

شناسایی و خوشه‌بندی شاخص‌های اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی با روش سنجش مؤلفه‌های اصلی مبتنی بر داده‌کاوی

صادق شهبازی^۱، علی بزرگی امیری^۲

چکیده

در مراکز تحقیق و توسعه دفاعی با توجه به محدودیت منابع، امکان انجام همه پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی وجود ندارد، لذا اولویت‌بندی این پروژه‌ها ضروری است. از روش‌هایی که می‌توان در این خصوص بکار گرفت، تصمیم‌گیری چند شاخصه است. یکی از پیش‌نیازهای اساسی برای استفاده از این روش، شناسایی شاخص‌های مناسب با در نظر گرفتن رویکرد دفاعی، دسته‌بندی آن‌ها و درنهایت وزن دهی به آن شاخص‌ها می‌باشد که در این پژوهش موردبررسی قرار گرفته است. روش پژوهش حاضر از نظر گردآوری داده‌ها، از نوع توصیفی - پیمایشی و از نظر هدف با توجه به آنکه از نتایج یافته‌ها برای حل مسئله موجود در سازمان استفاده می‌شود کاربردی می‌باشد. جامعه آماری این تحقیق، صنایع دفاعی، و خبرگان مورداستفاده در این تحقیق مدیران و کارشناسان مراکز تحقیق و توسعه و مدیران پروژه‌های طراحی محصول هستند. در این مقاله پس از مصاحبه میدانی گسترده با متخصصان مراکز تحقیق، شاخص‌های موردبررسی جهت اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی در ۵ حوزه دفاعی، سازمانی و استراتژی، دانشی و فنی، ریسک و بازار استخراج گردید؛ چون تعداد شاخص‌های شناسایی شده گسترده بودند، این امر درنهایت خطای انتخاب پروژه را افزایش می‌داد؛ بنابراین به منظور کاهش شاخص‌ها از تکنیک داده‌کاوی شاخص‌ها با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده گردید. این روش بر روی ۴۲ شاخص شناسایی شده، با کمک امتیازهای داده‌شده بر روی ۲۱ پروژه، انجام گرفت و درنهایت تعداد شاخص‌ها به ۲۵ شاخص در ۵ حوزه بیان شده کاهش یافت و با توجه به خوشه‌بندی شاخص‌ها عناوین مرتبط با هر خوشه تعیین گردید. همچنین پس از وزن دهی با روند برآورد نسبت، حوزه دفاعی با وزن ۰،۲۹، بیشترین اهمیت و حوزه بازار با وزن ۰،۰۹، پایین‌ترین اولویت را کسب نمودند.

واژه‌های کلیدی: توسعه محصول جدید، دفاعی، سنجش مؤلفه‌های اصلی، داده‌کاوی

۱. دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، پردیس البرز، دانشگاه تهران.

۲. استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران. (نویسنده مسئول)

مقدمه

متغیر بودن قوانین رقابتی در دنیای کسب‌وکار، فرایند ارائه محصول جدید به بازار را اهمیت خاصی داده است. بیشتر سازمان‌ها امروزه بیش از هر زمان دیگری دریافته‌اند که صرفاً تکیه و اعتماد به اهرم‌های رقابتی سنتی، همچون افزایش کیفیت، کاهش هزینه و تمایز در ارائه محصولات و خدمات کافی نیست؛ در عوض مفاهیمی چون سرعت و انعطاف‌پذیری در رقابت نمود قابل توجهی پیدا کرده‌اند و گرایش به سمت ارائه محصولات و خدمات جدید به بازار، خود دلیل موجه این تغییر نگرش است (عبدی و همکاران، ۱۳۹۱). در خصوص صنایع دفاعی با توجه به متمایز بودن ماهیت آن‌ها، تغییر نیازها و خواسته‌های نیروهای مسلح، تحوّل سریع فناوری و حتی افزایش رقابت موجب شده است که صنایع دفاعی با سرعت، بازدهی و کیفیت رو به رشدی به نوآوری و ارائه محصولات جدید بپردازند. در واقع، نیروهای مسلح به‌عنوان مشتریان اصلی این صنایع در جستجوی محصولات جدیدتر، پیشرفته‌تر و منطبق بر نیازهای خود هستند و صنایع دفاعی نیز به دلیل شرایط موجود ناچارند محصولاتی را ارائه دهند که پاسخگوی نیاز و انتظارات مشتریان باشد. ضرورت راهبرد و تدوین استراتژی در این حوزه برای صنعت دفاعی کشور، که دارای پیچیدگی، هزینه‌بری، زمان‌بری و به‌طور کلی محدودیت منابع می‌باشند، از اهمیت حیاتی برخوردار است؛ در این راستا شناخت محیطی و بررسی عوامل کلیدی موفقیت یک گام اساسی می‌باشد. در این پژوهش سعی شده با توجه به محدودیت‌های موجود برای صنایع دفاعی، مؤلفه‌های اثرگذار جهت اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی استخراج و درنهایت وزن دهی آن مؤلفه‌ها سنجیده شود.

کلیات تحقیق

بیان مسئله

در مراکز تحقیق و توسعه دفاعی همواره سه عامل زمان، منابع و بودجه از محدودیت‌های اصلی می‌باشند. انجام همه پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی در شرایط موجود امکان‌پذیر نیست؛ لذا اولویت‌بندی این پروژه‌ها ضروری است. یکی از روش‌های اولویت‌بندی پروژه‌ها استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه است؛ بنابراین یکی از پیش‌نیازهای اساسی برای به‌کارگیری این تکنیک، شناسایی شاخص‌های مناسب با توجه به حوزه دفاعی، دسته‌بندی آن‌ها و درنهایت وزن دهی به آن شاخص‌ها می‌باشد؛ بنابراین سؤال اصلی تحقیق این است که

حوزه‌ها و شاخص‌های مرتبط با هر حوزه، جهت تعیین سبد و اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی کدام است و چگونه می‌توان با کمک سنجش مؤلفه‌های اصلی (PCA) تعداد شاخص‌ها را در صورت تعدد، کاهش داد؛ همچنین وزن و درجه اهمیت هر یک از حوزه‌ها و شاخص‌ها چقدر است؟

اهمیت و ضرورت موضوع تحقیق

عدم اولویت‌بندی صحیح پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی سبب می‌شود که بعضی از این پروژه‌ها در حین اجرا به دلیل محدودیت‌های موجود متوقف شود یا آنکه باگذشت زمان به دلایل مختلف اهمیت خود را از دست بدهند؛ بنابراین به‌منظور اثربخشی فعالیت‌های این مراکز در حوزه توسعه محصول جدید دفاعی، برنامه‌ریزی و انتخاب بهینه پروژه جهت طراحی از میان پروژه‌های مختلف با استفاده از شاخص‌های مناسب اهمیت بالایی دارد. این امر مستلزم تحقیق میدانی گسترده‌ای در حوزه پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی است که با استفاده از پیشینه تحقیق و به‌ویژه شناسایی و بررسی الزامات موردنیاز صنایع دفاعی کشور می‌باشد.

