

Technological Transition in Iran's Air Combat Socio-Technical System with Focus on UAV Technology

**Mahdi Baharloo¹, Tahereh Miremadi,² Alireza Boushehri,³
Mehdi Elyasi⁴**

1- Ph.D candidate for Management, Iranian Research Organization for Science and Technology

2- Associated Proffesor, Iranian Research Organization for Science and Technology

3- Assistant Proffesor, Malek Ashtar University

4- Associated Proffesor, Allame Tabataba'i University

Abstract:

This paper attempts to provide an analysis of the trend of innovation in Iran's air combat regime, focusing on UAV technology and according to the changes of landscape and air combat regime-based on manned aircraft during the 1340-90 decades. For this purpose, the theory of social-technical systems and the strategic niche management approach is used. The research strategy is a case study, its purpose is descriptive, based on historical analysis of events and its qualitative approach. Data collection tools include studying documents, conducting interviews, and the writer's life experience in order to create a chain of observations. Analyzing the changes of this system in the five historical periods, it was discovered that the occurrence of the Islamic Revolution and then the imposed war and the limits of the air combat regime-based on manned aircraft in meeting the operational demands have led to the formation of a UAV niche and its development. At present, UAV technology is at the take-off phase, following the predevelopment phase (pre-Islamic revolution to the end of war) and development (from 1367-1388). The development of expectations, the expansion of the network of actors, the creation of a space for testing technological achievements, and the development of learning in the niche, has led to the development of UAV technology and its penetration and diffusion into the air power regime. However, deepening and embedding it in this system, as a complementary technology alongside manned aircraft, requires the adoption of policies and measures

Keywords: System Innovation, Multi-Level Perspective, Landscape, Air Combat Regime, Strategic Niche Management, UAV Technology



گذار فناوریانه در نظام اجتماعی فنی رزم هوایی ایران با تمرکز بر فناوری پهپاد

دوره ۱۳ شماره ۲ (پیاپی ۴۴)
تابستان ۱۳۹۸

نوع مقاله: پژوهشی (تاریخ دریافت: ۹۸/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۱۵)

دانشجوی دکتری، پژوهشکده فناوریهای نوین، سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران
دانشیار پژوهشکده فناوریهای نوین، سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران
استادیار مجتمع مدیریت و صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر
دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی

مهدی بهارلو
طاهره میرعمادی ✉
علیرضا بوشهری
مهدی الیاسی

چکیده

در این مقاله سعی بر ارائه تحلیلی پیرامون روند نوآوری در نظام عرصه رزم هوایی ایران با تمرکز بر فناوری پهپاد، با توجه به تحولات محیطی و عرصه رزم هوایی مبتنی بر هواپیمای سرنشین‌دار در طی دهه‌های ۹۰-۱۳۴۰ است. برای این منظور از نظریه نظامهای اجتماعی- فنی و رویکرد مدیریت راهبردی جاویژه استفاده شده است. راهبرد پژوهش مطالعه موردی، هدف آن توصیفی، مبنای آن تحلیل تاریخی وقایع و رویکرد آن کیفی است. ابزارهای گردآوری داده‌ها شامل مطالعه اسناد، انجام مصاحبه و تجربه زیسته نویسندگان به‌منظور ایجاد زنجیره‌ای از مشاهدات می‌شود. با تحلیل تحولات این نظام در ۵ دوره تاریخی، مشخص گردید که وقوع انقلاب اسلامی و سپس بروز جنگ تحمیلی و محدودیتهای نظام عرصه رزم هوایی مبتنی بر هواپیماهای سرنشین‌دار در برآورده‌سازی مطالبات عملیاتی، زمینه‌ساز شکل‌گیری جاویژه پهپاد و توسعه آن بوده است. هم‌اکنون فناوری پهپاد با پشت سر گذاشتن مراحل پیش‌توسعه (سالهای پیش از انقلاب تا پایان جنگ) و توسعه (سالهای ۸۸-۱۳۶۷)، در مرحله اوج‌گیری قرار دارد. توسعه انتظارات و مطالبات عملیاتی، گسترش شبکه بازیگران و توانمندیهای آنان، ایجاد فضای آزمودن دستاوردهای محصولی و فناوریانه و توسعه یادگیری‌ها در فضای حفاظتی جاویژه، موجب توسعه فناوری پهپاد و نفوذ و اشاعه آن در نظام عرصه رزم هوایی شده است. ولیکن تعمیق و جانمایی کامل آن در این نظام، به‌عنوان یک فناوری مکمل در کنار هواپیماهای سرنشین‌دار، مستلزم اتخاذ سیاستها و تدابیری اعم از تثبیت چشم‌انداز و انتظارات، فراهم‌سازی زمینه حضور بازیگران بیشتر و تقویت بازیگران قبلی و تسهیل در یادگیری و به اشتراک‌گذاری درس‌آموخته‌ها و تجارب است.

واژگان کلیدی: نوآوری در نظام، دیدگاه چندسطحی، بستر محیطی، نظام عرصه رزم هوایی، مدیریت راهبردی جاویژه، فناوری پهپاد

۱- مقدمه

نظام عرصه رزم هوایی ایران از بدو تشکیل در دوره پهلوی اول تاکنون تحولات پر فراز و نشیبی را پشت سر گذاشته است؛ به‌ویژه آنکه اتکا این عرصه از رزم به فناوریهای پیشرفته بسیار چشمگیرتر از عرصه‌های دیگر بوده است. تحولات بین‌المللی مانند جنگ جهانی دوم، جنگ سرد، توسعه‌ها و رکودهای اقتصادی منطقه‌ای و جهانی، توسعه شتابناک فناوری به‌ویژه در حوزه هوافضا و فناوریهای مرتبط با آن و توسعه تعاملات و مناسبات منطقه‌ای و بین‌المللی همگی در این روند موثر بوده‌اند. افزون بر اینها، انقلاب اسلامی ۱۳۵۷ و وقایع پس از آن نقطه تحول ویژه‌ای در این عرصه از رزم در ایران بود؛ چراکه سیاستها و آموزه‌های حاکم بر تشکیل نیروهای هوایی در ایران را دچار تغییر کرد و موجب قطع ارتباط با دول غربی به‌ویژه امریکاییها در توسعه توان نظامی شد. در ادامه، بروز جنگ تحمیلی و حضور نیروی هوایی در آن و تحریمهای حاکم بر کشور، به مرور موجب بروز مطالبات جدید در کنار تلفات و فرسودگی ناوگان هوایی ایران شد.

از آنجایی که چندان امکان تامین نیازمندیهای عرصه رزم هوایی از خارج از کشور فراهم نبود، سیاست‌گذاران دفاعی به فکر توسعه توان نگهداری و تعمیر ناوگان موجود و حرکت به‌سوی ارتقای آنها و طراحی و ساخت هواپیماهای جدید از یک سو و یافتن نوآوریهای فناورانه مکمل برای فناوری سرنشین‌دار، از سوی دیگر افتادند. موشکهای بالستیک و پرنده‌های بی‌سرنشین (پهپاد)^۲ شاخص‌ترین پاسخ‌ها بودند. این موضوع کم و بیش در دیگر حوزه‌های عرصه رزم در ایران پس از انقلاب اسلامی نیز رخ داده است؛ برای نمونه شناور تندرو در رزم دریایی.

اما آنچه شایان توجه است، ابعاد تفاوت‌های غیرفناورانه این نوآوریها با پیکره‌بندی حاکم بر نظامهای شکل گرفته از پیش از انقلاب است. در عرصه رزم هوایی با پیکره‌بندی روبه‌رو بودیم که به لحاظ فرهنگ سازمان رزم، مطالبات عملیاتی، زیرنظامات دانشی، فناورانه، صنعتی و سیاستی با وقوع انقلاب اسلامی و سپس جنگ تحمیلی دچار تلاطمهای بسیاری شد. فناوری پهپاد در آغاز نتوانست در این پیکره‌بندی توسعه یابد. لذا در نیرویی نوپا به نام سپاه پاسداران و وزارتخانه‌ای که مأمور پشتیبانی از آن بود، شکل داده شد؛ تا جایی که به‌حدی از توانمندی رسید که بتواند به‌عنوان رویکردی مکمل به نظام عرصه رزم هوایی کشور کمک کند و بخشی از کاستیهای فناوری سرنشین‌دار را پوشش دهد و روندی نوآورانه را در این نظام رقم بزند. هدف این مقاله تحلیل روند یادشده است.

لذا از آنجایی که در این روند گذارگونه با پدیده‌ای فنی به نام فناوری پهپاد و تحولات بافت اجتماعی عرصه رزم هوایی متناسب با آن روبه‌رو هستیم، رویکرد گذارهای اجتماعی-فنی و

^۲ پرنده هدایت‌پذیر از دور

دیدگاه چندسطحی را برای مطالعه و تحلیل برگزیده‌ایم. اولین بخش پس از مقدمه، به مرور ادبیات پژوهش با محوریت نوآوری دفاعی و رویکردهای تحلیل گذارهای فناوریانه و آرایه مدل مفهومی پژوهش اختصاص دارد. پس از آن روش‌شناسی پژوهش معرفی می‌شود. در بخشهای اصلی مقاله، نخست روند نوآوری در نظام عرصه رزم هوایی ایران توصیف می‌شود و پس از آرایه تحلیلی بر یافته‌ها، مقاله جمع‌بندی می‌گردد.

۲- مبانی نظری

۲-۱- نوآوری دفاعی و گذارهای فناوریانه

ادبیات نوآوری دسته‌بندیهای متعددی را از نوآوری از منظرهای مختلف در بر می‌گیرد. معطوف به اهداف این تحقیق، «فریمن» و «پرز» چهار نوع نوآوری را معرفی کرده‌اند: «تدریجی»، «بنیادی»، «تغییر در نظامهای فناوری» و «انقلابهای فناوریانه یا تغییر در پارادایمهای فنی-اقتصادی» (Freeman and Perez 1988). ویژگی دو دسته آخر که شامل خوشه یا تجمیعی از نوآوری‌ها هستند، اتکا به هر دو نوع نوآوریهای تدریجی و بنیادی است (Dolata 2011) و (F. Geels 2005). نوآوری در حوزه دفاع نیز شامل این دسته‌بندیها می‌شود و نوآوریهای تدریجی و نوآوریهای تحولی را در بر می‌گیرد. در نوآوری‌های تحولی معمولاً مجموعه پیچیده‌ای از فناوری‌های تحولی و تغییرات سازمانی و عملیاتی به چشم می‌خورد. در واقع در این نوع نوآوری‌ها، تحول در نظریه‌ها، آموزه‌های نظامی و مفاهیم عملیاتی کاملاً مشهود است.

از دیگر اصطلاحات رایج در مطالعات نوآوری، «نوآوری در نظام» است. این واژه را می‌توان درباره دو دسته آخر نوآوری آرایه شده توسط فریمن و پرز به کار برد. در اغلب موارد، واژه یادشده افزون‌بر محصول و نوآوری‌های فرایندی، تغییرات در تجارب کاربران، بازارها، سیاست، مقررات و قواعد، فرهنگ، زیرساختها، شیوه زندگی و مدیریت بنگاه‌ها را نیز در بر می‌گیرد (Kemp and Rotmans 2005) و (Geels, F. 2006).

واژه متداول دیگر، «گذار» است که با واژه «نوآوری در نظام» مترادف می‌باشد. «گیلز» نوآوری در نظام را گذار از یک نظام فنی-اجتماعی به نظامی دیگر تعریف می‌کند. وی همچنین گذارهایی را که در آنها فناوری نقش برجسته‌ای در نوآوری در نظام دارد و شامل تغییر از یک ساختار اجتماعی-فنی به ساختاری دیگر می‌شود و جایگزینی فناوری به همراه تغییراتی در دیگر اجزاء مانند فعالیتهای کاربران، قوانین، شبکه‌های صنعتی، زیرساختها و مفاهیم الگو و نمادین را در بر می‌گیرد، «گذار فناوریانه» می‌نامد (F. Geels 2005).

«هیلی» و «رپی»، «نوآوری دفاعی» را فعالیتی اجتماعی می‌دانند که نهادها و افراد مختلفی در آن مشارکت دارند و فعالیت می‌کنند. آنها نوآوری دفاعی را حاصل تعامل نهادهای مختلفی می‌دانند

که در شکل‌گیری آن تاثیرگذارند و معمولاً سعی می‌کنند که با تغییر در توانمندیهای فناوریانه، ماموریتها و آموزه‌های خود، شرایط را برای نوآوری‌های دفاعی فراهم کنند ((Healey 2001) و ((Reppy 2000)). «واتس» و «مورای» نیازهای امنیتی و راهبردی را شکل‌دهنده نوآوری‌ها در عرصه نظامی معرفی کرده‌اند (Watts and Murray 1996). لذا نوآوری‌های دفاعی را که مبتنی بر یک فناوری مشخص رخ می‌دهند و همراه با تغییر در توانمندیهای فناوریانه، ماموریتها و آموزه‌های نظامی هستند، می‌توان نوعی «نوآوری در نظام دفاعی» یا «گذار فناوریانه در امور دفاعی» قلمداد نمود. تاکنون رویکردهای مختلفی برای مطالعه و تحلیل گذارهای فناوریانه ارایه شده است که مهمترین آنها دیدگاه چندسطحی (MLP)^۳، مدیریت گذار (TM)^۴، مدیریت راهبردی جاویژه‌ها (SNM)^۵ و نظامهای نوآوری فناوریانه (TIS)^۶ هستند (Markard and Truffer 2012).

