

تحلیل و تبیین ساختاری- کارکردی نظام نوآوری فناورانه پهپاد در ایران

مهدی بهارلو^{۱*}

ظاهره میرعمادی^۲

مهدی الیاسی^۳

علیرضا بوشهری^۴

چکیده

توسعه فناوری پهپاد، بخش مهمی از راهبرد توسعه صنایع دفاعی ایران است. هدف این مقاله شناخت وضعیت نظام نوآوری فناورانه پهپاد ایران در شرایط کنونی است. پرسش‌های پژوهشی آن بدین قرار است: پیکره‌بندی ساختاری نظام نوآوری فناورانه پهپاد در ایران چگونه است؟ پویایی کارکردهای نظام به چه نحوی است؟ نحوه تعاملات ارکان ساختاری و کارکردهای نظام به چه ترتیبی است و نقاط ضعف/قوت و شکست‌های نظام در کجاست؟

انگاره نظری این پژوهش، نظام نوآوری فناورانه است. روش کسب اطلاعات، بانک‌های اطلاعاتی شرکت‌های مرتبط، مصاحبه‌های عمیق با صاحب‌نظران و پرسشنامه بوده است. مهم‌ترین یافته‌های پژوهشی عبارت‌اند از اینکه «کارکرد شکل‌گیری بازار» قوی‌ترین کارکرد نظام نوآوری فناورانه پهپاد در ایران است. برعکس، «کارکرد انتشار دانش» ضعیف‌ترین کارکرد و مهم‌ترین عامل شکست این نظام است. شکست این دو کارکرد نتیجه دو مسئله ساختاری است: اول، شکست شبکه قوی نظام نوآوری در بخش دفاعی، دوم، شکست شبکه ضعیف در کل نظام نوآوری در ایران که تعاملات میان بخش دفاعی و غیر دفاعی تنها در سطوح پایین پشتیبانی می‌کند.

واژه‌های کلیدی:

پهپاد، نظام نوآوری فناورانه، تحلیل ساختاری، تحلیل کارکردی.

۱. دانشجوی دکتری، پژوهشکده فناوری‌های نوین، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ایران

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات، رایانامه: m.baharloo@irost.ir

۲. عضو هیات علمی پژوهشکده فناوری‌های نوین، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ایران

۳. عضو هیات علمی دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، ایران

۴. عضو هیات علمی دانشکده مدیریت و فناوری‌های نرم، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ایران

مقدمه

فناوری سامانه‌های بی‌سرنشین هوایی که تحت عنوان پهپاد^۱ نامگذاری شده است، جزء فناوری‌های پیشرفته و نوظهور در دنیا تلقی می‌گردد. پیش‌بینی می‌شود که سامانه‌های بی‌سرنشین نقش فزاینده‌ای را در جنگ‌های آینده ایفا کنند (مرکز تدوین، مفاهیم و آموزه، ۲۰۱۴).

در ایران نیز نقش‌آفرینی این سامانه‌ها در دکتترین دفاعی کشور، این حوزه را در زمره حوزه‌های اولویت‌دار در اسناد بالادستی قرار داده است؛ چنان‌که در سند جامع توسعه هوافضای کشور (ستاد توسعه هوافضا، ۱۳۹۱) و نیز ماده ۱۰۶ قانون برنامه ششم توسعه (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶) این موضوع به‌صورت شفاف تصریح شده است. برای نمونه، در سند جامع توسعه هوافضا از مواردی چون «استفاده حداکثری از توان داخلی و فعال‌سازی ظرفیت‌ها» به‌عنوان سیاست‌های کلان توسعه هوافضای کشور (شامل فناوری پهپاد) یاد شده و راهبردهایی نیز ارائه گردیده است.

این‌ها همه مبین این است که توسعه فناوری پهپاد از اولویت‌های سیاست‌های توسعه فناوری در ایران است. الزامات دیدگاه سیستمی به نوآوری حکم می‌کند که این سیاست‌ها با تکیه بر نگرش نظام نوآوری فناورانه و از طریق توسعه ساختاری و بهبود کارکردهای آن دنبال شود. ناکارآمدی ساختاری-کارکردی و عدم تعامل مناسب میان کارکردها و ارکان ساختاری نظام، قطعاً مانع توسعه آن می‌شود و درنهایت شکست آن را در پی خواهد داشت. لذا لازمه سیاست‌گذاری درست در هر نظام نوآوری، تبیین و تحلیل وضعیت کنونی آن با تمرکز بر نقاط ضعف و قوت و زمینه‌های شکست آن است.

در این مقاله کوشش می‌شود با ارائه تحلیل ساختاری-کارکردی نقاط ضعف/قوت و زمینه‌های شکست آن شناسایی گردد. لذا هدف از این مقاله، بررسی وضعیت کنونی نظام نوآوری فناورانه پهپاد در ایران است. برای این منظور، به سه پرسش کلیدی پاسخ داده می‌شود: نخست اینکه، پیکره‌بندی ساختاری نظام نوآوری فناورانه پهپاد در ایران چگونه است؟ دوم، پویایی کارکردهای نظام به چه نحوی است؟ و سوم، نحوه تعاملات ارکان ساختاری و کارکردهای نظام به چه ترتیبی است و نقاط ضعف/قوت و شکست‌های نظام در کجاست؟

اولین بخش پس از مقدمه، به مرور ادبیات پژوهش با محوریت رویکردهای مطرح در زمینه تحلیل نظام‌های نوآوری فناورانه اختصاص دارد. پس از آن پارادایم نظری و روش‌شناسی پژوهش معرفی می‌شود. در بخش اصلی مقاله، نظام نوآوری فناورانه از دو بعد پیکره‌بندی ساختاری و کارکردهای نظام

نوآوری معرفی و ارزیابی می‌گردد و پس از آن یافته‌ها تبیین می‌شود و با بحث و تحلیل درباره نقاط ضعف/قوت و شکست‌های نظام، ادامه می‌یابد و در پایان جمع‌بندی و نتیجه‌گیری می‌گردد.

پیشینه پژوهش

مبانی نظری

مفهوم نظام نوآوری بر جریان فناوری و اطلاعات میان افراد جامعه، بنگاه‌ها و نهادهایی تأکید دارد که در پیشبرد فرایند نوآوری نقش کلیدی دارند (هکرت و همکاران^۱، ۲۰۰۷) و (برگ و همکاران^۲، ۲۰۰۸). کارلسون و استانکویز^۳ (۱۹۹۱) نظام‌های نوآوری فناورانه را شبکه پویایی از بازیگران تعریف کرده‌اند که در یک زمینه اقتصادی و صنعتی و تحت چارچوب نهادی خاصی با یکدیگر در تعامل‌اند و در خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری مشارکت دارند. هکرت و همکاران (۲۰۰۷)، برگ و همکاران (۲۰۰۸) و مارکارد و تروفر^۴ (۲۰۰۸) نیز نظام نوآوری فناورانه را به‌عنوان مجموعه‌ای از بازیگران و قوانین تعریف کرده‌اند که بر سرعت و راستای تغییرات فناورانه در یک حوزه فناورانه معین، تأثیر می‌گذارند. با استناد به تعاریف ارائه‌شده، هدف از تحلیل یک نظام نوآوری فناورانه تحلیل و ارزشیابی وضعیت تکامل حوزه فناورانه مشخصی است که بر سرعت و جهت‌گیری فرایند نوآوری تأثیر می‌گذارند. به‌این ترتیب نقاط ضعف نظام قابل‌شناسایی خواهد بود که از آن‌ها با عناوینی چون نقاط شکست (اسمیتس و کلمن^۵، ۲۰۰۴) و مسائل و نقاط ضعف (وایزورک و هکرت^۶، ۲۰۱۲) و یا موانع نظام (برگ و همکاران، ۲۰۰۸) یاد می‌شود.

از زمان طرح مقوله نظام‌های نوآوری فناورانه، چندین رویکرد مختلف برای تحلیل آن‌ها مطرح و به کار گرفته شده است، شامل: تحلیل بر پایه خروجی‌ها، تحلیل بر پایه ارکان ساختاری، تحلیل مبتنی بر کارکردها، تحلیل بر پایه پویایی میان کارکردها (موتورهای نوآوری)، تحلیل ساختاری- کارکردی (شناسایی نقاط ضعف کارکردی نظام و معرفی علل شکست ساختاری آن) (برگ و همکاران، ۲۰۰۷). این مقاله نیز بر رویکرد ساختاری- کارکردی استوار است.