هدف پژوهش

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی حوزه‌ها و شاخص‌های اثربخش در اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی با رویکرد سنجش مؤلفه‌های اصلی می‌باشد. به‌طور مشخص می‌توان اهداف زیر را برای تحقیق در نظر گرفت:

- شناسایی حوزه‌های توسعه محصول جدید دفاعی
- شناسایی شاخص‌های مرتبط با هر حوزه جهت توسعه محصول جدید دفاعی
- تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) به‌منظور دسته‌بندی و کاهش شاخص‌ها
- وزن دهی به شاخص‌ها با روند برآورد نسبت.

روش‌شناسی پژوهش

از نظر گردآوری داده‌ها، تحقیق حاضر از نوع توصیفی است؛ چراکه در این تحقیق با بررسی عوامل مؤثر در اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید به شناسایی حوزه‌ها و شاخص‌های مرتبط با هر حوزه پرداخته می‌شود؛ و نتایج این مطالعه منجر به برنامه‌ریزی و تصمیمات آتی می‌گردد که این موضوع از ویژگی‌های مطالعات توصیفی است. از آنجایی که پژوهش حاضر بر پایه گردآوری و سنجش اطلاعات استخراجی از جنبه‌های مختلف است، و برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه استفاده می‌شود، روش انجام پژوهش طرح تحقیق توصیفی-پیمایشی است. نظر به اینکه نتایج این تحقیق می‌تواند برای اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی در مراکز تحقیق و توسعه استفاده شود، و بر مدیریت آن‌ها کمک نماید، بنابراین تحقیق حاضر از نوع کاربردی می‌باشد. جامعه آماری این تحقیق، صنایع دفاعی دارای پروژه‌های توسعه محصول جدید^۱ (۶ صنعت) و دانشگاه صنعتی مالک اشتر است. خبرگان مورد استفاده در این تحقیق مدیران و کارشناسان مراکز تحقیق و توسعه و مدیران پروژه‌های طراحی محصول می‌باشند (۲۱ مدیر پروژه، ۱۰ مدیر مرکز تحقیق و توسعه (۶ مرکز تحقیق و توسعه در صنعت و ۴ پژوهشگر در دانشگاه). نمونه آماری، کلیه خبرگان جامعه آماری در نظر گرفته شده است. انجام پژوهش مذکور در سه مرحله انجام گردید: در مرحله اول، حوزه‌های تأثیرگذار در اولویت‌بندی پروژه‌های دفاعی با بررسی‌های میدانی در جامعه آماری مشخص گردید؛ در مرحله دوم، شاخص‌های مربوط به هر حوزه جهت اولویت‌بندی پروژه توسعه محصول جدید دفاعی استخراج گردید. بدین منظور برای استخراج معیارهای عمومی (معیارهای غیر دفاعی) از بررسی پیشینه تحقیق و مصاحبه با خبرگان استفاده شد و برای استخراج معیارهای دفاعی از بررسی اسناد بالادستی، همچنین مصاحبه با افراد صاحب‌نظر و کارشناسان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی استفاده گردید. در نهایت در مرحله سوم، با کمک سنجش مؤلفه‌های اصلی (PCA) شاخص‌های توسعه محصول جدید دفاعی دسته‌بندی گردید.

۱. این صنایع دارای دفاتر طراحی می‌باشند. با توجه به محرمانه بودن اطلاعات از ذکر جزئیات خودداری شده است.

مراحل تحقیق

در این مقاله پس از بررسی کلیات تحقیق (مسئله، اهداف، ضرورت و روش تحقیق)، مطالعات کتابخانه‌ای در خصوص ادبیات و پیشینه تحقیق بیان شد. در ادامه، حوزه‌ها و شاخص‌های اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی استخراج و خوشه‌بندی گردیدند؛ سپس وزن دهی با حوزه‌ها و شاخص‌ها انجام گرفته است.

ادبیات و پیشینه پژوهش

فرایند توسعه محصول جدید دفاعی شامل فعالیت‌ها و تصمیماتی است که از مرحله ایجاد ایده تا ورود محصول به نیروهای مسلح را در برمی‌گیرد. برای اغلب صنایع دفاعی که می‌خواهند نوآور باشند و عموماً در زمینه توسعه محصول جدید فعالیت می‌کنند، نقطه شروع، ایجاد یک فرایند توسعه محصول جدید یا بازنگری در آن هست. اگر فرآیند توسعه محصول را شامل سه زمان تولید، ورود به بازار و کسب سود در نظر بگیریم، شرکتی برنده واقعی خواهد بود که در هر سه بخش مسابقه، برنده باشد (عربی و تقی‌زاده، ۲۰۰۸). با وجود اینکه مدل‌های مختلفی برای توسعه محصول جدید ارائه گردیده است، یافته‌های محققان این رشته در طول بیش از چهار دهه نشان می‌دهد که مدل جامعی در این زمینه وجود ندارد؛ مدلی که برای تمام موارد کاربردی باشد، یا از انعطاف و انطباق کامل با شرایط سازمان‌ها برخوردار باشد. به‌طور کلی همان‌گونه که سارن^۱ در سال ۱۹۸۴ بیان کرده است، مدل‌های محصولات جدید را در ۵ دسته مرحله‌ای واحدهای سازمانی، مراحل فعالی، مراحل تصمیم‌گیری، واکنشی و فرآیند تبدیل می‌توان طبقه‌بندی کرد (سارن، ۱۹۸۴). اگرچه مدل‌های مختلفی جهت معرفی فرآیند توسعه محصول جدید وجود دارد، به‌طور کلی فرآیند ایجاد محصول جدید از شش مرحله، که همگی باهم مرتبط هستند، تشکیل شده است، این مراحل عبارتند از: ۱- مرحله تشخیص فرصت ۲- خلق ایده و ارزیابی آن ۳- مرحله توسعه مفهوم محصول جدید ۴- مرحله توسعه محصول جدید ۵- مرحله تست‌های بازار ۶- مرحله انبوه‌سازی و تجاری‌سازی محصول جدید (بالبونتین^۲ و همکاران، ۱۹۹۹). سلمون و همکاران، تحقیقی در یک شرکت خودروبی ارائه دادند و از روش AHP جهت سنجش داده استفاده نمودند. در این تحقیق شاخص‌های مورد استفاده عبارت بودند از: ۲- توانایی فروش ۳- روند بازار ۴- مزیت رقابتی ۵-