۲-۲- دیدگاه چندسطحی

موضوع اصلی دیدگاه چندسطحی به رسمیت شناختن هم‌تکاملی فناوری‌ها، نهادها و زیرنظامات اجتماعی و اقتصادی و شناسایی الگوهای تعاملات پیچیده (که منجر به ایجاد تغییرات می‌شوند) میان اجزای نظام‌های اجتماعی-فنی در طول زمان است. نخستین مباحث را در این باره «ریپ» و «کمپ» مطرح کردند (Rip and Kemp 1998) و در دهه ۲۰۰۰ میلادی با پژوهشهای تجربی «گیلز» پیرامون گذارهای اجتماعی-فنی در حوزه حمل‌ونقل دریایی، زمینی و هوایی، تکمیل گردید (F. Geels 2005). این رویکرد که ترکیبی از نظریه تکاملی و الگوهای تغییرات بلندمدت است، پویایی گذار را در قالب تعاملات میان سه سطح کارکردی مختلف توصیف می‌کند:

- بستر محیطی^۷: مجموعه‌ای از فشارهای خارج از سطح جاویژه‌ها و رژیمها (مانند روندهای مستقل و رویدادهای جهانی) که بر سطوح پایین‌تر تاثیر می‌گذارد. جاویژه‌ها و رژیمها تأثیر کمی بر سطح بستر محیطی دارند، اما عوامل بستر محیطی می‌توانند فشار قابل‌توجهی داشته باشند تا جایی که منجر به تغییرات نظام‌مند شوند (Geels, F. 2002) و (Rip and Kemp 1998).

- سطح میانه (رژیم/نظام اجتماعی-فنی)^۸: به شیوه‌ها و تجارب غالب، قوانین و فناوریهای اشاره دارد که ثبات و تقویت نظام‌های اجتماعی-فنی حاکم را فراهم می‌کنند. رژیم اجتماعی-فنی شامل سه رکن مختلف می‌شود: ۱- شبکه‌ای از بازیگران و گروه‌های اجتماعی که در طول زمان با پویایی نظام سازگارند؛ ۲- مجموعه‌ای از قوانین و قواعد

³ Multi Level Perspective

⁴ Transition Management

⁵ Strategic Niche Management

⁶ Technological Innovation System

⁷ Landscape

⁸ Socio- Technical Regime/System

رسمی/غیررسمی که رفتار و کنش‌های بازیگران را به‌منظور حفظ و هدایت ماهیت نظام اجتماعی-فنی موردتوجه قرار می‌دهند؛ ۳- مجموعه‌ای از مولفه‌های فناوریانه (Geels, F.; 2004). رژیم‌ها با هم‌تکاملی در زیربخش‌های خود و با اعمال فشار از سوی بستر محیطی دچار تغییر می‌شوند (Geels, F. 2002) و (Rip and Kemp 1998).

۵- سطح خرد (جاویژه‌ها): جاویژه‌ها به‌عنوان فضاهای محافظت‌شده یا حوزه‌های کاربردی مفهوم‌سازی شده‌اند که نوآوری‌های بنیادی در آنها می‌توانند بدون اینکه تحت فشار نظام حاکم قرار گیرند، توسعه یابند (Kemp, R.; Schot, J.; Hoogma, R. 1998) و بازیگران در آن فضاها با پذیرش مخاطرات و هزینه‌های آن، به پژوهش در حوزه‌های دانشی و تخصصی ویژه‌ای اهتمام می‌ورزند و درصدد ارایه فناوریهای جدید و توسعه بازارهای جدید هستند (Hoogma, et al. 2002).

۲-۳- مدیریت گذار

رویکرد مدیریت گذار با ایده مداخله فعالانه، ابزارهای عملیاتی را برای هدایت گذار به‌سوی پایداری معرفی می‌کند (Rotmans, Kemp and Van Asselt 2001). مفهوم گذار به‌دنبال آشکار کردن الگوهای پیچیده تعاملی میان افراد، سازمان‌ها، شبکه‌ها و رژیم‌های موجود در یک حوزه اجتماعی و درک چگونگی ایجاد تغییرات غیرخطی در طول زمان در بستری به‌ظاهر ثابت از رژیم است (Loorbach 2010). این رویکرد به ارایه راه‌های عملیاتی هدایت و جهت‌دهی گذار می‌پردازد (Markard and Truffer 2012). گیلز هدف از مدیریت گذار را برقراری اتصال و ارتباط میان جاویژه‌های نوآورانه با بستر محیطی از طریق رژیم‌های اجتماعی-فنی می‌داند (F. Geels 2005). همانند هر فرایند توسعه‌ای، برای گذارهای فناوریانه نیز مراحل تعریف شده است. راتمنز چهار مرحله را برای یک گذار فناوریانه موفق پیشنهاد داده است: پیش‌توسعه، اوج‌گیری، پیشرفت غیرمنتظره یا شتاب‌گیری و تثبیت (Rotmans, Kemp and Van Asselt 2001). گیلز نیز این مراحل را معرفی کرده است: ۱- ظهور نوآوریها در جاویژه‌ها، ۲- اوج‌گیری نوآوریهای فناوریانه جدید، ۳- انتشار گسترده، پیشرفت چشمگیر در بازارهای مسیر اصلی، رقابت با رژیم کنونی ۴- جایگزین شدن به‌جای رژیم کنونی (F. Geels 2005).

کمپ و همکارانش بهترین راهبرد برای مدیریت گذار و ایجاد تغییر و تحول در نظام را راهبردی می‌دانند که «بر پویایی‌های جاری تغییرات اجتماعی-فنی و اعمال فشارها به‌منظور تعدیل پویایی‌های تغییرات اجتماعی-فنی در راستایی مطلوب، استوار است. در این راهبرد وظیفه سیاست‌گذاران حصول اطمینان از این است که هم‌تکاملی طرفهای عرضه و تقاضا، پیامدهای مطلوب کوتاه‌مدت و درازمدت تولید می‌کند» (Kemp, R.; Rip, A.; Schot, J. 2001). به‌منظور مدیریت گذار از طریق این راهبرد،

پایین‌ترین سطح رویکرد چندسطحی، یعنی سطح جاویژه‌ها، نقش مهمی ایفا می‌کند؛ چراکه نوآوریهای بنیادی از آنجا ظهور می‌کنند (Geels, F. 2002). برای مطالعه و تحلیل پرورش فناوریهای نوظهور در سطح جاویژه‌ها دو رویکرد معرفی شده است: نظام‌های نوآوری فناورانه و مدیریت راهبردی جاویژه‌ها.

۲-۴- نظام نوآوری فناورانه

با وجود برخی تفاوتها در شیوه بهره‌گیری از رویکرد نظامهای نوآوری فناورانه، شیوه غالب، الگوی تحلیل ساختاری-کارکردی است؛ به این ترتیب که نقطه آغازین تحلیل نظام، شناسایی اجزای ساختاری آن و در گام دوم تحلیل وضعیت کارکردهای آن است. در ادامه تلاش می‌گردد که ارتباطی میان مسایل کارکردی و اجزای ساختاری برقرار گردد تا ضمن شناسایی موانع توسعه نظام، بتوان تجویزات سیاستی لازم را برای هموار نمودن مسیر توسعه، ارایه نمود (Hekkert, Negro and etal 2011) و (Wieczorek and Hekkert 2012)). هکرت و دیگران توسعه نظام نوآوری فناورانه را به ۴ گام تقسیم کرده‌اند و برای هر گام، الگو تعاملی مشخصی میان کارکردها معرفی کرده‌اند که از آنها با نام «موتورهای نوآوری» یاد می‌شود. این گامها عبارتند از: ۱- پیش‌توسعه (اثبات کارکرد فناوری یا پیش‌نمونه محصول و خدمت حاصل از آن) ۲- توسعه (اثبات کاربرد تجاری آن) ۳- اوج‌گیری (توسعه بازار سریع) ۴- شتاب‌گیری (اشباع بازار) (Hekkert, Negro and etal 2011). چارچوب TIS بر فناوری خاصی تمرکز دارد و به دنبال موفقیت یا شکست آن بر اساس عملکرد TIS است. ولیکن تحلیلها عمدتاً بدون لحاظ کردن شرایط محیطی و پیرامونی و معطوف به درون نظام صورت می‌پذیرد.

۲-۵- مدیریت راهبردی جاویژه

رویکرد مدیریت راهبردی جاویژه ذیل دیدگاه چندسطحی، مبتنی بر این ایده شکل گرفته که می‌توان با ایجاد جاویژه‌ها به‌عنوان فضاهایی محافظت‌شده، از توسعه نوآوری‌های بنیادی پشتیبانی کرد و بر این فرض اساسی استوار است که خلق و پرورش نوآوری‌ها با تکامل تدریجی فناوری، عادات مصرف و ساختارهای قانونی در محیطی محافظت‌شده (جاویژه‌ها) رخ می‌دهد. کمپ، شات و دیگران مدیریت راهبردی جاویژه را «خلق، توسعه و کنترل خروج از فضاهای حفاظت‌شده به‌منظور توسعه، و به‌کارگیری فناوریهای نویدبخش از طریق آزمایش، با هدف یادگیری درباره مطلوبیت فناوری جدید و ارتقای نرخ/سهم کاربرد آن» تعریف کرده‌اند (Kemp, R.; Schot, J.; Hoogma, R. 1998). البته لزوماً این‌گونه نیست که نوآوریهای جاویژه حتماً با نظام حاکم رقابت می‌کنند و جایگزین آن می‌شوند، بلکه ممکن است با آن ترکیب شوند و نظام کنونی را از درون دچار تغییر و تقویت کنند (Schot and Geels 2008). در مطالعات انجام گرفته تاکنون برای توسعه موفقیت‌آمیز جاویژه‌ها، سه فرایند داخلی به شرح ذیل معرفی شده است:

- تبیین انتظارات و چشم‌انداز: فرایندی بسیار تعیین‌کننده در توسعه جاویژه که راستای فرایندهای یادگیری را تعیین و توجهات را به‌سوی جاویژه جلب می‌کند و به حفاظت و پرورش جاویژه مشروعیت می‌بخشد. انتظارات باید توسط بازیگران مختلف به اشتراک گذاشته شود و به‌گونه‌ای باشد که موجب هدایت توسعه جاویژه گردد. جزییات و محتوای آن باید توسط پروژه‌های در دست اجرا، برآورده گردد (Schot and Geels 2008). «فرل» و «تریف»، اجماع درباره چشم‌انداز را مهمترین عامل پیش‌روی تحولات و تغییرات عمده نظامی بر شمرده‌اند و معتقدند که وجود چشم‌انداز مشترک میان بازیگرانی که می‌توانند تغییر ایجاد کنند و تبیین درست آن برای دیگران تا سطحی که تغییرات متناسب با آن را بپذیرند، می‌تواند بسیار راهگشا باشد (Farrell and Terriff 2002).
 - شبکه‌سازی: ایجاد یک شکل موسس و پشتیبان در پس فناوری جدید است که تعاملات میان ذی‌نفعان مرتبط را تسهیل می‌کند و منابع لازم (پول، نیروی انسانی، تخصص و ...) را فراهم می‌سازد. برای موفقیت در توسعه جاویژه، شبکه‌سازی باید از گستردگی سطحی (در برگرفتن ذی‌نفعان مختلف) و عمق (تعهد ذی‌نفعان به بسیج منابع) مطلوب برخوردار باشند و هم‌راستایی و هماهنگی درون شبکه از طریق تعاملات منظم میان بازیگران، تسهیل گردد (Schot and Geels 2008). «دمچاک» نیز ذیل نظریه ارتشهای شبکه‌ای بر نقش شبکه‌سازی در اثربخشی تحولات نظامی مبتنی بر نوآوریهای فناوریانه تاکید اساسی نموده است (Demchak 2002).
 - یادگیری در ابعاد مختلف: شامل موضوعات فنی و مشخصات طراحی، بازار و ترجیحات کاربر، مفاهیم فرهنگی و نمادین، شبکه‌های زیرساخت و نگهداری، شبکه‌های صنعت و تولید، قوانین و مقررات و سیاست‌های دولتی، آثار اجتماعی و زیست محیطی. فرایندهای یادگیری باید یادگیری مرتبه اول (تجمیع حقایق و داده‌ها) و یادگیری انعکاسی مرتبه دو (توانمندسازی تغییر در چارچوبها و فرضیات) را در بر بگیرد و با تمرکز بر جنبه‌های فناوریانه، اقتصادی و اجتماعی بسط یابد (Schot and Geels 2008). «استون» ذیل بررسی تجربه ورود تانک به ارتش بریتانیا طی جنگ اول و دوم جهانی و نقش تحول بنیادین آن در الگوها و آموزه‌های رزم، جنگ را یک دوره یادگیری قلمداد می‌کند و یادگیری را از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر شکل‌گیری تحولات عمده نظامی بر می‌شمارد (Stone 2002).
- فرایندهای داخلی جاویژه دارای تعاملی پویا با یکدیگر هستند. «ریون» این تعاملات را این‌گونه تشریح می‌کند: «آزمایشها از انتظارات و شکل‌گیری شبکه تاثیر می‌پذیرند. انتظارات به‌روزرسانی شده یا بازیگران جدید در شبکه می‌توانند به طراحی جدید آزمایش منجر شوند. شکل‌گیری شبکه

