فصلنامه علمی مطالعات مدیریت راهبردی دفاع ملی
سال چهارم، شماره ۱۳، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۳۶۲-۳۳۱

مقاله پژوهشی:

طراحی الگوی فرایندی مدیریت نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی کشور

سید مهدی فرحی[۱]، امیر علاالدین مطلبی[۲]، علی فرهی[۳]*

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۱**

چکیده

همه محصولات از تعریف نیاز آنها تا وارهایی و از رده‌خارج‌شدن، فرایندی را طی می‌کنند که به آن چرخه‌عمر محصول گفته می‌شود. محصولات پیچیده به‌دلیل ویژگی‌های بخصوصی که دارند، با فرایند متفاوتی رشد و توسعه می‌یابند. محصولات سیستمی دفاعی به‌عنوان نمونه کاملی از محصولات پیچیده، نیازمند به فرایند توسعه بسیار جامع‌تر و منتظم‌تری می‌باشند. سازمان‌های پیشرو به مدیریت فرایند تحقق محصولات خود توجه ویژه‌ای دارند.

هدف این تحقیق این است که با بررسی و شناسایی عوامل موثر بر فرایند تحقق محصولات پیچیده دفاعی، الگویی برای مدیریت این فرایند ارائه کند.

روش تحقیق مورد استفاده در فاز نخست این تحقیق، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱٤ نفر از مدیران ارشد سازمان‌های دفاعی و مدیران این پروژه‌ها بوده است. در فاز دوم تحقیق، از روش گروه کانونی از خبرگان این حوزه استفاده شده است.

یافته‌های این تحقیق، شامل ۲۹متغیر تاثیرگذار (عوامل ایجاد توافق با ذینفعان، عوامل توانمندساز سازمانی، شایستگی‌های مدیریت پروژه، مهندسی سیستم و مدیریت کیفیت) می‌باشد. براین اساس، الگویی فرایندی برای مدیریت نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی کشور ارائه شده است.

کلید واژه‌ها: ***فرایند توسعه محصول؛ محصولات پیچیده؛ چرخه‌عمر؛ محصولات پیچیده دفاعی***

---

۱. دانشجوی دکترای دانشکده مدیریت و برنامه ریزی دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.
۲*. استادیار دانشکده فنی مهندسی دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران./ نویسنده مسئول مکاتبات: aamotallebi313@gmail.com
۳. استاد دانشکده مدیریت و برنامه ریزی دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.

مقدمه

همه محصولاتی که در دنیای پیرامون خود می‌بینیم در طول دوران عمر خود گام‌های «طفولیت»، «رشد»، «بلوغ» و «زوال» را طی می‌کنند. محصولات در طی این مسیر ممکن است سالیان زیادی در چرخه بهره‌برداری باشند و یا ممکن است خیلی زود بوسیله محصولاتی جدید جایگزین شوند و یا با بهبودهایی در عملکرد آنها ارتقاء یابند. در هریک از این مراحل رشد، فرایندها و اقداماتی بر روی محصول انجام می‌گیرد و محصول تکامل می یابد (مسیری که از نیاز، طراحی و توسعه، تولید، بهره‌برداری و کنارگذاری می‌گذرد). به مجموعه این مراحل چرخه‌عمر گفته می‌شود. معمولاً این مراحل در حوزه فناوری‌ها با الگوی تکاملی«S» نمایش داده می‌شود.

براساس تعریف استاندارد ایزو ۱۵۲۸۸، چرخه‌عمر عبارت است از فرایندی که بوسیله آن، محصولات جدید (و یا در دست بهبود)، درک می‌شوند، طراحی و تولید می‌گردند و به بازار ارائه شده و پشتیبانی می‌شوند (ایزو ۱۵۲۸۸، ۲۰۰۸). این چرخه بر اساس نیاز و الزام شکل گرفته و آغاز می‌شود. فازهای نیازسنجی، طراحی مفهومی، طراحی مقدماتی، طراحی تفصیلی، ساخت و تولید و در نهایت، بهره‌برداری و عملیات و وارهایی، مراحل تشکیل‌دهنده چرخه‌عمر یک سیستم می‌باشد.

بر اساس تحقیقات و بررسی‌های انجام شده، همه سازمان‌های صنعتی دنیا (به ویژه سازمان‌های بزرگ در کشورهای پیشرفته مانند آمریکا، اروپا) دارای فرایند تحقق محصولات مختص به خود هستند. این فرایند کمک می‌کند که همه مولفه‌های درگیر در طراحی و توسعه محصولات، یکپارچه شود. این یکپارچگی، مزیت‌های فراوانی برای صنعت مورد بحث به همراه دارد، از جمله کاهش هزینه‌ها، افزایش راندمان و در نهایت توسعه پایدار که از نتایج مستقیم آن می‌باشد. نکته جالب توجه، تاثیر نتایج این فرایند بر حوزه‌های مختلف و در نهایت توسعه کشور مورد نظر می‌باشد.

اگرچه چارچوب کلان و نیز فعالیت‌های اصلی در چرخه‌عمر محصولات دارای مشابهت است، اما به‌طور مسلم فرایند تحقق محصولات با سطح پیچیدگی مختلف با یکدیگر متفاوت است. همچنین هر سازمانی باید فراخور شرایط خاص آن سازمان

(ویژگی‌ها و چالش‌ها) در طرح‌ریزی فرایند تحقق محصولات خود، جنبه‌ها و الزامات بومی را لحاظ کنند.

در سطح دنیا، سازمان‌ها و نهادهای دفاعی، پیشتازان به‌کارگیری نظام‌های تحقق محصول بوده‌اند. نظام‌های تحقق محصول در وزارت دفاع آمریکا، انگلستان، آمریکا و کانادا نمونه‌هایی از این موارد می‌باشد.

طی یک دهه اخیر در حوزه محصولات پیچیده دفاعی کشور پیشرفت‌های گسترده‌ای را شاهد بوده‌ایم و فعالیت‌های طراحی و توسعه در بخش‌های مختلف این حوزه در جریان است. به باور بسیاری از کارشناسان، با گذر از دوران مهندسی معکوس و بهینه‌سازی، دهه اخیر را می‌توان دوران طراحی محصولات پیچیده دفاعی نامید. به‌دلیل نیاز به قابلیت اتکای عملیاتی، این محصولات دارای فرایند تحقق محصول منتظم‌تری نسبت به سایر محصولات تجاری می‌باشند و فرایندهای تحقق این محصولات نیز باید با دقت و نظارت بیشتری دنبال شود.

واقعیت‌های سال‌های گذشته و نیز تجربه‌ها و درس‌آموخته‌های یک دهه اخیر نشان می‌دهد که اگر دقت کافی در طرح‌ریزی و اجرای نظام تحقق محصول نشود، زمان، هزینه و عملکرد پروژه‌ها با تهدید مواجه می‌شود. تجربیات دنیا نیز چنین چیزی را تایید می‌کند.

سوالی که مطرح است این است که در مدیریت نظام تحقق این محصولات در سطح کشور، چه عواملی تاثیرگذارند؟

هدف این تحقیق این است که با بررسی و شناسایی عوامل موثر بر نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی کشور، الگویی فرایندی برای مدیریت این نظام ارائه کند.

مبانی نظری و پیشینه‌شناسی تحقیق

محصولات تولیدی دارای سطح پیچیدگی‌های مختلفی می‌باشند و طیفی گسترده از محصولاتی کاملاً ساده از قبیل یک پیچ تا سیستم‌های پیچیده از قبیل یک پالایشگاه، یک نیروگاه، یک هواپیما یا یک فضاپیما را دربر می‌گیرند. پیچیدگی محصول متاثر از تعداد عناصر محصول، تعاملات بین این عناصر و به‌کارگیری فناوری‌های جدید می‌باشد. رن و همکارانش (۲۰۰۶) سامانه‌های محصول پیچیده را با سه ویژگی خاص آنها تعریف

کرده‌اند: نخست اینکه دارای هزینه‌های بالا و وابستگی‌های دوجانبه گسترده و نیز قطعات خاص می‌باشند و به‌صورت سلسله‌مراتبی و برای مشتری مشخص توسعه می‌یابند؛ دوم اینکه دارای رفتارهایی غیرخطی و نوظهور می‌باشند که به‌عنوان رویدادهایی غیرقابل پیش‌بینی و انتظار در حین طراحی و مهندسی سیستم و یکپارچگی آنها بروز می‌کند؛ سوم اینکه به‌صورت پروژه‌ای یا به‌صورت معدود و با تعامل مستقیم با کاربر ایجاد می‌شوند(رن[1] و همکاران، ۲۰۰۶). محصولات و سیستم‌های پیچیده زیرمجموعه‌ای از کالاهای سرمایه‌ای هستند که اسباب و لوازم تولید و خدمات را فراهم می‌آورند و به مثابه ستون فقرات اقتصاد مدرن می‌باشند (منطقی و همکاران، ۱۳۹۷).

همچنین، محصولات پیچیده ساختار پیچیده‌تری نیز دارند. در استاندارد مهندسی سیستم انجمن بین المللی مهندسی سیستم، برای محصولات پیچیده ساختاری به شکل ذیل دیده شده است: سیستم – بخش – زیرسیستم – مجموعه – زیرمجموعه – مولفه – قطعه(والدن[2] و همکاران، ۲۰۱۵).

محصولات سیستمی دفاعی (سامانه‌های سلاح) نمونه کاملی از محصولات پیچیده می‌باشند. اصول حاکم بر فرایند طراحی و توسعه این محصولات پیچیده دارای تفاوت‌های گسترده‌ای با محصولات ساده است. توسعه این محصولات با الگوهای مبتنی بر تولید انبوه و خطوط تولید گسترده و نیز روش‌های سنتی خلق محصولات امکان‌پذیر نیست. مدیریت اجرای این طرح‌ها بدون تمرکز بر رویکرد پروژه‌ای و نگاه سیستمی امکان‌پذیر نمی‌باشد. طیف گسترده فناوری‌های پیشرفته به‌کارگرفته شده در این محصولات، وابستگی به نیاز مشتری، هزینه‌های بالا در فرایند ایده تا محصول، زمان توسعه چندین ساله این محصولات، زیرساخت‌های تحقیقاتی و آزمایشگاهی گسترده و پیچیده در حوزه‌های طراحی و آزمون، شبکه تامین پراکنده به علت وجود قطعات و تجهیزات زیاد، وجود تیم‌های تخصصی مختلف در حوزه‌های علمی متفاوت و شرایط لحاظ‌کردن هزاران الزام فنی که در یک سامانه پیچیده مطرح است، همگی نقش مدیریت مناسب فرایند توسعه این محصولات را بسیار پراهمیت می‌سازد.

