

ارایه مدل یکپارچه انتخاب سبد سیستم اکتساب و تولید دفاعی با در نظر گرفتن فشار فناوری و کشش الزامات به روش شبکه عصبی

محمد فروزنده^۱

^۱ گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران mohforouzandeh@gmail.com

چکیده

در این مقاله مدل یکپارچه فشار تکنولوژی و کشش الزامات برای حل مشکل انتخاب سبد مناسب از بین چندین سیستم تسلیحاتی چندکاره در اکتساب دفاعی و فرآیند تولید ارائه شده است. سبد بهینه سیستم اسلحه همزمان اثرات فنی و نیازهای قابلیت های ترکیبی را با در نظر گرفتن الزامات و محدودیت های تولید بر طرف می کند. در قدم اول، از آنالیز معیارهای چندگانه برای ساختن ساختار سلسله مراتبی ارزش سبد از دو منظر اصلی شامل مجموعه ای پنج سطحی از اقدامات فشار تکنولوژی و یک مجموعه دو سطحی از اقدامات کشش الزامات استفاده شده است. سطح بلوغ توسعه فناوری، قابلیت های آن، سیستم ها، قابلیت و سبد، همگی با اقدامات فشار فناوری بر اساس مدل افزایشی معیارهای چندگانه به دست آمده اند. سطح رضایتمندی مورد نیاز سیستم یا سبد به وسیله اقدامات کشش الزامات بر اساس بهینه سازی برنامه ریزی خطی و مدل جهل اول که بر پایه نظر متخصصین و مقایسه های زوجی است، به دست می آید. در مرحله دوم با استفاده از مدل های هزینه ای تولید و فرضیات نیازمندی ها، ساختار کلی سبد ها طراحی شده و تمام سبدهای فناوری و الزامات به عنوان مجموعه ای از راه حل های بهینه پارتو، از طریق برنامه نویسی عددی چند منظوره و شبکه عصبی ایجاد می شوند. یک مطالعه موردی شفاف برای بررسی اعتبار مدل ارائه شده و نتایج محاسباتی مورد تجزیه و تحلیل و بحث قرار گرفته است.

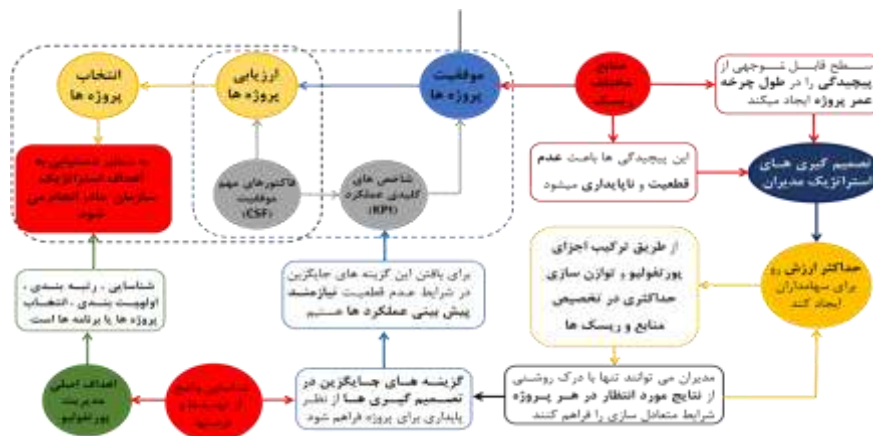
واژه های کلیدی: سبد پروژه، سیستم، فشار فناوری، کشش الزامات، شبکه عصبی.

۱. مقدمه

فضای رقابتی در عصر معاصر، مشکلات در پیش بینی سناریوهای آینده، کسب و مدیریت سرمایه گذاری پروژه ها را همیشه با ریسک بالایی همراه کرده است. شرکتها باید سبد پروژه را با اهداف استراتژیک کسب و کار خود تراز، اجزای آن را ترکیب نموده تا حداکثر ارزش سهامداران را در ضمن توازن در تخصیص منابع و ریسک ها، به حداکثر برساند. برخی از اهداف اصلی مدیریت پورتفولیوی پروژه، شناسایی، رتبه بندی، اولویت بندی، انتخاب و مجوز اجرای پروژه ها یا برنامه ها است. عدم قطعیت و ناپایداری روز به روز در حال افزایش است و مدیران تصمیم گیری های استراتژیک را در مورد سبد پروژه (مانند مشارکت مناقصه یا مجوز اجرای پروژه) تحت شرایط غیرمتمعارف اتخاذ می کنند. از زمان آغاز پروژه، سطح قابل توجهی از پیچیدگی بر چرخه عمر پروژه تأثیر می گذارد و منابع مختلف ریسک بر موفقیت آن تأثیر می گذارد که عبارتند از (Cagno et al, ۲۰۰۷):

- نامشخص بودن، ابهام یا تعریف نادرست و به اشتراک گذاشتن اهداف.
 - عدم اندازه گیری یا اندازه گیری کم اهداف و در نتیجه پایین بودن توانایی ارزیابی و تشخیص عملکرد.
 - تخصیص ناکافی منابع، به عنوان مثال، منابع صحیح اما منابع غلط مدیریت شده یا ناکافی به دلیل تخمین اشتباه
 - شناسایی نادرست و دقیق از کلیه نیازهای مشتری و شرکت
 - رشد سریع بازارها و صنایع با نیاز مستمر به اهداف مجدد و برنامه ریزی مجدد اهداف.
 - برنامه ریزی نادرست یا اشتباه در اجرای فرایندهای مدیریت پروژه.
- سرمایه گذاری در قالب مدیریت پروژه باید از استراتژی های پرتفولیوی پروژه پشتیبانی کند ضمن اینکه مدیریت عملیات را در مرحله اجرا تقویت می کند، عملکرد پروژه را از نظر ارزش برای مشتریان، سهم بازار و رقابت پذیری تضمین می کند. از آنجا که موفقیت پروژه هدف نهایی یک شرکت است، فاکتورهای مهم موفقیت (CSF) که بر اجرای آینده آن تأثیر می گذارند باید ستونهای معیارهای انتخاب باشند. ارزیابی اولیه بازده اقتصادی یا مالی مورد انتظار یک پروژه، روند بسیار سختی است و سازمانها را وادار به ایجاد اهرمهای مدیریتی می کند که می تواند به پیش بینی عملکردها کمک کند. در مرحله مناقصه، تجزیه و تحلیل ریسک می تواند از تصمیمات پشتیبانی و تمام سناریوهای ممکن را که می تواند نتیجه گیری زودهنگام و ناموفق ایجاد کند، ترسیم می کند. مدیران می توانند تنها با درک روشنی از نتایج مورد انتظار در هر پروژه، کنترل صحیحی از سبد پروژه ها داشته و میزان مواجهه کلی با مخاطرات را متعادل کنند. در این زمینه، تجزیه و تحلیل ریسک می تواند به مدیران پروژه کمک کند تا سبد پروژه هایی با خصوصیات مختلف را اداره کنند. روند محافظت در برابر ریسکها نمایانگر یک مؤلفه اساسی پروژه ها و فعالیت های مدیریت پروژه است و به روشهای منظمی نیاز دارد تا بتواند کاربرد صحیح آن را انجام دهد.

برخی از تحقیقات به بحث در مورد ارزیابی اولیه پروژه ها برای انتخاب سبد (پورتفولیو) به عنوان یک روش مدیریت ریسک می پردازد. با توجه به صنایع و محیط های مختلف، مدیران پروژه در ابتدا مجبورن یا انتخاب درست سبد پروژه های خود، مناسب ترین مجموعه از فاکتورهای موفقیت را شناسایی و سعی در اجرای شیوه های صحیح و مطابق با نیازهای ذینفعان داشته باشند. با استخراج و ادغام دانش ضمنی از پروژه های گذشته، یک جعبه ابزار شبکه عصبی مصنوعی قادر به تجزیه و تحلیل مجموعه مشخصی از فاکتورهای موفقیت است و با درجه خاصی از خطا سطح مورد انتظار موفقیت در فرآیند انتخاب پروژه در مدیریت سبد پروژه را مشخص می کند.



همانطور که مشاهده می شود:

موفقیت پروژه تعیین کننده اصلی انتخاب پروژه معرفی شده و موفقیت را به معنای به حداکثر رساندن ارزش ذینفعان معرفی کرده است.

موفقیت پروژه متاثر از منابع مختلف ریسک می باشد که در طول چرخه عمر پروژه سطح قابل توجهی از پیچیدگی، عدم قطعیت و ناپایداری را بخصوص در تصمیم گیری های استراتژیک مدیران ایجاد میکند.

تصمیم‌گیری‌ها باید حداکثر ارزش را ایجاد و این کار از طریق ترکیب اجزای پورتفولیو و توازن‌سازی حداکثری در تخصیص منابع و ریسک‌ها صورت گیرد.

با داشتن گزینه های جایگزین در تصمیم گیری ها حرکت به سمت موفقیت تسهیل شود.

استفاده از گزینه های جایگزین، شرایط مورد انتظار را در هر پروژه ای فراهم میکند. در واقع دست یابی به شرایط پایدار و دارای اطمینان فراهم می شود.

برای یافتن گزینه های جایگزین در شرایط عدم قطعیت در طول پروژه نیازمند شناسایی واضحی از تهدیدها و فرصت ها و همچنین پیش بینی عملکردهای پروژه هستیم.

موفقیت یا شکست پروژه توسط شاخص های کلیدی عملکرد (KPI) ها به عنوان متغیرهای وابسته خروجی تعیین میشود.

فاکتورها متغیر های مستقلی هستند که سازمان ها می توانند در جهت تعیین متغیرهای وابسته یا همان (KPI)ها استفاده کنند.

موفقیت پروژه عاملی جهت ارزیابی و انتخاب پروژه و در نهایت دستیابی به اهداف استراتژیک سازمان معرفی شده است.

از طرف دیگر، بر اساس گزارش های مدون، پنتاگون در سال ۲۰۱۳ افزایش بودجه یک درصدی را برای بخش دفاعی گزارش کرده و اعلام کرده است که میزان بودجه وزارت دفاع آمریکا معادل ۶۲۳ میلیارد دلار بوده است. این در حالی است که از سال ۲۰۰۸ به اینور، بودجه دفاعی آمریکا بیشتر از ۶۰۰ میلیارد بوده و در سال ۲۰۱۹ به بیش از ۷۰۰ میلیارد دلار رسیده است. مخارج پایدار برنامه ریزی شده توسط پنتاگون برای توسعه قابلیت های تحقیق و توسعه و تولید سیستم های دفاعی به مراتب بیشتر از هر سازمانی در جهان است و بودجه دفاعی آمریکا به تنهایی بیشتر از مجموع بودجه دفاعی همه کشور های دیگر عضو ناتو است. بودجه های سرمایه گذاری در بخش دفاعی برای ساخت و توسعه سیستم های تسلیحاتی در بسیاری از کشور ها افزایش یافته است و هدف این جریان کاهش وابستگی کشور ها به تهیه تسلیحات خارجی و افزایش توانایی ها و فن آوری

های دفاعی بومی است. اثر سبد سیستم به طور فزاینده ای رشد کرده است به گونه ای که دیگر نمی توان در ایجاد و توسعه پروژه های انتخاب سیستم تسلیحاتی مناسب به ویژه در فرآیند خرید و تولید که نسبت به تغییرات در هزینه و زمان حساس است، آن را نادیده گرفت. بنابر این تصمیم گیری در فرآیند انتخاب سبد در فرایند خرید یا تولید سیستم های سلاح چند منظوره برای توسعه SoS سلاح نیاز است. آنالیز تصمیم گیری سبد (PDA)، ترکیبی از آنالیز تصمیم گیری و مدیریت سبد است تا به تصمیم گیرندگان برای انجام ارزیابی آگاهانه و انتخاب یک مجموعه از گزینه های رقیب با هدف دستیابی به استراتژی ها و نیاز های مورد نظر با در نظر گرفتن منابع و محدودیت های دیگر، کمک کند.

