dor/20.1001.1.28212606.1403.7.3.1.3

فصلنامهٔ آماد و فناوری دفاعی، سال هفتم، شماره ۳ (پیاپی ۲۳)، پاییز ۱۴۰۳

ارائه مدل ارتقای قدرت عملیاتی تهاجم هوایی بر پایه حوزه‌های اثرگذار علوم و فناوری کوانتومی

رضا خزایی[۱]، نیک‌بخش حبیبی[۲]، سید نصیب‌الله دوستی‌مطلق*[۳]، جواد زروندی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۶ **پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۳/۰۷**

چکیده

پیشرفت علم و فناوری در عرصه امور دفاعی و نظامی به‌دلیل امکان ایجاد قابلیت‌های دفاعی جدید و به‌وجود آمدن تهدیدهای نوظهور ناشی از این پیشرفت‌ها، موضوعی بسیار حیاتی و قابل مطالعه است. فناوری کوانتومی یک رشته نوظهور و بالقوه شالوده‌شکن است که برای کاربردهای نظامی موثر در قدرت هوایی، قابلیت‌های جدیدی را معرفی می‌کنند، کارایی را بهبود می‌بخشند و دقت و سرعت را افزایش می‌دهند. لذا هدف اصلی این مقاله، «ارائه مدل ارتقای قدرت عملیاتی تهاجم هوایی بر پایه حوزه‌های اثرگذار علوم و فناوری کوانتومی» می‌باشد. این تحقیق از نوع توسعه‌ای، کاربردی و ازنظر روش، توصیفی-تحلیلی است. داده‌های لازم با استفاده از مطالعه کتابخانه‌ای جمع‌آوری و بر مبنای الگوی مدل مفهومی و به روش کیفی با توجه به تقسیم‌بندی خبرگی فناوری کوانتومی به سه حوزه عمده «کامپیوترهای کوانتومی»، «محاسبات و شبیه‌سازی کوانتومی»، «ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی»، سنجش کوانتومی براساس پرسش‌نامه مبتنی بر طیف لیکرت در معرض قضاوت خبرگان قدرت هوایی و صاحب‌نظران فناوری کوانتومی نظامی قرار گرفته و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان‌دهنده تبیین سه حوزه هم‌پوشانی گسترده فناوری کوانتومی نظامی در میان کشورهای پیشرو در سطح جهان بوده که مرتبط با مولفه عملیاتی تهاجم قدرت هوایی می‌باشند و همچنین شامل تدوین دستاوردهای قابل پیش‌بینی فناوری کوانتومی و تاثیرات آن درحوزه عملیاتی تهاجم هوایی نهاجا می‌باشد.

واژگان کلیدی: تهاجم هوایی، فناوری کوانتومی، قدرت هوایی.

۱. کارشناسی ارشد رشته قدرت هوایی دانشگاه شهید ستاری، تهران، ایران، رایانامه: *rezakhazaee160@yahoo.com*.

۲. دانشیار گروه تحصیلات تکمیلی دانشگاه هوایی شهید ستاری، تهران، ایران، رایانامه: *nikbash@gmail.com*.

۳. استادیار دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، رایانامه: *h.rezae99@sndu.ac.ir*.

٤. استادیار دانشگاه هوایی شهید ستاری، تهران، ایران، رایانامه: *mh.yamini@yahoo.com*.

۱. مقدمه

فناوری، توانایی بکارگیری دانش، مهارت‌ها، تجهیزات و امکانات برای انجام فعالیت‌ها، فرایندها و توسعه قابلیت‌ها به منظور پاسخگویی به یک یا چند نیاز می‌باشد (فولادی، ۱۳۸۷). در این میان، «فناوری کوانتومی نظامی» به عنوان نقطه عطف تغییرات بنیادی و ریشه‌ای در سازمان‌ها، ارگان‌های نظامی و از آن‌جمله نهاجا مورد توجه می‌باشد. این تاثیر تا بدان‌پایه است که رسیدن به اهداف نظامی و دفاعی، بدون تسلط به ابزارها، فناوری‌ها و مدیریت تامین آن‌ها تقریباً دست‌نیافتنی است. دغدغه اصلی فرماندهان و سازمان‌های نظامی، ادراک و فهم علمی یک الگوی مطلوب تحولات فناورانه منطبق با نیازهای آینده و ایفای نقش ماموریت خود در همه عرصه‌های صحنه رزم آینده است. آن‌چه در این رابطه مهم تلقی می‌شود، آن است که رشد فناوری کوانتومی نظامی، به شکل خیره‌کننده‌ای هم در کیفیت و هم در نوع و تعداد تابعی از فهم میزان تاثیرات احتمالی آنها بر صحنه‌های رزم آینده تاثیرگذار است وگرنه صرفا به دلیل جذابیت و فارغ از توانمندی‌های سازمانی در بکارگیری اثربخش آنها، نوعی هدررفت منابع ملی و از دست‌دادن فرصت‌ها، نهاجا را با مشکل جدی روبرو خواهد ساخت.

نگارندگان مقاله تلاش دارند با تمرکز بر نقش فناوری کوانتومی نظامی در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی، قدرت هوایی آینده نهاجا در راستای انجام ماموریت‌های آفندی نهاجا را مورد بررسی قرار دهند. آیت‌الله خامنه‌ای فرماندهی معظم کل قوا فرموده‌اند:

> «نیروی هوایی شاخص رشد و پیشرفت ارتش است. اگر نیروی هوایی بالا بیاید برای ارتش شاخص است؛ هم از لحاظ تجهیزات و هم از لحاظ سلاح. هم باید تجهیزات روز به روز پیشرفته شود و هم سلاح.» (بیانات رهبر انقلاب اسلامی، ۱۳۹۸/۱۱/۱۳)

در شرایطی که دشمنان سرسخت ج.ا.ایران نظیر رژیم اشغالگر قدس و ایالات متحده آمریکا به همراه نیروهای منطقه‌ای خود طی سال‌های اخیر تهدیدات متنوعی از حوزه‌های گوناگون را متوجه منافع ملی ایران نموده و همواره از عامل تهدید نظامی به عنوان پشتیبان اقدامات خصمانه خود در برابر ملت ایران بهره جسته و مکرر آن را به عنوان یکی از گزینه‌های مورد نظر اعلام داشته‌اند و با توجه به محیط کاملاً پویای عصر حاضر با وجود

این‌که تهدیدات به صورت ترکیبی مورد توجه هستند، اما همچنان نیروی هوایی نقش غیرقابل انکاری در اعمال قدرت نظامی، شناسایی و مقابله با انواع تهدیدات بر عهده دارد.

لذا لازم است در حوزه‌های گوناگون به‌ویژه حوزه عملیاتی تهاجم هوایی، موضوع ارتقای توانمندی‌های این نیرو در عصر فناوری‌های کوانتومی با در نظر گرفتن همه شرایط و مقدورات به درستی مدنظر قرار گیرند.

پویایی فوق‌العاده محیط، شدت و اهمیت تهدیدات نظامی و نقش توان عملیاتی تهاجمی نیروی هوایی در حفظ، ارتقای توان و آمادگی رزمی این نیرو متاثر از فناوری‌های نوظهور کوانتومی، نیاز به وجود طرح راهبردی به‌منظور ارتقای توان عملیاتی تهاجمی نیروی هوایی ارتش ج.ا.ایران در برابر تهدیدات نظامی آینده بر پایه فناوری های کوانتومی را برجسته کرده است. انقلاب کوانتومی برای کاربردهای نظامی در سرتاسر جهان عاملی خواهد بود که می‌توانند؛

(۱) قابلیت‌های جدیدی را معرفی می‌کنند،

(۲) کارایی را بهبود می‌بخشند،

(۳) دقت و سرعت را افزایش می‌دهند.

بر اساس این دگردیسی فناورانه؛ استراتژی‌ها، دکترین‌ها، سیاست‌ها و اخلاقیات جدید نظامی باید ایجاد شود. از آن‌رو که نیروی هوایی یک نیروی تجهیزات محور است، آمادگی و ارتقای قابلیت‌های تجهیزاتی سامانه‌ها و تسلیحات عمده حوزه عملیاتی تهاجمی این نیرو در عصر فناوری‌های کوانتومی دارای اهمیت ویژه‌ای است که غفلت از آن موجب بروز چالش‌های اساسی در اجرای مأموریت‌های آفندی قدرت هوایی نهاجا خواهد بود.

