

فرمانده معظم کل قوا: « هدف پژوهش دو چیز است: یکی رسیدن به مرجعیت علمی و حضور در جمع سرآمدان علم و فناوری، دوم حل مسائل کنونی و آینده کشور» (۱۳۹۷/۰۳/۲۰)

مقاله پژوهشی: معرفی الگوی ارتقای توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع

دفاعی ج.ا.ایران با فناوری پیشرفته هوافضا

[20.1001.1.17351723.1400.19.75.5.0](https://doi.org/10.17351/20.1001.1.17351723.1400.19.75.5.0)

محمدحسین عصار^۱، عباس خمسه^۲ و رضا رادفر^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۱

چکیده

با توجه به اینکه صنایع هوافضا از جمله صنایع دارای فناوری پیشرفته است و به دلیل به کارگیری فناوری روز در فرایند تولید محصولات خود، نیازمند حرکت در مرزهای دانش و فناوری می‌باشد و پرداختن به تحقیق و توسعه این امر را در این صنعت تسهیل می‌کند. پژوهش حاضر به دنبال تدوین الگوی ارتقای توانمندی‌های تحقیق و توسعه در جهت تحقق اهداف سازمانی، با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم به عنوان ابزاری قدرتمند برای تحلیل اجزای موثر بر سیستم و تحلیل روابط بین آنها و پیش‌بینی رفتار آتی آن بر مبنای سناریوهای تعریف شده، می‌باشد. ابعاد توانمندی‌های تحقیق و توسعه در این صنایع در ۹ بعد و در دو دسته اصلی شامل عوامل عمومی و عوامل اختصاصی شناسایی گردید، حلقه‌های علت و معلولی با کمک خبرگان صنعت استخراج شده، طراحی الگو و اعتبارسنجی با نرم‌افزار ونسیم انجام شده است. در این پژوهش سه سناریو برای افزایش میزان توانمندی‌های تحقیق و توسعه مورد توجه قرار گرفته است. در سناریوی حالت پایه فرض شده است که مقادیر پارامترها و اهرم‌های تصمیم‌گیری مطابق با روند گذشته باشد. در حالت خوش‌بینانه، متغیرهای برونزا ۲۰ درصد نسبت به حالت اولیه افزایش و در حالت بدبینانه، متغیرهای برونزا ۲۰ درصد نسبت به حالت اولیه کاهش می‌یابند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که تغییرات $\pm 20\%$ درصدی در متغیرها، تأثیراتی همسو با تغییرات را نشان می‌دهد که در حالت خوشبینانه که توانمندی‌های اختصاصی حدود ۱۶ درصد و توانمندی‌های عمومی حدود ۱۸ درصد افزایش می‌یابد، که این امر نشان‌دهنده اثربخشی تغییرات است.

۱. دکتری مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران،

ایران. Eng.assari@gmail.com

۲. عضو هیات علمی، دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران (نویسنده

مسئول) abbas.khamseh@kia.ac.ir

۳. عضو هیات علمی، استاد گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران،

ایران. radfar@gmail.com

واژگان کلیدی: تحقیق و توسعه، توانمندی تحقیق و توسعه، صنایع دفاعی، فناوری پیشرفته هوافضا.

مقدمه

امروزه تحقیق و توسعه تأثیر مستقیمی بر نوآوری، بهره‌وری، کیفیت، سطح استاندارد زندگی، سهم بازار و نیز دیگر عواملی هستند که در افزایش توان رقابتی سازمان‌ها تأثیر دارند. با ظهور پدیده جهانی شدن روش‌های کسب فناوری نیز تغییر کرده و روش‌های جدیدی خلق گردیده که به کشورها و سازمان‌ها امکان دستیابی به تحقیقات در سطوح مختلف را می‌دهد (Coluccia, 2020). مدیریت تحقیق و توسعه، در واقع مدیریت سیستمی است که خلق، کسب و به‌کارگیری فناوری را ممکن می‌سازد و شامل مسئولیتی است که این فعالیت‌ها را در راستای خدمت به بشر و برآورده ساختن نیازهای مشتری قرار می‌دهد. تحقیق، اختراع و توسعه اساسی‌ترین مؤلفه‌های خلق فناوری و وقوع پیشرفت‌های تکنولوژیک هستند (Mendoza-Silva, 2021).

تحقیق و توسعه یکی از منابع اصلی پیشرفت فناورانه است که توسط شرکت‌های خصوصی و مؤسسات دولتی انجام می‌شود (Van Elk & et al, 2019). سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه، فرصتی برای شرکت‌ها جهت کشف رویکردهای نوین و بالقوه افزایش تحقیق و توسعه می‌باشد (Fan & et al, 2019). شرکت‌ها در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌کنند تا فرصت‌های فناورانه به‌دست آورند، محصولات جدید تولید کنند و مزیت رقابتی ایجاد کنند (Yan Chen, 2018).

از نظر «ژو و سیم»، 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 را کشف نمودند (Xu & Sim, 2018). تحقیق و توسعه، توانایی هدایت پژوهش‌های مختلف و استفاده از دانش خلق شده برای توسعه محصول، فرایند و یا فناوری است. پروژه‌های تحقیق و توسعه نیز فعالیت‌هایی هستند که در قالب یک پروژه برای رسیدن به اهدافی در رابطه با تولید دانش محصول، فرایند و یا فناوری جدید در یک محدوده، زمان و یا یک هزینه معین تعریف و انجام می‌شوند (Wingate, 2014).

۲-۱. اهمیت و ضرورت تحقیق

موفقیت سازمان‌ها به‌طور عمده ریشه در نوآوری دارد. مزیت رقابتی برخاسته از تحقیق و توسعه و نوآوری آن بیش از پیش به نفع سازمان‌هایی تغییر می‌کند که می‌توانند از دانش و مهارت‌های فناورانه و تجربه برای ایجاد نوآوری در محصولات خود (شامل کالا یا خدمت) و نیز روش‌های توسعه و عرضه آنها استفاده کنند. با توجه به اهمیت تحقیق و توسعه که محرک اصلی در توسعه و عملکرد سازمان‌ها در راه نوآوری می‌باشد، ارزیابی قابلیت‌ها و توانمندی‌های تحقیق و توسعه و یا به‌کارگیری آن مهم‌ترین پیش‌نیاز حرکت به سوی استقرار نظام نوآورانه سازمان‌ها می‌باشد.

امروزه تحقیق و توسعه در فضای فناورانه حاضر برای سازمان‌ها الزامی و نقش مهمی ایفا می‌نماید و بیشتر سازمان‌ها در جستجوی ایجاد ایده‌های جدید می‌باشند تا از دانش برای عرضه تولیدات و خدمات جدید برای مشتریان و ذی‌نفعان بهره ببرند و از این طریق زیرساخت‌های لازم را برای تحقیق و توسعه و نوآوری ایجاد کنند. افزایش اهمیت تحقیق و توسعه، به دلیل جهانی شدن بازارها و فشار رقابت به شرکت‌ها می‌باشد، تا همواره به دنبال نوآوری باشند (Chiesa, 2005).

