



Quarterly Journal of Innovation Strategy and Operational Excellence

فصلنامه راهبرد نوآوری و تعالی عملیات

Applying a Systemic Approach in Recognizing the Factors Affecting Research and Development Capabilities in High-Tech Aerospace Industries

Abbas Khamseh

Department of Industrial Management, K.C., Islamic Azad University, Karaj, Iran

<https://orcid.org/0000-0002-1263-919X>

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Research Article

Article History:

Received:

March 17, 2025

Accepted:

June 22, 2025

Keywords:

Research and development capability, research and development, systems approach, advanced aerospace technology.

Today, industrial research and development (R&D), especially in high-tech fields, is a key and growing activity worldwide. Companies are increasing their investment in R&D projects to advance innovation and competitiveness. Given the importance of R&D management, finding ways to ensure its success is crucial. In advanced industries such as aerospace that require continuous progress in knowledge and technology, R&D is a fundamental pillar for organizational innovation. This article, with a systemic approach, examines R&D capabilities in the aerospace industry and identifies the factors affecting it through the development of causal-disability diagrams. The goal is to provide a platform for better understanding these factors and their role in innovation. In Iran, despite the importance of this issue, an appropriate model has not been developed in this field. The diagrams presented can help researchers, managers, and policymakers in recognizing, diagnosing, and formulating effective policies. The developed conceptual model can also be a basis for creating quantitative systems models in this area.

Cite this article:

Khamseh, A. (2025). Applying a systems approach to identifying factors affecting research and development capabilities in advanced aerospace technology industries. *Innovation Strategy & Operational Excellence*, 1(1).

Abbas Khamseh

Corresponding author

Address: Department of Industrial Management, K.C., Islamic Azad University, Karaj, Iran

Email: abbas.khamseh@kiaui.ac.ir

Quarterly Journal of Innovation Strategy
and Operational Excellence

فصلنامه راهبرد نوآوری و تعالی عملیات

بکارگیری رویکرد سیستمی در شناخت عوامل موثر بر توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع با

تکنولوژی پیشرفته هوافضا

عباس خمسه

گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

<https://orcid.org/0000-0002-1263-919X>

استناد به این مقاله:

خمسه. ع. (1404). بکارگیری رویکرد سیستمی در شناخت عوامل موثر بر توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا. راهبرد نوآوری و تعالی عملیات، 1(1).

نویسنده مسئول:

عباس خمسه

گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

ایمیل:

abbas.khamseh@kiaui.ac.ir

واژه‌های کلیدی:

توانمندی تحقیق و توسعه، تحقیق و توسعه، رویکرد سیستمی، تکنولوژی پیشرفته هوافضا.

چکیده

امروزه تحقیق و توسعه (R&D) صنعتی، به‌ویژه در حوزه‌های فناوری پیشرفته، فعالیت کلیدی و رو به رشد در سطح جهان است. شرکت‌ها برای پیشبرد نوآوری و رقابت‌پذیری، سرمایه‌گذاری در پروژه‌های R&D را افزایش می‌دهند. با توجه به اهمیت مدیریت R&D، یافتن روش‌های تضمین موفقیت آن حیاتی است. در صنایع پیشرفته‌ای مانند هوافضا که نیازمند پیشرفت مداوم در دانش و فناوری هستند، R&D یک رکن اساسی برای نوآوری سازمانی محسوب می‌شود. این مقاله، با رویکردی سیستمی، به بررسی توانمندی‌های R&D در صنعت هوافضا و شناسایی عوامل موثر بر آن از طریق توسعه نمودارهای علی-معلولی می‌پردازد. هدف، ارائه بستری برای شناخت بهتر این عوامل و نقش آن‌ها در نوآوری است. در ایران، علی‌رغم اهمیت این موضوع، مدل مناسبی در این زمینه توسعه نیافته است. نمودارهای ارائه شده می‌تواند به محققان، مدیران و سیاست‌گذاران در شناخت، آسیب‌شناسی و تدوین سیاست‌های موثر کمک کند. مدل مفهومی توسعه‌یافته، همچنین می‌تواند مبنایی برای ایجاد مدل‌های کمی سیستمی در این حوزه باشد.

مقدمه

پیشرفت تکنولوژیکی، عامل نهایی رشد بهره‌وری و به تبع آن رشد اقتصادی مدرن است. ادبیات اقتصادی به دنبال بررسی نقش پیشرفت تکنولوژیکی و نیروی کار ماهر در توضیح رشد اقتصادی است. تحقیق و توسعه یکی از منابع اصلی پیشرفت تکنولوژیکی است که توسط شرکت‌های خصوصی و موسسات دولتی انجام می‌شود (Roel van Elk & et al, 2019). فعالیت‌های تحقیق و توسعه از منابع اصلی ایجاد تحولات دانش و تکنولوژی است و اغلب کشورها برای تداوم رشد اقتصادی اقدام به گسترش فعالیت‌های تحقیق و توسعه می‌کنند. توانایی نوآوری مداوم به عنوان یکی از قابلیت‌های اصلی برای شرکت‌های مبتنی بر تکنولوژی شناخته شده است. اگرچه سازمان‌ها اهمیت نوآوری را تشخیص داده‌اند، اما اغلب تلاش برای دستیابی به فرصت‌های بازارهای نوظهور و رشد پایدار را یکی از



مهمترین چالش‌ها می‌دانند. در میان برنامه‌های نوآوری در یک سبد تحقیق و توسعه، هر برنامه ممکن است دارای تضادهای جهت‌گیری در سازمان باشد و رسیدن موفقیت نیاز به تعادل سبد مناسب در کوتاه‌مدت از طریق نوآوری بهره‌برداری و بلندمدت از طریق نوآوری اکتشافی دارد. در شرکت‌هایی که تصمیمات ضعیفی در مورد سبد تحقیق و توسعه دارند، خطر از دست دادن مزیت رقابتی دارند (Juite Wang, 2019). سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه، فرصتی برای شرکت‌ها جهت کشف رویکردهای نوین و بالقوه افزایش تحقیق و توسعه می‌باشد (Rao-Nicholson, 2019). شرکت‌ها در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌کنند تا فرصت‌های تکنولوژیکی را بگیرند، محصولات جدید تولید کنند و مزیت رقابتی ایجاد کنند. ژو و سیم (2018) سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه تأثیر مثبتی بر عملکرد شرکت‌ها دارد همچنین آنها رابطه مثبت میان شدت تحقیق و توسعه و عملکرد شرکت در بازارهای نوظهور کشف نمودند (Xu & Sim, 2018). تحقیق و توسعه، توانایی هدایت پژوهش‌های مختلف و استفاده از دانش خلق شده برای توسعه محصول، فرآیند و یا تکنولوژی است. پروژه‌های تحقیق و توسعه نیز فعالیت‌هایی هستند که در قالب یک پروژه برای رسیدن به اهدافی در رابطه با تولید دانش محصول، فرآیند و یا تکنولوژی جدید در یک محدوده، زمان و یا یک هزینه معین تعریف و انجام می‌شوند (Wingate, 2014).

حال با توجه به رقابت سنگین بین سازمان‌ها در تکنولوژی‌های پیشرفته و ماهیت این از تکنولوژی‌ها با توجه به اینکه دارای ریسک و هزینه بالا، دارای عدم قطعیت فنی، سرمایه‌گذاری بالا، ساختار منعطف و پویا، دانش‌محور بودن و تیم‌های چند تخصصی و ارزش افزوده بالا باعث شده تا توجه به توانمندی‌های تحقیق و توسعه اهمیت ویژه‌ای داشته باشد و سازمان‌ها با تکنولوژی پیشرفته برای شناخت و سازماندهی توانمندی‌های تحقیق و توسعه و گسترش آن برنامه‌ریزی می‌کنند. از طرفی دیگر با توجه به جایگاه صنعت هوافضا در توسعه صنعتی کشورهای و نقش استراتژیک آن در حوزه دفاعی، نقش تحقیق و توسعه به عنوان یک فرآیند ارزش آفرین و محور می‌تواند در توسعه و رشد این صنعت نقش کلیدی را ایفا کند (عصاری، 1399). از سوی دیگر سازمان‌های تحقیقاتی دفاعی می‌بایست با آزادسازی منابع و ظرفیت‌های کلیدی خود و با به کارگیری ظرفیت‌های تحقیقاتی، استفاده از کانون‌های تولید دانش و فناوری، تمرکز بر فعالیت‌های استراتژیک و کشف راه‌های میان‌بر، بیشترین ارزش را برای نیازهای آینده خود خلق نمایند. نوآوری این پژوهش بررسی روابط ابعاد و مولفه‌های توانمندی‌های تحقیق و توسعه با توجه به چرخه کامل از ایده تا محصول در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا می‌باشد، بنابراین مسئله اصلی این پژوهش عبارت است از "مدل ابعاد و عوامل کلیدی موثر بر توانمندی‌های مدیریت پروژه‌های تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا چگونه است".

با توجه به موارد ذکر شده، در مجموع می‌توان گفت که عواملی که بر فضای تحقیق و توسعه صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا اثرگذارند، در قالب یک سیستم پیچیده را می‌دهد. بنابراین تحلیل چنین سیستمی نیازمند رویکردی یکپارچه است تا بتواند تعاملات و روابط پیچیده موجود در این سیستم را مورد بررسی قرار دهد. رویکرد سیستمی به طور جدی برای اولین بار در اواخر دهه 1950 به وسیله یک گروه از محققان به رهبری فارستر در دانشگاه MIT توسعه داده شد و هم اکنون این رویکرد در بسیاری از عرصه‌های علمی وارد شده است.



مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تحقیق و توسعه

امروزه نظام‌های تحقیق و توسعه نقش مؤثری در ایجاد و توسعه دانش و تکنولوژی، اصلاح فرآیندها و شیوه‌های کاری، فراهم شدن فرصت‌های جدید کارآفرینی و توسعه کسب‌وکار و به تبع آن بهبود وضعیت رشد اقتصادی دارند (Rust, 2015). از آنجا که نوآوری برای رشد اقتصادی و رقابت ملی اهمیت دارد، بسیاری از دولت‌ها زمان و پول زیادی را به ابتکارات عمومی برای توسعه فعالیت‌های نوآوری خصوصی اختصاص می‌دهند (Bednarz & Broekel, 2019). در یک تعریف جامع، تحقیق و توسعه به عنوان مجموعه فعالیت‌های بدیع، نوآورانه، نظام یافته و برنامه ریزی شده‌ای که به طور کلی با هدف گسترش مرزهای شناخت علمی و گنجینه دانش انسان و جامعه انسانی و کاربرد این دانش در عرصه‌های گوناگون برای بهبود زندگی انسان و به طور خلاصه در جهت نوآوری و ایجاد فرآورده‌ها، فرآیندها، ابزار، نظام‌ها، خدمات و روش‌های جدید صورت پذیرد، تعریف می‌شود. نوآوری فناوری روشی است که شرکت‌ها برای به کارگیری فناوری سودآور استفاده می‌کنند در صورتی که تحقیق و توسعه فعالیت‌های یک بخش را توصیف می‌کند. یکی از دلایلی که تخصیص منابع کمیاب سازمان را به نظام تحقیق و توسعه توجیه می‌کند، این باور است که تحقیق و توسعه با تولید نوآوری، در پایداری و سودآوری بنگاه مؤثر است (حسینی‌نیا و همکاران، 1395). همچنین در تعریف دیگری خلق پیکره جدیدی از دانش در مورد محصولات یا فرآیندهای موجود و یا ایجاد یک محصول کاملاً جدید، تحقیق و توسعه نامیده می‌شود. این یک کار خلاقانه نظام‌مند است و دانش جدید منتج شده از آن سپس به منظور تولید و فرموله نمودن مواد جدید یا محصولات جدید و همچنین برای تغییر و بهبود در محصولات موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد (Martin, 2014). اهداف کلی فرآیند تحقیق و توسعه عبارتند از: رصد کردن بازار، ارائه خدمات به بازار، شکل دادن به بازار و حفظ بازار. به این منظور چهار فعالیت کلیدی متناظر با این اهداف باید در دستور کار شرکت‌ها قرار گیرد که به ترتیب متناسب با اهداف فوق‌الذکر عبارتند از تحقیق، توسعه، نوآوری و پشتیبانی (Bone, 2014).