1. Saren
2. Balbontin

موفقیت فنی ۶- موفقیت تجاری ۷- ریسک (سلمون و همکاران^۱، ۲۰۱۲). ارنست و همکاران با توجه به مطالعات متعدد انجام‌شده در ادبیات علمی مربوط به عوامل کلیدی به کار گرفته‌شده در راهبرد پروژه، مدیریت پروژه و مدیریت سبد پروژه این عوامل را فاکتور تجاری، فاکتور مالی و فاکتور فناورانه بیان نمودند (ارنست و همکاران^۲، ۲۰۱۲). کیس و همکاران به بررسی ارتباط میان مدت زمان اجرای پیاده‌سازی محصول جدید و عملکرد سرمایه‌گذاری جدید پرداخته‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که ارتباط میان استراتژی پیاده‌سازی توسعه محصول جدید و عملکرد سرمایه‌گذاری جدید مستلزم بر میزان آشفتگی‌های محیطی است. مدت‌زمان اجرای استراتژی طولانی‌تر در محیط‌های باثبات و کم‌رشد و مدت‌زمان اجرای استراتژی کوتاه‌تر در محیط‌های متلاطم و صنعتی با رشد بالا می‌باشد. همچنین این موضوع به استراتژی‌های تفکری تیم مدیریت ارشد سازمان نیز مرتبط است (کیس و بار^۳، ۲۰۱۷). فلورن و همکاران به بررسی عوامل کلیدی تأثیرگذار در موفقیت پروژه‌های توسعه محصول جدید پرداخته‌اند که برای اولین بار در سازمان اتفاق می‌افتد؛ این عوامل را به دودسته عوامل موفقیت سازمانی (مشترک برای همه پروژه‌های شرکت) و عوامل موفقیت پروژه‌های خاص (مناسب برای پروژه‌های منحصربه‌فرد هر شرکت) تقسیم نموده‌اند (فلورن و همکاران^۴، ۲۰۱۷). جدول (۱) به صورت خلاصه به بررسی شاخص‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری در حوزه محصول جدید می‌پردازد:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Salamon et.al
2. Ernst et.al
3. kiss& Barr
4. Florén et. al

جدول ۱: شاخص‌ها و روش‌ها در حوزه توسعه محصول جدید

سال	نویسنده	معیار / زیر معیار	روش	مطالعه موردی
۲۰۱۰	ارنست و همکاران	تجاری، مالی، فناورانه	آزمون فرض	-
۲۰۱۱	کونگ و همکاران ^۱	آمادگی فناوری، شناسایی فرصت، تیم چند مهارته، بنچ مارکینگ محصول، ریسک، همکاران خارجی، حمایت مدیریت ارشد، مأموریت و راهبرد سازمان، سیستم مدیریتی و حمایتی و ساختار سازمانی برای پروژه‌های NPD، ابزارهای طراحی مانند CAD-CAM، نیازهای مشتری و دخالت آن در طراحی، استفاده از ابزارهای موردنیاز شناسایی نیازهای مشتری مانند QFD	-	سازمان فرضی
۲۰۱۱	کانگجو و هانیین ^۲	تیم، فناوری، بازار، هزینه، زمان بندی، کیفیت	MODM	-
۲۰۱۲	سالمون و همکاران	بودجه، توانایی فروش، روند بازار، مزیت رقابتی، موفقیت فنی، موفقیت تجاری، ریسک	AHP	شرکت خودرویی چندملیتی
۲۰۱۴	وینسنت و همکاران	نیازهای مشتریان و رضایت، قابلیت‌های فناوری و مدیریت، تحلیل و برنامه‌ریزی مالی	AHP	شرکت ICT
۲۰۱۶	کومتو ^۳ و همکاران	میزان و کیفیت ارتباطات داخلی سازمان در درک اثربخشی رابطه جهت توسعه محصول جدید	آزمون فرض - آنالیز فاکتور تأییدی - پرسشنامه	

1. Kowang et. al

2. Congjun Rao & Huanbin Liu

3. Cometto

سال	نویسنده	معیار / زیر معیار	روش	مطالعه موردی
۲۰۱۶	عبدالکریم آواد و مأمون اکروش	عملکرد مالی، اشتراک دانش، بهبود توانمندی‌ها، عملکرد بازار، یادگیری داخلی	آنالیز فاکتور تأییدی - پرسشنامه	سازمان‌های تولیدی در اردن
۲۰۱۷	کیس و همکاران	آشفتگی محیطی، تفکر مدیران ارشد سازمان	روش استدلال مبتنی بر نمونه	بررسی بر روی نمونه‌ای از ۹۴ شرکت
۲۰۱۷	فلورن و همکاران	تیم پروژه، محیط رقابتی، فناوری، اولویت پروژه	مروری	
۱۳۸۸	علی پهلوانی	بازدهی صنعت، انطباق با راهبرد صنعت، سابقه صنعت	TOPSIS فازی	صنایع غذایی
۱۳۹۱	علیرضا خجسته پور و همکاران	دیدگاه‌های ذی‌نفعان شامل: زمان، هزینه، سودآوری، کیفیت محصول، تطابق محصول با تعریف اولیه آن، انعطاف‌پذیری، ساختار سازمانی، رضایت مشتری، رضایت تیم پروژه، رضایت دولت، رضایت سهامداران، یادگیری و مستندسازی و ارزش‌آفرینی	پرسش‌نامه و آزمون فرض	ایران خودرو
۱۳۹۳	عباس خمسه، محمد صادق مفتاح	توانمندی خلاقیت، توانمندی طراحی و مهندسی، توانمندی ساخت، توانمندی تولید، توانمندی فروش، توانمندی خدمات‌رسانی، توانمندی اکتساب، توانمندی پشتیبانی	ارزیابی تکنولوژیک پاندا و راماناسن	ارزیابی سطح توانمندی تکنولوژیک صنعت فولاد ایران
۱۳۹۳	عباس خمسه، محمدصادق مفتاح	راهبرد، ساختار، فرهنگ، مدیریت، آموزش، کار تیمی، کارکنان، قوانین و مقررات، سیستم نوآوری، بازار و ذی‌نفعان بیرونی، توانمندی‌های سازمانی	پیشنهاد مدل و آزمون فرض	ارزیابی توانمندی نوآوری در شرکت

سال	نویسنده	معیار / زیر معیار	روش	مطالعه موردی
				کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران
۱۳۹۴	سید مجتبی سجادی و همکاران	مؤلفه‌های مدیریت زنجیره تأمین کارآفرینانه مرتبط با فرایند توسعه محصول جدید از قبیل مؤلفه‌های بازاریابی و فروش شرکت، رشد سهم بازار زنجیره صنعت شوینده و عوامل سازمانی (منابع انسانی شرکت)	AHP- TOPSIS	شرکت‌های فعال در صنعت شوینده ایران
۱۳۹۴	نرگس افشاری، قاسم فرج پور	ریسک‌های توسعه محصول جدید	ارائه راهبردهای مناسب با تلفیق مدل توسعه محصول کوپر و روش‌های FMEA, QFD, SWOT	صنعت تولید کفش
۱۳۹۵	آقا براریان و مهدوی	مدیریت ریسک، طراحی برای ارتقاء، هزینه، چابکی، تجاری‌سازی، منابع سازمانی	تاپسیس	

با توجه به بررسی پیشینه تحقیق و همچنین اسناد و مصاحبه‌های انجام‌شده با خبرگان موضوع، شاخص‌های اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید استخراج گردید و طی برگزاری سه جلسه با حضور مدیران طراحی و استادان دانشگاهی دسته‌بندی اولیه حوزه‌ها انجام پذیرفت.

