

فرماندهی معظم کل قوا: در دنیایی که قدرت‌های زورگو، سلطه‌گر و دارای کمترین جوهره اخلاق، وجدان و انسانیت حاکم هستند، و از تجاوز به کشورها و کشتار انسان‌های بی‌گناه هیچ ابایی ندارند، توسعه صنایع دفاعی و تهاجمی کاملاً طبیعی است؛ زیرا این قدرت‌ها تا اقتدار کشور را احساس نکنند، امنیت تأمین نخواهد شد. (۱۳۹۵/۶/۱۰)

## رویکرد تلفیقی در اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصولات جدید دفاعی

صادق شهبازی<sup>۱</sup>، سیدمجتبی سجادی<sup>۲</sup> و فریبرز جولای<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۶/۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱

### چکیده

یکی از چالش‌هایی که مراکز تحقیق و توسعه در حوزه دفاعی با آن روبرو می‌باشند، اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید از میان ایده‌ها، طرح‌ها و خواسته‌های متنوع نیروهای مسلح و پژوهشگران دفاعی با توجه به محدودیت منابع است. در این راستا با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی گسترده، حوزه‌های اثرگذار در انتخاب پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی شامل حوزه دفاعی، سازمانی و راهبردی، دانشی و فنی، بازار و خطرپذیری و همچنین شاخص‌های مربوط به هر حوزه استخراج گردید. با توجه به تنوع و تعدد شاخص‌ها، که موجب افزایش خطای اولویت‌بندی پروژه‌ها می‌گردد، با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و داده کاوی در ۲۱ پروژه تحقیقاتی، تعداد شاخص‌ها از ۴۲ شاخص شناسایی شده به ۲۵ شاخص کاهش داده شد. همچنین یک روش اولویت‌بندی که توسعه یافته روش تاپسیس فازی می‌باشد، با عنوان «تاپسیس فازی ساختاری» پیشنهاد گردید. به منظور بررسی اثربخشی روش پیشنهادی، اولویت‌بندی پنج پروژه توسعه محصول جدید توسط روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس فازی و تاپسیس فازی ساختاری انجام گرفت و نتایج هر سه روش با نظرات مدیران ارشد سازمان مقایسه گردید و مشاهده شد که اولویت‌بندی توسط روش پیشنهادی دارای

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

۲. استادیار، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

۳. استاد، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

حداقل اختلاف با نظر مدیران ارشد می‌باشد. همچنین در اولویت‌بندی پنج پروژه با روش پیشنهادی، پروژه پنجم با ضریب نزدیکی ۰/۴۹۱۵ در اولویت اول، پروژه اول با ضریب نزدیکی ۰/۳۶۴۳ در اولویت دوم و در نهایت پروژه چهارم با ضریب نزدیکی ۰/۳۰۱۰ در اولویت آخر قرار گرفت.

**واژگان کلیدی:** رویکرد تلفیقی، توسعه محصول جدید دفاعی، پروژه، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی

## ۱. کلیات

### ۱-۱. بیان مسئله

فرایند توسعه محصول جدید دفاعی شامل فعالیت‌ها و تصمیم‌هایی است که از مرحله ایجاد ایده تا ورود محصول به نیروهای مسلح را دربرمی‌گیرد. اصطلاح توسعه محصولات جدید دفاعی، هم در مورد محصولاتی که به‌طور کلی در نیروهای مسلح دنیا جدید هستند و هم در مورد اعمال بهبود و تغییر در محصولات موجود به‌کار می‌رود. برای بیشتر صنایع دفاعی که می‌خواهند نوآور باشند و همواره در زمینه توسعه محصول جدید فعالیت می‌کنند، نقطه شروع، ایجاد یک فرایند توسعه محصول جدید و یا بازنگری در آن می‌باشد. موفقیت این فرایند را می‌توان با تعریف معیارهایی که نشان‌دهنده میزان موفقیت یا عدم موفقیت است، اندازه‌گیری نمود. معیارهای رایج در بررسی پروژه‌های توسعه محصول جدید در بیشتر صنایع، منتهی به رقابت‌پذیری و توسعه بازار می‌شود، اما در صنایع دفاعی این امر باید موجب بازدارندگی دشمن نیز گردد.

مسئله اصلی این تحقیق آن است که شاخص‌های تعیین سبب و اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی چه می‌باشند؟ چگونه می‌توان با کمک

تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) آنها را دسته‌بندی نمود؟ چگونه می‌توان با یک روش پیشنهادی تصمیم‌گیری چندمعیاره با عنوان تاپسیس فازی ساختاری متناسب با ساختار سازمانی مراکز تحقیقات دفاعی اقدام به اولویت‌بندی سبد پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی نمود؟

## ۱-۲. اهمیت و ضرورت موضوع

روند فراروی تأمین امنیت و ایجاد بازدارندگی برای ج.ا.ایران با وجود استفاده از راهبردهای متعارف و ناهمگون همانند بیشتر کشورها، توجه ویژه به رهیافت توان نوآوری دفاعی است. قابلیت‌های مرتبط با تمامی حوزه‌های نوآوری از جمله تولید و استفاده از انواع محصولات جدید با اهداف نظامی - دفاعی و علمی - کاربردی به عنوان فناوری بومی، نوعی بازدارندگی مؤثر امنیتی ایجاد خواهد نمود که به واسطه آن ج.ا.ایران می‌تواند فعالیت‌های صلح‌آمیز و علمی مؤثر برای رفع نیازهای خود انجام دهد.

با توجه به اهمیت تأمین امنیت و در نتیجه توجه ویژه به رهیافت توان نوآوری دفاعی، توسعه محصولات جدید دفاعی امری بدیهی است. از سوی دیگر، با توجه به فکری خلاق و نوآورانه در کشور و همچنین نیازهای متنوع نیروهای مسلح، مراکز تحقیق و توسعه دفاعی با انبوهی از ایده‌ها روبرو هستند که با توجه به محدودیت منابع، امکان اجرای آنها به شکل همزمان وجود ندارد؛ بنابراین ضروری است به منظور اثربخشی بیشتر فعالیت‌های مراکز تحقیق و توسعه، اولویت‌بندی انجام پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی با روشی

مبتنی بر شناسایی شاخص‌های مؤثر در این حوزه، با استفاده از تحلیل عاملی و به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و با کمک نظر خبرگان انجام گیرد.