توانمندی تحقیق و توسعه

توانمندی‌های^۱ (قابلیت‌های) سازمانی، منبع سازمانی است که سازمان‌ها را قادر می‌سازند تا با به کارگیری منابع دیگر، به انجام اقداماتی بپردازد که منجر به نتایج مورد انتظار برای سازمان گردد (Kleinschmidt, 2007). توانمندی را می‌توان، تلفیقی از دانش و مهارت افراد، روتین‌ها و فرآیندهای سازمانی و الزامات مورد نیاز برای انجام اقدامات و تصمیمات تعریف کرد. به عبارت دیگر، توانمندی سازمانی نه تنها در ذهن افراد سازمان، بلکه در مجموعه‌ای از روتین‌ها و فرآیندهای سازمانی و ابزارهایی که ارتباطات درون سازمانی و رفتارهای افراد را شکل می‌دهند، وجود دارد (Creswell, 2005). توانمندی‌های تحقیق و توسعه^۲ عبارتند از مجموعه عواملی از قبیل عوامل استراتژیک، عوامل انسانی، عوامل مالی، عوامل تکنولوژیک، عوامل مدیریتی و عوامل تجاری‌سازی که منجر به فعالیت‌های بدیع، خلاق، نوآورانه، نظام‌یافته و برنامه‌ریزی شده‌ای که به طور خلاصه در جهت نوآوری و ایجاد فرآورده‌ها، فرآیندها، وسایل، ابزارها، نظام‌ها، خدمات و روش‌های جدید صورت پذیرد، اطلاق می‌شود.



(Lukach & et al, 2007) در تعریف دیگر توانمندی‌های تحقیق و توسعه، توانایی شرکت برای یکپارچه‌سازی راهبرد تحقیق و توسعه، اجرای پروژه‌ها، مدیریت سبد محصولات و هزینه تحقیق و توسعه و همچنین توانایی بازخورد بازار و مشتری در فرآیند نوآوری تکنولوژیک است (Yam & et al, 2011). بر طبق مطالعات، شرکت‌های بزرگ در تلاش‌های نوآوری باز عمدتاً تمرکز بر تحقیق و توسعه دارند در حالی که کسب‌وکارهای کوچک و متوسط عمدتاً بر تجاری‌سازی متمرکز هستند، زیرا اغلب آنها فاقد ظرفیت تولید، کانال‌های بازار و ارتباطات جهانی برای معرفی موثر نوآوری‌های خود به بازار هستند (Lee Sungjoo & et al, 2010).

پیشینه پژوهش

به دلیل نقش مهمی که تحقیق و توسعه بعنوان موتور محرک اقتصاد مبتنی بر دانش و تکنولوژی ایفا می‌کند، تحقیقات و پژوهش‌های گسترده‌ای در این رابطه صورت گرفته است. در یک نگاه کلی این عمده این پژوهش‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول پژوهش‌هایی هستند که بدون در نظر گرفتن چارچوب، بستر و یا صنعتی خاص و بصورت کلی، جامع و به اصطلاح جهانشمول به بررسی توانمندی‌ها پرداخته‌اند. دسته دوم پژوهش‌هایی هستند که عوامل کلیدی و توانمندی‌ها را در بستر و یا کشوری خاص بررسی نموده و فاکتورهای منطقه‌ای را عنوان متغیر بررسی نموده‌اند و بالاخره دسته سوم به عوامل کلیدی و توانمندی‌ها مربوط به صنعتی خاص پرداخته‌اند. برخی از این پژوهش‌ها عبارتند از:

- پژوهش کنلر^۳ (2019)، حاکی از آن است که اثرات سرمایه‌گذاری خارجی وابستگی به بقا و ادامه فعالیت واحدهای تحقیق و توسعه دارد، که این دو فاکتور به طور همزمان بر روی سازماندهی تحقیق و توسعه تاثیرگذار است که بیانگر مکمل‌سازی دانش و یا به اشتراک‌گذاری تکنولوژی‌ها در یک ساختار تحقیق و توسعه جهانی می‌باشد.

- سیم‌کین^۴ و همکاران (2019)، به مسئله شدت و چگونگی سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در حوزه سلامت در قاره آفریقا پرداختند. پژوهش آنها حاکی از آن است که مکانیسم‌های مالی نوآورانه و همکاری می‌تواند سرمایه‌گذاری بیشتری را تحریک کند.

- پارک و کاو^۵ (2018)، تأثیر انواع نوآوری را بر روی عملکرد شرکت بررسی کردند. هدف این مطالعه بررسی ارتباط بین استراتژی‌های نوآورانه باز و بسته، عملکرد تحقیق و توسعه و عملکرد شرکت‌های تولیدی کره جنوبی است. در این تحقیق آنها انواع استراتژی‌های نوآورانه را که به بهبود عملکرد شرکت و تحقیق و توسعه منجر می‌شود تعیین کردند.

- خمسه و همکاران (1396) با عنوان بررسی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر مدیریت تحقیق و توسعه با تکنیک تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای در صنایع خودروسازی (مطالعه موردی: شرکت پارس خودرو). یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که عامل مالی رتبه اول و به ترتیب عامل‌های انسانی، مدیریتی، یادگیری و نوآوری، تکنولوژیک، تجاری‌سازی، فنی و مهندسی، سیستمی رتبه‌های بعدی را کسب نموده‌اند.



- پویایی و نادری بنی (1396) در تحقیقی با عنوان بررسی و اولویت بندی عوامل کلیدی موفقیت پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات هوایی (مطالعه موردی: شرکت صنایع هواپیماسازی ایران). نتایج تحقیق نشان داد که عوامل سبک مدیریت و رهبری، منابع سازمانی، کارکنان، راهبرد، قابلیت‌های بازاریابی و مدیریت بازار، قابلیت‌های تکنولوژیک، ساختار و فرآیندهای سازمانی، فرهنگ و ارزش‌های سازمانی به ترتیب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند.

- بلانچارد و بلایر^۶ (2016)، بر قابلیت‌هایی نظیر تعریف مسئله، تحلیل نیاز، امکان‌سنجی، تعریف الزامات کارکردی و عملیاتی، طراحی مفهومی، طراحی تفصیلی، تست و ارزیابی، شبیه‌سازی، نمونه سریع، طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر به عنوان برخی از قابلیت‌های کلیدی برای ساخت و توسعه سیستم‌های پیچیده تاکید کرده‌اند.

- سینا لاله (1395)، در پژوهشی با عنوان شاخص‌های توانمندی تحقیق و توسعه در کشورهای BRICS، با مرور ادبیات و با بررسی کشورهای مختلف شاخص‌های توانمندی تحقیق و توسعه در مدل مفهومی با ابعاد ساختار، فرهنگ، مدیریت، کارکنان، سیستم نوآوری، آموزش، توانمندی سازمانی، بازار و ذینفعان بیرونی، قوانین و مقررات، استراتژی ارائه کرده است.

با توجه به مرور ادبیات و پژوهش‌های انجام شده و نظرات خبرگان، توانمندی‌های تحقیق و توسعه به دو بخش توانمندی‌های عمومی و توانمندی‌های اختصاصی (صنایع با تکنولوژی پیشرفته) تقسیم‌بندی گردیده که در جداول شماره (1) و (2) آمده است.

جدول 1: توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته - عوامل عمومی

شاخص	محقق / محققین
استراتژی	ارتباط و همسویی استراتژی تحقیق و توسعه و استراتژی تکنولوژی (خمسه و عصارى، 1398) (اصغری و همکاران، 1399)
	هوشمندی و رصد تکنولوژی (Castellanos, 2010) (Savioz, 2004) (خمسه و عصارى، 1398) (پویایی، 1395)
	تمایل به مخاطره‌پذیری و ریسک‌پذیری، کارکنان و سازمان (Marx, Matt & Hsu, David H., 2019) (Olefirenko & Shevliuga, 2017) (Sarangee & Echambadi, 2014) (طباطباییان و همکاران، 1397)
	ارتباط و همسویی استراتژی تحقیق و توسعه و استراتژی کسب‌وکار (خمسه و عصارى، 1398)
	تدوین نقشه راه (Stennett, 2011) (Kiamehr, 2015) (Elfving, 2007) (قاضی‌نوری، 1396)
سازمانی و مدیریتی	مدیریت یکپارچه تحقیق و توسعه و تکنولوژی و نوآوری (جهرمی، 1392) (خمسه و عصارى، 1398)
	انعطاف‌پذیری ساختار سازمانی و ساختار پروژه محور (Lai, 2010) (Davies, 2011) (Wu, 2012) (ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, A., 2014) (حسینی، 1395) (پویایی، 1395)
	همکاری بین کارکردی (بین وظیفه‌ای) (Davis b, 2011) (Ernst, 2010) (Foss, 2011) (1395)
	ایجاد و استقرار فضای خلاقانه (خمسه و عصارى، 1398)
	حمایت و اهمیت تحقیق و توسعه از نگاه مدیران ارشد (Elfving, 2007) (Wu, 2012) (بوشهری، 1395)



شاخص	محقق / محققین	
تعداد کارکنان تحقیق و توسعه	(Murovec & Prodan, 2009) (خمس و عصارى، ۱۳۹۸)	منابع انسانی
گروه‌سازی، همکاری گروهی و مشارکت کارکنان	(Elfving, 2007) (Jimenez, 2011) (ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, A., 2014) (قنبریه، ۱۳۹۴) (پویایی، ۱۳۹۵)	
نظام ارزیابی، انگیزش و پاداش نیروهای دانشی	(Andersson, 2009) (Wu, 2012) (Cantabene & grassi, 2018) (قاضی‌نوری، ۱۳۹۶) (بوشهری، ۱۳۹۵)	
مهارت حل مسئله	(پویایی، ۱۳۹۵) (عصارى، ۱۳۹۹)	
تجربه، قابلیت‌ها و مهارت‌های چندگانه کارکنان	Kiraz et al,) (Becker, 2013) (Karaveg et al, 2016) (2018 (Kia Kajouri, et al., 2013) (Sarangee & Echambadi, 2014) (خمس و عصارى، ۱۳۹۸) (قاضی‌نوری، ۱۳۹۶)	
توسعه و آموزش منابع انسانی و کارگاه‌های بازآموزی توانایی (توانمندی دانشی و اطلاعات فنی)	(Kia Kajouri, et al., 2013) (Hideo Ueki, 2016) (Cantabene & grassi, 2018) (حسینی‌نیا، ۱۳۹۴) (انصارى، ۱۳۹۵)	
میزان سرمایه‌گذاری در آموزش کارکنان	(Murovec & Prodan, 2009) (Kostopoulos, et al., 2011) (خمس و عصارى، ۱۳۹۸)	منابع مالی
تنوع منابع مالی و بودجه‌های نوآوری	(Sarangee & Echambadi, 2014) (Stennett, 2011) (Darab & Montazer, 2011) (Yen , et al., 2012) (قاضی‌نوری، ۱۳۹۶) (حسینی‌نیا، ۱۳۹۴)	
خودمختاری مالی در پروژه	(Lai et al., 2015)	
سرمایه‌گذاری در زیر ساخت‌های تحقیق و توسعه	(خمس و عصارى، ۱۳۹۸) (اصغری و همکاران، ۱۳۹۹)	
میزان سرمایه‌گذاری پروژه تحقیقاتی	(Ramessur, 2017) (Kang et al, 2018) (Xu & Sim, 2018) (Park & Kwon, 2018) (Kiraz et al, 2018) (Zang et al, 2019) (حسینی‌نیا، ۱۳۹۴) (قاضی‌نوری، ۱۳۹۶)	
توجه به بودجه‌بندی، جریان نقدینگی و انضباط مالی	(Kang et al, 2018) (خمس و عصارى، ۱۳۹۸)	
تداوم سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه	(Kang et al, 2018) (اصغری و همکاران، ۱۳۹۹)	زیرساخت
بکارگیری نرم‌افزارهای عمومی و تخصصی	(Blanchard, 2016) (Kossiakkoff, 2011) (انصارى، ۱۳۹۵)	
کیفیت زیرساخت‌ها (تعمیرات و نگهداری و کالیبراسیون)	(Jung et al, 2015) (اصغری و همکاران، ۱۳۹۹)	
بکارگیری از زیرساخت‌های نرم و استانداردها (فنی و سیستمی)	(Darab & Montazer, 2011) (اصغری و همکاران، ۱۳۹۹) (خمس و عصارى، ۱۳۹۸)	
ایجاد زیرساخت‌های سخت (امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی)	(Kiraz et al, 2018) (Salami, 2008) (اصغری و همکاران، ۱۳۹۹)	
دسترسی به تجهیزات و امکانات پیشرفته	(خمس و عصارى، ۱۳۹۸) (قاضی‌نوری، ۱۳۹۶)	

