مدیریت صنعتی
Journal of Industrial Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۸، شمارهٔ ۱
بهار ۱۳۹۵
صص. ۲۲- ۱

طراحی و انتخاب طرح بهینه از دیدگاه ریسک‌های موجود در توسعهٔ محصول جدید

عادل آذر[۱]، جعفر قیدرخلجانی[۲]، سید مجتبی هاشمی مجومرد[۳]

چکیده: توسعهٔ محصول جدید یکی از عوامل کلیدی برای کسب مزیت رقابتی و تداوم رشد شرکت‌هاست؛ اما این کار فرایند مخاطره‌آمیزی است که باید برای دستیابی به موفقیت در آن، ریسک‌های موجود به‌طور اثربخش مدیریت شوند. با توجه به اهمیت این نوع پروژه‌ها، در پژوهش حاضر تلاش می‌شود با مدیریت مؤثر ریسک در مرحلهٔ طراحی مفهومی محصولات جدید، احتمال موفقیت آنها بیشتر شود. بدین منظور، نخست مدلی جدید و معیارهایی برای اندازه‌گیری ریسک‌های مرتبط با متغیرهای طراحی ارائه شده است. در این مدل با درنظرگرفتن اثر متقابل ریسک‌ها بر پیامدهای رخداد یکدیگر و همچنین ریسک‌های مرتبط با متغیرهای پیوستهٔ طراحی در فرایند محاسبهٔ میزان ریسک طرح محصول، دقت محاسبات افزایش یافت. این مدل خود جزئی از مدل چندهدفه‌ای با سه تابع هدف ریسک، اثربخشی کلی طرح و هزینهٔ طرح محصول است تا تصمیم گیرندگان بتوانند با توجه به سطح ریسک‌پذیری و بودجه، طرحی را انتخاب کنند که بیشترین اثربخشی را داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: اثربخشی، بهینه‌سازی چندهدفه، توسعهٔ محصول جدید، ریسک، NSGA-II.

۱. استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. استادیار گروه مدیریت سیستم و بهره‌وری، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۳. کارشناس‌ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۱۰
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۶
نویسندهٔ مسئول مقاله: سید مجتبی هاشمی مجومرد
E-mail: mojtaba.hashemi@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

توسعه و تجاری‌سازی موفق محصولات جدید یکی از عوامل اساسی در کسب مزیت رقابتی برای هر شرکت است (کوپر و کیلینچ میت، ۱۹۹۵؛ هارتلی، ۲۰۱۱). امروزه بقای سازمانی در گرو گرایش به سمت محصولات جدید و به‌کارگیری روش‌هایی برای ایجاد محصولات جدید موفق است. با پیشرفت تکنولوژی، رقابتی‌شدن بیشتر سازمان‌ها، پیدایش علوم و تجهیزات جدید تولیدی، چرخهٔ حیات کوتاه محصولات، تغییرات اساسی در نیازها و سلایق مشتریان و...، تولید محصولات جدید با چالش‌های جدیدی روبه‌رو شده است. همچنین به‌دلیل مخاطراتی که در عرضهٔ محصولات جدید وجود دارد، شرکت‌ها باید پیوسته به بهبود فرایند توسعهٔ محصولات جدید بیندیشند (صباغ‌چی، ۱۳۹۰)؛ اما به‌هرحال در تمام صنایع، ریسک جزء ذات هر پروژهٔ توسعهٔ محصول است (کواک و لاپلاس، ۲۰۰۵). بنابراین شرکت‌ها به‌ناچار باید برای کاهش ریسک‌های مرتبط با توسعهٔ محصول جدید ریسک کنند. با این‌حال، چین، تانگ، یانگ، و ونگ و وانگ (۲۰۰۹) بیان می‌کنند که مدیریت ریسک در پروژه‌های توسعهٔ محصول جدید (NPD)[1] در بسیاری از سازمان‌ها اغلب با شیوه‌های غیررسمی و غیرسیستماتیک و تا حد زیادی برمبنای احساسات و ادراک مدیریت اجرا شده است. بدین‌منظور در تحقیق حاضر روش و معیارهایی برای اندازه‌گیری ریسک‌های مرتبط با متغیرهای طراحی ارائه می‌شود. هدف از این روش، بهینه‌سازی چندهدفهٔ فراهم‌آوری متدولوژی و چارچوب ثابتی برای طراحی و ارزیابی طرح‌ها براساس شاخص‌های چندگانهٔ اثربخشی، هزینه و ریسک است. این رویکرد، روش مؤثرتری برای جست‌وجو در فضای طراحی و انتخاب طرح (طرح‌های) بهینه نسبت به روش‌های سنتی فراهم می‌کند.

پیشینهٔ پژوهش

مفهوم ریسک

به‌طور طبیعی هر فعالیتی با ریسک و خطر همراه است، انسان‌ها از زمان‌های بسیار دور به این مفهوم پی برده‌اند و به‌دنبال شناسایی عوامل و منابع آن هستند (جعفرنژاد و یوسفی زنوز، ۱۳۸۷).

ریسک از نظر تئوری، به‌معنای احتمال انحراف از نیل به‌هدف مطلوب است. در تئوری ریسک، اصطلاحاتی چون عدم قطعیت یا نامشخص‌بودن وضعیت و بی‌اطمینانی از آینده نیز هم‌ارز با اصطلاح ریسک به‌کار می‌رود (عوض‌خواه و محبی، ۱۳۸۹: ۱۳).

1. New Product Development (NPD)

Archive of SID

www.SID.ir

مؤسسهٔ مدیریت پروژه (۱۳۸۸) ریسک را چنین تعریف می‌کند: رویدادی نامعین یا موقعیتی که اگر اتفاق بیفتد بر هدف پروژه تأثیر مثبت یا منفی خواهد گذاشت. ریسک دلیلی دارد و در صورت رخداد نیز تجربه‌ای از آن به‌دست می‌آید.

بالانچارد (۲۰۱۲: ۲۸۷) ریسک را پتانسیل رخداد نیک خطا به‌عنوان نتیجهٔ واقعه یا دنباله‌ای از وقایع تعریف می‌کند که با استفاده از ترکیب احتمال رخداد و پیامدهای ارزیابی‌شده در صورت وقوع آن اندازه‌گیری می‌شود.

دامنهٔ تعاریف ریسک بسیار گسترده است. با وجود این، دو جنبهٔ مشخص‌کنندهٔ ریسک را می‌توان از تعاریف استخراج کرد: قطعی‌نبودن پیشامدها و پیامدهای ممکن. بنابراین، احتمال وقوع پیشامد و تأثیرات احتمالی آن، دو عامل اصلی مشخص‌کنندهٔ هر ریسک است.

توسعهٔ محصول جدید

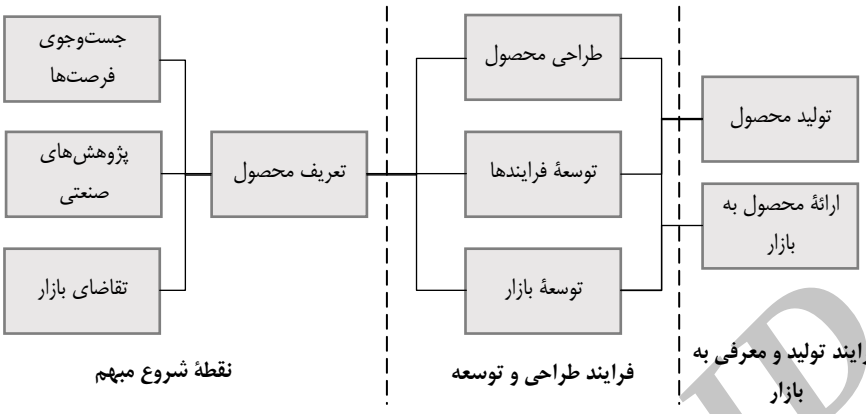
عبارت محصول جدید دسته‌ای از محصولات کاملاً جدید تا بهبود در محصولات فعلی شرکت را دربرمی‌گیرد. در جدول ۱ انواع تعریف‌های محصول جدید درج شده است (کوپر، ۲۰۰۳). کمابیش به تعداد افرادی که در این حوزه به فعالیت پرداخته‌اند، مدل فرایند توسعهٔ محصول جدید وجود دارد، اما همهٔ این مدل‌ها چند مرحلهٔ اساسی دارند که در شکل ۱ نمایش داده شده است (معینی آقکاریز، ۱۳۸۷).

