چشم‌انداز مدیریت صنعتی
سال هشتم، شماره ۳۱، پاییز ۱۳۹۷
شاپای چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپای الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵
ص‌ص ۳۶ ° ۹

ارائه مدلی برای انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه در بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده

رضا نورایی بیدخت*، محسن حامدی، عزت‌الله اصغری‌زاده*****

چکیده

یکی از تصمیم‌های مهم و دشوار در بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده، مسئله انتخاب سبد پروژه‌هاست. در دنیای متغیر امروز بقا و رشد شرکت‌ها به توسعه موفق آن‌ها و ساخت محصولات و خدمات جدید وابسته است؛ بنابراین انتخاب بهینه سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه برای کسب‌وکار، امری ضروری است. مشکلات اصلی در فرآیند انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه را می‌توان در وجود تعداد زیاد اهداف کمّی و کیفی که اغلب با یکدیگر ناسازگار هستند، وابستگی بین پروژه‌ها، تعداد نیروی انسانی متخصص، تجربه و ترجیحات تصمیم‌گیران، برقراری توازن در زمان تحویل و ریسک و زمان‌بندی پروژه‌ها دانست. در این پژوهش و برای تعدیل مشکلات ذکرشده، مدل چندهدفه‌ی ریاضی با درنظرگرفتن حداکثرکردن پایداری سازمان (از ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی)، حداقل‌کردن ریسک سبد و تأکید بر افزایش سرمایه‌های فکری و حداکثرکردن هم‌راستایی با اهداف سازمان ارائه می‌شود و درنهایت با استفاده از یکی از روش‌های فراابتکاری اصلاح‌شده‌ی الگوریتم ژنتیک چندهدفه با مرتب‌سازی نامغلوب (روش NSLS) به حل مدل پرداخته می‌شود. برای بررسی اعتبار مدل نیز پروژه‌هایی از یک بنگاه یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده موردبررسی قرار می‌گیرد. یکی از مهم‌ترین دستاوردهای این پژوهش، تفاوت قابل‌توجه در مدل مفهومی و پارامترهای مؤثر در فرآیند انتخاب سبد پروژه‌ها در نمونه موردمطالعه در کشورهای درحال‌توسعه با کشورهای توسعه‌یافته است.

کلیدواژه‌ها: مدیریت پورتفولیو؛ سرمایه‌های فکری؛ پایداری؛ پروژه‌های پژوهش و توسعه؛ مدل ریاضی؛ روش حل NSLS.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۰۹، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۰۶.

* دکتری، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول).

E-mail: Reza.Nooraei@ut.ac.ir

** استاد، دانشگاه تهران.

*** استاد، دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

امروزه دائماً به تعداد سازمان‌هایی که برای مدیریت فعالیت‌های خود به سوی روش پروژه‌محور روی می‌آورند، افزوده می‌شود. این رویکرد چالش‌های خاصی نیز به همراه دارد. یکی از بزرگ‌ترین آن‌ها اطمینان مدیران سازمان‌ها از اجرای بیشتر پروژه‌های سازمان در جهت راهبردهای کلان شرکت است. این موضوع در خصوص پروژه‌های پژوهش و توسعه و بحث اختصاص منابع و به‌طور خاص منابع انسانی بیشتر صدق می‌کند. در شرایط یاشده انتخاب بهینه تعدادی پروژه از میان پروژه‌های پیشنهادی همواره در سازمان‌ها یک تصمیم راهبردی و سخت بوده است. سرمایه‌گذاری آگاهانه، مدیریت ریسک‌های موجود، تفاوت در به‌کارگیری منابع و تعامل بین پروژه‌های موجود و پیشنهادی امری بسیار پیچیده است؛ ازاین‌رو مدیریت پروژه و قبل آن انتخاب صحیح پروژه یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت سازمان‌های پروژه‌محور و بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده است.