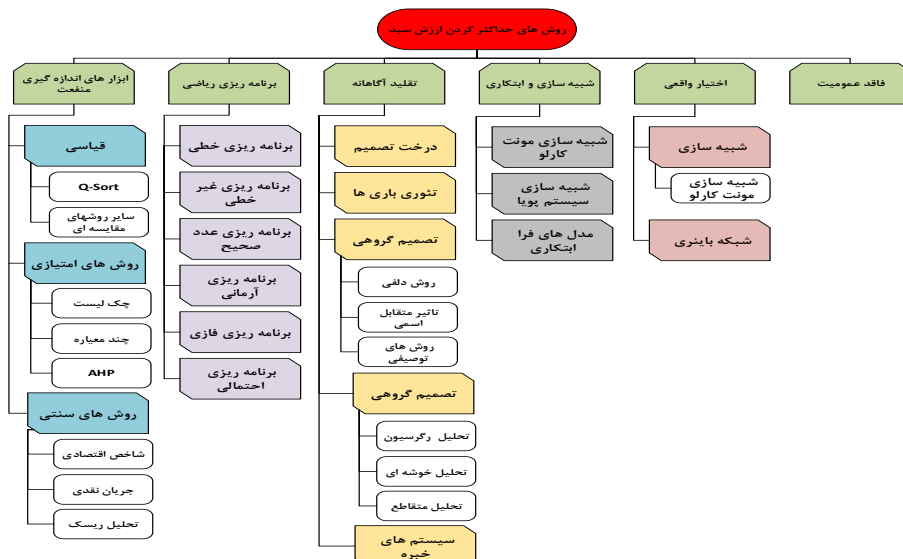
با این حال، رویه اکتساب و تولید دفاعی تحت عنوان مساله یا مشکل انتخاب سبد سیستم سلاح (WSPS) در این مطالعه در نظر گرفته شده است و چالش های بیشتری نیز دارد به علت (۱) موارد ایمنی زیرا اغلب آزمایش سیستم های نظامی دشوار است (مانند سلاح های کشتار جمعی) و بنابراین تعیین ارزش آن ها در شرایط عملیاتی سخت است؛ (۲) ارتباطی قوی بین توسعه مداوم فناوری های پیشرفته مرتبط با فناوری های تولید و نیاز های نظامی وجود دارد؛ (۳) محیط رقابتی که عوامل انسانی را از اهمیت ویژه ای برخوردار می سازد زیرا سطح ریسک تصمیم گیری شخصی اغلب بسیار بیشتر از حد قابل قبول در برنامه های مدنی است. تجزیه و تحلیل ارزش تصمیم گیری مبتنی بر استفاده کامل از پیشنهادات DM در فرآیند تصمیم گیری های چند هدفه سبد، از انگیزه های تحقیقاتی این مقاله است.

۲. مبانی نظری و پیشینه شناسی تحقیق

پورتفولیو (سبد) مجموعه ای از طرح ها، پروژه ها یا عملیات است که به صورت گروهی مدیریت می شوند تا بتوان به اهداف استراتژیک دست یافت. اجزای پورتفولیو لزوماً به هم مرتبط نبوده و اهداف مشترکی ندارند. اجزای پورتفولیو کمی هستند، یعنی می توان آن ها را اندازه گیری، رتبه بندی و اولویت بندی نمود. پورتفولیو برای دستیابی به یک یا چند استراتژی و هدف سازمانی به وجود آمده است و ممکن است از مجموعه ای از اجزای پورتفولیوی گذشته، حال، برنامه ریزی شده و آینده تشکیل شده باشد. (حاجی یخچالی و همکاران، ۱۳۹۲). در مدیریت پورتفولیو پروژه اساسی ترین موضوعی که مطرح می شود این است که پورتفولیو باید حاوی چه پروژه هایی باشد. انتخاب صحیح پروژه های پورتفولیو متضمن حسن عملکرد مدیریت پورتفولیو پروژه است و هر چه این ترکیب مناسب تر و اصلح انتخاب شود تحقق مأموریت سازمان متحمل تر خواهد بود. بررسی استانداردهای مختلف در رابطه با مدیریت پورتفولیو پروژه های سازمان نیز نشان می دهد که مرحله ارزیابی، انتخاب و اولویت بندی پروژه ها جهت تشکیل سبد پروژه، مراحلی می باشند که در عین اهمیت، وجه اشتراک استانداردهای مختلف نیز بوده است (دری، ۲۰۱۵).

از سالها پیش، تحقیقات مربوط به مدیریت پروژه سعی در کشف چگونگی بهبود توانایی سازمانها برای دستیابی به موفقیت در اجرای پروژه ها داشته است. مدیریت پورتفولیو پروژه، تحقیقات پروژه های موفق را در راستای اهداف استراتژیک کسب و کار گسترش می دهد، اما موفقیت پروژه انتظار می رود تعیین کننده اصلی انتخاب پروژه ها باشد. انتخاب پروژه فرایندی با اهمیت استراتژیک است که با هدف ارزیابی پروژه های فردی یا گروه پروژه ها و سپس انتخاب اجرای مجموعه ای از آنها به منظور دستیابی به اهداف سازمان مادر انجام می شود. با توجه به موفقیت پروژه، در مورد اینکه چه معیارهایی باید مورد استفاده قرار گیرد، اجماع وجود ندارد. در حقیقت، شرکت ها در تدوین معیارهای انتخاب خود از مرزهای قابل توجهی برخوردار هستند و اقدامات مختلف و همچنین انواع گسترده ای از صنایع، انواع پروژه ها و انتخاب استراتژی باعث می شود که استانداردسازی بین سازمانی غیر عملی باشد (Kaiser et al., 2015).

روند ارزیابی پروژه برای انتخاب پورتفولیوی پروژه باید همواره معیارها، فاکتورها و شاخص های کلیدی عملکرد (KPI) را در نظر بگیرد. فاکتورها متغیرهای مستقل از یک پروژه هستند که سازمانها می توانند از آن استفاده کنند، در حالی که شاخص های کلیدی عملکرد (KPI) متغیرهای وابسته قابل توجهی هستند که نتایج و عملکرد پروژه را اندازه می گیرند. برای بررسی کامل KPI های مدیریت پروژه، میتوان به (Luu et al.(2008) مراجعه کرد. علاوه بر این، یک معیار "یک اصل یا معیاری است که با آن می توان هر چیزی را مورد قضاوت قرار داد"، در حالی که یک عامل را می توان "هر شرایط، واقعیت یا تأثیرگذاری که منجر به نتیجه می شود" توصیف کرد. (لیم و محمد، ۱۹۹۹) معیارها پایه ای برای بیان قضاوت ها هستند، در حالی که عوامل، نیروهای مؤثر هستند که در موفقیت یا عدم موفقیت یک پروژه نقش دارند. مسئله انتخاب سبد پروژه بیش از ۶۰ سال است که در بسیاری از پژوهش ها مورد بررسی قرار گرفته است. در طول ۳۰ سال گذشته، دسته بندی های مختلفی در خصوص مبانی نظی موضوع و روش حل مسائل انتخاب سبد پروژه ها صورت گرفته است. مثال: هنریکسون (۱۹۹۹) مطالعات مربوط به موضوع انتخاب سبد پروژه ها را به هشت دسته اصلی تقسیم کرده است این هشت دسته عبارتند از: بررسی ها و مقایسه های دودویی ساخت یافته، روشهای امتیازدهی، برنامه ریزی ریاضی، مدلهای اقتصادی، تحلیلهای تصمیم گیری، روشهای تعاملی، هوش مصنوعی و بهبود سبد. هایدنبرگر و اشتومر (۱۹۹۹) نیز روشهای حل موضوع یادشده را دسته بندی کردند که عبارتند از: روشهای اندازه گیری سود، روشهای برنامه ریزی ریاضی، نظریه تصمیم و بازیها، شبیه سازی، متاهیورستیک و رویکردهای نمایه سازی. سانتیاگو (۲۰۰۷) مطالعات مربوط به موضوع انتخاب سبد پروژه ها را به دو دسته اصلی تقسیم کرده است. دسته نخست شامل روشهای کمی مثل مدل آپشن های واقعی، مدلهای فرآیند تحلیل شبکههای، الگوریتمهای متاهیورستیک و دسته دوم شامل ابزارهای تک کاره گرافیکی مثل تکنیکهای کیفی دیاگرام حبابی، مدلهای امتیازدهی برای رتبه بندی پروژه ها و یا نقشه توسعه محصول است. در ادبیات انتخاب سبد پروژه طبقه بندیهای مختلفی برای مسئله پیشنهاد شده است (باکر، ۱۹۷۴؛ باکر و فرلند، ۱۹۷۵؛ لیبراتور و تیتوس، ۱۹۸۳؛ هال و نوادا، ۱۹۹۰؛ مارتینو، ۱۹۹۵؛ آرچر و قاسمزاده، ۱۹۹۶؛ کوپر و همکاران، ۲۰۰۱؛ هایدنبرگر و اشتومر، ۱۹۹۹ و اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۸۸) را میتوان دید. اماراتاناکول و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی با عنوان انتخاب سبد پروژه: از گذشته تا حال، اقدام به تقسیم بندی روشهای انتخاب سبد پروژه کرده اند. در شکل زیر روش های انتخاب سبد پروژه نشان داده میشود.



شکل ۲- روشهای انتخاب سبد پروژه در ادبیات (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸)

اكتساب دفاعی فرآیندی پیچیده و دشوار است که به تخصص در زمینه مسائل دفاعی، صنعت، مدیریت قراردادها و طرح ها و سیاست گذاری نیاز دارد. افزون بر این، بخش مهمی از منابع ملی بالغ بر میلیارد ها دلار صرف این فرآیند می شود. نظام دستیابی به سامانه های دفاعی عبارت است از مجموعه ای منظم و یکپارچه از نهاد ها، فرآیند ها، قوانین، رویه ها و بازیگران که با محوریت نهاد مدیریت دست یابی در راستای راهبرد امنیت ملی و پشتیبانی از نیروهای مسلح، ظرفیت ها و قابلیت های بخش دفاع را برای محقق شدن فن آوری ها، برنامه ها، محصولات و سامانه های دفاعی مدیریت می کند. در جریان اکتساب محصولات و سامانه های دفاعی که نقش آفرین اصلی آن وزارت دفاع و صنایع دفاعی هستند، شالوده راهبرد صنعتی بخش دفاع ریخته می شود. به عبارت دیگر، شالوده راهبرد صنعتی وزارت دفاع و صنایع دفاعی در پاسخ به این سوال ها شکل می گیرد: تهدیدهای بالقوه و بالفعل کدامند؟ برای پاسخ گویی به تهدیدها به چه محصولات و سامانه هایی نیاز داریم؟ چگونه باید به محصولات و سامانه های مذکور دست پیدا کنیم؟ (سحر بابایی و همکاران، ۱۳۹۶). به منظور تولید یک محصول استاندارد لازم است که فناوری های تحقیق آن محصول نیز شناسایی، برنامه ریزی و استاندارد سازی شود. با توجه به اینکه در وزارت دفاع آمریکا فناوری هایی مانند مواد کامپوزیتی، نقشه کشی فناوری اطلاعات و ارتباطات، شبیه سازی و مدل سازی، مهندسی سیستم، فضایی و... به عنوان حوزه های اصلی استاندارد سازی شناسایی و انتخاب شده اند، می توان به اهمیت و نقش این فناوری ها در چرخه عمر محصول پی برد. لذا پیشنهاد می شود به الگوی استاندارد سازی ارائه شده در این زمینه، در تعیین حوزه های استاندارد سازی فناوری های یک محصول توجه شود (مجتبی بحیرایی و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به تغییر و تحولات سریع و گسترده ای که در نیازهای مشتریان صنایع دفاعی (نیروهای مسلح) در حال رخ دادن است، سازمان ها و صنایع دفاعی نیاز ضروری دارند که به ارتقا و بهبود قابلیت تعامل با مشتریان دست یابند. این نیاز از آنجا سرچشمه می گیرد که سازمان ها و صنایع دفاعی توسعه دهنده محصولات و سامانه های پیچیده باید بتوانند نیازهای عملیاتی متعدد و متنوع مشتریان را دریافت کرده و به الزامات کارکردی مناسب ترجمه کنند و در نهایت الزامات کارکردی را به قابلیت ها و ویژگی های فناوریانه خاص در محصولات و سامانه های پیچیده دفاعی ترجمه نمایند. برای مثال، در اکثر موارد مشتریان این محصولات و سامانه های پیچیده نیازهای خود را در قالب عناوینی کلی مثل راحتی کار با سامانه، سرعت بالاتر کار با سامانه، دقت بالاتر و طول عمر بیشتر بیان می کنند که لازم است این نیازها توسط متخصصان و خبرگان صنایع دفاعی به تعدادی الزام کارکردی و در نهایت ویژگی های فناوریانه در محصول و سامانه مورد نظر تبدیل شود (بابایی و همکاران، ۱۳۹۶).