پژوهش حاضر درصدد رسیدگی به مسئله اصلی و اساسی زیر می‌باشد:

الف. شناسایی و ارزیابی حوزه‌های فناوری کوانتومی کارآمد، اثربخش و هم راستا با بروز تهدیدات متنوع و نوظهور،

ب. بررسی تاثیرات احتمالی فناوری‌های کوانتومی نظامی بر حوزه عملیاتی تهاجم هوایی نیروی هوایی ارتش بر مبنای دورنمای مطلوب راهبردی.

۲. مبانی نظری و پیشینه‌شناسی تحقیق

بر اساس تحلیل داده‌های کتابخانه‌ای، تحقیقات پیشین و تجارب کشورهای پیشرو جهان در حوزه نظامی فناوری‌های کوانتومی، محقق به ارتباط نقش سه حوزه هم‌پوشانی گسترده فناوری‌های کوانتومی ذیل، به سنجش کوانتومی با پیش فرض حوزه عملیاتی تهاجم هوایی در قدرت هوایی نهاجا دست یافت:

(۱) کامپیوترهای کوانتومی،

(۲) محاسبات و شبیه‌سازی کوانتومی،

(۳) ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی.

بر اساس مولفه‌های ذیل ضریب اهمیت یا تاثیر سه حوزه مذکور بر مولفه عملیاتی تهاجم هوایی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. با توجه به سه مولفه مطرح شده در پرسش‌نامه به ترتیب و متناسب با سه حوزه هم‌پوشانی فناوری کوانتومی؛

(۱) شبیه‌سازی از استقرار نظامی جهت کاهش زمان برنامه‌ریزی و هماهنگی عملیاتی،

(۲) ایجاد شبکه کوانتومی و ارتباطات امن صحنه عملیات بین سامانه‌های زمین‌پایه، هواپایه و فضاپایه در کانال فضای آزاد،

(۳) بهره‌گیری از حسگرهای کوانتومی در افزایش دقت ناوبری تهاجم هوایی و کاهش اتکا به سیگنال‌های ماهواره‌ای در شناسایی دقیق اهداف.

۲-۱. اهمیت و ضرورت

انجام این پژوهش در زمان حاضر در جهت شناسایی الزامات تحقق تدابیر و فرمایشات مقام معظم رهبری (فرماندهی کل قوا) در راستای ارتقای قدرت هوایی نیروی هوایی ارتش ج.ا.ایران و ایجاد بستر علمی و روش‌مند در جهت توسعه و ارتقای توان عملیاتی تهاجمی نیروی هوایی ارتش ج.ا.ایران در عصر کوانتوم حائز اهمیت می‌باشد.

نپرداختن به این پژوهش می‌تواند احتمال کاهش توان عملیاتی تهاجمی و آمادگی رزمی نیروی هوایی در مقابله با تهدیدات نظامی آینده بر پایه فناوری‌های کوانتومی نظامی با توجه به عمر خدمتی ناوگان هوایی را در برداشته باشد.

۲-۲. پرسش تحقیق

با توجه به توضیحات ارائه شده، نگارندگان مترصد پاسخگویی به سوال اصلی زیر هستند:

- «نقش فناوری‌های کوانتومی نظامی در حوزه عملیاتی تهاجم قدرت هوایی آینده نهاجا کدام است؟».

۲-۳. مبانی نظری و پیشینه‌شناسی مفهومی

۲-۳-۱. قدرت هوایی

«قدرت هوایی» را می‌توان این گونه تعریف کرد:

«توانایی بهره‌گیری از بعد سوم (ارتفاع) به منظور تأثیرگذاری بر یک موقعیت و یا دشمن» (حبیبی، ۱۳۹۷).

در این تعریف، ازلحاظ بعد ارتفاع می‌توان فضا را نیز جزئی از بعد سوم قرار داد. به توانمندی به کارگیری هرگونه سامانه‌ای که قادر باشند در هوا یا با عبور از هوا مقاصد نظامی را تأمین نمایند یا به نحوی در سرنوشت جنگ مؤثر باشند، قدرت هوایی گفته می‌شود. این سامانه‌ها شامل موارد زیر است:

(۱) هواپیماهای با سرنشین،

(۲) هواپیماهای بدون سرنشین،

(۳) موشک‌های هدایت‌شونده،

(٤) بالون‌ها،

(۵) سفینه‌های فضایی و... .

قدرت هوایی توان یک کشور و یا توانایی انجام عملیات حمل‌ونقل، آفندی، پدافندی، پشتیبانی، پوشش و یا پایش از طریق هوا برای نیل به نتیجه و هدف مطلوب است (حبیبی، ۱۳۹۷). برخی نظریه‌پردازان در زمینه قدرت هوایی اشاراتی به شرح زیر داشته‌اند که به زوایای مفهومی و مصادیق آن اشاره می‌کنند:

- ژنرال «ویلیام میچل»[1] در مقاله‌ای با عنوان "توسعه قدرت هوایی" که در سال ۱۹۲٤م. به چاپ رسید، قدرت هوایی را "توانایی انجام کاری در هوا" تعریف می‌کند و آن را شامل حمل‌ونقل همه‌چیز از طریق هواپیما از محلی به محل دیگر می‌داند و بر این نکته تاکید دارد از آنجایی‌که هوا همه‌جای جهان را می پوشاند، هیچ‌جا از نفوذ هواپیما مصون نیست. (ندیالکوف[2]، ۲۰۰٤).
- «اسنایدر»[3] قدرت هوایی را استفاده از هواپیما در راستای مقاصد نظامی می‌داند. وی معتقد است قدرت هوایی خطوط سنتی نبرد را مجدداً ترسیم نموده و بعد سومی را به جنگ بخشیده است (اسنایدر، ۱۳۸٤).
- «ندیالکوف» قدرت هوایی را توانایی ملی برای بهره‌برداری کردن از حریم هوایی جهت دست‌یابی به اهداف زیر تعریف کرده است:
  - سیاسی،
  - تجاری،
  - نظامی و سایر اهداف (ندیالکوف، ۲۰۰٤).

قدرت هوایی دارای چهار اصل به شرح زیر است؛

اصل اول) توانایی کلی کشور برای پرواز

این مسئله اصل اول قدرت هوایی را تشکیل می‌دهد که این قدرت به عنوان توان کلی کشور برای پرواز، علاوه‌بر تهاجم و انهدام؛ شامل موارد زیر می‌شود:

(۱) دفاع از قلمرو هوایی،

(۲) پشتیبانی و اسکورت (پایش) رزمی،

(۳) حمل‌ونقل هوایی در دوران جنگ و صلح به شکل بار یا مسافر،

(٤) پست و مراسلات،

(۵) به‌کارگیری نیروهای هوابرد و موشک‌های منهدم‌کننده.

1. William Mitchell
2. Nedialkov, Dimitar
3. Snyder, Craig A.

اصل دوم) تقسیم‌ناپذیری

یکی از ویژگی‌های قدرت هوایی، تقسیم ناپذیری آن در دو بُعد زیر است؛ چرا که همه این‌ها دربردارنده عناصر قدرت ملی در بعد سوم یعنی ارتفاع هستند:

(۱) تقسیم‌ناپذیری در بکارگیری هوا و فضا به عنوان یک مجموعه واحد و یکپارچه،

(۲) تقسیم‌ناپذیری در بعد هوایی نظامی و هوانوردی کشوری.

اصل سوم) حق برای پرواز و تسلط بر فضای سرزمینی

اصل سوم قدرت هوایی به این قرار است که قدرت هوایی یک ملت زمانی مفهوم عینی و واقعی دارد که از یک طرف ملت حق سیاسی یا حاکمیت برای پرواز و تسلط بر فضای هوای خود را داشته باشد. علاوه‌بر این، از توان فیزیکی برای پرواز نیز برخوردار باشد و هرگونه عامل محدود کننده در این خصوص در سطح ملی و بین المللی برداشته شده باشد.

اصل چهارم) خوداتکایی در تامین و تولید سامانه‌های هوایی

اصل چهارم قدرت هوایی بر این نکته تاکید دارد که کشورها باید در تامین و تولید صنعت و سامانه‌های قدرت هوایی، «خوداتکایی» را به‌گونه‌ای صورت دهند که در شرایط طولانی بحران، جنگ و تحریم‌ها نیز آن‌ها را در اعمال حاکمیت هوایی در عرصه هوای فضایی خودی، دچار وقفه و عدم دسترسی و اعمال قدرت نسازند (حبیبی، ۱۳۹۷).