### ۳-۱. پیشینه تحقیق

\* «سلمون و همکاران» تحقیقی در یک شرکت خودرویی چندملیتی جهت اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید<sup>۱</sup> ارائه دادند و از روش تحلیل سلسله مراتبی<sup>۲</sup> جهت تجزیه و تحلیل داده استفاده نمودند. در این تحقیق شاخص‌های مورد استفاده عبارت بودند از: ۱. بودجه؛ ۲. ظرفیت فروش؛ ۳. روند بازار؛ ۴. مزیت رقابتی؛ ۵. موفقیت فنی؛ ۶. موفقیت تجاری؛ ۷. خطرپذیری. (Salamon et.al, 2012)

\* «ارنست و همکاران» با توجه به مطالعات متعدد انجام شده در ادبیات علمی مربوط به عوامل کلیدی به‌کار گرفته شده در راهبرد پروژه، مدیریت پروژه و مدیریت سبب پروژه، این عوامل را عامل تجاری، عامل مالی و عامل فناورانه بیان نمودند. (Ernst et.al, 2012)

\* «شیدپور و همکاران» به بررسی عملکرد مشتریان در توسعه محصول جدید برای موفقیت پیشرفت پروژه پرداخته‌اند و نظرات مشتری را به‌عنوان کلیدی‌ترین عامل موفقیت بیان نمودند. (Shiedpoor et, al, 2013)

\* «تیزی» به بررسی عوامل مؤثر مرتبط با ظرفیت تأمین‌کنندگان و برنامه تحویل و چگونگی اثر آنها بر طراحی محصول پرداخته است. (Tisei, 2009)

1 New Product Development (NPD)

2 Analytic Hierarchy Process (AHP)

\* «پتیت» بیان نموده که ارزیابی بازار تجاری (یعنی اندازه بازار و نرخ رشد بازار) را می‌توان به‌عنوان یک معیار، زمانی که اولویت‌بندی و مدیریت پروژه‌های فناوری محصول مطرح است، استفاده نمود. (Patit, 2009)

جدول شماره یک به‌صورت خلاصه به بررسی شاخص‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری در حوزه محصول جدید می‌پردازد:

جدول شماره (۱) شاخص‌ها و روش‌ها در حوزه توسعه محصول جدید

سال	نویسنده	معیار/ زیر معیار	روش	مطالعه موردی
۲۰۱۰	Ernst and Others	تجاری، مالی، فناورانه	آزمون فرض	-
۲۰۱۱	Tan Owee Kowang & Amran Rasli	آمادگی فناوری، شناسایی فرصت، گروه چندمهارت‌ه، ترازیبی محصول، خطرپذیری، همکاران خارجی، حمایت مدیریت ارشد، مأموریت و راهبرد سازمان، نظام مدیریتی و حمایتی ساختار سازمانی برای پروژه‌های NPD، ابزارهای طراحی مانند CAD-CAM، نیازهای مشتری و دخالت آن در طراحی، استفاده از ابزارهای مورد نیاز شناسایی نیازهای مشتری مانند QFD	-	سازمان فرضی
۲۰۱۲	Salomon, A. & Sandra, M	بودجه، ظرفیت فروش، روند بازار، مزیت رقابتی، موفقیت فنی، موفقیت تجاری، خطرپذیری (ریسک)	AHP	شرکت خودرویی چندملیتی
۲۰۱۴	Vincent and Others	نیازهای مشتریان و رضایت، قابلیت‌های فناوری و مدیریت، تحلیل و برنامه‌ریزی مالی	AHP	شرکت ICT
۲۰۱۶	NM Naim & N Amlus	نوآوری، راهبرد محصول، تجربه کارکنان	پرسشنامه	سازمان‌های تولیدی در مالزی

سال	نویسنده	معیار / زیر معیار	روش	مطالعه موردی
۲۰۱۶	Abdulkareem Awwad and others	عملکرد مالی، اشتراک دانش، بهبود توانمندی‌ها، عملکرد بازار، یادگیری داخلی	تجزیه و تحلیل عامل تأییدی- پرسشنامه	سازمان‌های تولیدی در اردن
۲۰۱۷	Kyootai Lee and others	دانش سازمان، تجربه سازمان، نوآوری سازمان، فناوری	تحلیل دانشی	
۱۳۸۸	علی پهلوانی	بازدهی صنعت، انطباق با راهبرد صنعت، سابقه صنعت	TOPSIS فازی	صنایع غذایی
۱۳۸۹	علی پهلوانی	نوع طرح، تخمین میزان سرمایه‌گذاری، تخمین طول دوره اجرا (ماه)، آورده سرمایه‌گذار، ماهیت سرمایه‌گذار، سابقه مرتبط، اعتبار بانکی، سطح دارایی	روش استدلال مبتنی بر مورد (CBR)	صنایع غذایی
۱۳۹۱	علیرضا خجسته‌پور و همکاران	دیدگاه‌های ذینفعان شامل: زمان، هزینه، سودآوری، کیفیت محصول، تطابق محصول با تعریف اولیه آن، انعطاف‌پذیری، ساختار سازمانی، رضایت مشتری، رضایت گروه پروژه، رضایت دولت، رضایت سهامداران، یادگیری و مستندسازی و ارزش‌آفرینی	پرسشنامه و آزمون فرض	ایران خودرو
۱۳۹۳	عباس خمسه، محمدصادق مفتاح	توانمندی خلاقیت، توانمندی طراحی و مهندسی، توانمندی ساخت، توانمندی تولید، توانمندی فروش، توانمندی خدمات‌رسانی، توانمندی اکسپان، توانمندی پشتیبانی	ارزیابی فناورانه پاندا و راماناسن	ارزیابی سطح توانمندی فناورانه صنعت فولاد ایران
۱۳۹۳	عباس خمسه، محمدصادق مفتاح	راهبرد، ساختار، فرهنگ، مدیریت، آموزش، کارگروهی، کارکنان، قوانین و مقررات، نظام نوآوری، بازار و ذینفعان بیرونی، توانمندی‌های سازمانی	پیشنهاد الگو و آزمون فرض	ارزیابی توانمندی نوآوری در شرکت کشتیرانی ج.ا.ایران
۱۳۹۴	سیدمجتبی 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

سال	نویسنده	معیار/ زیر معیار	روش	مطالعه موردی
۱۳۹۴	نرگس افشاری، قاسم فرج پور	خطرپذیری توسعه محصول جدید	ارائه راهبردهای مناسب با تلفیق الگوی توسعه محصول کوپر و روش های FMEA, QFD, SWOT	صنعت تولید کفش

درخصوص شاخص های حوزه دفاعی با توجه به مطالعه اسناد و همچنین مصاحبه با خبرگان در این حوزه شاخص ها به شرح زیر استخراج گردید:

جدول شماره (۲) شاخص ها در حوزه توسعه محصول جدید دفاعی

منبع	عنوان شاخص
سند مرکز دفاعی	میزان هم راستایی دانش تولیدی با اولویت های دفاعی
سند مرکز دفاعی	میزان اثربخشی دانش خلق شده در ارتقای و توسعه و بهره برداری از فناوری ها و سامانه های دفاعی
سند / مصاحبه	میزان تأثیر دانش فنی تولیدی در تقویت توان صنعتی، تخصصی نیروهای مسلح
سند / مصاحبه	میزان هم راستایی پروژه با نقشه راه علوم و فناوری مرکز مجری
سند مرکز دفاعی	میزان تأثیر پروژه در اصلاح رویکردها، روش ها، سامانه (سیستم) ها و سازماندهی فعالیت های صنعتی دفاعی
مصاحبه	پیش بینی روند فناوری درخصوص پروژه
مصاحبه	پیش بینی روند بازار درخصوص پروژه
سند / مصاحبه	تأمین امنیت
سند / مصاحبه	منطبق با شرایط جغرافیایی کشور

با توجه به بررسی پیشینه تحقیق و همچنین اسناد و مصاحبه‌های انجام شده می‌توان شاخص‌های اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید را به شرح زیر دسته‌بندی نمود:

۱. حوزه سازمانی و راهبردی ۲. حوزه دانشی و فنی ۳. حوزه بازار ۴. حوزه خطرپذیری ۵. حوزه دفاعی که خاص پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی می‌باشد. درخصوص روش‌های اولویت‌بندی پروژه‌ها نیز غالباً از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس، تاپسیس فازی و تلفیق روش‌های یادشده استفاده شده است.