به علاوه، در رابطه با قابلیت های فناوریانه توجه به چند مورد ضروری است: تقویت قابلیت شناسایی و انتخاب فناوری های کلیدی برای پاسخگویی به یک نیاز عملیاتی از طریق طراحی و به کارگیری سازوکارهای هوشمندی فناوری (صفدری رنجبر و توکلی، ۱۳۹۴) توجه به انواع شیوه های اکتساب درون زا و برون زای فناوری برای پاسخگویی به یک نیاز عملیاتی و به کارگیری سازوکارهای درون و برون سازمانی جهت ارتقای یادگیری فناوریانه. به علاوه، قابلیت تست، ساخت و تولید دارای کمترین اولویت برای ایجاد و بهبود است. دلیل این امر آن است که سازمان ها و صنایع توسعه دهنده محصولات و سامانه های پیچیده دفاعی از دهه ها قبل بر قابلیت های تست، ساخت و تولید تمرکز داشته اند و در حال حاضر به سطح قابل قبولی از قابلیت دست یافته اند. به علاوه، این قابلیت بیشتر بر جنبه های سخت مانند زیرساخت ها و تجهیزات وابسته است و این جنبه های سخت در طول این دهه ها توسعه یافته اند. در فرآیند های کلان اکتساب دفاعی کشور های مورد مطالعه وجود سه مفهوم مشهود است:

تعیین نیاز و مطالبات نیروهای مسلح؛

برنامه ریزی و تخصیص منابع مالی؛

تامین سامانه سلاح (خرید، توسعه یا ترکیبی از آن ها)

بنابر نتیجه تحقیقات (قاسم فولادی و همکاران، ۱۳۹۶) در گزارش سالانه به کنگره آمریکا نیز، وزارت دفاع آمریکا اکتساب یک سامانه سلاح را در فرآیند سه مرحله ای زیر نشان می دهد:

سیستم یکپارچه سازی و توسعه قابلیت های مشترک که نیاز ها را شناسایی می کند؛

سیستم طرح ریزی، برنامه ریزی، بودجه بندی و اجرا که منابع و بودجه مورد نیاز را اختصاص می دهد؛ سیستم اکتساب دفاعی که سامانه های سلاح مورد نیاز را توسعه میب دهد یا تامین می کند. یکی از خروجی هایی که با مرتب کردن مضامین پایه بر حسب مضامین سازمانی به دست می آید، چالش های نظام اکتساب دفاعی است که نمونه ای از آن ها در جدول شماره (۱) ارائه شده است (فولادی و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۱-چالش ها و دغدغه های اکتساب دفاعی

ردیف	چالش	زیر	معیار
۱	بهره وری پایین اکتساب	کیفیت پایین هزینه بالای توسعه سامانه زمان طولانی توسعه سامانه	رضایتمندی پایین در زمینه قیمت، کیفیت محصولات دفاعی و انجام به موقع تهدیدات
۲			روند رو به رشد هزینه ها
۳			طولانی بودن زمان ایده تا محصول
۴			بالا بودن هزینه ها-زمان توسعه سامانه-پایین بودن کیفیت سامانه
۵			زمان بر بودن فرایند تحقیقات
۶			تغییر نیاز به سمت کیفیت بالا، زمان و هزینه کمتر
۷	ساختار تحقیقاتی با کارآمدی پایین	ضعف زیرساخت فناوریانه اینرسی بالا و انعطاف پذیری پایین نابسامانی در بکارگیری ظرفیتهای	ساماندهی نامناسب و ناکارآمد ظرفیتهای و توانمندی های موجود
۸			انعطاف ناپذیری ساختار تحقیقات دفاعی
۹			کندی و اینرسی زیاد فرایندها
۱۰			ضعف در بهره گیری از ظرفیت ملی
۱۱			مهیا نبودن ساختار ظهور خلاقیت و نوآوری
۱۲			ضعف زیرساخت توسعه فناوری
۱۳			ضعف استفاده از دستاوردهای میان نهادهای متولی علم و فناوری

رسول گلستانه نظام تأمین سلاح و تجهیزات دفاعی در چند کشور را بررسی کرده است. در این تحقیق مطالعات اکتشافی درباره فرایند دستیابی و الگوی سامانه تأمین سلاح و تجهیزات برخی کشورها انجام شده است (گلستانه، ۱۳۸۶). جواد فهیم و همکاران تأمین و اکتساب، رهیافتی نوین در تأمین مطالبات نیروهای مسلح را ارائه کرده اند. در این تحقیق ضمن تبیین مفاهیم تأمین و اکتساب هوشمند، چگونگی و راه های اکتساب و ضرورت اصلاح ساختار صنایع دفاعی برای اکتساب هوشمند مورد بررسی قرار گرفته است (فهیم و همکاران، ۱۳۸۸).

در سال ۱۳۹۰ کارگروهی در ستاد کل نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران با هدف ساماندهی پژوهش و توسعه در نیروهای مسلح، نظام جامع تحقیقات صنعتی نیروهای مسلح را تدوین کرد. این نظام مجموعه ای از اهداف، تصمیم گیری ها، سیاستگذاری ها، برنامه ریزی ها و سازماندهی مراکز مدیریتی و اجرایی، هدایت و نظارت بر تحقیقات صنعتی، نهادهای مجری تحقیقات صنعتی و خدمات علمی و فنی مورد نیاز آنها است. علیرضا صابرفرد و مهدی محمدی، ملاحظات امنیتی در اکتساب فناوری دفاعی در جامعه نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران و راهکارهای مقابله ای را ارائه کرده اند. در این پژوهش با تمرکز بر مقوله امنیت اکتساب فناوری، ضمن بررسی انواع روشهای اکتساب فناوری، شیوه های اکتساب فناوری در صنایع دفاعی، ملاحظات حفاظتی و امنیتی و راهکارهای مقابله ای برای امنیت فرآیند اکتساب فناوری ارائه شده است (صابرفرد و همکاران، ۱۳۹۲). حسین اثباتی و سید حبیب الله طباطبائی اولویتهای اکتساب فناوری در یک سازمان صنعتی را تبیین کردند. هدف این تحقیق بررسی چگونگی دستیابی به توانمندی توسعه سامانه حمل و نقل دریایی و تولید شناور است؛ بدین منظور زوایای مختلف اکتساب فناوری، ارزیابی الگوهای موجود و ساختار اجرایی اکتساب ارائه شده است (اثباتی و همکاران، ۱۳۹۴). ضرورت های برپایی نظام اکتساب و تولید دفاعی بر اساس نظر (کریاسیان و همکاران، ۱۳۹۶) شامل موارد زیر است: برپایی سامانه اکتساب دفاعی در رفع نیازهای دفاعی مؤثر است.

از لحاظ وظائف، سامانه اکتساب دفاعی باید بتواند پژوهشهای ملی و فراملیتی را در حوزه های دانشی، فناوری، اجرایی طرحها و پشتیبانی (شامل آموزش، تعمیر و نگهداری) محصولات و خدمات به گونه ای مدیریت کند که ضمن کسب مالکیت معنوی و مادی در این حوزه ها، نیازهای دفاعی و امنیتی کشور را برآورده سازد.

اهداف اصلی در این ساختار، اکتساب سامانه های دفاعی با کیفیتی است که طی مدت زمانی معقول با صرف هزینه های متناسب، نیاز حال و آینده کاربران را در بخشهای عملیاتی و پشتیبانی برآورده کند

مهم ترین انتظاری که از نظام اکتساب سلاح و تجهیزات می رود، پاسخ به هنگام و مؤثر به نیاز حال و آینده نیروهای مسلح در یک محیط پیچیده و متغیر است. برای این منظور، نظام اکتساب سلاح و تجهیزات می بایست توانایی انجام برخی از فعالیت های کلیدی را داشته باشد که انجام آن ها مستلزم برخورداری از برخی قابلیت های محوری است. این قابلیت ها، نظام اکتساب سلاح و تجهیزات را بر تغییر و بازآرایی فرآیندهای متداول و منابع در دسترس خود با توجه به تغییرات محیط توانا می سازد.

بررسی ادبیات و تجزیه و تحلیل تجربی نشان می دهد که دستیابی به اجراها از نظر زمان، هزینه و کیفیت محصول نهایی همیشه کافی نیست که یک پروژه را موفق تلقی کند. کیفیت از نظر کمیت کاری که نیاز به کار مجدد ندارد، از سوی مدیران به عنوان هدف اصلی برای دستیابی بیشتر مورد توجه قرار می گیرد. اولین بار انجام درست کار به منظور از بین بردن دوباره کارها، کاهش زمان و هزینه اجرا، منبع اصلی موفقیت است. مسئله اصلی که باید در هنگام ارزیابی پروژه ها مورد توجه قرار بگیرد تفاوت بین موفقیت پروژه است که دستیابی به اهداف کلی را اندازه گیری می کند و موفقیت در مدیریت پروژه که عملکرد مدیریت را اندازه گیری می کند. موفقیت پروژه در کنار ایده اثربخشی (دستیابی در مقابل اهداف هدفمند) است، در حالی که موفقیت در مدیریت پروژه در کنار ایده کارآیی (منابع مصرف شده در مقابل اهداف محقق شده) قرار دارد. پیچیدگی شناسایی مجموعه عوامل، معیارها و KPI را از طریق یک بررسی گسترده نشان دادند، نشان می دهد که موفقیت یا عدم موفقیت ممکن است در ارتباط با ویژگی های مختلف متفاوت باشد:

- انتخاب معیارها: تغییر دیدگاهی که باید از آن پروژه مشاهده شود حاکی از تفاوت در KPI هایی است که مدیران پروژه باید در کل چرخه زندگی آنها را بررسی کنند.

- ساختار سازمانی: ساختارهای عملکردی، پروژه محور یا ماتریس رویکردهای مختلفی را برای هماهنگی و کنترل ارائه می دهند و بر اجرای آنها تأثیر می گذارند (Larson and Gobeli, 1989)

- اندازه پروژه: تعداد فعالیت ها می تواند سطح اهمیت عوامل را تغییر دهد، به عنوان مثال، تغییر نقش اصلی پشتیبانی مدیریتی برتر به تعهد تیم در هنگام عبور از پروژه های کوچک به بزرگ (Turner and Müller (2005).