1 . Hekkert et al.

2 . Bergek et al.

3 . Carlsson & Stankiewicz

4 . Markard & Truffer

5 . Smits & Kuhlmann

6 . Wieczorek & Hekkert

در پژوهش‌های معطوف به نظام‌های نوآوری فناورانه، تعریفی که در برگزیده کلیه جوانب ساختاری باشد توسط وایزورک و هکرت ارائه شده که ساختار را به چهار رکن بازیگران، نهادها، تعاملات و زیرساخت‌ها تقسیم می‌کند که در جدول ۱ قابل مشاهده است (وایزورک و هکرت، ۲۰۱۲). در مقاله حاضر نیز همین تعریف از ارکان ساختاری نظام نوآوری فناورانه، مبنای تحلیل قرار گرفته است.

جدول ۱- ارکان ساختاری نظام نوآوری فناورانه (وایزورک و هکرت، ۲۰۱۲)

ارکان ساختاری	مصادیق ارکان ساختاری
بازیگران	- جامعه مدنی - شرکت‌های تازه تأسیس، کوچک و متوسط، بزرگ، چندملیتی - مؤسسات دانشی: دانشگاه‌ها، مؤسسات تحقیق و توسعه فناوری - دولت - سازمان‌های مردم‌نهاد (سمن)^۱ غیردولتی - دیگر بازیگران: سازمان‌های مالی و اعتباری، سازمان‌های واسطه‌ای، مشاوران
نهادها	- نهادهای سخت: قواعد و قوانین، دستورالعمل‌ها - نهادهای نرم: عادات، آداب‌ورسوم، روتین‌ها، سنت‌ها، هنجارها و انتظارات
تعاملات	- در سطح ارتباطات فردی - در سطح شبکه
زیرساخت‌ها	- فیزیکی: مصنوعات، ابزارها، ماشین‌آلات، جاده‌ها، ساختمان‌ها، شبکه‌های مخابراتی و بندرگاه‌ها - دانشی: دانش، مهارت و اطلاعات راهبردی - مالی: یارانه‌ها، کمک‌های بلاعوض و برنامه‌های مالی تشویقی

نظام‌های نوآوری متفاوت ممکن است ارکان ساختاری مشابهی داشته باشند، اما ممکن است در مسیرهای کاملاً متفاوتی توسعه یابند. این معیارهای ارزشیابی عملکرد نظام نوآوری به «کارکردهای نظام‌های نوآوری» شهرت دارند. تاکنون صاحب‌نظران مختلف دسته‌بندی‌های گوناگونی برای این کارکردها ارائه کرده‌اند (برگک و همکاران، ۲۰۰۸؛ هکرت و همکاران، ۲۰۰۷؛ جاکوبسن^۲ و برگک، ۲۰۰۴). پیش‌تر نیز برگک و همکاران (۲۰۰۸)، محمدی و همکاران (۱۳۹۲) و نیز حیرانی و همکاران (۱۳۹۳) دیدگاه‌های مختلف درباره کارکردهای یادشده را با هم مقایسه نموده‌اند.

۱ . NGO

۲ . Jacobsson

در این مقاله آنچه هکرت و همکاران (۲۰۰۷) درباره کارکردهای نظام نوآوری فناورانه مطرح نموده‌اند، مورد استناد است که عبارت‌اند از: تجارب کارآفرینی، توسعه دانش، انتشار دانش، هدایت و جهت‌دهی پژوهش و نوآوری، شکل‌دهی بازار، بسیج منابع، مشروعیت بخشی.

همان‌طور که گفته شد، از تحلیل رویکرد کارکردی می‌توان به‌منظور شناسایی نقاط ضعف و در نتیجه موانع توسعه نظام‌های نوآوری استفاده نمود؛ اما نمی‌توان از آن به‌تنهایی در یافتن راهکارها و تجویزات سیاستی لازم برای توسعه نظام‌های نوآوری بهره گرفت، زیرا نمی‌توان بدون تغییر در ارکان ساختاری بر کارکردها تأثیر گذاشت. بنابراین وایزورک و هکرت (۲۰۱۲) رویکرد تحلیل هم‌زمان ساختاری-کارکردی را پیشنهاد دادند. در جدول ۲، چگونگی تحلیل نظام نوآوری فناورانه مبتنی بر این رویکرد و کمک در شناسایی مسائل سیستمی و ارائه راه کار سیاستی برای آن‌ها، به‌طور خلاصه ارائه شده است. در ایران برای موضوعات فناورانه معدودی این رویکرد استفاده شده است؛ برای نمونه حیرانی و همکاران (۱۳۹۳) در فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت و میرعمادی و رحیمی‌راد (۱۳۹۵) در فناوری سوخت زیستی.

جدول ۲- چارچوب ارتباط میان تحلیل ساختاری-کارکردی و شناسایی مسائل سیستمی
(وایزورک و هکرت، ۲۰۱۲)

کارکردهای نظام	ارکان ساختاری نظام	مسائل سیستمی	انواع مسائل سیستمی	راه کارهای سیستمی لازم
رابطه بین کارکردها و ارکان	بازیگران	مسئله بازیگران	وجود؟ توانمندی‌ها؟	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران مرتبط
	تعاملات	مسئله تعاملات	وجود؟ شدت/ کیفیت؟	ایجاد فضای مناسب برای توسعه توانمندی‌های بازیگران
	نهادهای	مسئله نهادی	وجود؟ ظرفیت/ کیفیت؟	تضمین وجود نهادهای نرم و سخت
	زیرساخت‌ها	مسائل زیرساختی	وجود؟ ظرفیت/ کیفیت؟	ممانعت از شکل‌گیری نهادهای بیش‌ازحد قوی یا ضعیف

شکل ۱، مدل مفهومی تحلیل ساختاری-کارکردی مورد استفاده در این مقاله را نشان می‌دهد. برای دقیق نمودن تحلیل، برای هر کارکرد با استناد به پیشینه نظری موجود، مؤلفه‌ها و شاخص‌هایی تعریف

و بومی سازی شده و در قالب یک پرسش نامه تنظیم گردیده است. در جدول ۳ تعاریف کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و مؤلفه های زیرمجموعه موردسنجش پیمایش آن در این مقاله، قابل مشاهده است.



شکل ۱- مدل مفهومی تحلیل ساختاری-کارکردی

جدول ۳- تعاریف کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و مؤلفه های زیرمجموعه آنها

عنوان کارکرد	تعریف (هکرت و همکاران، ۲۰۱۰)	کد	مؤلفه های کارکردی ((هکرت و همکاران، ۲۰۱۱) و (وایزورک و هکرت، ۲۰۱۲))
تجارب کارآفرینی (۵)	تبدیل دانش فنی موجود به کسب و کارهای جدید شامل دو زیر کارکرد ایجاد فرصت های کاری جدید و شناساندن فرصت های کاری جدید	EE۱	تعداد و کفایت کارآفرینان
		EE۲	کیفیت فعالیت های کارآفرینی
		EE۳	محصولات در حال تولید مرتبط با فناوری و تنوع گزینه های فناورانه در دسترس کارآفرینان
		EE۴	میزان توجه کارآفرینان به کسب تجربه
		EE۵	ورود و بقای کارآفرینان

عنوان کارکرد	تعریف (هکرت و همکاران، ۲۰۱۰)	کد	مؤلفه‌های کارکردی ((هکرت و همکاران، ۲۰۱۱) و (وایزورک و هکرت، ۲۰۱۲))
توسعه دانش (ک ۲)	فعالیت‌هایی که می‌توان در زمره فرایند یادگیری قرار داد؛ اعم از دانش فنی فناوری نوظهور، بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کنندگان و ...	KD۱	کیفیت و کمیت پایه دانشی
		KD۲	سهم دانش‌های پایه و کاربردی
		KD۳	شمار پروژه‌ها، تحقیقات، پنت‌ها و مقالات
		KD۴	جایگاه بین‌المللی در برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات به مقالات و پنت‌ها
		KD۵	سطح مشارکت بازیگران در خلق و توسعه دانش
		KD۶	سطح مشارکت در تأمین منابع مالی خلق و توسعه دانش
		KD۷	سطح توجه ملی به برنامه‌های تحقیق و توسعه
		KD۸	شیوه خلق و توسعه دانش
		KD۹	تقاضامحور بودن توسعه دانش
انتشار دانش (ک ۳)	فعالیت‌هایی که با هدف تسهیم و به اشتراک‌گذاری دانش و اطلاعات میان بازیگران مختلف موجود در نظام انجام می‌شود.	KDi۱	سطح مشارکت میان بازیگران در انتشار دانش
		KDi۲	فضای انتشار دانش
		KDi۳	سطح رقابت
		KDi۴	تطابق دانش با نیازهای نظام نوآوری
		KDi۵	وضعیت انتشار لیسانس (حق امتیاز)
هدایت و جهت‌دهی نوآوری (ک ۴)	فعالیت‌هایی که به انتخاب و محدود کردن گزینه‌های موجود در ارتباط با فناوری، کاربرد و بازار آن در سطوح مختلف می‌پردازد.	GD۱	وجود هدف مشخص و مشترک
		GD۲	سطح پشتیبانی از اهداف به‌وسیله برنامه‌ها و سیاست‌های مشخص
		GD۳	سطح تحریک دولت ناشی از اهداف تعیین شده
		GD۴	انتظارات فناورانه مثبت و منفی
		GD۵	میزان مطابقت چشم‌اندازها با قوانین حاضر