پیچیدگی فرایند نوآوری فناوری و ماهیت چندگانه آن، مدیریت و سازماندهی تحقیق و توسعه را به شدت به چالش می‌اندازد. از یک سو تأکید فراوانی بر ادغام تحقیق و توسعه و دیگر عملکردهای موجود در فرایند نوآوری فناوری وجود دارد و از سوی دیگر همان‌گونه که نسل پنجم سبک‌های مدیریتی پیشنهاد می‌کند، طراحی ساختاری سازمان به‌شدت مور چالش قرار گرفته است. فعالیت‌های تحقیق و توسعه تنها به یک واحد محدود نیست بلکه در واحدهای گوناگونی انجام می‌شود. فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بخش‌های مختلف یک شرکت انجام می‌شود. افزون‌بر این لازم است فعالیت‌های تحقیق و توسعه با هدف داشتن تعامل با محیط خارجی سازماندهی شوند. بنابراین، ممکن است لازم باشد آنها به

ج. ایران با ...

(۲) «چیه^۱ و همکاران» (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان تأثیر پیچیدگی فناوری بر عملکرد مالی پروژه‌های تحقیق و توسعه، به تجزیه و تحلیل پروژه‌های تجاری‌سازی تحقیقاتی شامل همکاری بین مؤسسات تحقیقاتی عمومی و شرکت‌های خصوصی در سنگاپور می‌پردازد. در نهایت، تعیین می‌کند که چگونه منابع انسانی، مالی، شبکه‌ای و مدیران ارشد رابطه بین پیچیدگی فناوری و عملکرد مالی پروژه‌ها را تعدیل می‌کنند.

(۳) «مریم اصغری و همکاران» (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان «مدل ارتقای توانایی‌های تحقیق و توسعه با رویکرد کیفی در صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی» به بررسی عوامل مؤثر در قالب مدلی کیفی می‌پردازد. با توجه به نتایج، مدیران باید از طریق تنوع روش‌های تأمین مالی و تجاری‌سازی دستاوردهای پژوهش، بودجه مناسبی برای فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نگهداشت سرمایه‌های انسانی دانشی فراهم نمایند.

(۴) «پارک و کاون»^۲ (۲۰۱۸)، تأثیر انواع نوآوری را بر روی عملکرد شرکت بررسی کردند. هدف این مطالعه بررسی ارتباط بین راهبردهای نوآورانه باز و بسته، عملکرد تحقیق و توسعه و عملکرد شرکت‌های تولیدی کره جنوبی است. آن‌ها انواع راهبردهای نوآورانه را که به بهبود عملکرد شرکت و تحقیق و توسعه منجر می‌شود، تعیین کردند.

(۵) «عباس خمسه و همکاران» (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «بررسی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت تحقیق و توسعه با تکنیک تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای در صنایع خودروسازی (مطالعه موردی: شرکت پارس خودرو)» به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که عامل مالی رتبه اول و به ترتیب عامل‌های انسانی، مدیریتی، یادگیری و نوآوری، فناورانه، تجاری‌سازی، فنی و مهندسی، سیستمی رتبه‌های بعدی را کسب نموده‌اند.

(۶) «ایمان پویایی و ناهید نادری بنی» (۱۳۹۵) در تحقیقی با عنوان «بررسی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات هوایی»، به

۱-۵-۲. سؤال فرعی

سناریوهای استخراجی حاصل از الگوی توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا کدامند؟

۱-۶. روش تحقیق

روش مورد استفاده در این پژوهش با توجه به پیچیدگی مسئله و پویا بودن آن، روش «پویایی‌شناسی سیستم» است. به کمک این رویکرد می‌توان سناریوهای مختلف را با «دید سیستمی» ارزیابی نمود. این رویکرد این امکان را فراهم می‌آورد تا تصمیم‌گیرنده راهکارهای پیشنهادی خود را قبل از اعمال در «سیستم حقیقی» در الگوی شبیه‌سازی شده امتحان کرده و پیامدهای آن را در دوره زمانی بلندمدت بررسی و مطالعه کند (باستان، رضانی، دلشاد و احمدوند، ۲۰۱۷: ۵۴). و با توجه به اینکه نتایج این پژوهش قابلیت استفاده در صنعت هوافضا را دارد، بنابراین پژوهش از جنبه هدف، کاربردی - توسعه‌ای است. در این مطالعه برای گردآوری اطلاعات در زمینه‌های مبانی نظری و مطالعات پیشین، از منابع کتابخانه‌ای و پایگاه‌های اطلاعاتی و مصاحبه با خبرگان استفاده شده است. با توجه به مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان این صنعت، در این پژوهش ابعاد ۹ گانه عوامل مؤثر بر توانمندی تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا شناسایی شده است. برای شناسایی این عوامل و با توجه به تخصصی بودن موضوع پژوهش، جامعه آماری از نهادهای نوآوری در حوزه صنعت هوافضا انتخاب گردید. همچنین از مدیران و کارشناسان مرتبط با فرایند تحقیق و توسعه، کمیته‌های تخصصی شورای تحقیقات به همراه جامعه ۱۲ نفری از خبرگان تشکیل گردید که در فرایند «مدلسازی» و تعیین حلقه‌های علت و معلولی از ابزار مصاحبه و جلسه خبرگان استفاده شده است. گفتنی است خبرگان منتخب در این پژوهش دارای ویژگی‌های تحصیلات و سابقه کاری مرتبط، سابقه کار بیش از ۱۵ سال، مشارکت در اجرای پروژه‌های هوافضا و سطح شغلی بالای طراح ارشد می‌باشند.

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، فرایندها، ابزار، نظام‌ها، خدمات و روش‌های جدید صورت پذیرد، تعریف می‌شود (حسینی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۳). همچنین در تعریف دیگری خلق پیکره جدیدی از دانش در مورد محصولات یا فرایندهای موجود و یا ایجاد یک محصول 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 فرایند تحقیق و توسعه عبارتند از: رصدکردن بازار، ارائه خدمات به بازار، شکل دادن به بازار و حفظ بازار. به این منظور چهار فعالیت کلیدی متناظر با این اهداف می‌بایستی در دستورکار شرکت‌ها قرار گیرد که به ترتیب متناسب با اهداف بالا عبارتند از تحقیق، توسعه، نوآوری و پشتیبانی (Bone, 2014).