یکی از نکات مهم در فرآیند انتخاب پروژه، انطباق و سازگاری پروژه با اهداف و مأموریت‌های راهبردی سازمان و دیگری ارزش و دانش افزوده به سازمان توسط آن پروژه است. همچنین در دنیای امروز که افزایش مزیت‌های رقابتی، توسعه بازارهای جهانی و نوآوری به‌عنوان عناصر کلیدی و راهبردی رشد و تعالی سازمان شناخته می‌شوند، وجود نوآوری مؤثر برای برخی شرکت‌ها شرط بقای آن‌ها در دنیای کسب‌وکار است و شرط موفقیت آن‌ها توسعه و ساخت محصولات و فرآیندهای جدید است [۱۲]. حتی شرکت‌هایی با توانایی فنی بالا نیز همواره با شرایط محدودیت منابع مالی و غیرمالی در انتخاب پروژه‌ها و انجام فعالیت‌های خود مواجه هستند و درنتیجه بسیار واضح است که در این شرایط انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه برای شرکت و بقای کسب‌وکار آن امری حیاتی و لازم است [۲۹].

مشکلات اصلی در فرآیند انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه را می‌توان در وجود تعداد زیاد اهداف کمّی و کیفی که اغلب با یکدیگر ناسازگارند، وابستگی برخی پروژه‌ها به یکدیگر، یکنواخت‌نبودن مقدار منابع دردسترس و میزان مصرف، تعداد نیروی انسانی متخصص و مجرب، تجربه و ترجیحات مدیران و تصمیم‌گیران، برقراری توازن در زمان تحویل و ریسک و زمان‌بندی پروژه‌ها دانست. در تأیید اهمیت موضوع در دنیای امروز و به‌طور خاص صنعت کشور، در ابتدا علاوه بر مرور مقاله‌های معتبر مرتبط، مشکلات اساسی پروژه‌های پژوهش و توسعه یک حوزه خاص از طریق مصاحبه و برگزاری جلسه با خبرگان مربوط بررسی شد و صحت نتایج ذکرشده به‌صورت تجربی نیز موردتأیید قرار گرفت. با ذکر این مقدمه، ضرورت و اهمیت پرداختن به موضوع انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه را می‌توان در قالب چند نکته زیر ذکر کرد:

۱. انتخاب یک پروژه پژوهش و توسعه یک تصمیم فنی و یک تصمیم کسب‌وکاری به‌صورت هم‌زمان است: معمولاً یک سازمان به‌دنبال انجام تعداد بیشتری پروژه قابل‌اجرا است؛ بنابراین

مدیران پژوهش و توسعه همواره با این چالش که باید منابع محدود انسانی، تجهیزاتی و بودجه را به گستره وسیعی از پروژه‌های قابل‌اجرا در یک محیط رقابتی اختصاص دهند، مواجه هستند [۶].

۲. پیچیده‌بودن مسئله انتخاب پروژه پژوهش و توسعه: قاسم‌زاده و آرچر (۱۹۹۹) در خصوص این مسئله عنوان کردند که فرآیند انتخاب پروژه‌های پژوهش و توسعه به دلایل متعددی نظیر چندمرحله‌ای‌بودن فرآیند تصمیم‌گیری، چندگروهی‌بودن تصمیم‌گیران، چندهدفه‌بودن (غالباً متضادبودن این اهداف) برای انتخاب پروژه، ریسک‌های بالا و عدم‌قطعیت بسیار پیچیده است [۳]. در سایر مطالعات مربوطه نیز به پیچیدگی بالای این فرآیند و دلایل آن اشاره شده است. برای مثال، بئاجون (۱۹۹۹) و باتاچاریا (۲۰۱۱)، دلایل وجود پیچیدگی بالا در فرآیند انتخاب پروژه‌های پژوهش و توسعه را طولانی‌بودن زمان تحویل آن‌ها، عدم‌قطعیت در داده‌های مربوطه، پویابودن فناوری‌های موجود، تغییرات متعدد در بازار، خاص‌بودن مهارت‌های اکتسابی برای هر پروژه و غیرقابل‌انتقال‌بودن برخی از آن‌ها، وجود رابطه‌های پیچیده پیش‌نیازی و پس‌نیازی در آن‌ها برشمردند؛ بنابراین ارائه راه‌حل‌هایی مبنی بر تسهیل‌کردن فرآیند انتخاب این پروژه‌ها امری مهم و ضروری است [۵،۶].