عنوان کارکرد	تعریف (هکرت و همکاران، ۲۰۱۰)	کد	مؤلفه‌های کارکردی ((هکرت و همکاران، ۲۰۱۱) و (وایزورک و هکرت، ۲۰۱۲))
شکل‌دهی بازار (ک ۵)	فعالیت‌هایی که با هدف رقابت‌پذیر ساختن فناوری نوظهور نسبت به فناوری‌های موجود در عرصه بازار انجام می‌پذیرد.	MF۱	وضعیت کلی بازار پهنپاد
		MF۲	اندازه بازار (نیچ/توسعه‌یافته)
		MF۳	کاربران بالقوه و بالفعل
		MF۴	سهم بخش خصوصی و دولتی در بازار
		MF۵	محرك‌های شکل‌گیری بازار
		MF۶	لزوم ایجاد بازار جدید یا توسعه بازار موجود
بسیج منابع (ک ۶)	فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه نظام نوآوری شامل منابع انسانی، مالی، مکمل و ...	MR۱	کفایت منابع مالی برای توسعه نظام
		MR۲	شیوه توزیع و تخصیص منابع مالی با نیازهای نظام
		MR۳	سمت و جهت تخصیص منابع مالی
		MR۴	کفایت منابع مالی خطرپذیر
		MR۵	کفایت منابع مالی دولتی
		MR۶	دسترسی شرکت‌ها به منابع
		MR۷	سرمایه‌های مکمل
		MR۸	منابع انسانی
مشروعیت بخشی (ک ۷)	فعالیت‌هایی که با هدف ایجاد مقبولیت اجتماعی برای فناوری جدید انجام می‌شوند و می‌توانند منجر به تغییر نهادهای موجود در جامعه و هم‌راستا شدن آن‌ها با نیازهای بازیگران موجود در نظام شوند.	EL۱	سطح مشروعیت اتخاذ تصمیم برای سرمایه‌گذاری در فناوری
		EL۲	سطح پذیرش تغییرات محیطی
		EL۳	منشأ تغییرات محیطی
		EL۴	سطح قدرت لابی بازیگران
		EL۵	میزان تشکیل ائتلاف در نظام

معرفی نظام نوآوری پهپاد در ایران

سامانه بی‌سرنشین هوایی موسوم به پهپاد، مجموعه‌ای است که مهم‌ترین رکن آن یک پرنده موتوردار فاقد سرنشین است. این پرنده را می‌توان به‌صورت خودمختار یا از راه دور کنترل کرد (گاندلک^۱، ۲۰۱۲). نخستین پیش نمونه از سامانه‌های پهپادی توسعه داده‌شده در ایران، هواپیماهای مدل مجهز به دوربین‌های متعارف بودند که برای مأموریت‌های مراقبت و شناسایی فعالیت‌ها و تحرکات دشمن در دهه ۱۳۶۰ (در طول جنگ میان ایران و عراق) به کار گرفته شدند. این هواپیماها عمدتاً توسط شرکت صنایع هوایی قدس ساخته می‌شدند که یک شرکت دولتی- دفاعی است و تأسیس آن به سال ۱۳۶۲-۳ باز می‌گردد. حوزه فعالیت این شرکت، طراحی و ساخت انواع پهپادها و متعلقات زیرسامانه‌ای آن‌ها است (تاریخی، اشرفی و عباسی، ۲۰۱۴).

با آغاز دهه ۱۳۸۰، سیاست‌گذاران امور دفاعی طرح‌هایی را برای توسعه افقی صنعت پهپاد کشور و اشاعه بهره‌برداری عملیاتی از آن در سطح یگان‌های نیروهای مسلح آغاز نمودند.^۲ این روند نیازمند این بود که بخش دفاعی اقدام به شبکه‌سازی کند و مراکز تحقیق و توسعه و دانشگاهی را با مشارکت دادن در طرح‌ها و برون‌سپاری فرایندهای فناوریانه فرعی در بر بگیرد. شعار «هسته دانا- شبکه توانا» در این دوره، مبین این رویکرد بود (خبرگزاری فارس، ۱۳۸۸). اگرچه، این رویکرد تغییرات تحولی را در مرزهای سازمانی تحقیق و توسعه دفاعی، ایجاد نکرد، ولیکن بخش خصوصی را ترغیب نمود که درصدد مشارکت بیشتر در این حوزه برآید.

هم‌اکنون ۲۰۲۳ نوع سامانه پهپادی ثبت‌شده توسط ۶۰ کشور، در جهان وجود دارد (یووی‌اس- اینفو^۳، ۲۰۱۷). این کشورها دارای سطوح مختلفی از جذب فناوریانه هستند؛ برخی از آن‌ها فقط از یک نوع پهپاد برخوردارند و کشوری مانند آمریکا دارای بیش از ۴۰۰ نوع سامانه پهپادی ثبت شده است. به لحاظ تنوع، ایران با ۴۶ نوع سامانه پهپادی ثبت شده توسط ۱۴ شرکت و سازمان، در رتبه دهم قرار دارد. از این لحاظ آمریکا با ۴۸۴، چین با ۲۱۳، رژیم صهیونیستی با ۱۲۱، فرانسه با ۱۲۰ و روسیه با ۱۱۶ نوع پهپاد ثبت شده، هم‌اکنون در بالاترین مراتب قرار دارند؛ بسیاری از کشورها سامانه‌های پهپادی کمتری نسبت به ایران دارند، از جمله: پاکستان ۴۰، سوئیس ۳۶، برزیل ۲۹، سوئد ۱۸، امارات متحده عربی ۱۰ نوع (یووی‌اس- اینفو، ۲۰۱۷).

1 . Gundlach

۲ . داستان مهاجر- برنامه تلویزیونی ثریا، ۱۳۹۱

3 . UVS-Info

از مجموعه ۴۶ نمونه پهیاد ثبت شده ایرانی، ۲۴ نمونه پهیاد متعلق به شرکت‌های دولتی و ۱۵ نمونه متعلق به شرکت‌های خصوصی است (جدول ۴). دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی نیز ۳ نمونه پهیاد را به ثبت رسانده‌اند. شرکت‌های دولتی دارای پرشمارترین نمونه پهیادها با بالاترین سطح توسعه یعنی ۸ نمونه پهیاد در حال خدمت و شرکت‌های خصوصی دارای ۳ نمونه در حال خدمت هستند. دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی دارای ۳ نمونه در دست توسعه می‌باشند و سهم شرکت‌های دولتی و خصوصی در پهیادهای در حال توسعه به ترتیب ۱۶ و ۱۲ نوع است.