منبع: مطالعات پژوهش حاضر

جدول ۲: توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته - عوامل اختصاصی

شاخص	محقق / محققین	
مدیریت ارتباطات و تعامل با مشتری و ذینفعان	(Park & Kim, 2014) (Tayebi Abolhasani & Azizian khalkhooran, 2015) (صفدری رنجبر، ۱۳۹۵) (پویایی، ۱۳۹۵)	مدیریت پروژه

شاخص	محقق / محققین
مشارکت، مشاوره و پذیرش مشتری در طول پروژه تبعیت از استاندارد مدیریت پروژه و نظامند بودن آن مدیریت دانش و تکنولوژی مدیریت سبد پروژه تحقیق و توسعه (شناسایی، ارزیابی و انتخاب پروژه) عدم قطعیت و مدیریت ریسک پروژه میزان شایستگی مدیران و تیم پروژه تعریف اهداف پروژه و مشخصات محصول	(Ihuah et al., 2014)(Basu, 2015)
	(Naghizadeh, et al., 2016) (Nasa, 2016) (Blanchard, 2016) (INCOSE, 2015) (DOD, 2016) (Jung et al., 2015) (Basu, 2015) (Kim & et al., 2018)
	(INCOSE, 2015) (Nasa, 2015) (DOD, 2016) (ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, A., 2014) (صفدری رنجبر، 1395)
	(Salami, 2008) (Lee et al., 2017) (اصغری و همکاران، 1399) (کاظمی و طیبی، 1396)
	(Jung et al, 2015) (Nagesh and Thomas, 2015) (کاظمی و طیبی، 1396) (اصغری و همکاران، 1399)
	(Ihuah et al, 2014) (Nagesh & Thomas, 2015) (Hwang, 2012) (Sumrit and Anuntavoranich, 2013)
	(Lee et al., 2017) (Sandu, 2013)
مدیریت دانش (انتقال دانش و تعاملات دانشی) و تکنولوژی (انتقال تکنولوژی) در شبکه مدیریت شبکه‌سازی تحقیق و توسعه ظرفیت جذب و به کارگیری تکنولوژی (یادگیری) انتخاب روش مناسب همکاری و عقد قرارداد شفاف یکسان‌سازی استانداردهای فنی و سیستمی در شبکه	(Ynalvez and Shrum, 2011) (Hideo Ueki, 2016) (عصراری و همکاران، 1398) (حسینی، 1395)
	(Kossiakoff, 2011) (Blanchard, 2016) (INCOSE, 2015) (Nasa, 2016) (DOD, 2016) (Basu, 2015)
	(Spithoven, et al., 2010) (Yam, Lo, Tang, & Lau, 2011) (Sumrit and Anuntavoranich, 2013)
	(Majidpour, 2016) (Yongping, et al., 2011) (خمسه و عصراری، 1398)
	(خمسه و عصراری، 1398)
مدیریت پیکره‌بندی، ماژولاریتی و یکپارچه‌سازی ساختار سیستم مدیریت یکپارچگی و تغییرات و سرعت پاسخگویی به آن (فنی، مدیریتی) شناسایی نیاز مشتری و مدیریت الزامات طراحی و سیستم مدیریت ایده و ایده پردازی (تعریف مسئله، ایده‌پردازی - ارائه راه‌حل‌های پاسخگویی به مساله) مدیریت تست و ارزیابی (طرح تست جامع (TEMP) و آزمایشات نمونه)	(Kossiakoff, 2011) (Blanchard, 2016)(Blanchard, 2016) (INCOSE, 2015) (Nasa, 2016) (DOD, 2016)
	(Sumrit and Anuntavoranich, 2013) (Basu, 2015) (Wingate, 2014)
	(Kossiakoff, 2011) (Blanchard, 2016) (Blanchard, 2016) (INCOSE, 2015) (Nasa, 2016) (DOD, 2016)
	(Kossiakoff, 2011) (Blanchard, 2016) (INCOSE, 2015) (Nasa, 2016) (DOD, 2016) (Lee et al., 2017)
	(SE Blanchard, 2016) (INCOSE, 2015) (Nasa, 2016) (DOD, 2016) (Kossiakoff, 2011)
	(Yen et al, 2012) (Lee et al, 2017) (Ramessur, 2017) (رادفر و خمسه، 1395)
خدمات آزمایشگاهی و مهندسی درآمد حاصل از پتنت میزان فروش و سهم بازار حاصل از محصولات جدید و نوآورانه پروژه‌های تحقیق و توسعه	(Yen et al, 2012) (Lee et al, 2017) (Ramessur, 2017) (رادفر و خمسه، 1395)
	(Ramessur, 2017) (Drongelen & Bilderbeek, 2017)



محقق / محققین	شاخص	
(Comin, D. & Nanda, R., 2019) (Kim& et al., 2018) (Kiraz et al, 2018) (اصغری و همکاران 1399)	ایجاد مزیت رقابتی افزایش قدرت رقابت پذیری محصولات (تکنولوژی منحصربه فرد و پیچیده- بازدارندگی محصولات)	
(Abafita & et al., 2016) (Basadur, 2004) (طباطباییان و همکاران، 1397)	مدیریت شتاب دهنده گی محصول (مدیریت توسعه محصول جدید)	
(Comin, D. & Nanda, R, 2019) (Jahed & Arasteh, 2015) (عصاری، 1399)	تطبیق مزایای محصول با نیازهای بازار و مشتری	

منبع: مطالعات پژوهش حاضر

روش شناسی پژوهش

پویایی شناسی سیستم ها، روشی برای مطالعه و مدیریت سیستم های پیچیده و دارای بازخورد است. این سیستم ها می توانند در حوزه های مختلفی مثل کسب و کار، اقتصاد، محیط زیست، مدیریت انرژی، مسائل شهری و سایر حوزه های اجتماعی و انسانی وجود داشته باشند. در این رویکرد، تصویری از سیستم براساس بازخوردها و تاخیرهای موجود ایجاد می شود تا رفتار دینامیکی سیستم های پیچیده فیزیکی، زیستی و اجتماعی بهتر فهمیده شود. بیان دیگر، مهمترین اصل اساسی که پویایی سیستم ها بیان می دارند این است که بازخوردها تاخیرها رفتار سیستم ها را می سازند و پویایی رفتاری سیستم نتیجه ساختار حاکم بر سیستم است (کیارسی حیدر و همکاران، 1397). از طرفی دیگر رویکرد سیستمی، یک روش فرموله شده مناسب برای تجزیه و تحلیل اجزای سیستمی است که دارای روابط علی و معلولی و زیربنای منطقی است. در این مقاله، حلقه های علی و معلولی به عنوان یک ابزار تحقیق مفید در مطالعات سیستمی به کار گرفته شده است تا بتوان درک مناسبی از فاکتورهای اصلی تاثیرگذار بر مسأله مورد بررسی و تعامل آنها با هم بدست آورد.

حلقه های علی و معلولی کاربر را قادر می سازد تا به راحتی با ساختار بازخوری و فرضیات اصلی سیستم ارتباط برقرار کند (Sushil, 2003) حلقه های علی و معلولی به کرات در کارهای آکادمیک مورد استفاده قرار گرفته اند و در حال ایجاد جایگاه خود در سطح کسب و کار هستند. کاربرد اصلی این حلقه ها عبارت است از (Sterman, 2000):

✓ اخذ سریع فرضیات در مورد علل پویایی های یک سیستم

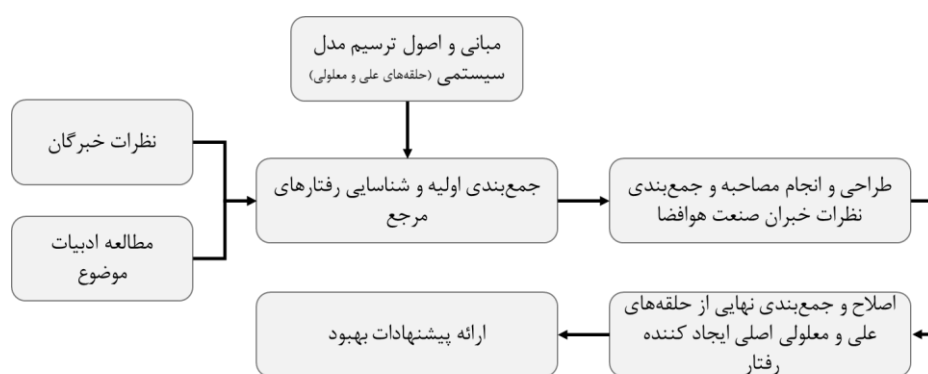
✓ استخراج و اخذ مدل های ذهنی افراد با تیم ها

✓ برقراری ارتباط بین حلقه های موثر

حلقه های علی و معلولی نشان دهنده ارتباطات متغیرها و تاثیر همزمان این ارتباطات بر افزایش یا کاهش دیگر متغیرهای مساله می باشند. این حلقه ها به دو نوع حلقه تقویت کننده و حلقه متعادل کننده تقسیم می شوند. حلقه های تقویت کننده حلقه هایی می باشند که افزایش ابتدایی در یک متغیر، با حرکت در مسیر حلقه، باعث افزایش مقدار آن متغیر می گردد. همچنین کاهش در مقدار این متغیر اولیه، در مسیر حلقه باعث کاهش آن متغیر می شود. ترکیبی از حلقه های مثبت (تقویت کننده) و منفی (متعادل کننده) باعث ایجاد رفتارهای متنوع در سیستم ها می شود. وجود



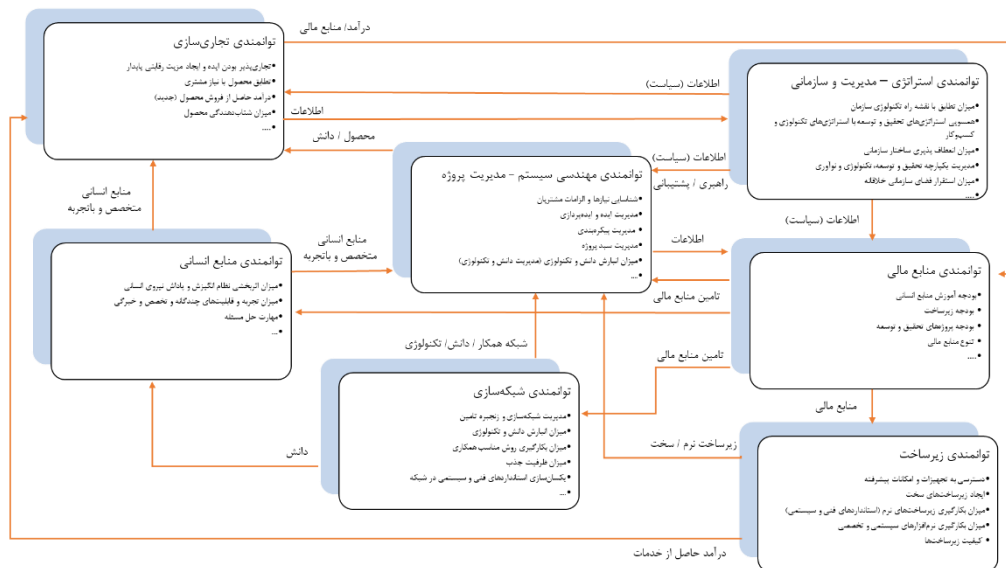
حلقه‌های مثبت یا منفی به تنهایی، باعث رفتار نمایی سیستم خواهد شد (عصاری، 1399). با توجه به شکل (1)، که فرآیند انجام تحقیق را نشان می‌دهد، پس از انجام مطالعات اولیه که شامل مرور و بررسی مدل‌های سیستمی مربوطه موجود در ادبیات موضوع می‌باشد، با در نظر داشتن اصول و مبانی رویکرد سیستمی و ترسیم حلقه‌های علی و معلولی، جمع‌بندی اولیه‌ای صورت پذیرفت. در گام بعد، طی یکسری مصاحبه‌ها و جمع‌بندی نظرات خبرگان صنعت هوافضا به تدقیق و تکمیل حلقه‌های علی و معلولی اثرگذار در مسأله مورد بررسی و متغیرهای اثرگذار در هرکدام پرداخته شد. نهایتاً به جمع‌بندی و تحلیل نتایج حاصله پرداخته شده است.