1. Ren
2. Walden

فرایند تحقق محصول دارای سابقه‌ای ۵۰ ساله در دنیاست و همه سازمان‌ها و شرکت های پیشرو دنیا دارای چنین فرایندهایی می‌باشند که برپایه شرایط خاص کشورها و سازمان ها و محصولات تولیدی آنها تدوین می‌شود. این فرایند در کشورهای مختلف با ادبیات متفاوتی بیان می‌شود؛ از قبیل: فرایند تحقق محصول، نظام اکتساب یکپارچه محصول، نظام مدیریت نیازمندی‌ها و... . اما هدف نهایی همه آنها یکی است و آن نیز دستیابی به محصولی مطابق با انتظارت مشتری با رعایت الزامات آن سازمان.

تحقیقات زیادی در دنیا درخصوص تاثیر فرایند توسعه محصول بر موفقیت محصول انجام شده اند که بر اهمیت این فرایند در حصول موفقیت محصول تاکید دارند (لئو و تسای[1]، ۲۰۰۹؛ سوهاریانتی[2] و همکاران، ۲۰۱۵). فرایند توسعه محصولات هوافضایی و دفاعی به‌دلیل تاثیر گسترده آن بر موفقیت محصولات، در تحقیقات متعددی مورد تحلیل و کاوش قرار گرفته است (الیس[3]، ۲۰۱۳؛ هیوسنر[4]، ۲۰۱۳؛ کواک و اسمیت[5]، ۲۰۰۹؛ ژانفربر[6] و همکاران، ۲۰۰۸) و مقالات و مستندات بسیاری در این خصوص به‌صورت مرتب انتشار می‌یابد. هرچه محصولات پیچیده‌تر باشند، اهمیت فرایند تحقق محصول بیشتر است، زیرا به فرایندهای دقیق‌تری نیاز است.

تحقیقات درخصوص نظام‌های تحقق محصول، اغلب با هدف کمک به سازمان‌ها در بازمهندسی و بهبود فرایند توسعه محصولشان(گرومارتی و کدالی[7]، ۲۰۱۲؛ مالهوترا[8] و همکاران، ۱۹۹۶؛ اسپیوی[9] و همکاران، ۱۹۹۷) و یا مدیریت ریسک فرایند توسعه محصول پیچیده (بچمن[10] و همکاران، ۲۰۱۸؛ انگ و کوایا[11]، ۲۰۰۹؛ یانگ[12] و همکاران، ۲۰۱۴) انجام می‌شوند.

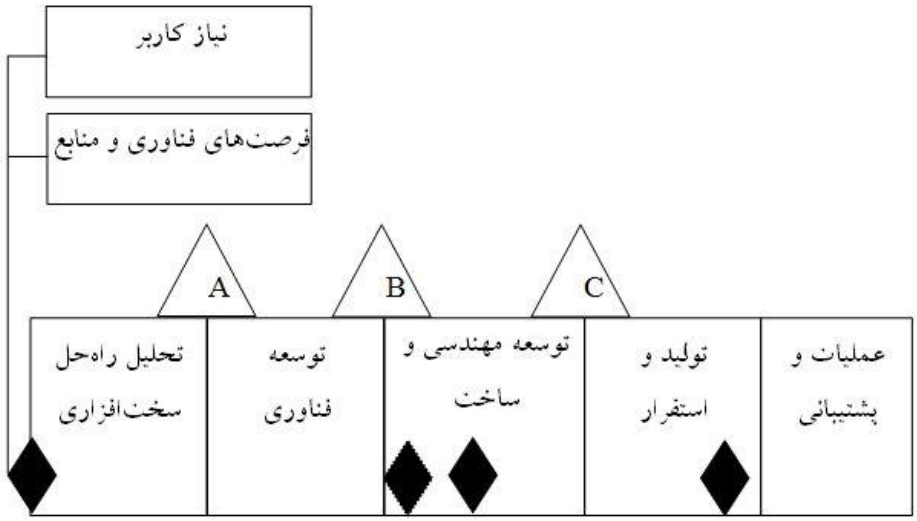
1. Liu and Tsai
2. Suharyanti
3. Alic
4. Heusner
5. Kwak and Smith
6. Szajnfarber
7. Gurumurthy and Kodali
8. Malhotra
9. Spivey
10. Bastchen
11. Eng and Quaia
12. Yang

بسیاری از سازمان‌ها تلاش می‌کنند تا روش‌شناسی متفاوتی از قبیل توسعه محصول ناب، توسعه محصول جدید ناب، توسعه محصول چابک، توسعه محصول جدید چابک و موارد دیگر را بکار گیرند، تا فرایند توسعه محصولشان را بهبود دهند و بازمهندسی کنند(گرومارتی و کدالی، ۲۰۱۲). درمقابل رویکرد توسعه گیت/دروازه محور که درخصوص موفقیت این رویکرد در شرایط توسعه به‌شدت نامطمئن، تردید وجود دارد (هاگمن و یوهانسن[1]، ۲۰۱۳).

در این بخش به معرفی مهم‌ترین نظام‌های شناخته‌شده تحقق/ توسعه محصول در سطح دنیا پرداخته می‌شود و نظام تحقق محصول چهار نهاد وزارت دفاع آمریکا، وزارت دفاع استرالیا، آژانس فضایی اروپا و ناسا تشریح می‌شود. نکته مهم و اساسی، پویایی و به‌روز بودن این نظام‌های تحقق محصول می‌باشد که مبتنی بر تغییر شرایط محیطی و یا تغییر راهبردهای سازمانی به‌روزآوری می‌شوند.

وزارت دفاع آمریکا: در وزارت دفاع آمریکا، ساختار اکتساب دفاعی از سه زیرنظام وابسته و متعامل تشکیل شده است. نخستین زیرنظام، سیستم توسعه و یکپارچگی قابلیت‌های مشترک[2] می‌باشد که با عنوان سیستم الزامات نیز شناخته می‌شود. دومین نظام، سیستم طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی، بودجه‌بندی و اجرا[3] می‌باشد که با عنوان سیستم بودجه‌بندی و تخصیص منابع نیز شناخته می‌شود. سومین نظام، سیستم اکتساب دفاعی است[4] که با عنوان سیستم آماد یا اکتساب و یا اکتساب کوچک شناخته می‌شود. این سه نظام وابسته، اکتساب بزرگ را تشکیل می‌دهند؛ نظام اکتساب وزارت دفاع همان نظام تحقق محصولات دفاعی می‌باشد. مدل اکتساب وزارت دفاع آمریکا شامل ۵ فاز زیر است (شکل ۱) (دانشگاه اکتساب دفاعی[5]، ۲۰۱۱: ۲۲۰).

1. Högman and Johannesson
2 . Joint Capabilities Integration and Development System (JCIDS)
3 . Planning, Programming, Budgeting, and Execution System (PPBES)
4 . Defense Acquisition System (DAS)
5. Defense Acquisition University



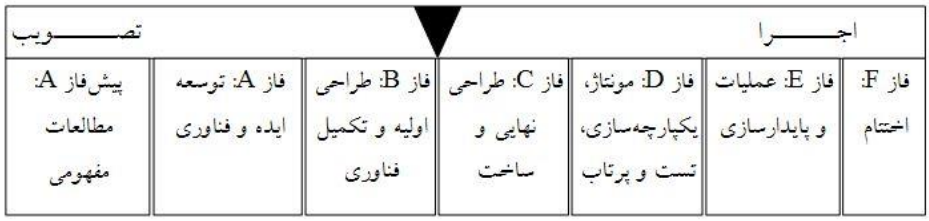
شکل ۱. فازهای مدل اکتساب وزارت دفاع آمریکا

نکته مهم این است که از زمان شکل‌دهی نظام اکتساب دفاعی تاکنون، بیش از ١٤ بار مورد بازنگری‌های کلی و جزیی قرار گرفته است تا نشانگر سیاست‌ها و راهبردهای دفاعی و تسهیل اکتساب محصولات باشد که در ادامه به تعدادی از این تغییرات اشاره می‌شود. در سال ۱۹۷۱، اولین چرخه اکتساب شامل ۳ فاز مطالعات مفهومی، توسعه با نرخ کامل و تولید و استقرار بود: در سال ۱۹۷۷ تعداد این فازها به چهار فاز افزایش یافت و فاز صحه‌گذاری/ فعالیت‌های مفهومی به دو فاز کشف گزینه ایده‌های سیستم و نمایش و صحه‌گذاری تفکیک شد. در سال ۱۹۸۷ فاز توسعه با نرخ کامل به فاز توسعه با نرخ کامل و تولید با نرخ کم تغییر پیدا کرد. در سال ۲۰۰۳ تعداد فازها به ۵ مورد رسید و توسعه ایده و توسعه فناوری از هم جدا شدند.

در میان همه نهادهای دارای نظام رسمی تحقق محصول، پویاترین نظام تحقق محصول، نظام اکتساب دفاعی وزارت دفاع آمریکا است.

ناسا: فرایندهای طراحی و توسعه محصولات در ناسا، در قالب نظام مهندسی سیستم شکل گرفته است. تدوین این فرایندها بر این مبناست که معمولاً چندین پروژه وابسته در

قالب یک برنامه مورد تصویب قرار می‌گیرد. همچنین همه الزامات و فعالیت‌ها در بستر چرخه‌عمر تعریف‌شده ناسا شکل می‌گیرند. برنامه‌ها دارای دو فاز اصلی فرموله‌سازی و اجرا می‌باشند. مدل چرخه‌عمر پروژه‌های ناسا شامل فازهای زیر است (شکل۲) (ناسا[1]، ۲۰۱۶:۷).



شکل ۲. چرخه عمر پروژه های ناسا

اولین تلاش برای مستندسازی فعالیت‌های مهندسی سیستم ناسا در سال ۱۹۸۸ شروع شد که نسخه اولیه آن در سال ۱۹۹۲ انتشار یافت. که این فازها در مدل سال ۲۰۰۷ دچار تغییرات شد. افزایش تعداد فازهای پروژه‌ها از ٦ فاز در سال ۲۰۰۵ به ۷ فاز در سال ۲۰۰۷ و نیز ایجاد یک مایلستون برای تایید در چرخه‌عمر برنامه‌ها از تغییرات این نظام می‌باشد. آخرین تغییرات این نظام در سال ۲۰۱۸ انجام شده است که بیشتر تمرکز آن بر توسعه فرایندها در قالب مدل‌های بلوغ فرایندی می‌باشد.

آژانس فضایی اروپا: آژانس فضایی اروپا در قالب برنامه استانداردسازی خود اقدام به تدوین نظامی برای برای تحقق محصولات فضایی خود کرده و همه شرکت‌ها و آژانس‌های درگیر در قراردادهای آن، ملزم به رعایت الزامات این استانداردها می‌باشند. فازهای اصلی چرخه‌عمر محصولات آژانس عبارتند از (شکل۳):

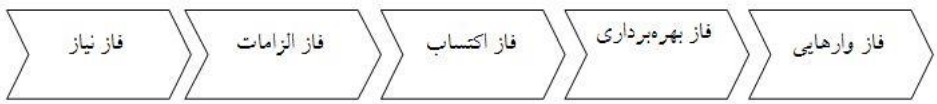
شکل ۳. چرخه‌عمر محصولات آژانس فضایی اروپا

1. National Aeronautics and Space Administration (NASA)

اولین برنامه استانداردسازی آژانس در نیمه دوم دهه ۸۰ میلادی با نام پی‌اس‌اس[1] مطرح شد. در ۱۹۹۹ اولین مورد به‌کارگیری این استانداردها در یکی از پروژه‌های فضایی انجام شد. در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶، خروجی‌های استانداردها که اکثراً در حوزه مهندسی توسعه یافته بودند، مجموعه نسبتاً کاملی از استانداردهای آژانس را به نمایش گذاشت (حدود ۱۵۰استاندارد) (مشارکت اروپایی برای استانداردسازی فضایی، ۲۰۰۸).