۲-۳-۲. قدرت هوایی نظامی

قدرت هوایی جزء غیرقابل تفکیک جنگ و بحران‌های نظامی است که خود را در غالب سازمان نیروی هوایی هر کشور نشان می‌دهد. نیروی هوایی هر کشور اساسی‌ترین جزء و بخش از قدرت هوایی آن کشور به شمار می‌رود که قادر به انجام عملیات هوایی در سطوح راهبردی، عملیاتی و تاکتیکی به تنهایی و یا با هماهنگی نیروهای سطحی (زمینی و دریایی) می‌باشد. این نیرو ضمن حفظ آمادگی رزمی با اجرای عملیات آفندی و پدافندی، قدرت نظامی دشمن را منهدم و یا عملیات آن را خنثی می‌کند. قدرت هوایی نظامی، سلاح «راهبردی نهایی» می‌باشد. در تبیین این رویکرد باید اذعان داشت:

- «راهبردی» به این معنا که در کنار انهدام اهداف حساس، مراکز ثقل و حمله به عمق خاک دشمن (راهبردی کردن جنگ) به عنوان «ابزار سیاست ملی» مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- «نهایی» بدین مفهوم است که قاطع و تعیین‌کننده بوده و امکان ندارد چیز دیگری بتواند جز در هوا یا فضا نسبت به آن برتری جسته و یا آن را باطل سازد.

نیروی هوایی دارای چند ویژگی ذاتی و منحصر به فرد به قرار زیر است:

(۱) بلندی و ارتفاع که به حوزه دید آن وسعت می‌بخشد،

(۲) قلمروی جهانی که محدودیت دامنه و برد آن را از میان می‌برد،

(۳) سرعت زیاد در انجام ماموریت‌ها،

(٤) قدرت انهدام کامل دشمن،

(۵) انعطاف فوق‌العاده در اجرای عملیات‌ها (حبیبی، ۱۳۹۷).

مکتب راهبردی هوایی توسط «دوهت»[1] پایه‌ریزی شد. او اعتقاد داشت؛

اول) قدرت هوایی بدون کمک دیگران می‌تواند نقشی تعیین کننده داشته باشد.

دوم) چنان‌چه قدرت هوایی آزاد گذارده شود، می‌تواند جنگ‌های درازمدت را منسوخ کند،

سوم) کنترل آسمان‌ها و انهدام قدرت بالقوه ماشین جنگی دشمن، به‌ویژه مراکز جمعیت و پایگاه‌های صنعتی آن از وظایف اصلی نیروهای هوایی و موشکی است و پشتیبانی هوایی از نیروهای زمینی منحصراً جزء وظایف فرعی آن به‌شمار می آید (حبیبی، ۱۳۹۷).

برتری هوایی برای انجام موفقیت‌آمیز عملیات هوایی، سطحی زمینی و دریایی یک پیش‌نیاز اساسی است؛ تا زمانی‌که کنترل آسمان محقق نشود، هیچ تحرک سطحی‌ای

1. Giulio Douhet

موفقیت‌آمیز نخواهد بود. بهترین راه برای محافظت از نیروهای سطحی خودی این است که قدرت هوایی دشمن در موضع پدافندی قرار داده شود.

قدرت هوایی اصالتاً هم ابزاری آفندی است و هم پدافندی؛ که دارای توان بالاتری در بهره‌گیری از هوا و اصول غافلگیری، انعطاف‌پذیری و تمرکز قوا نسبت به نیروهای سطحی است. این شاید بدیع‌ترین تعاریف موجود در حال حاضر باشد و به وضوح موقعیت نیروی هوایی را در سطح استراتژیک امنیت ملی بیان می‌کند. بررسی تاریخی تعاریف نیروی هوایی نشان می‌دهد که آن‌ها همراه با نیروی هوایی تکامل می‌یابند.

نظریه‌پردازان و استراتژیست‌ها بلافاصله پس از جنگ جهانی دوم به سرعت بین نیروی هوایی و امنیت ملی ارتباط برقرار کردند. این نکته قابل تامل است که این ارتباط مستقیم و قابل ملاحظه استراتژیک، به‌نحوی تحت‌الشعاع تحولاتی قرار گرفته است که در توانایی قدرت هوایی برای ارائه نیروی کشنده به عنوان بخشی از قدرت نظامی یک ملت رخ داد (حبیبی، ۱۳۹۷).

۳-۳-۲. اصول اولیه قدرت هوایی

دولت از چهار ابزار قدرت در تعقیب اهداف سیاست ملی استفاده می‌کند:

(۱) ابزار دیپلماتیک،

(۲) ابزار اطلاعاتی،

(۳) ابزار نظامی،

(٤) ابزار اقتصادی.

ابزار نظامی قدرت ملی، حوزه‌های عملیاتی دریایی، زمینی، هوایی، فضایی و سایبری و الکترومغناطیسی را دربر می‌گیرد. از زمان پیدایش، قدرت هوایی سهمی حیاتی در ابزار نظامی داشته است و به حفظ آزادی ملت و ایجاد نفوذ ملی در صورت درخواست کمک کرده است. از این‌رو، قدرت هوایی به صورت زیر تعریف می‌شود:

«توانایی استفاده از قابلیت‌های هوایی در داخل و خارج از آسمان برای تأثیرگذاری بر رفتار بازیگران و روند رویدادها» (جی.دی.پی[1] ۰-۳۰، ۲۰۲۲).

در پایان جنگ جهانی اول، تأثیر قدرت هوایی در تمام انواع جنگ احساس شد. ویژگی‌های پایدار ارتفاع، سرعت و دسترسی مشخص شده بود و نقش‌های اساسی قدرت هوایی مدون شده بود. تا جنگ جهانی دوم، هیچ فعالیت نظامی نمی‌توانست اهمیت قدرت هوایی را نادیده بگیرد. هنگامی‌که این قدرت به درستی مورد هدف قرار گرفت و هماهنگ شد، در تمام صحنه‌های جنگ تأثیرگذار بود اغلب تعیین کننده بود. در طول جنگ جهانی دوم و پس از آن، با سرمایه‌گذاری در فن‌آوری‌های بدنه، موتور، حسگر و تسلیحات، که پیشرفت‌های عملیاتی و تاکتیکی را در تمام حوزه‌های عملیاتی امکان‌پذیرکرد، توسعه فن‌آوری قدرت هوایی به‌طور چشمگیری شتاب گرفت. اکنون قدرت هوایی به عنوان یک عنصر بسیار پاسخگو و مقیاس‌پذیر از ابزار نظامی قدرت ملی شناخته شده است (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲).

٤-۳-۲. نقش‌های قدرت هوایی[2]

چهار نقش اساسی قدرت هوایی وجود دارد:

(۱) کنترل آسمان،

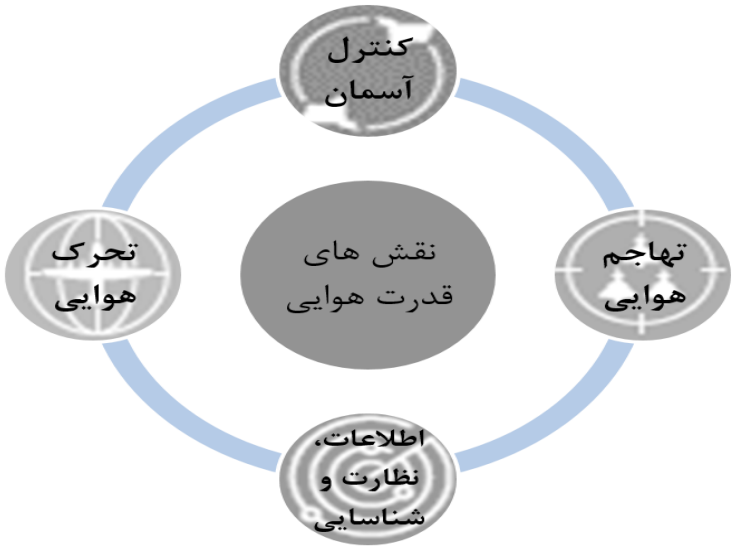
(۲) تهاجم،

(۳) اطلاعات، نظارت و شناسایی (ISR)[3]،

(٤) تحرک هوایی.

هنگامی‌که این نقش‌ها به صورت مجزا، ترکیبی یا معمولاً به عنوان بخشی از عملیات چند دامنه‌ای در یک رویکرد یکپارچه انجام شوند، به تأثیرگذاری مداوم و فعالیت‌های بازدارنده و همچنین به وظیفه مستقیم تعیین شده کمک می‌کنند (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲). نقش‌های قدرت هوایی در شکل (۱) نمایش داده شده است.