۲-۲. توانمندی تحقیق و توسعه

توانمندی را می‌توان، تلفیقی از دانش و مهارت افراد، فرایندهای سازمانی و الزامات موردنیاز برای انجام اقدامات و تصمیمات تعریف کرد (Creswell, 2005). توانمندی‌های^۱ (قابلیت‌های) سازمانی، منبع سازمانی است که سازمان‌ها را قادر می‌سازند تا با به‌کارگیری منابع دیگر، به انجام اقداماتی بپردازند که منجر به نتایج موردانتظار برای سازمان گردد (Kleinschmidt, 2007). توانمندی‌های تحقیق و توسعه^۲ عبارتند از مجموعه عواملی از قبیل عوامل راهبرد، عوامل انسانی، عوامل مالی، عوامل فناورانه، 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، فرایندها، وسایل، ابزارها، نظام‌ها، خدمات و روش‌های جدید صورت پذیرد (Lukach & et al, 2007). در تعریف

1. Capability
2. Research and Development Capability

توجه به توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع به‌ویژه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته، در تحقق اهداف بیان شده نقش مهمی دارد زیرا، بار مالی زیاد و از طرفی اهمیت بالای فعالیت‌های هوافضایی که مانع بزرگی برای توقف یا کاهش فعالیت‌های مربوط به این بخش می‌شود، به صورت مستمر میزان انتظارات از این صنعت را برای بهینه کردن فعالیت‌های خود بالا می‌برد. در واقع، پیچیدگی زیاد صنعت هوافضا و ضرورت افزایش میزان بهره‌وری، استفاده از بهترین ساختارها و راهکارهای موجود برای مدیریت و راهبری فعالیت‌های این صنعت را می‌طلبد (علیپور، ۱۳۹۵: ۵۴).

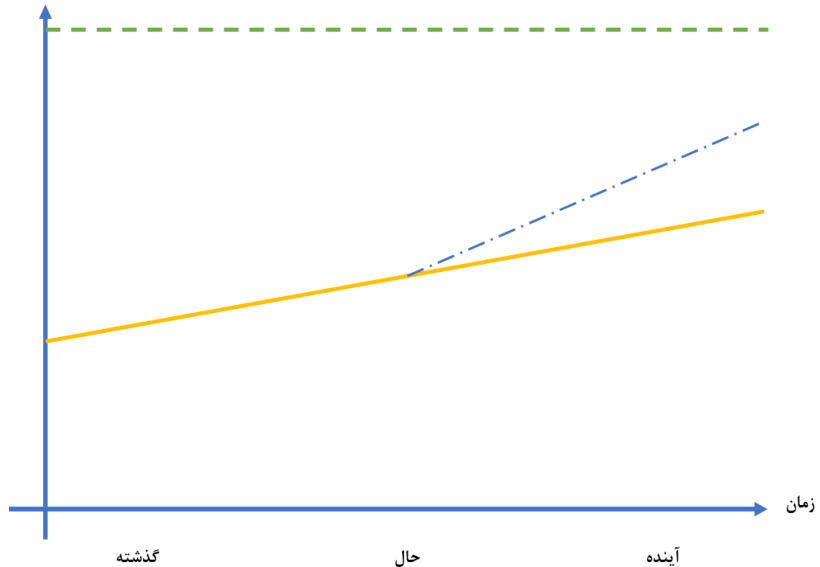
تاکنون ابعاد و نقش توانمندی‌های تحقیق و توسعه در این صنعت به خوبی تبیین نشده است. در حالی که توانمندی‌های مدیریت تحقیق و توسعه در هماهنگی با راهبرد با فناوری و کسب‌وکار می‌تواند به درستی به فعالیت‌های تحقیق و توسعه جهت داده و اهداف کسب‌وکار را برآورده نماید.

با توجه به مطالب مورد اشاره بالا، در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا تحقق اهداف مدیریت تحقیق و توسعه نقشی اساسی را بازی می‌کند. به طور مشخص، با توجه به شکل شماره (۱) که نمودار مرجع (براساس شاخص‌های عملکردی سازمانی سند استراتژی) را نشان می‌دهد، روند رشد تاریخی تحقق اهداف مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا (بنابر نظرات مدیران و خبرگان این حوزه) کند بوده و ادامه روند موجود، دستیابی به مزیت رقابتی در حوزه هوافضا را در افق میان‌مدت و بلندمدت (با توجه به ترسیم راهبرد هوافضای کشور) بسیار سخت می‌نماید.

در شکل شماره (۱) نمودار نقطه چین نشان‌دهنده وضعیت مطلوب و آرمانی تحقق اهداف مدیریت تحقیق و توسعه در این صنایع براساس نقشه راه و سند راهبردی صنعت هوافضا در افق ۱۴۰۴ را نشان می‌دهد. با در نظر داشتن اختلاف قابل توجه (ادامه روند موجود با سطح مطلوب)، مدیران از وضع موجود راضی نبوده و روند آن را مطابق با انتظارات و اهداف از چشم انداز ترسیم شده این صنعت نمی‌دانند. این

پژوهش در پاسخ به این مسئله شکل گرفته و به دنبال الگویی است تا بتواند تحقق اهداف مدیریت تحقیق و توسعه را در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا، ارتقا دهد.

میزان تحقق اهداف مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا

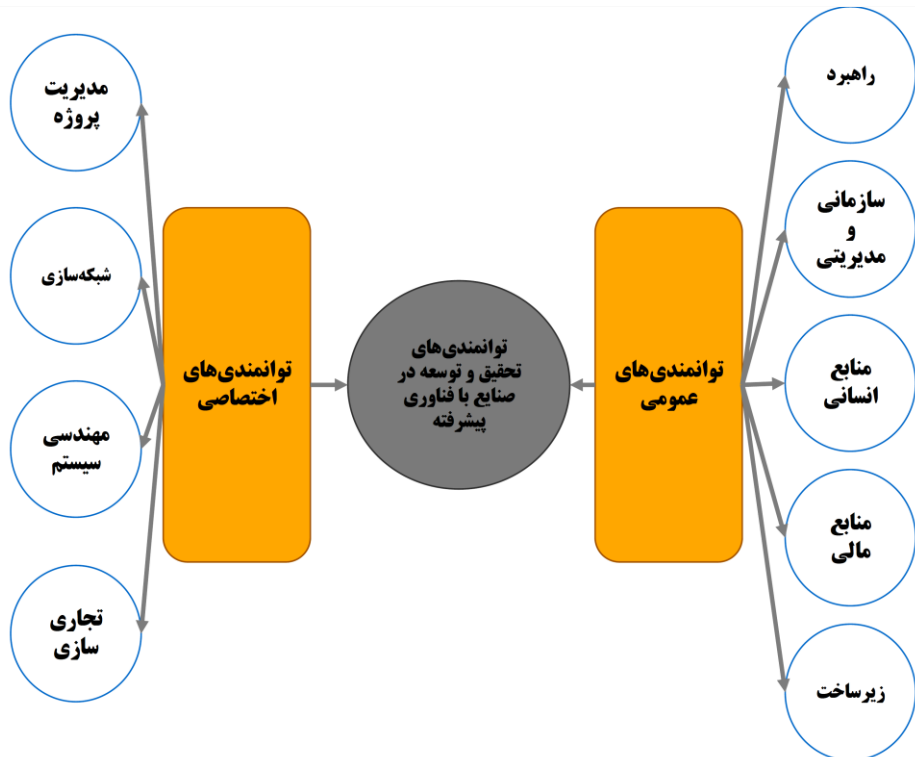


شکل شماره (۱): نمودار مرجع از میزان تحقق اهداف توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا

۳-۲. گام دوم: فرضیه پویا

یک فرضیه پویا، نظریه مؤثر و کارآمدی از چگونگی بروز مسئله است. پویایی‌شناسی سیستم در جستجوی توضیحات درون‌زا برای پدیده‌ها است. یک نظریه درون‌زا پویایی‌شناسی سیستم را از طریق تعامل بین متغیرها و عوامل ارائه شده در الگو به وجود می‌آورد. با توجه به هدف این پژوهش، در طراحی این الگو ۹ عامل راهبرد، سازمانی و مدیریتی، منابع انسانی، منابع مالی، زیرساخت، مدیریت پروژه، شبکه‌سازی، مهندسی سیستم و تجاری‌سازی در دو دسته توانمندی‌های عمومی و توانمندی‌های اختصاصی

تشکیل دهنده توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته می‌باشد و بر میزان توانمندی اثر می‌گذارند (عصاری، ۱۳۹۹: ۴۱).