شکل 1. فرآیند انجام تحقیق

یافته‌ها

شکل (۲) نمودار زیرسیستم‌های پژوهش حاضر را نشان می‌دهد. پروژه‌های تحقیق و توسعه از یکسو با در نظر داشتن اولویت‌ها و اهداف استراتژی تحقیق توسعه که خود، همسو با اهداف استراتژی کسب‌وکار و تکنولوژی، میزان جذب سرمایه در پروژه‌های تحقیق و توسعه، میزان توانمندی مهندسی سیستم و همکاری در پروژه‌های تحقیق و توسعه می‌باشد، و از سوی دیگر با در نظر داشتن وضعیت سرمایه‌های انسانی داخلی و پتانسیل شبکه همکاران پروژه‌های تحقیق و توسعه تعریف و با توجه به وجود منابع مالی اتمام می‌شود. پروژه‌های تجاری‌سازی شده منجر به کسب درآمد از نتایج تحقیق و توسعه می‌شود که خود می‌تواند توسعه‌دهنده پروژه‌های جدید تحقیق و توسعه باشد. همچنین منابع مالی تسهیلگر توسعه شبکه همکاری، افزایش نیروی انسانی شاغل در تحقیق و توسعه، زیرساخت و تحقق اهداف کسب‌وکار می‌باشد.



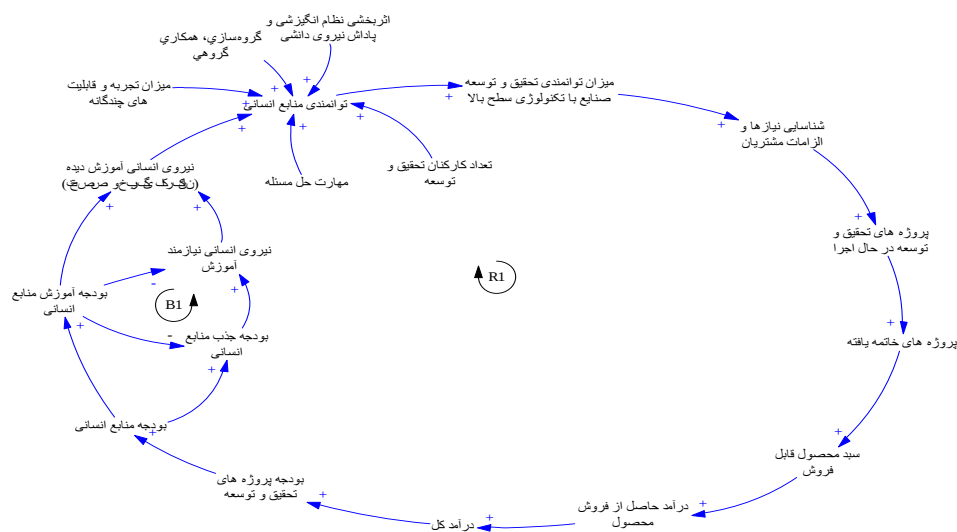
شکل 2. نمودار زیرسیستمها

حلقه‌های علت - معلولی

حلقه‌های علی و معلولی نشان دهنده ارتباطات متغیرها و تاثیر همزمان این ارتباطات بر افزایش یا کاهش دیگر متغیرهای مساله می‌باشند. این حلقه‌ها به دو نوع حلقه تقویت کننده و حلقه متعادل کننده تقسیم می‌شوند. حلقه‌های تقویت کننده حلقه‌هایی می‌باشند که افزایش ابتدایی در یک متغیر، با حرکت در مسیر حلقه، باعث افزایش مقدار آن متغیر می‌گردد. همچنین کاهش در مقدار این متغیر اولیه، در مسیر حلقه باعث کاهش آن متغیر می‌شود. ترکیبی از حلقه‌های مثبت (تقویت کننده) و منفی (متعادل کننده) باعث ایجاد رفتارهای متنوع در سیستم‌ها می‌شود. وجود حلقه‌های مثبت یا منفی به تنهایی، باعث رفتار نمایی سیستم خواهد شد. در ادامه، به توضیح حلقه‌های علی معلولی جزئی پرداخته خواهد شد.

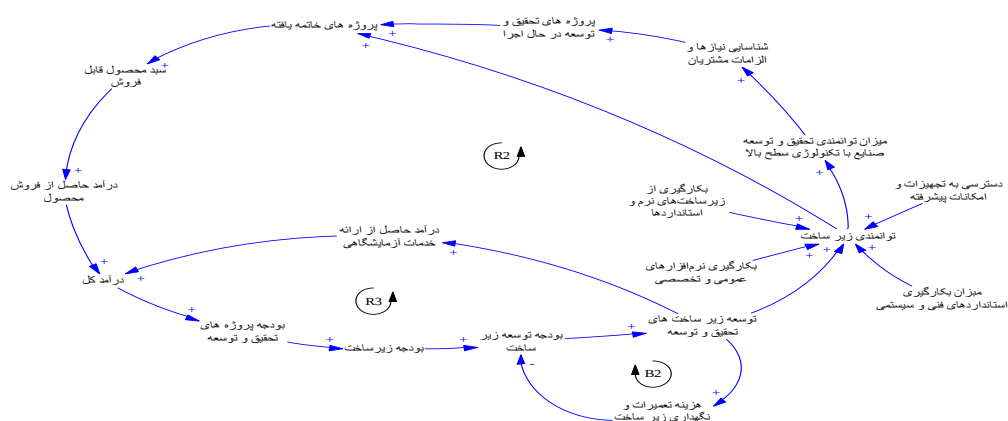
۱) **حلقه توانمندی نیروی انسانی:** مطابق شکل (۳)، با افزایش درآمد کل، بودجه پروژه‌های تحقیق و توسعه افزایش می‌یابد، سپس با توجه به افزایش بودجه پروژه‌های تحقیق و توسعه، بودجه منابع انسانی افزایش پیدا می‌کند، بنابراین این امر باعث افزایش بودجه در دو حوزه جذب منابع انسانی و آموزش منابع انسانی خواهد شد. که این دو با هم باعث افزایش نسبت منابع انسانی خبره و متخصص می‌شود. افزایش این متغیر و دو متغیر اصلی دیگر یعنی اثربخشی نظام انگیزشی و پاداش نیروی انسانی به همراه میزان تجربه و قابلیت‌های چندگانه باعث افزایش توانمندی منابع انسانی خواهد شد که اثر مثبتی بر روی میزان توانمندی تحقیق و توسعه صنایع با تکنولوژی پیشرفته خواهد داشت. که در ادامه باعث افزایش شناسایی نیازها و الزامات مشتریان، تعریف و اجرای پروژه‌های تحقیق و توسعه، سبد محصول قابل فروش و درآمد حاصل از فروش و درآمد کل خواهد شد و نهایتاً افزایش بودجه پروژه‌های تحقیق و توسعه خواهد شد (حلقه تقویت کننده).

در حلقه توانمندی منابع انسانی با افزایش بودجه آموزش منابع انسانی، بودجه جذب نیروی انسانی و نیروی انسانی آموزش دیده کاهش می‌یابد و این امر منجر به ایجاد یک حلقه تعدیل کننده می‌شود (حلقه تعدیل کننده).



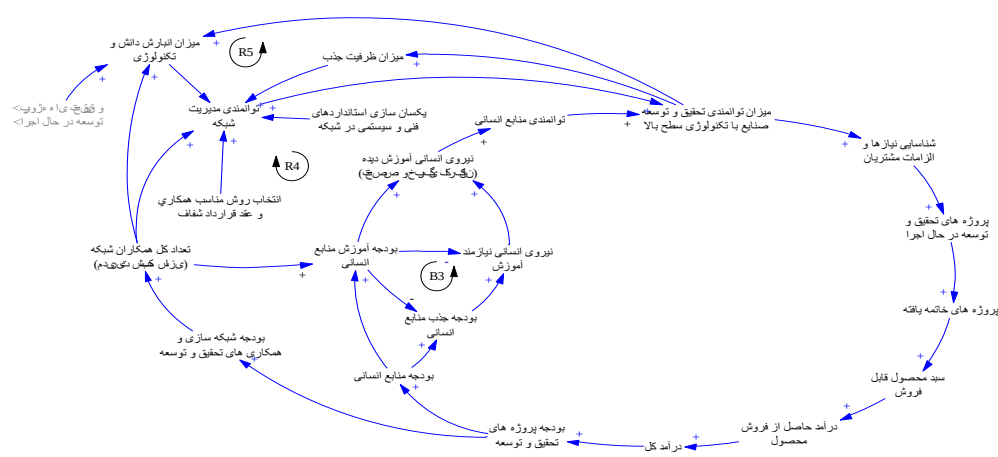
شکل 3. حلقه توانمندی نیروی انسانی

۲) **حلقه توانمندی زیرساخت:** همانطور که در شکل (۴) آمده است، افزایش بودجه پروژه‌های تحقیق و توسعه، بودجه زیرساخت آن خواهد شد افزایش می‌یابد که بودجه توسعه زیرساخت‌های تحقیق و توسعه خواهد شد که از یک حلقه، باعث افزایش درآمدهای حاصل از ارائه خدمات آزمایشگاهی خواهد شد و درآمد کل را افزایش می‌دهد و افزایش درآمد کل باعث افزایش بودجه پروژه‌های تحقیق و توسعه می‌گردد. از حلقه‌ای دیگر باعث توسعه زیرساخت‌های تحقیق و توسعه به همراه متغیر اصلی میزان بکارگیری استانداردهای فنی و سیستمی (زیرساخت نرم) باعث افزایش توانمندی زیرساخت خواهد شد و این امر باعث افزایش میزان توانمندی تحقیق و توسعه صنایع با تکنولوژی پیشرفته می‌شود که همانطور که در حلقه قبل توضیح داده شد منجر به افزایش درآمد کل و بودجه پروژه‌های تحقیق و توسعه خواهد شد (حلقه تقویت کننده). با افزایش بودجه توسعه زیرساخت، توسعه زیرساخت‌های تحقیق و توسعه افزایش می‌یابد سپس هزینه‌های تعمیرات و نگهداری زیرساخت افزایش می‌یابد با افزایش آن میزان بودجه توسعه زیرساخت کاهش می‌یابد (حلقه تعدیل کننده).