#### ۴-۱. سؤال‌های تحقیق

##### (۱) سؤال اصلی

\* شاخص‌های اثربخش در اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی چه هستند؟ چگونه می‌توان با استفاده از تجزیه و تحلیل رویکرد تلفیقی، اولویت‌بندی آنها را انجام داد؟

##### (۲) سؤال‌های فرعی

- \* شاخص‌های توسعه محصول جدید دفاعی چه هستند؟
- \* چگونه می‌توان با تحلیل مؤلفه‌های اصلی، شاخص‌هایی را خوشه‌بندی و عوامل جدیدی را استخراج نمود؟
- \* چگونه می‌توان وزن عوامل شناسایی شده را مشخص نمود؟
- \* روش پیشنهادی تاپسیس فازی ساختاری جهت اولویت‌بندی پروژه‌ها و به‌کارگیری آن در سازمان مورد مطالعه به چه صورت می‌باشد؟



**۱-۵. هدف تحقیق**

هدف اصلی این پژوهش ارائه الگویی جهت اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی می‌باشد که برای رسیدن به این هدف اصلی می‌توان اهداف فرعی زیر را برای تحقیق در نظر گرفت:

\* تبیین حوزه‌ها و شاخص‌های مرتبط با اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی؛

\* ارائه یک روش پیشنهادی با عنوان «تاپسیس فازی ساختاری» جهت اولویت‌بندی پروژه‌ها؛

\* صحت‌گذاری روش پیشنهادی با بررسی دیدگاه‌ها و نظرات خبرگان و مقایسه با سایر روش‌های اولویت‌بندی پروژه‌ها؛

**۱-۶. روش‌شناسی تحقیق****۱-۶-۱. نوع تحقیق**

پژوهش پیش‌رو، تحقیقی کیفی - توصیفی با هدف کاربردی می‌باشد.

**۱-۶-۲. روش گردآوری اطلاعات**

در این تحقیق گردآوری داده و اطلاعات با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و با مراجعه به منابع، اسناد و مدارک موجود و همچنین نظر خبرگان (پرسشنامه باز و بسته) انجام گرفته است.

**۱-۶-۳. جامعه آماری تحقیق و معرفی خبرگان**

جامعه تحقیق یادشده، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، شرکت الکترواپتیک و صنعت شهید قربانی (سازمان دریایی) می‌باشد. خبرگان مورد نظر در تحقیق، مدیران مراکز و گروه‌های تحقیقاتی، مدیران پروژه‌ها و کارشناسان طراحی و طرح و برنامه می‌باشند؛ همچنین پروژه‌های تحقیق و توسعه این مراکز نیز بخشی

از جامعه آماری تحقیق می‌باشد که نظر خبرگان درخصوص آن پروژه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. درخصوص نمونه آماری، برای خبرگان کل جامعه مورد نظر و برای پروژه‌ها، پروژه‌هایی می‌باشد که از نظر سطح محرمانگی آنها امکان بررسی آن توسط پژوهشگر محقق بود.

#### ۴-۶-۱. فرایند و مراحل انجام تحقیق

انجام تحقیق یادشده در پنج مرحله انجام گردید؛ در مرحله اول حوزه‌ها و شاخص‌های مربوط به تعیین سبد و اولویت‌بندی پروژه توسعه محصول جدید دفاعی استخراج گردید. به این منظور برای استخراج معیارهای عمومی (معیارهای غیردفاعی) از بررسی پیشینه تحقیق و مصاحبه با خبرگان استفاده شد و برای استخراج معیارهای دفاعی از بررسی اسناد و همچنین مصاحبه با افراد صاحب‌نظر و کارشناسان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی استفاده گردید. در مرحله دوم، با کمک تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، شاخص‌های توسعه محصول جدید دفاعی دسته‌بندی گردید؛ در مرحله سوم، ضرایب وزنی حوزه‌ها و شاخص‌ها با کمک روش قضاوت ذهنی و آنتروپی شانون استخراج گردید. در مرحله چهارم یک روش جدید اولویت‌بندی با عنوان «تاپسیس فازی ساختاری» مبتنی بر ساختار سازمان ارائه و درنهایت اولویت‌بندی پنج پروژه توسعه محصول جدید دفاعی مربوط به یک مرکز تحقیقات دفاعی با روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس فازی و تاپسیس فازی ساختاری انجام گرفت و نتایج هر سه روش با نظرات مدیران ارشد سازمان مقایسه گردید.

## ۲. ادبیات و مبانی نظری تحقیق

### ۲-۱. فرایند توسعه محصول جدید

فرایند NPD، فرایندی است که در آن یک سازمان کلیه منابع، امکانات و توانایی خود را در قالب گروه‌های چندمنظوره جهت ایجاد یک محصول جدید و نوآوری شده و یا توسعه و پیشرفت یک محصول موجود به کار می‌گیرد؛ به گونه‌ای که توسعه این محصول به‌عنوان یک فرایند اساسی جهت پیشرفت و تجدید سازمان شمرده می‌شود. (Hart, 1993) اگر فرایند توسعه محصول را شامل سه زمان تولید، ورود به بازار و کسب سود در نظر بگیریم، شرکتی برنده واقعی خواهد بود که در این مسابقه، برنده هر سه بخش باشد. (عربی و تقی‌زاده، ۲۰۰۸)

### ۲-۲. فرایند توسعه محصول جدید دفاعی

فرایند توسعه محصول جدید دفاعی شامل فعالیت‌ها و تصمیم‌هایی است که از مرحله ایجاد ایده تا ورود محصول به نیروهای مسلح را در برمی‌گیرد. برای بیشتر صنایع دفاعی که می‌خواهند نوآور باشند و در زمینه توسعه محصول جدید فعالیت می‌کنند، نقطه شروع، ایجاد یک فرایند توسعه محصول جدید و یا بازنگری در آن می‌باشد.

### ۲-۳. الگوهای توسعه محصول جدید

گرچه الگوهای مختلف جهت معرفی فرایند توسعه محصول جدید وجود دارد، اما یک فرایند ایجاد محصول جدید از ۶ مرحله که همگی با هم مرتبط هستند، تشکیل شده است؛ این مراحل عبارتند از:

\* تشخیص فرصت

\* ایده و ارزیابی آن

\* توسعه مفهوم محصول جدید

\* توسعه محصول جدید

\* آزمون‌های بازار

\* انبوه‌سازی و تجاری‌سازی محصول جدید (Cooper, 1999 & Ren, 2003)

#### ۴-۲. تصمیم‌گیری چندمعیاره

الگوهای تصمیم‌گیری چندمعیاره به دو دسته عمده الگوهای تصمیم‌گیری چندهدفه و الگوهای تصمیم‌گیری چندشاخصه تقسیم می‌شود. در حالت کلی، الگوهای چندهدفه به منظور طراحی و الگوهای چندشاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی الگوهای تصمیم‌گیری چندهدفه با الگوهای تصمیم‌گیری چندشاخصه آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی در فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند. در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل، سه کار باید انجام گیرد:

\* تبدیل معیارهای کیفی به کمی

\* بی‌مقیاس کردن معیارها

\* تعیین وزن‌های نسبی معیارها. (سلامی و مقیمی شهری، ۱۳۹۵)

#### ۴-۵. تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی

تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی یک روش آماری برای تعریف متغیرهای جدید بر حسب ترکیب خطی از متغیرهای اولیه است. متغیرهای جدید نسبت به

هم مستقل بوده و واریانس آنها دارای روند نزولی است. هدف از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، استخراج مؤلفه‌های اصلی یک مجموعه از متغیرهای اولیه بوده که اولین مؤلفه استخراجی، دارای بیشترین واریانس مجموعه اولیه داده‌ها بوده و مؤلفه‌های استخراجی بعدی واریانس کمتری از مجموعه اولیه داده‌ها را لحاظ کرده و مؤلفه‌های استخراج شده نسبت به هم مستقل باشند که در این تحقیق به منظور کاهش شاخص‌ها استفاده شده است.