جدول ۴- دسته‌بندی نمونه پهیادهای ثبت شده مربوط به ایران

نوع سازمان توسعه‌دهنده پهیاد (نگارندگان)	تعداد نمونه (په‌وی‌اچ)	سطح فناوری (نگارندگان، تأیید شده از طریق مصاحبه)	وضعیت محصول در فرایند توسعه (بررسی تجربی)	بهره‌گیری از بودجه دولتی (بررسی اسناد)	تأمین بودجه توسط مراکز تحقیق و توسعه (بررسی اسناد و مدارک طرح‌ها)
شرکت‌های دولتی	۲۴	پایین: ۱۳ نوع متوسط: ۶ نوع پیشرفته: ۵ نوع	اثبات فناوری/ در دست توسعه: ۱۶ نوع آماده عرضه به بازار/ در حال خدمت: ۸ نوع	۱۱	۱۴
شرکت‌های خصوصی	۱۵	پایین: ۱۵ نوع متوسط: صفر نوع پیشرفته: صفر نوع	اثبات فناوری/ در دست توسعه: ۱۲ نوع آماده عرضه به بازار/ در حال خدمت: ۳ نوع	۴	۱۱
دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی	۳	پایین: ۲ نوع متوسط: یک نوع پیشرفته: صفر نوع	اثبات فناوری/ در دست توسعه: ۳ نوع آماده عرضه به بازار/ در حال خدمت: صفر نوع	صفر	۳
جمع	۴۶ نوع				

پارادایم نظری و روش‌شناسی

این پژوهش کاربردی و بر پارادایم تکامل‌گرایی و نظریه نظام‌های نوآوری فناورانه استوار است. راهبرد

آن مطالعه موردی (مورد کاوی) و هدف آن توصیفی- تبیینی است. سطح تحلیل در این مطالعه فناوری پهپاد در محدوده پهپادهای ثبت شده به نام ایران (در جدول ۴ با استناد به (یووی اس- اینفو، ۲۰۱۷)) و قلمرو مکانی آن محدود به کشور ایران است و کل بازه زمانی شکل گیری و توسعه این فناوری در ایران را در برمی گیرد (از اوایل دهه ۱۳۶۰ تاکنون).

جمع آوری اطلاعات در این مقاله با بهره گیری از تجربه زیسته نگارندگان، بررسی تجربی، مطالعه اسناد، مصاحبه و پرسش نامه (پیمایش) بوده است. مصاحبه ها و پیمایش در سال ۱۳۹۶ انجام شده است. برای ارتقای سطح اعتبار و اطمینان تحلیل ها از نوعی مثلثی سازی (هم زمانی استفاده از دو روش کمی و کیفی) کمک گرفته شده است (یاسمین^۱ و رحمان^۲، ۲۰۱۲). به این ترتیب که برای شناخت پیکره بندی ساختاری و سطح بندی تعاملات میان اجزای ساختاری نظام، با اتکا به اسناد و مدارک و بررسی های تجربی، جانمایی اولیه ای از اجزای ساختاری نظام نوآوری پهپاد در ایران مشخص شد و همراه آن از طریق مصاحبه (با توجه به جامعه تخصصی و کوچک پهپاد) با ۵ صاحب نظر این حوزه، پیکره بندی ساختاری یاد شده تکمیل و تعاملات میان ارکان ساختاری نیز به صورت طیف لیکرت ۵ مرتبه ای سطح بندی شد. این ۵ نفر از افراد با سابقه و مسئول و دارای اطلاعاتی کافی نسبت به عمده جوانب و موضوعات این تحقیق بوده اند. در ادامه به منظور ارزیابی وضعیت کنونی کارکردهای نظام نوآوری پهپاد، با استناد به شاخص های ارائه شده توسط هکرت و همکاران (۲۰۱۱) و وایزورک و هکرت (۲۰۱۲)، پرسش نامه ای تنظیم گردید. پرسش نامه یاد شده شامل هفت رکن کارکردی نظام نوآوری پهپاد می شد و هر رکن تعدادی مؤلفه و هر مؤلفه چند شاخص را در بر می گرفت که باید در طیف لیکرت ۵ مرتبه ای به آن ها پاسخ داده می شد. پرسش نامه مورد نظر برای ۵۵ نفر از خبرگان نظام نوآوری پهپاد در ایران، ارسال شد. این خبرگان افرادی بوده اند که با سابقه بالای ۲۰ سال، مسئولیت و مشارکت در توسعه فناوری پهپاد ایران داشته اند که در جدول ۵ قابل مشاهده است. لازم به توضیح است که نگارندگان با توجه به تجربه زیسته خود، شناخت کافی از افراد خبره در این حوزه داشته اند و با وجود محدودیت در تعداد و دسترسی به افراد، توانستند از مجموعه پرسش نامه های توزیع شده، ۷۳ درصد را به صورت تکمیل شده دریافت کنند. پس از تحلیل آماری پرسش نامه های دریافت شده، نقاط ضعف و قوت نظام نوآوری پهپاد در ایران به تفکیک کارکردها و مؤلفه های زیرمجموعه آن ها به دست آمد. در

1 . Yeasmin

2 . Rahman

ادامه با اتکا به بررسی‌های تجربی و نیز مطالعه اسناد و بعضاً انجام مصاحبه، درباره نتایج پیمایش بحث و تحلیل شد و در قالب یافته‌های تحقیق، تنظیم و سپس جمع‌بندی گردید.

جدول ۵- دسته‌بندی افراد مشارکت‌کننده در پیمایش کارکردهای نظام نوآوری پهباد

بازیگران	شمار خبرگان مشارکت‌کننده	میانگین سابقه فعالیت مرتبط
بخشه‌ای سیاست‌گذار	۸	۲۳
شرکت دولتی	۲۰	۲۱
شرکت خصوصی	۷	۲۴
دانشگاه‌ها و دیگر سازمان‌های تحقیق و توسعه	۵	۱۹
جمع کل	۴۰	۲۲

تحلیل یافته‌ها

ساختار نظام نوآوری فناورانه پهباد در ایران

ساختار نظام نوآوری پهباد در ایران را با استناد به تجربه نگارندگان، مطالعه اسناد (برآ، ۱۳۹۴) و مصاحبه‌های انجام شده، می‌توان با نقش‌آفرینان شامل بازیگران و شبکه تعاملات آن‌ها از یک‌سو و نهادها و زیرساخت‌ها (فناوری) از سوی شناخت. درباره فناوری در بخش قبل توضیح داده شد. بازیگران خود به چند دسته تقسیم می‌شوند که در جدول ۶ نیز به اجمال معرفی شده‌اند:

- مشتریان و کاربران که کاربران نظامی (نیروهای مسلح) جدی‌ترین و مهم‌ترین آن‌ها می‌باشند. کاربران غیرنظامی عملاً نقش چندانی ایفا نمی‌کنند و بیشتر به شکل متقاضیان بالقوه پهبادها مطرح هستند.
- تولیدکنندگان اصلی پهباد که وظیفه طراحی و توسعه یکپارچه، تولید و ارائه خدمات پس از فروش را به عهده دارند و مهم‌ترین آن‌ها دو شرکت دولتی قدس و هسا هستند و بخش خصوصی در مقایسه با شرکت‌های دولتی نقش کمی را ایفا می‌کند.
- شرکت‌های تأمین‌کننده اقلام و زیرسامانه‌های پهبادی هستند که عهده‌دار توسعه فناوری‌ها و

- تأمین اقلام در زیرمجموعه‌هایی چون پیش‌رانه، الکترونیک پروازی، ارتباطات می‌باشند.
- دانشگاه‌ها و مراکز تحقیق و توسعه که در خلق و توسعه فناوری‌ها در سطوح پایه‌ای‌تر و بعضاً ارائه خدمات مشاوره‌ای و نیز آزمایشگاهی مشارکت دارند.
 - به‌غیراز عرضه‌کنندگان و کاربران یا مشتریان، بازیگران دیگری وجود دارند که نقش حامی و یا واسطه را بازی می‌کنند؛ از آن جمله سیاست‌گذاران هستند که با محوریت وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، سیاست‌های کلی این نظام را تعیین می‌کنند.
 - بخش‌های تسهیلگر و هماهنگ‌کننده که معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ستاد توسعه فناوری و صنایع دانش‌بنیان هوایی و هوانوردی مهم‌ترین آن‌ها می‌باشند و صندوق نوآوری و شکوفایی نیز بخشی از سرمایه‌خطرپذیر لازم برای شرکت‌های خصوصی را تأمین می‌کند.
 - سمن‌ها شامل اتحادیه‌ها و انجمن‌های فعال در توسعه فناوری پهپاد که به شکل تشکل‌های صنفی برای رایزنی و هماهنگی فعالیت‌ها میان بازیگران بخش خصوصی عمل می‌کنند و مهم‌ترین آن‌ها اتحادیه شرکت‌های هوایی و فضایی ایران است که زیرمجموعه‌ای تخصصی در حوزه پهپاد دارد.