شکل شماره (۲): الگوی مفهومی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا (عصاری، ۱۳۹۹: ۴۱)

همچنین میزان توانمندی تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته خود یکی از عوامل اثرگذار (مستقیم یا غیر مستقیم) بر هر یک از عوامل ۹ گانه می‌باشد. با توجه به ارتباط مثبتی که بین میزان توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته و این ۹ متغیر وجود دارد، با افزایش میزان توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته، هر کدام از این ۹ متغیر افزایش یافته و این افزایش، خود باعث افزایش میزان توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته خواهد شد. به این ترتیب، الگوی ساخته شده از ۱۵ حلقه تقویت‌کننده، برای ۹ عامل ذکر شده می‌باشد. در ادامه

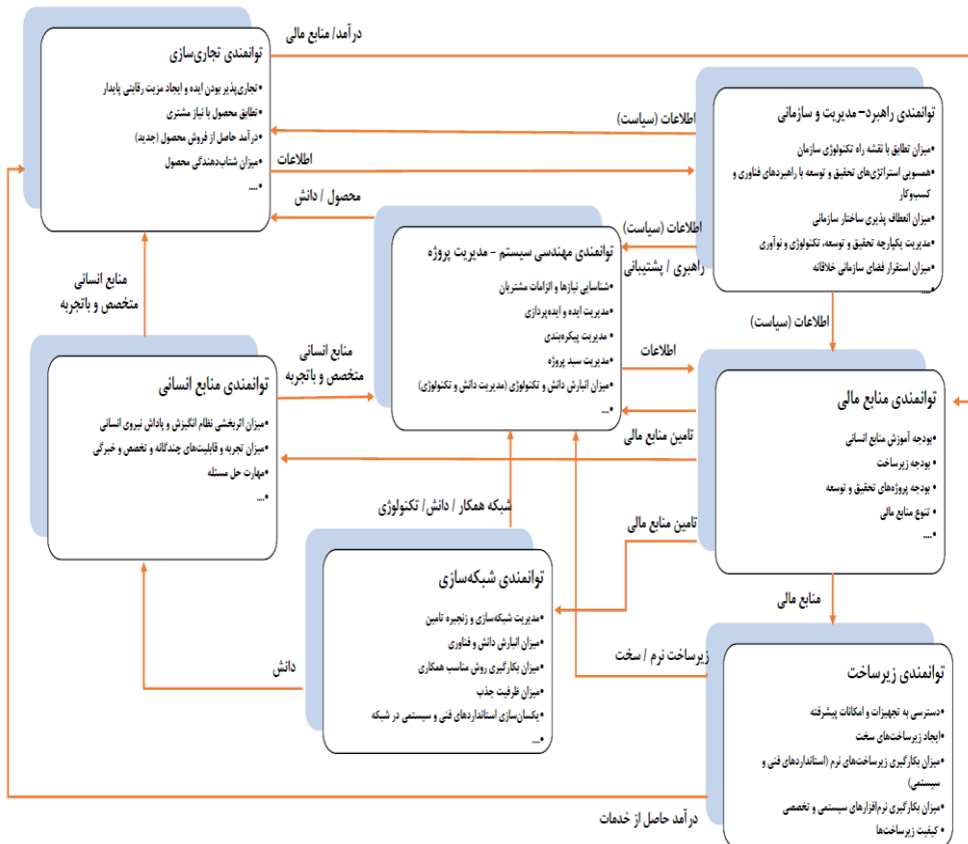
ج. ایران با

به‌کارگیری از زیرساخت‌های نرم و استانداردها (فنی و سیستمی)
ایجاد زیرساخت‌های سخت (امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی)
دسترسی به تجهیزات و امکانات پیشرفته

جدول شماره (۲): توانمندی‌های تحقیق و توسعه - عوامل اختصاصی (عساری، ۱۳۹۹: ۴۲)

عوامل	متغیر
پذیرش پروژه	مدیریت ارتباطات و تعامل با مشتری و ذینفعان
	مشارکت، مشاوره و پذیرش مشتری در طول پروژه
	تبعیت از استاندارد مدیریت پروژه و نظامند بودن آن
	مدیریت دانش و فناوری
	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
شبکه‌سازی	مدیریت دانش (انتقال دانش و تعاملات دانشی) و فناوری (انتقال فناوری) در شبکه
	مدیریت شبکه‌سازی تحقیق و توسعه
	ظرفیت جذب و به‌کارگیری فناوری (یادگیری)
	انتخاب روش مناسب همکاری و عقد قرارداد شفاف
مهندسی سیستم	یکسان‌سازی استانداردهای فنی و سیستمی در شبکه
	مدیریت پیکربندی، توسعه ماژولار 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 ایده‌پردازی (تعریف مسئله، ایده‌پردازی - ارائه راه‌حل‌های پاسخگویی به مساله)
مدیریت آزمون و ارزیابی (طرح آزمون جامع (TEMP) و آزمایشات نمونه)	
بازاری‌سازی	خدمات آزمایشگاهی و مهندسی
	درآمد حاصل از پتنت
	میزان فروش و سهم بازار حاصل از محصولات جدید و نوآورانه پروژه‌های تحقیق و توسعه
	ایجاد مزیت رقابتی افزایش قدرت رقابت‌پذیری محصولات (فناوری منحصربه‌فرد و پیچیده-بازدارندگی محصولات)
	مدیریت شتاب‌دهندگی محصول (مدیریت توسعه محصول جدید)
	تطبیق مزایای محصول با نیازهای بازار و مشتری