در فضای  $p$  بعدی از طریق روش بالا  $P$  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.

#### ۱-۵-۲. تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی از نظر ریاضی

(۱) اولین مؤلفه حداکثر واریانس داده‌ها را لحاظ کرده و دومین مؤلفه حداکثر واریانس لحاظ نشده توسط اولین مؤلفه را لحاظ نموده و الی آخر.

$$\begin{aligned}\xi_1 &= w_{11}x_1 + w_{12}x_2 + \dots + w_{1p}x_p \\ \xi_2 &= w_{21}x_1 + w_{22}x_2 + \dots + w_{2p}x_p \\ &\vdots \\ \xi_p &= w_{p1}x_1 + w_{p2}x_2 + \dots + w_{pp}x_p\end{aligned}$$

(۲) شرط برای جلوگیری از افزایش مقیاس

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

(۳) شرط برای متعامد بودن محورها

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

$\xi_1$ : مؤلفه جدید

$x_p$ : شاخص اولیه

$w_{pp}$ : اثرگذاری شاخص اولیه در شکل‌گیری شاخص جدید

## ۲-۵-۲. آزمون بارتلت

از لحاظ نظری روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی یک روش آماری مناسب برای تجزیه و تحلیل داده‌های همبسته بوده و مؤلفه‌های اصلی متغیرهای متعامد که همبستگی بین آنها صفر است؛ همان متغیرهای اولیه است.

همبستگی معنادار بین متغیرها از طریق آزمون بارتلت<sup>۱</sup> قابل تعیین است؛ اما آزمون بارتلت 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 مشاهده شده متعلق به جامعه‌ای با متغیرهای ناهمبسته است)  
فرض یک: ماتریس همبستگی متغیرها یک ماتریس غیرهمانی است که در این آزمون با توجه به مقدار Sig کوچک‌تر از ۰/۰۵ فرض صفر رد شده و در نتیجه بین متغیرها همبستگی معناداری وجود دارد. (بشیری، ۱۳۹۴: ۸۵)

۳-۵-۲. دلیل استفاده از روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی در این تحقیق با توجه به گستردگی شاخص‌ها در تحقیق یادشده، امکان مقایسه دقیق پروژه‌های توسعه محصول جدید به دلیل خطا در مقایسه‌ها، وجود ندارد؛ بنابراین نیاز به تقلیل شاخص‌ها به منظور ارزیابی دقیق‌تر پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی وجود دارد. اگر در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، مؤلفه‌های استخراج شده قابل تفسیر باشند، در این صورت کاربرد آنها برای تجزیه و تحلیل اطلاعات اولیه قابل توجیه است؛ همچنین میزان درصد واریانس لحاظ شده توسط مؤلفه‌های اصلی نیز در توجیه پذیر بودن PCA مؤثر است. در بعضی از تحقیقات برای مثال، تصمیم‌های مربوط به پروژه‌های فضایی (انرژی مواد تغذیه‌ای فضانوردان) از دست رفتن یک درصد اطلاعات نیز مهم بوده و در این‌گونه موارد، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی کاربرد زیادی در تحقیقات یادشده نخواهد داشت.

#### ۶-۲. وزن‌دهی به شاخص‌ها با روش بی‌نظمی (آنتروپی)<sup>۱</sup>

آنتروپی یک مفهوم بسیار بااهمیت در علوم اجتماعی، فیزیکی و نظریه اطلاعات می‌باشد. وقتی که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری، کاملاً مشخص باشد، می‌توان از روش آنتروپی برای ارزیابی وزن‌ها استفاده کرد. ایده روش یادشده، این است که هر چه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد، آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است.

### ۳. تحلیل یافته‌ها

با توجه به پیشینه و ادبیات تحقیق و همچنین روش‌های بیان شده در این تحقیق، حوزه‌ها و شاخص‌های مرتبط با توسعه محصول جدید شناسایی و دسته‌بندی شاخص‌ها، وزن‌دهی آنها و همچنین اولویت‌بندی پروژه‌ها به روش پیشنهادی انجام گردید؛ در ادامه فرایند و یافته‌های تحقیق بررسی می‌گردد:

#### ۳-۱. استخراج معیارهای دفاعی و غیردفاعی

به منظور تعیین حوزه‌ها و شاخص‌ها جهت تعیین سبد و اولویت‌بندی پروژه پس از بررسی پیشینه تحقیق، پرسشنامه‌ای تهیه گردید که از مدیران و کارشناسان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی خواسته شد تا شاخص‌های موردنظر خود را بیان نمایند؛ در این راستا تأکید شد که این شاخص‌ها در حوزه‌های دفاعی و غیردفاعی بیان شود تا با تطبیق با پیشینه تحقیق، شاخص‌های نهایی استخراج گردد. پس از دریافت شاخص‌ها، طی جلسه‌ای با حضور نمایندگان مراکز تحقیقات دفاعی و افراد خبره دانشگاهی، شاخص‌ها تحلیل گردید و در نهایت شاخص‌های جهت اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی استخراج شد و به منظور تعدیل تعداد شاخص‌ها، گام‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی آنها انجام گردید.

برای انجام تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ابتدا پرسشنامه‌ای با توجه به شاخص‌های استخراج شده تهیه گردید، سپس از خبرگان خواسته شد درخصوص ۲۱ پروژه انتخابی (که با توجه به سطح محرمانگی و ماهیت تحقیقاتی از جامعه آماری انتخاب شده بود) امتیاز هر پروژه درخصوص هر شاخص را اختصاص دهند.



گفتنی است که با توجه به آنکه از لحاظ نوع داده‌ها، هر شاخصی که دارای پراکندگی بیشتری در داده‌ها (پس از اختصاص امتیاز به شاخص‌ها) داشته باشد، می‌تواند تأثیر بیشتری در اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی داشته باشد، پژوهشگر از همان امتیازهای اصلی اختصاص داده شده به شاخص‌ها، بدون استانداردسازی برای انجام PCA استفاده نموده است. برای وزن‌دهی شاخص‌ها از دو روش «آنتروپی شانون» و «قضایوت ذهنی» استفاده گردید. دلیل استفاده از روش شانون به‌خاطر داده‌های موجود در مرحله PCA بوده که این داده‌ها توانست جهت وزن‌دهی به شاخص‌ها به پژوهشگر کمک نماید، که نتایج مورد نظر در ادامه ارائه شده است.

#### ۲-۳. استخراج و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های حوزه دفاعی

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی درخصوص شاخص‌های دفاعی، تعداد ۱۱ شاخص در این حوزه شناسایی گردید که پس از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه درخصوص توسعه محصول جدید و همچنین پروژه‌های تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه، تعداد شاخص‌ها به ۴ شاخص کاهش یافت.