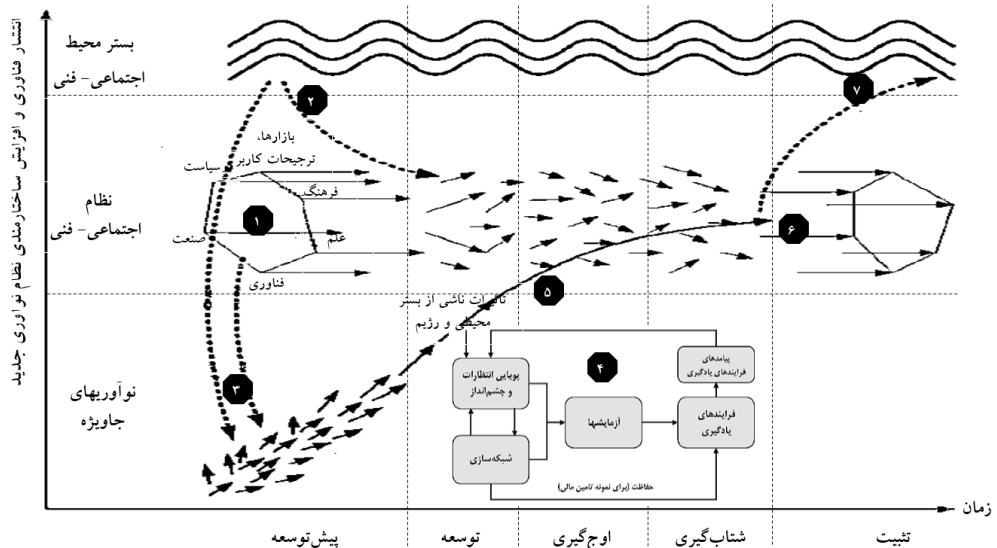
تحت تأثیر پویایی انتظارات قرار دارد؛ برای نمونه زمانی که احتمال تحقق موفقیت آمیز انتظارات بالا می‌رود، احتمال پیوستن بازیگران جدید بیشتر می‌شود. آزمایش‌ها منجر به فرایندهای یادگیری می‌شوند که نتیجه آن بر انتظارات تأثیر می‌گذارد. البته ممکن است انتظارات تحت تأثیر عوامل خارجی نیز قرار بگیرد. یادگیری به خودی خود از ترکیب شبکه تأثیر می‌پذیرد؛ وجود بازیگران اختصاصی در شبکه احتمالاً تأثیر مثبتی بر فرایند یادگیری می‌گذارد؛ برای نمونه، ممکن است این بازیگران منابع مالی جدید را برای تحقق فرایندهای یادگیری، تامین کنند. شایان توجه است که تعاملات میان فرایندها به صورت ترتیبی و سلسله مراتبی رخ نمی‌دهد. تعاملات، فرایندهایی پیوسته و پویا هستند» (Raven 2005).

۳- الگوی مفهومی پژوهش

در پژوهش حاضر از رویکرد مدیریت راهبردی جاویژه ذیل دیدگاه چندسطحی برای تحلیل نوآوری در نظام عرصه رزم هوایی ایران با تأکید بر فناوری پهپاد بهره گرفته شده است. برای این منظور چارچوب مفهومی طراحی گردیده که در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در این چارچوب، رژیم اجتماعی- فنی مورد مطالعه، «نظام عرصه رزم هوایی» است که از اوایل دهه ۱۳۰۰ شکل گرفته و تاکنون تحولات گوناگونی را به خود دیده است. بستر محیطی به عنوان سطح تأثیرگذار بر نظام اجتماعی- فنی عرصه رزم هوایی کشور، شامل روندها و پیشرانهای کلان سیاسی و امنیتی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، زیست محیطی و قانونی می‌شود. در سطح آخر، جاویژه‌های نوآوری مرتبط با عرصه رزم هوایی قرار دارند که نوآوری فناورانه پهپاد یکی از آنها و موضوع مورد مطالعه این مقاله است. فناوریهای موشکی، فناوریهای مرتبط با تسلیحات هوایی و توسعه هواپیماهای پیشرفته نیز می‌توانند جاویژه‌های مختص به خود را در این سطح داشته باشند.

از منظر تعاملات میان سطوح سه گانه چارچوب مفهومی، در وضعیت ۱، نظام اجتماعی- فنی در لایه میانی از پایداری پویا برخوردار است و در ابعاد مختلف آن فرایندهایی به طور مداوم در حال اجرا هستند. در وضعیت ۲، با گذشت زمان و توسعه بستر محیطی، فشارهایی از بستر محیطی بر نظام اجتماعی- فنی موجود وارد می‌شود که موجب از هم گسستگی در پیکربندی موجود آن می‌شود، آن را ناپایدار می‌کند، موجب پیدایش و باز شدن پنجره‌های فرصتی برای نوآوری‌ها می‌گردد و به باز شدن فضاهایی تازه برای نوآوریها در سطح خرد (محل تجمع جاویژه‌های فناورانه) کمک می‌کند. در وضعیت ۳، بستر محیطی و نظام اجتماعی- فنی از طریق شکل‌گیری انتظارات و شبکه‌ها بر ظهور و توسعه جاویژه‌های فناورانه تأثیر می‌گذارند و فضای محافظت شده در سطح خرد، شرایط ظهور نوآوری‌های بنیادین را فراهم می‌کند که موید «مرحله پیش توسعه» است. در وضعیت ۴، شبکه‌های کوچک بازیگران مبتنی بر انتظارات و چشم‌اندازها، از نوآوریهای نوظهور پشتیبانی می‌کنند. فرایندهای

یادگیری در ابعاد مختلف رخ می‌دهد. تلاشهایی برای برقراری ارتباط میان ارکان مختلف در یک شبکه یکپارچه صورت می‌پذیرد، که مبین توسعه فرایندی جاویژه است و در سرتاسر لایه جاویژه و در دوره‌های مختلف توسعه آن وجود دارد و در بخش پیشین با عنوان تعاملات میان فرایندهای داخلی جاویژه به آن پرداخته شد. در وضعیت ۵، ارکان و اجزای مختلف، پیرامون یک طرح غالب هم‌راستا و پایدار می‌شوند و جنبش‌های داخلی افزایش می‌یابد که به معنای پشت سر گذاشتن «گام توسعه» و ورود به «گام اوج‌گیری» است. در وضعیت ۶، با بهره‌گیری از مزیت‌های پنجره‌های فرصت نظام کنونی و سپری شدن موفق «گام‌های اوج‌گیری و شتاب‌گیری»، پیکره‌بندی جدیدی در قالب یک نظام اجتماعی-فنی یا نوآوری جدید به وجود می‌آید و پیشرفت می‌کند. سرانجام در وضعیت ۷، پس از تثبیت نظام نوآوری جدید، شاهد تاثیرگذاری احتمالی آن بر بستر محیطی خواهیم بود. شایان توجه است که گام‌های گذار در این چارچوب مفهومی مبتنی بر گام‌های توصیف شده توسط هکرت و دیگران لحاظ گردیده و شامل «پیش توسعه، توسعه، اوج‌گیری، شتاب‌گیری و در نهایت تثبیت» می‌شود (Hekkert, Negro and etal 2011). در جدول ۱ انواع مشاهدات مدنظر در تناسب با روند پیش گفته برای شکل‌گیری و توسعه جاویژه و نوآوری در نظام اجتماعی-فنی حاکم، ارایه شده است.



شکل ۱: تعاملات فرایندهای داخلی سطح جاویژه ذیل دیدگاه چندسطحی در مسیر گذار فناوریانه (با الهام از Schot and Geels 2008) و (Hekkert, Negro and etal 2011)

جدول ۱: انواع مشاهدات به عنوان مصادیق تحولات بستر محیطی، نظام اجتماعی- فنی و فرایندهای توسعه جاویژه

لایه‌های سه‌گانه چارچوب مفهومی		انواع مشاهدات
بستر محیطی		روندها و توسعه‌های کلان سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، زیست‌محیطی و قانونی (Geels and Schot 2007)
نظام اجتماعی- فنی		تحولات در ابعاد ماموریتها و مطالبات نیروهای مسلح، فرهنگ و آموزه رزم، علمی، فناورانه، صنعت دفاعی و سیاست دفاعی (F. Geels 2005)
فرایندهای درونی توسعه جاویژه	تبیین انتظارات و چشم‌انداز	به‌اشتراک‌گذاری انتظارات میان بازیگران، تحقق انتظارات و چشم‌انداز در پروژه‌ها، هدایت جهت‌یادگیری (Schot and Geels 2008)، لحاظ کردن افق زمانی در تبیین انتظارات و چشم‌انداز، توجه به جنبه‌های غیرفنی، نوآوری در انتظارات و چشم‌انداز (Sterrenberg, et al. 2013)
	شبکه‌سازی	شکل‌گیری و حضور گروه‌های بازیگران کلیدی لازم برای توسعه جاویژه، تامین منابع لازم از سوی بازیگران، هم‌راستایی و هماهنگی درون‌شبکه‌ای، مقاومت‌های احتمالی در برابر تغییر (Schot and Geels 2008) و (Sterrenberg, et al. 2013).
	یادگیری	توسعه زیرساختها، توسعه کاربری، توسعه صنعتی، توسعه چارچوبهای سیاستی و مقررات دولتی، اثربخشی توسعه فناوری (Schot and Geels 2008)، برگزاری سمینارها و کنفرانس‌های مرتبط (Sterrenberg, et al. 2013)

۴- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش کاربردی، راهبرد آن مطالعه موردی و هدف آن توصیفی، مبنای آن تحلیل تاریخی وقایع و رویکرد اتخاذ شده در آن کیفی است. سطح تحلیل این پژوهش، جاویژه فناوری پهپاد ذیل نظام عرصه رزم هوایی ایران، قلمرو مکانی آن محدود به کشور ایران و برای بازه زمانی دهه ۱۳۴۰ تاکنون انجام شده است. همانند دیگر پژوهشهای مطالعه موردی، در این پژوهش نیز پس از طراحی و معرفی چارچوب مفهومی، به گردآوری داده‌ها پرداخته شده است (Yin 2002). برای این منظور از ابزارهای مطالعه اسناد، انجام مصاحبه و تجربه زیسته نویسندگان و ایجاد زنجیره‌ای از مشاهدات در مسیر شکل‌گیری و توسعه جاویژه پهپاد و نفوذ آن در نظام رزم هوایی ایران، استفاده شده است. جدول ۲ ترکیب خبرگانی را که در این پژوهش با آنها مصاحبه شده، نشان می‌دهد. این خبرگان افرادی هستند که مسوولیت و مشارکت مستقیم در نظام عرصه رزم هوایی و یا توسعه فناوری پهپاد ایران داشته‌اند. گفتنی است که نویسندگان با توجه به تجربه زیسته خود و شناخت مناسب از جامعه خبرگان در این حوزه، تلاش نموده‌اند که ترکیب آنها را به گونه‌ای برگزینند که همه گروه‌های بازیگران مرتبط را در بر گیرد.

جدول ۲: ترکیب افراد مصاحبه شده در قالب گروه‌های بازیگران ذیل نظام عرصه رزم هوایی

گروه‌های بازیگران	شمار افراد مصاحبه شده	میانگین سابقه فعالیت مرتبط
بخشهای سیاست‌گذار	۵	۳۰
کاربران فناوری و محصولات آن	۵	۲۸
شرکتهای دولتی	۵	۲۸
شرکتهای خصوصی	۲	۲۳
دانشگاه‌ها/ مراکز تحقیق و توسعه	۲	۳۴

با توجه به آنکه در این پژوهش از نظریات و مفاهیم مشخصی در مطالعات گذارهای فناوریانه برای تعریف و توصیف موضوع مورد مطالعه، استفاده شده و برای گردآوری داده‌ها سعی شده تا زنجیره‌ای از مشاهدات با اتکا به منابع متعدد فراهم گردد، می‌توان گفت که پژوهش از روایی لازم برخوردار است. همچنین با توجه به پیروی از قواعد مشخص مطالعات موردی و ایجاد پایگاه داده‌ای برای دسته‌بندی و توصیف مشاهدات در گذر زمان، پژوهش سطح پایایی مطلوبی دارد.

با استناد به آنچه «ین» درباره مطالعات موردی مطرح کرده است، راهبرد تحلیل در این پژوهش بر گزاره‌های برگرفته از مدل مفهومی ارایه شده، استوار است (Yin 2002) و تلاش شده تا با ایجاد توصیفات کیفی گزاره‌های یادشده بررسی و تحلیل گردد.

۵- توصیف روند نوآوری در نظام عرصه رزم هوایی ایران با تاکید بر فناوری پهپاد

۵-۱- از دهه ۱۳۴۰ تا پیش از سال ۱۳۵۷

بستر محیطی: ایران همواره در منطقه غرب آسیا کشوری راهبردی به‌شمار می‌آمده و امریکا به‌ویژه در دوران جنگ سرد تلاش نمود تا دامنه فعالیت‌های خود را در ایران گسترش دهد و بر مبنای دکترین نیکسون، شرایط اقتصادی آن زمان و قیمت نفت، حکومت ایران را از جنبه‌های مختلف حمایت نماید. در این دوره کشور در معرض تهدید نفوذ شوروی و کمونیسم و کشورهای عربی با محوریت عراق بوده است (علی‌بابایی ۱۳۸۵) و (Cooper and Bishop 2016). بر این اساس تقویت توان نظامی ایران در نظر ایالات متحده و حکومت وقت ایران اجتناب‌ناپذیر بود.