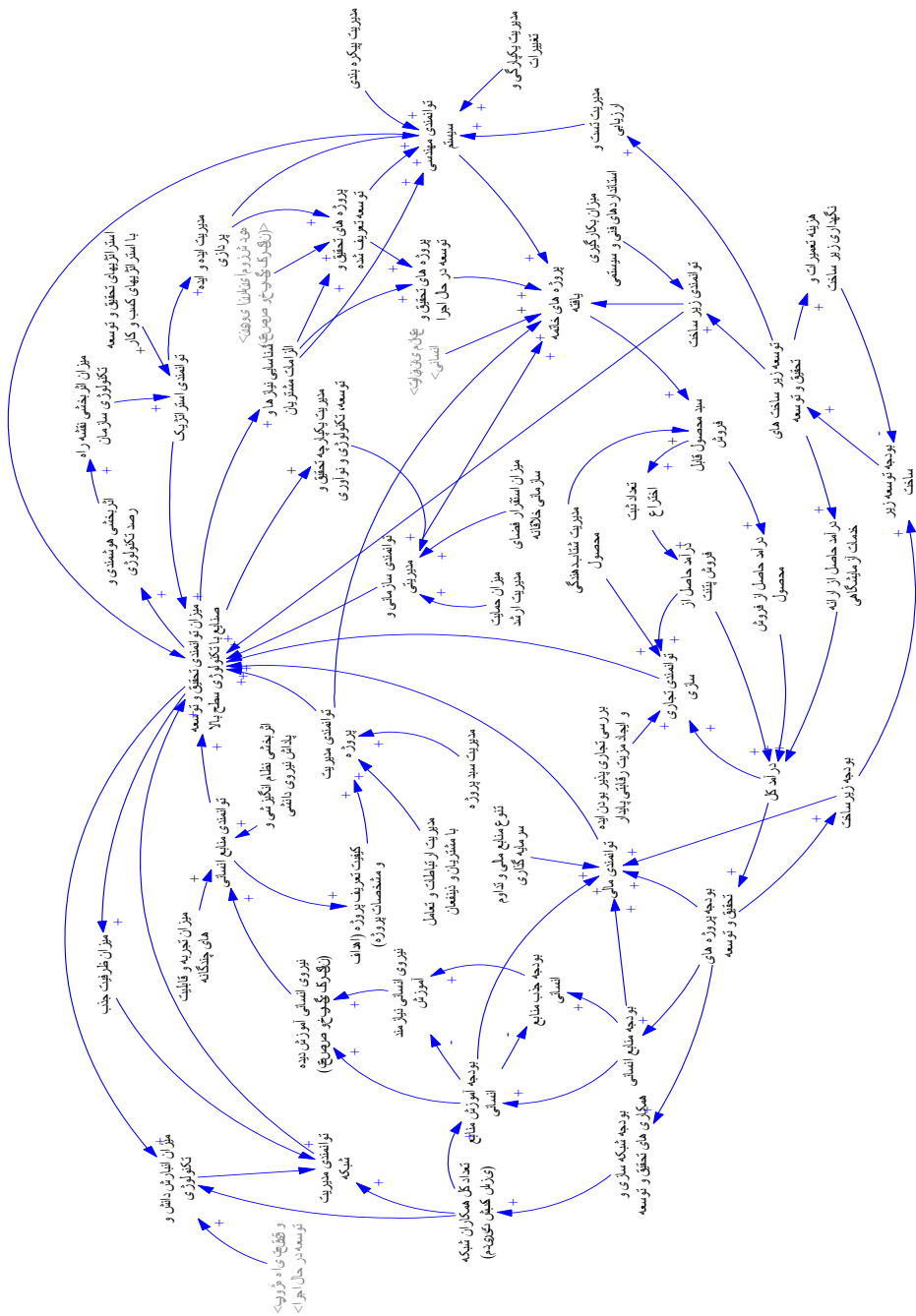
ج.۱. ایران با ...