جدول ۱. انواع تعاریف محصول جدید

نوع	ماهیت
محصولات جدید برای بازارهای جهانی	محصولاتی که به‌تازگی اختراع شده‌اند و یا اینکه سبب بروز تغییرات بسیار شگرفی در محصولات موجود می‌شوند و درواقع برای نخستین‌بار تولید می‌شوند.
انواع جدیدی از یک محصول	این نوع محصولات برای بازارهای جهانی جدید نیستند، اما شرکت تولیدکننده را در گروه شرکت‌های جدید قرار می‌دهند.
فرآورده‌های اضافه‌شده به خط تولید	این نوع فرآورده‌ها برای توسعهٔ خطوط تولیدی به آن اضافه می‌شوند.
فعال‌کردن کاربردهای دیگر از محصولات موجود	در این موارد محصولات به‌منظور کاربردهای دیگرشان مورد توجه تولید مجدد قرار می‌گیرند و نوع مصرف دربارهٔ تولید دوبارهٔ آنها تغییر کرده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. فرایند توسعهٔ محصول جدید

پیشینهٔ مدیریت ریسک در فرایند توسعهٔ محصول

تحقیقات صورت‌گرفته دربارهٔ مدیریت ریسک در حوزهٔ توسعهٔ محصول را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. دستهٔ نخست از معیار ریسک برای انتخاب نوعی پروژه استفاده کرده‌اند که از میان پروژه‌های مختلف توسعهٔ محصول، ریسک کمتری دارد. در ادامه به خلاصه‌ای از کارهای صورت‌گرفته در این دسته اشاره می‌شود.

چانگ (۲۰۱۳) با استفاده از ترکیب دو روش ANP و TOPSIS مدلی را برای انتخاب و رتبه‌بندی پروژه‌های NPD در صنایع غذایی تایوان توسعه داد. او با شناسایی ۱۲ معیار ازجمله قابلیت‌ها، ریسک، زمان انتظار، شهرت، سود و... ابتدا با استفاده از ANP به وزن‌دهی به این معیارها پرداخت و سپس با کمک روش TOPSIS، انواع پروژه‌های NPD را رتبه‌بندی کرد. چیانگ و چه (۲۰۱۰) با استفاده از شبکه‌های بیز و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، نوعی مدل ارزیابی فازی برای انتخاب و رتبه‌بندی پروژه‌های توسعهٔ محصول جدید ارائه دادند. آنها سه نوع ریسک را برای پروژه‌های NPD در نظر گرفتند که عبارت‌اند از: ریسک زمان ارائه به بازار، ریسک سود (بازده) مورد انتظار و ریسک قابلیت و توانایی ساخت. چوی و آهن (۲۰۱۰) نوعی مدل تحلیل ریسک پیشنهاد دادند تا درجهٔ عوامل ریسک را در توسعهٔ محصول جدید تعیین کنند. آنها در این مدل هم از تئوری فازی و هم از فرایندهای مارکوف برمبنای مهندسی هم‌زمان استفاده کردند؛ بدین ترتیب که به‌کمک مدل‌های فازی ارزش عوامل ریسک را به‌دست آوردند و فرایندهای مارکوف احتمال رخداد ریسک را مشخص کرد. وی و چانگ (۲۰۱۱) با ترکیب تئوری فازی و تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره، مدلی برای انتخاب محصول جدید معرفی کردند. مدل

Archive of SID

www.SID.ir

آنها کارایی پروژه، تحویل پروژه و ریسک پروژهٔ توسعهٔ محصول جدید را دربرمی‌گیرد و انتخاب پروژهٔ NPD را به‌شکل نوعی مسئلهٔ برنامه‌ریزی خطی فازی فرموله می‌کند.

دستهٔ دوم از تحقیقات مدیریت ریسک در پروژه‌های توسعهٔ محصول جدید، مدیریت ریسک را بخشی از فرایند توسعهٔ محصول در نظر می‌گیرد و همهٔ اعضا و بخش‌های درگیر در فرایند توسعهٔ محصول را در فرایند مدیریت ریسک دخالت می‌دهد. در این دسته از تحقیقات، بعد از انتخاب پروژهٔ توسعهٔ محصول، فرایند مدیریت ریسک هم‌زمان با توسعهٔ محصول و توسط خود گروه توسعهٔ محصول اجرا می‌شود. برای مثال، وانگ و لین (۲۰۰۹) به‌منظور تعیین ریسک زمان‌بندی برای توسعهٔ محصول جدید، مدلی پیشنهاد دادند. آنها با ارائهٔ این مدل، تأثیر ساختار فرایندی بر زمان تحویل یکی از پروژه‌های توسعهٔ محصول را تحلیل کردند و یک الگوریتم شبیه‌سازی توسعه دادند تا تأثیر ساختار فرایندی بر زمان تحویل را تجزیه و تحلیل کنند. جرالد، بارنز و رید (۲۰۰۸) مهم‌ترین ریسک‌های مشترک بین پنج شرکت خلاق را مطالعه کردند و به بررسی چگونگی شناسایی و کنترل آنها در توسعهٔ محصولات پرداختند. توجه آنها بیشتر روی ریسک انسانی و ریسک‌های غیرقابل اندازه‌گیری با روش‌های رسمی بود. برون و میرواکی (۲۰۰۴) به مطالعهٔ ریسک‌های مختلف موجود در فرایند طراحی محصول پرداختند. آنها در این تحقیق برای بهینه‌سازی طراحی، ابتدا فناوری‌های موجود در محصول مد نظر را از لحاظ ریسک بررسی کردند؛ سپس با ارزیابی کیفی ریسک‌ها، امتیازی را به هریک از ریسک‌ها تخصیص دادند و در نهایت برای بهینه‌سازی طراحی، سه شاخص ریسک، اثربخشی و هزینه را وارد مدل بهینه‌سازی چندهدفه کردند.

با مرور ادبیات صورت‌گرفته، مشخص شد تحقیقات بسیار کمی در خصوص مدیریت ریسک در فاز طراحی محصول جدید انجام شده است و به‌گفته‌ای، ادبیات مرتبط با ریسک به‌طور شگفت‌آوری در زمینهٔ طراحی محصول ساکت مانده است (جرالد و همکاران، ۲۰۰۸). در اندک تحقیقات انجام‌شده نیز به متغیرهای پیوسته در طراحی محصول توجه نشده است، در حالیکه ممکن است ریسک‌های بسیار مهمی مانند شکست بدنهٔ کشتی به متغیرهای پیوسته‌ای نظیر طول کشتی وابسته باشد. بنابراین، درنظرنگرفتن این نوع ریسک‌ها و متغیرها سبب نقص و اثربخش‌نشدن فرایند مدیریت ریسک خواهد شد. همچنین شکاف دیگری که در این زمینه وجود دارد، لحاظنکردن اثر متقابل ریسک‌ها بر یکدیگر است. دری و حمزه‌ای (۱۳۸۹) عامل مهم در مدیریت ریسک را تمرکز بر بحرانی‌ترین ریسک‌ها می‌دانند، ولی بدون درنظرگرفتن تأثیرات متقابل ریسک‌ها نمی‌توان ریسک‌های بحرانی را به‌درستی شناسایی کرد. در واقع، ریسک‌ها می‌توانند سبب تشدید تأثیرات یکدیگر و حتی گاهی سبب چند برابر شدن پیامد ریسک شوند و

Archive of SID

www.SID.ir

ریسک سطح پایین را به ریسک سطح بالا تبدیل کنند. از این‌رو، با توجه به اهمیت این دو عامل و به‌عنوان نوآوری تحقیق، در مقالهٔ حاضر ریسک‌های مرتبط با متغیرهای پیوسته و نیز تأثیرات متقابل ریسک‌ها بر پیامدهای یکدیگر، در مدل محاسبهٔ ریسک کلی طرح لحاظ خواهد شد. این مدل بخشی از مدل بهینه‌سازی سه‌هدفه در فاز طراحی مفهومی محصول خواهد بود که با توجه به مدل آقای برون و میرواکی (۲۰۰۴) توسعه داده شده است. با استفاده از این مدل، طراحان و تصمیم‌گیرندگان می‌توانند طرح‌هایی را انتخاب کنند که در تأمین اهداف بیشترین اثربخشی و کمترین ریسک و هزینه را با توجه به آن اثربخشی داشته باشند.