نظام عرصه رزم هوایی: بر اساس شرایط محیطی پیش‌گفته، در سالهای ۵۵-۱۳۲۹ ایران در حدود ۱۸/۱ میلیارد دلار خرید نظامی از امریکا داشته است. مهمترین بخش تجهیز و توسعه توان نظامی ایران مربوط به نیروی هوایی می‌شد که در بازه زمانی ۵۶-۱۳۴۷ استعداد نیرویی آن از ۱۰ هزار نفر به ۱۰۰ هزار نفر و شمار هواپیماهای آن از ۱۶۶ فروند به ۴۵۹ فروند رسید؛ از جمله در سلسله

خریدهایی با نام پیس رول^۹، تعداد چشمگیری هواپیماهای شناسایی RF-5E و RF-4E دریافت شد. (علی‌بابایی ۱۳۸۵). برای عملیات و پشتیبانی از ناوگان مذکور و حفظ آمادگی رزمی آن یا پایگاه‌های موجود توسعه و تجهیز شدند یا آنکه پایگاه‌های جدیدی و سازمان آموزش منسجمی با مشارکت امریکا برای آموزش خلبانان و کادر پشتیبانی از ناوگان یادشده، ایجاد گردید و شمار قابل توجهی از کارکنان نیروی هوایی در داخل و خارج کشور آموزشهای لازم را دیدند. زیرساختهای صنعتی نیز برای پشتیبانی از این ناوگان ایجاد گردید؛ از جمله شرکت صنایع هواپیمایی ایران (صها) به‌منظور نگهداری و تعمیرات هواپیماهای خریداری شده و صنایع الکترونیک شیراز با پشتیبانی در برخی از حوزه‌های زیرسامانه‌ای (Cooper and Bishop 2016)، (علی‌بابایی ۱۳۸۵) و (Tarikhi 2015).

از مهمترین نقش‌آفرینی‌های قدرت هوایی ایران در این دوره می‌توان به مداخله نظامی در کشور عمان در چارچوب «عملیات ظفار» با مأموریت حمایت از دولت حاکم در دهه ۵۰ شمسی و مقابله با تجاوز ارتش عراق به منطقه خوزستان در سال ۱۳۵۴، اشاره کرد (علی‌بابایی ۱۳۸۵ و Cooper and Bishop 2016). شایان توجه است که رژیم سابق در نظر داشت تا در حوزه توسعه صنعتی و به‌منظور پشتیبانی از توان هوایی کشور، اقدام به تولید تحت‌امتیاز برخی هواپیماها و بالگردها نماید و سپس در قالب طرح توسعه صنعت هوایی ایران در یک بازه زمانی ۱۷ ساله تا سال ۱۳۷۰، سطح آن را به قابلیت طراحی و ساخت برخی انواع پرنده‌ها و یا مشارکت در ساخت و تولید آنها، ارتقا و تعمیق دهد (Lockheed 1974).

جاویژه پهباد: تفکر حضور پهبادها در نظام رزم هوایی ایران به سال ۱۳۴۷ باز می‌گردد و تا پیش از سال ۱۳۵۷ شماری پهباد از جمله نمونه‌های MQM-107A و KD2R5 با مأموریت تمرین پدافند هوایی و جنگ الکترونیک در میدانهای تمرین انارک، سمنان و دزفول عملیاتی شدند (حبیبی ۱۳۹۶). همچنین در سیاستها و راهبردهای مربوط به طرح توسعه صنعت هوایی ایران، سرفصل ویژه‌ای برای توسعه و ساخت پهبادها به‌عنوان گام نخست در ورود به توانایی طراحی و تولید هواپیماهای جنگنده، در نظر گرفته شده بود (Lockheed 1974).

۵-۲- سالهای ۶۷-۱۳۵۷

بستر محیطی: پس از انقلاب اسلامی، کشور با قطع تعاملات سیاسی، نظامی و اقتصادی با امریکا، بروز ناآرامی‌ها از سوی ضدانقلاب در استانهای مرزی، بروز جنگ تحمیلی، تحریمهای اقتصادی و نظامی، بروز تنگناهای اقتصادی، محدودیت در صادرات نفت و تامین منابع مالی و ... روبه‌رو شد. نظام عرصه رزم هوایی: در این سالها نیروی هوایی با ظرفیت حداکثری در دسترس، نقش بسیار کلیدی در مقابله با ارتش عراق ایفا نمود. شرکت در چنین جنگ کلاسیک فرسایشی موجب تلفات

⁹ Peace Roll

سنگین و فرسودگی ناوگان هوایی کشور شد. قطع ارتباط با شرکتهای و کشورهای پشتیبانی‌کننده، صنایع داخلی را وادار به تنوع‌بخشی و تعمیق در پشتیبانی ناوگان هوایی نظامی کشور نمود. همچنین بنا به ضرورت توسعه دانشی و فناوریانه در صنعت هوایی، در میانه دهه ۶۰، ایجاد رشته مهندسی هوافضا در دانشگاه‌های معتبر کشور در دستور کار قرار گرفت. برای تربیت و آموزش کادر پروازی، دانشکده پرواز و برای ارتقا و بهینه‌سازی هواپیماها و تجهیزات موجود نیز جهاد خودکفایی در نهاجا ایجاد شد. با وجود این، به‌منظور حفظ پایداری در نظام عرصه رزم هوایی کشور، هر از گاهی مطالبات جدیدی مطرح می‌گردید که تجهیزات و الگوی رزم هوایی موجود توانمندی و آمادگی لازم برای اجابت برخی از آنها را نداشتند و با توجه به شرایط اقتصادی و سیاسی کشور، تامین آنها از خارج از کشور هم امکان‌پذیر نبود. یکی از این موارد انجام ماموریت‌های شناسایی مواضع دشمن بود. پویایی خطوط درگیری و شیوه نبرد ایجاب می‌کرد که ماموریت‌های شناسایی و مراقبت هوایی به‌دفعات صورت پذیرد، ولیکن فناوری شناسایی هوایی موجود در نهاجا و الزامات پشتیبانی و هماهنگی و تحلیل اطلاعات آن، پاسخ‌گوی مطالبات عملیاتی نبود. همچنین این نیرو در دو ماه نخست جنگ، تقریباً ۵۰ درصد از هواپیماهای شناسایی ارزشمند RF-4E خود را از دست داد و تقویت توان پدافند هوایی عراق انجام ماموریت با این نوع هواپیماها را بسیار دشوارتر و پرخطرتر از گذشته کرده بود (Cooper and Bishop 2016) و (مستند داستان مهاجر ۱۳۹۱).

جاویژه پهپاد: در سال ۱۳۶۰ در جریان عملیات فتح‌المبین برای نخستین‌بار از پهپادهای موجود در نهاجا در کنار هواپیماهای سرنشین‌دار به‌منظور کشف محل استقرار سامانه‌های پدافند هوایی عراق و انهدام آنها استفاده شد (حبیبی ۱۳۹۶). ولیکن این رویکرد نوآورانه نتوانست در آن سالها آن‌گونه که باید در ساختار نظام رزم هوایی کشور نهادینه شود و توسعه یابد. از سال ۶۱-۱۳۶۰ به بعد نیاز به اطلاعات دقیق و به‌موقع نسبت به مواضع نبرد و ضعفها و محدودیت‌های گردان هواپیماهای شناسایی نهاجا، موجب مطرح شدن ایده استفاده از هواپیماهای مدل تجهیز شده با دوربین‌های عکسبرداری برای انجام ماموریت‌های شناسایی شد. اولین انتظارات در این زمینه در حد اثبات ایده بود. لذا تحت چتر حمایتی یگان هوایی سپاه پاسداران، گروهی متشکل از سازندگان هواپیماهای مدل، مجموعه‌ای از افراد یگان هوایی سپاه و افرادی از جهاد دانشگاهی اصفهان با امکانات اولیه هواپیماهای مدلی را به دوربین عکسبرداری نیمه‌خودکار مجهز کردند و پس از پرواز، اولین تصاویر هوایی از میدان نقش جهان اصفهان با هواپیمای مدل گرفته شد. با اثبات این توانمندی در خواست شد که هواپیماهای مدل بیشتری ساخته و تجهیز شوند و افرادی از یگان هوایی سپاه نیز برای آموزش خلبانی مدل اختصاص داده شدند. این بار تصمیم گرفته شد که این توانمندی در منطقه «نهر خین» در جبهه جنوب به آزمایش گذاشته شود؛ در شرایطی که فرماندهان سپاه باور چندانی به نتیجه مثبت این ایده

نداشتند. ولیکن خروجی این آزمایش چیز دیگری بود و رضایت بسیاری را جلب کرد (کابوس کرکس‌ها ۱۳۹۳) و (مستند داستان مهاجر ۱۳۹۱)) تا جایی که منجر به شکل‌گیری «صنایع هوایی قدس» در سالهای ۴-۱۳۶۳ ذیل وزارت سپاه و «طرح ابابیل» ذیل وزارت دفاع، با ماموریت طراحی و ساخت پهپاد برای انجام ماموریت‌های شناسایی شد. متناظر با آنها، یگانی به نام «تیپ رعد» برای بهره‌برداری از این فناوری در سپاه پاسداران ایجاد گردید. محصولات اولیه برگرفته از هواپیماهای مدل، مانند پهپاد «تلاش»، بسیار ساده و از توانمندیهای فنی و عملیاتی محدودی برخوردار بودند و توسط رادیو کنترل می‌شدند (حبیبی ۱۳۹۶).

در تداوم بهره‌برداری از این پرنده‌ها، به‌مرور مسایلی نمایان شد؛ از جمله موضوع رطوبت و مساله‌دار شدن اتصالات سازه‌ای و سیم‌بندی و اتصالات برقی یا ناهم‌واری و محدودیتهای زمین برای برخاست و فرود پرنده‌ها. اینها موجب تلاش برای بهره‌گیری از ایده‌های جدیدی مانند پرتابگرهای کشی برای برخاست و استفاده از تور برای بازیابی پرنده‌ها پس از انجام ماموریت شد (کابوس کرکس‌ها ۱۳۹۳) و (مستند داستان مهاجر ۱۳۹۱)). با افزایش تجارب و یادگیری‌های ناشی از آنها، سطح انتظارات نیز به‌مرور بالا می‌رفت تا جایی که منجر به عرضه پهپاد «مهاجر-۱» توسط صنایع هوایی قدس با همکاری مراکز دانشگاهی در اواخر سال ۱۳۶۴ شد. البته همچنان عملکرد آن فاصله بسیار چشمگیری تا رسیدن به عملکرد هواپیماهای سرنشین‌دار با ماموریت مشابه داشت و هیچ‌گاه در آن سالها مطلوب سازمان رزم نه‌جا نبود. با این حال سادگی، هزینه پایین، سهولت بهره‌برداری، دسترس‌پذیری و برخی موفقیت‌های آن در مقاطع حساس جنگ و تجارب و یادگیری‌های حاصل از این به‌کارگیری‌ها، موجب توجه روزافزون فرماندهان به این فناوری و طرح مطالبات جدیدتر شد که ارتقای کیفیت و پایداری پروازی پرنده‌ها، تغییر زاویه نصب دوربین‌ها به منظور عکسبرداری در عمق، دو رادیویی کردن پرنده‌ها برای افزایش شعاع عملیات آنها تا شش کیلومتر و ... را در پی داشت.

بنا به اظهار برخی از مصاحبه‌شوندگان، از سال ۱۳۶۳ تا پایان جنگ تحمیلی در حدود ۶۰ هزار قطعه عکس با این پهپادهای اولیه گرفته شد. در سال ۱۳۶۶ با تلاش صنایع هوایی قدس و سپاه نمونه‌ای از پهپاد مهاجر-۱ با هدف انجام ماموریت‌های شناسایی-رزمی توسعه داده شد و عملیاتهای محدودی نیز انجام داد. اما به‌دلیل پیچیدگی عملیاتی و عدم دسترسی/عدم‌بلوغ فناوریهای موردنیاز و پایان پذیرفتن جنگ در سال ۱۳۶۷، عملاً توسعه نیافت و کنار گذاشته شد. از دیگر دستاوردهای شاخص در پایان این دوره می‌توان به نصب اولین دوربین تلویزیونی با قابلیت ارسال تصاویر در زمان واقعی روی پهپاد و همین‌طور توسعه اولین سامانه خلبان خودکار برای پهپاد در جهاد دانشگاهی صنعتی شریف بود (Cooper and Bishop 2016)، (کابوس کرکس‌ها ۱۳۹۳) و (مستند داستان مهاجر ۱۳۹۱)).

۵-۳- سالهای ۸۰-۱۳۶۷

بستر محیطی: با پایان جنگ تحمیلی در ۱۳۶۷، به مرور توجه ملی به سوی بازسازی کشور معطوف و تاحدی مسایل دفاعی از اولویت خارج شد. البته اشغال کویت توسط عراق در سال ۱۳۶۹ و بروز جنگ اول خلیج فارس بار دیگر به صورت مقطعی توجهات را به امور دفاعی جلب کرد. در این جنگ عملاً نیروی هوایی عراق نتوانست اقدام اثربخشی علیه نیروهای متحد انجام دهد. همچنین این جنگ شاهد اولین حضور جدی پهپادها با مأموریتها و کاربریهای مختلف بود. از دیگر تحولات این دوره، فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی و ایجاد فرصت و امکان برای جذب سرمایه‌های دانشی و فناوریانه و خرید و تامین محصولات و اقلام دفاعی بود.