شکل 4. حلقه توانمندی زیرساخت

(۳) **حلقه توانمندی شبکه‌سازی:** براساس شکل شماره ۵ و توضیحات مرتبط با حلقه‌های قبلی با افزایش میزان توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، باعث افزایش شناسایی نیازها و الزامات مشتریان و در نهایت درآمد کل می‌گردد. افزایش درآمد کل، بودجه پروژه‌های تحقیق و توسعه می‌گردد که این امر باعث افزایش بودجه شبکه‌سازی و همکاری‌های تحقیق و توسعه می‌شود در این شرایط تعداد همکاران شبکه افزایش می‌یابد، همچنین افزایش تعداد همکاران شبکه، توانمندی شبکه‌سازی را افزایش می‌دهد و باعث افزایش میزان توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، می‌گردد. در حلقه دیگری افزایش میزان توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته باعث افزایش میزان ظرفیت و میزان انبارش دانش و تکنولوژی می‌گردد که افزایش این دو متغیر باعث افزایش توانمندی شبکه‌سازی می‌شود و افزایش آن، میزان توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، افزایش می‌دهد (حلقه تقویت کننده). در حلقه توانمندی شبکه‌سازی با افزایش تعداد کل شبکه همکاران شبکه، بودجه آموزش منابع انسانی افزایش می‌یابد در نتیجه میزان بودجه جذب منابع انسانی و میزان نیروی انسانی نیازمند آموزش کاهش می‌یابد (حلقه تعدیل کننده) در توضیح این حلقه باید بیان با تقویت شبکه همکاری، نیازمندی برای جذب نیروی انسانی، کاهش می‌یابد و نیروی انسانی، تحقیق و توسعه نقش، راهبری و هدایت پروژه را در شبکه دارند.

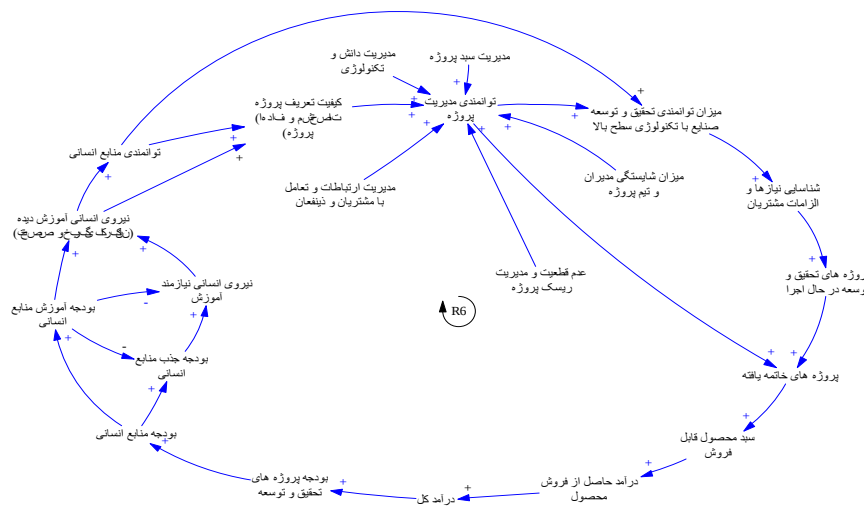


شکل ۵. حلقه توانمندی شبکه سازی

۴) **حلقه توانمندی مدیریت پروژه:** افزایش میزان توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، میزان شناسایی و الزامات مشتریان را افزایش می‌دهد که با این افزایش پروژه‌های در حال اجرا و در نتیجه پروژه‌های خاتمه یافته افزایش می‌یابد. سبد محصول قابل فروش با افزایش پروژه‌های خاتمه یافته، افزایش می‌یابد و منجر به افزایش درآمد حاصل از فروش محصول، افزایش درآمد کل می‌گردد. در این حالت بودجه پروژه‌های تحقیق و توسعه افزایش می‌یابد با افزایش آن بودجه منابع انسانی افزایش پیدا می‌کند و در نهایت براساس حلقه توانمندی منابع انسانی، توانمندی منابع انسانی و نسبت منابع انسانی خیره و متخصص،

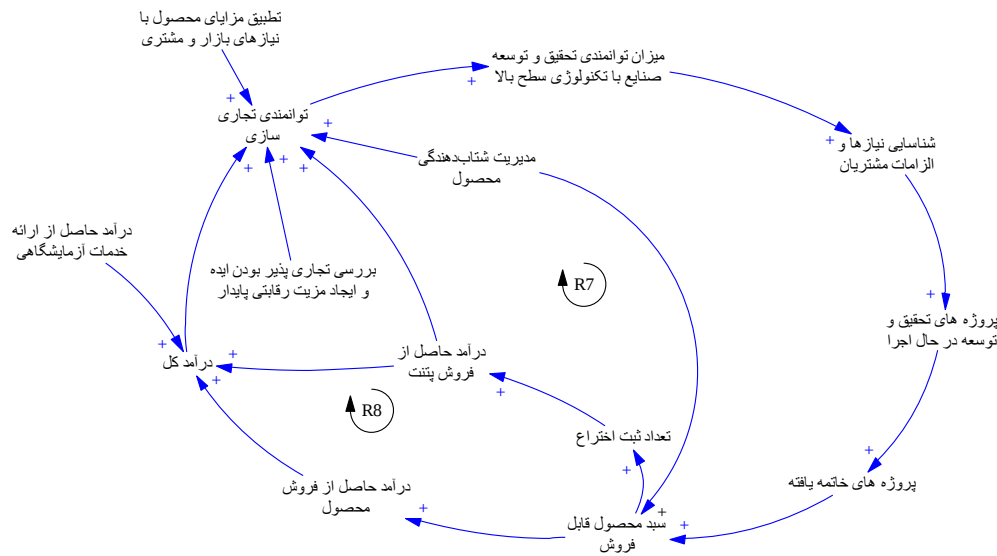


افزایش می‌یابد. در این شرایط کیفیت تعریف پروژه افزایش می‌یابد و به همراه افزایش دو متغیر اصلی مدیریت سبد پروژه و مدیریت ارتباطات و تعامل با مشتریان و ذینفعان، توانمندی مدیریت پروژه را افزایش می‌دهد که آن منجر به افزایش میزان توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته می‌گردد (حلقه تقویت کننده).



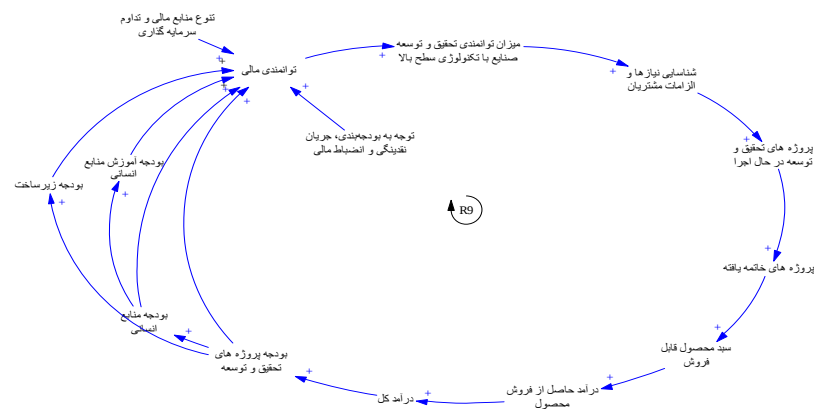
شکل ۶. حلقه توانمندی مدیریت پروژه

(۵) **حلقه توانمندی تجاری سازی:** مطابق شکل زیر، افزایش توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، میزان شناسایی و الزامات مشتری افزایش می‌یابد، که منجر به افزایش نرخ تعریف و اجرای پروژه‌های تحقیق و توسعه و سپس پروژه‌های خاتمه یافته افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه افزایش سبد محصول می‌شود، که این امر دو متغیر تعداد ثبت پتنت و درآمد حاصل از فروش را افزایش می‌دهد در نتیجه در یک حلقه درآمد کل افزایش پیدا می‌کند و در حلقه دیگر درآمد حاصل از فروش پتنت می‌شود، در ادامه درآمد کل و درآمد حاصل از فروش به همراه افزایش دو متغیر اصلی مدیریت شتاب‌دهندگی محصول و بررسی تجاری پذیر بودن ایده و ایجاد مزیت رقابتی پایدار، توانمندی تجاری سازی افزایش می‌یابد و در نهایت منجر به افزایش توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته می‌گردد (حلقه تقویت کننده).



شکل 7. حلقه توانمندی تجاری سازی

۶) **حلقه توانمندی منابع مالی:** افزایش توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، میزان شناسایی و الزامات مشتری افزایش می یابد، که منجر به افزایش نرخ تعریف و اجرای پروژه های تحقیق و توسعه و سپس پروژه های خاتمه یافته، سبد محصول قابل فروش و در آمد حاصل از فروش را افزایش پیدا می کند در نتیجه درآمد کل افزایش پیدا می کند با افزایش درآمد کل، بودجه پروژه های تحقیق و توسعه افزایش می یابد که این امر باعث افزایش بودجه زیرساخت، منابع انسانی و آموزش منابع انسانی می گردد.



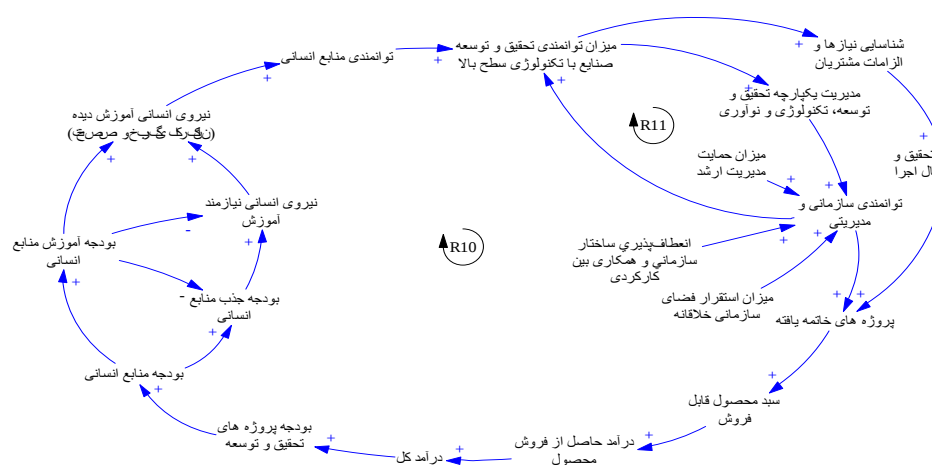
شکل 8. حلقه توانمندی منابع مالی

افزایش بودجه پروژه های تحقیق و توسعه، بودجه زیرساخت، بودجه منابع انسانی و آموزش منابع به همراه متغیر تنوع منابع مالی باعث افزایش توانمندی منابع مالی می گردد و در نهایت افزایش توانمندی منابع مالی، توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته افزایش می دهد (حلقه تقویت کننده).

۷) **حلقه توانمندی سازمانی و مدیریتی:** با افزایش توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، مدیریت یکپارچه تحقیق و توسعه، تکنولوژی و نوآوری افزایش پیدا می کند در نتیجه با افزایش این

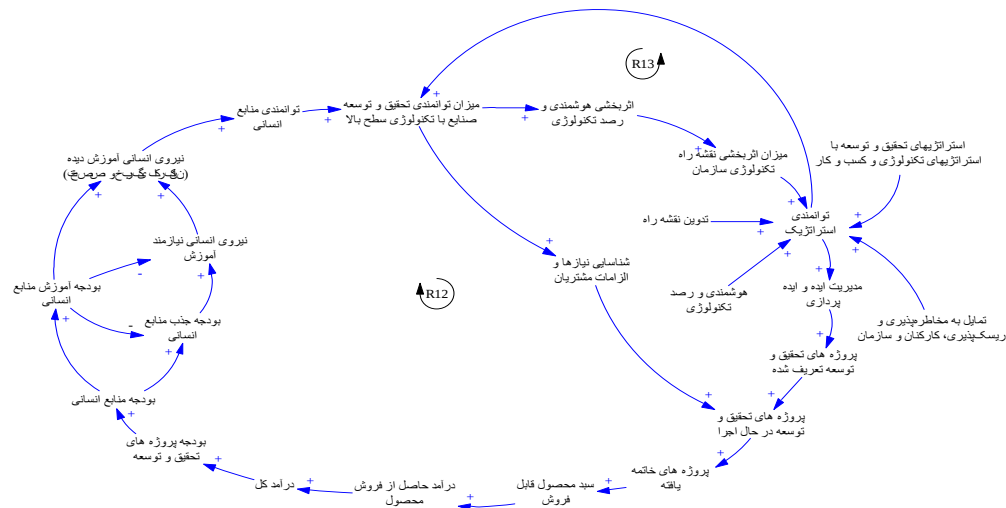


متغیر به همراه میزان حمایت مدیریت ارشد و میزان استقرار فضای سازمانی خلاقانه سازمانی، توانمندی سازمانی و مدیریتی افزایش و در نهایت توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، افزایش می‌یابد. در حلقه‌ای دیگر افزایش توانمندی سازمانی و مدیریتی، نرخ پروژه‌های خاتمه یافته را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش سبد محصول قابل فروش خواهد شد و درآمد حاصل از فروش را افزایش داده، درآمد کل افزایش می‌یابد و اثر مثبت بر بودجه تحقیق و توسعه می‌گذارد که در نهایت توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته افزایش می‌دهد (حلقه تقویت کننده).