۳. اهمیت موضوع پژوهش و توسعه: اهمیت بالای پژوهش و توسعه به‌عنوان یکی از عناصر اصلی رشد پایدار در اقتصاد صنعتی امروز غیرقابل‌انکار است. این موضوع به‌طور خاص در کسب‌وکارهای مبتنی بر دانش اهمیت بیشتری می‌یابد [۴۰]. موهانتی (۲۰۰۵) در پژوهش خود بیان کرده است که پیشرفت مستمر سازمان‌ها در بازار امروز کاملاً به اجرای پروژه‌های پژوهش و توسعه شرکت‌های بستگی دارد و این پروژه‌ها همواره باید با اهداف و مأموریت و چشم‌انداز سازمان هم‌راستا باشد [۳۲].

۴. اهمیت بالای مالی پروژه‌های پژوهش و توسعه: علی‌رغم آگاهی مدیران مبنی بر اهمیت پروژه‌های پژوهش و توسعه و نقش آن‌ها در روند حیات سازمان، تنها حدود ۶۰ درصد این پروژه‌ها به فرآیند تجاری‌سازی ختم می‌شوند و این عدد زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که در گزارش‌های معتبر مرتبط ذکر می‌شود در سال‌های اخیر در حدود ۲/۲۴ درصد درآمد ناخالص شرکت‌ها، یعنی مبلغی بیش از ۱۸۰ میلیارد دلار، صرف پروژه‌های پژوهش و توسعه می‌شود [۲۲] که این رقم در آینده نزدیک به بیش از ۱/۵ تریلیون دلار نیز خواهد رسید [۲۰]؛ بنابراین مسئله انتخاب صحیح و مناسب پروژه‌های پژوهش و توسعه با وجود عمر زیاد، بسیار چالش‌برانگیز و مهم بوده و انجام این پژوهش دارای اهمیت ویژه‌ای است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مفاهیم اولیه. برای تبیین موضوع و مرور مبانی نظری پیشین، ابتدا نیاز است توضیح مختصری در خصوص مفاهیم کلیدی و اولیه موردبحث در این پژوهش ارائه شود. مفاهیم کلی که در این

بخش به آن‌ها اشاره می‌شود عبارت‌اند از: سبد پروژه؛ فرآیند انتخاب سبد پروژه؛ مدیریت سبد پروژه؛ چارچوب‌های مدیریت سبد پروژه؛ پروژه‌های پژوهش و توسعه و بنگاه‌های پروژه محور.

سبد پروژه[1]. سبد یا پورتفوی پروژه به مجموعه‌ای از پروژه‌ها در یک واحد اقتصادی و تحت اهداف راهبردی یکسان و منابع مشترک گفته می‌شود. مقدار منابع مالی و فیزیکی اغلب کاملاً محدود است و پروژه‌ها تحت مدیریت یکسان برای جذب این منابع محدود و کمیاب در حال رقابت هستند. منابع می‌توانند شامل افراد یا پول باشند ولی حتی ممکن است داده‌ها و فناوری را نیز شامل شوند [۴۱]. استاندارد مدیریت پروژه نیز یک سبد را مجموعه‌ای از پروژه‌ها، طرح‌ها و سایر اقدامات تعریف می‌کند که به‌منظور تسهیل مدیریت اثربخش آن‌ها گروه‌بندی می‌شوند تا اهداف راهبردی کسب‌وکار حاصل شوند. پروژه‌ها و طرح‌های درون یک سبد لزوماً دارای وابستگی متقابل و یا مستقیم نیستند. اجزای درون یک سبد قابل‌سنجش هستند؛ بدین معنی که می‌توانند اندازه‌گیری، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی شوند [۳۵].