روش‌شناسی پژوهش

بهینه‌سازی طراحی محصولات

برون و میرواکی (۲۰۰۴) برای کمی‌سازی و استفاده از معیار ریسک در طراحی، دو رویکرد زیر را معرفی کردند:

الف) استفاده از معیار ریسک به‌عنوان نوعی تابع هدف مستقل: در این حالت به‌کمک تابع هدف ریسک و دو تابع هدف دیگر (هزینه و اثربخشی) در مسئلهٔ بهینه‌سازی چندهدفه، به بهینه‌سازی طراحی اقدام می‌شود.

ب) رویکرد عدم قطعیت- موفقیت: در این حالت ریسک به‌عنوان عدم قطعیت در دستیابی به اهداف هزینه و عملکرد در نظر گرفته می‌شود، سپس با محاسبهٔ تابع احتمال برای هریک از اهداف، احتمال موفقیت طرح در دستیابی به اهداف هزینه و عملکرد به‌دست می‌آید.

هریک از رویکردهای یادشده مزایا و معایب خاصی دارند، اما برای مدیریت ریسک در مرحلهٔ طراحی محصول، رویکرد نخست از مزایای منحصربه‌فرد زیر برخوردار است:

- راه‌حل‌های نامغلوب شناسایی می‌شوند و امکان انتخاب طرح‌های مختلف با توجه به ریسک‌پذیری و ترجیحات تصمیم‌گیرندگان دربارهٔ هزینه و عملکرد وجود دارد؛
- پیگیری و مدیریت ریسک‌ها پس از انتخاب طرح مفهومی و واردکردن آنها در فرایند مدیریت ریسک امکان‌پذیر است؛
- استفاده از معیار ریسک به‌عنوان تابع هدف مستقل، سرعت محاسبات را افزایش می‌دهد، در حالیکه رویکرد عدم قطعیت- موفقیت از لحاظ محاسباتی بسیار سنگین است.
- رویکرد عدم قطعیت- موفقیت به اطلاعات مفصل و توابع احتمالی دقیق نیاز دارد، در حالیکه رویکرد نخست را می‌توان با استفاده از اطلاعات کمتر و نظرسنجی از خبرگان اجرا کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به مزایای یادشده برای رویکرد نخست به‌منظور بهینه‌سازی طراحی محصولات، در مدل ریاضی بهینه‌سازی چندهدفهٔ این تحقیق، معیار ریسک همراه با معیارهای مهم دیگری مانند هزینه و اثربخشی با هم در نظر گرفته شده است که مراحل آن در زیر شرح داده می‌شود:

۱. ابتدا موقعیت‌ها و سناریوهای مختلف عملیات محصول مشخص می‌شود. برای مثال، قبل از درگیری؛ هنگام درگیری و بعد از درگیری.
۲. برای هریک از این سناریوها مأموریت‌های محصول بیان می‌شود.
۳. با استفاده از تعریف مأموریت‌های محصول، قابلیت‌های عملیاتی که برای تأمین این مأموریت‌ها لازم‌اند، شناسایی می‌شوند.
۴. متغیرهای طراحی تعریف‌شده و آلترناتیوهای هریک از این متغیرها تعیین می‌شود. متغیرهای طراحی می‌توانند گسسته یا پیوسته باشند. در این مدل، اگر در طراحی متغیر پیوسته‌ای وجود دارد، باید به‌شکل چند بازهٔ گسسته تغییر داده شود تا بتوان ریسک را به هریک از این بازه‌ها اختصاص داد و احتمال رخداد ریسک و شدت اثر ریسک‌ها را با توجه به این بازه‌ها محاسبه کرد.
۵. تعریف محدودیت‌های هریک از متغیرهای طراحی و محدودیت‌های فنی و تولیدی که در ساخت محصول وجود دارد. همچنین محدودیت‌هایی به‌منظور لحاظ‌کردن ناسازگاری‌ها یا وابستگی‌هایی که بین متغیرها و آلترناتیوهای مختلف وجود دارد.
۶. در این مرحله با جست‌وجو در فضای طراحی و انتخاب و ترکیب‌کردن آلترناتیوها، طرح‌های موجه تولید می‌شود، سپس با توجه به مقادیر توابع هدف در فرایند بهینه‌سازی چندهدفه، جواب‌های نامغلوب به‌دست می‌آیند.
۷. مقادیر تابع هدف برای هریک از آلترناتیوها و طرح‌ها محاسبه می‌شود. در این مرحله هریک از توابع هدف هزینه، ریسک و اثربخشی، با توجه به فرایند محاسباتی به‌دست می‌آیند که در ادامه تشریح می‌شود. با توجه به غیرخطی‌بودن توابع هدف و برخی محدودیت‌ها، روش به‌کاررفته برای بهینه‌سازی چندهدفهٔ یادشده، روشی فراابتکاری (روش NSGA-II) خواهد بود.
۸. پس از تعیین طرح‌های نامغلوب، باید فرایند و ریسک‌های مرتبط با متغیرهای طراحی را در فهرست ریسک‌ها و برنامهٔ مدیریت ریسک وارد کرد تا برای برنامه‌ریزی پاسخ و پیگیری آنها اقدامات لازم صورت گیرد و فرایند مدیریت ریسک ادامه یابد.

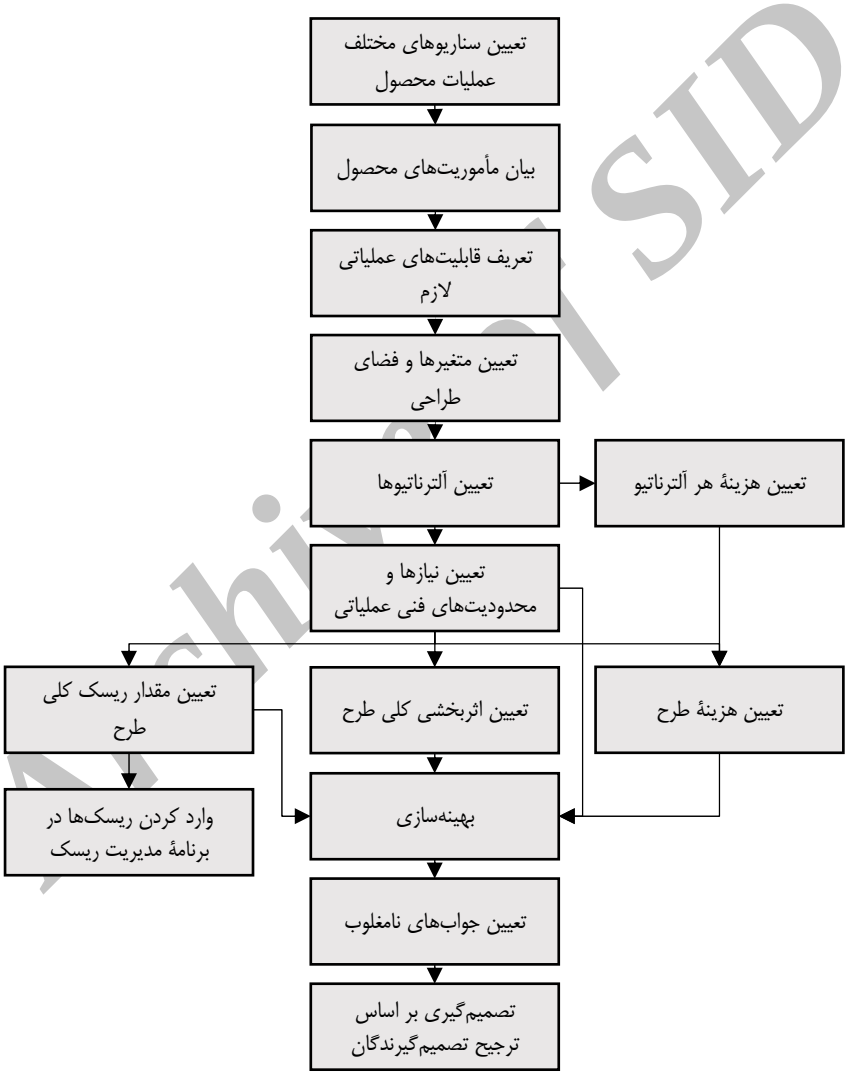
در ادامه به بیان فرایند محاسبهٔ هریک از توابع هدف در این مدل پرداخته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

تابع ریسک کلی

در این مدل سه نوع ریسک لحاظ شده است. ریسک عملکردی که سبب می‌شود اجزای محصول به استانداردهای مد نظر دستیابی نداشته باشد. ریسک‌های زمانی که سبب وقوع تأخیر در تولید محصول یا اجرای آن می‌شوند و ریسک‌های هزینه‌ای که هزینهٔ دستیابی به اجزای محصول و تولید محصول نهایی را افزایش می‌دهند.