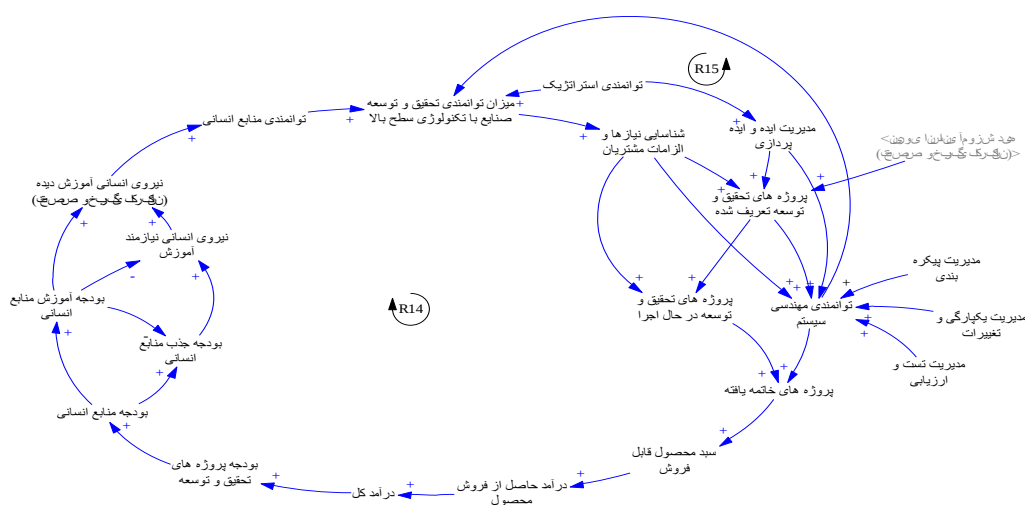
شکل 9. حلقه توانمندی سازمانی و مدیریتی

۸) **حلقه توانمندی استراتژیک:** مطابق شکل شماره ۱۰، با افزایش توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، اثربخشی هوشمندی و رصد تکنولوژی افزایش می‌کند در نتیجه باعث افزایش اثربخشی نقشه راه تکنولوژی سازمان می‌گردد این امر توانمندی استراتژیک را افزایش خواهد داد که در یک حلقه باعث افزایش توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته می‌شود و در حلقه دوم مدیریت ایده و ایده‌پردازی را تقویت خواهد کرد که آن باعث تقویت تعریف، اجرا پروژه‌های تحقیق و توسعه خواهد شد در نتیجه پروژه‌های خاتمه یافته را افزایش می‌دهد که افزایش سبد محصول قابل فروش و درآمد حاصل از فروش محصول خواهد شد، در نتیجه درآمد کل و بودجه تحقیق و توسعه افزایش خواهد یافت که در نهایت منجر به افزایش توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته (براساس حلقه‌های ذکر شده) می‌شود (حلقه تقویت کننده).



شکل 10. حلقه توانمندی استراتژیک

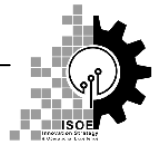
۹) **حلقه توانمندی مهندسی سیستم:** حلقه توانمندی مهندسی سیستم که در شکل بالا آمده است با افزایش توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، میزان شناسایی نیازها و الزامات مشتریان، افزایش می یابد که این باعث افزایش میزان پروژه های تحقیق و توسعه تعریف (به همراه اهداف و مشخصات) که این دو اثر مثبت بر افزایش توانمندی مهندس سیستم دارند که افزایش توانمندی مهندسی سیستم، در یک حلقه باعث افزایش نرخ پروژه های خاتمه یافته سپس سبد محصول قابل فروش، درآمد حاصل از فروش محصول و آن منجر به درآمد کل و بودجه پروژه های تحقیق و توسعه خواهد شد و در نهایت میزان توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته افزایش خواهد یافت. و در حلقه ای دیگر افزایش توانمندی مهندس سیستم، توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی و حلقه تقویت کننده تشکیل می شود (حلقه تقویت کننده).



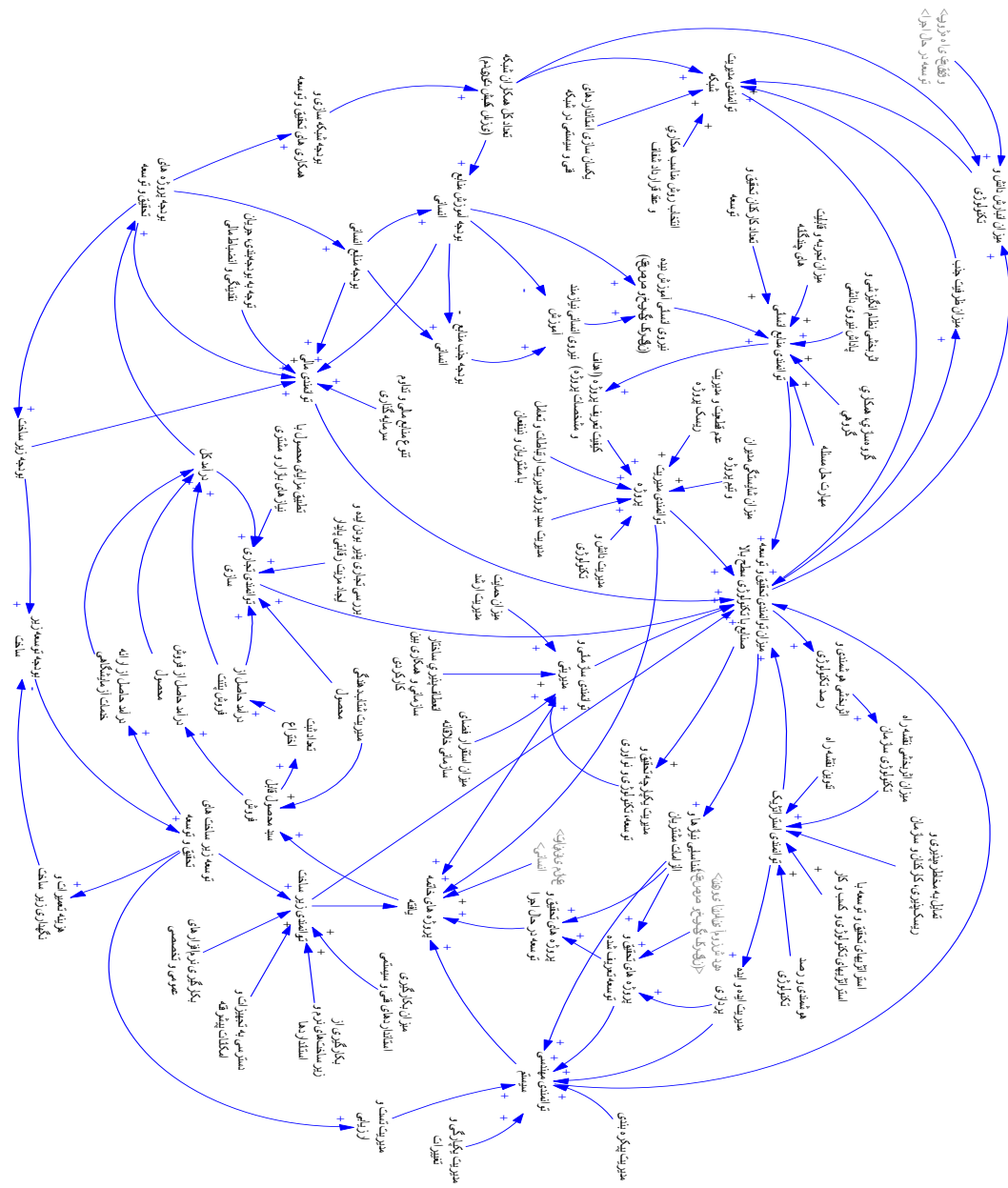
شکل 11. حلقه توانمندی مهندسی سیستم



حال مطابق شکل 12، براساس حلقه‌های علی و معلولی جزئی، حلقه علی معلولی کل ترسیم می‌گردد. توسعه محصولات جدید و تحقیق و توسعه با ایده‌پردازی کلید می‌خورد (Blanchard, 2016) اما نرخ ایده‌پردازی با در نظر گرفتن متغیر نیروی انسانی آموزش دیده (Cantabene & grassi, 2018) و میزان اثربخشی مدیریت تحقیق و توسعه که بر نرخ تعریف و تایید پروژه‌های جدید نیز اثرگذار است در سازمان آغاز می‌گردد لیکن این متغیر با تاثیرپذیری از ورودی‌هایی از قبیل میزان الگوبرداری از رقبا، هوشمندی و رصد تکنولوژی (Castellanos, 2010) و میزان سازگاری محصولات جدید با اهداف سازمان، همسویی استراتژی‌های تحقیق و توسعه با استراتژی کسب‌وکار و استراتژی تکنولوژی (خمسه و عصارى، 1398) (اصغری و همکاران، 1399) و میزان گرایش به نوآوری باز و استفاده از شبکه تحقیق و توسعه (Kang et al, 2018) تغییر می‌یابد. تعداد ایده‌های در دست بررسی نیز که منجر به تعریف پروژه‌های تحقیق و توسعه جدید (Lee et al., 2017) در قالب محصول و خدمات می‌گردد، در این میان تاثیرگذار است. نرخ تعریف و تایید این پروژه‌ها با توجه به میزان تطبیق پروژه با نقشه راه سازمان (Stennett, 2011) (Kiamehr, 2015)، میزان حمایت مدیران ارشد (Wu, 2012)، انطباق با نیازها و الزامات مشتریان (Kossiakoff, 2011) (Blanchard, 2016)، کیفیت تعریف اهداف و مشخصات پروژه و در نهایت مدیریت سبد پروژه (Lee et al., 2017) تعیین می‌گردد. در فاز اجرا، توانمندی نیروی انسانی با متغیرهای مختلفی چون بکارگیری نیروی کار آموزش دیده و خبره (Sarangee & Echambadi, 2014)، تجربه و قابلیت‌ها، مهارت‌های چندگانه کارکنان (Karaveg et al, 2016) و نظام ارزیابی، انگیزشی و پاداش نیروی دانشی (Wu, 2012)، توانمندی زیرساخت با توسعه در زیر ساخت‌های تحقیق و توسعه (Kiraz et al, 2018)، کیفیت زیرساخت‌ها (Jung et al, 2015) و بکارگیری زیرساخت‌های نرم (اصغری و همکاران، 1399) (Darab & Montazer, 2011)، توانمندی مهندسی سیستم با مدیریت پیکره‌بندی (Kossiakoff, 2011)، مدیریت تست و ارزیابی (Blanchard, 2016) و مدیریت الزامات (Kossiakoff, 2011) (Blanchard, 2016)، توانمندی مدیریت پروژه با مدیریت ارتباطات و تعامل با مشتریان و ذینفعان (Park & Kim, 2014)، استقرار فرآیند استاندارد و نظامند مدیریت پروژه (Mijung Jung et al., 2015) و میزان شایستگی مدیر پروژه و تیم (Nagesh & Thomas, 2015)، توانمندی مدیریت شبکه با مدیریت شبکه‌سازی و زنجیره تامین تحقیق و توسعه (SE Blanchard, 2016)، ظرفیت جذب و به کارگیری تکنولوژی (یادگیری) (Sumrit and Anuntavoranich, 2013) انتخاب روش مناسب همکاری و عقد قرارداد شفاف (Majidpour, 2016) و مدیریت دانش (انتقال دانش و تعاملات دانشی) و تکنولوژی (انتقال تکنولوژی) در شبکه (Hideo Ueki, 2016) و توانمندی منابع مالی با تخصیص بودجه در حوزه زیرساخت (خمسه و عصارى، 1398)، منابع انسانی (آموزش و جذب) (Cantabene & grassi, 2018) و شبکه‌سازی (Kiraz et al, 2018) و در نهایت توانمندی سازمانی و مدیریتی با استقرار فضای سازمانی خلاقانه (خمسه و عصارى، 1398)، میزان انعطاف‌پذیری ساختار سازمانی (Davies, 2011)، گروه‌سازی و همکاری بین کارکردی (بین وظیفه‌ای) (Jimenez, 2011) و مدیریت یکپارچه تحقیق و توسعه، تکنولوژی و نوآوری (خمسه و عصارى، 1398) به همراه سایر متغیرهای پژوهش که جدول 1 و 2 تشریح شده است، در میزان نرخ تکمیل و موفقیت آن