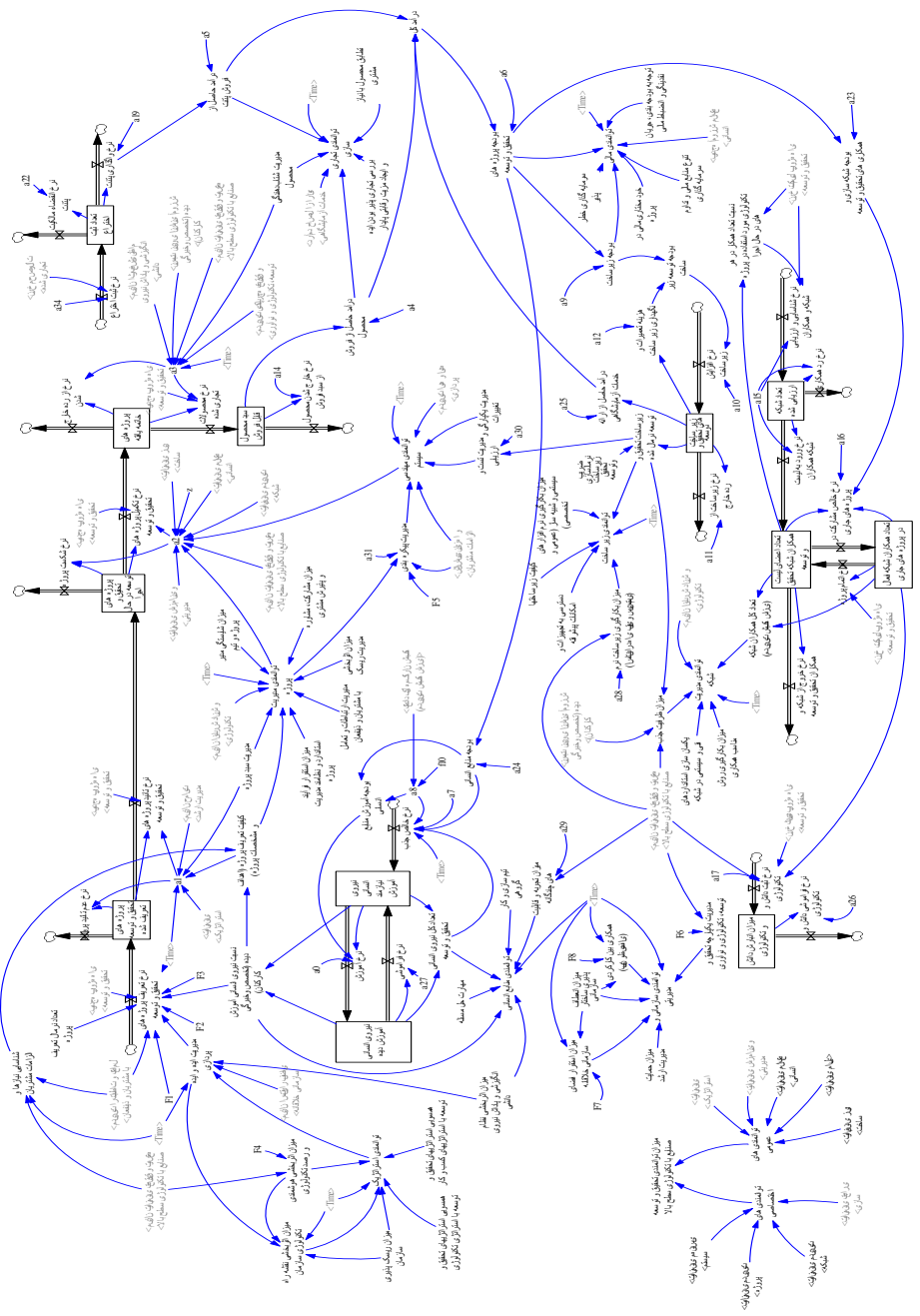
شکل شماره (۳): نمودار زیرسیستم‌ها

حلقه‌های علت - معلولی: حلقه‌های علت و معلولی نشان دهنده ارتباطات متغیرها و تأثیر هم‌رمان این ارتباطات بر افزایش یا کاهش دیگر متغیرهای مسئله می‌باشند. این حلقه‌ها به دو نوع حلقه تقویت‌کننده و حلقه متعادل‌کننده تقسیم می‌شوند. حلقه‌های تقویت‌کننده حلقه‌هایی می‌باشند که افزایش ابتدایی در یک متغیر، با حرکت در مسیر حلقه، منجر به افزایش مقدار آن متغیر می‌گردد. همچنین کاهش در مقدار این متغیر اولیه، در مسیر حلقه منجر به کاهش آن متغیر می‌شود. ترکیبی از حلقه‌های مثبت (تقویت‌کننده) و منفی (متعادل‌کننده) منجر به ایجاد رفتارهای متنوع در سیستم‌ها می‌شود. وجود حلقه‌های مثبت یا منفی به تنهایی، منجر به رفتارنمایی سیستم خواهد شد. حلقه‌های علت و معلولی با کمک

ج. ایران با ...



شکل شماره (۴): نمودار علت و معلولی پژوهش



شکل شماره (۵): نمودار حالت - جریان

با توجه به اضافه شدن آنها به سبد محصول قابل فروش، درآمد حاصل از فروش محصول را افزایش می‌دهد. سایر متغیرهای حالت، شامل سطح دانش و فناوری، تعداد پتنت، تعداد نیروی انسانی تحقیق و توسعه و تعداد اعضای شبکه همکاری پروژه‌های تحقیق و توسعه، تعداد زیرساخت می‌باشد که به همراه متغیرهای کمکی دیگر درآمدها و هزینه‌ها و بودجه‌های تحقیق و توسعه را ایجاد و جریانات سیستم را هدایت می‌کنند.

۳-۴. گام چهارم: آزمون الگو (شبیه‌سازی)

۳-۴-۱. آزمون اولیه الگو و شبیه‌سازی

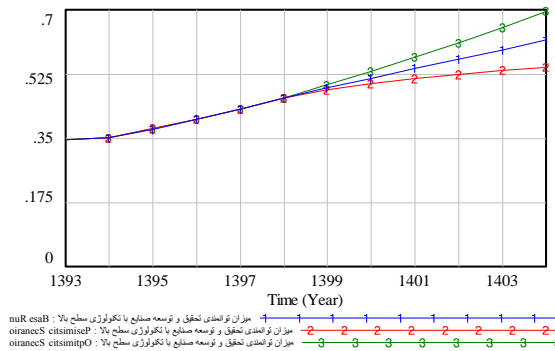
پس از اینکه معادلات در نرم‌افزار وارد شد. نوبت به آزمون اولیه الگو و شبیه‌سازی آن می‌رسد. شبیه‌سازی الگو در صورتی با موفقیت انجام خواهد شد که هنگام اجرا پیغام خطایی صادر نشود. افزون بر این می‌توان از گزینه آزمون الگوی نرم‌افزار «ونسیم» نیز به منظور آزمون مجدد الگو بهره گرفت که پس از طراحی الگو این آزمون نیز با موفقیت انجام شد. بررسی اعتبار این معادلات یکی از مراحل مهم اعتبارسنجی است. به همین دلیل در گام نخست می‌بایستی روایی الگو مورد بررسی و مذاقه قرار گیرد.

اعتبارسنجی: برای اثبات صحت طراحی الگو و نتایج حاصل از آن، در این پژوهش از آزمون‌های کفایت مرز، ارزیابی ساختار، تولید مجدد رفتار و شرایط حدی و سازگاری ابعاد استفاده شده است. که در ادامه نتایج شرایط حدی و سازگاری ابعاد آمده است.

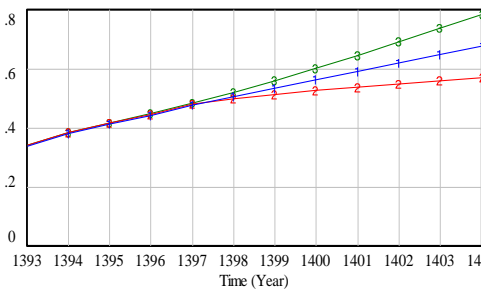
(۱) آزمون شرایط حدی: در این آزمون، تغییراتی خارج از محدوده نرمال در متغیرها اعمال می‌شود و رفتار الگو در این نقاط حدی بررسی می‌شود (Sterman, 2000). با کاهش تعداد معمول پروژه در نرخ تعریف پروژه از ۴ به ۰ انتظار می‌رود پروژه‌های جدیدی تعریف نشود و پروژه‌های جاری به اتمام رسیده و درآمد حاصل از تجاری‌سازی پروژه‌ها به مرور کاهش یابد. همچنین با در نظر داشتن استهلاک تدریجی زیرساخت، می‌بایست

ج. ایران با ...

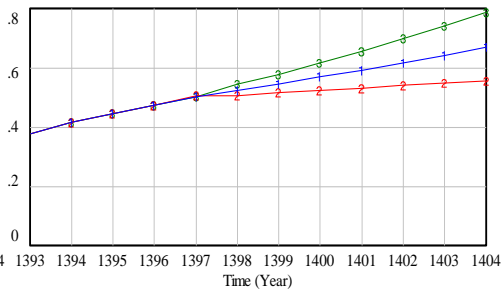
میزان توانمندی تحقیق و توسعه صنایع با تکنولوژی سطح بالا



توانمندی های اختصاصی



توانمندی های عمومی



nuR esaB : توانمندی های عمومی
 oiranecScitsimiseP : توانمندی های اختصاصی
 oiranecScitsimitpO : توانمندی های اختصاصی

شکل شماره (۶): رفتار توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا

با تغییر ۲۰٪ در پارامترهای مورداشاره در بالا که منجر به حدود ۱۲/۵٪ تغییر در میزان توانمندی مدیریت تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته شده که توانمندی‌های اختصاصی را حدود ۱۶٪ درصد و توانمندی‌های عمومی را حدود ۱۸٪ درصد تغییر داد.

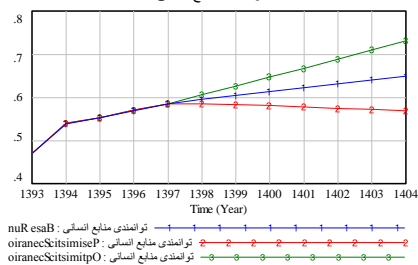
۳-۵-۱. توانمندی‌های عمومی

تغییرات توانمندی‌های عمومی در سناریو خوشبینانه (۱) برای کلیه توانمندی‌های عمومی صعودی بوده و بیشترین تغییرات مربوط به توانمندی منابع مالی (۲۸/۱٪) بوده و کمترین تغییرات مربوط به توانمندی منابع انسانی (۱۲/۷٪) می‌باشد. در سناریوی بدبینانه (۲) نیز کلیه توانمندی‌های عمومی نسبت به شرایط عادی، بیشترین تغییرات مربوط به توانمندی مالی (۲۴/۴٪-) و کمترین تغییرات مربوط به توانمندی منابع انسانی (۱۲/۶٪-) می‌باشد.