وزارت دفاع استرالیا: نظام اکتساب یا تحقق محصولات دفاعی که در این کشور جاری است، با نام نظام توسعه قابلیت‌های دفاعی[2] شناخته می‌شود. هدف از فرایند توسعه قابلیت‌ها، ایجاد و حفظ ترکیبی هزینه-اثربخش و موثر عملیاتی از قابلیت‌های موردنیاز برای حصول به اهداف استراتژیک دولتی می‌باشد (وزارت دفاع استرالیا، ۲۰۱٤).

این چرخه‌عمر از پنج فاز تشکیل شده است: فاز نیاز، فاز الزامات، فاز اکتساب، فاز بهره‌برداری و فاز وارهایی (شکل ٤).



شکل ٤. چرخه‌عمرتوسعه قابلیت‌های دفاعی

برای نخستین بار سند فرایند توسعه قابلیت‌ها در سال ۲۰۰۲ میلادی منتشر شد. مهم‌ترین تغییراتی که در این سال‌ها در این فرایند اتفاق افتاد، عبارتند از: در نتیجه بازنگری که در سال ۲۰۰۳ در این فرایند اتفاق افتاد، تشکیل گروهی با عنوان گروه توسعه قابلیت مدنظر قرار گرفت. وظیفه این گروه تعریف و ارزیابی قابلیت‌ها، مدیریت قابلیت‌ها و آمادوپشتیبانی از تجهیزات دفاعی می‌باشد. بازنگری دیگری در سال ۲۰۰۹ در خصوص کارایی و اثربخشی این مدل، ارزیابی ریسک‌های آتی و مدیریت بهتر بودجه‌های دفاعی انجام شد و مبنایی برای تغییر راهبردی دفاعی شد. در بازنگری که در سال ۲۰۱۱ انجام شد، موضوع حسابداری به‌عنوان یکی از ابعاد و الزامات به این مدل افزوده شد. در سال

1 . PSS (ESA Procedures, Specifications & Standards)
2 . Defense Capability Development

۲۰۱۱ موضوع استفاده از مدل ارزیابی P3M3[1] به‌عنوان یکی از قابلیت‌های مدیریتی مورد تاکید قرار گرفت (وزارت دفاع استرالیا، ۲۰۱٤).

برپایه تحلیل و بررسی انجام شده در بندهای پیشین، مقایسه‌ای از ویژگی‌های هریک از چرخه‌عمر این سازمان‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

مطالعه و بررسی این ٤ نظام تحقق محصول، نشان می‌دهد که مدیریت قوی بر این فرایندها حاکم است که با تغییر عوامل موثر، نسبت به تغییر و به‌روزآوری این نظام‌های تحقق محصول، اقدام می شود. در ادامه به تشریح اینکه این عوامل موثر شامل چه مواردی می‌باشند، پرداخته می‌شود.

مطالعات گسترده‌ای درخصوص فرایند/نظام تحقق محصول در دنیا انجام شده و در دست اقدام می باشد که در مطالعات متعددی به بررسی عوامل موثر بر فرایند/ نظام تحقق محصول پرداخته شده است. در مطالعه ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق، بررسی بیش از ۷۰ مورد از تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که متغیرهای راهبرد توسعه محصول، راهبرد اکتساب فناوری محصول جدید، میزان درگیرکردن مشتری در فرایند توسعه محصول، میزان درگیرکردن تامین‌کننده در فرایند توسعه محصول، اتخاذ رویکرد مهندسی همزمان در فرایند توسعه محصول، میزان تجربه/ بلوغ طراحی، اتخاذ رویکرد ماژولاریتی، تصمیم انتخاب پلتفرم/محصول جدید ، شایستگی‌های مدیریت پروژه سازمان، میزان تغییرپذیری الزامات مشتری در فرایند توسعه محصول، بلوغ فرایند مدیریت ریسک توسعه محصول و میزان توجه به نوآوری بر فرایند تحقق محصولات یک سازمان تاثیرگذارند. جدول ۲ لیست این متغیرها و تحقیقات انجام شده در این خصوص را نشان می‌دهد.

1 . Portfolio, Program and Project Maturity Model

جدول ۱. مقایسه مدل‌های چرخه‌عمر سازمان‌های پیشرو

سازمان / ویژگی چرخه‌عمر	ناسا	آژانس فضایی اروپا	وزارت دفاع آمریکا	وزارت دفاع استرالیا
دیدگاه مدیریت چند پروژه‌ای/ سبد پروژه	***	*	***	***
رویکرد کارفرما-پیمانکار	*	***	***	**
شفاف بودن فازها	***	**	*	*
تاکید بر نظارت و بازنگری گسترده	***	**	**	*
تاکید بر تقدم توسعه فناوری	**	رسمیت ندارد	***	**
به‌روزآوری چرخه‌عمر	**	*	***	**
راهنما: پررنگ= *** متوسط= ** کم‌رنگ= *				

در ادامه، توضیحاتی درخصوص هریک از موارد فوق باتوجه به زمینه این تحقیق ارائه می‌شود که چگونه این متغیرها بر مدیریت فرایند تحقق محصول تاثیرگذار می‌باشند:

رویکرد مهندسی همزمان: هدف از طرح رویکرد مهندسی همزمان در فرایند توسعه محصول، این است که ما در فرایند طراحی و توسعه به جنبه‌های ساخت، تولید و بهره‌برداری و عملیات سیستم‌ها نیز توجه کنیم و تیم‌هایی از این واحدها در تیم طراحی و توسعه حضور داشته و این فعالیت‌ها را طرح‌ریزی و مدیریت کنند.

میزان درگیری و تعامل با مشتری: مطمئناً یکی از ویژگی‌های اصلی سازمان‌های درگیر در توسعه محصولات پیچیده، تعامل با مشتری در فازهای مختلف می‌باشد. نظام تحقق محصول باید این تعاملات را در فازهای مختلف با مکانیزم‌های مختلف سازماندهی کند تا ضمن تبیین دقیق نیاز مشتری، پاسداشت آن در فاز طراحی و توسعه بخوبی انجام شود و در زمان تولید و تحویل‌دهی و بهره‌برداری نیز نیازهای مشتری برآورده شود.

بلوغ طراحی واحدهای توسعه محصول: همه واحدهای طراحی از سطح بلوغ یکسانی برخوردار نیستند. خبرگی طراحان و تجربه آنها در طراحی محصول بخصوص در فاز طراحی مفهومی می‌تواند بسیار مهم باشد و هرچه این خبرگی بیشتر باشد، جنبه‌های بیشتری از موضوعات و الزامات بعدی در همان ابتدای پروژه مشخص است. این موضوع به‌شدت بر روی کاهش برگشت‌ها در فرایند تحقق محصول تاثیرگذار می‌باشد.

راهبرد طراحی ماژولار: تنوع محصولات و لزوم کاهش زمان و هزینه پروژه‌ها در دنیا به روش های مختلفی مدیریت شده است. رویکرد طراحی ماژولار به‌دنبال خلق طیف وسیعی از محصولات از یک خانواده محصول با کمترین تغییر در معماری کلان محصول است. در این رویکرد، در یک فرایند تحقق محصول، به‌جای توسعه یک محصول واحد، خانواده‌ای از محصولات، توسعه می‌یابند.

جدول ۲. عوامل موثر در فرایند تحقق محصول در تحقیقات منتشرشده

ردیف	عوامل موثر در فرایند تحقق محصول	تحقیقات انجام شده
۱	مهندسی همزمان در فرایند توسعه محصول	(دکرز[1] و همکاران،۲۰۱۳)؛ (تانگ[2] و همکاران، ۲۰۰۰)؛ (هاک[3] و همکاران، ۲۰۰۰)؛ (مولر و فیرلی کلارک[4]، ۲۰۰۳)
۲	تصمیم انتخاب پلتفرم/ محصول جدید	(چنو و ویلمون[5]، ۱۹۷۳)؛ (دی برنتانی و دراگ[6]، ۱۹۸۵)؛ (اوزر[7]، ۲۰۰۵)؛ (تولونن[8] و همکاران، ۲۰۱۷)؛ (ارهان و اسپیت[9]، ۲۰۱٤)؛ (هارلند و یورور[10]، ۲۰۱۵)
۳	درگیرکردن مشتری در فرایند توسعه محصول	(لین[11] و همکاران، ۲۰۱۳)؛ (گافین و نئو[12]، ۲۰۰۱)؛ (لاگروسن[13]، ۲۰۰۵)؛ (گرونر و هامبورگ[14]، ۲۰۰۰)؛ (استنمارک[15] و همکاران، ۲۰۱۱)؛ (جلسی و دکپمن[16]؛ ۲۰۱۳)؛ (وانکورسوانت و تونالو[17]، ۲۰۰۲) (توکلی و سایرین،۱۳۹٤)

1. Dekkers
2. Tang
3. Haque
4. Müller and Fairlie-Clarke
5. Chenu and Wilemon
6. De Brentani and Droge
7. Ozer
8. Tolonen
9. Urhahn and Spieth
10. Harland and Yörür
11. Lin
12. Goffin and New
13. Lagrosen
14. Gruner and Homburg
15. Stenmark
16. Djelassi and Decoopman
17. Von Corswant and Tunälv