#### ۱-۲-۳. آزمون بارتلت برای شاخص‌های حوزه دفاعی

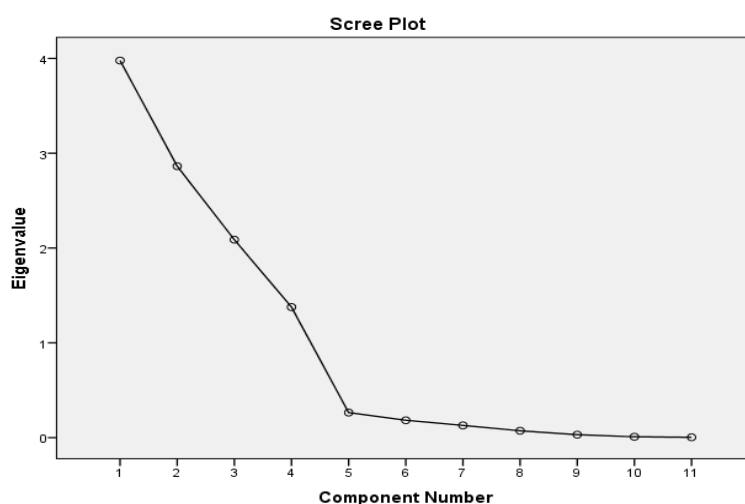
فرض صفر: ماتریس همبستگی متغیرها یک ماتریس همبستگی است.

فرض یک: ماتریس همبستگی متغیرها یک ماتریس غیرهمبستگی است.

جدول شماره (۳) آماره KMO و نتایج آزمون کرویت بارتلت

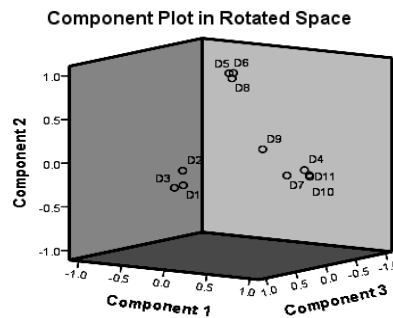
مقدار	شرح	
۰/۵۳۱	آماره KMO	
۲۷۷/۵۶۴	Approx Chi-Square	آزمون کرویت بارتلت
۵۵	df	
۰/۰۰۰	Sig	

با توجه به آنکه مقدار Sig کوچک‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد، فرض صفر رد شده و در نتیجه بین متغیرها همبستگی معناداری وجود دارد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های اولیه به شاخص‌های تفسیر یافته (جدول شماره ۴) تقلیل یافته است. دو نمودار زیر بیانگر تعداد شاخص‌های جدید (شکل شماره ۱) و همچنین شاخص‌های اولیه‌ای که در شکل‌گیری شاخص‌های جدید نقش داشته‌اند (شکل شماره ۲) را نشان می‌دهد.



شکل شماره (۱) نمودار اسکرای گراف برای تعیین تعداد عامل‌ها حوزه دفاعی

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



شکل شماره (۲) نمودار سه بعدی پراکنش متغیرها نسبت به عوامل استخراج شده

می توان با بررسی دو نمودار بالا، شاخص های اولیه را به مؤلفه های استخراج

شده زیر تفسیر نمود:

جدول شماره (۴) شاخص های اولیه حوزه دفاعی به همراه مؤلفه های استخراج شده با روش PCA

ردیف	عنوان شاخص	کد شاخص	مؤلفه های استخراج شده	کد مؤلفه جدید	وزن شاخص
۱	انطباق محصول جدید با شرایط سیاسی	D1	انطباق پذیری با شرایط سیاسی، راهبردی و جغرافیایی کشور	ND1	۰/۴۱
	انطباق محصول جدید با شرایط جغرافیایی	D2			
	انطباق محصول جدید با شرایط راهبردی کشور	D3			
۴	تأمین امنیت	D4	اهمیت راهبردی	ND2	۰/۲۵
	میزان هم راستایی با نقشه علمی نیروهای مسلح	D10			
	میزان فراگیر بودن دانش حاصله در سطح نیروهای مسلح	D11			
	تقویت صنعتی و تخصصی نیروهای مسلح	D7			
۸	قابلیت عملیاتی سازی محصول جدید	D5	الزام های سامانه های	ND3	۰/۱۳
	یکپارچه سازی با دیگر سامانه های موجود	D6			
	قابلیت انعطاف پذیری کارآمد به عنوان یک فناوری بومی	D8			
۱۱	تأثیر در ارتقا و توسعه فناوری ها و سامانه های دفاعی	D9	ارتقای فناوری دفاعی	ND4	۰/۲۱

### ۳-۳. استخراج و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های سازمانی و راهبردی

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی درخصوص شاخص‌های سازمانی و راهبردی، تعداد ۱۰ شاخص در این حوزه شناسایی گردید که پس از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه درخصوص توسعه محصول جدید و تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه، تعداد شاخص‌ها به ۷ شاخص کاهش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های اولیه به شاخص‌های تفسیر یافته زیر تقلیل پیدا کرده است:

جدول شماره (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	وزن شاخص
۱	درصد جذب بودجه دفاعی	01	بهبود وضعیت مالی سازمان	NO1	۰/۱۴
۲	افزایش درآمد (میزان درآمد سازمان از حوزه دفاعی)	05			
۳	ارتقای وجه سازمان	02	ارتقای جایگاه سازمان	NO2	۰/۱۵
۴	رشد شرکت از طریق توسعه محصول جدید	04			
۵	نقش توسعه محصول جدید در دستیابی به اهداف سازمان	03	همراستایی با سازمان	NO3	۰/۱۷
۶	محصول جدید عملکرد مصرفی مشابه با محصولات فعلی سازمان دارد	07			
۷	ایجاد تنوع محصول	06	ایجاد تنوع محصول	NO4	۰/۱۳
۸	احصاء فناوری	08	احصاء فناوری	NO5	۰/۱۰
۹	توسعه ارتباط با مراکز پژوهشی و علوم و فناوری	09	ارتباطات خارج از سازمان	NO6	۰/۱۲
۱۰	میزان افزایش دانش طراحان	010	بهبود دانش طراحی	NO7	۰/۱۹

۳-۴. استخراج و تجزیه و تحلیل 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 که پس از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه در خصوص توسعه محصول جدید و تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه تعداد شاخص‌ها به ۵ شاخص کاهش یافت.

جدول شماره (۶) شاخص‌های اولیه حوزه دانشی و فنی به همراه مؤلفه‌های استخراج شده با روش PCA

ردیف	عنوان شاخص	کد شاخص	مؤلفه‌های استخراج شده	کد مؤلفه جدید	وزن شاخص
۱	وجود یک رهبر قوی	T1	وجود گروه خیره	NT1	۰/۱
۲	وجود یک گروه چند رشته‌ای (بازاریابی، D&R، تولید)	T2			
۳	سطح مناسب مهارت طراحی	T3			
۴	توانایی به دست آوردن فناوری مورد نیاز	T4			
۵	قابلیت توسعه	T5		NT2	۰/۱۶
۶	وجود تجربه مشابه	T6	دانش فنی	NT3	۰/۲۱
۷	دانش آشکار	T7			
۸	دانش ضمنی	T8			
۹	درصد فناوری‌های جدید به کار گرفته شده در توسعه محصول	T9		NT4	۰/۱۵
۱۰	وجود نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای مرتبط با طراحی	T10	وجود منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	NT5	۰/۳۸
۱۱	وجود زیرساخت‌های آزمون و ارزیابی	T11			

۳-۵. استخراج و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های حوزه خطرپذیری

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی در خصوص شاخص‌های دفاعی، تعداد ۶ شاخص در این حوزه شناسایی گردید که پس از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر

روی ۲۱ پروژه درخصوص توسعه محصول جدید و همچنین پروژه‌های تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه تعداد شاخص‌ها به ۵ شاخص کاهش یافت.