شکل ۲. فرایند کلی بهینه‌سازی طراحی

Archive of SID

www.SID.ir

این تأثیرات متقابل می‌توانند هم بر احتمال وقوع ریسک و هم بر پیامدهای وقوع ریسک باشند، اما با توجه به اینکه درنظرگرفتن تأثیرات متقابل بر احتمال وقوع ریسک، سبب ایجاد حلقه[1] و پیچیدگی زیاد در محاسبات خواهد شد، در این تحقیق تنها تأثیرات متقابل بر پیامدهای وقوع ریسک در نظر گرفته شده است.

آغاز این فرایند به ورودی‌هایی مانند برنامهٔ مدیریت ریسک، بیانیهٔ مأموریت‌های محصول، فهرست متغیرهای طراحی و آلترناتیوهای هر متغیر نیاز دارد که به‌کمک این ورودی‌ها و تکنیک‌های شناسایی ریسک، ریسک‌های موجود شناسایی می‌شود. فرایند محاسبهٔ ریسک کلی محصول به شرح زیر است:

۱. شناسایی ریسک. برای شناسایی ریسک‌ها، آلترناتیوهای هر متغیر با توجه به نواحی و منابع ریسک موجود در فرایند توسعهٔ محصول، ارزیابی می‌شوند.
۲. تخصیص ریسک‌ها به آلترناتیوهای طراحی. در این مرحله برای مقادیر مختلف متغیرهای طراحی و فرایندی، ریسک‌های شناسایی‌شده فهرست می‌شوند.
۳. تعیین احتمال وقوع و تأثیرات هزینه‌ای، زمانی و عملکردی هر ریسک. دو عامل اساسی برای امتیازدهی به ریسک‌ها، میزان تأثیر ریسک‌ها بر اهداف پروژه و احتمال وقوع ریسک است. بنابراین نخست این دو عامل برای ریسک‌های مرتبط با آلترناتیوهای مختلف متغیرهای طراحی و فرایندی که در مرحلهٔ قبل شناسایی شده‌اند، تعیین می‌شوند.

به‌دلیل دسترسی‌نداشتن به اطلاعات دقیق ریسک‌ها در فازهای مقدماتی توسعهٔ محصول، در این مدل احتمال وقوع ریسک و همچنین آثار هزینه‌ای، عملکردی و زمانی ریسک، با نظرسنجی کیفی از خبرگان و استفاده از مقیاس تعریف‌شده در برنامهٔ مدیریت ریسک، محاسبه می‌شود. در این مقیاس برای سطوح مختلف از تأثیرات سه‌گانهٔ ریسک و احتمال‌های رخداد گوناگون، مقادیری بین صفر تا یک در نظر گرفته شده است.

جدول ۲. معیار کیفی و کمّی متناظر احتمال وقوع ریسک (مثال)

سطح	احتمال رویداد ریسک
۰/۱	به‌ندرت
۰/۳	غیرمحتمل
۰/۵	محتمل
۰/۷	احتمال زیاد
۰/۹	نزدیک به اطمینان

منبع: کالج (۲۰۰۶)

1. Loop

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. معیار پیامدها / تأثیرها (مثال)

سطح	شدت تأثیر ریسک در صورت وقوع ریسک‌ها		
	عملکرد	برنامهٔ زمان‌بندی	هزینه
۰/۱	حداقل یا بی‌تأثیر	حداقل یا بی‌تأثیر	حداقل یا بی‌تأثیر
۰/۳	قابل قبول با کاهش در عملکردهای جنبی	نیاز به منابع اضافی، تحویل به‌موقع	<٪۵
۰/۵	قابل قبول با کاهش عمدهٔ عملکردهای جنبی	انحراف کم از مقطع کلیدی، تحویل‌ندادن به‌موقع	٪۷-۵
۰/۷	قابل قبول بدون عملکردهای جنبی	انحراف کم از مقطع کلیدی	٪۱۰-۷
۰/۹	غیرقابل قبول	ناتوانی در دستیابی به مقاطع کلیدی در برنامهٔ زمان‌بندی پروژه	>٪۱۰

منبع: کالج (۲۰۰۶)

۱. تعیین تأثیر متقابل ریسک‌ها بر یکدیگر. در وضعیت واقعی، هریک از ریسک‌ها ممکن است بر دیگری تأثیر داشته باشد و رخداد هم‌زمان دو ریسک سبب تشدید تأثیرات آنها شود. بنابراین، پس از شناسایی ریسک‌ها باید تأثیراتی که هریک از آنها بر سایر ریسک‌ها می‌گذارد شناسایی‌شده و میزان این تأثیر برآورد شود. برای تعیین میزان تأثیر ریسک‌ها بر یکدیگر نیز می‌توان از مقیاس زیر استفاده کرد.

جدول ٤. معیار کیفی و کمی متناظر آثار متقابل ریسک (مثال)

سطح	میزان تأثیر ریسک بر ریسک دیگر
۰/۱	خیلی کم
۰/۳	کم
۰/۵	متوسط
۰/۷	زیاد
۰/۹	خیلی زیاد

Archive of SID

www.SID.ir

۲. تعیین وزن و میزان اهمیت عناصر زمان، هزینه و عملکرد در پروژهٔ توسعهٔ محصول. در پروژه‌های مختلف توسعهٔ محصول، هر یک از معیارهای هزینه، زمان و عملکرد، ممکن است اهمیت نسبی متفاوتی داشته باشند، بنابراین در این مرحله وزن هریک از این عناصر به‌وسیلهٔ مقایسهٔ زوجی و روش AHP تعیین می‌شوند.

۳. محاسبهٔ امتیاز هر ریسک و مقدار ریسک کلی هر طرح. برای محاسبهٔ مقدار ریسک در استاندارد DOD و همچنین پژوهش برون (۱۹۹۸)، از ضرب احتمال وقوع ریسک در مجموع وزنی سه نوع تأثیر ریسک استفاده شده است. بنابراین در این مدل نیز، تابع یادشده با توجه به تأثیر متقابل ریسک‌ها بسط داده می‌شود که در قالب رابطهٔ ۱ بیان شده است:

رابطهٔ۱)
$$OMOR = \sum_{r=1}^{t}\sum_{s=1}^{k} y_{rs} \sum_{i=1}^{n} p_{rsj} \Bigg[(w_T * T_i + w_c * C_i + w_E * E_i) + \sum_{r=1}^{t}\sum_{s=1}^{k} y_{rs} \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{m} p_{rsj} (w_T * PT_{ij} * T_i + w_c * PC_{ij} * C_i + w_E * PE_{ij} * E_i) \Bigg]$$

قسمت زیر از رابطهٔ ۱ برای در نظر گرفتن تأثیر سایر ریسک‌های موجود در توسعهٔ محصول بر ریسک iام است:

$$\sum_{r=1}^{t}\sum_{s=1}^{k} y_{rs} \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{m} p_{rsj} (w_T * PT_{ij} * T_i + w_c * PC_{ij} * C_i + w_E * PE_{ij} * E_i)$$

پارامترها و متغیرهای این رابطه در زیر توضیح داده شده‌اند.

متغیرهای طراحی

۱, "۰" y_{rs}: اگر آلترناتیو sام برای متغیر طراحی rام انتخاب شود و ۱ = y_{rs} و ۰ = y_{rs}: اگر آلترناتیو sام برای متغیر طراحی rام انتخاب نشود).