ردیف	عوامل موثر در فرایند تحقق محصول	تحقیقات انجام شده
٤	تجربه طراحی	(چـان[1] و همکـاران، ۲۰۱۱)؛ (بارشـک و ویلمـون[2]، ۲۰۰۳)؛ (لـویس[3]، ۲۰۰۱)؛ (احمد و همکاران، ۲۰۱۳)
٥	ماژولاریتی	(موفاتو[4]، ۱۹۹۹)؛ (شوه[5] و همکاران، ۲۰۱٤)
٦	مدیریت پروژه در فرایند توسعه محصول	(پـنس، ۲۰۰۸)؛ (راوات و دیـوکر، ۲۰۱٤)؛ (دی مـایو همکـاران، ۱۹۹٤)؛ (دلاوری،۱۳۹٥)؛ (حکیمی‌ان و سایرین، ۱۳۹۳)
۷	الزامات مشتری در فرایند توسعه محصول	(جیـائو و چـن[6]، ۲۰۰٦)؛ (فـاش و شـریر[7]، ۲۰۱۱)؛ (رنگـن و ولـو[8]، ۲۰۱٤)؛ و همکاران، ۲۰۱۳)؛ (سو[9] و همکاران، ۲۰۰۷)
۸	مدیریت ریسک توسعه محصول	(بچمن و همکاران، ۲۰۱۸)؛ (انگ و کوایا، ۲۰۰۹)؛ (یانگ و همکاران، ۲۰۱٤)
۹	راهبرد توسعه محصول	(کیم[10] و همکاران، ۲۰۰٥)؛ (فانتزی و سالم[11]، ۲۰۱٦)؛ (دوال و نات[12]، ۲۰۱۰)
۱۰	درگیرکردن تامین‌کننده در فرایند توسعه	(عبـدالملکی و احمـدیان، ۲۰۱٦)؛ (پترسـن[13] و همکـاران، ۲۰۰٥)؛ (کوتابـه و اسـکات سـوان[14]، ۱۹۹٥)؛ (ویلسـن[15] و همکـاران، ۱۹۹٥)؛ (فرانکـورت[16]، ۲۰۱٦)؛ جاسوالا و ساشیتال[17]، ۱۹۹۸)؛ مک‌ایور[18] و همکـاران، ۲۰۰٦)؛ لزلـک[19]

1. Chan
2. Barczak and Wilemon
3. Lewis
4. Muffatto
5. Schuh
6. Jiao and Chen
7. Fuchs and Schreier
8. Ringen and Welo
9. Su
10. Kim
11. Fantazy and Salem
12. De Waal and Knott
13. Petersen
14. Kotabe and Scott Swan
15. Wilson
16. Frankort
17. Jassawalla and Sashittal
18. McIvor
19. Wlazlak

ردیف	عوامل موثر در فرایند تحقق محصول	تحقیقات انجام شده
	محصول	و همکاران، ۲۰۱۸)؛ دمبروسکی و کارل[1]، ۲۰۱۶)؛ (فلیس و بکر[2]، ۲۰۰۶)؛ (وانکورسوانت و تونالو، ۲۰۰۲)
۱۱	اکتساب فناوری محصول جدید	(اسکات[3]، ۲۰۰)؛ (زو[4] و همکاران، ۲۰۱۲)
۱۲	نوآوری	(الیاسی و شفیعی، ۱۳۹۳)؛ حسینی و سایرین، ۱۳۹۵)؛ (منطقی و سایرین، ۱۳۹۷)

انتخاب پلتفرم محصولی مناسب: در بسیاری از موارد، پلتفرم محصول (خواست بهره‌بردار یا فرصت انتقال تکنولوژی) به تیم طراحی و توسعه تحمیل می‌شود. باتوجه به اینکه انتخاب پلتفرم محصول یکی از فعالیت‌های اصلی است که باید در فاز طراحی سیستمی محصول شکل گیرد، اگر این قید از بیرون به سازمان طراحی تحمیل شود، باید فرایند تحقق محصول، تمهیداتی را برای لحاظ کردن الزامات مورد نیاز در کل چرخه‌عمر محصول درنظر گرفته باشد.

شایستگی سازمان در مدیریت طرح‌ها (شامل چندین پروژه): پروژه‌های سیستمی دفاعی، اغلب به‌صورت یک طرح واحد در قالب چندین پروژه شروع می‌شوند (چندین پروژه فناوری، زیرساخت، محصول و ...). لازم است مدیریت این طرح ها به‌صورت واحد و یکپارچه انجام شود تا ضمن دستیابی به اهداف هریک از پروژه‌ها، به اهداف طرح کلان نیز دست یابیم. یعنی اینکه نظام تحقق محصول، با مدیریت طرح کلان (مگاپروژه) هماهنگی کامل داشته باشد.

تغییر مداوم الزامات مشتری: مشتریان با خواسته‌های متفاوتی روبرو می‌شوند و مایلند که همه این خواسته ها را در یک محصول تحویل بگیرد. اگر در فازهای ابتدایی و شروع پروژها، تضمین کافی از مشتری اخذ نشود و نیز الزامات او به‌دقت تعیین نشود و یا اینکه

1. Dombrowski and Karl
2. Fliess and Becker
3. Scott
4. Xu

بلوغ مشتری در تبیین نیاز اندک باشد، در فازهای بعد با اصلاح و برگشت بـه عقـب مواجـه می شویم که هزینه‌زا بوده و روند توسعه پروژه را سخت می‌کند و یا به بن‌بست مـی‌کشـاند. این موضوع باید در مدیریت نظام تحقق محصول بدقت مراقبت شود.

مدیریت ریسک توسعه محصول: فرایند تحقق محصولات پیچیده با ریسک‌هـای فنـی و مدیریتی متنوعی روبروست. هرچه سازمان‌ها دارای تجربه بهتری در مـدیریت ریسـک‌هـای توسعه محصول باشند، بهتر می‌توانند فرایند تحقق خود را مـدیریت کننـد. بـرای مثـال اگـر سازمانی تجربه بهتری در انتقال فناوری‌های جدید به محصول باشد، می‌توانـد فراینـد تحقـق محصول ساده‌تری را طرح‌ریزی و استفاده کند. و یا اگر سـازمانی تجربـه کـافی در مـدیریت ذینفعان پروژه‌ها داشته باشد، در فرایند تحقق محصولات خود بـا رفـت و برگشـت کمتـری مواجه است.

راهبرد توسعه محصول مناسب: انتخاب راهبرد توسعه محصول به ایـن معنـی اسـت کـه نیاز مشتری با توسعه یک محصول برآورده شود و یا اینکه با توجـه بـه معیارهـایی از قبیـل پیچیدگی پروژه، زمان طـولانی اکتسـاب محصـول، عـدم بلـوغ فنـاوری و غیـره، بایـد چنـد محصول میانی به مشتری تحویل داده شود و یا اینکـه طـی چنـد تکـرار محصـول نهـایی را ارائه کند.

درگیرکردن تـامین‌کننـده در فراینـد توسـعه محصـول: امـروزه سـازمان‌هـای موفـق دنیـا تامین‌کنندگان را به‌عنوان عضوی از تیم‌هـای طراحـی و توسـعه خـود مـی‌بیننـد و از همـان شروع پروژه آنها را وارد فرایند می‌کنند. اینکه یـک سـازمان چقـدر بـه ایـن رویکـرد اعتقـاد داشـته باشـد و چقـدر در پیـاده‌سـازی ایـن رویکـرد، موفـق بـوده اسـت، در فراینـد تحقـق محصولات آن تاثیرگزار است.

انتخاب راهبرد اکتساب فناوری: نکته ای کـه اینجـا بیشـتر مـورد تاکیـد اسـت، تصـمیم درمورد توسعه دورن‌زای همه فناوری‌ها و یا بهره‌برداری از شبکه است. مطمئنا ایـن تصـمیم از رویکرد شبکه‌سازی سازمان متاثر است.

نوآوری: تمرکز بر نوآوری و بخصوص نوآوری باز به این نکتـه اشـاره دارد کـه سـازمان می‌تواند فعالیت‌های خود را به‌صورتی طرح‌ریزی کند که در هریک از فازهای تحقق محصول

خود تعامل فعالی با محیط پیرامونی داشته باشد. برای مثال اگر سازمانی راهبرد افزایش عمق دانش طراحی و ساخت خود را داشته باشد، بیشتر فرایند تحقق محصول را به‌صورت درونی انجام می دهد. ولی به‌طور مثال، اگر سازمانی فقط بر قابلیت‌های یکپارچه‌سازی سامانه‌ها می‌خواهد تمرکز کند، می‌تواند زیرسیستم‌ها و زیرمجموعه‌های محصولی را از شبکه بیرونی تامین کند و در هریک از فازها، تنها فعالیت‌های یکپارچه‌سازی را مدنظر قرار دهد. در ادامه و براساس یافته‌های این مرحله از تحقیق، مصاحبه‌هایی نیمه‌ساختاریافته با ١٤ نفر از مدیران ارشد سازمان‌های دفاعی و مدیران این پروژه‌ها انجام شد و صحه‌گذاری یافته‌های مقالات درخصوص محصولات دفاعی کشور مورد کنکاش قرار گرفت.

مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته ضمن تایید نتایج مطالعات انجام شده و عوامل شناسایی‌شده در مرحله پیشین، براساس وضعیت سازمان‌های دفاعی و پروژه‌های پیچیده دفاعی، ٦ متغیر شامل میزان بلوغ فرایندی، میزان بلوغ فنی، داشتن تجربه شکل‌دهی به تیم‌های توسعه محصول، سازماندهی مناسب، دسترسی به نیروی انسانی خبره و قابلیت سازمان در شبکه‌کردن سیستم‌ها را به لیست عوامل ١٢ گانه پیشین افزود.

مدل مفهومی تحقیق

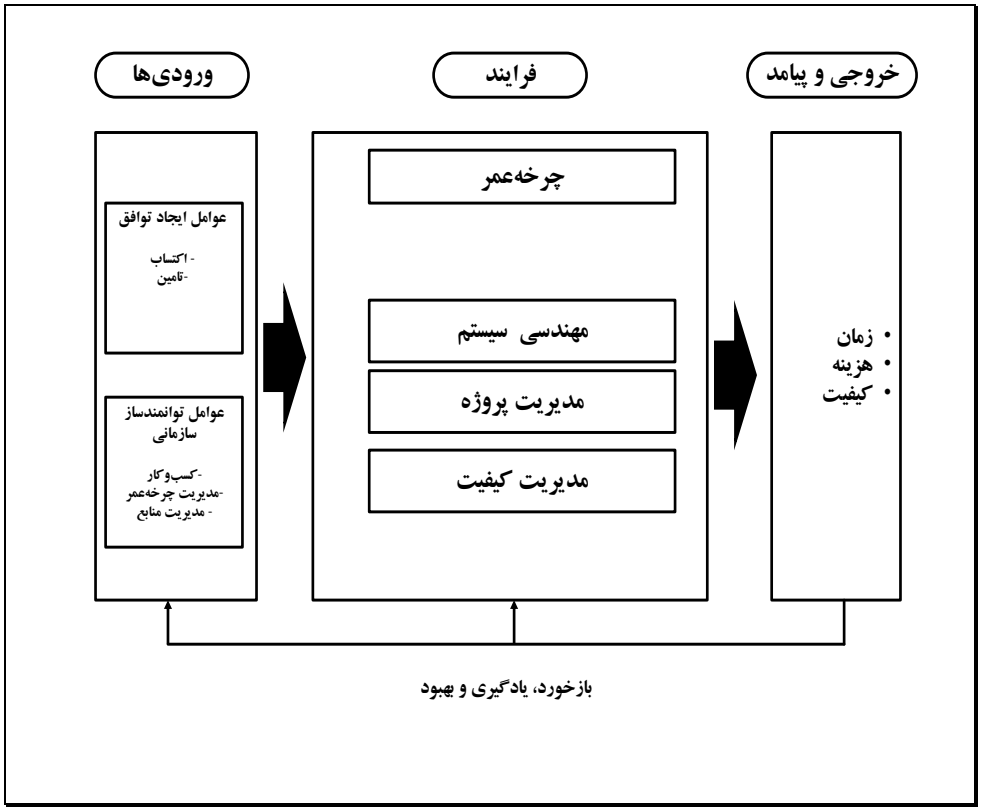
مطالعه نظام‌های تحقق محصول ٤ سازمان پیشرو و نتایج بررسی پیشینه تحقیقات مرتبط و نیز مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته درخصوص محصولات سیستمی پیچیده دفاعی کشور، این فرضیه را شکل می‌دهد که مجموعه عوامل مختلفی، ورای فازبندی چرخه‌عمر محصولات در مدیریت نظام تحقق محصولات دفاعی باید درنظر گرفته شوند.