جدول شماره (۷) شاخص‌های اولیه حوزه خطرپذیری به همراه مؤلفه‌های استخراج شده با روش PCA

وزن شاخص	کد مؤلفه جدید	مؤلفه‌های استخراج شده	کد شاخص	عنوان شاخص	ردیف
۰/۲۶	NR1	عدم تأمین منابع به موقع	R1	عدم تأمین فناوری‌ها در موعد مقرر توسط شبکه همکاران	۱
۰/۳۱	NR2	رقابت‌پذیری	R2	ارائه محصول مشابه برای اولین بار توسط رقبا	۲
			R4	میزان عملکرد محصول در مقابل محصولات رقیب	۳
۰/۲۴	NR3	پیچیدگی فنی	R3	پیچیدگی فنی	۴
۰/۰۹	NR4	خطرپذیری زمان	R5	خطرپذیری زمان	۵
۰/۱۰	NR5	خطرپذیری هزینه	R6	خطرپذیری هزینه	۶

### ۳-۶. استخراج و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های حوزه بازار

پس از بررسی مستندات و انجام مصاحبه با کارشناسان و خبرگان مراکز تحقیق و توسعه دفاعی درخصوص شاخص‌های دفاعی، تعداد ۴ شاخص در این حوزه شناسایی گردید که پس از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ۲۱ پروژه درخصوص توسعه محصول جدید و همچنین پروژه‌های تحقیق و توسعه در مرکز مورد مطالعه، تعداد شاخص‌ها با توجه به عدم همبستگی مناسب (نتایج جدول شماره ۸) کاهش نیافت.

جدول شماره (۸) 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 می باشد، در نتیجه بین متغیرها همبستگی معناداری وجود ندارد.

جدول شماره (۹) شاخص های اولیه حوزه بازار

وزن شاخص	کد مؤلفه جدید	مؤلفه های استخراج شده	کد شاخص	عنوان شاخص	ردیف
۰/۲۲	NM1	اندازه بازار	M1	اندازه بازار	۱
۰/۱۰	NM2	امکان آزمون نمونه مشتری	M2	امکان آزمون نمونه توسط مشتری	۲
۰/۳۳	NM3	تحقق نیازهای مشتری توسط محصول جدید	M3	تحقق نیازهای مشتری توسط محصول جدید	۳
۰/۳۵	NM4	قیمت مناسب و رقابتی	M4	قیمت مناسب و رقابتی	۴

### ۳-۷. تاپسیس فازی ساختاری

روش «تاپسیس فازی ساختاری» روش پیشنهادی توسط محقق با راهنمایی استادان دانشگاهی می باشد که در آن برای حالت عدم قطعیت پاسخ به گزینه ها در هر شاخص (اعداد فازی) از ساختار سازمانی به شرح زیر استفاده می گردد:

## \* تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری

۱. به این منظور پرسشنامه‌ای به صورتی که پروژه‌ها در سطر و شاخص‌ها در ستون آن قرار داشتند، تهیه گردید.
۲. به منظور تکمیل پرسشنامه، راهنمایی تدوین گردید که در آن برای هر شاخص با در نظر گرفتن ۴ سطح از ۱ تا ۴ که به ترتیب دارای کمترین میزان امتیاز و بیشترین میزان امتیاز می‌باشد، با بیان عبارتی که شرایط تعیین‌کننده هر امتیاز است، از تکمیل‌کننده پرسشنامه خواسته می‌شود که به آن، یکی از ۴ امتیاز را اختصاص دهد.

## \* ایجاد اعداد فازی ساختاری

۱. ابتدا محققان در ۳ الی ۴ رده سازمانی - تحقیقاتی دسته‌بندی می‌گردند (با توجه به فازی مثلثی یا ذوزنقه‌ای). در صورتی که تعداد رده‌ها بیشتر از ۴ رده بود، باید رده‌های مشابه با هم ادغام گردند که در این خصوص می‌توان از روش‌هایی مانند خوشه‌بندی استفاده نمود. این رده‌ها می‌تواند مانند کارشناس طراحی، کارشناس ارشد طراحی و مدیران طراحی باشد.

## \* تعیین وزن رده‌های سازمانی

۲. وزن هر رده سازمانی با توجه به روش تحلیل سلسله مراتبی استخراج می‌گردد.

## \* انجام محاسبات

۱. میانگین هندسی نتایج استخراج شده از هر رده را با توجه به پرسشنامه‌های تکمیل‌شده گام ۱ محاسبه می‌نماییم.
۲. امتیاز وزین شده هر رده سازمانی - تحقیقاتی را محاسبه می‌نماییم.



۳. نتایج به دست آمده در گام ششم را به صورت ارائه ۳ تایی یا ۴ تایی از کوچک به بزرگ منطبق با رویکرد فازی مثلثی یا ذوزنقه‌ای مرتب می‌نماییم.

۴. با کمک روش تاپسیس فازی اقدام به اولویت‌بندی پروژه‌ها می‌گردد.

۳-۸. نتایج استخراج شده از پرسشنامه‌ها با کمک روش تاپسیس فازی ساختاری پس از دسته‌بندی شاخص‌های اولویت‌بندی پروژه‌ها و تعیین وزن شاخص‌ها، گام‌های روش تاپسیس فازی ساختاری جهت اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید به کار گرفته شده که نتایج حاصل به شرح زیر است:

#### ۳-۸-۱. تعیین وزن شاخص‌های اصلی

با توجه به دسته‌بندی شاخص‌ها به ۵ حوزه اصلی وزن هر یک از حوزه‌ها با روش تحلیل سلسله مراتبی به شرح زیر هست:

جدول شماره (۱۰) وزن حوزه‌ها با روش تحلیل سلسله مراتبی

وزن	حوزه اصلی
۰.۳۵۲	دفاعی
۰.۲۱۳	سازمانی و راهبرد
۰.۲۱۳	دانشی و فنی
۰.۱۶۳	ریسک
۰.۰۵۹	بازار

## ۲-۸-۳. تعیین وزن رده‌های سازمانی - تحقیقاتی

بدین منظور سه رده سازمانی کارشناس طراحی، کارشناس ارشد طراحی و سرطراح با توجه به چارت سازمانی استخراج گردید که با روش تحلیل سلسله مراتبی میزان ضریب وزنی هر یک از رده‌ها به شرح زیر استخراج شد:

جدول شماره (۱۱) وزن رده‌های سازمانی به روش تحلیل سلسله مراتبی

ضریب وزنی	رده سازمانی
۰.۲۰۱	کارشناس طراحی
۰.۳۱۳	کارشناس ارشد طراحی
۰.۴۸۶	سرتراح (مدیر)

## ۹-۳. مقایسه پروژه‌های توسعه محصول دفاعی

در این مقایسه تعداد ۵ پروژه جهت اولویت‌بندی موردبررسی قرار گرفت. ابتدا ماتریس امتیازدهی به صورت پرسشنامه به همراه راهنمای امتیازدهی به شاخص‌ها در اختیار خبرگان سازمان مورد مطالعه قرار گرفت. در این پرسشنامه برای هر شاخص با توجه به راهنمای تدوین شده حداقل امتیاز ۱ و حداکثر امتیاز ۴ در نظر گرفته شده است. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها گام‌های زیر بر روی داده‌های جمع‌آوری شده انجام گردید:

- \* میانگین هندسی امتیاز هر شاخص برای هر پروژه محاسبه گردید.
- \* عدد به دست آمده در مرحله قبل در وزن حوزه اصلی و وزن شاخص ضرب گردید.
- \* میانگین حسابی وزن شاخص‌های هر حوزه محاسبه و در وزن رده سازمانی پاسخ‌دهنده به آن حوزه ضرب گردید.