Archive of SID

www.SID.ir

پارامترهای مدل

t: تعداد متغیرهای طراحی.

k: تعداد آلترناتیوهای موجود برای متغیر طراحی.

P_i: احتمال رخداد ریسک iام.

W_T: وزن عنصر مدت زمان توسعهٔ محصول.

W_C: وزن عنصر هزینهٔ توسعهٔ محصول.

W_E: وزن عنصر عملکرد محصول.

T_i: میزان تأثیر ریسک iام روی مدت زمان توسعهٔ محصول.

C_i: میزان تأثیر ریسک iام روی هزینهٔ توسعهٔ محصول.

E_i: میزان تأثیر ریسک iام بر عملکرد محصول.

PT_{ij}: درصد تشدید تأثیر زمانی ریسک iام توسط ریسک jام.

PC_{ij}: درصد تشدید تأثیر هزینه‌ای ریسک iام توسط ریسک jام.

PE_{ij}: درصد تشدید تأثیر عملکردی ریسک iام توسط ریسک jام.

تابع اثربخشی کلی محصول

در این مدل برای بیان اثربخشی محصول، از شاخص اثربخشی کلی (OMOE)[1] استفاده خواهد شد. این شاخص بیان‌کنندهٔ میزان اثربخشی محصول پیچیدهٔ چندهدفه در یک سری از مأموریت‌های تعیین‌شده برای آن است. شاخص کلی اثربخشی، مقداری بین صفر تا یک است که توانایی محصول در انجام مأموریت‌های لازم را نشان می‌دهد.

برای محاسبهٔ شاخص کلی اثربخشی، با بهره‌مندی از نظر خبرگان و ساختار شکست مأموریت، مطلوبیت معیارهای عملکرد محصول با استفاده از تابع OMOE ارزیابی می‌شود (دمکو، ۲۰۰۵). برون و توماس (۱۹۹۸) از این رویکرد ترکیبی برای محاسبهٔ OMOE در مسئلهٔ طراحی مفهومی کشتی استفاده کردند.

برای اجرای فرایند توسعهٔ تابع هدف OMOE باید گام‌های زیر طی شود:

گام ۱. تعیین سناریوهای مختلف مأموریت، مانند قبل از جنگ، هنگام جنگ و بعد از جنگ؛

گام ۲. تعیین مأموریت‌های لازم برای هر سناریو و شناسایی قابلیت‌های عملیاتی مورد نیاز (ORC) برای انجام هر یک از این مأموریت‌ها. این قابلیت‌ها بر نوع‌اند؛ برخی تابعی از متغیرهای

1. Overall Measure Of Effectiveness (OMOE)

Archive of SID

www.SID.ir

طراحی هستند و در طرح‌های مختلف تغییر می‌کنند و برخی دیگر ضمن اینکه ثابت هستند، در تمام طرح‌ها لازم‌اند و به‌عنوان الزامات فنی اعمال می‌شوند.

گام ۳. تعیین معیارهای عملکرد برای هریک از قابلیت‌های وابسته به متغیرها و تعیین حدود پذیرش برای هر یک از معیارهای عملکرد. شاخص عملکرد (MOP)، معیاری برای اندازه‌گیری توانایی محصول در تأمین قابلیت‌های عملیاتی لازم (ROC) برای دستیابی به مأموریت‌های محوله است. هریک از این معیارها مشخصه‌های فنیِ محصول‌اند (مانند سرعت، ظرفیت سلاح، برد) و مستقل از نوع مأموریت هستند. این شاخص‌ها می‌توانند جزء متغیرهای طراحی یا تابعی از متغیرهای طراحی باشند.

گام ۴. تهیهٔ ساختار شکست مأموریت.

گام ۵. محاسبهٔ وزن هر یک از عناصر ساختار شکست مأموریت با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی. وزن‌دهی قابلیت‌ها و شاخص‌ها باید با توجه به سناریوها و مأموریت‌ها صورت گیرد. بنابراین، ممکن است یک قابلیت در دو مأموریت مختلف، دو وزن متفاوت داشته باشد.

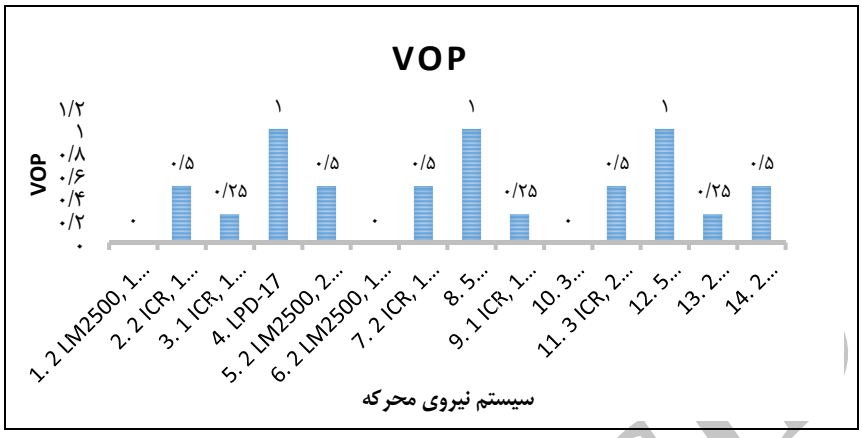
گام ۶. تعیین تابع ارزش و مطلوبیت شاخص‌های عملکرد (VOP). این توابع، ارزش یک شاخص عملکرد را در مأموریتی خاص و در سناریویی خاص تعیین می‌کنند و مقداری بین صفر تا یک دارند. این توابع با استفاده از تئوری ارزش چندشاخصه (MAVT) و با توجه به حد بهینه و حد آستانه (عدم پذیرش) به‌دست می‌آیند. تئوری ارزش چندشاخصه، ترکیبی از تئوری مطلوبیت چندشاخصه و تحلیل سلسله‌مراتبی است که برون و توماس (۱۹۹۸) از این رویکرد ترکیبی برای محاسبهٔ تابع OMOE در مسئلهٔ طراحی مفهومی کشتی استفاده کرده‌اند.

برخی شاخص‌های عملکردی به‌طور مستقیم به متغیرهای طراحی وابسته‌اند و برخی دیگر تابعی از معیارهای دیگری مانند سرعت پایدارند. بنابراین، برای ارزیابی آنها، نخست معیار مد نظر محاسبه‌شده، سپس با توجه به آن، اثربخشی طرح ارزیابی می‌شود. برخی دیگر از قابلیت‌های عملکردی نیز الزاماً در طراحی‌ها در نظر گرفته می‌شوند و محدودیت‌های طراحی به‌شمار می‌روند. این توابع با توجه به نوع متغیرهای طراحی مربوطه و نیز نوع رابطهٔ آنها، هم به‌صورت پیوسته و هم به‌صورت گسسته‌اند. برای مثال، تابع مطلوبیت برای شاخص عملکردی اثر مادون قرمز[1] (VOP23) برمبنای متغیر طراحی سیستم محرکه به‌صورت گسسته است، یا شاخص عملکردی سرعت پایدار به‌صورت پیوسته بوده و تابعی از متغیرهای طراحی سیستم محرکه و شکل بدنه است.

1. IR signature

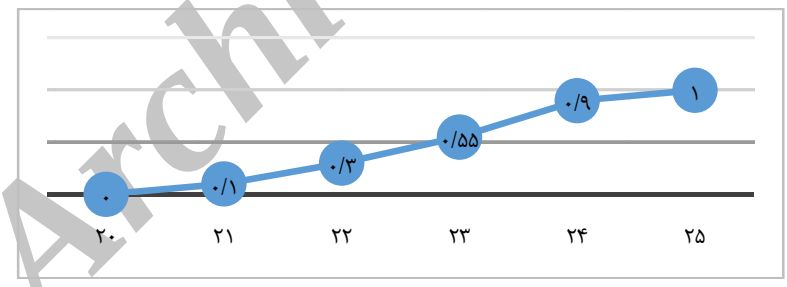
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. تابع مطلوبیت شاخص عملکردی اثر مادون قرمز

برای به‌دست‌آوردن تابع ارزش، ارزش حد آستانه را برابر صفر و ارزش مقدار هدف (حد بالایی شاخص عملکرد) را برابر یک قرار می‌دهیم؛ بدین ترتیب ارزش سایر مقادیر گسسته با توجه به دو حد بالا و پایین و از طریق مقایسهٔ زوجی ارزش آنها در تأمین هر یک از اهداف به‌دست می‌آید. برای توابع ارزش پیوسته نیز، ابتدا آنها را به‌صورت گسسته تغییر می‌دهیم، سپس همانند توابع ارزش گسسته، ارزش مقادیر را محاسبه می‌کنیم (برون و توماس، ۱۹۹۸).