بخش دیگر ساختار را نهادهای رسمی (قواعد و قوانین، دستورالعمل‌ها) می‌سازند. بر پایه تجارب نگارندگان و نیز مطالعه اسناد و اخذ تائید از خبرگان، عملاً می‌توان آن‌هایی که به‌طور مستقیم به نظام نوآوری پهپاد ربط پیدا می‌کنند به دو دسته ذیل تقسیم نمود:

۱. قوانین و مقررات تسهیل‌کننده یا محدودکننده که مهم‌ترین آن‌ها قانون برنامه ششم توسعه (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶) و سند جامع هوافضای کشور (ستاد توسعه هوافضا، ۱۳۹۱) هستند.
۲. قوانین و مقررات مربوط به توسعه فناوری و محصول و بهره‌برداری از آن‌ها در حوزه پهپاد که شامل موارد ذیل می‌گردد: الف- قوانین و ضوابط پرواز و استفاده از ربات‌های پرنده در ایران^۱ و ب- استانداردهای آی‌دی‌اس-۳۰۷۲ (مرکز استاندارد دفاعی، ۱۳۸۷) و آی‌دی‌آس-۷۷۸۳ (مرکز استاندارد دفاعی، ۱۳۸۹).

۱. کارگروه پهپاد- اتحادیه شرکت‌های هوایی و فضایی ایران

2. IDS-307

3. IDS-778

جدول ۶- بازیگران نظام نوآوری پهپاد

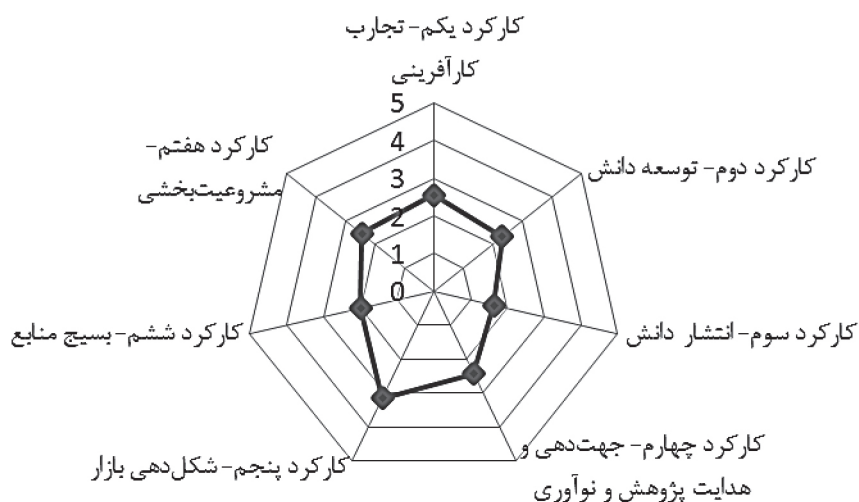
نوع بازیگران	ماهیت	مصادیق
کاربران	غیرنظامی- دولتی	سازمان محیط زیست، وزارت جهاد و کشاورزی، وزارت کشور، وزارت نیرو
	نظامی	نیروهای مسلح (ارتش، سپاه و ناجا)
تولیدکنندگان اصلی	دولتی	شرکت صنایع هوایی قدس، صنایع هواپیماسازی ایران (هسا)
	خصوصی	فرانس، پرآور پارس
تأمین کنندگان	دولتی	صاایران، ساصد
	خصوصی	شرکت های رایان رشد، هدایت دقیق سامانه
دانشگاه ها و مراکز تحقیق و توسعه	دولتی	دانشگاه های صنعتی شریف، امیرکبیر، علم و صنعت، تهران
سیاست گذاران	دولتی	وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح؛ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری؛ و ...
تسهیلگران/هماهنگ کنندگان/ طرح ریزان	دولتی	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، صندوق ملی نوآوری و شکوفایی، ستاد توسعه فناوری ها و صنایع دانش بنیان هوایی و هوانوردی، مرکز استاندارد دفاعی، مرکز راهبری سامانه مدیریت تأمین کنندگان دفاعی (سمتا) و ...
سمن ها	خصوصی	اتحادیه صنایع هوایی و فضایی ایران

یافته های پیمایشی کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه پهپاد در ایران

همان طور که پیش تر گفته شد، با استناد به مدل مفهومی شکل یک، پرسش نامه ای برای ارزیابی کمی وضعیت کارکردهای نظام نوآوری پهپاد در ایران تهیه و میان خبرگان این نظام توزیع گردید. داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل و اعتبارسنجی شد که نتایج آن در جدول ۷ به تفکیک هر کارکرد ارائه شده و شامل میانگین، آلفای کرونباخ و همین طور انحراف معیار هر یک از کارکردها به تفکیک، می شود. مشهود است که نتایج پیمایش در محدوده قابل قبولی قرار دارد و از اعتبار لازم برخوردار است.

جدول ۷- وضعیت کمی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه پهلاد در ایران

کارکرد	میانگین	آلفای کرونباخ	انحراف معیار
ک ۱: تجارب کارآفرینی	۲.۵۵	۰.۸۵	۰.۷۹
ک ۲: توسعه دانش	۲.۳۱	۰.۹	۰.۷۹
ک ۳: انتشار دانش	۱.۶۳	۰.۸۱	۰.۷۹
ک ۴: جهت‌دهی و هدایت پژوهش و نوآوری	۲.۴۳	۰.۸۵	۰.۹۲
ک ۵: شکل‌دهی به بازار	۳.۱۵	۰.۸	۱.۰۸
ک ۶: بسیج منابع	۱.۹۹	۰.۷۶	۰.۸۱
ک ۷: مشروعیت بخشی	۲.۴۵	۰.۷۸	۰.۹۶



شکل ۲- وضعیت کمی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه پهلاد در ایران (حاصل از پیمایش)

میانگین کارکردی کل نظام ۲,۳۶ و آلفای کرونباخ آن نیز، ۰,۹۵ به دست آمده است. همچنین مشاهده می‌شود که کارکردهای سوم و ششم ضعیف‌ترین و کارکرد شکل‌دهی بازار (کارکرد پنجم)

قوی‌ترین کارکرد در نظام نوآوری پهپاد ایران هستند. به بیانی مهم‌ترین حوزه‌های شکست در این نظام، کارکردهای سوم و ششم ارزیابی شده‌اند. البته کارکرد توسعه دانش نیز نزدیک به حد میانگین کارکردی نظام قرار دارد. دیگر کارکردها نیز در سطح بالاتر از میانگین یادشده هستند. داده‌های جدول ۷، در شکل ۲ به صورت نمودار راداری نمایش داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این بخش با جمع‌بندی یافته‌ها، مستندات، مصاحبه‌ها و پیمایش انجام گرفته، به پرسش‌های طرح‌شده در آغاز مقاله می‌پردازیم:

پرسش اول: پیکره‌بندی ساختاری نظام نوآوری فناورانه پهپاد در ایران چگونه است؟ به عبارت دیگر روابط میان بازیگران در ساختار به چه نحو است؟ در جدول ۸ پیکره‌بندی ساختاری این نظام با رتبه‌بندی روابط دو-دویی میان بازیگران نمایش داده شده است. این رتبه‌بندی با اتکا به نظرات خبرگان انجام شده است. بررسی‌های انجام شده در چارچوب این پژوهش نشان می‌دهد درحالی‌که کاربران نظامی دارای روابط متوسط/قوی با تمام بازیگران هستند، تمام تعاملات کاربران غیرنظامی با دیگر بازیگران، به‌استثنای یک رابطه متوسط با سیاست‌گذاران، بسیار ضعیف/ضعیف است. دانشگاه‌ها، معمولاً روابط ضعیف/متوسطی با دیگر بازیگران دارند. تأمین‌کنندگان اعم از خصوصی و دولتی در نظام نوآوری یادشده، ارتباط متوسط/قوی با شرکت‌های دولتی اصلی دارند. اتحادیه‌ها و تسهیلگران در عرصه صنعت پهپاد، هر دو نقش ضعیفی دارند. سیاست‌گذاران تنها با کاربران نظامی و شرکت‌های دولتی ارتباط قوی دارند. درواقع جدول ۸ مبین روابط نامتقارن میان سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی است. برای اینکه شبکه تعاملات قابل‌اتکا میان بازیگران نظام نوآوری پهپاد بهتر شناخته شود، می‌توان روابط ضعیف/خیلی ضعیف میان بازیگران را از جدول ۸ حذف نمود و نتیجه را به صورت نگاشتی از شبکه ارتباطات و تعاملات در نظام نوآوری فناورانه پهپاد در ایران، ترسیم نمود که در شکل ۳ به نمایش در آمده است. این شکل نیز تأیید کننده عدم تقارن تعاملاتی پیش‌گفته است. درواقع می‌توان گفت که عمده تعاملات در این نظام نوآوری معطوف به طرف عرضه دولتی و طرف تقاضای نظامی است. با وجود این بخش خصوصی توانسته در زنجیره تأمین و مشارکت در توسعه فناوری‌های زیرمجموعه‌ای روابط مناسبی را با دیگر بازیگران ایجاد کند.