- بخش صنعت: صنایع مختلف (Pinto and Covin, 1989) می توانند درجه اولویت های متفاوتی را در نتایج حاصل از دستیابی ارائه دهند (به عنوان مثال، کنترل بودجه در ساخت و ساز، زمان تحویل در ساخت، کیفیت در آب و برق).

- دیدگاههای مختلف ذینفعان: موفقیت پروژه به ساختار ترجیحات ارزیاب بستگی دارد. ذینفعان مختلف (مالک، توسعه دهنده، پیمانکار، کاربر، عموم مردم) ممکن است در هنگام مشاهده آن انتظارات یکسانی نداشته باشند (Chen et al., 2013; Pokharel, 2011)

- مراحل مختلف چرخه زندگی: هر چرخه پروژه حاکی از شدت متفاوت تلاش و همچنین وظایف و بازیگران مختلف است (Pinto and Covin, 1989) بازارهای مدرن در حال تغییر و تحولاتی هستند که به سرعت اتفاق می افتد و مدیران باید با تعریف پویا از موفقیت سازگار شوند. در طول پیشرفت پروژه، هم اهمیت نسبی اجراها و هم عواملی که می توانند کنترل شوند می توانند متفاوت باشند (Belout and Gauvreau, 2004; Lipovetsky et al., 1997; Pinto, 1988).

فاکتورهای مهم موفقیت (CSF) مهمترین عواملی هستند که توانایی سازمانها برای اجرای یک پروژه را از طریق اجرای کامل آن افزایش می دهند. به این معنا، ارزیابی مستمر از کلیه تصمیماتی که در طول چرخه زندگی پروژه گرفته شده و تأثیر آن بر ریسک پروژه و CSF به مدیران این امکان را می دهد تا اولویت ها را تعیین کنند و اقداماتی را که می توانند تعیین کنند.

پینتو و اسلوین در تحقیقات بنیادی خود (Pinto and Slevin, 1988, 1989; Pinto, 1990)، برای اجرای یک پروژه موفقیت آمیز و مهم و اساسی، و ایجاد یک ابزار تشخیصی برای مدیران پروژه، ده عامل مهم را تعیین کردند. از آن زمان، مطالعات متعددی سعی در تأیید و بحث درباره مشخصات اجرای پروژه (PIP) داشتند، و این امر به تأثیر خاص هر فاکتور پروژه می پرداخت. به عنوان مثال، (Belout and Gauvreau (2004) پرسشنامه ای را برای ۱۴۲ پروژه به مدیران پروژه ارسال کردند، نتیجه گرفتند که عامل "پرسنل" برای موفقیت معنی دار نبود. تحقیقات پی در پی این شواهد را تأیید نکرد، اما ادبیات وجود عقاید متناقض را مطرح می کند و بحث هنوز هم در حال انجام است. یک بررسی گسترده (Ika, ۲۰۰۹) نشان داد که بسیاری از نویسندگان مجموعه های بدیل CSF های پروژه را ردیابی کرده و طیف گسترده ای از مدل ها را که می تواند به بهترین وجه مناسب هر پروژه یا صنعت باشد، شناسایی کرده اند.

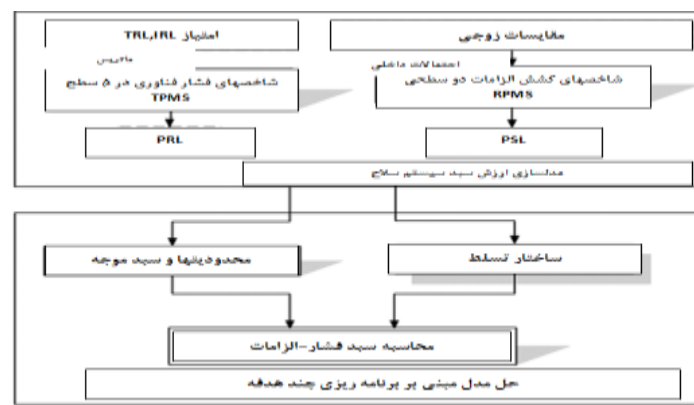
توماس نگ و همکاران. (۲۰۰۹) ۲۴ عامل مهم داخلی و ۷ خارجی را با هم مخلوط کرد و در حالی که یک نقطه نظر دیگر پیچیدگی تجزیه و تحلیل را افزایش می دهد. این بحث در مورد شناسایی CSF های مدیریت پروژه و ارتباط آنها با موفقیت پروژه هنوز باز است. با توجه به نقطه شروع PIP، هنوز هم که متداول ترین مجموعه CSF است، تحقیقات ما مدلی از ارزیابی اولیه پروژه را ارائه می دهد که روش آن می تواند متناسب با پروفایل های CSF های فوق الذکر مبتنی بر ANN باشد. معیارهای موفقیت از پروژه های به پروژه دیگر متفاوت می باشد. مهمتر اینکه عوامل موثر بر موفقیت پروژه ها نیز از پروژه ای به پروژه دیگر، از زمانی به زمان دیگر و حتی از کشوری به کشور دیگر متفاوت است.

۳. روش شناسی تحقیق

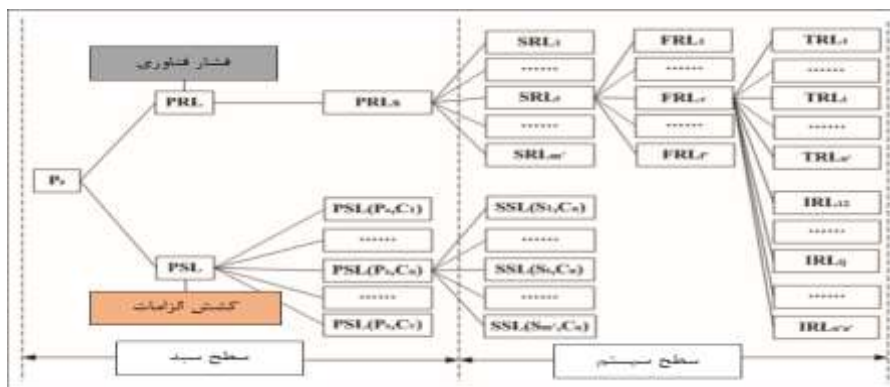
در این مقاله چارچوب کلی انتخاب سبد سیستم سلاح (WSPS) در اکتساب و تولید دفاعی بر اساس مدل ارزش سبد سیستم سلاح (TPRP) بوده که در شکل (۳) نشان داده شده است. این چارچوب شامل دو مرحله است: مدل سازی ارزش سبد سیستم سلاح و حل مساله WSPS بر اساس برنامه ریزی چند هدفه. شفاف سازی مولفه های اصلی چارچوب و دلایل انتخاب آن راه حل برای حل مشکل به شرح زیر آورده است:

مدل سازی ارزش سبد سیستم سلاح: برنامه نظامی PDA از ارزش به عنوان یک ابزار همانند معیار سیستم یا سبد استفاده می کند که تعریف ارزش اهداف تصمیم گیری تعیین می شود. مدل ارزش سبد سیستم سلاح یعنی TPRP از دو منظر فرموله شده است. اول از دیدگاه فشار فناوری و و دوم از نظر کشش الزامات. یک مدل ارزش سلسله مراتبی TPRP، از پنج سطح TPM ها و دو سطح RPM ها تشکیل می شود که در وهله اول می توانند در دو سطح طبقه بندی شوند: سطح سیستم و سطح سبد.

حل مساله WSPS بر اساس برنامه ریزی چند هدفه: حل WSPS مبتنی بر برنامه ریزی چند هدفه در این تحقیق، بر تبدیل چند هدف به یک هدف متمرکز نیست بلکه از آنالیز پارتو برای به دست آوردن سبد بدون محدوده استفاده می کند زیرا چندین سبد پیشنهادی برای ذی نفعان به مراتب جذاب تر و فنی تر از یک سبد پیشنهادی است. در اکتساب و تولید دفاعی، طی فرآیند تولید و اکتساب محدودیت های موجود در سبد سیستم سلاح که هزینه های تولید و انواع توانایی ها در این مطالعه هستند برای تولید مجموعه از سبد های سیستم شونی مورد استفاده قرار می گیرند.



الف-مدل سازی ارزش سبد سیستم سلاح مبتنی بر MCDA: یک مدل ارزش TPRP مبتنی بر MCDA که در شکل (۴) نشان داده شده است. عملگرهای یک سیستم و یک سبد سیستم را از دو منظر مختلف فشار فناوری و کشش الزامات به تصویر کشیده شده است. مدل فشار فناوری و کشش الزامات سلسله مراتب SRL را به دو سطح گسترش می دهد: سطح سبد و سطح سیستم. بنابراین بدیهی است که مساله WSPS باید PRL و PSL را طی فرآیند انتخاب سبد سیستم سلاح کاندید شده متعادل (بالانس) نماید. یک سبد سیستمی ایده آل است که هم بلوغ و هم میزان رضایت از یک توانایی خاص را بهینه کند.



شکل ۴- ساختار مدل ارزش سبد سیستم

IRL : سطح آمادگی، یکپارچگی، یا ادغام.

همانطور که اشاره شد، شماتیک مدل ارزش TPRP نشان دهنده این است که برای به دست آوردن مقدار معیار ها برای هر سطح، باید موارد زیر را در نظر گرفت:

TRL و IRL معیارهای اساسی سنجش هستند. از آنجا که FRL تحت تاثیر فناوری های سطح پایین و ادغام آن هاست، می توان آن را به عنوان یک نتیجه پیوسته از TRL و IRL در نظر گرفت. تعریف و محاسبه آن بر اساس یک مقدار تابع افزایشی است که مشابه موارد ذکر شده در مرور ادبیات مقاله درباره SRL-Cfk می باشد.

محاسبه SRL توسط FRL شامل دو فرض است: (۱) سطح توسعه سیستم توسط سطح رشدی از توابع چندگانه که در آن قرار قرار دارند تعیین می شود و (۲) مقادیر مختلف ارزش FRL ناشی از این واقعیت است که عملکرد های فردی دارای تاثیرات متفاوتی بر روی یک سیستم هستند. با محاسبه یک SRL، این فرآیند باید تمام عملکرد ها را در نظر بگیرد و یک تابع افزایشی نیز در این فرآیند استفاده شود که شبیه به تعریف SRL Ff است که در ادبیات مقاله ارائه شده است.

درک روابط بین سیستم ها و قابلیت ها در این تحقیق، مشابه تعریف موجود در نسخه دوم سند چارچوب معماری وزارت دفاع آمریکا (DoDAF V2.0) است، اما با نظر Tan در مورد ساختار سلسله مراتبی SRL فرق دارد. زمانی که یک سبد انتخاب شد، تناسب آن خدمات ارائه شده به وسیله مجموعه ای از سیستم های چند منظوره، بر اساس فناوری ها و یکپارچگی های مختلف تعیین می شود. با محاسبه CRL، این فرآیند باید تمام توابع حاوی یک توانایی خاص را به عنوان عملکرد های زیر سیستم آن در نظر بگیرد. تابع افزایشی نیز در این فرآیند استفاده می شود. قابلیت در واقع ظهور یک رفتار سطح بالا از تعداد معینی از توابع تهیه شده توسط سیستم های مربوطه است.