با توجه به ١٨ متغیر شناخته‌شده از دو گام پیشین، موضوع کسب‌وکار سازمان، توافق با ذینفعان، مدیریت منابع، مدیریت پروژه و راهبرد توسعه محصول به‌عنوان سرفصل‌های اصلی عوامل موثر بر مدیریت نظام تحقق محصولات مدنظر می‌باشند.

این مجموعه عوامل باید در یک چارچوب فکری منتظم و در الگوی فرایندی تبیین شوند. توسعه چارچوب‌هایی برای دسته‌بندی عوامل موثر در مدیریت فرایندهای تحقق محصول، همواره مورد توجه استانداردهای مختلف بوده است. با انتشار سری استانداردهای

ایزو ۱۵۲۸۸ اغلب استانداردها از این سری استاندارد تبعیت کرده و به سمت این مدل همگرا شده‌اند. مدل این استاندارد به‌صورت کلی بوده و سازمان‌های مختلف می‌توانند براساس حوزه فعالیتی خود از این استاندارد بهره‌برداری نمایند.

با مبنا قرار گرفتن دسته‌بندی ارائه شده در استاندارد ایزو ۱۵۲۸۸، مدل مفهومی ذیل (شکل ۵) با توجه به ویژگی‌های محصولات دفاعی کشور برای این تحقیق، درنظر گرفته شد. این مدل مفهومی، به‌صورت سیستمی ارتباط بین ورودی‌ها (عوامل ایجاد توافق و عوامل توانمندسازی سازمانی)، فرایندها (مهندسی سیستم، مدیریت پروژه و مدیریت کیفیت) و خروجی ها (زمان، هزینه و کیفیت) را در نظام تحقق محصولات دفاعی نشان می دهد. فرایندهای مهندسی سیستم، مدیریت پروژه و مدیریت کیفیت در بستر چرخه‌عمر محصولات سیستمی دفاعی باید استقرار یابند. از تفاوت‌های این مدل با دسته‌بندی مدل ایزو می توان به جدا شدن مدیریت کیفیت و مهندسی سیستم از مدیریت پروژه و نیز ادغام مدیریت سبد پروژه‌ها در مدیریت پروژه نام برد.



شکل ۵. مدل مفهومی تحقیق

روش‌شناسی تحقیق

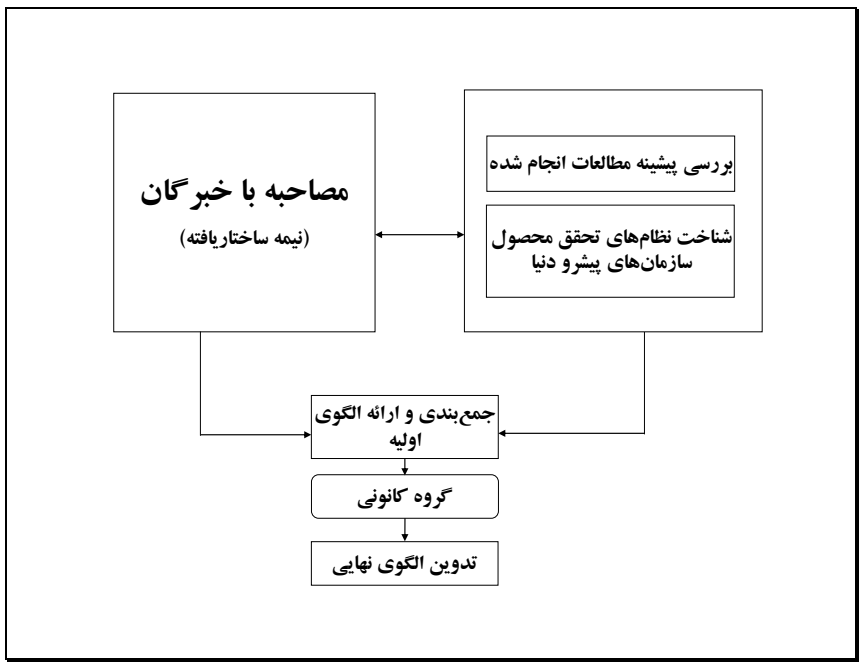
تحقیق حاضر از جنبه هدف، از نوع تحقیقات کاربردی و یا صحیح‌تر، تحقیقات توسعه کاربردی دسته‌بندی می‌شود. این تحقیق از نظر نوع داده‌ها، جزو تحقیقات کیفی دسته‌بندی می‌شوند. در فاز نخست تحقیق، از روش مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و در گام نهایی از گروه کانونی از روش‌های تحقیق کیفی استفاده شده است. تحقیق از نظر روش، از نوع تحقیقات توصیفی – پیمایشی دسته‌بندی می‌شود.

مراحلی که برای اجرای این تحقیق پیش‌بینی شده است، در شکل ٦ نشان داده شده است. در فاز نخست، پس از مطالعه ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق و ارزیابی سازمان‌های پیشرو منتخب، نتایج کار با انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته تکمیل و صحه‌گذاری می‌شود. مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته حالتی بین مصاحبه‌های کاملاً

ساختاریافته و مصاحبه‌های غیرساختاریافته دارند و از مزیت‌های هر دو سر طیف بهره می برند. در این نوع از مصاحبه‌ها سعی می‌شود درحالیکه کلیت موضوع و سوالات مدنظر حفظ شود، نقطه‌نظرات تکمیلی نیز از مصاحبه‌گر اخذ شود و ابعاد جدیدی از موضوع نیز آشکار شود.

در این تحقیق از ١٤ نفر از خبرگان که به‌طور مستقیم درگیر توسعه محصولات سیستمی پیچیده دفاعی بودند و سالهای متمادی با فرایند تحقق محصولات پیچیده دفاعی درگیر بوده و نقش های مختلفی از مدیریت پروژه‌ها تا مدیریت سازمان‌های توسعه‌دهنده این محصولات را عهده‌دار بودند، استفاده شد. این افراد مطلع‌ترین نفراتی بودن که باوجود دشواری های گسترده‌ای که وجود داشت، مصاحبه شدند و نقطه‌نظرات آنها ثبت و ضبط شد.

برپایه یافته های این فاز، الگوی مفهومی تحقیق، تدوین شد. این الگو به‌عنوان ورودی به فاز بعدی تحقیق که مبتنی بر گروه کانونی بود در نظر گرفته شد.



شکل ٦. مراحل اجرای تحقیق

گروه کانونی یک ابزار تحقیق کیفی است. در یک معنی گسترده، گروه کانونی بحث‌های طرح ریزی شده و دقیقی برای حصول درک اعضای گروه در یک زمینه مشخص می‌باشد و معمولاً بین ۵ تا ۱۲ نفر را شامل می‌شود و بحث‌ها بوسیله یک جمع‌کننده تسهیل می‌شود. اعضا بر مبنای مشخصه‌های شخصی‌شان در این زمینه انتخاب می‌شوند. این روش می‌تواند به‌عنوان یک روش مستقل یا در کنار سایر روش‌های کمی و کیفی مورد استفاده قرار گیرد(لنگفورد و مک‌دانگل[1]، ۲۰۰۳).

پس از جمع‌آوری داده‌هایی که از منابع مختلف حاصل شده بود، گروه‌های کانونی مدنظر با مشارکت ۷ نفر از خبرگان این حوزه تشکیل شد. در این گروه کانونی نتایج گام پیشین تحقیق ارائه شد و برخی موارد به لیست موضوعات اضافه شد. همچنین در برخی از موضوعات دارای همپوشانی و یا ابهام دچار تغییراتی گردید. خروجی اصلی این گروه کانونی، الگوی فرایندی مدیریت نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی می‌باشد.

یافته‌ها و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

تشکیل گروه کانونی با ورودی‌های حاصله از مرحله پیشین تحقیق انجام شد و متغیرهای تاثیرگزار ۱۸ گانه در این مرحله از تحقیق مورد تایید گرفت. در ادامه طی جلسات برگزار شده موارد یازده‌گانه‌ای نیز به این موارد اضافه شد که در ادامه به آنها اشاره می‌شود. لیست نهایی شاخص‌های ۲۹ گانه شناسایی شده در این تحقیق که مورد تایید گروه کانونی نیز قرار گرفته است، در جدول ۳ آورده شده است.

دسته‌بندی پروژه‌های پیچیده دارای سابقه طولانی است و در مدل‌های وزارت دفاع آمریکا و ناسا با دقت رعایت می‌شود. هرچه پروژه‌ها از حجم و گستردگی بیشتری برخوردار باشند (معمولاً هزینه‌های بالاتری نیز دارند)، نظارت بر آنها سخت‌گیرانه و با دقت بیشتری همراه است و بدین شکل مدیریت فرایند تحقق این محصولات نیز دارای تفاوت‌های بیشتری با سایر محصولات می‌باشد. برای مثال، در یک محصول نظامی سرنشین‌دار، حجم این نظارت‌ها به اوج خود می‌رسد. بدین منظور، شاخص «پیچیدگی محصول» به شاخص‌های موثر در مدیریت نظام تحقق محصولات دفاعی افزوده شد.

1. Langford and McDonagh

نظر به اهمیت انتقال محصولات پیچیده دفاعی از مرحله تحقیق بـه تولیـد کـه بـا هـدف فراهم‌شدن مقدمات تولید انبوه سامانه‌ها صورت مـی‌گیـرد، شـاخص «راهبـرد و سـازماندهی مناسب در انتقال محصول از تحقیق به تولید» به لیست شاخص‌های پیشین اضافه شـد. ایـن موضوع یکی از تفاوت‌های اصلی نظام تحقق محصولات دفاعی کشـور بـا سـایر نظـام‌هـای تحقق محصول شناخته‌شده در دنیا می‌باشد.

پویایی شرایط محیط بیرونی و نحوه تاثیرگزاری آن بر فرایند تحقق محصـولات ناشـی از رشد سریع فناوری‌ها و ماهیت تهدیدات و نیز مباحثی از قبیل تحـریم‌هـای بـین‌المللـی ایـن بخش، نیز در طرح‌ریزی فرایند تحقق محصولات پیچیده دفاعی مـوثر تشـخیص داده شـد و بدین ترتیب متغیرهای «ملاحظات سیاسی و بین‌المللی»، «تغییر سریع شرایط محـیط نبـرد» و «عدم تحقق/نوسان بودجه‌ها» نیز به لیست عوامل اضافه شد.