نظام عرصه رزم هوایی: در این دوره با بهره‌گیری از شرایط ناشی از فروپاشی شوروی از یک سو و احساس خطر ج.ا.ایران نسبت به گسترش حضور امریکا و هم‌پیمانانش در منطقه غرب آسیا و خلیج فارس از سوی دیگر، و با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از ناوگان هوایی نظامی کشور در جنگ از بین رفته بود و امکان تامین از کشورهای غربی به‌ویژه آمریکا فراهم نبود، شمار محدودی هواپیمای جنگنده از روسیه و چین خریداری شد. همچنین تلاش شد که با همکاری برخی کارشناسان و دانشمندان صنعت هوایی روسیه انتقال فناوری در زمینه طراحی و ساخت هواپیمای جت آموزشی پیشرفته صورت پذیرد (میلیتاری‌نیوز ۱۳۹۴). با توجه به نتایج عملیات «توفان صحرا» و زمین‌گیر شدن نیروی هوایی عراق، این نگرش بر شماری از سیاست‌گذاران دفاعی کشور مستولی شد که با توجه به آنکه تهدید نظامی شماره یک ایران، امریکا است، پس سرمایه‌گذاری در زمینه احیای توان هوایی کشور چندان اثربخش نخواهد بود و بهتر است صرفاً محدود به حفظ و عملیاتی نگهداشتن دارایی موجود ناوگان هوایی شود و راهبرد توسعه توان موشکی در دستور کار قرار گیرد. در ادامه محدودیتهای تامین و خرید هواپیما و تجهیزات هوایی از کشور روسیه به این موضوع دامن زد؛ چرا که در میانه این دوره، با تثبیت شرایط در روسیه و همین‌طور توافقی که میان چرنومردین (معاون اول رییس‌جمهور روسیه) و الگور (معاون اول رییس‌جمهور امریکا) منعقد شد، فروش و انتقال دانش، فناوری، محصولات، تجهیزات و دیگر اقلام مشابه در صنعت هوایی و دفاعی به ایران بسیار محدود و در برخی موارد ممنوع شد. از موضوعات کلیدی مثبت و تاثیرگذار در نظام عرصه رزم هوایی ایران در این دوران، طرح موضوع تشکیل «سازمان صنایع هوایی»، ذیل وزارت دفاع و پشتیبانی ن.م. (ودجا) بود که ظرفیتهای صنعت هوایی نظامی را در قالب یک سازمان مادر تخصصی مدیریت کند. این موضوع از سال ۱۳۷۵ به بعد عملاً وارد فاز اجرا شد (Tarikhi 2015).

جاویزه پهباد: در این دوره منبعث از تمرکز کشور بر امور بازسازی، فناوری پهباد تقریباً به موضوعی حاشیه‌ای تبدیل شد و با کاهش و تعدیل انتظارات نیروهای مسلح، بخش عمده‌ای از ایده‌ها و طرح‌های مطرح شده در دوران جنگ متوقف شدند. البته با ادغام وزارت دفاع و وزارت سپاه، دو مجموعه صنایع هوایی قدس و طرح ابابیل، تحت پوشش وزارتخانه جدید دفاع قرار گرفتند و تا حدی مدیریت شبکه عرضه و زیرساختها و توانمندیهای تحقیقاتی و تولیدی پهباد تجمیع و متمرکز شد. هرچند که با حضور پررنگ و جدی پهبادها در جنگ اول خلیج فارس، برخی متفکران نظامی عمدتاً در لایه‌های میانی تصمیم‌گیری صنعت دفاعی و در برخی موارد نیروهای عملیاتی، شروع به فضا سازی برای توسعه پهبادها نمودند و طرحهایی را با محوریت ماموریت‌های شناسایی-مراقبت و هدف هوایی، در دستور کار قرار دادند. پهبادهای «صاعقه»، «مهاجر-۲» و «ابابیل-۲» شاخص‌ترین محصولات این دوران بودند که در عین افزایش قابلیت‌های چشمگیر خود پرنده در مداومت/ارتفاع پروازی، سرعت و وزن محموله، از فناوریهای هدایت و کنترل از راه دور و محموله‌های الکترواپتیکی در آنها استفاده شده بود که مبین توسعه فناوریهای زیرمجموعه‌ای بود. همچنین صنایع پهبادی ذیل ودجا به‌مرور تلاش نمودند با شرکت در رزمایش‌ها و برگزاری برخی نمایش‌های پروازی قابلیت‌های این فناوری را به نمایش بگذارند. در نتیجه بخش محدودی از نیروهای عملیاتی (عمدتاً نهسا و نیروی زمینی ارتش (نزا))، توجه مثبتی نسبت به بهره‌برداری از این پهبادها ابراز نمودند و در تعاملات میان آنها و صنایع کوچک و نوپای پهباد در ودجا، به‌مرور پهبادهای یادشده به سطح معقولی از توانمندی تثبیت شده رسیدند. از دیگر تحولات میانه دوم این دوره، قرارگیری صنایع هوایی قدس و گروه ابابیل متعلق به شرکت هسا، در ذیل سازمان صنایع هوایی بود. در اواخر این دوره تقریباً اجماعی بر سر لزوم تنظیم و تثبیت مطالبات و نیازمندیهای عملیاتی پهبادها در حوزه‌های ماموریتی مختلف، میان بازیگران صورت پذیرفت (کابوس کرکس‌ها ۱۳۹۳)، (مستند داستان مهاجر ۱۳۹۱)، (حبیبی ۱۳۹۶) و (Tarikhi (2015).

۵-۴- سالهای ۸۸-۱۳۸۰

بستر محیطی: آغاز این دوره با حملات ۲۰ شهریور ۱۳۸۰ آمریکا و سپس لشکرکشی به افغانستان و عراق و تشدید تهدید آمریکا علیه ج.ا.ایران همراه بود. همچنین این دوران مصادف با تحولات گسترده فناورانه در حوزه‌های مختلف به‌ویژه ارتباطات و اطلاعات و ربرپردازنده‌ها بود. در میانه این دوره موضوع پرونده هسته‌ای ایران و ربط دادن آن به مسایل دفاعی از سوی کشورهای غربی، موجب اعمال محدودیتها و تحریمهایی علیه صنایع دفاعی کشور شد.

نظام عرصه رزم هوایی: تصویب و ابلاغ رسمی تشکیل سازمان صنایع هوایی ذیل ودجا، توسعه و معرفی چند دستاورد محصولی هوایی مهم به همراه زیرسامانه‌ها و فناوریهای زیرمجموعه آنها از جمله

عمردهی و ارتقای هواپیماهای موجود در نهجا، عملیاتی نمودن برخی هواپیماهای شرقی و اروپایی افزوده شده به ناوگان نظامی کشور، تجهیز و تسلیح هواپیماهای موجود به انواع جنگ‌افزارهای بومی‌سازی شده و از مهمترین آنها توسعه جنگنده‌های «آذرخش» و «صاعقه» بر پایه هواپیمای F-5 از مهمترین رخدادهای این دوره از نظام رزم هوایی ایران بود (Cordesman 2014 و Tarikhi (2015).

جاویژه فناوری پهپاد: با لشکرکشی آمریکا به افغانستان و عراق در آغاز این دوره، آمریکا و متحدانش به‌طور چشمگیر از پهپادها استفاده کردند و آخرین دستاوردهای خود را به نمایش گذاشتند. این موضوع توجه سیاست‌گذاران دفاعی را به توسعه کمی و کیفی پهپادها جلب نمود و به مرور این فناوری را به‌عنوان یکی از اولویت‌های دفاعی مطرح ساخت. بنابراین به‌صورت جدی مطالبات جدیدی از سوی برخی بازیگران پیشرو در نیروهای مسلح برای پهپادها مطرح شد و صنایع دفاعی پاسخ مثبتی به این انتظارات دادند و با عرضه محصولات چوَن خانواده «مهاجر-۴» و «ابابیل-۳» در مأموریت‌های شناسایی و مراقبت کوتاه‌برد تا شعاع ۲۰۰ کیلومتر در شب و روز و «کرار» در مأموریت‌های هدف هوایی، سرعت/ارتفاع پروازی بالا و اثبات فناوری حمل و پرتاب مهمات، بیش از گذشته توانمندیهایی این فناوری را نمایان ساختند و سیاست‌گذاران دفاعی را نسبت به سرمایه‌گذاری در این حوزه و سایر نیروهای مسلح از جمله نهجا را به بهره‌برداری از این فناوری و ایجاد اولیه سازمان رزم متناسب با آن، ترغیب نمودند (حبیبی ۱۳۹۶)، (مستند داستان مهاجر ۱۳۹۱) و (کابوس کرکس‌ها ۱۳۹۳). در میانه این دوره صنایع هوایی قدس با تصویب هیات وزیران و مجلس شورای اسلامی رسماً به‌عنوان شرکت تخصصی و متولی تحقیق، توسعه و تولید انواع پهپاد ذیل سازمان صنایع هوایی، معرفی گردید. سرنگونی چند پهپاد مهاجم غربی در داخل کشور و تحقیق پیرامون فناوریهای آنها در این بازه زمانی، کمک موثری به توسعه برخی توانمندیهایی فناوریانه کشور در این‌باره نمود. تشدید تهدیدات علیه کشور از سال ۱۳۸۴ به بعد در امتداد موضوع پرونده هسته‌ای و قرارگیری صنایع پهپادی ذیل تحریم‌های شورای امنیت سازمان ملل، شرایط و انتظارات جدیدی را به این حوزه تحمیل کرد (Devlin 2008). به‌مرور گستردگی و حجم انتظارات از یک سو و شرایط ناشی از تحریم‌های بین‌المللی از سوی دیگر، به اندازه‌ای رسید که صنایع متولی نمی‌توانستند صرفاً با اتکا به زیرساخت‌ها و توان خود اقدام به تامین آنها نمایند. سیاست‌گذاران صنعت دفاعی نیز تاحدی مخالف ایجاد و تمرکز زیرساخت‌ها صرفاً در این صنایع بودند، لذا سیاست شبکه‌سازی در دستور کار قرار گرفت تا مراکز تحقیق و توسعه و دانشگاهی را با مشارکت دادن در طرح‌ها و برون‌سپاری برخی فرایندهای فناوریانه (به‌ویژه در حوزه‌های تحریمی) به آنها، در توسعه فناوری پهپاد همراه سازند. شعار «هسته دانا- شبکه توانا» در این دوره، مبین این رویکرد بود. اگر چه، رویکرد یادشده آن‌گونه که باید تغییرات تحولی

چندانی را در مرزهای سازمانی تحقیق، توسعه و تولید دفاعی ایجاد نکرد. ولیکن بخش خصوصی و مراکز دانشگاهی و تحقیق و توسعه را ترغیب نمود که درصدد مشارکت بیشتر در این حوزه بر آیند و نتایج قابل ملاحظه‌ای نیز در فناوریهای زیرمجموعه‌ای پهباد حاصل شد.

یکی از مسایل مربوط به این دوره، نبود خط‌مشی و چشم‌انداز مشخص و مشترک در زمینه سرمایه‌گذاریهای بلندمدت پیرامون توسعه این حوزه و فناوری‌های زیرمجموعه آن بود. همچنین می‌بایست هم به لحاظ تنوع مأموریت و هم به لحاظ یگانهای عملیاتی به‌کارگیرنده محصولات پهبادی (به‌عنوان طرف تقاضا)، توسعه چشمگیری رخ می‌داد تا با اتکاء به آن و یادگیریهای ناشی از بهره‌برداری از این فناوری، طرف عرضه بتواند در قالب شبکه‌ای از بازیگران، سرفصل جدیدی از توسعه این فناوری را در دستور کار قرار دهد. عملیات پروازی طولانی‌مدت پهباد «مهاجر-۴» بر فراز ناو هواپیمابر «رونالد ریگان» در خرداد ۱۳۸۵ در آستانه اولین ورود این ناو به منطقه خلیج فارس از مهمترین نتایج سرمایه‌گذاری در توسعه پهباد بود. انعکاس این عملیات در مجامع دفاعی داخلی موجب توجه بیشتر به توسعه و اشاعه پهباد شد؛ تا جایی‌که در سطوح عالی سیاست‌گذاری دفاعی دستورات و تدابیری برای توسعه بهره‌برداری از پهبادها توسط کلیه نیروهای مسلح و توسعه و تقویت زیرساختها و عرضه محصولات با کیفیت و توانمندیهای بهتر توسط صنایع دفاعی صادر شد.

۵-۵- از ۱۳۸۸ تاکنون

بستر محیطی: تحولات این دوره از ابعاد و پویایی خاصی برخوردار بوده است. از سال ۱۳۸۸ ج.ا.ایران با افزایش تحریمهای شورای امنیت مربوط به پرونده هسته‌ای روبه‌رو شد که شامل تحریم فزاینده صنایع دفاعی و برخی شرکتها و افراد همکار و اعمال محدودیتهای شدید در تامین اقلام از خارج از کشور می‌گردید. همچنین رشد تحرکات نظامی ایالات متحده در خلیج فارس از جمله موضوعات این بازه زمانی است. از اوایل دهه ۱۳۹۰ نیز ظهور تروریسم «داعش» در منطقه و به‌ویژه عراق و سوریه موجب موضع‌گیری و تقابل جدی ایران با این پدیده شد. در ادامه، پس از توافق «برجام» و تصویب «قطعنامه ۲۲۳۱» در شورای امنیت سازمان ملل در سال ۱۳۹۴، عملاً بخش عمده‌ای از موضوعات دفاعی ایران در تعاملات بین‌المللی با محدودیتهای جدی روبه‌رو شد. در حال حاضر نیز ایران با موضوع خروج امریکا از برجام و اعمال تحریمهای شدید اقتصادی و تهدیدهای بعضاً نظامی روبه‌رو است.