تاثیرگذار هستند. که با افزایش نرخ محصولات تجاری سازی شده باعث افزایش درآمد محصول قابل فروش و در نهایت درآمد کل خواهد این چرخه باعث افزایش توانمندی های 9 گانه و در نهایت توانمندی تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته می گردد که خود آن نیز بر ارتقاء سایر توانمندی ها نیز تاثیرگذار است.



شکل 12. نمودار علت و معلولی کلی

بحث و نتیجه گیری

هدف این مقاله تحلیل عوامل موثر بر توانمندی‌های تحقیق و توسعه است. با توجه به این هدف، با استفاده از رویکرد سیستمی به دنبال ایجاد درکی جامع از سیستم پیچیده تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا به عنوان فرآیند کلیدی در صنایع با تکنولوژی پیشرفته است. پس از بررسی مطالعات مشابه و مرور ادبیات



به همراه جمع‌بندی نظرات خبرگان، عوامل موثر بر توانمندی‌های تحقیق و توسعه صنعت هوافضا در ابعاد نه گانه و در دو دسته‌بندی عمومی شامل ابعاد استراتژیک، سازمانی و مدیریتی، منابع انسانی، منابع مالی و زیر ساخت و همچنین اختصاصی شامل ابعاد مدیریت پروژه، شبکه‌سازی، مهندسی سیستم و تجاری‌سازی استخراج شده است. سپس ابعاد در قالب نمودار علی و معلولی حلقه‌های موثر در تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته شناسایی شد. در نهایت حلقه اصلی علی و معلولی توانمندی‌های تحقیق و توسعه براساس متغیرهای اصلی و روابط بین آنها، تعیین و ترسیم گردید. شناخت بهتر از این حاصل از شناخت توانمندی‌های تحقیق و توسعه و روابط بین آنها بخصوص در صنایع با تکنولوژی پیشرفته می‌تواند در تبیین سیاست‌ها و راهبردهای فرآیند تحقیق و توسعه به عنوان محرک اصلی نوآوری صندوق می‌تواند با تسهیل اتخاذ راهبردهای اثربخش، باعث کاهش زمان ایده تا محصول و رونق کسب و کار در فضای رقابتی گردد.

در این مقاله یک مدل مفهومی سیستمی از عوامل موثر بر تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا و چالش‌های پیشرو ساخته شد. با توجه به اهمیت این موضوع و عدم انجام فعالیت‌های مناسب در این حوزه، پیشنهاد می‌گردد این مدل مفهومی توسعه یافته و مدلی کمی ایجاد گردد تا به طور دقیق‌تر بتوان مساله مورد بررسی را تحلیل و ارزیابی نمود. در ادامه با توجه به محدودیت‌های این پژوهش، به پژوهشگران بعدی پیشنهاد می‌شود تا در راستای تکمیل این پژوهش و توسعه نتایج آن، به انجام پژوهش‌های زیر اهتمام ورزند:

✓ مدلی جهت نقش شبکه‌سازی در موفقیت پروژه‌های تحقیق و توسعه با تکنولوژی پیشرفته طراحی نمایند.

✓ تدوین مدل در خصوص ارتباط بین مهندسی سیستم و مدیریت پروژه در این مراکز صورت گیرد.

✓ در پژوهشی، میزان تاثیرگذاری، ارتباطات و وابستگی بین متغیرهای موثر در توانمندی مهندسی سیستم تعیین گردد.

✓ عوامل موثر بر موفقیت سرمایه‌گذاری خطرپذیر در پروژه‌های تحقیق و توسعه شناسایی گردد.

✓ مدلی در راستای افزایش اثربخشی نقشه راه و نقش هوشمندی تکنولوژی در صنایع با تکنولوژی پیشرفته را طراحی نمایند.

✓ عوامل موثر بر انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته بیان گردد.

پی‌نوشت‌ها

¹ Capability

² Research And Development Capability

³ Kneller

⁴ Simpkin

⁵ Park & Kwon

⁶ Blanchard & Blyler



فهرست منابع

- Abafita, J., Atkinson, J., & Kim, C. S., "Smallholder commercialization in Ethiopia: market orientation and participation", *International Food Research Journal*, (2016), 23(4), 1797.
- Andersson, F., Freedman, M., Haltiwanger, J., Lane, J., & Shaw, K., "Reaching for the stars: who pays for talent in innovative industries? ", *Economic Journal*, (2009), 119(538), 308-332.
- Asari, M.H., Khamseh, A., Radfar, R., Shadnoosh, N. (2019). "Identifying and investigating key factors affecting the management capabilities of future research and development projects in advanced aerospace technology industries", *Defense Futures Studies Quarterly*, , Volume 4. Issue 12. (In Persian)
- Asghari, M., Khamseh, A., Pillehvari, N. (2019). "Identifying the components of improving research and development capabilities in power plant and energy supply industries and prioritizing them in line with optimal policymaking", *Productivity Management Quarterly*. (In Persian)
- Basadur, M., "Leading others to think innovatively together: Creative leadership", *The Leadership Quarterly*, (2004), 15(1), 103-121.
- Basu, R., "Managing Projects in Research and Development". *Ashgate Publishing*, (2015), Ltd.
- Becker, B., "The Determinants of R&D Investment: A Survey of the Empirical Research. School of Business and Economics, Loughborough University", *Economics Discussion Paper Series*, (2013), WP 2013-09, ISSN 1750-4171.
- Bednarz, M., Broekel, T., "The relationship of policy induced R&D networks and interregional knowledge diffusion", *Department of Human Geography and Spatial Planning*, (2019).
- Blanchard, B. S. , Blyler, J. E., "System Engineering Management", *John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey*, (2016), Fifth Edition.
- Bone, Steve, "Developing a strong R&D structure to drive company growth", *Open Innovation*, (2014), 103 -107.
- Bushehri., A. (2017). The impact of openness, research capacity, cross-functional cooperation and incentive system on innovation performance of defense firms. *Technology Development Management*, 4(4), 39-73. (In Persian)
- Cantabene ,Claudia and grassi, iacopo, "R&D cooperation in SMEs: the direct effect and the moderating role of human capital", *MPRA Paper*, (2018), No. 87925.
- Castellanos O. F. , Torres L. M., "Technology Intelligence: Methods and Capabilities for Generation of Knowledge and Decision Making", *Technology Management for Global Economic Growth (PICMET)*, (2010), 10, pp. 1-9.
- Chen. Y., "Partial adjustment toward target R&D intensity", *R&D Management Journal*, (2018), <https://doi.org/10.1111/radm.12320>.
- Comin, D. & Nanda, R., *Financial Development and Technology Diffusion*, (2019).
- Creswell, J. W., *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*, (2005), (2nd edition).
- Darab, B. & Montazer, G., "An Eclectic Model for Assessing E-learning Readiness in the Iranian Universities Computers & Education",. (2011), Volume 56, p. 900-910.
- Davis, A. , Brady, T. , Prencipe, A. , Hobday, M., "Innovation in Complex Products and Systems: Implications for Projectbased Organizations. Project-Based Organizing and Strategic Management", *Advances in Strategic Management*, (2011), Volume 28, 3-26.

- Davis, J.P. and Eisenhardt, K.M., "Rotating leadership and collaborative innovation: Recombination processes in symbiotic relationships", *Administrative Science Quarterly*, (2011), 56(2), 159–201.
- Elfving, S., "Managing collaborative product development. Department of innovation design and product development", *Malardalen University Press Dissertations*, (2007), 45, 57-63.
- Ernst, H., Hoyer, W.D. and Rübsaamen, C., "Sales, marketing, and research and development cooperation across new product development stages: Implications for success", *Journal of Marketing*, (2010), 74(5), 80–92.
- Fan, D., Rao-Nicholson, R. and Su, Y., *When tough get going: Performance of R&D in the adverse economic conditions Long Range Planning*, (2019).
- Foss, N.J., Laursen, K. and Pedersen, T., "Linking customer interaction and innovation: The mediating role of new organizational practices", *Organization Science*, (2011), 22(4), 980–999.
- Garcia-Vega M., Hofmann P., Kneller R., "Multinationals and the Globalization of R&D", *International Journal of Industrial Organization*, (2019).
- Ghanbariha, S. (2015). "Designing a Research and Development Management Model with a Structural Equations Approach in the Automotive Industry (Case Study: Pars Khodro Company)", Master's Thesis, Industrial Management, Islamic Azad University, Karaj Branch. (In Persian)
- Ghazi Nouri, S.S., Amiri, M., Ghazi Nouri, S.S., Alizadeh, P. (2017). "Investigating factors affecting the spending of the Iranian business sector in research and development activities; a study of three different industries", *Journal of Technology Development Management*. (In Persian)
- Hideo Ueki, Knowledge Transfer and the Sharing of R&D Capabilities at the Japanese Automotive Firms in Asia", *IFEAMA SPSCP*, (2016), Vol.4 pp.1-13 IFEAMA All right reserved.
- Hosseini, S.A., Mohammadi, M., & Haji Hosseini. H. (2016). Critical factors for the success of innovation in complex products and systems (CoPS); Case study: National Helicopter Project of the Aerospace Industries Organization. *Technology Development Management*, 4(2), 159-186. (In Persian)
- Hosseinia, G.H., Yaghoubi Farani, A., & Irani. M. (2016). Factors affecting the success of research and development in food industries. *Entrepreneurship Studies and Sustainable Agricultural Development*, 2(4), 113-130. (In Persian)
- Hwang, B. G., & Lim, E. S. J., "Critical success factors for key project players and objectives: Case study of Singapore", *Journal of Construction Engineering and Management*, (2012), 139(2), 204-215.
- Ihuah, P. W., Kakulu, I. I., & Eaton, D. "A review of Critical Project Management Success Factors (CPMSF) for sustainable social housing in Nigeria", *International Journal of Sustainable Built Environment*, (2014), 3(1), 62-71.
- INCOSE, *System engineering handbook*, (2015), Forth edition.
- Inge C. Kerssens-van Drongelen, Jan Bilderbeek, "R&D performance measurement: more than choosing a set metrics", (2017).
- Jahed, H., & Arasteh, H., "Organizational factors influencing on commercialization of research results", *Innovation and Value Creation*, (2015), 2(4), 5-22.
- Jahromi, M. (2013). "Historical Analysis of Technology Development Program Management in the Field of Turbine Engines", Third International Conference and Seventh National Conference on Technology Management. (In Persian)