شکل ٤. تابع مطلوبیت شاخص عملکردی سرعت پایدار

گام ۷. محاسبهٔ شاخص کلی اثربخشی. پس از محاسبهٔ وزن هر یک از عناصر ساختار شکست مأموریت و شاخص‌های عملکرد به‌کمک AHP و محاسبهٔ تابع VOP از طریق روش MAVT، حال با استفاده از رابطهٔ ۲ مقدار شاخص کلی اثربخشی را محاسبه می‌کنیم.

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{OMOE} = \sum_{i} w_i \times VOP_i(MOP_i)$$ رابطهٔ ۲)

که در این معادله w_iW وزن شاخص عملکردی iام و $VOP_i(MOP_i)$VOP مقدار تابع ارزش شاخص عملکردی iام است.

تابع هزینه

برای محاسبهٔ هزینهٔ طرح، فقط هزینه‌های مستقیم یا هزینه‌های ساخت هریک از آلترناتیوها در متغیرهای طراحی مد نظر قرار می‌گیرند و سایر هزینه‌ها در نظر گرفته نمی‌شوند.

$$OMOC = \sum_{r=1}^{t}\sum_{s=1}^{k} Y_{rs}C_{rs}$$ رابطهٔ ۳)

$Y_{\text{rs}} = ۰ , ۱$ ($Y_{\text{rs}} = ۱$ اگر آلترناتیو sام برای متغیر طراحی rام انتخاب شود و $Y_{\text{rs}} = ۰$ اگر آلترناتیو sام برای متغیر طراحی rام انتخاب نشود)؛ C_{rs}C هزینهٔ آلترناتیو sام برای متغیر طراحی rام (با توجه به ریسک‌ها).

محدودیت‌ها

برای تعریف فضای طراحی و منطقهٔ موجه در مدل، انواع مختلفی از محدودیت‌ها را لحاظ می‌کنیم:

۱. محدودیت بودجه. این محدودیت بیان می‌کند که هزینهٔ تولید محصول باید کمتر از بودجهٔ مد نظر باشد.

$$OMOC = \sum_{r=1}^{t}\sum_{s=1}^{k} Y_{rs}C_{rs}$$ رابطهٔ ۴)

۲. محدودیت‌های انتخاب یک آلترناتیو از بین آلترناتیوهای موجود برای یک متغیر طراحی.

$$OMOC = \sum_{s=1}^{k} Y_{rs} = 1 \quad r = 1, \dots, t$$ رابطهٔ ۵)

۳. محدودیت‌های مختص به حدود آستانه و الزامات فنی لازم (همانند کمترین سرعت، بیشترین وزن و...).

Archive of SID

www.SID.ir

۴. محدودیت‌های فنی مختص به وابستگی بین آلترناتیوها. این محدودیت هنگامی اعمال می‌شود که انتخاب یکی از آلترناتیوهای طراحی، سبب اجبار ما در انتخاب آلترناتیو (های) خاصی در یک متغیر (های) طراحی دیگر شود.

رابطهٔ ۶) $y_{rs} \leq y_{tu}$

۵. محدودیت‌های فنی مختص به ناسازگاری بین یک یا چند آلترناتیو. چنانچه بین آلترناتیوهای مختلف از لحاظ فنی ناسازگاری وجود داشته باشد و نتوان دو یا چند آلترناتیو از متغیرهای طراحی مختلف را هم‌زمان در طراحی لحاظ کرد، می‌توان از این محدودیت استفاده کرد.

رابطهٔ ۷) $y_{rs} + y_{tu} = 1$

۶. محدودیت‌های ضمنی.

رابطهٔ ۸) $y_{rs} = 0,1$

یافته‌های پژوهش

در این بخش برای آزمون مدل ارائه‌شده، آن را برای یک کشتی نظامی پیاده‌سازی خواهیم کرد. در طراحی اولیهٔ این کشتی، پس از بررسی تکنولوژی‌ها و مفاهیم ضروری اجرای قابلیت‌های عملیاتی لازم، ۲۱ متغیر طراحی در نظر گرفته شد. به‌منظور طراحی و بهینه‌سازی، ترکیبی از مقادیر مختلف این پارامترها را در دامنه‌های تعریف‌شده انتخاب می‌کنیم و پس از بررسی الزامات و محدودیت‌های فیزیکی و طراحی، با برقراری تعادل در طرح‌های ایجادشده، از نظر موجه‌بودن بررسی می‌کنیم.

شاخص ریسک کلی

ریسک‌های شناسایی‌شده برای کشتی نظامی CUVX در جدول ۵ ارائه شده است. به‌منظور محاسبهٔ شاخص کلی ریسک، وزن هریک از عناصر زمان، هزینه و عملکرد، در پروژهٔ تولید محصول CUVX به‌کمک مقایسات زوجی و تکنیک فرایند سلسله‌مراتبی AHP تعیین شد که به‌ترتیب ۰/۲۶، ۰/۳۳ و ۰/۴۱ به‌دست آمد.

ریسک‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ در طراحی کشتی CUVX ریسک‌های پیوسته و وابسته به متغیر پیوستهٔ طراحی (نسبت طول به ارتفاع) هستند؛ برای ارزیابی کیفی این ریسک‌ها، آنها به چهار بازه شکسته می‌شوند و با بهره‌مندی از نظر خبرگان به ارزیابی هر یک از بازه‌ها اقدام می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. لیست ریسک‌های شناسایی شده

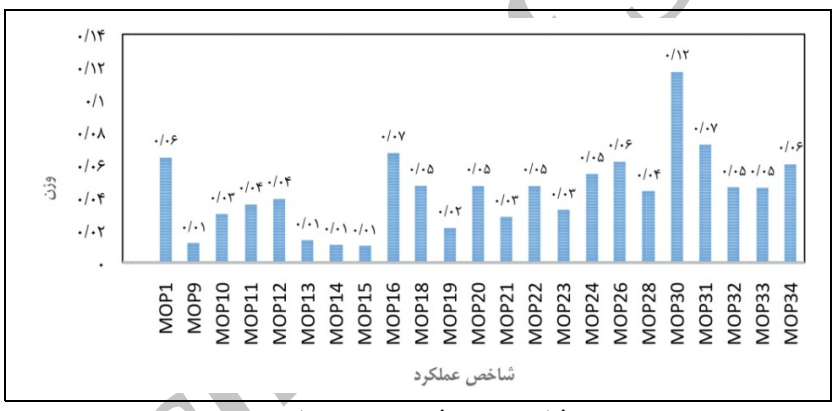
ردیف	ریسک	شرح ریسک	متغیر طراحی	مقدار متغیر طراحی	نوع تأثیر ریسک	احتمال وقوع	میزان تأثیر	تأثیر بر سایر ریسک‌ها	میزان تأثیر
۱	موفق‌نشدن در آزمایش PVLS	تأثیر بر عرشهٔ پرواز	D۱۰	۱	عملکردی	غیرمحتمل	متوسط	–	–
۳	توسعه و استفاده از سیستم IPS جدید	تجهیزات جدید قابلیت اطمینان را کاهش می‌دهند	DV۱۳	>۵	عملکردی	محتمل	کم تا متوسط	R13	کم
۷	ناتوانی در انجام هم‌زمان اعزام و ریکاوری در مأموریت‌های SEAD	مشکلات پیش‌بینی‌نشده در عرشهٔ پرواز (پرتاب، سوخت، مهمات)	DV۷	۱	عملکردی	محتمل	زیاد تا خیلی زیاد		
۹	شکست در آزمایش pvwe	مقاومت کم در برابر فشار	DV۶	۷/۴ –۷	عملکردی	غیرمحتمل	کم تا متوسط		
۱۰	شکست در آزمایش pvwe	مقاومت کم در برابر فشار	DV۶	۷/۸ –۷/۴	عملکردی	محتمل	متوسط تا زیاد		
۱۱	شکست در آزمایش pvwe	مقاومت کم در برابر فشار	DV۶	۸ –۷/۸	عملکردی	احتمال زیاد	زیاد		
۱۲	توسعه و یکپارچه‌سازی سیستم IPS جدید فراتر از برنامهٔ زمان‌بندی باشد	مشکلات پیش‌بینی‌نشده با سیستم‌ها و تجهیزات جدید	DV۱۳	>۵	زمانی	غیرمحتمل	کم	R14	کم تا متوسط
۱۳	هزینهٔ توسعه و یکپارچه‌سازی سیستم IPS جدید فراتر از هزینهٔ پیش‌بینی‌شده باشد	مشکلات پیش‌بینی‌نشده با سیستم‌ها و تجهیزات جدید	DV۱۳	>۵	هزینه‌ای	غیرمحتمل	متوسط تا زیاد		
۱۴	توسعه و یکپارچه‌سازی سیستم EMALS جدید فراتر از برنامهٔ زمان‌بندی باشد	مشکلات پیش‌بینی‌نشده با سیستم‌ها و تجهیزات جدید و یکپارچه‌سازی با IPS	DV۱۳	>۵	زمانی	محتمل	کم تا متوسط		
۱۵	هزینهٔ توسعه و یکپارچه‌سازی سیستم EMALS جدید فراتر از هزینهٔ پیش‌بینی شده باشد	مشکلات پیش‌بینی‌نشده با سیستم‌ها و تجهیزات جدید و یکپارچه‌سازی با IPS	DV۱۳	>۵	هزینه‌ای	محتمل	متوسط تا زیاد		
۱۷	سیستم آزمون و توسعهٔ PVLS هزینهٔ بیشتری داشته باشد	مشکلات پیش‌بینی‌نشده با سیستم‌ها و تجهیزات جدید	DV۹	۱	زمانی	غیرمحتمل	خیلی کم تا کم		