تنها یک عملکرد نهایی وجود دارد، PRL که می تواند ارزش یک سبد سیستم سلاح را از دیدگاه فشار فناوری نشان دهد. بدیهی است که PRL می تواند با عملکرد زیر سیستم های خود ینی SRL اندازه گیری کرد و تعریف و نحوه محاسبه آن نیز مشابه ترکیب های SRL است که در ادبیات مقاله ارائه شده است.

SSL به میزان الزامات نظامی مبهم و نظرات متخصصان بستگی دارد به حدی که ارزش امتیاز و مدل های میانگین افزایشی نتوانند مقدار SSL و رابطه آن با PSL را به درستی توصیف کنند. بنابراین از فاصله احتمالی جهت توصیف SSL برای یک قابلیت خاص استفاده می شود و سه مدل ادغام IM-Median و IMBest و

IM-Worst بر اساس سه نگرش مختلف ساخته شده تا SSL همه سیستم ها را در یک سبد برای PSL محاسبه کند.

تعریف PSL در یک فرم عملکرد نشان دهنده توانایی یک سبد سیستم سلاح برای برآوردن یک توانایی خاص است. در صورت نیاز به چندین قابلیت، تعدادی از نتایج PSL برای سبد سیستم سلاح برای برآورده کردن آن قابلیت ها مد نظر خواهد بود. شایان ذکر است که توانایی های مولفه ای از الزامات چند منظوره که بیانگر تاثیرات مورد انتظاری است که سبد سیستم سلاح باید در حالت عملیاتی و پشتیبانی به آن ها دست یابد، با سایر موارد هماهنگ ولی مستقل از همدیگر هستند. بنابر این ما قصد نداریم PSL های مختلف برای الزامات چند قابلیت را در یک واحد ادغام کنیم.

تاثیر فشار فناوری در این مطالعه با پنج عملکرد فشار فناوری (TPM) ارزیابی می شود که شامل TRL، FRL، SRL، CRL و PRL است که در جدول (۲) قابل مشاهده است.

جدول ۲- پنج سطح TPM ها و تعریف آن ها

سطح	TPMS	تعریف	ملاحظات
۱	TRL, IRL	علامت بلوغ سطح فناوری از ۰ تا ۹	تعریف سنتی
۲	FRL	علامت بلوغ سطح کارکرد از ۰ تا ۱	تعریف مقاله
۳	SRL	علامت بلوغ سطح سیستم از ۰ تا ۱	تعریف سنتی
۴	CRL	علامت بلوغ سطح قابلیت از ۰ تا ۱	تعریف مقاله
۵	PRL	علامت بلوغ سطح سبد از ۰ تا ۱	تعریف مقاله

با فرض اینکه N فناوری موجود در سیستم های کاندید وجود داشته باشد، از نظر ریاضی روش به دست آوردن PRL بر اساس TPM های پنج سطح گفته شده به شرح زیر است:

TRL در معادله (۱) به عنوان یک بردار تعریف شده است و مقدار TRL_i نرمال شده است که بین ۰ تا ۱ باشد.

$$[TRL]_{n \times 1} = \begin{bmatrix} TRL_1 \\ TRL_2 \\ \vdots \\ TRL_n \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{Normalize}} [TRL']_{n \times 1} = \frac{TRL}{9} = \begin{bmatrix} TRL'_1 \\ TRL'_2 \\ \vdots \\ TRL'_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

IRL در معادله (۲) به عنوان ماتریس تعریف می شود که در آن IRL_{ij} در واقع IRL ایی است که بین فناوری i ام و فناوری j ام است و مقدار آن نرمال شده تا بین ۰ و ۱ باشد.

$$[IRL]_{n \times n} = \begin{bmatrix} IRL_{11} & IRL_{12} & \dots & IRL_{1n} \\ IRL_{21} & IRL_{22} & \dots & IRL_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ IRL_{n1} & IRL_{n2} & \dots & IRL_{nn} \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{Normalize}} [IRL']_{n \times n} = \begin{bmatrix} IRL'_{11} & IRL'_{12} & \dots & IRL'_{1n} \\ IRL'_{21} & IRL'_{22} & \dots & IRL'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ IRL'_{n1} & IRL'_{n2} & \dots & IRL'_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

برای محاسبه FRL هر تابع، فرض می کنیم که توابع f وجود دارند توسط تکنولوژی و ادغام آن ایجاد می شده اند و FRL به دست آمده از تابع r را به عنوان FRL_r معرفی می شود. در ابتدا، محصول ماتریس های IRL و TRL طبق فرمول های زیر به عنوان ماتریس ITRL بیان می شود و نهایتاً FRL_r محاسبه می شود.

$$ITRL = Norm \times IRL' \times TRL' \quad (3)$$

$$ITRL.F_r = [Norm]_{n' \times n'} \times [IRL'.F_r]_{n' \times n'} \times [TRL'.F_r]_{n' \times 1} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} ITRL.F_r &= \begin{bmatrix} ITRL_1 \\ ITRL_2 \\ \vdots \\ ITRL_{n'} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1/m_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1/m_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1/m_{n'} \end{bmatrix} \\ &\times \begin{bmatrix} IRL'_{11} & IRL'_{12} & \dots & IRL'_{1n'} \\ IRL'_{21} & IRL'_{22} & \dots & IRL'_{2n'} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ IRL'_{n'1} & IRL'_{n'2} & \dots & IRL'_{n'n'} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ITRL_1 \\ ITRL_2 \\ \vdots \\ ITRL_{n'} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} (IRL'_{11}TRL'_1 + IRL'_{12}TRL'_2 + \dots + IRL'_{1n'}TRL'_{n'})/m_1 \\ (IRL'_{21}TRL'_1 + IRL'_{22}TRL'_2 + \dots + IRL'_{2n'}TRL'_{n'})/m_2 \\ \vdots \\ (IRL'_{n'1}TRL'_1 + IRL'_{n'2}TRL'_2 + \dots + IRL'_{n'n'}TRL'_{n'})/m_{n'} \end{bmatrix} \quad (5) \end{aligned}$$

$$FRL_r = \frac{1}{n'} \sum_{i=1}^{n'} ITRL_i \quad (6)$$

SRL یک سیستم محاسبه می شود. SRL سیستم St با عنوان SRLt به صورت زیر محاسبه می شود:

$$SRL_t = \frac{1}{f} \sum_{r=1}^f FRL_r = \frac{1}{f} \frac{1}{n'} \sum_{r=1}^f \sum_{i=1}^{n'} ITRL_i \quad (7)$$

محاسبه CRL قابلیت :

$$CRL_u = \frac{1}{f''} \sum_{r=1}^{f''} FRL_r = \frac{1}{f''} \frac{1}{n'} \sum_{r=1}^{f''} \sum_{i=1}^{n'} ITRL_i \quad (8)$$

محاسبه PRL سبب :

$$PRL_s = \frac{1}{m'} \sum_{t=1}^{m'} SRL_t = \frac{1}{m'} \frac{1}{f'} \frac{1}{n'} \sum_{t=1}^{m'} \sum_{r=1}^{f'} \sum_{i=1}^{n'} ITRL_i \quad (9)$$

TPM در پنج سطح، یک شاخص جامع و مفید برای مشخص کردن جایگاه یک سیستم سلاح در چرخه توسعه خود است. مطابق تعاریف SRL در ادبیات مقاله اصلی و تعاریف رایج از PRL و SRL و اصطلاحات مربوطه در جدول شماره (۳) آورده شده است.

جدول ۳- مقیاس SRL و PRL و تعاریف آن ها

تعریف	SRL(PRL)
عملیات و پشتیبانی OS	۰,۹-۱
تولید و توسعه PD	۰,۸-۰,۸۹
مهندسی و توسعه ساخت EMD	۰,۶-۰,۷۹
توسعه فناوری TD	۰,۴-۰,۵۹
اصلاح مفهوم	۰,۱-۰,۳۹

RPM های دو سطحی از طریق SSL و PSL

در این بخش ، اقدامات لازم برای الزامات عملگر های کششی دو سطحی RPM ها برای نشان دادن سطح رضایت کلی سیستم با الزامات چندقابلیتی با دو جزء SSL و PSL پیشنهاد شده است. در ابتدا تعاریف SSL و روشی برای به دست آوردن مقدار SSL از نظرات متخصصان در مقایسه سیستم به صورت زوجی ارائه شده است. سپس در وهله دوم، PSL تعریف شده و سه مدل ادغام ارائه شده که مربوط به سه نگرش متفاوت در تصمیم گیری هستند. از طریق RPM های دو سطحی می توان میزان رضایت از یک سبد سیستم با توانایی خاص را به دست آورد که می تواند ارزش آن از دیدگاه برآورده کردن الزامات نیز نشان دهد. بعد از فرمول نویسی ها و حل مدل به دست آمده برای مجموعه فاصله ای از SSL ، نهایتاً به رابطه ۲۵ مقاله برای PSL می رسمیم.

$$PSL(P_s, C_u) = \left[PL_s^{C_u^-}, PL_s^{C_u^+} \right]$$

$$0 \leq PL_s^{C_u^-} \leq PL_s^{C_u^+} \leq 1$$

$$PL_s^{C_u^-} = PSL(P_s, C_u)_{IM-Worst}$$

$$PL_s^{C_u^+} = PSL(P_s, C_u)_{IM-Best} \quad (10)$$

حل مساله WSPS بر اساس برنامه ریزی چند هدفه

در این بخش مساله WSPS با استفاده از یک مدل برنامه نویسی عدد صحیح چند هدفه حل می شود. ابتدا برا اساس فرضیات، محدودیت ها داده می شود و مجموعه ای از سبد های امکان پذیر (شدنی) تولید می شود. ساختار دامنه مدل سپس برای تعیین اینکه کدام یک از سبدهای سیستم سلاح همان سبد های T&R است، تعریف شده است. در آخر مدل برنامه ریزی عدد صحیح چند هدفه برای به دست آوردن سبد های T&R انجام می شود.

مجموعه تمام سبد های امکان پذیر (شدنی) به صورت زیر تعریف می شود:

$$P^* = \{P_s | P_s \subseteq S^*, s \in N^+\} \quad (11)$$

محدودیت های مدل اغلب به صورت روابط خطی مدل می شوند که به صورت زیر است:

$$P_F^* = \left\{ P_s \in P^* | C(P_s) \leq B, N(C) = v, s \in N^+ \right\} \quad (12)$$

تولید یک سبد سیستم سلاح T&R منفرد از طریق ماکزیم سازی عملگر های سبد سیستم با محدودیت های الزامات قابلیت ها و هزینه ها ، به راحتی تحقق می یابد. با این حال محاسبه ی تمام سبدهای T&R فرآیندی پییده و زمان بر است که در آن مدل برنامه ریزی عدد صحیح V+2 هدفه به شرح زیر است:

$$v - \max_{P_s \in P_F^*} \left[\underbrace{PRL_s, PSL(P_s, C_1), \dots, PSL(P_s, C_u), \dots, PSL(P_s, C_v)}_v, -C(P_s) \right] \quad (13)$$

Therefore, a portfolio, $P_s \in P_F^*$, is T&R if, and only if, another portfolio, $P_{s'} \in P_F^*$, does not exist, such that

$$\begin{aligned} & \left[\underbrace{PRL_{s'}, PSL(P_{s'}, C_1), \dots, PSL(P_{s'}, C_u), \dots, PSL(P_{s'}, C_v)}_v, -C(P_{s'}) \right] \quad (14) \\ & \not\geq \left[\underbrace{PRL_s, PSL(P_s, C_1), \dots, PSL(P_s, C_u), \dots, PSL(P_s, C_v)}_v, -C(P_s) \right] \quad (15) \end{aligned}$$

در مقایسه با راه حل ها و مدل های ارائه شده در ادبیات خود مقاله و موارد دیگری که در مقالات خارجی وجود دارد (در بین مقالات ایرانی مورد مشابهی تا بحال کار نشده است) ، روش انتخاب سبد این مقاله توانایی های ویژه زیر را ارائه می کند:
اول اینکه صریحا تحولات فعلی فناوری و الزامات آینده نظامی را در اکتساب و تولید دفاعی مد نظر قرار می دهد. علاوه بر این، تاثیر این عوامل نه تنها از TRL/IRL عمومی بلکه همچنین از داوری همزمان DM ها به دست می آید.
دوم، ایجاد سبد سیستم T&R با ماکزیم سازی عملگر های سبد سیستم با توجه به محدودیت های داده شده برای الزامات قابلیت ها و هزینه های تولید به دست می آید. این مدل برنامه ریزی چند هدفه و اتلگوریتم حل آن عمومی و باز هستند به گونه ای که حتی با برخی عملگر ها و محدودیت های تولیدی دیگر می توان سبد سیستم بدون اشراف بر جزئیات آن را نیز ارائه کرد.