سیستم‌های دفاعی باید از کیفیت و قابلیت اعتماد بالایی برخـوردار باشـند تـا در شـرایط نبرد و عملیات واقعی همچنان قادر به انجام ماموریت خود باشند. طی مبـاحثی کـه در گـروه کانونی مطرح شد، دو شاخص «شایستگی سازمان در تضمین کیفیـت پـروژه‌هـا» و «اسـتقرار فرایندهای قابلیت اطمینان (اعتماد) در محصولات» نیـز بـه‌عنـوان شـاخص‌هـای کیفیتـی بـه شاخص‌ها اضافه شد. مطمئناً در توسعه سیستم‌هایی کـه موضـوع کیفیـت از اهمیـت بـالایی برخوردار است باید نظام تحقق محصول به‌گونه‌ای طرح‌ریـزی و اسـتقرار یابـد کـه حـداکثر نظارت بر پروژه‌ها در گذر از مایلستون‌ها و نقاط کلیدی تصمیم صـورت پـذیرد (بخصـوص در بـازنگری‌هـای فنـی پـروژه‌هـا). بـه‌عنـوان مثـال در نظـام مهندسـی سیسـتم ناسـا، ایـن بازنگری‌های فنی که تضمین‌کننده کیفیت محصولات می‌باشـند، در سـطح ۱ (سـطح سـامانه) تا ۱٤ مورد می‌تواند وجود داشته باشد. همچنین این موضوع در مـدل آژانـس فضـایی اروپـا نیز که موضوع قابلیت اطمینان‌های بسیار بالا مطرح است، دارای سابقه می‌باشد.

درخصوص شاخص شایستگی سازمان در مـدیریت پـروژه‌هـا، تغییراتـی در شـاخص‌هـا صورت پذیرفت: نخست اینکه باوجود هم‌پوشانی نظام مدیریت پـروژه و مهندسـی سیسـتم، در پروژه‌های پیچیده این دو نظام باید از یکدیگر متمایز درنظر گرفتـه شـوند. ایـن موضـوع در مدل ناسا، آژانس فضایی اروپا و وزارت دفاع آمریکا رایـج اسـت. در پـروژه‌هـای پیچیـده

دفاعی نیز به‌دلیل حجم گسترده فعالیت‌های فنی، امکان انجام مدیریت سیستمی کار به‌وسیله مدیران پروژه غیرممکن می‌شود و نظام مستقلی برای مهندسی سیستم (شامل مدیریت پیکربندی، مدیریت الزامات، مدیریت وجوه مشترک، تصدیق و صحه‌گذاری و ...) را می‌طلبد. این کار مطمئناً در طرح‌ریزی فرایند تحقق محصولات دفاعی موثر است و باید در مدیریت این فرایند به آن توجه شود. با این استدلال و سابقه، متغیر دیگری با عنوان «شایستگی سازمان در مهندسی سیستم‌ها و سیستم سیستم‌ها» به متغیرها اضافه شد.

همچنین، با افزایش تجربه سازمان‌ها در مدیریت پروژه‌های پیچیده، قابلیت آنها در شکست سامانه‌ها و یکپارچگی پروژه‌ها بیشتر می‌شود و این کار نیز می‌تواند بر طرح‌ریزی و مدیریت فرایند تحقق محصول تاثیرگذار باشد، بدین‌گونه که فرایند بر یکپارچه‌سازی سامانه‌ها فقط در سطح بالا متمرکز خواهد شد و یکپارچگی سطوح پایین به شبکه واگذار خواهد شد. با این توضیح، متغیر «شایستگی سازمان در تعیین ساختار شکست پروژه» نیز به عوامل موثر افزوده شد.

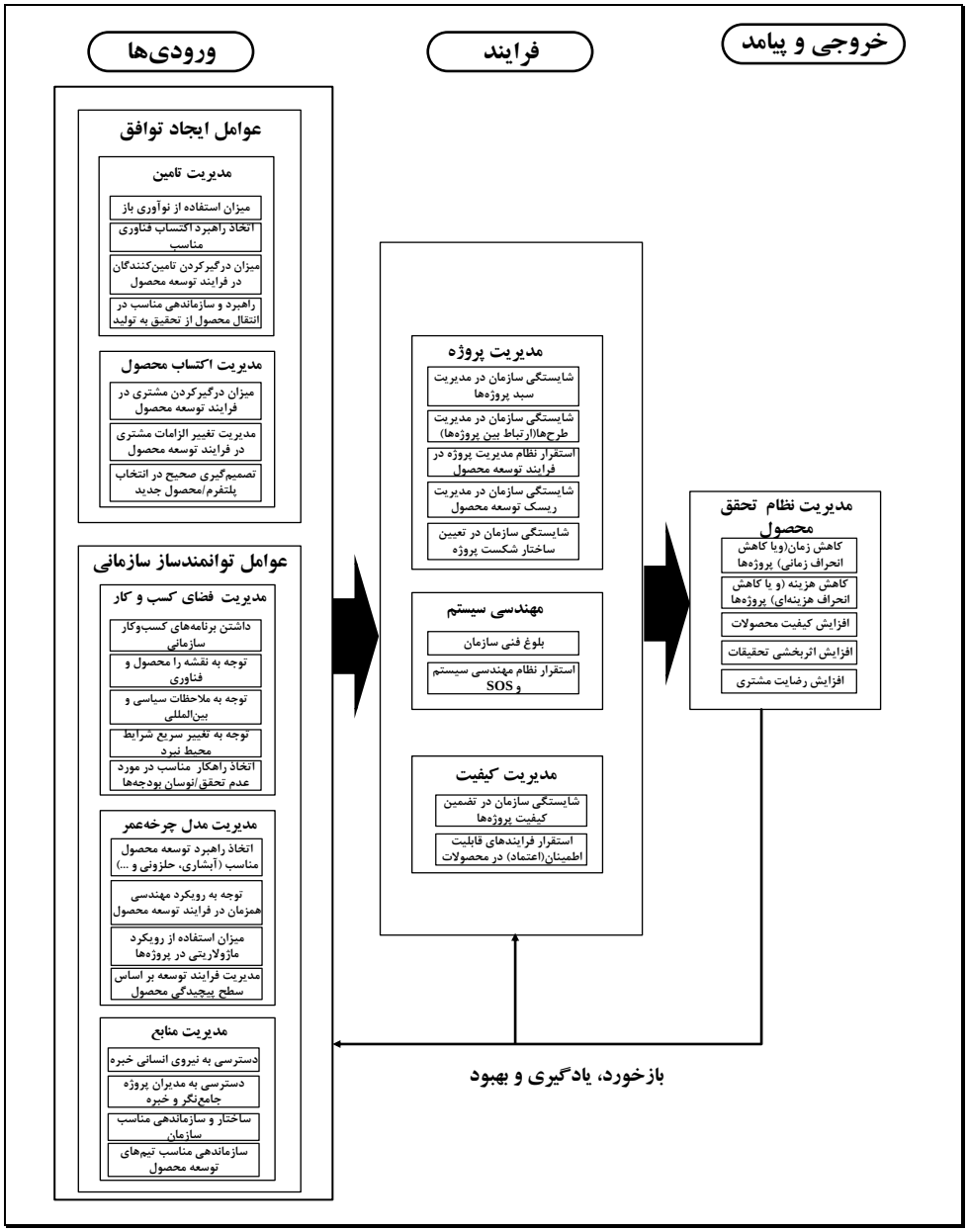
یکی دیگر از موضوعاتی که در گروه کانونی مدنظر قرار گرفت، داشتن برنامه کسب‌وکار سازمانی و وجود نقشه‌راه محصول و فناوری می‌باشد. این برنامه‌های کسب‌وکار اجازه می‌دهد که پروژه‌ها از مسیرهای مشخصی به فرایند تحقق محصول وارد شوند و در مدیریت این فرایند باید به آنها توجه کافی شود. برای مثال در مدل وزارت دفاع آمریکا، شروع پروژه‌ها از تنها ۳ نقطه مشخص به فرایند تحقق محصول امکان‌پذیر است و این موضوع همواره در مدیریت این فرایند مدنظر بوده است و در مقاطع مختلف، در راهبردهای توسعه محصولات مدنظر بوده است. دو شاخص «داشتن برنامه‌های کسب‌وکار سازمانی» و «وجود نقشه راه محصول و فناوری» با توافق گروه کانونی به عوامل افزوده شد.

جدول ۳. لیست نهایی عوامل موثر در نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی

لیست نهایی
۱. داشتن برنامه‌های کسب‌وکار سازمانی
۲. وجود نقشه راه محصول و فناوری

لیست نهایی
۳. توجه به ملاحظات سیاسی و بین‌المللی
٤. توجه به تغییر سریع شرایط محیط نبرد
٥. اتخاذ راهکار مناسب در مورد عدم تحقق/نوسان بودجه‌ها
٦. میزان استفاده از نوآوری باز
۷. اتخاذ راهبرد اکتساب فناوری محصول مناسب
۸. میزان درگیرکردن تامین‌کنندگان در فرایند توسعه محصول
۹. راهبرد و سازماندهی مناسب در انتقال محصول از تحقیق به تولید
۱۰. دسترسی به نیروی انسانی خبره
۱۱. دسترسی به مدیران پروژه جامع‌نگر و خبره
۱۲. ساختار و سازماندهی مناسب سازمانی
۱۳. سازماندهی مناسب تیم‌های توسعه محصول
۱٤. میزان درگیرکردن مشتری در فرایند توسعه محصول
۱٥. میزان تغییر الزامات مشتری در فرایند توسعه محصول
۱٦. تصمیم‌گیری صحیح در انتخاب پلتفرم/ محصول جدید
۱۷. اتخاذ راهبرد توسعه محصول مناسب (آبشاری، حلزونی، تعداد محصول می‌انی و ...)
۱۸. توجه به رویکرد مهندسی همزمان در فرایند توسعه محصول(ملاحظات ساخت و تولید و عملیات از ابتدای طراحی)
۱۹. میزان استفاده از رویکرد ماژولاریتی در پروژه‌ها
۲۰. مدیریت فرایند توسعه بر اساس سطح پیچیدگی محصول
۲۱. شایستگی سازمان در تضمین کیفیت پروژه‌ها
۲۲. استقرار فرایندهای قابلیت اطمینان (اعتماد) در محصولات
۲۳. استقرار نظام مهندسی سیستم و SOS
۲٤. بلوغ فنی سازمان
۲٥. شایستگی سازمان در مدیریت سبد پروژه‌ها
۲٦. شایستگی سازمان در مدیریت طرح ها(ارتباط بین پروژه‌ها)
۲۷. استقرار نظام مدیریت پروژه در فرایند توسعه محصول
۲۸. شایستگی سازمان در مدیریت ریسک توسعه محصول
۲۹. شایستگی سازمان در تعیین ساختار شکست پروژه

مهم‌ترین خروجی این تحقیق، الگویی فرایندی برای مدیریت نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی کشور می‌باشد که در شکل ۷ نشان داده شده است. این الگو براساس شرایط بومی کشور ما و وضعیت صنایع دفاعی کشور تدوین شده است. الگوی ارائه‌شده شامل ۲۹ متغیر اصلی تاثیرگذاری می‌باشد که در مرحله پیشین تحقیق نهایی شد.