- Jimenez-Barrionuevo, M. , Gacia-Morales, V. & Miguel Molina, L., "Validation of an instrument to measure absorptive capacity", *Technovation*, (2011), Volume 31, pp. 190-202.
- Juite Wang, "Structuring Innovation Funnels for R&D Projects Under Uncertainty". *R&D Management*, Vol. 47, Issue 1, (2019), pp. 127-140.
- Jung, M., Lee, Y. B., & Lee, H., "Classifying and prioritizing the success and failure factors of technology commercialization of public R&D in South Korea: using classification tree analysis", *The Journal of Technology Transfer*, (2015), 40(5), 877-898.
- Kang ,Taewon, Baek, Chulwoo & Lee,Jeong-Dong, "R&D activities for becoming a high-growth firm through large jumps: evidence from Korean manufacturing", *Asian Journal of Technology Innovation*, (2018), DOI: 10.1080/19761597.2018.1520604.
- Karaveg, C., Thawesaengskulthai, N., & Chandrachai, A., "R & D commercialization capability criteria: implications for project selection", *Journal of Management Development*, (2016), 35(3), 304-325.
- Kazemi, A., Tayyibi, S.R. (2017). "Project Portfolio Selection in Project-Based Organizations", Second International Conference on Industrial Management. (In Persian)
- Khamseh, A., Asari, M.H. (2019). *Research and Development Management*, Sarafraz Publications. (In Persian)
- Khamseh, A., Ghanbariha, S., Ovadi F. (2017). "Investigation and ranking of factors affecting research and development management using ANP technique in automotive industries (case study: Pars Khodro Company)", *Specialized Quarterly Journal of Technological Growth*, No. 50, Volume 13. (In Persian)
- Kia Kajouri, D. , Fallah, A. , Khodayari, J. & Mohammady, P., "Readiness Assessment of Human Resources (HR) for ERP Implementation in Governmental Organization; Case Study: The Agricultural Jahad Organization of Qazvin Province", *Life Science Journal*, (2013), 10(3), pp. 605-612.
- Kiamehr, M. , Hobday, M. , Hamed, M., "Latecomer firm strategies in complex product systems (CoPS): The case of Iran's thermal electricity generation systems", *Research Policy*, (2015), Vol. 44, No. 6, Pp. 1240–1251.
- Kiarsi-Heider, P., Radfar, R., Alborzi, M., Tolouei-Ashlagi, A. (2018). "Developing a Roadmap for Enhanced Oil Recovery Technologies: A System Dynamics Approach", *Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research*, Volume 4, Issue 13. (In Persian)
- Kim, S. H., You, Y. Y., Choi, C. G., & Cho, M. S., "A Study on Influencing Factors of Technology Commercialization Competence of Small-and Medium-Sized Companies", *Indian Journal of Public Health Research & Development*, (2018), 9(8).
- Kiraz, A., Onur Canpolat, Enes Furkan Erkan, Fatih Albayrak, "Evaluating R&D Projects Using Two Phases Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods", *European Journal of Science and Technology*, (2018),14, pp. 49-53.
- Kleinschmidt, J. E., De B. U., & Salomon, S., "Performance of global new product development programs: A resource-based view", *Journal of Product Innovation Management*, (2007), pp. 419 – 441.
- Kossiakoff, A. , Sweet, W. N. , Setmour, S. J. , Biemer, S. M., "System Engineering Principles and Practice", Second edition. *JOHN WILEY & SONS, INC. PUBLICATION*, (2011).
- Kostopoulos, K., Papalexandris, A., Papachroni, M., & Ioannou, G., "Absorptive Capacity, Innovation, and Financial Performance", *Journal of Business Research*, (2011), 64 (12), 1335-1343.

- Lai, J. -Y., "Assessing and Managing Employees for Embracing Change: A Multiple-item Scale to Measure Employee Readiness for E-Business", *Technovation*, (2010), 30(1), pp. 76-85.
- Laleh, S. (2016). "Research and Development Capability Indicators in BRICS Countries (Brazil, Russia, India, China and South Africa)", *Technology Growth Quarterly*, No. 47. 45-59. (In Persian)
- Lee Sungjoo, Park, G. Yoon, B and Park, J, "Open innovation in SMEs—An intermediated network model", *Research Policy*, (2010), (30) , pp. 290 -300.
- Lee, K., Jeong, Y., & Yoon, B., "Developing an research and development (R&D) process improvement system to simulate the performance of R&D activities", *Computers in Industry*, (2017), 92, 178-193.
- Lukach, R., Kort, P. M., & Plasmans, J., "Optimal R&D investment strategies under the threat of new technology entry", *International Journal of Industrial Organization*, (2007), 25(1), 103-119.
- Majidpour, M., "International technology transfer and the dynamics of complementarity: A new approach", *Technological Forecasting and Social Change*, (2016), [http://dx. doi. org/10. 1016/j. techfore. 2016. 03. 004](http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.004).
- Martin, *Research and Development (R&D) Overview & Process*, (2014).
- Marx, Matt and Hsu, David H., "The Entrepreneurial Commercialization of Science: Evidence From 'Twin' Discoveries", (2019).
- Murovec, N. & Prodan, I., "Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model", *Technovation* , (2009), Volume 29, pp. 859-872.
- Nagesh, D. S. and Thomas, Sam, "Success factors of public funded R&D projects", *Current Science*, (2015), Vol. 108, No. 3.
- Naghizadeh, M. , Manteghi, M. , Ranga, M. , Naghizadeh, R., "Managing interaction in complex product systems: The experience of IR-150 aircraft design program", *Technological Forecasting and Social Change*, (2016). [http://dx. doi. org/10. 1016/j. techfore. 2016. 06. 002](http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.002).
- Nasa, *System Engineering Handbook*, (2016), SP-6105, Rev-2.
- nsari, & Haghshenas Gorgabi. (2016). Identifying and explaining the key success factors of knowledge-based development of Iranian manufacturing companies based on grounded theory. *Technology Development Management*, 4(2), 41-74. (In Persian)
- Olefirenko, O., & Shevliuga, O., "Commercialization of innovations: peculiarities of sales policy at innovation active enterprise", *Innovative Marketing*, (2017) 2, 6-12.
- Park, E., Kwon, S.J., "Effects of innovation types on firm performance: an empirical approach in South Korean manufacturing industry", *Int. J. Business Innovation and Research*, (2018), (2)15.
- Park, T. Y. , & Kim , J. Y., "The capabilities required for being successful in complex product systems :case study of Korean e-government", *Asian Journal of Technology Innovation*, (2014), 22(2), pp. 268–285.
- Poyayami, A., Iman, & Naderi Bani. (2016). Investigating and prioritizing key success factors for research and development projects of aerospace products (Case study: Iran Aircraft Industries Company). *Quarterly Journal of Standard and Quality Management*, 6(Autumn), 6-24. (In Persian)
- Radfar, R., Khamseh, A. (2016). *Technology Management*, Scientific and Cultural Publications. (In Persian)



- Ramessur, K.M.D.K.H.V., "Total Quality Management and innovation: relationships and effects on performance of agricultural R & D organisations", *International Journal of Quality & Reliability Management*, (2017), (3)34.
- Rust, F.C., "Requirements for a systems-based research and development management process in transport infrastructure engineering", *South African Journal of Industrial Engineering*, (2015), 26(1): 87-101.
- Safdari Ranjbar, M., Rahman Seresht, H., Ghazi Nouri, S. (2016). "Model of Building and Accumulating Technological Capabilities for the Production of Complex Products and Systems in Developing Countries: A Case Study of the Oil Turbocompressor Company", *Journal of Technology Development Management*. (In Persian)
- Salami, R., & Shafieipor, D., "Internal organizational factor effecting on effectiveness R&D activity", *6th conference of R & D central of mine and industrial*, (2008).
- Sandu, Steliana, Ciocanel, Bogdan, "Impact of R&D and Innovation on high - tech export Emerging Markets Queries in Finance and Business", *Technovation*, (2013), Volume 32, pp.135-150.
- Sarangee, K. R. , Echambadi, R., "Firm-Specific Determinants of Product Line Technology Strategies in Hight Technology Markets", *Strategic Entrepreneurship Journal*, (2014) 8 (2), pp. 149–166.
- Savioz, P., "Technology intelligence: concept design and implementation in technology-based SMEs", *New York, Palgrave Macmillan*, (2004).
- Simpkin V, Namubiru-Mwaura E, Clarke L, et al., "Investing in health R&D: where we are, what limits us, and how to make progress in Africa BMJ ", *Global Health*, (2019), 4:e001047.
- Spithoven, A., Clarysse, B. & Knockaert, M., "Building absorptive capacity to organise inbound open innovation in traditional industries", *Technovation*, , (2010), Volume 30, pp. 130-141
- Stennett, A., "R&D Policy, Performance and Barriers, Research and Information Service", *Northern Ireland*, (2011).
- Sterman, JD. "Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world" *Irwin/McGraw Hill*, (2000).
- Sumrit, D., & Anuntavoranich, P., (2013). "Using DEMATEL method to analyze the causal relations on technological innovation capability evaluation factors in Thai technology-based firms. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, (2013), 4(2), 81-103.
- Sushil, "System Dynamics- A Practical Approach for Managerial Problems", Wiley Eastern Publication, New Delhi, ISBN: 81-224-0498-7.
- Tansel, A and Gungor, N. D. (2003), 52-69.
- Tabatabaieian, H., Ghaderifar, E., Eliasi, M., Bamdad Sofi, J. (2018). "The Commercialization Model of Emerging Technologies in Knowledge-Based Companies", *Innovation and Value Creation Quarterly*, 7(13), 25-39. (In Persian)
- Tayebi Abolhasani, A., Azizian khalkhooran, Z., "Project Strategic Management with Emphasis on Ethics and Corporate Values", *2nd International Conference on Modern Research's in Management, Economics and Accounting, Malaysia*, (2015).
- U. S. DoD, "US Department of Defense Acquisition GuideBook. USA", *US Department of Defense*, (2016).
- Van Elk, Roel, ter Weel, B., van der Wiel, K. and Wouterse, B., (2019). "Estimating the Returns to Public R&D Investments: Evidence from Production Function Models", *De Economist*, (2019), 167(1), pp.45-87.

- Wingate, L. M. (2014). "Project management for research and development: guiding innovation for positive R&D outcomes", *Auerbach Publications*, (2014).
- Wu, W. W., "Segmenting critical factors for successful knowledge management implementation using the fuzzy DEMATEL method", *Applied Soft Computing*, (2012), 535-527, (1) 12.
- Xu ,Jian and Sim, Jae-Woo, "Characteristics of Corporate R&D Investment in Emerging Markets: Evidence from Manufacturing Industry in China and South Korea,Sustainability", (2018).
- Yam, R. C., Lo, W. , Tang, E. P., & Lau, A. K., "Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance: An empirical study of Hong Kong manufacturing industries", *Research policy*, (2011), 40(3), pp. 391-402.
- Yen, H. R., "Service Innovation Readiness: Dimensions and Performance outcome". *Decision Support Systems*, (2012), Volume 53, p. 813–824.
- Ynalvez, M., Shrum, W., "Professional networks, scientific collaboration, and publication productivity in resource-constrained research institutions in a developing country", *Research Policy*, (2011), 40: 204–216.
- Yongping, X., Yanzheng, M. & Haomiao, Z., "Analysis of Influence of Network Structure, Knowledge Stock and Absorptive Capacity on Network Innovation Achievements", *Energy Procedia*, (2011), Volume 5, p. 2015–2019
- ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, A., "High Technology Company – Concept, Nature, Characteristics", *International Conference; 8th, Management, marketing and finances; Recent advances in management, marketing, finances*, (2014), 93-98.
- Zhipeng Zang , Qiwei Zhu, and Helena Mogorrón-Guerrero, "How Does R&D Investment Affect the Financial Performance of Cultural and Creative Enterprises? " *The Moderating Effect of Actual Controller, Sustainability*, (2019).