نظام عرصه رزم هوایی: در این دوره تا به امروز عمدتاً موضوع ارتقاء و عمردهی پرنده‌های موجود غربی و شرقی و افزودن هواپیماهای جدید به ناوگان نظامی کشور محور توجهات سیاست‌گذاران دفاعی کشور بوده است. تامین هواپیماهای جدید از دو مسیر جداگانه پیگیری می‌شود که بنا به تحولات بستر محیطی با فراز و نشیبهایی روبه‌رو است. یک مسیر خرید و تامین خارج و مسیر دیگر

طراحی و ساخت داخل و البته مسیری بینابینی و نه چندان محتمل با رویکرد طراحی و ساخت مشارکتی/تولید تحت‌امتیاز. از میان موارد پیش‌گفته، تاکنون صرفاً طراحی و ساخت داخل به‌صورت محدود محقق شده که عمدتاً شامل جت آموزشی «کوثر-۸۸»، جت‌های جنگنده «صاعقه-۲» و «کوثر-۱» می‌شود (میلیتاری‌نیوز ۱۳۹۴)، (Cordesman 2014) و (Tarikhi 2015)). درباره دو مسیر دیگر، «قطعنامه ۲۲۳۱» شورای امنیت سازمان ملل و محدودیتهای تصریح شده در آن درباره واگذاری و فروش دانش، فناوری، محصول و خدمات مربوط به انواع هواپیماهای نظامی به ایران را می‌توان بزرگترین مانع برشمرد.

جاویژه فناوری پهپاد: در این دوره نیروهای مسلح رسماً خواستار پهپادهایی با اطمینان‌پذیری بیشتر، تنوع مأموریت مبتنی بر پلتفرم و فناوریهای مشترک، افزایش وزن محموله، مداومت/ارتفاع پروازی، ارتقای ارتباطات مخابراتی، هدایت و ناوبری و کنترل دقیق-هوشمند، توسعه محموله‌های مختلف به‌ویژه در شناسایی-مراقبت، رزمی و جنگ الکترونیک، کاهش نسبی هزینه خرید و بهره‌برداری و ... شدند. همچنین با توجه به تجارب به‌دست آمده و یادگیریهای حاصل از آنها، موضوع سیاست‌گذاری در توسعه فناوری پهپاد در این دوره از اهمیت به‌سزایی برخوردار شده و به سطوح سیاست‌گذاری کلان کشور رسوخ کرده است. در سال ۱۳۸۹ سرفصل اعتباری مشخصی به‌مدت ۱۰ سال برای توسعه زیرساختهای این حوزه در نظر گرفته شد (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور ۱۳۸۹). همچنین در سند جامع توسعه هوافضای کشور که برنامه تدوین آن در سال ۱۳۸۹ آغاز گردید و اواخر سال ۹۱ به تصویب شورای انقلاب فرهنگی رسید، بخشهای خاصی به توسعه این فناوری اختصاص داده شد (ستاد توسعه فناوری هوافضا ۱۳۹۱). تدوین و اجرایی شدن برخی استانداردهای طراحی و ساخت پهپادها و تاکید بر اخذ گواهینامه صلاحیت طراحی و ساخت توسط بازیگران توسعه‌دهنده محصولات پهپادی از دیگر رخدادهای مهم این دوره است. همچنین با تشکیل «اتحادیه صنایع هوایی و فضایی ایران» به‌عنوان یک سازمان مردم‌نهاد، کارگروه تخصصی پهپاد شامل شرکتهای خصوصی فعال در این حوزه شکل گرفت که در کنار سازمان‌دهی شبکه همکاران توسعه فناوری، یکی از اهداف آن توسعه کاربریهای غیرنظامی پهپادها است. در سال ۱۳۹۳ نیز با تشکیل ستاد «توسعه فناوریها و شرکتهای دانش بنیان هوایی و هوانوردی» کارگروهی به فناوری پهپاد اختصاص داده شد تا با کمک سایر مبادی ذیربط به شکل‌گیری و توسعه توانمندیهای شرکتهای دانش‌بنیان در این حوزه بپردازد. تشدید تهدیدات تروریستی فرامرزی و لزوم رصد تحرکات کشورهای بیگانه در مرزهای کشور به‌ویژه خلیج‌فارس و لزوم مقابله فوری با آنها، کاربریها و توانمندیهای این فناوری را با عرضه محصولاتی چون «مهاجر-۶»، «فطرس»، «شاهد-۱۳۳/۱۲۹/۱۲۱» و «سریر» با قابلیت‌های مراقبت-رزمی در شعاع عملیات میان‌دوربرد و مداومت

پروازی ۲۴-۱۲ ساعت، بیش از گذشته نمایان نمود و وجاهت خاصی به بهره‌برداری از آن در نیروهای مسلح داد و موجب همگرایی نسبی دیدگاه‌های بازیگران و بعضاً تعامل آنها درباره سیاستهای توسعه در این حوزه شد. از جدیدترین رخدادهای سیاستی این دوره گنجاندن مواردی درباره پهباد، ذیل ماده ۱۰۶ قانون برنامه ششم توسعه کشور است (مجلس شورای اسلامی ۱۳۹۵). می‌توان گفت که هم‌اکنون همه بخشهای تعریف شده در نیروهای مسلح که باید از توانمندی بهره‌برداری از پهبادها برخوردار باشند، از این محصولات کم و بیش استفاده می‌کنند؛ هرچند همچنان درباره کیفیت محصولات و تطابق ویژگیها و مشخصات آنها با انتظارات، تنوع ماموریتی و شمار آنها با چشم‌انداز و اهداف تعیین‌شده فاصله وجود دارد. در کل آنچه از شواهد و قرائن و اظهار خبرگان استنباط گردیده، دال بر این است که ماموریت شناسایی و مراقبت تقریباً به پهبادها سپرده شده و توجه رو به گسترشی برای بهره‌گیری از پهبادها در عملیات مراقبت-رزمی، پشتیبانی نزدیک و جنگ الکترونیک مشاهده می‌شود.

۶- تحلیل یافته‌ها

با توجه به الگوی مفهومی و روندی که درباره نوآوری در نظام عرصه رزم هوایی ایران با تمرکز بر فناوری پهباد ارایه شد، مسیر تحول در این نظام را می‌توان به‌صورتی که در ادامه آمده است، تشریح نمود. در این باره از دیدگاه‌های خبرگان و تجربه زیسته نویسندگان کمک گرفته شده است. در جدول ۳ مبتنی بر جدول ۱، مشاهدات کلیدی حاصل از توصیف روند نوآوری در نظام مورد مطالعه ارایه شده است. شکل ۲ نیز بر پایه الگوی مفهومی ارایه شده در شکل ۱، کلیات روند یادشده را نمایش می‌دهد.

۶-۱- پیش از انقلاب اسلامی تا سال ۱۳۶۷

تا پیش از انقلاب اسلامی، عرصه رزمی هوایی ایران به نظامی به‌نسبت پایدار رسید. هر چند همه ابعاد این نظام به‌صورت متوازن رشد نیافته بود. در حوزه ماموریتها و کاربری، با توجه به نقشی که منبعث از نقش‌آفرینی نیروی هوایی در ناتو و ایالات‌متحده تعریف شده بود، عرصه رزم هوایی ایران از وضعیت مطلوب و مناسبی برخوردار بود. فرهنگ سازمانی متناسب با آن ایجاد شده بود. مبادی سیاست‌گذاری سیاستهای حمایتی لازم را برای حفظ، تقویت و توسعه این حوزه از رزم، اتخاذ و اعمال می‌کردند و زیرساختهای صنعتی لازم نیز عمدتاً با رویکرد تعمیر و نگهداری و مشارکت طرفهای خارجی ایجاد شده بود. ولیکن با وجود تعریف نسبی اهداف و راهبردهایی در زیرنظامات علمی و فناورانه، در این حوزه‌ها هم‌تکاملی لازم با دیگر زیرنظامهای عرصه رزم هوایی برقرار نبود. نکته حایز اهمیت در زمینه پایداری این نظام در پیش از انقلاب، وابستگی آن به حفظ روابط و تعاملات با طرفهای غربی بود. در این دوران پهباد به‌عنوان یک فناوری حاشیه‌ای و صرفاً برای انجام تمرین پدافند هوایی در سازمان رزم نیروی هوایی گنجانده شده بود. همچنین توسعه آن به‌عنوان یک گام میانی

برای ورود به طراحی و ساخت هواپیما و شکل‌گیری زیرنظامهای علمی و فناوریانه و صنعتی لازم، در راهبردها و سیاستها مدنظر قرار گرفته بود. البته این امر هیچ‌گاه به سرانجام نرسید. پس از وقوع انقلاب، به دلیل وابستگی توان هوایی کشور به حفظ روابط با طرفهای خارجی، از اولویت خارج شدن توسعه و تقویت آن، فسخ قراردادهای خرید خارج، تحولات ساختاری و فرهنگی و خارج شدن بخش قابل‌ملاحظه‌ای از خلبانان و کارکنان از سازمان رزم نیرو و در ادامه بروز جنگ تحمیلی و اعمال تحریمها و محدودیتهای شدید در پشتیبانی از نیازمندیهای ماموریتی و توانایی محدود زیرساختهای صنعتی و فناوریانه کشور، نظام عرصه رزم هوایی با ناپایداری و گسستگیهای روبه‌رو شد. در این فضا تلاش شد که از پهپاد و موشک بالستیک برای جبران بخشی از این گسستگی در قالب سازمان رزم نهجا استفاده شود. ولیکن از آنجایی که نظام یادشده مبتنی بر هواپیماهای سرنشین‌دار سازمان‌دهی شده بود، این رویکردها نتوانستند در آن مقطع در نهجا پا بر جا بمانند و توسعه یابند. لذا فضاهایی برای رشد و توسعه آنها در وزارت دفاع و سپاه پاسداران ایجاد شد که همان جایزه موردنظر بحث ما هستند.

با اعمال حمایتهای هرچند ابتدایی و محدود، ایده استفاده از پرنده‌های مدل برای انجام ماموریت شناسایی با شکل‌گیری شبکه کوچکی از بخشهای دانشگاهی، نیروهای عملیاتی و سازندگان و خلبانان هواپیمای مدل، رشد یافت و توانست قابلیتهای خود را در حد انتظارات اولیه به اثبات برساند. به این ترتیب دیدگاه‌ها برای حمایت بیشتر ترغیب شد و اولین واحدهای سازمانی در وجوه کاربری، صنعتی و فناوریانه برای توسعه آن ایجاد شد؛ فرهنگ سازمانی نیز برای توسعه این فناوری و بهره‌برداری از آن با گذشت زمان شکل گرفت و سیاستهایی نیز در وزارت دفاع و سپاه پاسداران برای راهبری و تسهیل این امر اتخاذ گردید. به‌مرور با توسعه بهره‌برداری از این فناوری، یادگیریهای میان گروه‌های بازیگران رخ داد که موجب توسعه انتظارات از یک سو و توسعه شبکه بازیگران و فناوری و قابلیتهای محصولی منتج از آن از سوی دیگر شد. با وجود این، همچنان پهپاد در دوران جنگ در سطحی محدود به گردان رعد در سپاه و گروه‌هایی نیمه‌صنعتی در وزارت دفاع (گروه ابابیل) و وزارت سپاه وقت (گروه صنایع هوایی قدس) باقی ماند و توسعه بیشتری نیافت. به هر حال در این دوره، فناوری پهپاد تا سطح پیش‌توسعه و اثبات توانمندی در ماموریت شناسایی و هدف‌هوایی پیش رفت.

۶-۲- سالهای ۸۸-۱۳۶۷

در سالهای پس از جنگ تا سال ۱۳۸۰، رکود نسبی در توسعه فناوری پهپاد حاکم شد و عمدتاً معطوف به توسعه‌های درون‌زا و تثبیت بازیگران کم‌تعداد و فعال و دستاوردهای محصولی محدود آنها شد؛ ایجاد سازمان صنایع هوایی و قرارگیری صنایع هوایی قدس و مجموعه ابابیل ذیل این سازمان را

می‌توان اولین رخدادها درباره نفوذ فناوری پهپاد در نظام عرصه رزم هوایی ایران قلمداد نمود. از دیگر اتفاقات مهم این دوره، شکل‌گیری یگان پهپاد در نزاجا بود.