سوم، روش این مقاله شامل تجزیه و تحلیل سبد های T&R فراوان و با ارزش از جمله مقایسه PRL/PSL در سطوح مختلف هزینه، تحلیل سبد کلیدی سیستم و تحلیل اثر استراتژی هزینه در اکتساب و تولید دفاعی است.
در آخر، این روش می تواند اطلاعات موجود را بهینه سازد تا هنگامی که آینده برنامه نظامی مبهم است ، به یک تصمیم تقریبا دقیق برسد. این مساله بسیار مهم و کاربردی است زیرا در عمل، متخصصان هنگام اعلام اولویت بندی خود راحت تر از زمانی هستند که نتیجه دقیقی داده می شود.

بعد از انجام مراحل فوق از روش شبکه عصبی مصنوعی نیز استفاده شده است. شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) در انتخاب پروژه برای "یادگیری" دانش از انتخاب پروژه استفاده شده است. با این وجود، سیستم پشتیبانی تصمیم گیری از شبکه عصبی می تواند مدیران را در هنگام تصمیم گیری های پیچیده برای توسعه محصول جدید راهنمایی کند. یک مدل شبکه عصبی مصنوعی روشی غیر پارامتری است. بنابراین، در رتبه بندی و انتخاب پروژه ها در مقایسه با تجزیه و تحلیل رگرسیون، یعنی یک روش پارامتری برتر است. در نتیجه، حتی اگر در ادبیات PM نمونه هایی از کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در انتخاب پروژه محدود به موارد خاص باشد، استفاده از این روش در ای مقاله به سه دلیل زیر در نظر گرفته شده است:

(۱) سهولت استفاده، زیرا ANN دانش ضمنی را از تجربه گذشته استخراج می کند بدون اینکه مدیران را درگیر قضاوت های پیچیده و اشتباه کنید.

(۲) قابلیت استفاده در هر صنعت، انواع پروژه و شرکت به دلیل قابل تنظیم بودن در هر چارچوبی برای موفقیت های مهم

(۳) ظرفیت یادگیری پویا مدل های ANN که می تواند امکان ارزیابی پروژه را در طول چرخه عمر پروژه فراهم کند

شبکه عصبی مصنوعی ابزاری است که با الهام از اصول عملکرد سیستم عصبی بیولوژیکی مغز انسان است. واحدهای محاسباتی ابتدایی (نورون ها) گره های یک شبکه محور هستند که دارای ظرفیت پردازش هستند. هر گره ترکیبی از سیگنالها را از محیط خارجی یا گره های دیگر در ورودی دریافت می کند و پردازش را از طریق یک تابع فعال سازی اعمال می کند. یزدلرهای متصل و دارای وزن، خروجی هر گره را به گره های دیگر یا خارج از ANN می فرستند. در جزئیات، گره ها دو عملکرد دارند:

استخراج دانش از محیط خارجی از طریق یک فرآیند یادگیری تطبیقی و ذخیره دانش در پارامترهای شبکه (به ویژه در وزن اتصالات). در نتیجه، ANN به عنوان یک الگوی غیر خطی و غیر پارامتری است که روابط بین داده ها را برای حل دو نوع مشکل مختلف جستجو می کند:

تقریب توابع (رگرسیون): ورودی ها یک بردار از متغیرهای مستقل را نشان می دهند در حالی که خروجی ها متغیرهای وابسته یک رابطه عملکردی ناشناخته هستند.

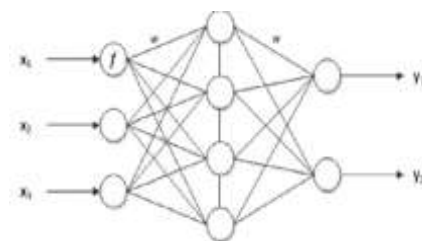
طبقه بندی: ورودی ها نوعی ویژگی های یک پدیده را نشان می دهند در حالی که خروجی ها تعلق به مجموعه ای از کلاسهای مشخص شده ابراز می کند این ابزارها به دلیل توانایی آنها در اجرای عملیاتی که برای بسیاری از سایر تکنیک های هوش مصنوعی غیرممکن است، علاقه زیادی برانگیخته اند: پاسخ دادن به درستی (با درجه خاصی از اطمینان) به ورودی هایی که قبلاً رمزگذاری نشده اند، رسیدگی به محیط خارجی نامشخص، غیرقابل پیش بینی و پر سر و صدا است.

برخی از نویسندگان از ANN در زمینه مدیریت پروژه برای تعیین عملکرد پروژه و درک ریسک ها در مراحل اولیه استفاده کردند. به ویژه، دو جریان اصلی، محدود به چند تجربه خاص، وجود دارد:

- رویکرد هزینه: معرفی ANN (نوع تقریبی کارکردها) با هدف کنترل بودجه و فراهم آوردن حمایت از ریسک از طریق پیش بینی و ارزیابی اولیه. بیشتر این تجربیات از صنعت ساخت و ساز ناشی می شود که استاندارد سازی بالایی از فرایندها امکان ایجاد یک پایگاه دانش مشترک را فراهم می آورد.

- رویکرد مدیریتی: ANN (نوع طبقه بندی) رابطه ای را که بین عملکردهای پروژه و اهرمهای اصلی مدیریت پروژه وجود دارد، به عنوان عوامل سازمانی و مدیریتی مشخص می کند.

در این مقاله عناصر شبکه یک ترکیب سلسله مراتبی در یک توپولوژی فید به جلو (شکل ۵) ترکیب شد که در آن تمام گره های یک لایه به روش یک طرفه با موارد زیر پیوند می یابد تا امکان شناسایی خصوصیات غیر خطی ایجاد شود.



شکل ۵- مدل شبکه عصبی مقاله

توانایی تشخیص روابط غیر خطی در رفتار متغیرها، بستگی به عوامل زیر دارد:

- تعداد گره ها
- تعداد لایه ها
- عملکرد انتقال f از هر گره
- وزن w اتصالات

روند اجرای شبکه عصبی برای تنظیم پارامترهای ناشناخته شبکه (وزن)، مربوط به روند ارائه نمونه هایی مکرر از داده های قبلی به سیستم (الگوها) و تغییر وزن های ارتباطی مبتنی بر یک قانون یادگیری است. در حالت آنلاین، شبکه الگوها به صورت تصادفی و همیشه در حال تغییر دریافت می کند. در سطح کلی، پارامترها در دو مرحله تنظیم شدند:

- تعریف زیر مجموعه از داده ها که نمونه ای از ورودی / خروجی را نشان می دهد.

- حل یک مسئله بهینه سازی:

$$\min E(w) = \sum E_p(w) \quad (15)$$

E_p با اندازه گیری خطای مربوط به الگوی p (زیر مجموعه) مجموعه داده نشان می دهد.

این خطا فاصله بین خروجی داده شده در مجموعه داده و خروجی پیش بینی شده توسط شبکه را تخمین می زند. الگوریتم یک روش تکراری و یک نسخه اکتشافی از روش گرادین است که معمولاً در شبکه های چند لایه به دلیل عملکرد بالا از نظر زمان و دقت کاربرد دارد. تعامل تعریفی که از انتشار مجدد تعریف شده است:

$$w^{k+1} = w^k - \alpha \nabla E_p(k)(w^k) + \eta(w^k - w^{k-1}) \quad (16)$$

جایی که:

- $\nabla E(wk)$ شیب تابع خطا در بردار جریان wk وزنها است.
- مقیاس α (میزان یادگیری) مرحله را در امتداد جهت $dk = -\nabla E(wk)$ تعریف می کند ، و در هر مرحله فقط از الگوی فعلی ورودی و خروجی $(x_p(k), y_p(k))$ استفاده می کند.
- مقیاس $\eta > 0$ (حرکت) یک انتخاب تطبیقی مرحله را انجام می دهد یا جهت تحقیق را تغییر می دهد تا از همگرایی الگوریتم اطمینان حاصل شود.

• $R2$ = ضریب همبستگی مربعی بین ورودی و خروجی MLP

• $RMSE$ = میانگین خطای مربع بین خروجی مورد انتظار (درجه موفقیت داده شده توسط کارشناسان) و خروجی MLP (درجه موفقیت پیش بینی شده توسط شبکه).

۴. یافته ها و تجزیه و تحلیل داده ها

فرآیندهای جمع آوری داده ها ترکیبی از منابع اولیه و ثانویه را اتخاذ کرده است: داده های حاصل از منابع اصلی حاصل از ۱۰ مصاحبه ساخت یافته ، با تکیه به پرسشنامه ای برای ارزیابی فردی و ارزیابی گروهی از پروژه ها است.

داده های منابع ثانویه از اسناد داخلی بین چندین سازمان دفاعی حاصل شده است. انتخاب نمونه ۱۵۰ پروژه از پروژه های مختلف سازمانهای دفاعی (طراحی و ساخت نمونه، سخت افزار یا تجهیزات، خدمت یا آزمایش ، امکان سنجی و سازماندهی مجدد)، با بودجه های مختلف و مدت زمان (از ۱ سال تا ۵ سال) جمع آوری اسناد پروژه ها و ترکیب آنها در موارد کسب و کار اجرایی ، شامل کلیه KPI های مورد استفاده شرکت. تهیه پرسشنامه برای ارزیابی CSF، توصیف همه ده عامل

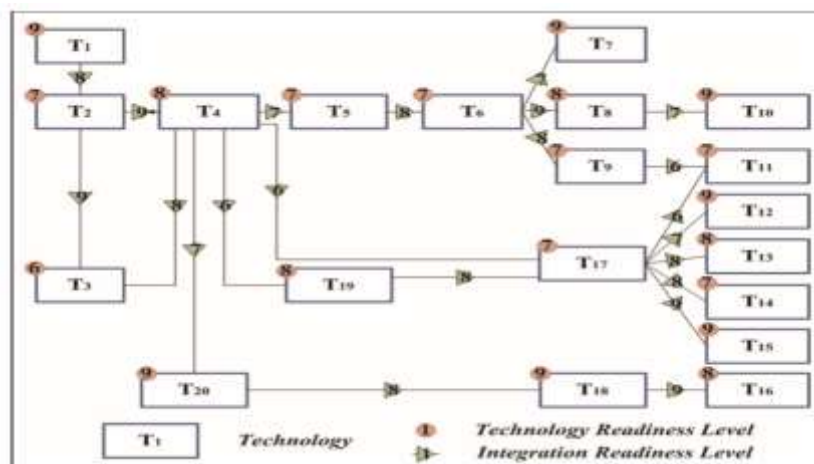
مصاحبه با متخصصان برای ارزیابی فردی از ده CSF (۱۵ ارزیابی برای هر متخصص) و تحویل اسناد پروژه ها و موارد تجاری. استفاده از نظرات خبرگان برای آموزش و آزمایش یک مدل شبکه عصبی مصنوعی ، تأیید ارتباط بین مجموعه مقادیر CSFs و میزان موفقیت هر پروژه ، تهیه سیستم پشتیبانی از تصمیم گیری برای ارزیابی پروژه های آینده.