1. JDP 0-30(2022)
2. The Roles of Air Power
3. Intelligence, surveillance and reconnaissance



شکل شماره ۱. نقش‌های قدرت هوایی

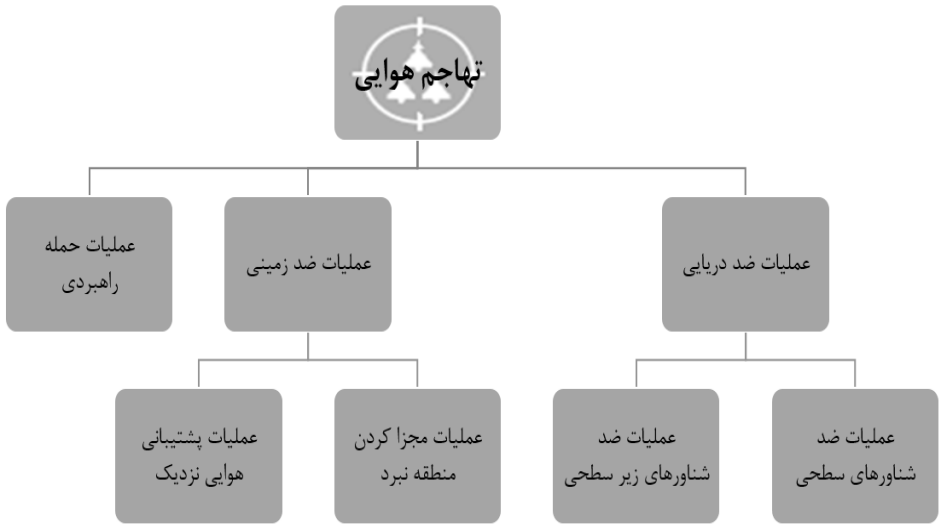
۵-۳-۲. تهاجم هوایی

قدرت هوایی هر کشور قادر است با هواپیماهای خود از طریق هوا، عملیات تهاجمی خود را اعمال کند. تهاجم هوایی عبارت است از:

«حمله به اهداف دشمن یا انجام عملیات هوایی علیه نقاط حساس و حیاتی دشمن با هدف نابودی کامل یا خسارت سنگین به تجهیزات، ادوات و زیرساخت‌های حیاتی دشمن می‌باشد. این ماموریت توسط هواپیماهای دارای قابلیت تهاجم هوایی در سه بُعد تهاجمی «هوا به هوا»، «هوا به سطح» و «هوا به زیر سطح» با تسلیحات دقیق و هوشمند صورت می‌گیرد» (حبیبی، ۱۳۹۷).

تهاجم هوایی یکی از نقش‌های مهم قدرت هوایی می‌باشد که شامل استفاده از نیروی طاقت فرسا از طریق حمله از آسمان در قلب توانایی قدرت هوایی برای تأثیرگذاری بر رفتار بازیگران و روند رویدادها قرار دارد. حمله هوایی می‌تواند دشمنان را منصرف کند، فعالیت‌های آنها را مختل کند یا در نهایت با از بین بردن منابع و قابلیت‌هایشان، آن‌ها را شکست دهد. قدرت هوایی باید به طیف وسیعی از فناوری‌های تسلیحاتی دقیق، کشنده و غیرکشنده مجهز شده باشد که توانایی شکل‌دهی قاطعانه به فضای درگیری، در هر شرایط

آب‌وهوایی، روز یا شب را ارائه دهد (جی.دی.پی۳۰-۰، ۲۰۲۲). حوزه عملیاتی تهاجم هوایی شامل سه نوع ماموریت است که در شکل (۲) نمایش داده شده است.



شکل شماره ۲. نقش تهاجم هوایی

٦-۳-۲. حمله راهبردی، عملیات ضد زمینی و عملیات ضد دریایی

۱-٦-۳-۲. حمله راهبردی[1]

هدف حمله راهبردی، نابودی توانایی اساسی دشمن برای راه‌اندازی جنگ با حمله به ساختارها یا سازمان‌های آن‌ها است. اهداف ممکن است شامل مراکز ثقل مانند عناصر رهبری و فرماندهی ملی، منابع تولید جنگ یا زیرساخت‌ها و منابع مهم ملی باشد. در این زمینه، «استراتژیک» نه مکان یا فاصله تا هدف، یا نوع سیستم سلاح یا سکوی مورد استفاده، بلکه اثر را توصیف می‌کند.

زمانی‌که مجموعه وسیعی از اهداف به طور هم‌زمان مورد حمله قرار می‌گیرند، می‌تواند بیشترین تأثیر را داشته باشد و حداکثر تأثیر شوک را ایجاد کند و استرس قابل توجهی را بر فرآیندهای دشمن وارد کند. در نتیجه توانایی آنها را برای انطباق و واکنش محدود کند (جی.دی.پی۳۰-۰، ۲۰۲۲).

1. Strategic attack

جولیو دوهت اعتقاد دارد:

«به دلیل استقلال از محدودیت‌های سطحی و سرعت فوق‌العاده‌اش، هواپیما بهترین سلاح تهاجمی است» (حبیبی، ۱۳۹۷).

۲-۶-۳-۲. عملیات ضد زمینی[1]

عملیات ضد زمینی برای امور زیر انجام می‌شود:

(۱) شکست‌دادن نیروهای میدانی دشمن،

(۲) نابودی زیرساخت‌های پشتیبانی دشمن،

(۳) ایجاد اثرات روانی برای از بین بردن انسجام یا اراده دشمن برای مبارزه.

عملیات ضد زمینی همچنین یک افزایش دهنده قدرت است؛ زیرا آنها قدرت نیروهای زمینی دوست را افزایش می‌دهند و به آن‌ها اجازه می‌دهند به اهداف خود برسند. علاوه‌بر این، عملیات ضد زمینی خطر تلفات را به حداقل می‌رساند (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲).

عملیات ضد زمینی از دو نوع ماموریت گسترده تشکیل می‌شود:

(۱) مجزا کردن منطقه نبرد (AI)[2]،

(۲) پشتیبانی هوایی نزدیک (CAS)[3].

این دو ماموریت در ذیل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

الف. مجزا کردن منطقه نبرد (AI)

مجزا کردن منطقه نبرد به فعالیت‌هایی گفته می‌شود که برای برهم زدن، تنزل، انکار یا از بین بردن قابلیت‌های دشمن قبل از استفاده علیه نیروهای دوست انجام می‌شود. مجزا کردن منطقه نبرد، عناصر زیر را در محدوده‌هایی هدف قرار می‌دهد که دشمن می‌تواند با نیروهای زمینی دوست درگیر شود:

(۱) پرسنل دشمن،

(۲) خطوط ارتباطی،

1. Counter-land operations
2. Air interdiction
3. Close air support

(۳) گره‌های فرماندهی و کنترل،

(٤) لجستیک و سیستم‌های پشتیبانی.

می‌توان مجزا کردن منطقه نبرد را برای پشتیبانی از عملیات نیروی زمینی خودی انجام داد، اما از آنجایی‌که معمولاً در فاصله قابل توجهی از محل آن‌ها انجام می‌شود، یکپارچگی دقیق معمولاً مورد نیاز نیست.

با این‌حال، هنگامی که مجزا کردن منطقه نبرد بین خط پیشروی نیروهای خودی (FLOT)[1] و خط هماهنگی پشتیبانی آتش (FSCL)[2] در فضای هوایی تحت کنترل فرمانده زمینی انجام می‌شود و نیاز به هماهنگی بین نیروهای هوایی و زمینی می‌باشد، این مأموریت‌ها به عنوان مجزا کردن منطقه نبرد میدان جنگ دسته‌بندی می‌شوند (بی.ای.آی).[3] دو گزینه اصلی برای انجام مجزا کردن منطقه نبرد وجود دارد:

(۱) از قبل برنامه‌ریزی شده،

(۲) فوری بودن.

کارآمدترین گزینه از قبل برنامه‌ریزی شده است؛ زیرا این امکان را برای برنامه‌ریزی فراهم می‌کند تا تعداد زیادی از متغیرها را که بر احتمال تخریب هدف تأثیر می‌گذارد، در نظر بگیرد.

مجزا کردن منطقه نبرد فوری، حمله به اهداف متحرک یا با اطلاع کوتاه، ممکن است به‌نظر پاسخ انعطاف‌پذیرتری ارائه دهد، اما مشکل می‌تواند کاهش زمان برنامه‌ریزی و هماهنگی باشد که به نوبه خود می‌تواند احتمال موفقیت را کاهش دهد.

پیچیدگی و کاربرد روزافزون ارتباطات پیوند داده‌ها[4] بین واحدهای زمینی و هواپیما تأثیر کاهش برنامه‌ریزی رسمی و زمان هماهنگی را محدود می‌کند (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲).