از سال ۱۳۸۰ به بعد مبتنی بر شرایط حاصل از اشغال نظامی افغانستان و عراق و درس آموخته‌های ناشی از تجارب به‌کارگیری پهپاد در آنها، بهره‌برداری از این فناوری در مدار توجهات قرار گرفت. به نوعی می‌توان گفت یادگیری با منشایی خارج از جاویژه پهپاد، یکی از عوامل کلیدی در توجه مجدد سیاست‌گذاران دفاعی به پهپاد بود و تبیین انتظارات و تسهیل در شکل‌گیری و تقویت نسبی گروه‌های مختلف بازیگران در سطح نیروهای مسلح، صنایع دفاعی، صنایع خصوصی و همکاری دانشگاه‌ها و مراکز تحقیق و توسعه شد. ایجاد یگان پهپاد در نداجا (سال ۱۳۸۴) و نهاجا (سال ۱۳۸۶) از اتفاقات مهم این دوران و گامی دیگر در نفوذ فناوری پهپاد در نظام رزم هوایی ایران بود. بهره‌گیری گسترده نه‌سا و تا حدی نزاجا از پهپادها در عملیاتهای مختلف، یادگیریها و تجارب ارزنده‌ای را برای بازیگران اصلی جاویژه پهپاد فراهم ساخت. با توجه به توسعه و تعمیق بهره‌برداری از پهپادها در ماموریت‌های شناسایی-مراقبت و هدف و ظهور برخی تازه‌واردان به جرگه بازیگران این حوزه، می‌توان این‌گونه استنتاج نمود که فناوری پهپاد در این دوره، گام توسعه خود را پشت سر گذاشت. البته اقداماتی نیز درباره تنوع‌بخشی به کاربریهای پهپاد صورت پذیرفت که عمدتاً در سطح اثبات ایده و فناوری باقی ماندند و عملیاتی نشدند.

۶-۳- سالهای ۱۳۸۸ به بعد

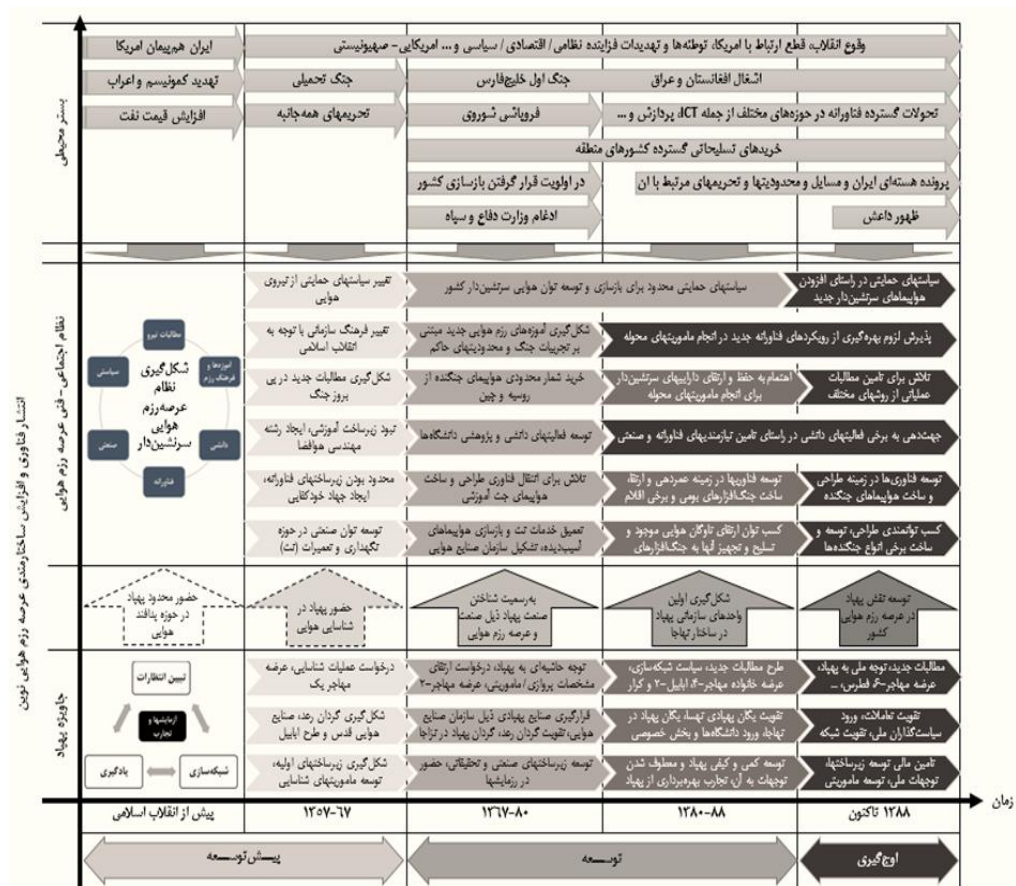
از آنجایی که در دوره پیشین پهپاد جزء حوزه‌های موردتوجه و اولویت‌دار نزد سیاست‌گذاران دفاعی قرار گرفت، لزوم همگرایی در سیاستها و راهبردها چه در توسعه و تقویت فناوری و چه در توسعه بهره‌برداری بیش از گذشته نمایان شد و سطح سیاست‌گذاری آن برای نخستین‌بار از بخش دفاعی به سطوح ملی گسترش یافت و در اسناد سیاستی کلان و برنامه‌های بودجه‌ای مدت‌دار تجلی یافت و انتظاراتی ولو کلی و کلان، تعریف گردید. بازیگران بیشتری در گروه‌های مختلف در این حوزه فعال شدند، اعم از نیروهای مسلح، دیگر صنایع دفاعی، بخش خصوصی، سیاست‌گذاران و تسهیل‌گران در سطوح ملی، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیق و توسعه و گروه‌های مردم نهاد. با توجه به بهره‌گیری از پهپادهای توسعه داده شده در ماموریتها و رزمایش‌های مختلف تجارب و یادگیریهای بی‌ظیری برای بازیگران اصلی به‌دست آمد و موجب بهبود و توسعه انتظارات، تقویت بازیگران و روابط آنها، توسعه زیرساختها، توسعه کاربری، توسعه چارچوبهای سیاستی و آیین‌نامه‌ها و مقررات مرتبط با محصول، بازیگران و بهره‌برداری از محصول شد. در کل از شواهد و قرائن و دیدگاه‌های خبرگان این‌گونه استنباط می‌گردد که پهپاد هم‌اکنون در گام اوج‌گیری قرار دارد.

جدول ۳: مشاهدات کلیدی در روند نوآوری در نظام عرصه رزم هوایی ایران با تمرکز بر فناوری پهپاد

گام توسعه	پیش توسعه		توسعه		اوج گیری
	پیش از انقلاب اسلامی	۱۳۵۷-۶۷	۱۳۶۷-۸۰	۱۳۸۰-۸۸	از ۱۳۸۸ به بعد
بستر محیطی	- ایران هم پیمان راهبردی امریکا و ژاندارم منطقه - افزایش قیمت نفت - تهدید کمونیسم و کشورهای عربی به ویژه عراق	- وقوع انقلاب اسلامی - قطع ارتباط با امریکا - جنگ تحمیلی - تحریمهای همه جانبه - محدودیت در صادرات نفت	- پایان یافتن جنگ تحمیلی - حمله عراق به کویت - و جنگ اول خلیج فارس - توجه کشور به امر بازسازی - اعمال محدودیت بر همکاریهای نظامی ایران و روسیه - ادغام وزارت سپاه و وزارت دفاع	- حملات ۲۰ شهریور ۱۳۸۰ سپتامبر و اشغال افغانستان و عراق - توسعه تهدیدات امریکا علیه ایران - تحولات فناورانه در حوزه های ارتباطات، ریزپردازنده ها و ... - به جریان افتادن موضوع پرونده هسته ای ایران	- گسترش بی سابقه تحریمهای بین المللی علیه ایران ذیل پرونده هسته ای - گسترش خریدهای نظامی کشورهای منطقه به ویژه در حوزه رزم هوایی - رشد تحرکات نظامی امریکا در خلیج فارس - شکل گیری و توسعه تروریسم داعش - برجام و صدور قطعنامه ۲۲۳۱ - خروج یک جانبه امریکا از برجام و اعمال تحریمها علیه ایران
رنگ اجتماعی - فنی	- ایجاد نیروی هوایی قدرتمند با دکترین رزم ناتویی/ امریکایی - ایجاد صنایع و تاسیسات پشتیبانی و تعمیر و نگهداری متناسب با محوریت امریکاییها - ایجاد سازمان آموزش منسجم با محوریت امریکاییها	- حضور پر قدرت نیروی هوایی در آغاز جنگ - تلفات و فرسایش داراییهای ناوگان - هوایی کشور به ویژه در ماموریت شناسایی - ضرورت انجام مداوم ماموریت های شناسایی - ایجاد رشته هوافضا در کشور - توسعه و تنوع در نگهداری و تعمیرات و بازسازی انواع هواگردها - ایجاد جهاد خود کفایی در نهاجا	- خرید شمار محدودی هواپیمای نظامی از روسیه و چین - تلاش برای انتقال فناوری هواپیمای جت آموزشی با همکاری روسیه - تشکیل سازمان صنایع هوایی - تلاش برای تعمیق خدمات نگهداری و تعمیرات و بازسازی هواپیماهای آسیب دیده از جنگ	- توسعه چند دستاورد محصولی هوایی مهم به همراه زیر سامانه ها و فناوریهای زیر مجموعه آنها - عملیاتی نمودن برخی هواپیماهای شرقی و اروپایی افزوده شده به ناوگان نظامی کشور - تجهیز و تسلیح هواپیماهای موجود به انواع جنگ افزارهای بومی سازی شده	- ارتقاء و عمردهی پرنده های موجود - تلاش برای طراحی و ساخت هواپیماهای بومی - تلاش برای خرید هواپیماهای جنگنده از خارج از کشور

گام توسعه		پیش توسعه		توسعه		اوج گیری
بازه زمانی (سال)	تجربین انتظارات و چشم انداز	پیش از انقلاب اسلامی	۶۷-۱۳۵۷	۸۰-۱۳۶۷	۸۸-۱۳۸۰	از ۱۳۸۸ به بعد
فرایندهای درونی توسعه جاوید	شبکه سازی	• بهره برداری از پهپاد در تمرین رزم پدافند هوایی • پیش بینی توسعه پهپاد در راستای توسعه صنعت هوایی	• درخواست برای انجام عملیاتی عکسبرداری هوایی با هواپیمای مدل • درخواست عملیات برای مأموریت های شناسایی در خطوط نبرد، ارتقای توانمندی های کیفی و پروازی پرنده های بی سرنشین • درخواست برای انجام مأموریت های شناسایی - رزمی	• در حاشیه قرار گرفتن توسعه پهپاد • درخواست برای عملیات در عمق و افزایش مداومت پروازی، شعاع مأموریت، وزن محموله، ارتفاع پروازی، کیفیت پروازی، سامانه های هدایت و ناوبری، ارسال تصویر و ...	• انتظارات و مطالبات جدید از سوی برخی بازیگران پیشرو • گسترده گی و حجم انتظارات • سیاست شبکه سازی و تمرکززدایی از توسعه زیرساختها • ارائه محصولات خانواده مهاجر-۴، ابابیل-۳ و کرار	• درخواست پهپادهایی با اطمینان پذیری بالاتر، تنوع مأموریت مبتنی بر پلتفرم و فناوریهای مشترک و ... • توجه به پهپاد و توسعه زیرساختها و شبکه سازی آن در سیاست گذاری های ملی • تبیین برخی انتظارات در افق ۱۴۰۴ ذیل سند توسعه هوافضا • توسعه محصولاتی چون مهاجر-۶، فطرس، شاهد-۱۳۳/۱۲۹/۱۲۱ و سریر
		• ایجاد یگان پهپاد هدف هوایی	• شکل گیری گروه کاری اولیه برای توسعه پهپاد میان سپاه، وزارت دفاع، سازندگان و خلبانان مدل • ایجاد گردان رعد در سپاه برای بهره برداری از پهپاد • ایجاد صنایع هوایی قدس ذیل وزارت سپاه و طرح ابابیل ذیل وزارت دفاع	• قرارگیری صنایع هوایی قدس و گروه ابابیل ذیل سازمان صنایع هوایی • تقویت گردان رعد ذیل نیروی هوایی سپاه • شکل گیری یگان پهپادی نزاجا	• معرفی شرکت صنایع هوایی قدس به عنوان شرکت تخصصی و متولی تحقیق، توسعه و تولید انواع پهپاد ذیل سازمان صنایع هوایی ودجا • تقویت یگان پهپادی نهسا • تشکیل یگان پهپاد در نداجا و نهاجا • ورود جدی بخش خصوصی و مراکز دانشگاهی به شبکه همکاران پهپاد	• تقویت بیش از پیش بازیگران دفاعی در بخش های عرضه و تقاضا و تعاملات میان آنها • ورود بخش های سیاست گذار و تسهیل گر در سطوح ملی • تقویت بخش خصوصی به عنوان شبکه همکار • شکل گیری تشکلهای مردم نهاد پهپادی