نحوه استخراج شاخص‌ها از ادبیات و پیشینه تحقیق و دسته‌بندی آن‌ها

استخراج حوزه‌ها و شاخص‌های مربوط به هر حوزه

به‌منظور تعیین حوزه‌ها و شاخص‌های جهت تعیین سبد و اولویت‌بندی پروژه، پس از بررسی پیشینه تحقیق و با نظر پژوهشگران و همچنین مدیران مراکز تحقیق و توسعه (به‌عنوان بخشی از جامعه آماری) پنج حوزه دفاعی، سازمانی و راهبردی، دانشی و فنی، ریسک و بازار به‌عنوان

تأثیرگذارترین حوزه‌ها شناسایی شدند و سپس پرسشنامه‌ای با محوریت پنج حوزه یادشده تهیه گردید. از مدیران و کارشناسان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی خواسته شد، شاخص‌های موردنظر خود را در خصوص هر حوزه بیان نمایند. پس از دریافت شاخص‌ها طی جلسه‌ای با حضور نمایندگان مراکز تحقیقات دفاعی و افراد خبره دانشگاهی شاخص‌ها تحلیل گردید و درنهایت شاخص‌های اولیه (۴۲ شاخص) جهت اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی استخراج شد. با توجه به کثرت شاخص‌ها، به‌منظور تعدیل تعداد شاخص‌ها گام‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی آن‌ها انجام گردید که در ادامه به آن پرداخته شده است.

سنجش مؤلفه‌های اصلی (PCA) شاخص‌های توسعه محصول جدید دفاعی

سنجش مؤلفه‌های اصلی (PCA) روشی آماری برای تعریف متغیرهای جدید برحسب ترکیب خطی از متغیرهای اولیه است. متغیرهای جدید نسبت به هم مستقل بوده و واریانس آن‌ها دارای روند نزولی است.

هدف از سنجش مؤلفه‌های اصلی، استخراج مؤلفه‌های اصلی یک مجموعه از متغیرهای اولیه است. اولین مؤلفه استخراجی دارای بیشترین واریانس مجموعه اولیه داده‌هاست؛ مؤلفه‌های استخراجی بعدی واریانس کمتری را از مجموعه اولیه داده‌ها کسب کرده‌اند و مؤلفه‌های استخراج شده نسبت به هم مستقل هستند که در این تحقیق به‌منظور کاهش شاخص‌ها استفاده شده است.

به‌طور کلی در فضای p بعدی از طریق روش فوق P مؤلفه اصلی برحسب ترکیب خطی P متغیر اولیه قابل استخراج است. هر مؤلفه از مؤلفه‌های دیگر مستقل بوده و مؤلفه اول دارای بیشترین واریانس کل داده‌هاست. مؤلفه‌های بعدی به ترتیب درصد کمتری از واریانس کل داده‌ها را لحاظ نموده و واریانس کل P مؤلفه استخراج شده مساوی واریانس کل داده‌های اولیه است (جانسون و ویکرن، ۲۰۰۷).

• سنجش مؤلفه‌های اصلی از نظر ریاضی

الف- اولین مؤلفه، حداکثر واریانس داده‌ها و دومین مؤلفه حداکثر واریانس لحاظ نشده را تا پایان توسط اولین مؤلفه لحاظ کرده‌اند.

$$\xi_1 = w_{11}x_1 + w_{12}x_2 + \dots + w_{1p}x_p$$

$$\xi_2 = w_{21}x_1 + w_{22}x_2 + \dots + w_{2p}x_p.$$

⋮

⋮

$$\xi_p = w_{p1}x_1 + w_{p2}x_2 + \dots + w_{pp}x_p$$

ب- شرط برای جلوگیری از افزایش مقیاس

$$w_{i1}^2 + w_{i2}^2 + \dots + w_{ip}^2 = 1 \quad i = 1, \dots, p$$

ج- شرط برای متعامد بودن محورها

$$w_{i1}w_{j1} + w_{i2}w_{j2} + \dots + w_{ip}w_{jp} = 0 \quad \text{for all } i \neq j$$

ξ_1 : مؤلفه جدید

x_p : شاخص اولیه

w_{pp} : اثرگذاری شاخص اولیه در شکل‌گیری شاخص جدید (جانسون و ویکرن، ۲۰۰۷)

• دلیل استفاده از روش سنجش مؤلفه‌های اصلی در این تحقیق

با توجه به گستردگی شاخص‌ها در این پژوهش، امکان مقایسه دقیق پروژه‌های توسعه محصول جدید وجود ندارد؛ لذا برای ارزیابی دقیق‌تر پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی به تقلیل شاخص‌ها نیاز است. به‌طور کلی اگر در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، مؤلفه‌های استخراج‌شده قابل تفسیر باشند، در این صورت کاربرد آن‌ها برای سنجش اطلاعات اولیه قابل توجیه است. همچنین میزان درصد واریانس لحاظ شده توسط مؤلفه‌های اصلی نیز در توجیه‌پذیر بودن PCA مؤثر است. در بعضی از تحقیقات مثلاً تصمیمات مربوط به پروژه‌های فضایی (انرژی مواد تغذیه‌ای فضاوردان) از دست رفتن یک درصد اطلاعات نیز مهم بوده در این‌گونه موارد سنجش مؤلفه‌های اصلی کاربرد زیادی در تحقیقات فوق نخواهد داشت.

از جنبه نظری، روش سنجش مؤلفه‌های اصلی، روشی آماری مناسب برای سنجش داده‌های

همبسته بوده و مؤلفه‌های اصلی متغیرهای متعامد که همبستگی بین آن‌ها صفر است، همان متغیرهای اولیه می‌باشد.

همبستگی معنادار بین متغیرها از طریق تست بارلت^۱ قابل تعیین است؛ اما تست بارلت نسبت به اندازه نمونه (n) حساس بوده و برای نمونه‌های بزرگ داده‌های دارای همبستگی ضعیف نیز به صورت همبستگی معنادار معرفی می‌شود.

در این حالت آزمون فرض به شرح زیر تعریف می‌شود:

فرض صفر: ماتریس همبستگی متغیرها یک ماتریس همانی است. (ماتریس همبستگی مشاهده‌شده متعلق به جامعه‌ای با متغیرهای نا همبسته است)

فرض یک: ماتریس همبستگی متغیرها یک ماتریس غیر همانی است.