www.SID.ir

محاسبهٔ شاخص کلی اثربخشی (OMOE)

بعد از مشخص‌شدن شاخص‌های عملکردی و حدود آستانه و هدف آنها، ابتدا با استفاده از تکنیک MAVT، توابع مطلوبیت (VOP) برای هر یک از شاخص‌های عملکردی تعیین می‌شود. این توابع با توجه به نوع متغیرهای طراحی و نیز نوع رابطهٔ آنها، هم به‌شکل توابع پیوسته و هم توابع گسسته هستند. نکتهٔ شایان توجه اینکه ممکن است چند شاخص عملکردی به متغیر طراحی یکسانی وابسته باشند؛ اما تابع مطلوبیت آنها یکسان نباشد.

وزن هریک از عناصر ساختار شکست اثربخشی نیز با اجرای روش AHP و مقایسات زوجی به‌دست می‌آید (شکل ۵). پس از محاسبهٔ تمام توابع مطلوبیت برای شاخص‌های عملکردی، این اطلاعات وارد مدل بهینه‌سازی چندهدفه می‌شود و با استفاده از تابع OMOE مقدار اثربخشی هر طرح به‌دست می‌آید.



شکل ۵. وزن شاخص‌های عملکرد

بهینه‌سازی چندهدفه

در این مسئله با توجه به غیرخطی‌بودن و گسستگی فضای طراحی و داشتن محدودیت‌های بسیار، پس از جمع‌آوری و محاسبهٔ اطلاعات لازم دربارهٔ ریسک، هزینه و اثربخشی، به‌کمک روش فراابتکاری الگوریتم ژنتیک با مرتب‌سازی غیرمغلوب (NSGA-II)، جواب‌های نامغلوب تولید شدند تا با مد نظر قراردادن ترجیح تصمیم‌گیرندگان، طرح مناسب برای طراحی تفصیلی انتخاب شود. در این مسئله برای تولید نسل اول، جمعیت اولیه از طراحی‌ها با انتخاب تصادفی مقادیر متغیرهای طراحی در فضای طراحی ایجاد شدند (هر کروموزوم یا بردار طراحی با ۲۱ پارامتر طراحی یک طرح را ارائه می‌دهد). سپس به‌کمک مدل ایجادشده، موجه‌بودن طرح‌ها بررسی شد و هزینه، ریسک و اثربخشی آنها به‌دست آمد. هریک از این طرح‌ها براساس مقدار

www.SID.ir

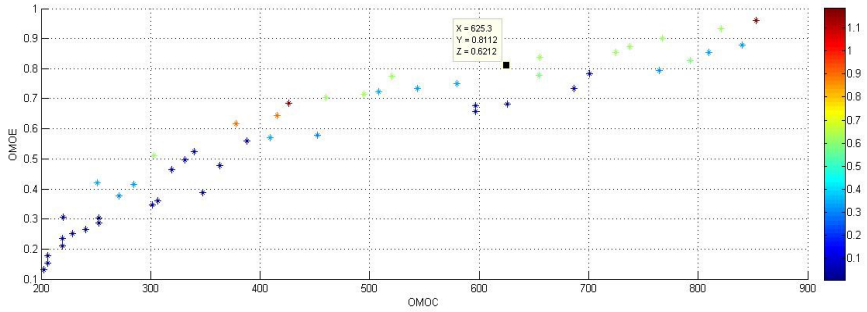
برازندگی یا تسلط بر معیارهای ریسک، هزینه و اثربخشی، نسبت به سایر طرح‌ها در جمعیت رتبه‌بندی شدند. برای پیشگیری از موجه‌نشدن طرح‌ها نیز از مقداری جریمه برای توابع هدف استفاده شد. همچنین برای پیشگیری از گیرافتادن در بهینگی محلی، ۲۵ درصد از این طرح‌ها برای عمل تقاطع و ۵ درصد نیز برای عمل جهش انتخاب شدند. جمعیت انتخاب‌شده در هر نسل ۵۰ عدد و تکرار ۱۰۰ بار در نظر گرفته شده است. در جدول ۶ چند نمونه از طرح‌های نامغلوب ایجادشده و در شکل ۶ مدلی شامل طرح‌های نامغلوب مشاهده می‌شود.

جدول ٦. نمونه‌ای از طرح‌های نامغلوب تولیدشده به‌وسیلهٔ مدل ۱

متغیر طراحی	طرح ۱	طرح ۲	طرح ۳	طرح ٤
شکل بدنه	WPTH .۳	WPTH .۳	WPTH .۳	WPTH .۳
ضریب منشوری	۰/۶۵۴۲۱۲	۰/۶۸۳۹۷۲	۰/۶۶۹۷۷۳	۰/۶۵۸۰۰۱
بیشترین ضریب مقطع	۰/۹۵۱۹۲۹	۰/۹۵۱۹۲۹	۰/۹۵۲۹۴۴	۰/۹۴۹۳۴۸
نسبت طول به جابه‌جایی	۵۳/۶۱۹۴۲	۵۷/۷۵۸۵۲	۵۷/۷۵۸۵۲	۵۷/۷۵۸۵۲
نسبت عریض‌ترین قسمت قایق به عمق کشتی در زیر آب	۳/۷۰۱۱۷	۴/۱۱۹۱۲۵	۴/۱۰۸۲۷۳	۴/۰۴۹۸۹۹
نسبت طول به ارتفاع	۷/۲۴۴۹۴۲	۷/۲۴۴۹۴۲	۷/۴۱۳۹۲۵	۷/۱۵۱۳۶۲
محل جداگانه برای پرواز هلیکوپتر	No	No	Yes	No
نرخ حجم اتاق روی عرشه	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
سیستم ضد هوایی (AAW)	1. ESSM + CIWS2	1. ESSM + CIWS2	1. ESSM + CIWS2	1. ESSM + CIWS2
تعداد هلیکوپتر	۲	۲	۲	۲
برد عملیاتی	1. 12000 nm	1. 12000 nm	1. 12000 nm	1. 12000 nm
میزان اندوخته	۱۲۰/۱	۱۲۰/۱	۱۲۰/۱	۱۲۰/۱
سیستم محرکه	۱۴	۱۲	۱۴	۱۴
فاکتور اتوماسیون و پرسنل موجود کشتی	۰/۶۷۷۵۶۸	۰/۶۵۵۲۵۳	۰/۶۷۷۵۶۸	۰/۶۵۵۲۵۳
نوع ساختار بدنه	1. ADH	1. ADH	1. ADH	1. ADH
سیستم حفاظت گروهی (CPS)	2..PartialShip (Citadel)	2..PartialShip (Citadel)	2..PartialShip (Citadel)	2..PartialShip (Citadel)
تعداد هواپیماهای UAV	۱۶	۱۹	۲۰	۵
تعداد هواپیماهای UCAV	۲۵	۱۶	۱۲	۱۰
فاکتور پرسنل هوایی	۰/۵	۰/۵	۰/۵۴۱۶۱۱	۰/۵
ظرفیت کشتی برای سوخت هواپیما (وزن)	۵۹/۹۷۰۶۹	۵۹/۹۷۰۶۹	۵۹/۹۷۰۶۹	۵۹/۹۷۰۶۹
ظرفیت کشتی برای مهمات هواپیما (وزن)	۱۴/۱۷۲۲۶	۱۴/۹۶۲۶۴	۱۳/۳۱۳	۱۳/۳۱۳
ریسک کلی طرح	۰/۰۴۳۰۴	۰/۳۴۲۴۴	۰/۳۲۱۸۴	۰/۰۴۳۰۴
اثربخشی کلی طرح	۰/۶۸۲۹۸	۰/۷۵۰۴۷	۰/۷۳۴۰۹	۰/۴۶۵۲۳
هزینهٔ کل	۶۲۵/۷۷۶۱	۵۷۹/۸۸۲۷	۵۴۳/۵۴۲۹	۳۱۹/۱۱۸۷