1. Forward line of own troops
2. Fire support coordination line
3. Battlefield Air Interdiction (BAI)
4. Data link communication

ب. پشتیبانی هوایی نزدیک (CAS)

اقدامی است که برای ایجاد اختلال، تنزل، انکار یا از بین بردن فعالیت‌ها یا قابلیت‌های دشمن که در مجاورت نیروهای زمینی دوست هستند انجام می‌شود. این قابلیت‌ها حمله نیروی زمینی را با قدرت آتش قابل توجهی برای وادارکردن نیروهای دشمن تکمیل می‌کند.

در نتیجه، یکپارچگی و هماهنگی فشرده هوایی-زمینی برای شناسایی دقیق اهداف و به‌حداقل رساندن خطر برادرکشی ضروری است؛ همان‌طور که در عملیات‌هایی در کشورهای عراق و افغانستان ثابت شده، پشتیبانی هوایی نزدیک می‌تواند برای موفقیت یا بقای نیروهای زمینی بسیار مهم باشد (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲).

۳-۶-۳-۲. عملیات ضد دریایی[1]

قدرت هوایی می‌تواند برای انجام اقدامات مستقیم در حوزه دریایی یا فعال‌کردن و تقویت قابلیت‌های سطحی و زیرسطحی استفاده شود. عملیات ضددریایی استفاده از حمله هوایی در حوزه دریایی است.

عملیات ضد دریایی شامل دو نوع ماموریت است:

(۱) جنگ ضد زیردریایی[2]،

(۲) جنگ سطحی دریایی[3] (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲).

الف. جنگ ضد زیردریایی

جنگ ضد زیردریایی عملیاتی است که زیردریایی‌ها و دارایی‌های پشتیبانی نیز آنها را جستجو، مکان‌یابی، ردیابی و به آن‌ها حمله می کنند. از حسگرها می‌توان برای تشخیص زیردریایی‌ها ازجمله موارد زیر استفاده کرد:

(۱) رادار،

(۲) حسگرهای الکترواپتیکی،

(۳) دستگاه‌های تشخیص ناهنجاری مغناطیسی،

1. Counter-maritime operations
2. Anti-submarine warfare
3 Surface warfare

(٤) سنسورهای صوتی فعال و غیرفعال (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲).

ب. جنگ سطحی دریایی

جنگ‌های سطحی دریایی عملیاتی هستند که نیروهای سطحی دریایی دشمن را شناسایی و درگیر می‌کنند. نوع پشتیبانی ارائه شده توسط هواپیما به نیازهای عملیاتی و توانایی‌های آنها بستگی دارد؛ اما می‌تواند شامل «تشخیص»، «مکان‌یابی»، «شناسایی»، «ردیابی» و در نهایت «حمله» باشد (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲).

۷-۳-۲. چالش‌های تهاجم هوایی

موفقیت یک تهاجم هوایی تا حد زیادی به توانایی هواپیما یا سلاح برای نفوذ یا مقابله با پدافند هوایی دشمن بستگی دارد و این‌ها به طور فزاینده‌ای توانایی پیدا کرده‌اند. همچنین محدودیت‌های عملی برای تعداد سلاح‌هایی که هواپیما می‌تواند حمل کند وجود دارد. با این حال، این چالش با توسعه سلاح‌های هدایت‌شونده دقیق و فناوری حمله الکترونیکی کاهش یافته است، که منجر به ایجاد اثر مشابه یا حتی بیشتر با سلاح‌های کمتر شده است.

آب و هوای نامناسب همچنین می‌تواند مانع از عملیات تهاجم هوایی شود، اما توسعه طیف گسترده‌ای از گزینه‌های هدایت سلاح مانند لیزر، سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS)[1] یا هدایت راداری، این چالش را کاهش داده و انعطاف‌پذیری عملیاتی و تاکتیکی قابل توجهی را ارائه می‌دهد. بنابراین حملات هوایی را می‌توان در روز یا شب و در شرایط نامساعد جوی انجام داد که می‌تواند مزیت مشخصی را برای دشمنی که فاقد چنین قابلیت‌هایی است فراهم کند (جی.دی.پی ۳۰-۰، ۲۰۲۲).

۸-۳-۲. فناوری کوانتومی

اصطلاح فناوری کوانتومی (QT)[2] به معنای فناوری است که عمدتاً از اصطلاح انقلاب کوانتومی دوم ناشی می‌شود. پیش از این، اولین انقلاب کوانتومی فناوری‌هایی را به ارمغان آورد که امروزه برای ما آشنا هستند، مانند: انرژی هسته‌ای، نیمه هادی‌ها، لیزرها،

1 Global Positioning System
2. Quantum Technology

تصویربرداری تشدید مغناطیسی، فناوری‌های مدرن ارتباطی یا دوربین‌های دیجیتال و سایر دستگاه های تصویربرداری (افان احمد و همکاران[1]، ۲۰۲۰).

دومین انقلاب کوانتومی با دستکاری و کنترل سیستم‌های کوانتومی منفرد (مانند اتم‌ها، یون‌ها، الکترون‌ها، فوتون‌ها، مولکول‌ها یا شبه ذرات مختلف) مشخص می‌شود که امکان رسیدن به حد استاندارد کوانتومی را فراهم می‌کند؛ یعنی «محدودیت دقت اندازه‌گیری در مقیاس‌های کوانتومی» (دولینگ و میلبورن[2]، ۲۰۰۳). در این مقاله، اصطلاح فناوری کوانتومی به فناوری انقلاب کوانتومی دوم اشاره دارد.

فناوری کوانتومی اساساً سلاح های جدید یا سیستم‌های نظامی مستقل را به ارمغان نمی‌آورد، بلکه به طور قابل توجهی قابلیت اندازه‌گیری، سنجش، دقت و قدرت محاسباتی و کارایی فناوری نظامی فعلی و آینده را افزایش می‌دهد. بیشتر فناوری‌های کوانتومی معمولاً فناوری‌هایی با کاربرد دوگانه هستند. در نتیجه، پتانسیل فوق‌العاده‌ای برای کاربردهای نظامی فناوری کوانتومی وجود دارد. فناوری‌های کوانتومی به‌طور کلی به عنوان فناوری‌های نوظهور، با پتانسیل تغییر رفتار جنگ و نتایج رزم‌ها در نظر گرفته می‌شوند (انداس[3]، ۲۰۲۰).

اگرچه فناوری‌های کوانتومی کنونی عمدتاً دارای سطوح آمادگی فناوری (TRL)[4] پایین هستند، اما اعتقاد بر این است که آن‌ها دارای پتانسیل شالوده‌شکن می‌باشند (اینگلسنت و همکاران[5]، ۲۰۱۸).

ناتو از فناوری کوانتومی به عنوان یک فناوری نوظهور و شالوده‌شکن یاد می‌کند، درحالی که اتحادیه اروپا (EU) آن را یک فناوری نوظهور با اهمیت استراتژیک جهانی می‌داند. فناوری کوانتومی همچنین به عنوان یک اهمیت راهبردی شناخته شده و پتانسیل آن را دارد که مزیت تعیین کننده‌ای را در رقابت در زمان صلح و زمان جنگ آینده به‌طور

1. Affan Ahmed, S.; Mohsin, M; & Muhammad Zubair, Ali S.
2. Dowling, J.P.; Milburn, G.J.
3. Andas H.
4. Technology Readiness Levels
5. Inglesant, P.; Jirotka, M.; & Hartswood, M.

یکسان در اختیار قرار دهد. این یک نمونه بارز از فناوری با کاربرد دوگانه، با کاربردهای مرتبط در استفاده نظامی و غیرنظامی، و تأثیرات گسترده بر جامعه و امنیت می‌باشد (کرینا[1]، ۲۰۲۲).

بسیاری از فناوری‌هایی که بخشی از زندگی روزمره انسان هستند، مبتنی بر دانش بشری از مکانیک کوانتومی هستند؛ از لیزرهایی که در گوشی‌های هوشمند یا ارتباطات مدرن استفاده می‌شوند تا دستگاه‌های ابررسانا که انقلابی درتصویربرداری پزشکی ایجاد کرده‌اند.

امروزه، فناوری‌های کوانتومی نسل دوم، تحقق پیشرفت‌های کاملاً جدید را بر اساس توانایی تولید، تشخیص و کنترل حالات کوانتومی ممکن می‌سازند. بشریت در آستانه موج جدیدی از نوآوری قرار دارند که یک تغییر پله‌ای در عملکرد از افزایش بی‌سابقه قدرت محاسباتی، به حسگرهای بسیار دقیق و ارتباطات پیشرفته را ارائه می‌دهد (رند[2]، ۲۰۲۱). فن‌آوری‌های کوانتومی به طور کلی به سه حوزه هم‌پوشانی گسترده تقسیم می‌شوند:

(۱) محاسبات کوانتومی،

(۲) ارتباطات کوانتومی،

(۳) سنجش کوانتومی.