در این آزمون با توجه به مقدار Sig کوچک‌تر از $0,05$ فرض صفر رد شده است؛ در نتیجه بین متغیرها همبستگی معناداری وجود دارد (جانسون و ویکرن، ۲۰۰۷).

با توجه به آنکه از لحاظ نوع داده‌ها، هر شاخصی که پراکندگی بیشتری در داده‌ها (پس از اختصاص امتیاز به شاخص‌ها) داشته باشد، تأثیر بیشتری در اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی دارد. پژوهشگر از همان امتیازهای اصلی اختصاص داده شده به شاخص‌ها بدون استانداردسازی برای انجام PCA استفاده کرده است.

تحلیل یافته‌های پژوهش

با توجه به روش بیان‌شده در این تحقیق، ابتدا حوزه‌ها و شاخص‌های مربوط به هر حوزه شناسایی و سپس دسته‌بندی شاخص‌ها به روش PCA انجام و نتایج زیر استخراج گردید. گفتنی است به منظور دسته‌بندی شاخص‌ها از ۲۱ پروژه دفاعی^۲ (دارای یکی از ویژگی‌های نوآوری، بهینه‌سازی طراحی، توسعه محصول جدید و طراحی محصول جدید)، استفاده شد.

1. Bartlette

۱. به علت محرمانه بودن اطلاعات از بیان اسامی پروژه‌ها خودداری شده است.

• سنجش مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های حوزه دفاعی

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی در خصوص شاخص‌های دفاعی، تعداد ۱۱ شاخص در این حوزه شناسایی گردید. پس از سنجش مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه در خصوص توسعه محصول جدید و همچنین پروژه‌های تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه، تعداد شاخص‌ها با توجه به همبستگی مناسب بین شاخص‌ها (جدول ۲) به ۴ شاخص کاهش یافت.

• تست بارتلت برای شاخص‌های حوزه دفاعی

فرض صفر: ماتریس همبستگی متغیرها یک ماتریس همانی است.
فرض یک: ماتریس همبستگی متغیرها یک ماتریس غیر همانی است.

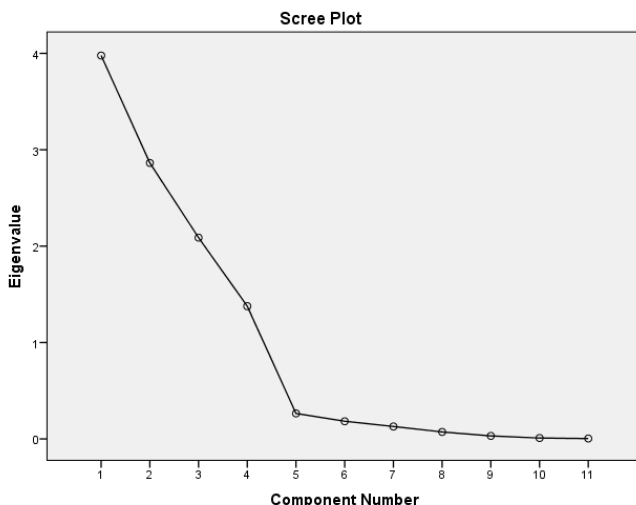
جدول ۲: آماره KMO و نتایج آزمون کرویت بارتلت

مقدار	شرح	
۰,۵۳۱	آماره KMO	
۲۷۷,۵۶۴	Approx. Chi-Square	آزمون کرویت بارتلت
۵۵	df	
۰,۰۰۰	Sig.	

با توجه به آنکه مقدار Sig کوچک‌تر از ۰,۰۵ هست، فرض صفر رد شد؛ در نتیجه بین متغیرها همبستگی معناداری وجود دارد.

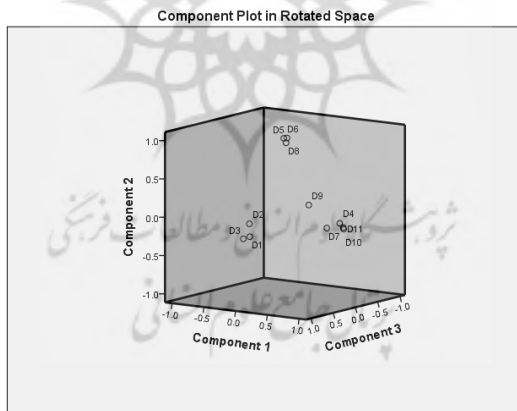
با توجه به نتایج به دست آمده از سنجش مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های اولیه به شاخص‌های تفسیر یافته (جدول ۳) تقلیل یافته است.

دو نمودار زیر تعداد شاخص‌های جدید (شکل ۱) و شاخص‌های اولیه‌ای که در شکل‌گیری شاخص‌های جدید نقش داشته‌اند (شکل ۲) را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نمودار اسکرای گراف برای تعیین تعداد عامل‌ها حوزه دفاعی

با توجه به نمودار بالا، چهار مؤلفه اصلی قابل استخراج است.



شکل ۲: نمودار سه‌بعدی پراکنش متغیرها نسبت به عامل‌های استخراج شده

با بررسی دو نمودار بالا می‌توان شاخص‌های اولیه را به مؤلفه‌های استخراج شده زیر تفسیر کرد:

جدول ۳: شاخص‌های اولیه حوزه دفاعی به همراه مؤلفه‌های استخراج‌شده با روش PCA

ردیف	عنوان شاخص	کد شاخص	مؤلفه‌های استخراج‌شده	کد مؤلفه جدید
۱	انطباق محصول جدید با شرایط سیاسی	MI1	منطبق پذیری با شرایط سیاسی، راهبردی و جغرافیایی کشور	NMI1
۲	انطباق محصول جدید با شرایط جغرافیایی	MI2		
۳	انطباق محصول جدید با شرایط راهبردی کشور	MI3		
۴	تأمین امنیت	MI4	اهمیت راهبردی	NMI2
۵	میزان هم‌راستایی با نقشه علمی نیروهای مسلح	MI10		
۶	میزان فراگیر بودن دانش حاصله در سطح نیروهای مسلح	MI11		
۷	تقویت صنعتی و تخصصی نیروهای مسلح	MI7		
۸	قابلیت عملیاتی سازی محصول جدید	MI5	الزامات سامانه‌ای	NMI3
۹	یکپارچه‌سازی با دیگر سامانه‌های موجود	MI6		
۱۰	قابلیت انعطاف‌پذیری کارآمد به‌عنوان یک فناوری بومی	MI8		
۱۱	تأثیر در ارتقا و توسعه فناوری‌ها و سامانه‌های دفاعی	MI9	ارتقای فناوری دفاعی	NMI4

• سنجش مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های سازمانی و راهبردی سازمانی

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی در خصوص شاخص‌های سازمانی و راهبردی سازمانی، تعداد ۱۰ شاخص در این حوزه شناسایی گردید. پس از سنجش مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه در خصوص توسعه محصول جدید و تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه، تعداد شاخص‌ها با توجه به همبستگی مناسب بین شاخص‌ها (جدول ۴) به ۷ شاخص تفسیر یافته (جدول ۵) کاهش یافت.