شکل ۷. الگوی فرایندی مدیریت نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی کشور

الگوی ارائه شده مبتنی بر دسته‌بندی‌های استاندارد ایزو ۱۵۲۸۸ می‌باشد که به‌صورت سیستمی ارتباط بین ورودی‌ها (عوامل ایجاد توافق و عوامل توانمندساز سازمانی)، فرایندها (مهندسی سیستم، مدیریت پروژه و مدیریت کیفیت) و خروجی‌ها (زمان، هزینه و کیفیت)

را در نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی نشان می‌دهد. برای خروجی‌ها و پیامدهای این الگوی ارائه‌شده از ۵ شاخص استفاده شد: کاهش زمان یا انحراف زمانی پروژه‌ها، کاهش هزینه یا انحراف هزینه‌ای پروژه‌ها، افزایش کیفیت محصول، افزایش اثربخشی تحقیقات و افزایش رضایت مشتری.

درحالیکه شاخص های کاهش زمان و کاهش هزینه پروژه‌ها به‌صورت کلان به روند کاهشی در زمان و هزینه اشاره دارند، انحراف هزینه و زمان واقعی از مقادیر برآوردشده در ابتدای پروژه، در یک پروژه خاص به نتایج حاصله اشاره دارد. افزایش اثربخشی تحقیقات از جمله شاخص هایی است که عملکرد داخلی یک سازمان را نشان می‌دهد که به شاخص هایی دیگری در داخل سازمان‌ها وابسته است. برای مثال در یک سازمان دفاعی، از مهم‌ترین شاخص‌ها، نرخ موفقیت آزمون‌های عملیاتی سامانه‌ها می‌باشد که نشانگر موفقیت یا عدم موفقیت فعالیت‌های تحقیق و توسعه می‌باشد.

شاخص های افزایش کیفیت محصول و افزایش رضایت مشتری نیز به‌عنوان دو شاخص اصلی که عملکرد شرکت های صنعتی را با آنها می‌سنجند، مدنظر قرار گرفت. درحالی‌که افزایش کیفیت محصول بیشتر به مشخصه‌های عملکردی محصول تاکید دارد، شاخص افزایش رضایت مشتری دارای دیدگاه جامع‌تری در این خصوص بوده و علاوه بر رضایت از کیفیت محصول، به کیفیت ارائه خدمات پس از فروش، قیمت محصول و خدمات ارائه شده، میزان توجه به نیازهای مطرح‌شده از سوی مشتری، سرعت پیگیری در رفع ایرادها و خرابی‌ها اشاره دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این تحقیق، الگویی فرایندی برای مدیریت نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی کشور ارائه شد. این الگو براساس شرایط بومی کشور ما و وضعیت صنایع دفاعی کشور تدوین شده است. الگوی ارائه‌شده شامل ۲۹ متغیر اصلی تاثیرگذار می‌باشد که در ۸ دسته عوامل تبیین شده‌اند. الگوی ارائه شده مبتنی بر دسته‌بندی‌های استاندارد ایزو ۱۵۲۸۸ می باشد که به‌صورت سیستمی ارتباط بین ورودی‌ها (عوامل ایجاد توافق و عوامل

توانمندساز سازمانی)، فرایندها (مهندسی سیستم، مدیریت پروژه و مدیریت کیفیت) و خروجی ها (زمان، هزینه و کیفیت) را در نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی نشان می‌دهد.

الگوی مذکور با شناسایی جامع عوامل موثر بر فرایند تحقق محصول، بررسی تجارب سازمان های پیشرو منتخب، مصاحبه با ١٤ نفر از مدیران ارشد سازمان‌های دفاعی و مدیران پروژه‌های پیچیده دفاعی و در گروه‌کانونی ۷ نفره‌ای از خبرگان تدوین شد.

نظر به اهمیت موضوع مهندسی سیستم در فرایندهای توسعه محصولات پیچیده دفاعی، این عامل به‌صورت مستقل ارائه شده است. همچنین از آنجا که پروژه‌های سیستمی دفاعی معمولاً به‌صورت کلان پروژه طرح‌ریزی می‌شوند که در ذیل آن گاهی حتی بیش از ۵۰ زیرپروژه(فناوری و زیرساخت) نیز تعریف می‌شود، موضوع مدیریت طرح و سبد پروژه نیز در همان قالب مدیریت پروژه گنجانده شد. موضوع کیفیت نیز به‌عنوان یکی از ارکان اصلی پروژه‌های پیچیده دفاعی، به‌عنوان یکی از فرایندهای اصلی در نظام تحقق محصولات پیچیده دفاعی اضافه شد (مشابه این کار در آژانس فضایی اروپا نیز انجام شده است). فرایندهای مهندسی سیستم، مدیریت پروژه و مدیریت کیفیت در بستر چرخه‌عمر محصولات سیستمی پیچیده دفاعی باید استقرار یابند. موارد پیش‌گفته، برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های الگوی ارائه شده است.

تطابق ۲۹ شاخص شناسایی‌شده (بخصوص ۱۸ شاخص حاصله از مطالعه پیشینه و مصاحبه های نیمه‌ساختاریافته) با دسته‌بندی‌های ارائه شده در استاندارد ایزو، نشانگر صحه‌گذاری یافته‌های فاز نخست تحقیق می‌باشد.

به‌عنوان یک خروجی جانبی، در فاز نخست این تحقیق که ماهیت تحلیلی دارد به معرفی و تبیین چرخه‌عمر ٤ مورد از سازمان‌های سرآمد دنیا که دارای سابقه طولانی در توسعه محصولات پیچیده دفاعی و هوافضایی می‌باشند، پرداخته شد و به مهم‌ترین ویژگی ها و خصوصیات هریک از این مدل‌های چرخه‌عمر و نیز تغییرات این مدل‌ها در طول زمان اشاره شد و در انتها براساس شاخص‌های: دیدگاه مدیریت چند پروژه‌ای/ سبد پروژه، رویکرد کارفرما–پیمانکار، شفاف بودن فازها، تاکید بر نظارت و بازنگری گسترده،

تاکید بر تقدم توسعه فناوری و به‌روزآوری چرخه‌عمر، مقایسه‌ای از این مدل‌های چرخه‌عمرمحصولات ارائه شد. مهم‌ترین یافته این فاز تحقیق این است که این مدل‌ها برپایه شرایط هر سازمان و دغدغه‌های مطرح در فرایند اکتساب آنها توسعه یافته است.

تحقیقات آتی می تواند در زمینه زیرنظام‌های (مدیریت پروژه، مدیریت کیفیت و مهندسی سیستم) مرتبط با این نظام‌های تحقق محصول انجام شود. همچنین، در تحقیقات آتی می توان به طراحی الگوهای فرایندی خاص هریک از حوزه‌های دفاعی (به‌عنوان مثال هوافضایی، فضایی، هوایی، هوانوردی و ...) پرداخت.

صحه گذاری الگوی ارائه شده در این تحقیق، در تحقیقات مشابه به‌صورت میدانی در یک سازمان یا حوزه خاص از محصولات پیچیده دفاعی نیز قابل انجام است.

فهرست منابع و مآخذ

الف. منابع دینی

- توکلی، غلامرضا؛ فیض‌عارفی، مجید و حیدری، امید (۱۳۹٤)، طراحی الگوی سنجش و بهبود رضایت مشتریان برای سازمان‌های با محصولات پیچیده و فناوری پیشرفته، ***بهبود مدیریت***، ۹(۱)، ٥٦-۳۱.
- حسینی، سیدعلی؛ محمدی، مهدی و حاجی حسینی، حجت‌اله (۱۳۹۵)، عوامل حیاتی موفقیت نوآوری در محصولات و سیستم های پیچیده؛ مطالعه موردی: پروژه بالگرد ملی سازمان صنایع هوایی، ***فصلنامه مدیریت توسعه فناوری***، ۳(۵)، ۱۸٦-۱۵۹.
- منطقی، منوچهر؛ بوشهری، علیرضا؛ توکلی، غلامرضا و معصومی، ایرج (۱۳۹۷)، سنجش جو نوآوری؛ رویکردی بر ارزیابی تحقق نوآوری سازمانی (مطالعه در سازمان دفاعی با محصولات و سیستمهای پیچیده)، ***بهبود مدیریت***، ٤۰، ۸۱-۵۹.
- الیاسی، مهدی و شفیعی، مهرداد (۱۳۹۳)، شبکه‌های نوآوری در محصولات با سیستم‌های پیچیده، ***دو فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی***، ۲۳، ۳۹-۳۱.
- حکیمیان، حمید؛ آراستی، محمدرضا و صبحیه، محمدحسین (۱۳۹۳)، شناسایی ابزارهای دانشی موثر بر تسهیم دانش در مراحل مختلف مدل Vee برای توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده CoPS، ***فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی***، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سال نهم/ویژه‌نامه مدیریت دانش.صص ٤۳-۵۹.
- دلاوری، مهدی (۱۳۹۵)، قابلیت های مدیریت طرح موثر بر عملکرد توسعه محصولات جدید در فضای نوآوری باز، ***(پایان‌نامه دکتری)***، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس.

ب. منابع لاتین

- Abdolmaleki, K. and Ahmadian, S.(2016). The relationship between product characteristics, customer and supplier involvement and new product development. ***Procedia Economics and Finance*** 36 147-156.
- Ahmad, S., Mallick, D.N. and Schroeder, R.G. (2013). New product development: impact of project characteristics and development practices on performance. ***Journal of product innovation management*** 30(2) 331-348.
- Alic, J.A. 2013. Managing US defense acquisition. *Enterprise & Society* 14(1) 1-36.
- Australian_Department_of_defence. (2014). **Defence Capability Development Handbook** [*online*]. Available at: http://www.defence.gov.au/publications/DefenceCapabilityDevelopmentHandbook2012.pdf.
- Barczak, G. and Wilemon, D. (2003). Team member experiences in new product development: views from the trenches. ***R&D Management*** 33(5) 463-479.