۱-۸-۳-۲. محاسبات کوانتومی[3]

به معنای «استفاده از برهم‌نهی و درهم‌تنیدگی برای ایجاد کیوبیت‌هایی با قابلیت استفاده برای محاسبات» است. اصطلاح علم اطلاعات کوانتومی ممکن است استفاده شود؛ اگرچه این نه‌تنها شامل رایانه‌های کوانتومی، بلکه توسعه الگوریتم‌های تخصصی جدید مبتنی بر کوانتوم، زبان‌های برنامه‌نویسی، رابط‌ها و غیره می‌شود.

کامپیوترهای کوانتومی به بهترین وجه به عنوان استفاده از پردازنده‌های تخصصی مناسب برای یک کلاس بسیار محدود (اما مهم) از مسائل در بهینه‌سازی و شبیه‌سازی دیده می‌شوند (ناتو، ۲۰۲۳).

1. Krelina. M.
2. RAND (2021)
3. Quantum Computing

۲-۸-۳-۲. ارتباطات کوانتومی[1]

استفاده از روش‌های امن یا رمزنگاری برای ارتباط، با استفاده از ویژگی‌های کوانتومی (مثلاً درهم تنیدگی) برای ارائه تشخیص نفوذ یا تکنیک‌های رمزنگاری بهبود یافته است. توزیع کلید کوانتومی (QKD)[2] یک مثال شناخته شده در این زمینه است. تکنولوژی رمزنگاری پس‌کوانتومی یک منطقه مجزا با استفاده از الگوریتم‌های رمزنگاری پیشرفته است که پاسخگوی راه‌حل‌های رایانه‌های کوانتومی نیستند. اینترنت کوانتومی ممکن است بخشی از این حوزه تحقیقاتی در نظر گرفته شود که به عنوان یک شبکه (نظری) ساخته شده از طریق شبکه‌های ارتباطی کوانتومی درهم‌تنیده و رایانه‌ها تعریف می‌شود (ناتو[3]، ۲۰۲۳).

۳-۸-۳-۲. سنجش کوانتومی[4]

سنجش کوانتومی اشاره به «استفاده از یک سیستم کوانتومی، خواص کوانتومی یا پدیده‌ها برای اندازه‌گیری کمیت فیزیکی» دارد. اصطلاح اندازه‌شناسی کوانتومی اغلب برای تشخیص سنسورهای مورد استفاده در محل استفاده می‌شود. اندازه‌گیری از طریق اثرات کوانتومی، به‌ویژه در زمینه اندازه‌گیری ثابت‌های فیزیکی اساسی انجام می‌شود. برای مثال، اندازه‌گیری میدان‌های مغناطیسی یا گرانشی برای موقعیت‌یابی، ناوبری و زمان‌بندی (PNT)[5] نمونه‌ای از سنجش کوانتومی مرتبط نظامی است (ناتو، ۲۰۲۳).

٤-۲. مدل مفهومی تحقیق

مدل پیش‌فرض‌های تحقیق حاضر عبارت است از:

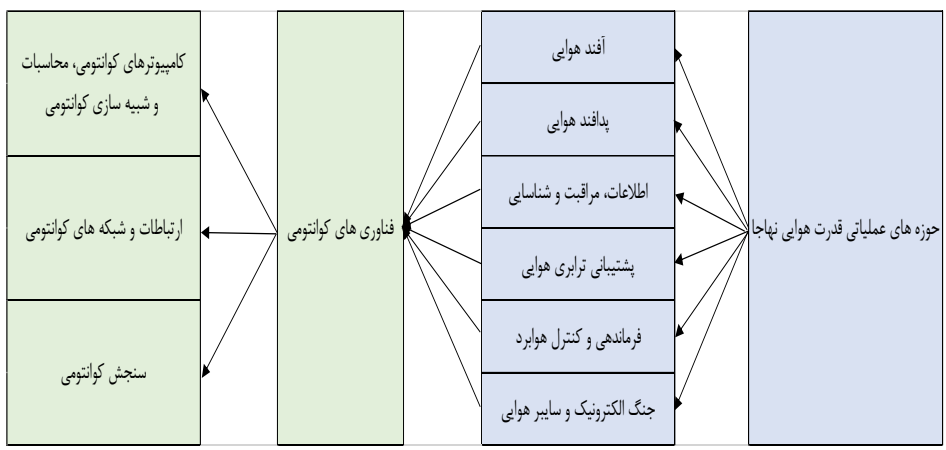
(۱) جامعه مورد مطالعه، خبرگان قدرت هوایی ارتش ج.ا.ایران و صاحب‌نظران فناوری‌های کوانتومی نظامی می‌باشند.

1 .Quantum Communications
2 Quantum Key Distribution
3. NATO (2023)
4. Quantum Sensing
5. Positioning Navigation Timing

(۲) هدف اصلی تحقیق، دستیابی به نقش فناوری‌های کوانتومی نظامی در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی قدرت هوایی آینده نهاجا است.

(۳) تحقیق حاضر بر اساس دستیابی به فناوری‌های کوانتومی مورد نیاز نیروی هوایی با توجه به پیش فرض حوزه عملیاتی تهاجم هوایی نیروی هوایی و تاثیرپذیری از سه حوزه هم‌پوشانی گسترده فناوری‌های کوانتومی شامل: (۱) کامپیوترهای کوانتومی، محاسبات و شبیه‌سازی کوانتومی، (۳) ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی، و (۳) سنجش کوانتومی می‌باشد.

مدل مفهومی روش مطالعه و مدل مفهومی فناوری کوانتوم در ارتقا قدرت هوایی (تهاجم هوایی) به ترتیب در شکل‌های (۳) و (٤) ارائه شده است.



شکل شماره ۳. مدل مفهومی روش مطالعه

۳. روش‌شناسی تحقیق

با توجه به این‌که این پژوهش مورد استفاده تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران لشکری قرار می‌گیرد، کاربردی است و از آن جهت که موجب توسعه ادبیات در حوزه عملیاتی تهاجمی نیروی هوایی ارتش ج.ا.ایران و همچنین ارائه طرح راهبردی ارتقای قدرت هوایی نهاجا می‌گردد، توسعه‌ای محسوب می‌شود. بنابراین این مطالعه از نوع کاربردی-توسعه‌ای می‌باشد و ازآن‌رو که محقق اطلاعات لازم را از مطالعه اسناد، مدارک و پرسش‌نامه از

صاحب‌نظران جمع‌آوری می‌کند و نحوه تجزیه‌وتحلیل آن‌ها شامل کیفی (برای اسناد و مدارک) و کمی (پرسش‌نامه) می‌باشد و هر آنچه هست را با هر دو روش کمی و کیفی تجزیه تحلیل می‌کند، لذا نوع تحقیق نیز توصیفی تحلیلی می‌باشد.

قلمرو زمانی تحقیق از نظر جمع‌آوری داده‌ها تا سال ۲۰۲۳م. و با تمرکز بر استفاده از جدیدترین منابع منتشر شده است (استناد به برخی آیین‌نامه‌ها و منابع قدیمی‌تر اجتناب‌ناپذیر بود).

قلمرو مکانی تحقیق از نظر مکان جمع‌آوری داده‌ها، مراکز علمی و دانشگاهی معتبر داخلی و خارجی، وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح و صنایع وابسته مرتبط با حوزهای عملیاتی هوایی، ستاد کل نیروهای مسلح و نیروهای تابعه، صنایع و شرکت‌های فعال در حوزه هوانوردی و فناوری‌های کوانتومی نظامی، و از نظر کاربردی نیز جغرافیای نیروی هوایی ارتش ج.ا.ایران می‌باشد.

قلمرو موضوعی این تحقیق با توجه به گستردگی مقوله حوزه عملیاتی تهاجم هوایی قدرت هوایی نهاجا و ظهور فناوری کوانتومی، شامل بررسی توانمندی‌های عملیاتی در حوزه تهاجم هوایی، ابعاد، مؤلفه، شاخص‌ها و روابط بین آن‌ها به منظور آماده‌سازی حوزه عملیاتی تهاجم هوایی قدرت هوایی نهاجا در عصر فناوری کوانتومی و تامین تجهیزات، ارتقای سامانه‌ها، سرمایه‌گذاری‌های گسترده و تلاش‌های تحقیقاتی با هدف توسعه فناوری‌های کوانتومی نظامی، با کاربردهای پیشنهادی در بهره برداری از کامپیوترهای کوانتومی، شبیه‌سازی کوانتومی و محاسبات، حسگرهای فوق‌العاده حساس، موقعیت‌یابی، ناوبری و زمان‌بندی (PNT)، ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی و علم اطلاعات در اجرای هر چه بهتر مأموریت‌های تهاجمی نیروی هوایی در تامین منافع و اهداف ملی می‌باشد.