جدول ۴: آماره KMO و نتایج آزمون کرویت بارتلت

مقدار	شرح	
۰,۴۴۱	آماره KMO	
۲۰۱,۶۵۲	Approx. Chi-Square	آزمون کرویت بارتلت
۴۵	df	
۰,۰۰۰	Sig.	

با توجه به نتایج به دست آمده از سنجش مؤلفه‌های اصلی، شاخص‌های اولیه به شاخص‌های تفسیر یافته زیر کاهش یافته است:

جدول ۵: شاخص‌های اولیه حوزه سازمانی و راهبردی به همراه مؤلفه‌های استخراج شده با روش PCA

ردیف	عنوان شاخص	کد شاخص	مؤلفه‌های استخراج شده	کد مؤلفه جدید
۱	درصد جذب بودجه دفاعی	OS1	بهبود وضعیت مالی سازمان	NOS1
		OS5		
۳	ارتقای وجه سازمان	OS2	ارتقای جایگاه سازمان	NOS2
		OS4		
۵	نقش توسعه محصول جدید در دستیابی به اهداف سازمان	OS3	همراستایی با سازمان	NOS3
		OS7		
۶	محصول جدید عملکرد مصرفی مشابه با			

ردیف	عنوان شاخص	کد شاخص	مؤلفه‌های استخراج شده	کد مؤلفه جدید
	محصولات فعلی سازمان دارد			
۷	ایجاد تنوع محصول	OS6	ایجاد تنوع محصول	NOS4
۸	احصاء فناوری	OS8	احصاء فناوری	NOS5
۹	توسعه ارتباط با مراکز پژوهشی و علوم و فناوری	OS9	ارتباطات خارج از سازمان	NOS6
۱۰	میزان افزایش دانش طراحان	OS10	بهبود دانش طراحی	NOS7

• سنجش مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های امکانات فنی و دانشی

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی در خصوص شاخص‌های امکانات فنی و دانشی، تعداد ۱۱ شاخص در این حوزه شناسایی گردید. پس از سنجش مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه در خصوص توسعه محصول جدید و تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه، تعداد شاخص‌ها با توجه به همبستگی مناسب بین شاخص‌ها (جدول ۶) به پنج شاخص تفسیر یافته (جدول ۷) کاهش یافت.

جدول ۶: آماره KMO و نتایج آزمون کرویت بارلت

مقدار	شرح	
۰,۶۱۴	آماره KMO	
۳۰۸,۵۴۶	Approx. Chi-Square	آزمون کرویت بارلت
۵۵	Df	
۰,۰۰۰	Sig.	

با توجه به نتایج به دست آمده از سنجش مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های اولیه به شاخص‌های تفسیر یافته زیر کاهش یافته است:

جدول ۷: شاخص‌های اولیه حوزه دانشی و فنی به همراه مؤلفه‌های استخراج‌شده با روش PCA

ردیف	عنوان شاخص	کد شاخص	مؤلفه‌های استخراج‌شده	کد مؤلفه جدید
۱	وجود رهبری قوی	KT1	وجود تیم خبره	NKT1
۲	وجود تیم چند رشته‌ای (بازاریابی، D&R، تولید)	KT2		
۳	سطح مناسب مهارت طراحی	KT3		
۴	توانایی به دست آوردن فناوری موردنیاز	KT4		
۵	قابلیت توسعه	KT5	قابلیت توسعه	NKT2
۶	وجود تجربه مشابه	KT6	دانش فنی	NKT3
۷	دانش آشکار	KT7		
۸	دانش ضمنی	KT8		
۹	درصد فناوری‌های جدید در توسعه محصول	KT9	درصد فناوری‌های جدید به کار گرفته‌شده در توسعه محصول	NKT4
۱۰	وجود نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای مرتبط با طراحی	KT10	وجود منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	NKT5
۱۱	وجود زیرساخت‌های تست و ارزیابی	KT11		

• سنجش مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های حوزه ریسک

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی در خصوص شاخص‌های دفاعی، تعداد شش شاخص در این حوزه شناسایی گردید. پس از سنجش مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه در خصوص توسعه محصول جدید و همچنین پروژه‌های تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه، تعداد شاخص‌ها با توجه به همبستگی مناسب بین شاخص‌ها (جدول ۸) به ۵ شاخص تفسیر یافته (جدول ۹) کاهش یافت.

جدول ۸: آماره KMO و نتایج آزمون کرویت بارتلت

مقدار	شرح	
۰,۵۶۹	آماره KMO	
۳۳,۲۱۱	Approx. Chi-Square	آزمون کرویت بارتلت
۱۵	df	
۰,۰۰۴	Sig.	

با توجه به نتایج به دست آمده از سنجش مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های اولیه به شاخص‌های تفسیر یافته زیر کاهش یافته است:

جدول ۹: شاخص‌های اولیه حوزه ریسک به همراه مؤلفه‌های استخراج شده با روش PCA

ردیف	عنوان شاخص	کد شاخص	مؤلفه‌های استخراج شده	کد مؤلفه جدید
۱	عدم تأمین فناوری‌ها در موعد مقرر توسط شبکه همکاران	R1	عدم تأمین منابع به موقع	NR1
۲	ارائه محصول مشابه برای اولین بار توسط رقبا	R2	رقابت پذیری	NR2
۳	میزان عملکرد محصول در مقابل محصولات رقیب	R4		
۴	پیچیدگی فنی	R3	پیچیدگی فنی	NR3
۵	ریسک زمان	R5	ریسک زمان	NR4
۶	ریسک هزینه	R6	ریسک هزینه	NR5

• سنجش مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های حوزه بازار

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی در خصوص شاخص‌های دفاعی، تعداد چهار شاخص در این حوزه شناسایی گردید. پس از سنجش مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه در خصوص توسعه محصول جدید و همچنین پروژه‌های تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه، تعداد شاخص‌ها با توجه به عدم همبستگی مناسب (جدول-۱۰) کاهش نیافت (جدول-۱۱).

جدول ۱۰: آماره KMO و نتایج آزمون کرویت بارتل

مقدار	شرح	
۰,۶۵۰	آماره KMO	
۷,۷۰۲	Approx. Chi-Square	آزمون کرویت بارتل
۶	df	
۰,۲۶۱	Sig.	

با توجه به آنکه مقدار Sig بزرگ‌تر از ۰,۰۵ است، در نتیجه بین متغیرها همبستگی معناداری وجود ندارد.