\* درنهایت با توجه به ساختار موردنیاز تاپسیس فازی ساختاری برای هر پنج پروژه در سه رده سازمانی و برای ۵ حوزه اصلی نتایج زیر استخراج گردید:

جدول شماره (۱۲) مقایسه پنج پروژه توسعه محصول جدید دفاعی از دیدگاه دفاعی

دفاعی	سر طراح	کارشناس ارشد طراحی	کارشناس طراحی
p1	۰/۱۲۰	۰/۰۹۲	۰/۰۵۲
p2	۰/۰۸۰	۰/۰۷۷	۰/۰۴۴
p3	۰/۱۰۲	۰/۰۷۲	۰/۰۴۷
p4	۰/۱۳۹	۰/۰۶۷	۰/۰۳۷
p5	۰/۱۱۶	۰/۰۵۵	۰/۰۴۲

جدول (۱۳) مقایسه پنج پروژه توسعه محصول جدید دفاعی از دیدگاه سازمانی و راهبرد

سازمانی و راهبرد	سر طراح	کارشناس ارشد طراحی	کارشناس طراحی
p1	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵	۰/۰۱۷
p2	۰/۰۴۸	۰/۰۳۵	۰/۰۱۸
p3	۰/۰۴۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۵
p4	۰/۰۴۷	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹
p5	۰/۰۵۳	۰/۰۲۹	۰/۰۲۲

جدول شماره (۱۴) مقایسه پنج پروژه توسعه محصول جدید دفاعی از دیدگاه دانشی و فنی

دانشی و فنی	سر طراح	کارشناس ارشد طراحی	کارشناس طراحی
p1	۰/۰۵۳	۰/۰۲۹	۰/۰۲۰
p2	۰/۰۵۰	۰/۰۲۷	۰/۰۲۳
p3	۰/۰۷۶	۰/۰۳۵	۰/۰۲۸
p4	۰/۰۴۵	۰/۰۴۳	۰/۰۰۸
p5	۰/۰۷۰	۰/۰۵۲	۰/۰۰۶

جدول شماره (۱۵) مقایسه پنج پروژه توسعه محصول جدید دفاعی از دیدگاه خطرپذیری

خطرپذیری (ریسک)	سر طراح	کارشناس ارشد طراحی	کارشناس طراحی
p1	۰/۰۳۷	۰/۰۳۴	۰/۰۱۶
p2	۰/۰۴۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱۳
p3	۰/۰۴۳	۰/۰۳۲	۰/۰۱۴
p4	۰/۰۲۹	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹
p5	۰/۰۳۶	۰/۰۴۰	۰/۰۲۴

جدول شماره (۱۶) مقایسه پنج پروژه توسعه محصول جدید دفاعی از دیدگاه بازار

بازار	سر طراح	کارشناس ارشد طراحی	کارشناس طراحی
p1	۰/۰۲۱	۰/۰۱۰	۰/۰۰۶
p2	۰/۰۱۹	۰/۰۱۵	۰/۰۰۹
p3	۰/۰۰۹	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸
p4	۰/۰۱۳	۰/۰۰۵	۰/۰۱۲
p5	۰/۰۲۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹

### ۱۰-۳. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

پس از به دست آوردن نتایج فوق با کمک روش تاپسیس فازی ساختاری که در این تحقیق رویکرد مثلی دارد نتایج نهایی اولویت‌بندی گزینه‌ها به شرح زیر استخراج گردید که مبنای اولویت‌بندی شاخص ضریب نزدیکی هست به عبارتی هر پروژه توسعه محصول جدید دفاعی که در کل شاخص‌ها دارای فاصله بیشتری با جواب ضد ایدئال و حداقل فاصله با جواب ایدئال داشته باشد در اولویت بالاتری قرار دارد.

جدول شماره (۱۷) نتایج اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید دفاعی با رویکرد تاپسیس فازی ساختاری

اولویت	گزینه‌ها	ضریب نزدیکی
۱	P5	۰/۴۹۱۵
۲	P1	۰/۳۶۴۳
۳	P3	۰/۳۵۰۵
۴	P2	۰/۳۴۶۷
۵	P4	۰/۳۰۱۰

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده پروژه توسعه محصول جدید دفاعی پنجم و اول به ترتیب دارای رتبه اول و دوم جهت اجرا می‌باشند.

### ۱۱-۳. آزمون و تأیید تاپسیس فازی ساختاری

در این خصوص اولویت‌بندی روی پنج پروژه افزون بر روش پیشنهادی با روش‌های AHP و تاپسیس فازی نیز انجام گرفت و نتایج به‌دست‌آمده با نظرات مدیران سازمان مقایسه گردید. جدول زیر، اولویت‌بندی پروژه‌ها را در روش‌های مختلف و مقایسه آن با نظرات مدیران ارشد سازمان را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱۷) نتایج روش‌های مختلف اولویت‌بندی و مقایسه آن با نظرات مدیران ارشد سازمان

روش اولویت	AHP	تاپسیس فازی	تاپسیس فازی ساختاری	مدیران ارشد
۱	P5	P5	P5	P5
۲	P1	P3	P1	P1
۳	P4	P1	P3	P3
۴	P2	P2	P2	P4
۵	P3	P4	P4	P2

همان‌گونه که در جدول بالا قابل مشاهده است، نتایج تاپسیس فازی ساختاری نزدیک‌ترین جواب را با قضاوت مدیران ارشد دارد و اختلاف موجود در دو اولویت آخر می‌باشد.

## ۵. نتیجه‌گیری

### ۴-۱. جمع‌بندی

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 نیروهای مسلح روبه‌رو هستند، اولویت‌بندی اصولی آنها جهت اجرا می‌باشند. در این راستا تحقیق یادشده منجر به شناسایی ۵ حوزه اصلی دفاعی، سازمانی و راهبردی، دانشی و فنی، خطرپذیری و بازار به‌همراه ۴۲ شاخص جهت اولویت‌بندی این‌گونه پروژه‌ها با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی گسترده و مصاحبه با خبرگان حوزه دفاعی گردید. همچنین به‌دلیل تعدد شاخص‌ها به‌منظور افزایش دقت در اولویت‌بندی پروژه‌ها با کمک روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تعداد شاخص‌ها از ۴۲ شاخص به ۲۵ شاخص کاهش داده شد که برای هر شاخص نیز جهت امتیازدهی، راهنما تهیه گردید.