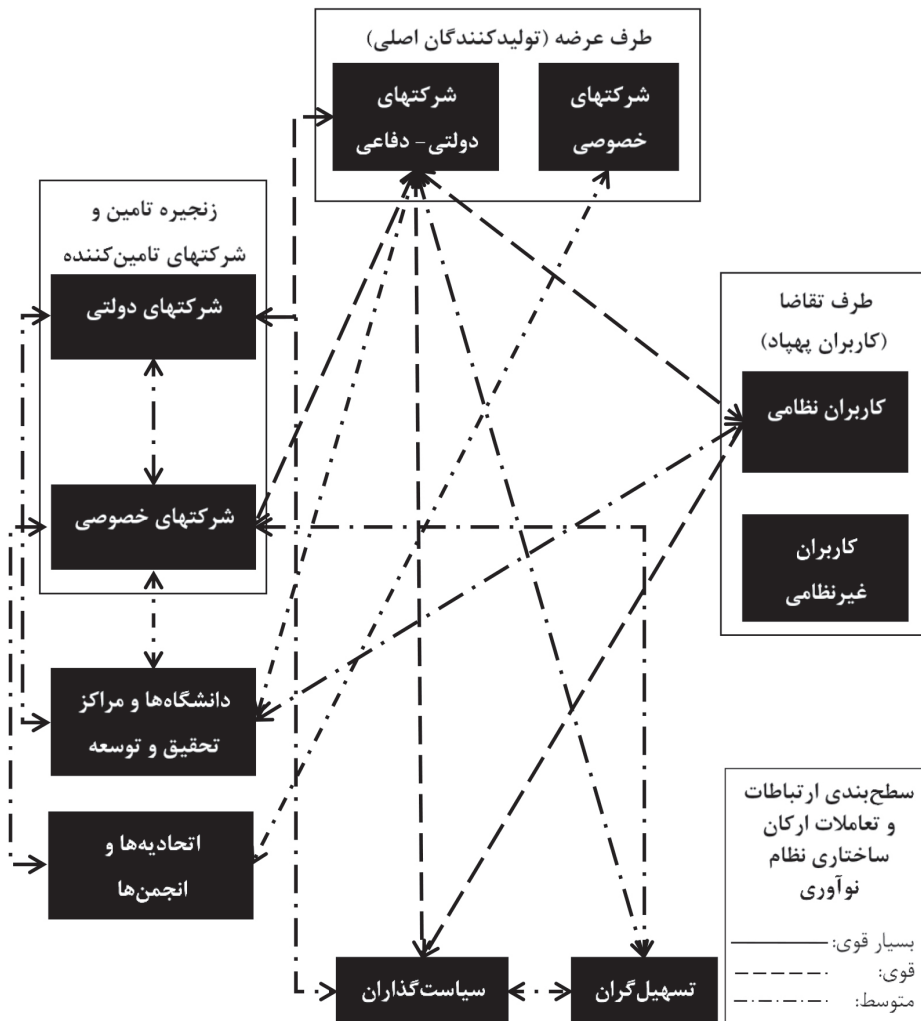
جدول ۸- وضعیت تعاملات میان بازیگران نظام نوآوری پهباد در ایران (برآیند اجماع میان خبرگان)

طرف تقاضا	تولیدکنندگان اصلی		تأمین کنندگان		دانشگاه‌ها و مراکز تحقیق و توسعه	سیاست‌گذاران	تسهیلگران	اتحادیه‌ها و انجمن‌ها
غیرنظامی	۱*	۲	۲	-	۱	۲	۲	۱
نظامی	۱	۲	۲	۲	۲	۴	۲	۱
دولتی	۲	۴	۲	۲	۲	۴	۳	۲
خصوصی	۲	۲	۲	۱	۲	-	۲	۳
دولتی	-	۲	۴	۱	۳	۳	۲	-
خصوصی	-	۲	۴	۱	۳	۲	۲	۳
دولتی	۱	۳	۳	۳	۳	۲	۲	-
سیاست‌گذاران	۲	۴	-	۳	۲	۲	۳	۱
تسهیلگران	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۲
اتحادیه‌ها و انجمن‌ها	۱	۱	۲	۳	-	۱	۲	۲

※ شاخص جدول: ۱- خیلی ضعیف؛ ۲- ضعیف؛ ۳- متوسط؛ ۴- قوی؛ ۵- خیلی قوی

پرسش دوم: پویایی کارکردهای نظام به چه نحوی است؟ شکل ۲ وضعیت کمی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه پهباد در ایران را نمایش می‌دهد. همان‌طور که گفته شد، کارکرد انتشار دانش و بسیج منابع ضعیف‌ترین کارکردها در این نظام هستند. در عوض شکل‌دهی بازار دارای بالاترین راندمن کارکردی است. شکل ۴ نیز مؤلفه‌های زیرمجموعه کارکردهای نظام را به‌صورت نمودار میله‌ای نمایش می‌دهد که مقایسه آن‌ها را با یکدیگر تسهیل می‌کند. این شکل نشان می‌دهد که مؤلفه‌های ضعیف مسبب شکست در نظام به تفکیک هر کارکرد، کدام‌اند و نیز چه مؤلفه‌های کارکردی موجب تقویت

نظام می‌شوند. جدول ۹ این مؤلفه‌ها را به تفکیک ضعیف و قوی در هر کارکرد معرفی کرده است. برای تحلیل علت ضعف و قوت‌های کارکردی نظام، باید به تعامل ساختار و کارکردها توجه کرد. در ادامه با استناد به مصاحبه‌های انجام شده، تجربه نگارندگان و بررسی اسناد و سوابق موجود به‌اجمال تحلیلی پیرامون نقاط ضعف هر کارکرد ارائه شده است:





شکل ۴- وضعیت کمی زیر مؤلفه‌های کارکردهای نظام نوآوری پهلپاد در ایران

جدول ۹- ضعیف ترین و قوی ترین مؤلفه های کارکردی در نظام نوآوری پهباد

کارکرد	ضعیف ترین مؤلفه ها	قوی ترین مؤلفه ها
ک ۱: تجارب کارآفرینی	- تعداد و کفایت کارآفرینان	- ورود و بقای کارآفرینان - میزان توجه کارآفرینان به کسب تجربه
ک ۲: توسعه دانش	- جایگاه بین المللی در برنامه های راه اندازی و ارجاعات به مقالات و پنت ها - مشارکت در تأمین منابع مالی خلق و توسعه دانش - شمار پروژه ها، تحقیقات، پنت ها و مقالات - سطح مشارکت بازیگران در خلق و توسعه دانش	- شیوه خلق و توسعه دانش - سهم دانش های پایه و کاربردی - تقاضامحور بودن توسعه دانش
ک ۳: انتشار دانش	- سطح رقابت - سطح مشارکت میان بازیگران در انتشار دانش - وضعیت انتشار لیسانس (حق امتیاز) - تطابق دانش با نیازهای نظام نوآوری	-
ک ۴: جهت دهی و هدایت پژوهش و نوآوری	- میزان مطابقت چشم اندازها با قوانین حاضر - سطح پشتیبانی از اهداف به وسیله برنامه ها و سیاست های مشخص	- انتظارات فناورانه مثبت و منفی - وجود هدف مشخص و مشترک
ک ۵: شکل دهی به بازار	- محرکه ای شکل گیری بازار - لزوم ایجاد بازار جدید یا توسعه بازار موجود	- اندازه بازار (نیچ/توسعه یافته) - وضعیت کلی بازار پهباد - کاربران بالقوه و بالفعل
ک ۶: بسیج منابع	- شیوه توزیع و تخصیص منابع مالی با نیازهای نظام - کفایت منابع مالی خطرپذیر - دسترسی شرکت ها به منابع - کفایت منابع مالی برای توسعه نظام - سرمایه های مکمل	-
ک ۷: مشروعیت بخشی	- میزان تشکیل ائتلاف در نظام	- سطح مشروعیت/مقبولیت اتخاذ تصمیم برای سرمایه گذاری در فناوری