بحث در مورد نتیجه تحقیق با مدیریت عالی پیمانکار EPC.

سیستم سلاح کاندید، بر اساس سناریویی که توسط Kangaspunta و همکارانش کار شده انتخاب شد. هدف از مطالعه موردی تجزیه و تحلیل و ارزیابی این است که کدام یک از ترکیب های مختلف سیستم های پشتیبانی آتش غیر مستقیم می توانند با پشتیبانی از نیروهای پیاده مکانیزه آینده جهت دست یابی به یکسری قابلیت ها، سبد بهینه T&R را به دست آورد. به طور خاص، سیستم اسلحه ای که از $I=1,2,3,\dots,10$ هستند، شامل انواع وسایل نقلیه بدون سرنشین، سیستم های شنود و جاسوسی ، سیستم های اطلاعاتی، سیستم های فرماندهی و کنترل و سیستم های آتشباری (مستقیم یا غیر مستقیم) است که به صورت مجموعه زیر تعریف می شود:

$$S^* = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}\}.$$

در کل فناوری ها و ادغام آن ها در ۱۰ سیستم کاندید جمع شده است تا با استفاده از یک دیدگاه تکنولوژیکی ، یک نمودار از سیستم سلاح های کاندید تشکیل دهد. همانطور که در شکل (۶) نشان داده شده ، ۲۰ فناوری و ۲۱ ادغام از آن ها در ۱۰ سیستم سلاح جداگانه وجود دارد. فرض محدودیت ها به این صورت است که مدل TPRP هم هزینه تولید و هم قابلیت های مورد نیاز را محدودیت سبد های امکان پذیر می داند. بنابراین با توجه به محدودیت اول ، جداول (۴) و (۵) هزینه بلوغ فناوری ها و ادغام آن ها را نشان می دهد.



شکل ۶- نمودار سیستم های سلاح کاندید از دیدگاه تکنولوژی

جدول ۴- هزینه ارتقا TRL

Technology	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀
TRL level	Cost									
1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
6	\$0	\$0	\$163	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
7	\$0	\$275	\$181	\$0	\$944	\$305	\$0	\$0	\$0	\$0
8	\$0	\$481	\$279	\$227	\$992	\$820	\$0	\$665	\$348	\$0
9	\$446	\$623	\$872	\$100	\$310	\$446	\$844	\$726	\$669	\$114

Technology	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀
TRL level	Cost									
1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
6	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
7	\$173	\$0	\$0	\$630	\$0	\$0	\$224	\$0	\$0	\$0
8	\$442	\$0	\$376	\$602	\$0	\$282	\$541	\$0	\$406	\$0
9	\$470	\$128	\$585	\$694	\$604	\$171	\$668	\$221	\$822	\$160

جدول ۵- هزینه ارتقا IRL

Integration	1, 2	2, 3	2, 4	3, 4	4, 5	4, 19	5, 6	6, 7	6, 8	6, 9	8, 10
IRL level	Cost										
1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
6	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$952	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
7	\$0	\$0	\$0	\$0	\$648	\$743	\$0	\$900	\$0	\$0	\$980
8	\$820	\$0	\$0	\$613	\$743	\$832	\$828	\$859	\$0	\$172	\$434
9	\$407	\$867	\$213	\$881	\$465	\$424	\$401	\$661	\$179	\$556	\$861

Integration	9, 11	16, 18	17, 11	17, 12	17, 13	17, 14	17, 15	17, 4	18, 20	19, 17	20, 4
IRL level	Cost										
1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
6	\$714	\$0	\$543	\$0	\$0	\$0	\$0	\$370	\$0	\$0	\$0
7	\$311	\$0	\$511	\$800	\$0	\$0	\$0	\$351	\$0	\$0	\$280
8	\$935	\$0	\$165	\$771	\$0	\$510	\$0	\$558	\$651	\$681	\$321
9	\$732	\$942	\$933	\$504	\$634	\$506	\$937	\$919	\$507	\$563	\$859

بر اساس مدل TPRP، ۵۵ سبد سیستم سلاح از بین ۱۰۲۲ سبد امکان پذیر انتخاب شدند. به راحتی می توان دریافت کرد که ۹۵ درصد از سبد های امکان پذیر کنار گذاشته شدند زیرا حداقل یکی از سبد های سیستم اسلحه T&R در مقیاس پنج عملکرد گفته شده بالاتر از ۹۵ درصد نمونه سبد ها است. مدل TPRP تمرکز بر تاثیر فشار فناوری و کشش الزامات هنگامی است که DM ها در فرآیند اکتساب و تولید دفاعی تعیین کنند آیا سبد سیستم سلاح به حالت رزرو درآید یا اینکه کنار گذاشته شود. با یک مثال واضح در سناریوی جنگی، ۵۵ ترکیب سیستم آتشباری غیر مستقیم انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند تا از بین آن بهترین سبد T&R برای پشتیبانی از نیروی های پیاده مکانیزه جهت تحقق قابلیت های شناسایی و شنود، جهت یابی، فرماندهی و تصمیم گیری و توانایی های عملیاتی، انتخاب شود. برخی از نتایج برجسته این مطالعه موردی را می توان به شرح زیر خلاصه کرد:

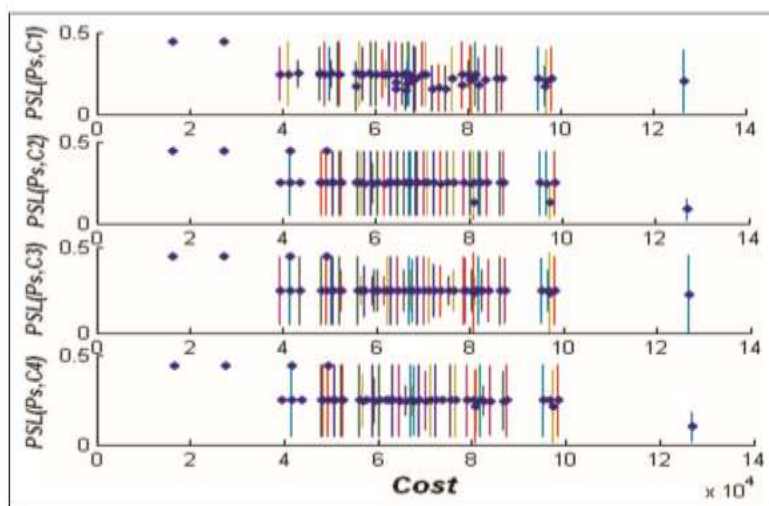
تاثیر فناوری های کلیدی و فشار ادغام: مدل ارزش افزایشی به صورت جهانی برای تعریف FRL و SRL و CRL و PRL استفاده می شود که منجر به نتایج میانگین برای این متغیر ها می شود. با این حال عمل چندانکه بین TRL و IRL باعث تاثیر بر FRL در فرآیند رشد به ویژه برای برخی از فناوری های مهم و ادغام ها می شود.

تاثیر کشش الزامات قابلیت ها: چهار مورد توانایی مورد نظر در این تحقیق مستقل از یکدیگر بوده و از اهمیت یکسانی برخوردار هستند. این چهار مورد (شناسایی و شنود، هدایت، فرماندهی و تصمیم گیری و قابلیت های عملیاتی) توانایی های

مهمی هستند که که در یک روش کاربردی استاندارد امکان حذف آن ها نیست. بنابراین در این تحقیق ما چهار قابلیت گفته شده را در یک واحد تلفیق نمی کنیم. با این وجود استقلال کلیه الزمات قابلیت ها در آنالیز و بکارگیری مشترک است. نقش محدودیت تعداد قابلیت ها : تعداد سبد های سیستم های آتشیاری غیر مستقیم امکان پذیر (شدنی) تقریباً معادل تعداد سبد های ممکن است. با این حال به عنوان یک جزء متمایز از مدل TPRP محدودیت تعداد قابلیت ها هنوز هم در استفاده عملی ارزشمند و قابل توجه است. پس از مشخص شدن شرایط لازم ، برای متخصصان آسان است که هرگونه سبد سیستم اسلحه بی ارزش را با کارکرد های ذاتی ناقص کنار بگذارند.

نقش محدودیت هزینه : در مطالعه موردی ، هنگامی که یک فناوری یا ادغام در یک عملکرد ظاهر می شود ، هزینه تولید خاصی ایجاد می شود. هزینه در یک سیستم با ترکیب چند مولفه در یک عملکرد به شدت افزایش می یابد. هزینه یک سبد حین جمع آوری تمام مولفه های عملکردی آن یکسان است ، از آنجایی که فناوری ها و ادغام ها یکسان تلقی می شوند ، هزینه یک سیستم بر دیگری ارجحیت ندارد. در حقیقت با توجه به صرف هزینه ، کلیه ی برنامه ریزی های تخصیص و کنترل هزینه های موجود در بسیاری از زمینه ها از اهمیت بالایی برخوردار است. در نتیجه به محض اینکه سطح هزینه افزایش یابد ، کاهش واضح از مقادیر $PSL(P_s, Cu)$ در

C1 – C4 وجود دارد ، همان طور که در شکل (۷) نشان داده شده است. بنابراین جلوگیری از تخصیص نادرست هزینه در WSPS بسیار مهم است.



شکل ۷- مقادیر $PSL(P_s, Cu)$ در C1 – C4 به همراه افزایش در مصرف هزینه

در ادامه، الگوریتم یادگیری روی ۲۰۰۰۰ تکرار با ضریب یادگیری $\alpha = 0.1$ تنظیم شده است. عملکرد توپولوژی های مختلف شبکه عصبی هم مطابق جدول ۶ نشان می دهد که بهترین ساختار با دو لایه پنهان می باشد. پیکربندی نهایی با بهترین عملکردها دو لایه پنهان ، اولین با ۱۵ گره و دوم با ۱۰ گره می باشد. دو لایه پنهان حاصل این فرضیه را تأیید می کنند که تنها با انتخاب یک شبکه عصبی به عنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری ، می توان طبقه بندی داده هایی را که از نظر خطی از هم جدا نیستند امتحان کرد و ارتباط بین آنها بسیار مهم است.