جدول ۱۱: شاخص‌های اولیه حوزه بازار

ردیف	عنوان شاخص	کد شاخص	مؤلفه‌های استخراج‌شده	کد مؤلفه جدید
۱	اندازه بازار	M1	اندازه بازار	NM1
۲	امکان تست نمونه توسط مشتری	M2	امکان تست نمونه توسط مشتری	NM2
۳	تحقق نیازهای مشتری توسط محصول جدید	M3	تحقق نیازهای مشتری توسط محصول جدید	NM3
۴	قیمت مناسب و رقابتی	M4	قیمت مناسب و رقابتی	NM4

وزن‌دهی به حوزه‌ها و شاخص‌های شناسایی شده

روند برآورد نسبت، یک روش وزن‌دهی به شاخص‌ها می‌باشد که در حقیقت تعدیلی از روش تخصیص نقطه‌ای است. در این روش با اختصاص وزن دلخواه به مهمترین شاخص که به واسطه یکی از روش‌های رتبه‌بندی (مانند رتبه مستقیم) به دست آمده است، شروع می‌شود. ابتدا نمره‌ای معادل ۱۰۰ به مهمترین شاخص و سپس به تناسب آن به شاخص‌های دیگر وزن‌های کمتر تعلق می‌گیرد. در محاسبه نسبت‌ها، نمره اختصاص یافته به کم اهمیت‌ترین شاخص به عنوان نقطه کف یا مرجع در نظر گرفته می‌شود. سپس نمره هر شاخص بر نمره کم اهمیت‌ترین شاخص تقسیم می‌شود و به عنوان وزن اولیه شناخته می‌شود. در نهایت با تقسیم

هر وزن اولیه بر مجموع وزن‌های اولیه به استانداردسازی وزن‌ها پرداخته می‌شود (پور طاهری، ۱۳۹۲). در جدول (۱۲) وزن حوزه‌ها و در جدول (۱۳) وزن شاخص‌ها به روش روند برآورد نسبت ارائه شده است. برای استخراج این وزن‌ها از نظرات خبرگان استفاده شده است.

جدول ۱۲: وزن‌دهی به حوزه‌ها با رویکرد روند برآورد نسبت

کد حوزه	عنوان حوزه	رتبه مستقیم	مقیاس نسبت	وزن اولیه	وزن استاندارد	
MI	دفاعی	۱	۱۰۰	۳/۳۳	۰/۲۹	
OS	سازمانی و استراتژی	۳	۷۵	۲/۵۰	۰/۲۲	
KT	امکانات فنی و دانشی	۲	۸۰	۲/۶۷	۰/۲۳	
R	ریسک	۴	۶۰	۲	۰/۱۷	
M	بازار	۵	۳۰	۱	۰/۰۹	
جمع					۱۱/۵۰	۱

با توجه به نتایج استخراج شده در جدول (۱۲) در خصوص وزن حوزه‌های اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی، حوزه دفاعی با وزن ۰/۲۹ دارای بیشترین اهمیت و حوزه بازار با وزن ۰/۰۹ دارای کمترین اهمیت می‌باشد.

با توجه به روش تشریح شده برای وزن‌دهی حوزه‌ها، وزن شاخص‌ها به شرح زیر است:

جدول ۱۳: خلاصه نتایج وزن شاخص‌ها با رویکرد روند برآورد نسبت

کد شاخص	وزن	کد شاخص	وزن	کد شاخص	وزن	کد شاخص	وزن	کد شاخص	وزن
NMI1	۰,۳۵	NOS1	۰,۱۳	NKT1	۰,۳۳	NR1	۰,۲۲	NM1	۰,۲
NMI2	۰,۳	NOS2	۰,۱۵	NKT2	۰,۱۷	NR2	۰,۳۵	NM2	۰,۱۴
NMI3	۰,۱۵	NOS3	۰,۱۸	NKT3	۰,۲	NR3	۰,۲	NM3	۰,۳
NMI4	۰,۲	NOS4	۰,۱۲	NKT4	۰,۱	NR4	۰,۱	NM4	۰,۳
		NOS5	۰,۱۴	NKT5	۰,۲	NR5	۰,۱۳		
		NOS6	۰,۱						

وزن	کد شاخص	وزن	کد شاخص	وزن	کد شاخص	وزن	کد شاخص	وزن	کد شاخص
						۰,۱۸	NOS7		

با توجه به نتایج استخراج شده در جدول (۱۳)، در خصوص وزن شاخص‌های مربوط به هر حوزه در حوزه دفاعی، شاخص منطبق‌پذیری با شرایط سیاسی، راهبردی و جغرافیایی کشور دارای بیشترین اهمیت و شاخص الزامات سامانه‌ای دارای کمترین اهمیت است. در حوزه سازمانی و راهبردی دو شاخص هم‌راستایی با سازمان و بهبود دانش طراحی دارای بیشترین اهمیت و شاخص ارتباطات خارج از سازمانی دارای کمترین اهمیت است. در حوزه امکانات فنی و دانشی، شاخص وجود تیم خبره دارای بیشترین اهمیت و شاخص درصد فناوری‌های جدید به کار گرفته شده در توسعه محصول دارای کمترین اهمیت است. در حوزه ریسک شاخص رقابت‌پذیری دارای بیشترین اهمیت و شاخص ریسک زمان دارای کمترین اهمیت است. در نهایت در حوزه بازار شاخص‌های تحقق نیازهای مشتری توسط محصول جدید و قیمت مناسب و رقابتی دارای بیشترین اهمیت و شاخص امکان تست نمونه توسط مشتری دارای کمترین اهمیت است.

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از چالش‌های اصلی در انجام پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی در مراکز تحقیقاتی صنایع دفاعی که با تعداد زیادی از ایده‌ها و نیازهای مختلف نیروی‌های مسلح روبه‌رو هستند، اولویت‌بندی اصولی آن‌ها جهت اجرا می‌باشند. با توجه به بررسی پیشنهادی تحقیق و نظر خبرگان حوزه‌های اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید به حوزه‌های سازمانی و راهبردی، دانشی و فنی، بازار و ریسک تقسیم‌بندی شد ولی با توجه به تمرکز این تحقیق بر روی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی، حوزه دفاعی به حوزه‌های مطرح شده اضافه گردید. همچنین ۴۲ شاخص جهت اولویت‌بندی این‌گونه پروژه‌ها با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی و مصاحبه با خبرگان حوزه دفاعی شناسایی شد. به دلیل تعدد شاخص‌ها به‌منظور افزایش دقت در اولویت‌بندی پروژه‌ها با کمک روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی تعداد شاخص‌ها از ۴۲ شاخص به تعداد ۲۵ شاخص کاهش یافت که برای هر شاخص نیز جهت امتیازدهی راهنما تهیه گردید. همچنین به منظور وزن‌دهی شاخص‌ها از روش برآورد نسبت استفاده گردید که در خصوص حوزه‌ها، حوزه دفاعی بیشترین اولویت و حوزه بازار پایین‌ترین اولویت را در خصوص

پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی دارند. یکی از تمایزهای اصلی این تحقیق با سایر تحقیق‌های مرتبط با اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید، رویکرد دفاعی و همچنین به‌کارگیری سنجش مؤلفه‌های اصلی برای شاخص‌های شناسایی شده است. در بیشتر پژوهش‌های حاضر تمرکز بر روی پروژه‌های توسعه محصول جدید می‌باشد؛ همچنین استخراج شاخص‌ها صرفاً با بررسی شاخص‌های شناسایی شده در پیشینه تحقیق می‌باشد که در صورت افزایش شاخص‌ها صرفاً به صورت نظری تعداد شاخص‌ها کاهش یافته و از روش‌های علمی کمتر استفاده شده است. همچنین توسعه بیشتر تحقیقات مشابه، بر روی روش‌های ریاضی اولویت‌بندی پروژه‌ها است، و به طور عمیق به پیش‌نیاز مهم این موضوع، یعنی استخراج دسته‌بندی اصولی شاخص‌ها، کمتر پرداخته شده و شناسایی شاخص‌ها به صورت سطحی انجام گرفته است. پیشنهاد می‌گردد، از این روش تحقیق برای استخراج شاخص‌های مرتبط با اولویت‌بندی سایر پروژه‌ها با هر نوع ماهیتی، مانند پروژه‌های عمرانی نیز استفاده گردد. همچنین برای رتبه‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید با توجه به عدم قطعیت در این‌گونه پروژه‌ها از روش‌های تصمیم‌گیری فازی استفاده شود.

فهرست منابع

- آقاباریان، صبا و مهدوی، ایرج (۱۳۹۵)، شناسایی و رتبه‌بندی فاکتورهای مؤثر بر فرآیند توسعه محصول جدید با رویکرد TOPSIS، سومین کنفرانس ملی توسعه علوم مهندسی.
- پهلوانی، علی (۱۳۸۸)، اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری با استفاده از روش تصمیم‌گیری گروهی TOPSIS سلسله مراتبی در محیط فازی، نشریه مدیریت صنعتی، دور-۱، شماره ۲، ۳۵-۵۴.
- پورطاهری، مهدی (۱۳۹۲)، کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در جغرافیا، چاپ سوم، تهران، انتشارات سمت.
- خجسته‌پور، علی رضا؛ قدسی، مجید؛ درویشی، جواد و عالیانی، علی (۱۳۹۱)، بررسی آسیب شناسانه معیارهای موفقیت در پروژه‌های نوآوری محصولات مطالعه موردی: مدیریت نوآوری توسعه محصولات جدید (NPD) در صنایع خودروسازی ایران (گروه صنعتی ایران خودرو)، چهارمین ملی کنفرانس مهندسی و مدیریت نوآوری، تهران، بنیاد پژوهشی علوم خلاقیت‌شناسی، تریز و مهندسی و مدیریت نوآوری.

- خمسه، عباس؛ مفتاح، محمد صادق (۱۳۹۳)، ارزیابی سطح توانمندی تکنولوژیک صنعت فولاد ایران، کنفرانس بین‌المللی اقتصاد، حسابداری، مدیریت و علوم اجتماعی.
- خمسه، عباس؛ مفتاح، محمد صادق (۱۳۹۳)، شناسایی، مقایسه و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت توسعه محصولات جدید در کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران، کنفرانس بین‌المللی اقتصاد، حسابداری، مدیریت و علوم اجتماعی.
- سجادی، سید مجتبی؛ میگون پوری، محمدرضا و درگاهی، مجتبی (۱۳۹۴)، ارزیابی مؤلفه‌های مدیریت زنجیره تأمین کارآفرینانه مرتبط با فرایند توسعه محصول جدید (مورد مطالعه: شرکت‌های کارآفرین فعال در صنعت شوینده ایران. نشریه توسعه کارآفرینی، دوره ۸، شماره ۳، ۵۱۳-۵۳۰.
- عبدی، عبدالله؛ نصیر، ابوالقاسم؛ رمضانیان، محمدرحیم (۱۳۹۱)، تحلیل ریسک توسعه محصول جدید (NPD) با استفاده از شبکه‌های بیز (BNS)، نشریه تحقیقات بازاریابی نوین، دوره ۲، شماره ۱، ۱۵۸-۲۰۲.
- فرج‌پور خان‌آپشتانی، قاسم؛ افشاری، نرگس (۱۳۹۴)، شناسایی و ارزیابی ریسک‌های توسعه محصول جدید (NPD) و ارائه استراتژی‌های مناسب با تلفیق مدل توسعه محصول کوپر و روش‌های SWOT, QFD, FMEA (مطالعه موردی: صنعت تولید کفش)، نخستین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و کارآفرینی، تهران، مرکز همایش‌های توسعه ایران
- Arabi, S. M., & Taghizadeh, M. (2008). *Innovation Strategic Management*. Cultural Research center press, Tehran, 386-388.
- Awwad, A., & Akroush, D. M. N. (2016). New product development performance success measures: an exploratory research. *EuroMed Journal of Business*, 11(1), 2-29.
- Balbontin, A., Yazdani, B., Cooper, R., & Souder, W. E. (1999). New product development success factors in American and British firms. *International Journal of Technology Management*, 17(3), 259-280.
- Cometto, T., Nisar, A., Palacios, M., Le Meunier-FitzHugh, K., & Labadie, G. J. (2016). Organizational linkages for new product development: Implementation of innovation projects. *Journal of Business Research*, 69(6), 2093-2100.
- Congjun, R., Huanbin, L., (2011), "Optimal Model of Selecting Developers in New Product Development", *Applied Mechanics and Materials* Vols. 58-60
- Ernst, H., Hoyer, W. D., Krafft, M., & Soll, J.-H. (2010). *Consumer idea generation*. Vallendar: WHU.
- Florén, H., Frishammar, J., Parida, V., & Wincent, J. (2017). Critical success factors in early new product development: a review and a conceptual model. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 1-17
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey, USA: Prentice Hall Inter. Inc.

- Kiss, A. N., & Barr, P. S. (2017). New Product Development Strategy Implementation Duration and New Venture Performance: A Contingency-Based Perspective. *Journal of Management*, ۴۳(۴), 1185-1210.
- Kowang, T. O., & Rasli, A. (2011). New product development in multi-location R&D organization: a concurrent engineering approach. *African Journal of Business Management*, 5(6), 22-64.
- Salomon, A., & Sandra, M. (2012). New product development projects prioritization with Analytic Hierarchy Process in an automotive company. *Product: Management & development*, 1-9.
- Saren, M. A. (1984). A classification and review of models of the intra-firm innovation process. *R&d Management*, 14(1), 11-24.
- Vincent F. Yu, C. K., and Ruey Huei Yeh. (2014). Decision Process Analysis on Project Priority Strategy: A Case Study of an ICT Design Firm. *Journal of Applied Mathematics*.