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٦. طرح‌های نامغلوب تولیدشده به‌وسیلهٔ مدل ۱

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در عصر کنونی با توجه به سرعت تغییرات، شرکت‌ها برای موفقیت در کسب‌وکار خود به ارائهٔ محصولات جدید نیاز دارند تا ضمن حفظ مشتریان خود، مشتریان جدیدی را جذب کنند، ولی توسعهٔ محصولات جدید به‌دلیل استفاده از تکنولوژی‌های نوین و نوآوری در آنها، ریسک‌های مختلفی در فرایند توسعهٔ خود دارند. درنتیجه، شرکت‌ها برای موفقیت در توسعهٔ محصولات خود باید به‌طور مؤثری این ریسک‌ها را مدیریت کنند. بنابراین، در این تحقیق سعی شد با ارائهٔ مدلی، ریسک‌ها از همان مراحل ابتدای توسعهٔ محصول شناسایی شوند و با انتخاب پارامترهایی که ریسک کمتری دارند، طرح‌های بهینه ایجاد و انتخاب شوند. در این مدل با درنظرگرفتن سه شاخص ریسک، اثربخشی و هزینه، طرح‌هایی انتخاب می‌شوند که با توجه به میزان ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرندگان و بودجهٔ مد نظر، بیشترین اثربخشی را در انجام مأموریت‌های محول‌شده داشته باشند. همچنین در تحقیق حاضر به‌منظور دقیق‌ترشدن محاسبهٔ ریسک کلی طرح‌ها، به تأثیرات متقابل ریسک‌ها بر پیامدهای رخداد یکدیگر و نیز ریسک‌های مرتبط با متغیرهای پیوسته، توجه شد. این امر به انتخاب دقیق‌تر طرح‌ها کمک می‌کند و احتمال موفقیت پروژه‌های توسعهٔ محصول جدید را افزایش می‌دهد.

با توجه به اینکه در مدل ارائه‌شده فرض بر این است که اطلاعات بسیار کمی دربارهٔ ریسک‌ها وجود دارد و باید از خبرگان برای ارزیابی ریسک‌ها نظرسنجی شود، می‌توان از طریق فازی‌کردن مدل، دقت برآوردها و مدل را افزایش داد. همچنین در این تحقیق تنها تأثیرات متقابل ریسک‌ها بر پیامدهای یکدیگر لحاظ شد، در حالیکه ریسک‌ها بر احتمال وقوع یکدیگر نیز اثرگذارند و این تأثیرات نیز باید در تحقیقات آتی مد نظر قرار گیرد. نکتهٔ دیگر اینکه با توجه به

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد زیاد طرح‌های نامغلوب پیشنهادشده در مدل و به‌منظور کمک به تصمیم‌گیرندگان برای انتخاب طرح مطلوب، مدلی برای اولویت‌بندی طرح‌های نامغلوب پیشنهادشده، ارائه شود.

References

Avazkhah, H. & Mohebi, A. (2009). *Project risk management*, Vol. 1, Tehran: Kian Rayaneh. (*in Persian*)

Blanchard, B. S. (2012). *System engineering management* (Vol. 64): Wiley. com.

Brown, A. & Mierzwicki, T. (2004b). Risk Metric for Multi-Objective Design of Naval Ships. *Naval Engineers Journal,* 116(2): 55-72.

Brown, A. & Thomas, L. M. (1998). *Reengineering the Naval Ship Concept Design Process, From Research to Reality.* in Ship Systems Engineering Symposium, ASNE.

Chang, K.L. (2013). Combined MCDM approaches for century-old Taiwanese food firm new product development project selection. *British Food Journal,* 115(8): 8-8.

Chiang, T.A. & Che, Z. (2010). A fuzzy robust evaluation model for selecting and ranking NPD projects using Bayesian belief network and weight-restricted DEA. *Expert Systems with Applications,* 37(11): 7408-7418.

Chin, K.S., Tang, D.-W., Yang, J. B., Wong, S. Y. & Wang, H. (2009). Assessing new product development project risk by Bayesian network with a systematic probability generation methodology. *Expert Systems with Applications,* 36(6): 9879-9890.

Choi, H.G. & Ahn, J. (2010). Risk analysis models and risk degree determination in newproduct development: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management,* 27(1): 110-124.

College, D. S. M. (2006). *Risk Management Guide for DOD Acquisition* (6th ed.): Defense Acquisition University Press.

Cooper, L. P. (2003). A research agenda to reduce risk in new product development through knowledge management: a practitioner perspective. *Journal of Engineering and Technology Management,* 20(1): 117-140.

Cooper, R. G. & Kleinschmidt, E. J. (1995). Benchmarking the firm's critical success factors in new product development. *Journal of Product Innovation Management,* 12(5): 374-391.

Demko, D. (2005). *Tools for multi-objective and multi-disciplinary optimization in naval ship design.* Virginia Polytechnic Institute and State University.

Archive of SID

www.SID.ir

Dorri, B. & Hamzehei, E. (2010). Determining the Best Responding Strategy to Project Risk Using ANP Technique (Case Study: North Azadegan Oil Field Development Project). *Journal of Industrial Management,* (4): 77-94. (*in Persian*)

Hartley, R. F. (2011). *Marketing mistakes and successes*. John Wiley and Sons.

Jafarnejad, A. & Yousofi Zenooz, R. (2008). A Fuzzy Model of Ranking Risks at Petropars Company's Excavation of Oil Well Projects. *Journal of Industrial Management*, 1(1): 21-38. (*in Persian*)

Jerrard, R. N., Barnes, N. & Reid, A. (2008). Design, risk and new product development in five small creative companies. *International Journal of Design,* 2(1): 21-30.

Kwak, Y. H. & LaPlace, K. S. (2005). Examining risk tolerance in project-driven organization. *Technovation, 25*(6): 691-695.

Moeiniaghkalriz, M. (2008). *Complexity management in compelex new products and systems developement projects*. (M.S.). Tehran: Sharif University of Technology. (*in Persian*)

PMI. (2009). Project Management Body of Knowledge (PMBOK). M. Z. Ashtiani, Trans. 4 ed. Tehran: Adineh. (*in Persian*)

Sabaghchi, S. (2011). *Selection of knowledge management tools in software new product development process*. (M.S). Tehran: Tarbiat modares univercity. (*in Persian*)

Wang, J. & Lin, Y.I. (2009). An overlapping process model to assess schedule risk for new product development. *Computers & Industrial Engineering,* 57(2): 460-474.

Wei, C.C. & Chang, H.W. (2011). A new approach for selecting portfolio of new product development projects. *Expert Systems with Applications,* 38(1): 429-434.

Archive of SID

www.SID.ir