- Bastchen, G., Silva, F. and Borsato, M. (2018). Risk management analysis in the product development process. ***Procedia Manufacturing*** 17 507-514.
- Chan, S., Ip, W. and Chung, R.C. (2011). Impacts of project team and innovation process on new product development. ***International Journal of Product Lifecycle Management*** 5(2-4) 224-241.
- Chenu, P. and Wilemon, D.L. (1973). A decision process for new product selection**.** ***Industrial Marketing Management*** 3(1) 33-46.
- DAU. (2011). *Defense acquisition guidebook* [*online*]. Available at: https://dag.dau.mil.
- De Brentani, U. and Droge, C. (1985). The company, product and market dimensions of new product decision scenarios. ***International Journal of Research in Marketing*** 2(4) 243-253.
- De Maio, A., Verganti, R. and Corso, M. (1994). A multi-project management framework for new product development. ***European Journal of Operational Research*** 78(2) 178-191.
- De Waal, G.A. and Knott, P. (2010). Process and strategy influences on product development performance in New Zealand. ***Small Enterprise Research*** 17(2) 193-206.
- Dekkers, R., Chang, C. and Kreutzfeldt, J.(2013). The interface between "product design and engineering" and manufacturing: A review of the literature and empirical evidence. ***International Journal of Production Economics*** 144(1) 316-333.
- Djelassi, S. and Decoopman, I. (2013). Customers' participation in product development through crowdsourcing: Issues and implications**.** ***Industrial Marketing Management*** 42(5) 683-692.
- Dombrowski, U. and Karl, A. (2016). Systematic improvement of supplier integration within the product development process. ***Procedia CIRP*** 57 392-397.
- ECSS. (2008). **ECSS system, Description, implementation and general requirements (ECSS-S-ST-00C, Rev.1) [online]**. Available at: http://ecss.nl/get_attachment.php?file=standards/ecss-s/ECSS-S-ST-00C31July2008.pdf.
- Eng, T.-Y. and Quaia, G.(2009). Strategies for improving new product adoption in uncertain environments: A selective review of the literature**.** ***Industrial Marketing Management*** 38(3) 275-282.
- Fantazy, K.A. and Salem, M. (2016). The value of strategy and flexibility in new product development: The impact on performance**.** ***Journal of Enterprise Information Management*** 29(4) 525-548.
- Fliess, S. and Becker, U. (2006). Supplier integration—Controlling of co-development processes. ***Industrial Marketing Management*** 35(1) 28-44.
- Frankort, H.T. (2016). When does knowledge acquisition in R&D alliances increase new product development? The moderating roles of technological relatedness and product-market competition. ***Research Policy*** 45(1) 291-302.
- Fuchs, C. and Schreier, M.(2011). Customer empowerment in new product development. ***Journal of product innovation management*** 28(1) 17-32.
- Goffin, K. and New, C.(2001). Customer support and new product development-An exploratory study. ***International Journal of Operations & Production Management*** 21(3) 275-301.
- Gruner, K.E. and Homburg, C.(2000). Does customer interaction enhance new product success? ***Journal of business research*** 49(1) 1-14.

- Gurumurthy, A. and Kodali, R. (2012). An application of analytic hierarchy process for the selection of a methodology to improve the product development process. ***Journal of Modelling in Management*** 7(1) 97-121.
- Haque, B., Pawar, K.S. and Barson, R.J. (2000). Analysing organisational issues in concurrent new product development. ***International Journal of Production Economics*** 67(2) 169-182.
- Harland, P.E. and Yörür, H. (2015). Decisions in product platform development projects. ***International Journal of Innovation and Technology Management*** 12(01) 1550001.
- Heusner, J. 2013. The Product and Process Focus Within NASA Systems Engineering. ***Procedia Computer Science*** 16 1017-1026.
- Högman, U. and Johannesson, H. (2013). Applying stage-gate processes to technology development—Experience from six hardware-oriented companies. ***Journal of engineering and technology management*** 30(3) 264-287.
- ISO. 2008. *Systems and software engineering - System life cycle processes (ISO/IEC 15288:2008(E))* [*online*]. Geneva: iso. Available at: https://www.iso.org/standard/43564.html.
- Jassawalla, A.R. and Sashittal, H.C. (1998). An examination of collaboration in high-technology new product development processes. ***Journal of Product Innovation Management: AN INTERNATIONAL PUBLICATION OF THE PRODUCT DEVELOPMENT & MANAGEMENT ASSOCIATION*** 15(3) 237-254.
- Jiao, J. and Chen, C.-H. (2006). Customer requirement management in product development: a review of research issues. ***Concurrent Engineering*** 14(3) 173-185.
- Kim, J.-Y., Wong, V. and Eng, T.-Y. (2005). Product variety strategy for improving new product development proficiencies. ***Technovation*** 25(9) 1001-1015.
- Kotabe, M. and Scott Swan, K. (1995). The role of strategic alliances in high-technology new product development. ***Strategic management journal*** 16(8) 621-636.
- Kwak, Y.H. and Smith, B.M. (2009). Managing risks in mega defense acquisition projects: Performance, policy, and opportunities. ***International Journal of Project Management*** 27(8) 812-820.
- Lagrosen, S. 2005. Customer involvement in new product development: A relationship marketing perspective. ***European Journal of Innovation Management*** 8(4) 424-436.
- Langford, J. and McDonagh, D. (2003). **Focus groups: Supporting effective product development:** CRC press.
- León, H.C.M., Farris, J.A., Letens, G. and Hernandez, A.(2013). An analytical management framework for new product development processes featuring uncertain iterations. ***Journal of engineering and technology management*** 30(1) 45-71.
- Lewis, M.A.(2001). Success, failure and organisational competence: a case study of the new product development process. ***Journal of engineering and technology management*** 18(2) 185-206.

- Lin, M.-J.J., Tu, Y.-C., Chen, D.-C. and Huang, C.-H. (2013). Customer participation and new product development outcomes: The moderating role of product innovativeness. ***Journal of Management & Organization*** 19(3) 314-337.
- Liu, P.-L. and Tsai, C.-H. (2009). Research on the influences of new product design and new product development process management on new product development performance in Taiwan's industries. ***Asian Journal on Quality*** 10(1) 89-106.
- Malhotra, M., Grover, V. and Desilvio, M. (1996). Reengineering the new product development process: a framework for innovation and flexibility in high technology firms. ***Omega*** 24(4) 425-441.
- McIvor, R. and Humphreys, P. (2004). Early supplier involvement in the design process: lessons from the electronics industry**.** ***Omega*** 32(3) 179-199.
- McIvor, R., Humphreys, P. and Cadden, T. (2006). Supplier involvement in product development in the electronics industry: a case study**.** ***Journal of engineering and technology management*** 23(4) 374-397.
- Muffatto, M. (1999). Platform strategies in international new product development**.** ***International Journal of Operations & Production Management*** 19(5/6) 449-460.
- Müller, M. and Fairlie-Clarke, A. (2003). The evaluation of manufacturing issues in the product development process. ***Journal of materials processing technology*** 138(1-3) 2-8.
- NASA. (2016). *NASA systems engineering handbook* [*online*]. Available at: https://purl.fdlp.gov/GPO/gpo81946.
- Ozer, M. (2005). Factors which influence decision making in new product evaluation. ***European Journal of Operational Research*** 163(3) 784-801.
- Petersen, K.J., Handfield, R.B. and Ragatz, G.L.(2005). Supplier integration into new product development: coordinating product, process and supply chain design. ***Journal of operations management*** 23(3-4) 371-388.
- Pons, D. (2008). Project management for new product development**.** ***Project management journal*** 39(2) 82-97.
- Rawat, S. and Divekar, B.R. (2014). Assessing integration between project management with npd process in heavy industrial components industry and developing a framework to align them. *Procedia Economics and Finance* 11 726-736.
- Ren, Y.-T. and Yeo, K.-T. (2006). Research challenges on complex product systems (CoPS) innovation. ***Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*** 23(6) 519-529.
- Ringen, G. and Welo, T. (2014). Stabilizing New-product Development Processes – A Prerequisite or a Barrier to Satisfy Customer Wants and Needs? ***Procedia CIRP*** 21 206-211.
- Schuh, G., Rudolf, S. and Vogels, T. (2014). Development of Modular Product Architectures. ***Procedia CIRP*** 20 120-125.
- Scott, G.M. (2000). Critical technology management issues of new product development in high-tech companies. ***Journal of Product Innovation Management: AN INTERNATIONAL PUBLICATION OF THE PRODUCT DEVELOPMENT & MANAGEMENT ASSOCIATION*** 17(1) 57-77.

- Spivey, W.A., Munson, J.M. and Wolcott, J.H. (1997). Improving the new product development process: a fractal paradigm for high-technology products. ***Journal of Product Innovation Management: AN INTERNATIONAL PUBLICATION OF THE PRODUCT DEVELOPMENT & MANAGEMENT ASSOCIATION*** 14(3) 203-218.
- Stenmark, P., Tinnsten, M. and Wiklund, H. (2011). Customer involvement in product development: Experiences from Scandinavian outdoor companies. ***Procedia Engineering*** 13 538-543.
- Su, C.-T., Chen, Y.-H. and Sha, D.Y.-J. (2007). Managing product and customer knowledge in innovative new product development. ***International Journal of Technology Management*** 39(1-2) 105-130.
- Suharyanti, Y., Masruroh, N.A. and Bastian, I. (2015). The scheme of product development process as a trigger to product success: A theoretical framework. ***Procedia Manufacturing*** 4 46-53.
- Szajnfarber, Z., Richards, M. and Weigel, A.(2008). Implications of DoD Acquisition Policy for Innovation: The Case of Operationally Responsive Space. AIAA SPACE 2008 Conference & Exposition.
- Tang, D. et al.(2000). Re-engineering of the design process for concurrent engineering. ***Computers & Industrial Engineering*** 38(4) 479-491.
- Tolonen, A., Haapasalo, H., Harkonen, J. and Verrollot, J. (2017). Supply chain capability creation–The creation of the supply chain readiness for a new product during product development process. ***International Journal of Production Economics*** 194 237-245.
- Urhahn, C. and Spieth, P. (2014). Governing the portfolio management process for product innovation—A quantitative analysis on the relationship between portfolio management governance, portfolio innovativeness, and firm performance. ***IEEE Transactions on Engineering Management*** 61(3) 522-533.
- Von Corswant, F. and Tunälv, C. (2002). Coordinating customers and proactive suppliers: a case study of supplier collaboration in product development. ***Journal of engineering and technology management*** 19(3-4) 249-261.
- Walden, D.D. et al. (2015). *Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities*: John Wiley & Sons.
- Wilson, D., Littler, D., Leverick, F. and Bruce, M. (1995). Collaborative strategy in new product development—Risks and rewards. ***Journal of Strategic Marketing*** 3(3) 167-188.
- Wlazlak, P., Säfsten, K., Hilletofth, P. and Johansson, G. (2018). Integration of Suppliers' Workflows in the OEMs' New Product Development Process. ***Procedia Manufacturing*** 25 479-486.
- Xu, K., Huang, K.-F. and Gao, S. (2012). Technology sourcing, appropriability regimes, and new product development. ***Journal of engineering and technology management*** 29(2) 265-280.
- Yang, Q., Lu, T., Yao, T. and Zhang, B. (2014). The impact of uncertainty and ambiguity related to iteration and overlapping on schedule of product development projects. ***International Journal of Project Management*** 32(5) 827-837.