جهت اولویت‌بندی پروژه‌های یادشده، رویکرد جدیدی با عنوان تاپسیس فازی ساختاری ارائه گردید که این رویکرد شیوه امتیازگیری آن برای هر شاخص در هر گزینه مرتبط با رده‌های سازمانی با حداقل ۳ رده و حداکثر ۴ رده سازمانی مطابق با منطق فازی (مثلی/ذوزنقه‌ای) هست و درنهایت ۵ پروژه توسعه محصول جدید دفاعی با استفاده از نتایج این تحقیق مورد ارزیابی و اولویت‌بندی

قرار گرفت؛ همچنین به منظور بررسی نتایج روش پیشنهادی، اولویت‌بندی ۵ پروژه توسط روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس فازی و تاپسیس فازی ساختاری انجام گرفت و نتایج هر سه روش با دیدگاه‌های مدیران ارشد سازمان مقایسه گردید و مشاهده شد که اولویت‌بندی توسط روش پیشنهادی دارای حداقل اختلاف با نظر مدیران ارشد می‌باشد.

## ۲-۴. پیشنهادها

راهکار مناسب برای انتخاب و اولویت‌بندی اثربخش تر پروژه‌های توسعه محصول جدید استفاده از روش (تکنیک)‌های آماری و تصمیم‌گیری در کنار قضاوت خبرگان است و پیشنهاد می‌گردد مراکز تحقیق و توسعه دفاعی از روش‌های علمی یادشده با بومی‌سازی کردن آن با توجه به شرایط سازمان استفاده نمایند.

## منابع و یادداشت‌ها

### الف) منابع فارسی

۱. بشیری، مهدی و رضا کامران‌راد، (۱۳۹۴)، روش‌های تجزیه و تحلیل آماری چندمتغیره با رویکرد کاربردی، انتشارات شاهد.
۲. پهلوانی، علی، (۱۳۸۸)، اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری با استفاده از روش تصمیم‌گیری گروهی TOPSIS سلسله مراتبی در محیط فازی، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۱، شماره ۲.
۳. خجسته‌پور، علیرضا، مجید قدسی، جواد درویشی و علی عالیانی، (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 کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت نوآوری، تهران، بنیاد پژوهشی علوم خلاقیت‌شناسی، مهندسی و مدیریت نوآوری.

۴. خمسه، عباس و محمدصادق مفتاح، (۱۳۹۳)، ارزیابی سطح توانمندی فناوریانه صنعت فولاد ایران، *کنفرانس بین‌المللی اقتصاد، حسابداری، مدیریت و علوم اجتماعی*.
۵. خمسه، عباس و محمدصادق مفتاح، (۱۳۹۳)، شناسایی، مقایسه و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت توسعه محصولات جدید در کشتیرانی ج.ا.ایران، *کنفرانس بین‌المللی اقتصاد، حسابداری، مدیریت و علوم اجتماعی*.
۶. سجادی، سیدمجتبی، فرشته توان و جلیل حیدری، (۱۳۹۴)، طراحی فرایندهای کسب و کارهای کوچک و متوسط حوزه کالاهای فاسدشدنی به‌منظور طراحی سیاست بهینه تولید با رویکرد شبیه‌سازی، *پژوهش‌های مدیریت در ایران*.
۷. سجادی، سیدمجتبی، محمدرضا میگون‌پوری و مجتبی درگاهی، (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.
۸. سلامی، سیدرضا و بهزاد مقیمی‌شهری، (۱۳۹۵)، اولویت‌بندی روش‌های انتقال تکنولوژی کاربردی با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره؛ مورد مطالعه: شرکت سیمان خراسان، *دومین همایش سراسری مباحث کلیدی در علوم مدیریت و حسابداری*.
۹. شیخ، رضا و م. آذری، (۱۳۹۴)، بهینه‌سازی سبد پروژه با اثر متقابل با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر آموزش و یادگیری، *نشریه مدیریت صنعتی*، تهران، دوره ۷، شماره ۳.
۱۰. فرج‌پور، قاسم و نرگس افشاری، (۱۳۹۴)، شناسایی و ارزیابی ریسک‌های توسعه محصول جدید (NPD) و ارائه راهبردهای 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.
۱۱. فرخی‌زاده، فرشید، بهروز درّی نوکورانی و مسعود کسای، (۱۳۹۴)، بررسی و تحلیل تأثیر مدیریت دانش و نوآوری فرایند بر توسعه محصول جدید؛ (مورد مطالعاتی: شرکت‌های کوچک و متوسط شهرک صنعتی شمس‌آباد تهران)، *مدیریت اطلاعات و دانش‌شناسی*.
۱۲. ملکی، عباس، سیدمجتبی سجادی و بابک رضایی، (۱۳۹۳)، تبیین و بهبود شاخص‌های عملکردی در سامانه اورژانس با استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد؛ (مطالعه موردی: بیمارستان امام خمینی اراک)، *مدیریت اطلاعات سلامت*.



## ب) منابع انگلیسی

1. Abdulkareem Awwad Dr. Mamoun N. Akroush, (2016), New product development performance success measures: an exploratory research", EuroMed Journal of Business, Vol. 11 Iss.
2. Arabi, S. M., & Taghizadeh, M, (2008), Innovation Strategic Management. Cultural Research center press, Tehran.
3. Bhattacharyya, R., Kumar, P., & Kar, S, (2011), Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects. Computers & Mathematics with Applications,62(10).
4. Carazo, A. F., Gómez, T., Molina, J., Hernández-Díaz, A. G., Guerrero, F. M., & Caballero, R, (2010), Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection. Computers & operations research, 37(4).
5. Chang, W., & Taylor, S. A, (2016), The effectiveness of customer participation in new product development: a meta-analysis. Journal of Marketing, 80(1).
6. 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).
7. Congjun Rao, Huanbin Liu, (2011), Optimal Model of Selecting Developers in New Product Development", Applied Mechanics and Materials Vol 8.
8. Cooper, Robert G, (2007), Formula for Success in New Product Development.
9. Ernst, Holger, Wayne D. Hoyer, Manfred Krafft, and Jan-Henrik Soll, (2010), "Consumer Idea Generation", working paper, WHU, Vallenda
10. Gutjahr, W. J, (2011), Optimal dynamic portfolio selection for projects under a competence development model. OR Spectrum, 33(1), University Press. New York.
11. K Lee, Y Kim, K Joshi, (2017), Organizational memory and new product development performance: Investigating the role of organizational ambidexterity" Technological Forecasting and Social Change.
12. M.Nasrun M.Naim, Naimah Amlus, (2016), New Product Development and its contributing factors of product innovation and product strategy in MALAYSIA MANUFACTURING FIRM, Journal of Global Business and Social Entrepreneurship (GBSE) Vol. 4: no. 5

13. Sajadi, S. M., Esfahani, M. M. S., & Sørensen, K, (2011), Production control in a failure-prone manufacturing network using discrete event simulation and automated response surface methodology. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 53.

14. Salomon, A., Sandra, M, (2012), New product development projects prioritization with Analytic Hierarchy Process in an automotive company", Product: Management & Development, Vol. 9, Carlos Eduardo Sanches da Silva.

15. Tan Owee Kowang, Amran Rasli, (2011), New product development in multi-location R&D, African Journal of Business Management Vol.5 (6), organization: A concurrent engineering approach.

16. Tofighian, A. A., & Naderi, B, (2015), Modeling and solving the project selection and scheduling. Computers & Industrial Engineering, 83.

17. Vincent F. Yu, Catherine W. Kuo, and Ruey Huei Yeh, (2014), Decision Process Analysis on Project Priority Strategy: A Case Study of an ICT Design Firm", Journal of Applied Mathematics.