- در کارکرد تجارب کارآفرینی درباره تعداد و کفایت کارآفرینان شواهد و بررسی‌های تجربی نشان می‌دهد که از بیش از ۱۸۸ عضو اتحادیه صنایع هوایی و فضایی، در حدود ۱۶ عضو (زیر ۹ درصد) به‌طور خاص عضو کارگروه این اتحادیه هستند (بر پایه آمار شرکت‌های عضو اتحادیه شرکت‌های هوایی و فضایی ایران). البته مواردی نیز وجود دارد که در زمینه فناوری‌های زیرسامانه‌های مرتبط با پهپاد فعال هستند ولی منحصراً حوزه فعالیت آن‌ها پهپاد نیست. همچنین بر پایه اطلاعات به‌دست آمده از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تا تابستان ۱۳۹۶ از حدود ۱۶۰ شرکت فعال که به‌عنوان شرکت‌های دانش‌بنیان تأیید شده‌اند صنعت هوایی، در مجموع ۳۵ مورد (۲۲ درصد) در زمینه فناوری پهپاد مشغول فعالیت هستند. شمار این شرکت‌ها در مقایسه با آمار کل شرکت‌های دانش‌بنیان، معتبر و فعال در زمینه‌های مختلف، حدود ۰.۵٪ است.
- بنا به اظهار خبرگان و نیز تجربه زیسته نگارندگان، در نظام نوآوری پهپاد بحث مدیریت دانش شامل خلق و توسعه، ثبت و نگهداشت، بهره‌برداری و انتشار آن چندان در دستور کار و کانون توجه بازیگران در نظام نوآوری پهپاد قرار ندارد. تعداد کل انتشارات و آمار ثبت اختراع در فناوری پهپاد قابل توجه نیست، به‌ویژه در زمینه ثبت پتنت و اختراعات هیچ دستاوردی از ایران ثبت جهانی نشده است (یووی‌اس، ۲۰۱۷) و همین‌طور تا تاریخ نگارش این مقاله، از مجموع ۶۹۲۶۰۳ مقاله ثبت شده توسط بانک اطلاعات علمی مرجع دانش (سیویلیکا)، کمتر از ۵۰۰ مورد (کمتر از ۰.۰۷ درصد)، با عنوان پهپاد و کلمات مرتبط با آن انتشار یافته است.
- درباره کارکرد انتشار دانش، خبرگان اظهار داشته‌اند که به‌هیچ‌عنوان رقابت محسوسی در بحث انتشار دانش وجود ندارد که می‌تواند به این دلیل باشد که در ساختار کلی این نظام دانش هنوز به‌عنوان یک دارایی، ارزش‌گذاری و شناخته نمی‌شود و از سویی به دلیل ضعف‌های جدی در قوانین مرتبط با حفظ مالکیت معنوی، بازیگران تمایلی به ارائه دستاوردها و توانمندی‌های دانشی خود ندارند. این موضوع در فعالان دولتی که عمدتاً در وزارت دفاع هستند، به لحاظ ملاحظات امنیتی وضعیت حادث‌تری پیدا می‌کند.
- پیرامون کارکرد چهارم یعنی جهت‌دهی و هدایت پژوهش و نوآوری، در مصاحبه‌های انجام شده این‌گونه اظهار شده که باوجود آنکه اهداف و چشم‌اندازهای به نسبت مشخصی درباره آینده این فناوری و کاربردهای آن در اسنادی چون برنامه ششم توسعه (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶)

و سند جامع توسعه هوافضای کشور (ستاد توسعه هوافضا، ۱۳۹۱) تعیین شده، چشم‌اندازها و اهداف این حوزه فناورانه آن‌گونه که باید در نزد مراجع علمی و تحقیقاتی و نیز فعالان صنعتی کشور تبیین نشده است تا به‌صورت جدی به‌عنوان یکی از موضوعات دارای اولویت در دستور کار این بازیگران قرار گیرد. البته به‌منظور اجرایی نمودن سند توسعه هوافضا و تشویق بخش غیرنظامی به بهره‌گیری از قابلیت‌ها و کاربری‌های این فناوری، از سال ۱۳۹۳ ستاد توسعه فناوری و صنایع دانش‌بنیان هوایی و هوانوردی در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تشکیل شده که یکی از حوزه‌های فعالیت اصلی آن پشتیبانی از فناوری پهباد با تمرکز بر برنامه‌های غیرنظامی و مشارکت بخش خصوصی است.

- درباره کارکرد شکل‌دهی بازار، خبرگان پهباد اظهار داشته‌اند که با توجه به نیازهای ملموس، روشن و جدی در حوزه کاربری‌های نظامی و جایگاه محصولات برآمده از این فناوری در آموزه دفاعی کشور، وضعیت کلی بازار نظامی این حوزه فناورانه تقریباً مشخص و تثبیت شده و تقاضا دارای یک ماهیت راهبردی است و با اتکا به راهبردهای دفاعی کشور، پشتیبانی می‌شود. نکته دیگر اینکه محرک‌های ضعیفی در شکل‌گیری بازارهای جدید (برای نمونه کاربری‌های غیرنظامی) به چشم می‌خورد و الزام چندانی نیز برای شکل‌دهی بازارهای جدید وجود ندارد. شکل‌گیری بازار برای کاربرد غیرنظامی، شبیه به بازار نظامی نیست. در حقیقت بنا به اظهارات در مصاحبه‌ها، ماهیت تقاضای برنامه‌های غیرنظامی پهباد در ایران عمدتاً دولتی است و جذابیت‌های بخش خصوصی در آن نقشی ندارد؛ برای نمونه، کمک به حفاظت از محیط‌زیست، مدیریت بلایای طبیعی، اجرای قانون و غیره. در این بازار ابزارهای سیاستی متعارف همانند سیاست‌های انگیزشی مالی و بودجه‌ای آن‌گونه که باید، کارآمد نیستند.

- مصاحبه‌ها و تجربه نگارندگان درباره کارکرد بسیج منابع مؤید آن است که با وجود تدوین چشم‌انداز و اهداف برای این حوزه فناورانه، منابع کافی برای دستیابی به آن‌ها آن‌گونه که باید تخصیص نیافته است. عمده اعتبارات و منابع مالی به‌طور مستقیم مربوط به پروژه‌های تحقیق و توسعه محصول جدید است و در همین منابع اندک نیز سوگیری تخصیص منابع در زنجیره ارزش تحقیق و توسعه چندان روشن نیست و آن‌گونه که باید از تدبیر خاصی تبعیت نمی‌کند. با وجود این کاستی‌ها روند توجه به موضوع سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های توسعه فناوری پهباد در ایران از روند رو به رشد مطلوبی برخوردار بوده است. در همین رابطه در طول یک برنامه ۱۰ ساله از

سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ مقرر گردیده که از سرفصل اعتبارات طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای ملی به توسعه زیرساخت‌های مرتبط اختصاص یابد (سازمان برنامه‌بودجه کشور، ۱۳۹۶).

- با استناد به مصاحبه‌ها و تجربه نگارندگان، مشروعیت کاربردهای گوناگون پهپادها از دو جنبه قابل بحث است: ایمنی و امنیت. در بخش کاربری‌های دفاعی-نظامی، پهپادها به‌منظور مقابله با تهدیدات دشمن و خنثی‌سازی آن‌ها طراحی می‌شوند. در حالی که بیشتر کاربردهای غیرنظامی پهپادها با چالش‌های امنیتی-ایمنی همراه است؛ چالش‌های امنیتی به‌واسطه فراهم‌سازی زمینه سوءاستفاده احتمالی از این فناوری به‌صورت اقدامات تروریستی و چالش‌های ایمنی به‌واسطه قابلیت اطمینان تثبیت نشده پهپادها و احتمال بروز سوانح بر فراز مناطق شهری یا برخورد با دیگر هواگردها در آسمان.

پرسش سوم: نحوه تعاملات ارکان ساختاری و کارکردهای نظام به چه ترتیبی است و نقاط ضعف/قوت و شکست‌های نظام در کجاست؟ تعامل نقاط قوت و ضعف کارکردها (شکل ۴) با پیکره‌بندی ساختاری خاص نظام (شکل ۳) ما را بر آن می‌دارد که شکست انتشار و شبکه‌سازی را به دلیل شبکه قوی و بسته در میان بازیگران صنایع دفاعی و شکست شبکه ضعیف با توجه به جزیره‌ای بودن سازمان‌های فعال در نظام نوآوری بدانیم؛ پس از آن، شکست توانمندی بازیگران و شکست نهادها را می‌توان برای این نظام نام برد.