اوج گیری	توسعه		پیش توسعه		گام توسعه	
	۱۳۸۰-۸۸	۱۳۶۷-۸۰	۱۳۵۷-۶۷	پیش از انقلاب اسلامی	بازه زمانی (سال)	
- تامین منابع مالی در جهت توسعه زیرساختها - تصویب سند توسعه هوافضا - انعکاس تقویت پهپاد در برنامه ششم توسعه - تدوین و اجرای استانداردهای توسعه محصول - حضور پهپاد در ماموریتهای مرزی و فرامرزی متعدد - توسعه ماموریتهای شناسایی-مراقبت، مراقبت-رزمی و ... - به کارگیری پهپاد در همه نیروهای مسلح هرچند محدود	- توجه به توسعه کمی و کیفی پهپادها و قرارگیری آن به عنوان یکی از اولویتهای دفاعی - تجارب و یادگیریهای روزافزون حاصل از استفاده از محصولات مهاجر-۲ و ۴ و ابابیل-۲ و ۳ - در پیش گرفتن سیاست «هسته دانا- شبکه توانا» - پرواز بر فراز ناو هواپیمابر رونالد ریگان و پیامدهای مثبت آن - یادگیریهای حاصل از سرنگونی پهپادهای بیگانه در داخل کشور	- توسعه نسبی زیرساختهای صنایع پهپادی - توسعه نسبی زیرساختهای دو یگان عملیاتی پهپادی فعال - ایجاد خط تولید نیمه صنعتی در صنایع پهپادی - شرکت پهپاد در برخی رزمایشها و نمایشهای هوایی	- توسعه زیرساختهای ساخت بال و بدنه و اقلام زیرمجموعه ای پهپادی اولیه در صنایع هوایی قدس و طرح ابابیل - توسعه ماموریتهای شناسایی و اثبات ایده شناسایی-رزمی - تبدیل دو مجموعه فعال به واحدهای نیمه صنعتی - در دستور کار قرار گرفتن حمایت از صنایع و نیروهای عملیاتی پهپاد	توسعه زیرساختهای لازم برای بهره برداری از پهپادهای هدف در نیروی هوایی	توسعه	



شکل ۲: روند نوآوری در نظام عرصه رزم هوایی ایران با محوریت جاویژه فناوری پهپاد

۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش مشخص شد که با توجه به تحولات بستر محیطی در سالهای پس از انقلاب اسلامی و آغاز جنگ تحمیلی، نظام رزم هوایی ایران به دلیل عدم هم‌تکاملی میان زیرنظامهای خود به‌ویژه در حوزه‌های سیاسی، فناوریانه و صنعتی در برخی ماموریتها نتوانست آن‌گونه که باید انتظارات و مطالبات دفاعی را برآورده نماید. لذا رویکردهای نوآورانه مختلفی برای پوشش شکافهای ایجادشده در نظام یادشده، اتخاذ گردید که برخی مانند استفاده از پرنده‌های بی‌سرنشین با اقبال بالاتری روبه‌رو شدند. در آغاز تلاش بر توسعه این رویکرد در نظام غالب عرصه رزم هوایی مبتنی بر هواپیماهای سرنشین‌دار بود که موفقیت چندانی در پی نداشت. در نتیجه فضایی محدود و تا حدی محافظت‌شده در نیروی تازه‌کار سپاه پاسداران ایجاد گردید که آن را می‌توان جاویژه‌ای برای توسعه فناوری پهپاد در ایران تلقی نمود. با طرح اولین انتظارات و شکل‌گیری اولین شبکه تعاملات میان طرفین عرضه (سازندگان هواپیماهای مدل و برخی دانشگاه‌ها) و تقاضا (نیروهای عملیاتی)، و در بوته آزمون قرار گرفتن اولین دستاوردهای محصولی، فرایند یادگیری به‌وقوع پیوست و در سطح و عمق میان گروه‌های

مختلف بازیگران توسعه پیدا کرد و موجب طرح انتظارات جدید از یک سو و توسعه توانمندیهای فنی و صنعتی از سوی دیگر و در نهایت عرضه محصولات جدیدتری با قابلیت‌های بالاتر و زمینه‌ساز حرکت این فناوری از گام پیش‌توسعه به توسعه در پایان جنگ گردید.

تغییرات بستر محیطی در اولین سالهای پس از جنگ موجب کند شدن روند توسعه جاویژه پهپاد و گرایش آن به‌سوی تعمیق درونی توانمندیهای شبکه بازیگران محدود آن شد. ولیکن با تغییر شرایط بستر محیطی با حملات ۲۰ شهریور ۱۳۸۰ و سپس اشغال عراق و افغانستان و معطوف شدن توجهات به‌سوی فناوری پهپاد و طرح مطالبات جدید، توسعه شبکه در سطح و عمق و ایجاد زمینه‌های آزمودن دستاوردهای محصولی و فناوریانه، فرایند یادگیری نیز با رشدی جهش‌گونه روبه‌رو شد و پهپاد را وارد مرحله اوج‌گیری نمود. هم‌اکنون این فناوری در مرحله اوج‌گیری قرار دارد و در جاویژه آن به دفعات تعاملات فرایندی میان تبیین انتظارات، شبکه‌سازی و یادگیری می‌دهد تا در صورت همگرایی در سطحی مطلوب، جهش این فناوری به مرحله شتاب‌گیری اتفاق بیفتد و موجب اشاعه و تعمیق آن در نظام عرصه رزم هوایی ایران گردد.

شایان توجه است که با وجود نوآوری‌هایی که این فناوری در نظام رزم هوایی رقم زده، تاکنون جایگزینی آن به‌جای فناوری سرنشین‌دار مدنظر نبوده؛ بلکه در نظر است از زیرساختها و ارکان ایجاد شده در حوزه سرنشین‌دار برای استقرار بهتر این فناوری به‌عنوان یک فناوری مکمل با کاربریهای عمدتاً جدید و نوآورانه بهره گرفته شود. ولیکن از آنجایی که این فناوری نزدیک به ۱۰ سال است که در گام اوج‌گیری قرار دارد و همچنان با انتظارات و چشم‌اندازهای تبیین شده فاصله قابل‌ملاحظه‌ای دارد، به‌نظر می‌رسد که توجه به نکات و موضوعات ذیل ضروری است تا از سکون احتمالی (قفل‌شدگی) یا افول آن جلوگیری گردد و زمینه برای توسعه آتی و نفوذ و استقرار کامل در عرصه رزم هوایی فراهم آید:

- ۱- ضروری است که انتظارات و چشم‌اندازها میان ذی‌نفعان اصلی به سطح مشخصی از وفاق و تثبیت برسد و با رعایت ملاحظات لازم، به اشتراک گذاشته شود.
- ۲- سیاستها و راهبردهای تفصیلی متضمن حصول انتظارات و چشم‌اندازها، تدوین و تبیین و برنامه اقدام مشخصی برای آنها طرح‌ریزی و اجرا گردد.
- ۳- خلاءها و کاستی‌های موجود در شبکه بازیگران شناسایی و سیاستها و راهبردهای لازم برای جلب مشارکت هر چه بیشتر گروه‌های بازیگران اتخاذ و تعاملات شبکه‌ای آنها تسهیل شود، از جمله بازیگران خارج از حوزه دفاع که می‌توانند در اشاعه کاربریهای غیرنظامی، تامین و بسیج منابع، وضع برخی قوانین و مقررات و مواردی از این دست مشارکت کنند.
- ۴- فضای لازم برای به اشتراک‌گذاری درس‌آموخته‌های توسعه جاویژه موردنظر در محورهای مختلف توسعه علمی، فناوریانه، صنعتی، سیاسی، فرهنگ کاربری، تنوع در کاربری و الزامات کاربران از طریق ایجاد فضای گفتمان و تبادل تجربه میان بازیگران، برگزاری نشستها و

سمینارهای تخصصی میان خبرگان و ایجاد سهولت در انتشار دستاوردهای دانشی و فناوریانه با رعایت ملاحظات امنیتی فراهم آید.

بنابراین مشهود است که بهره‌گیری از چارچوب دیدگاه چندسطحی و مدیریت راهبردی جاویژه، ارایه تحلیلی بر روند نوآوری در عرصه رزم هوایی ایران را مبتنی بر فناوری پهپاد به‌خوبی فراهم ساخت و نشان داد که با وجود شکل‌گیری این نظریه عمدتاً بر مبنای موضوعات توسعه پایدار، در سایر موارد از جمله نوآوری‌های تحولی دفاعی نیز می‌تواند کاربردپذیر باشد.

منابع

- حبیبی، نیک‌بخش. پهباد در عملیات هوایی. تهران: مرکز انتشارات راهبردی نهجا. ۱۳۹۶
- ستاد توسعه فناوری هوافضا. سند جامع توسعه هوافضای کشور. تهران: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری. ۱۳۹۱
- علی‌بابایی، غلام‌رضا. تاریخ نیروی هوایی ایران. تهران: انتشارات آشیان. ۱۳۸۵
- کابوس کرکس‌ها. تهیه کننده گروه تلویزیونی ثریا. ۱۳۹۳
- مجلس شورای اسلامی. قانون برنامه پنجساله ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران (مصوب ۱۳۹۵/۱۲/۱۴ مجلس شورای اسلامی). <https://shenasname.ir/1391-09-30-20-01-30/tosee/plan6/3579>. ۱۳۹۵
- مستند داستان مهاجر. تهیه کننده گروه تلویزیونی ثریا. ۱۳۹۱
- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور. قانون بودجه سال ۱۳۸۹ کل کشور، پیوست شماره یک: اعتبار طرح‌های تمکلی دارایی‌های سرمایه‌ای. تهران: معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور. ۱۳۸۹
- میلیتاری‌نیوز. بررسی تاریخچه ساخت و طراحی جنگنده در ایران. میلیتاری نیوز. ۲۰ آذر. ۱۳۹۴. <http://www.militarynews.ir/2015/12/11/history-of-aircraft-design-in-iran>
- Cooper, Tom, and Farzad Bishop. *Iran-Iraq War in the Air, 1980-1988*. Atglen, PA: Schiffer Military History, 2000.
- Cordesman, Anthony H. *Iran's Rocket and Missile Forces and Strategic Options*. Rowman & Littlefield, 2015.
- Farrell, Theo, and Terry Terriff, eds. *The sources of military change: Culture, politics, technology*. Lynne Rienner Publishers, 2002.
- Devlin, Liam. Drone Wars: U.S. Sanctions Iranian Contractor that Supplies UAVs. World Tribune. 2008
- Dolata, Ulrich. *Radical change as gradual transformation: characteristics and variants of socio-technical transitions*. No. 2011-03. Stuttgarter Beiträge zur Organisations-und Innovationsforschung, SOI Discussion Paper, 2011.
- Farrell, Theo, and Terry Terriff, eds. *The sources of military change: Culture, politics, technology*. Lynne Rienner Publishers, 2002.
- Freeman, Christopher, and Carlota Perez. "Structural crises of adjustment: business cycles." *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter (1988).
- Geels, Frank W. "Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: the transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930–1970)." *Technovation* 26, no. 9 (2006): 999-1016.
- Geels, Frank W. "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study." *Research policy* 31, no. 8-9 (2002): 1257-1274.
- Geels, Frank W., and Johan Schot. "Typology of sociotechnical transition pathways." *Research policy* 36, no. 3 (2007): 399-417.
- Geels, Frank W. "From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory." *Research policy* 33, no. 6-7 (2004): 897-920.
- Geels, Frank W. *Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Edward Elgar Publishing, 2005.
- Hekkert, M.P., S. Negro, and et al. *Technological innovation system analysis: A manual for analysts*. Utrecht University - Faculty of Geosciences - C&M. 2011
- Hoogma, Remco, René Kemp, Johan Schot, and Bernhard Truffer. *Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management*. Routledge, 2005.
- Kemp, René, and Jan Rotmans. "The management of the co-evolution of technical, environmental and social systems." In *Towards environmental innovation systems*, pp. 33-55. Springer, Berlin, Heidelberg, 2005.

- Kemp, R. P. M., Arie Rip, and Johan Schot. "Constructing transition paths through the management of niches." In *Path dependence and creation*, pp. 269-299. Lawrence Erlbaum, 2001.
- Kemp, René, Johan Schot, and Remco Hoogma. "Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management." *Technology analysis & strategic management* 10, no. 2 (1998): 175-198.
- Lockheed. 1974. *Iran Aircraft Development: Conceptual Long Range Plan- Vol. 1: Summary*. Tehran: Lockheed Company.
- Loorbach, Derk. "Transition management for sustainable development: a prescriptive, complexity-based governance framework." *Governance* 23, no. 1 (2010): 161-183.
- Markard, Jochen, Rob Raven, and Bernhard Truffer. "Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects." *Research policy* 41, no. 6 (2012): 955-967.
- Raven, Robertus Petrus Johannes Maria. "Strategic niche management for biomass: A comparative study on the experimental introduction of bioenergy technologies in the Netherlands and Denmark." (2005): 0065-0065.
- Reppy, Judith. *The place of the defense industry in national systems of innovation*. Cornell University, Peace Studies Program, 2000.
- Rip, A., and R. Kemp. "Technological change. In (eds) S. Rayner, EL Malone, Human Choice and Climate Change, vol. 2." (1998): 327-399.
- Rotmans, Jan, René Kemp, and Marjolein Van Asselt. "More evolution than revolution: transition management in public policy." *foresight* 3, no. 1 (2001): 15-31.
- Schot, Johan, and Frank W. Geels. "Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy." *Technology analysis & strategic management* 20, no. 5 (2008): 537-554.
- Sterrenberg, Lydia, Jose Andringa, Derk Loorbach, Rob PJM Raven, and A. J. Wieczorek. "Low-carbon transition through system innovation: theoretical notions and application." (2010).
- Farrell, Theo, and Terry Terriff, eds. *The sources of military change: Culture, politics, technology*. Lynne Rienner Publishers, 2002.
- Tarikhi, Parviz. *The Iranian space endeavor: ambitions and reality*. Springer, 2014.
- Murray, Williamson, and Barry Watts. "Military innovation in peacetime." *Military innovation in the interwar period* (1996): 369-415.
- Wieczorek, Anna J., and Marko P. Hekkert. "Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars." *Science and Public Policy* 39, no. 1 (2012): 74-87.
- Yin, Robert.K. *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publishing. 2002