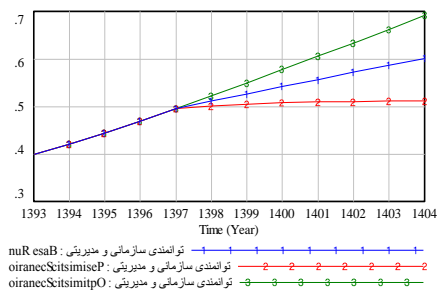
جدول شماره (۳): جدول تغییرات توانمندی عمومی - سناریوی ۱ و ۲

عنوان متغیر	شرایط عادی	سناریوی ۱	سناریوی ۲	میزان تغییرات سناریوی ۱	میزان تغییرات سناریوی ۲
منابع انسانی	۰/۶۴۹۶۵۲	۰/۷۳۲۰۲۴	۰/۵۶۷۸۹۴	٪۱۲/۷	-٪۱۲/۶
راهبردی	۰/۶۲۸۷۶۳	۰/۷۳۲۹۹۳	۰/۵۴۲۴۲۱	٪۱۶/۶	-٪۱۳/۷
سازمانی و مدیریت	۰/۶۰۱۵۳۷	۰/۶۹۱۴۲۷	۰/۵۱۲۲۸۴	٪۱۴/۹	-٪۱۴/۸
منابع مالی	۰/۷۳۳۰۵۹	۰/۹۳۸۶۹۵	۰/۵۵۳۸۸۱	٪۲۸/۱	-٪۲۴/۴
زیرساخت	۰/۷۱۷۵۶	۰/۸۴۶۸۰۳	۰/۵۸۹۲۸۶	٪۱۸/۰	-٪۱۷/۹

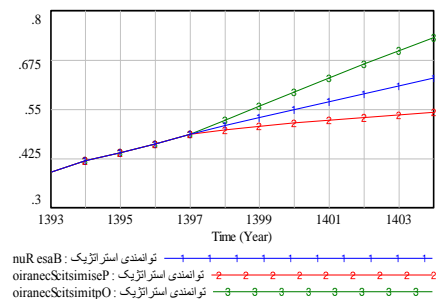
توانمندی منابع انسانی



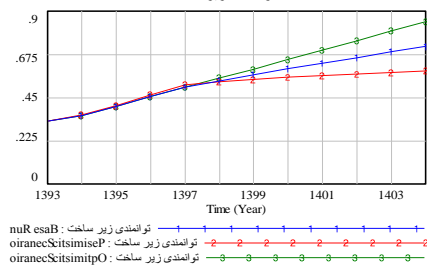
توانمندی سازمانی و مدیریتی



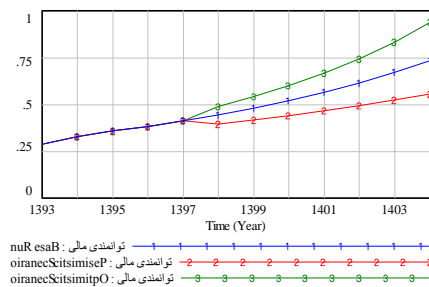
توانمندی استراتژیک



توانمندی زیر ساخت



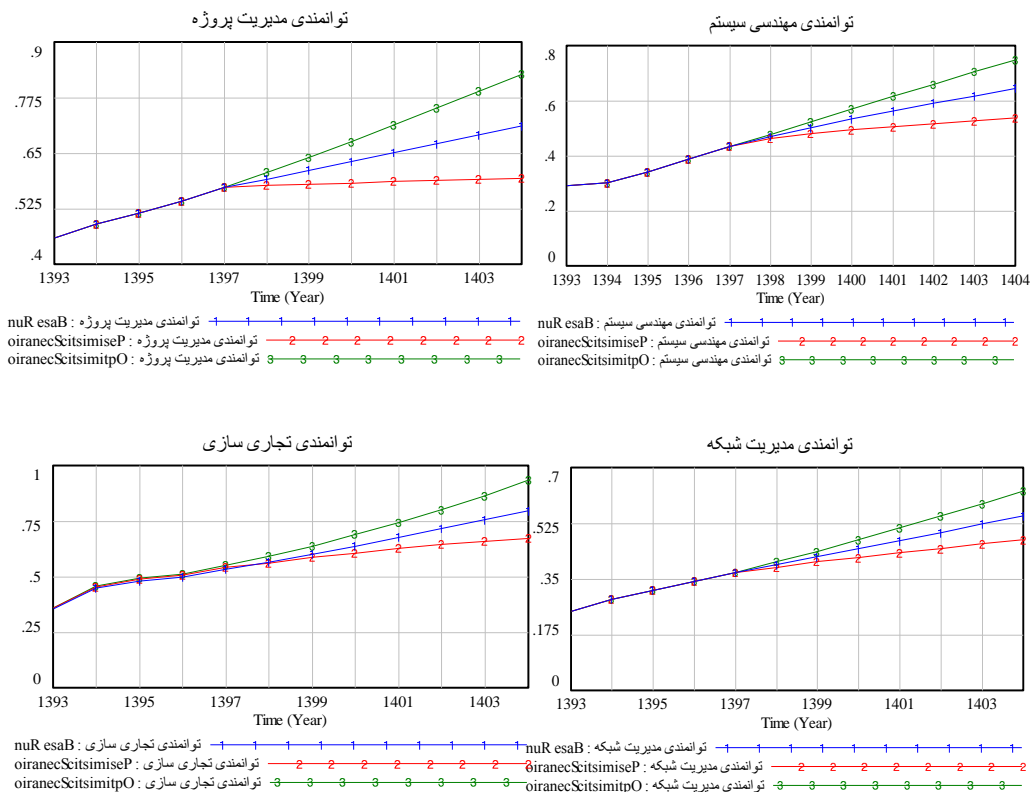
توانمندی مالی



شکل شماره (۷): رفتار توانمندی‌های عمومی تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته هوافضا

۳-۵-۲. توانمندی‌های اختصاصی

تغییرات توانمندی‌های اختصاصی در سناریو ۱ برای کلیه توانمندی‌های اختصاصی صعودی بوده و بیشترین تغییرات مربوط به توانمندی تجاری‌سازی (۱/۱۷٪) بوده و کمترین تغییرات مربوط به توانمندی مهندسی سیستم (۳/۱۳٪) می‌باشد. در سناریوی ۲ نیز کلیه توانمندی‌های اختصاصی نسبت به شرایط عادی، بیشترین تغییرات مربوط به توانمندی مدیریت پروژه (۶/۱۶٪-) و کمترین تغییرات مربوط به توانمندی شبکه (۸/۱۳٪-) می‌باشد.