با این تفاسیر همان‌طور که مشاهده شد، با اتکا به رویکرد ساختاری-کارکردی در تحلیل نظام‌های نوآوری فناورانه، پس از معرفی حوزه فناوری پهپاد، تلاش شد تا ارکان ساختاری این نظام در ایران بررسی گردد. در ادامه بر پایه پیمایش صورت گرفته، وضعیت کارکردهای نظام و پویایی آن‌ها تحلیل و درباره تعاملات ساختاری و کارکردی آن بحث گردید.

تحلیل ساختاری-کارکردی نظام نوآوری پهپاد در ایران نشان داد که کارکرد سوم یعنی (انتشار دانش) ضعیف‌ترین کارکرد در این نظام است. این ضعف کارکردی نشان از فقدان یا ضعف توانمندی/توانمندی بیش‌ازحد برخی اجزای ساختاری نظام دارد. ولتویس و همکاران (۲۰۰۵) می‌گویند که نوآوری نتیجه تعامل میان بازیگران و فناوری‌های اصلی و مکمل است. اگر شدت تعاملات بازیگران کمتر از حد لازم باشد، فرآیند یادگیری و نوآوری با سختی مواجه می‌گردد. برعکس، اگر تعامل بخشی از نظام نوآوری بیش‌ازحد معمول باشد به صورتی که تعامل این بخش را با دیگر بخش‌های نظام با اختلال مواجه سازد،

ما با نوع دیگری از شکست به نام شکست شبکه قوی روبه‌رو هستیم. درباره نظام نوآوری پهباد شکست کارکرد انتشار دانش نتیجه دو آسیب ساختاری است: اول، شکست شبکه قوی نظام نوآوری در بخش دفاعی که به علت ملاحظات امنیتی شدت تعاملات داخل بخشی را بسیار بالا نگه می‌دارد که خود مانعی برای انتشار دانش به بخش غیر دفاعی می‌شود. دوم، شکست شبکه ضعیف در کل نظام نوآوری در ایران که تعاملات میان بخش دفاعی و غیر دفاعی را (چه در طرف عرضه و چه در طرف تقاضا) تنها در سطوح پایین پشتیبانی می‌کند. دلایل این شکست، عدم وجود الزامات نهادی در نظام نوآوری، عدم توانمندی بازیگران بخش خصوصی و عدم جهت‌گیری کافی بخش دفاعی به توانمند شدن بخش خصوصی است.

هر پژوهشی در زمینه توسعه صنایع دفاعی و نظامی با محدودیت‌هایی مانند دسترسی به اطلاعات و آمار روبه‌رو است. این پژوهش به دلایلی که توضیح داده شد تا حدودی از این محدودیت مبرا بوده است؛ اما با این حال کماکان یک گام اولیه محسوب می‌شود و آنچه به‌عنوان محدودیت می‌توان برای این پژوهش عنوان کرد عدم امکان تمایز میان حوزه‌های مختلف محصول - فناوری پهبادها در شرایط کنونی است که طیف محدود بازیگران به‌ویژه در صنایع دولتی و هم‌پوشانی فعالیت‌های آن‌ها در حوزه‌های مختلف محصولی و فناورانه از دلایل اصلی این موضوع است.

این پژوهش را می‌توان رهگشای پژوهش‌های آتی در عرصه‌های نظری و تجویزی دیگری تلقی کرد. در عرصه نظری، پژوهش‌های مقایسه‌ای میان نظام‌های نوآوری فناورانه دفاعی و غیر دفاعی می‌تواند تحلیلی تطبیقی از تفاوت میان پویایی سیستمی این دو حوزه را نشان بدهد. در طریقی دیگر این پژوهش می‌تواند مبنایی برای تحقیق درباره سرریزهای دانشی صنایع دفاعی به بخش خصوصی و کارکردهای غیرنظامی باشد که خود مبحث مهمی در پژوهش‌های اقتصاد دفاعی است.

منابع

- برآ، ش. م. (۱۳۹۴). کتاب جامع صنعت هوایی و فضایی ایران. تهران: مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری- کارگروه هوافضا.
- حیرانی، ح.، قدسی پور، س.، باقری‌مقدم، ن.، و کریمیان، ح. (۱۳۹۳). تحلیل پویای کارکردی- ساختاری توسعه فناوری در چارچوب نظام نوآوری فناوریانه؛ مورد مطالعه: فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، ۲(۲)، ۴۹-۸۰.
- خبرگزاری فارس. (۱۳۸۸، ۱۰۰۶). صنایع دفاعی بر اساس ایده "هسته کوچک دانا - شبکه بزرگ توانا" شکل می‌گیرند. بازیابی در ۲۱ دی ۱۳۹۶، از خبرگزاری فارس.
- ستاد توسعه هوافضا. (۱۳۹۱). سند جامع توسعه هوافضای کشور. تهران: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.
- مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۶). قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران (مصوب ۱۳۹۵/۱۲/۱۴ مجلس شورای اسلامی). بازیابی در ۲۱ دی ۱۳۹۶، شناسنامه قانون.
- محمدی، م.، طباطباییان، س. ح.، الیاسی، م.، و روشنی، س. (۱۳۹۲). تحلیل مدل شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه نوظهور در ایران؛ مطالعه موردی بخش نانو تکنولوژی در ایران. سیاست علم و فناوری، سال ۵ (۴)، ۱۹-۳۲.
- مرکز استاندارد دفاعی. (۱۳۸۷). الزامات طراحی و گواهی‌نامه‌ی صلاحیت پروازی هواپیمای بدون سرنشین- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون (IDS-۳۰۷). تهران: مرکز استاندارد دفاعی.
- مرکز استاندارد دفاعی. (۱۳۸۹). الزامات صلاحیت پروازی سامانه‌های هواپیمای بدون سرنشین نظامی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون (IDS-۷۷۸). تهران: مرکز استاندارد دفاعی.
- میرعمادی، ط. و رحیمی‌راد، ز. (۱۳۹۵). شناسایی شکست‌های سیستم در تحلیل نظام نوآوری فناوریانه سوخت زیستی در ایران. فصلنامه سیاست علم و فناوری، ۸(۱)، ۲۷-۴۱.
- Bergek, A.; Hekkert, M.; Jacobsson, S. (2008). Functions in innovation systems: A framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers. *Innovation for a low carbon economy: economic, institutional and management approaches*, 79.
- Bergek, A.; Jacobsson, et al. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy* 37, 407-429.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1(2), 93-118.

- Development, Concepts and Doctrine Centre. (2014). *Global Strategic Trends: Out to 2045, Fifth Ed.* UK: Ministry of Defense.
- Gundlach, J. (2012). *Designing Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach.* Virginia: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.
- Hekkert, M.; Negro, S.; al, et. (2011). *Technological innovation system analysis: A manual for analysts.* Utrecht University - Faculty of Geosciences - C&M.
- Hekkert, M.P.; Suurs, R.A.; et al. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.
- Jacobsson, S., & Bergek, A. (2004). Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and corporate change*, 13(5), 815-849.
- Markard, J., & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research Policy* 37, 596-615.
- Smits, R., & Kuhlmann, S. (2004). The rise of systemic instruments in innovation policy. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1: 4-32.
- Tarikhi, P., Ashrafi, M., & Abbasi, M. (2014). Iran's Aerospace Tecnology. In A. Soofi, & S. Ghazinoory, *Science and Innovation in Iran*. Palgrave McMillan.
- UVS-info. (2017). *Remotely Piloted Aircraft Systems: The Global Perspective (2016/2017), 14th Edition.* Retrieved 2017, from UVS-Info: The International Remotely Piloted Systems Information Source: <https://rps-info.com/publications/2016-rpas-yearbook-flipping-book/>
- Wieczorek, A. J., & Hekkert, M. P. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39(1), 74-87.
- Woolthuis, R. K., Lankhuizen, M., & Gilsing, V. (2005). A system failure framework for innovation policy design. *Technovation*, 25(6), 609-619.
- Yeasmin, S., & Rahman, K. F. (2012). 'Triangulation' Research Method as the Tool of Social. *BUP JOURNAL*, 1(1), 154-163.