۱-۳. جامعه آماری

با توجه به تخصصی بودن موضوع، به‌منظور تکمیل و تولید ادبیات تحقیق، تأیید روایی و پایایی پرسش‌نامه و تکمیل داده‌های تحقیق به صاحب‌نظران خبره که نسبت به قابلیت‌ها و

ظرفیت‌های ج.ا.ایران در حوزه صنایع دفاعی، قدرت هوایی، فناوری کوانتومی نظامی و تهدیدات پیش‌رو در عصر کوانتومی اشرافیت داشتند، مراجعه شده است.

بر این اساس، محقق اقدام به توجیه حضوری افراد خبره و همچنین توزیع و اخذ پرسشنامه مربوطه نمود. به دلیل آن‌که کل ساختار ارتش و نیروهای تابعه آن مورد نظر است، لذا تلاش شده جامعه آماری شامل خبرگان آگاه به ماموریت و حیطه عملیاتی تهاجم هوایی و آشنا با بروز تهدیدات و روند شکل‌گیری جنگ‌ها و صحنه‌های رزم آینده و همچنین آشنا به علوم و فناوری کوانتومی نظامی را در این نظرسنجی تخصصی به کار گیرد. از آنجایی‌که تعداد کل جامعه آماری با توجه به موضوع تحقیق زیاد نیست و شامل ۳۰ نفراز متخصصین می باشد، می‌توان حجم نمونه را با حجم جامعه آماری به صورت سرشماری منطبق دانست. بر مبنای این راهبرد پژوهشی، شیوه و مراتب انجام کار به شرح ذیل است:

الف. در این تحقیق، از آنجایی‌که فرضیه‌ای به عنوان پاسخ به سؤالات تحقیق وجود ندارد و با توجه به جدید بودن حوزه تحقیق، ضمن بررسی اطلاعات مکتوب مرتبط با آن‌ها و انجام پرسش‌نامه تخصصی جهت تکمیل ادبیات مورد نیاز، با استفاده از روش «تحلیل محتوا»[1]، مؤلفه‌ها و عوامل مؤثر بر ارتقا توان حوزه عملیاتی تهاجم هوایی نهاجا با توجه ویژه به ماهیت و ویژگی‌های تهدیدات نظامی آینده در عصر فناوری‌های کوانتومی به روش خبرگی احصاء گردید.

ب. به‌منظور تحلیل عوامل مؤثر بر حوزه عملیاتی تهاجم هوایی نهاجا از فناوری کوانتومی، تقسیم‌بندی فناوری‌های کوانتومی به سه حوزه عمده کامپیوترهای کوانتومی، محاسبات و شبیه‌سازی کوانتومی، ارتباطات و شبکه های کوانتومی، سنجش کوانتومی، به روش خبرگی انجام و سپس از طریق پرسش‌نامه مبتنی بر طیف لیکرت[2] در معرض قضاوت خبرگان قرار گرفت. پس از اخذ نظرات خبرگان (پاسخ پرسش‌نامه‌ها)، از پارامترهای توصیفی به‌خصوص جدول توزیع فراوانی در تحلیل آماری استفاده شده است.

1. Content Analysis
2. Likert Spectrum

شکل شماره ٤. مدل مفهومی فناوری کوانتوم در ارتقا قدرت هوایی نهاجا (تهاجم هوایی)

٤. یافته‌های پژوهش و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

بر اساس جدول (۱)، از نظر پاسخ دهندگان نقش سه حوزه هم‌پوشانی گسترده فناوری‌های کوانتوم درحوزه عملیاتی تهاجم هوایی، در بخش اجرای سنجش کوانتومی دارای بالاترین میانگین (٤/٦٣) و نقش کامپیوترهای کوانتومی در بخش اجرا دارای کمترین میانگین (٤/١٧) است. ضمن این‌که، میانگین نقش کامپیوترهای کوانتومی در بخش طراحی دارای میانگینی برابر (٤/٤٠)، اجرا (٤/١٧) و ارزیابی (٤/٣٣)؛ میانگین نقش ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی در بخش طراحی دارای میانگینی برابر (٤/٦٠)، اجرا (٤/٥٣) و ارزیابی (٤/٤٧)؛ میانگین سنجش کوانتومی در بخش طراحی دارای میانگینی برابر (٤/٥٠)، اجرا (٤/٦٣) و ارزیابی (٤/٣٧) می‌باشند.

جدول شماره ۱. توصیف داده‌های پژوهش حاصل از پاسخ‌های ارائه شده به تهاجم هوایی					
ردیف	متغیر		میانگین	انحراف معیار	واریانس
۱	کامپیوترهای کوانتومی	طراحی	٤/٤٠	۰/٦٢١	۰/۳۸۸
		اجرا	٤/١٧	۰/۹٥۰	۰/۹۰۲
		ارزیابی	٤/۳۳	۰/٦٦١	۰/٤۳۷
۲	ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی	طراحی	٤/٦۰	۰/٥٦۳	۰/۳١٧
		اجرا	٤/٥۳	۰/۸١۹	۰/٦٧١
		ارزیابی	٤/٤٧	۰/۷۳۰	۰/٥۳۳
۳	سنجش کوانتومی	طراحی	٤/٥۰	۰/٦۳۰	۰/۳۹۷
		اجرا	٤/٦۳	۰/٦١٥	۰/۳۷۸
		ارزیابی	٤/۳۷	۰/۷١۸	۰/٥١٦

❖ یافته تحقیق شماره (۱)

اجرا و بهره‌گیری از حسگرهای کوانتومی در افزایش دقت ناوبری تهاجم هوایی و کاهش اتکا به سیگنال‌های ماهواره‌ای در شناسایی دقیق اهداف در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی از ضریب اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

چنان‌چه براساس نقش سه حوزه هم‌پوشانی گسترده فناوری‌های کوانتومی شامل کامپیوترهای کوانتومی، محاسبات و شبیه‌سازی کوانتومی، و ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی، سنجش کوانتومی نیز در پیش‌فرض حوزه عملیاتی تهاجم هوایی در قدرت هوایی نهاجا، ضریب احتمال وقوع مولفه‌های ذیل به عنوان دستاوردهای قابل پیش‌بینی فناوری‌های کوانتومی در قدرت هوایی آینده و تاثیرات آن در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی، بدین ترتیب مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

جدول شماره ۲. توصیف داده‌های پژوهش حاصل از پاسخ‌های ارائه شده به تهاجم هوایی					
ردیف	متغیر	وضعیت	میانگین	انحراف معیار	واریانس
۱	کامپیوترهای کوانتومی	الف	٤/٥۰	۰/۷٦٥	۱/۰٥٤
		ب	٤/٤۰	۰/٦۹۸	۰/۳٦٥

		ج	٤/٤٣	٠/٦٧٦	٠/٤٥٧
۲	ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی	الف	٤/٥١	٠/٧٤٦	٠/٥٥٧
		ب	٤/٤٠	٠/٧٩٦	٠/٦٣٣
۳	سنجش کوانتومی	الف	٤/٣٠	٠/٨٠٥	٠/٦٤٨
		ب	٤/٢٠	٠/٨٨٩	٠/٧٩٠
		ج	٤/٦٩	٠/٦٩٨	٠/٣٦٥
		د	٤/٣٥	٠/٦٧٦	٠/٤٥٧
		ه	٤/١٩	١/٠٤٤	١/٠٩٠

به منظور سهولت در بررسی نقش محاسبات کوانتومی، علائم اختصاری «الف»، «ب» و «ج» به شرح ذیل معرفی می‌گردند:

- الف) مدل‌سازی واکنش‌های شیمیایی پیچیده برای طراحی مواد جدید در توسعه و طراحی سلاح‌ها و سیستم‌های تسلیحاتی مرگبار، خودکار و دقیق‌تر.
- ب) قدرت محاسباتی حجم قابل توجهی از داده‌ها در شبیه‌سازی‌های مقیاس بزرگ از استقرار نظامی در کاهش زمان برنامه‌ریزی و هماهنگی عملیات،
- ج) بهره‌گیری از تکنیک‌های مدل‌سازی و شبیه سازی در تدارکات و حل مسائل عملیات‌های رزمی،

به منظور سهولت در بررسی ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی، علائم اختصاری «الف» و «ب» شامل موارد زیر می‌باشند:

- الف) شبکه‌سازی حسگرهای کوانتومی با کامپیوترها درعملیات،
- ب) برقراری ارتباطات امن با ایجاد شبکه کوانتومی صحنه عملیات بین سامانه‌های زمین‌پایه، هواپایه و فضاپایه،

به منظور سهولت در بررسی سنجش کوانتومی، علائم اختصاری «الف»، «ب»، «ج» ، «د» و «ه» شامل موارد زیر می‌باشند:

- الف) بهره‌گیری از ناوبری اینرسی کوانتومی بر روی هواپیماها درکاهش اتکا به سیگنال‌های ماهواره‌ای،

- ب) افزایش دقت در عملیات بمباران هوایی برپایه حسگرهای ناوبری کوانتومی در یافتن صحیح هدف بدون استفاده از ماهواره،
- ج) بهره‌گیری از ناوبری اینرسی کوانتومی در موشک‌های آینده عامل منسوخ‌شدن جنگ الکترونیکی علیه موشک‌های مبتنی بر ماهواره و رادار،
- د) مکان‌یابی زیردریایی‌های دشمن توسط سیستم‌های مبتنی بر مغناطیس‌سنج‌ها و گرانش‌سنج‌های کوانتومی مستقر روی هواپیماها و پهپادها در عملیات ضد دریایی،
- ه) شناسایی و نقشه‌برداری ساختارهای زیرزمینی مانند سیلوهای موشکی، پناهگاه‌ها و شیلترهای هواپیما مبتنی بر مغناطیس‌سنج‌ها و گرانش‌سنج‌های کوانتومی،

بر اساس جدول (۲)، از نظر پاسخ‌دهندگان نقش سه حوزه هم‌پوشانی گسترده فناوری‌های کوانتومی، میانگین سنجش کوانتومی به شرح زیر است:

(۱) در بخش (ج) دارای بالاترین میانگین (٤/٦۹) و سنجش کوانتومی در وضعیت (ه) دارای کمترین میانگین (٤/۱۹) است.

(۲) میانگین نقش کامپیوترهای کوانتومی در وضعیت (الف) دارای میانگینی برابر (٤/۵۰)، وضعیت (ب) (٤/٤۰) و وضعیت (ج) (٤/٤۳)؛

(۳) میانگین نقش ارتباطات و شبکه‌های کوانتومی در وضعیت (الف) دارای میانگینی برابر (٤/۵۱)، وضعیت (ب) (٤/٤۰)؛

(٤) میانگین سنجش کوانتومی در وضعیت (الف) دارای میانگینی برابر (٤/۳۰)، وضعیت (ب) (٤/۲۰)، وضعیت (ج) (٤/٦۹)، وضعیت (د) (٤/۳۵) و وضعیت (ه) (٤/۱۹) می‌باشند.

❖ **یافته تحقیق شماره (۲)**

بهره‌گیری از ناوبری اینرسی کوانتومی در موشک‌های آینده منجر به منسوخ‌شدن جنگ الکترونیکی علیه موشک‌های مبتنی بر ماهواره و رادار، به عنوان دستاوردی قابل پیش‌بینی

از حوزه سنجش فناوری کوانتومی، تاثیرگذار در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی نهاجا، از ضریب احتمال وقوع بالایی برخوردار می باشد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در پژوهش حاضر، با توجه به اهداف پژوهش به‌منظور ارائه مدل ارتقای قدرت عملیاتی تهاجم هوایی بر پایه حوزه‌های اثرگذار علوم و فناوری کوانتومی و مبتنی بر نتایج به‌دست‌آمده، بهره‌گیری از حسگرهای‌کوانتومی در افزایش دقت ناوبری تهاجم هوایی و کاهش اتکا به سیگنال‌های ماهواره‌ای در شناسایی دقیق اهداف در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی از ضریب اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. همچنین با توجه به تبیین کاربردهای احتمالی فناوری‌های کوانتومی نظامی در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی نهاجا و تدوین قابل پیش‌بینی دستاوردهای فناوری‌های کوانتومی و تاثیرات آن در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی می‌توان نتیجه گرفت؛ بهره‌گیری از ناوبری اینرسی کوانتومی در موشک‌های آینده منجر به منسوخ‌شدن جنگ الکترونیکی علیه موشک‌های مبتنی بر ماهواره و رادار به عنوان دستاوردی قابل پیش‌بینی از حوزه سنجش فناوری‌های کوانتومی و تاثیرگذار در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی نهاجا، از ضریب احتمال وقوع بالایی برخوردار می‌باشد.

۵-۱. پیشنهادات

از تحلیل تحقیق در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی و نتایج حاصل پیشنهاد می‌شود:

(۱) با توجه به برخی از دستاوردهای قابل پیش‌بینی فناوری‌های کوانتومی در قدرت هوایی آینده و تاثیرات آن در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی نیاز است تا نهاجا با بهره‌گیری از پتانسیل‌های بالقوه در فناوری کوانتومی نظامی در این خصوص برنامه‌ریزی لازم را داشته باشد و با تجهیز و تقویت حوزه عملیاتی تهاجم هوایی بر پایه سه حوزه هم‌پوشانی گسترده فناوری‌های کوانتومی نیز «توان رزمی-تهاجمی» خود را ارتقا نماید.

(۲) اجرای طرح تحقیقاتی استفاده از حسگری کوانتومی در افزایش دقت ناوبری تهاجم هوایی و کاهش اتکا به سیگنال‌های ماهواره‌ای در شناسایی دقیق اهداف در حوزه عملیاتی تهاجم هوایی.

(۳) اجرای طرح تحقیقاتی بهره‌گیری از ناوبری اینرسی کوانتومی در موشک‌های آینده موثر بر منسوخ‌شدن جنگ الکترونیکی علیه موشک‌های مبتنی بر ماهواره و رادار.

(٤) تبیین طرح راهبردی به منظور ارتقای توان عملیاتی تهاجمی نیروی هوایی ارتش ج.ا.ایران در برابر تهدیدات نظامی آینده بر پایه فناوری‌های کوانتومی.

منابع

الف- فارسی

- آیت‌الله خامنه‌ای، سید علی (۱۳۹۸). بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی در دیدار با فرمانده وقت نهاجا، مورخ: ۱۳ بهمن ۱۳۹۸.
- اسنایدر، کریگ. ای (۱۳۸٤). ***امنیت و راهبرد معاصر***. ترجمه سیدحسین محمدی‌نجم، تهران: دانشکده فرماندهی و ستاد سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، چاپ اول.
- حبیبی، نیک‌بخش (۱۳۹۷). ***ماهیت قدرت هوایی***. تهران: مرکز انتشارات راهبردی نهاجا، چاپ دوم.
- فولادی، قاسم (۱۳۸۷). ***ارزیابی و استفاده از سطوح آمادگی فناوری***، تهران: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی مرکز آینده‌پژوهشی علوم و فناوری دفاعی و مرکز راهبردی تحقیقات غیر صنعتی، چاپ اول.

ب- انگلیسی

- Affan, Ahmed S.; Mohsin, M.; & Muhammad Zubair, Ali S. (2020). "Survey and Technological Analysis of Laser and its Defense Applications". ***Defence Technology***. https://doi.org/10.1016/j.dt.2020.02.012.
- Andas, H. (2020). ***Emerging Technology Trends for Defence and Security***. FFI-RAPPORT.
- Dowling, J.P.;, Milburn, G.J. (2003). "Quantum technology: the second quantum revolution". ***Philos Trans R Soc, Math Phys Eng Sci***. 361 (1809), 1655–74, https://doi.org/10.1098/rsta.2003.1227.
- Inglesant P. Jirotka M. Hartswood M. (2018). ***Responsible Innovation in Quantum Technologies applied to Defence and National Security***. In: NQIT: Networked Quantum Information Technologies.
- JDP 0-30. (2022). ***Joint Doctrine Publication 0-30 UK Air Power 2022***. In: JDP 0-30, At: https://www.gov.uk/government/publications/uk-air-power-jdp-0-30.
- Krelina. M. (2022). "Quantum Technology in Future Warfare: What is on the Horizon? Future Warfare and Technology: Issues and Strategies", ***Global Policy Journal***, At: https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3702428
- NATO (2023). ***Science & Technology Organization***. In: Science and Technology Trends 2023-2043, At: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2023/3/pdf/stt23-vol2.

- Nedialkov, Dimitar (2004). ***The Genesis of Air Power***. Sofia-Moscow, First published.
- RAND (2021). "Commercial and Military Applications and Timelines for Quantum Technology", In: ***RAND Corporation***, At: https://www.rand.org/pubs/research_reports/.