جدول ۶- نتایج هوش مصنوعی

hidden layer 1	hidden layer 2	Training		Validation	
		RMSE	R ²	RMSE	R ²
15	10	0.065	0.9564	0.087	0.9214
14	10	0.072	0.9518	0.137	0.9108
13	10	0.124	0.9212	0.084	0.9352
12	10	0.084	0.9583	0.131	0.9086
11	10	0.097	0.9088	0.163	0.9265
10	10	0.123	0.9045	0.152	0.8847
n.a.	10	0.079	0.9648	0.161	0.8958
n.a.	9	0.087	0.9141	0.221	0.8767
n.a.	8	0.095	0.9389	0.123	0.9271
n.a.	7	0.101	0.9100	0.078	0.9317
n.a.	6	0.087	0.9298	0.167	0.8307
n.a.	5	0.099	0.9685	0.072	0.9365
n.a.	4	0.167	0.9238	0.102	0.8552
n.a.	3	0.186	0.9170	0.197	0.9156
n.a.	2	0.139	0.8566	0.314	0.7369
n.a.	1	0.228	0.8134	0.299	0.7259

به طور خاص $RMSE_{test} = 0.34$ میانگین خطای پایین تر از ۰.۵، آستانه پاسخ های اشتباه را نشان می دهد. در حقیقت، با فرض اینکه ارزیابی کارشناسان از میزان موفقیت در مقادیر عدد صحیح بیان شده است، می توان خروجی MLP را درست در نظر گرفت که اگر فاصله از مقدار مورد انتظار کمتر از ۰.۵ باشد، به طوری که MLP گرد شود. تنها ۳ پروژ (شماره های ۸، ۲۲ و ۲۵) ارزش پیشنهادی و خروجی متفاوت از مورد انتظار را نشان داده اند، و بیش از حد میزان موفقیت ۰.۶۶، ۰.۵۴ و ۰.۵۵، به ترتیب (به هر حال کمتر از یک دسته) هستند. هیچ دلیل خاصی در این خطاها وجود ندارد، زیرا این پروژه ها هیچ پیکرندی خاصی را ارائه نمی دهند. می توان نتیجه گرفت که میزان صحت سیستم پشتیبانی از تصمیم گیری حدود ۹۰٪ است. مدیریت ارشد تعداد پاسخ های اشتباه و حاشیه خطاهای خاص، پذیرش نتایج و اتخاذ سیستم در ارزیابی موفقیت اولیه پروژه را برای ارزیابی در پورتفولیو پروژه قابل قبول دانست.

۵. نتیجه گیری

مدل TPRP برای حل مساله WSPS ارزش ذاتی سبد های سیستم سلاح را از دیدگاه فشار فناوری و کشش الزامات در اکتساب و تولید دفاعی نشان می دهد. این مورد خاطر نشان می کند که ارزش یک سیستم نه تنها به در دسترس بودن آن بلکه به قابلیت های آن نیز مربوط می شود. به عبارت دیگر ارزش زمانی خاص می شود که ولفه های فناوری سیستم به صورت بالقوه توسعه یافته و با یکدیگر ادغام شوند، هنگامی که سیستم می تواند نیاز های چندگانه ای را برآورده سازد. از نظر طراحی، مدل TPRP یک رویکرد معقول و جامع برای انتخاب سیستم های تسلیحاتی ارائه می دهد. سطح بلوغ توسعه فناوری، عملکرد، سیستم، قابلیت و سبد، توسط TPM های پنج سطحی بر اساس یک مدل چند سطحی افزایشی تحقق می یابد. سطح رضایت مندی مورد نیاز یک سیستم یا سبد توسط RPM های دو سطحی بر اساس بهینه سازی برنامه ریزی خطی و مدل اولیه که بر اساس نظرات متخصصان از مقایسات زوجی است، به دست می آید. علاوه بر سبد سیستم T&R، مدل TPRP همچنین مقادیر PRL و PSL و هزینه های همه سبد های سیستم T&R و نحوه تاثیر این متغیر ها بر یکدیگر را نشان می دهد.

اگرچه مدل سازی ساختار ارزش سبد ها با برنامه ریزی چند هدفه عدد صحیح کاری سخت و وقت گیر است، مدل TPRP مزایای متعددی را ارائه می دهد. اول، بر یک دیدگاه نوآورانه تاکید می کند بر وضعیت فعلی توسعه فناوری و ادغام مولفه ها به شدت تاثیر می گذارد که آیا یک سبد سیستم سلاح باید رزرو شود یا کنار گذاشته شود و این که آیا می تواند نیاز نظامی فعلی را برآورده کند یا خیر. تعداد الزامات چند قابلیت محدودیت اساسی یک سبد سیستم سلاح در یک روش عملیاتی محسوب می شود. این مورد به طور مستقیم مقیاس مجموعه ای از سبد های امکان پذیر را در ابتدای محاسبه سبد های T&R کاهش می دهد. در آخر، مدل TPRP یک سطح رضایت نامشخص با احتمال فاصله ای حاصل از نظرات متخصصان در خود جای می دهد که در تصمیم گیری عملی مهم و ارزشمند است. برای مطالعات بعدی به روش های زیر می توان پیشرفت هایی را رقم زد. ابتدا باید توجه بیشتری به کارکرد جهانی مدل افزایشی در تعاریف FRL، SRL، CRL و PRL بشود و مدل تجمعی می تواند انعطاف پذیرتر و ابتکاری تر باشد. دوم، می توان وزن های مختلف هر قابلیت مورد نیاز را در مورد نحوه تاثیر آن ها بر مجموعه سبد های سیستم T&R بررسی کرد. سرانجام مجموعه سبد سیستم T&R با مقایسه زوجی بین سبد ها به دست می آید، بنابراین در تحقیق های آتی می توان از الگوریتم های برنامه نویسی پویا استفاده کرد و کیفیت را ارتقا داد.

منابع و مراجع

۱. فولادی، قاسم؛ دهقان، حسین؛ مهدی نژاد نوری، محمد؛ حاتمی، امیر (۱۳۶۹). قابلیت های محوری نظام اکتساب سلاح و تجهیزات دفاعی، تهران، نشریه علمی پژوهشی بهبود مدیریت.
۲. گلستانه، رسول (۱۳۸۶). بررسی نظام تامین سلاح و تجهیزات دفاعی در چند کشور، فصل نامه راهبرد دفاعی
۳. فهیم، جواد؛ مهاجر زاده، سید محمد؛ کمالی، محمدرضا (۱۳۸۸). تامین و اکتساب، ره یافتی نوین در تامین مطالبات نیروهای مسلح، فصل نامه پژوهشی مرکز مطالعات و پژوهش های لجستیکی.
۴. صابرفرد، علیرضا؛ محمدی، مهدی (۱۳۹۲). ملاحظات امنیتی در اکتساب فناوری دفاعی در جامعه نیروهای مسلح ایران، تهران، فصل نامه پژوهشی حفاظتی-امنیتی دانشگاه امام حسین (ع).
۵. اثباتی، حسین؛ طباطبائی، سید حبیب الله (۱۳۹۴). تعیین اولویت های اکتساب فناوری در یک سازمان صنعتی مطالعه موردی شناور های کلاس متوسط، فصل نامه رشد فناوری.
۶. Greiner MA, Fowler JW, Shunk DL, et al. A hybrid approach using the analytic hierarchy process and integer programming to screen weapon systems projects. IEEE T Eng Manage 2003; 50: 192–۲۰۳.
۷. Lee J, Kang S-H, Rosenberger J, et al. A hybrid approach of goal programming for weapon systems selection. Comput Ind Eng 2010; 58: 521–5۲۷.
۸. Zhou Y, Jiang J, Yang Z, et al. A hybrid approach for multi-weapon production planning with large dimensional multi-objective in defense manufacturing. Proc IMechE, Part B: J Engineering Manufacture 2014; 228: 302–316 .
۹. Ge B, Hipel KW, Fang L, et al. An interactive portfolio decision analysis approach for system-of-systems architecting using the graph model for conflict resolution. IEEE T Syst Man Cy A. Epub ahead of print 9 April 2014. DOI: 10.1109/TSMC.2014.2309321 .
۱۰. Burk R and Parnell G. Portfolio decision analysis: lessons from military applications. In: Salo A, Keisler J, Morton A (eds) Portfolio decision analysis: improved methods for resource allocation. New York: Springer, 2011, pp. 333–358.
۱۱. Markowitz H. Portfolio selection. J Financ 1952; 7(1): 77–9۱.
۱۲. Stummer C and Heidenberger K. Interactive R&D portfolio analysis with project interdependencies and time profiles of multiple objectives. IEEE T Eng Manage 2003; 50: 175–۱۸۳.
۱۳. Peacock J, Richardson J, Carter R, et al. Priority setting in health care using multi-attribute utility theory and program budgeting and marginal analysis (PBMA). Soc Sci Med 2007; 64: 897–9۱۰ .
۱۴. Buede D and Bresnick T. Applications of decision analysis to the military systems acquisition process. Interfaces 1992; 22(6): 110–125.
۱۵. Deviren MD, Yavuz S and Kılınç N. Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. Expert Syst Appl 2009; 36: 8143–8۱۵۱ .
۱۶. Sullivan MJ. Best practices: an integrated portfolio management approach to weapon system investments could improve DOD's acquisition outcomes. Report no. GAO07-۳۸۸, ۳۰ مارس ۲۰۰۷. Washington, DC: United States Government Accountability Office .
۱۷. Parnell S, Gimeno B, Westphal D, et al. Multiple perspective R&D portfolio analysis for the National Reconnaissance Office's technology enterprise. Mil Oper Res 2001; 6(3): 19–3۴.

۱۸. Parnell S, Burk C, Schulman A, et al. Air Force Research Laboratory space technology value model: creating capabilities for future customers. *Mil Oper Res* 2004; 9(1): 5–1۸ .
۱۹. Kangaspunta J, Liesio J, Mild P, et al. Cost-efficiency analysis of weapon system portfolios. *Eur J Oper Res* 2012; 223: 264–275 .
۲۰. Ramirez-Marquez J and Sauser B. System development planning via system maturity optimization. *IEEE T Eng Manage* 2009; 56(3): 533–5۴۸ .
۲۱. Tan W, Sauser B and Ramirez-Marquez J. Analyzing component importance in multifunction multi capability systems developmental maturity assessment. *IEEE T Eng Manage* 2011; 58: 274–۲۹۴ .
۲۲. Ge B, Hipel KW, Yang K, et al. A data-centric capability focused approach for system-of-systems architecture modeling and analysis. *Syst Eng* 2013; 16(3): 363–3۷۷ .
۲۳. Sauser B, Forbes E, Long M, et al. Defining an integration readiness level for defense acquisition. In: *Proceedings of the 19th international symposium of the international council on systems engineering (INCOSE)*, Singapore, 20–2۳ □□□□ ۲۰۰۹.
۲۴. Gove R, Sauser B and Ramirez-Marquez J. Integration maturity metrics: development of an integration readiness level. *Inf Knowl Syst Manag* 2010; 9: 17–4۶ .
۲۵. Liesio J, Mild P and Salo A. Robust portfolio modeling with incomplete cost information and project interdependencies. *Eur J Oper Res* 2008; 190(3): 679–6۹۵ .
۲۶. Kaiser, M.G., El Arbi, F., Ahlemann, F., 2015. Successful project portfolio management beyond project selection techniques: understanding the role of structural alignment. *Int. J. Proj. Manag.* ۳۳, ۱۲۶–۱۳۹. <http://dx.doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.ijproman.۲۰۱۴.۰۳.۰۰۲>.

Integrated model of system portfolio selection in defense acquisition and production, taking into account the technology pressure and the elasticity of the requirements using the neural network method

Mohammad forouzandeh

mohforouzandeh@gmail.com

Abstract

An integrated model of technology pressure and traction requirements is proposed to solve the problem of selecting the right basket from several multifunctional weapon systems in defense acquisition and production process. The optimal basket of the weapon system simultaneously eliminates the technical effects and the needs of the combined capabilities by considering the requirements and limitations of production. In the first step, multiple criteria analysis is used to construct a hierarchical structure of portfolio value from two main perspectives: a five-level set of technology pressure measures and a two-level set of requirements traction measures. The level of maturity of technology development, its capabilities, systems, capabilities and portfolio, have all been obtained by measures of technological pressure based on the incremental model of multiple criteria. The level of satisfaction required by the system or portfolio is achieved by requirements stretching measures based on linear programming optimization and the first model, which is based on expert opinion and pairwise comparisons. In the second stage, using production cost models and requirements assumptions, the overall structure of the portfolios is designed and all technology and requirements portfolios are produced as a set of Pareto optimal solutions through multifunctional numerical programming. A transparent case study is presented to examine the validity of the model and the computational results are analyzed and discussed.

Keywords: project portfolio, system, technology pressure, traction requirements, neural network