شکل شماره (۸): رفتار توانمندی‌های اختصاصی تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته

هوافضا

نهایی تدوین گردید. همچنین برای دستیابی به نتایج مناسب از داده‌های واقعی موجود در این بخش استفاده گردید.

به منظور ارائه راهکار برای افزایش توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با فناوری پیشرفته (هوافضا)، دو سناریو مورد بررسی قرار گرفت که دانستن رفتار سیستم در صورت بروز هر کدام از این دو سناریو برای مدیران شرکت دارای اهمیت بسیار می‌باشد که بر اساس دو سناریوی خوشبینانه و بدبینانه رفتار متغیر، در نمودارها آمده است. در سناریوی خوشبینانه، نسبت به سناریوی محتمل (پایه)، میزان توانمندی تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی بر پایه افزایش توانمندی‌های عمومی و اختصاصی افزایش پیدا می‌کند. گفتنی است در سناریوی بدبینانه میزان توانمندی تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی و سایر توانمندی‌ها کاهش می‌یابند.

۲-۴. پیشنهادها

با توجه به محدودیت‌های این پژوهش، به پژوهشگران بعدی پیشنهاد می‌شود تا در راستای تکمیل این پژوهش و توسعه نتایج آن، در انجام پژوهش‌های زیر تلاش کنند:

- (۱) الگویی برای تعیین نقش شبکه‌سازی در موفقیت پروژه‌های تحقیق و توسعه با فناوری پیشرفته طراحی گردد.
- (۲) الگویی برای تعیین ارتباط بین مهندسی سیستم و مدیریت پروژه در این مراکز طراحی گردد.
- (۳) میزان اثرگذاری، ارتباطات و وابستگی بین متغیرهای مؤثر در توانمندی مهندسی سیستم، بررسی و تعیین گردند.
- (۴) عوامل مؤثر بر موفقیت سرمایه‌گذاری خطرپذیر در پروژه‌های تحقیق و توسعه شناسایی گردند.

فهرست منابع

الف. منابع فارسی

۱. اصغری، مریم، خمسه، عباس، پیله‌وری، نازنین. (۱۳۹۹)، شناسایی مؤلفه‌های ارتقاء توانایی‌های تحقیق و توسعه در صنایع نیروگاهی و تأمین انرژی و اولویت‌بندی آنها در راستای سیاستگذاری بهینه، *فصلنامه مدیریت بهره‌وری*. سال ۱۴، شماره ۵۵.
۲. پویایی، ایمان، نادری بنی، ناهید. (۱۳۹۵)، بررسی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات هوایی (مطالعه موردی: شرکت صنایع هوایم‌سازی ایران)، *فصلنامه علمی-ترویجی مدیریت استاندارد و کیفیت*. سال ۶، شماره ۲۱.
۳. حسینی‌نیا، غلامحسین، یعقوبی‌فرانی، احمد، ایرانی، مژگان. (۱۳۹۵)، عوامل مؤثر بر موفقیت تحقیق و توسعه در صنایع غذایی، *نشریه کارآفرینی در کشاورزی*. سال ۲، شماره ۴.
۴. خمسه، عباس، قنبرپها، شهره، اوحدی فریدون. (۱۳۹۶)، بررسی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت تحقیق و توسعه با تکنیک ANP در صنایع خودروسازی (مطالعه موردی: شرکت پارس خودرو)، *فصلنامه تخصصی رشد فناوری*، دوره سال ۱۳، شماره ۵۰.
۵. خوانساری، رسول، باقری، ابوالفضل، شیرازی شایسته، مهدی. (۱۳۹۳)، شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های سرمایه‌گذاری در صنعت هوایی ایران، *مجله بهبود مدیریت*. سال ۸، شماره ۲۶.
۶. سینا لاله، (۱۳۹۵). شاخص‌های توانمندی تحقیق و توسعه در کشورهای BRICS (برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی)، *فصلنامه رشد فناوری*، سال ۱۲، شماره ۴۷.
۷. شورای عالی انقلاب فرهنگی (۱۳۹۰)، نقشه جامع علمی کشور.
۸. طهماسبی، عباس، مرتجی، سید طه حسین. (۱۳۹۹)، مدل عمومی چرخه‌عمر پروژه‌های تحقیق و توسعه در سازمان‌های تحقیقاتی با رویکرد مهندسی سیستم‌ها، *نشریه مدیریت فردا*، سال ۱۹، شماره ۶۵.
۹. عساری، محمدحسین. (۱۳۹۹)، *ارائه مدل توانمندی‌های تحقیق و توسعه در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا*. رساله دکتری رشته مدیریت تکنولوژی. استاد راهنما: دکتر عباس خمسه. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد تهران مرکزی.
۱۰. عساری، محمدحسین و خمسه، عباس، رادفر، رضا، شادنوش نصرت‌اله. (۱۳۹۸)، شناسایی و بررسی عوامل کلیدی مؤثر بر توانمندی‌های مدیریت پروژه‌های تحقیق و توسعه آینده در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا. *فصلنامه آینده پژوهی دفاعی*. دوره ۴، شماره ۱۲.
۱۱. علیپور، علیرضا. (۱۳۹۵)، راهکارهای تحقق اقتصاد مقاومتی در صنعت هوافضا در گستره مهندسی سیستم، *دومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی*، قم. مرکز مطالعات و تحقیقات اسلامی. سروش حکمت مرتضوی.

ج. ایران با ...

12. Lukach, R., Kort, P. M., & Plasmans, J., (2007). Optimal R&D investment strategies under the threat of new technology entry. *International Journal of Industrial Organization*, 25(1), 103-119.
13. Martin, (2014). Research and Development (R&D)- Overview & Process.
14. Mendoza-Silva, A. (2021). Innovation capability: A sociometric approach. *Social Networks*, 64, 72-82.
15. Park, E., & Kwon, S. J. (2018). Effects of innovation types on firm performance: an empirical approach in South Korean manufacturing industry. *International Journal of Business Innovation and Research*, 15(2), 215-230.
16. Rust, F.C. (2015). Requirements for a systems-based research and development management process in transport infrastructure engineering. *South African Journal of Industrial Engineering*, 26(1): 87-101.
17. Serman, J. D., (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world* (Vol. 19). Boston: Irwin/McGraw-Hill.
18. 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*, 167(1), pp.45-87.
19. Xu, J., & Sim, J. W. (2018). Characteristics of corporate R&D investment in emerging markets: Evidence from manufacturing industry in China and South Korea. *Sustainability*, 10(9), 3002.
20. Wingate, L. M. (2014). *Project management for research and development: guiding innovation for positive R&D outcomes*. CRC press.
21. Yam, R. C., Lo, W. , Tang, E. P., & Lau, A. K., (2011). Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance: An empirical study of Hong Kong manufacturing industries. *Research policy*, 40(3), pp. 391-4.