مدیریت سبد پروژه. رویکردی برای دستیابی به اهداف راهبردی از طریق انتخاب، اولویت‌بندی، ارزیابی و مدیریت پروژه‌ها، طرح‌ها و سایر اقدامات بر مبنای هم‌راستایی و سهم آن‌ها در اهداف و راهبردها است [۳۳]؛ به‌عبارت‌دیگر، مدیریت سبد پروژه، یک قابلیت مدیریتی مرکزی در بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده است. سه عامل اصلی درگیر در مدیریت سبد، افراد و یا همان تصمیم‌گیرندگان، ابزار و تکنیک‌ها و مدل‌های انتخاب و درنهایت فرآیند و یا چارچوب مورداستفاده در انتخاب پروژه‌ها هستند [۱۸]. بیش از یک‌صد مدل و تکنیک برای انتخاب سبد پروژه وجود دارد. مسائل مدیریتی که به‌طور عمده در سبدها وجود دارند عبارت‌اند از:

ـ پروژه‌ها باید در قالب منابعی دردسترس اولویت‌بندی شوند؛

ـ به‌دلیل محدود بودن منابع باید تعداد محدودی از پروژه‌ها اجرا شوند؛

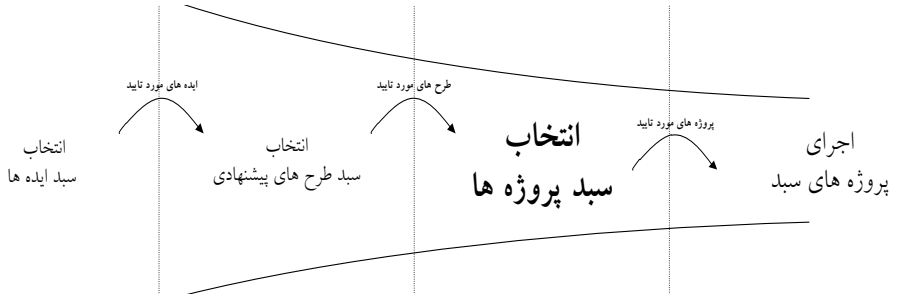
ـ پس از انتخاب پروژه‌هایی برای اجرا باید منابع بین آن‌ها تقسیم شوند. تعداد میانگین منابع باید متعادل‌سازی شوند؛ ولی ممکن است تقاضا برای برخی از آن‌ها بیش از حداکثر میزان دردسترس باشد و یا اینکه اتفاقات غیرمنتظره موجب برهم‌خوردن تعادل منابع شود و تعارض بین پروژه‌ها بر سر منابع محدود رخ دهد؛

ـ اگر پروژه‌ها داده‌ها و فناوری مشترکی را مورداستفاده قرار می‌دهند و به‌ویژه زمانی‌که پروژه‌ای چیزی تولید می‌کند که پروژه‌ای دیگر برای ادامه به آن نیاز دارد این پروژه‌ها با هم جفت

1. ProjectPortfolio

می‌شوند. در این حالت برنامه‌های پروژه‌ها باید با هم مرتبط باشند تا فصل مشترک آن‌ها مدیریت شود [۴۰]؛

یکی از فرآیندهای مهم مدیریت سبد پروژه‌ها، انتخاب پروژه‌ها برای قرارگیری در سبد پروژه است که در شکل ۱، فرآیند کلی آن برگرفته از رویکرد مرحله/ درگاه کوپر (۲۰۰۷) که توسط پژوهشگر و برای پروژه‌های پژوهش و توسعه سفارشی‌سازی شده است، مشاهده می‌شود [۱۲].



شکل ۱. فرآیند انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه

چارچوب‌های مدیریت سبد پروژه. انتخاب و ایجاد یک چارچوب مناسب برای ارزیابی پروژه‌های پیشنهادی و انتخاب یک سبد همسو با استراتژی‌های شرکت از نکات مهم انتخاب پروژه‌ها در سبد است. تعدادی از چارچوب‌های معتبر عبارت‌اند از: چارچوب پیشنهادی کوپر (۲۰۰۷)؛ چارچوب پیشنهادی انگلند و گراهام (۱۹۹۹)؛ چارچوب پیشنهادی آرچر و قاسم‌زاده (۱۹۹۹) [۱۱، ۱۵، ۳].

ظاهراً تفاوت و ناسازگاری چندانی در چارچوب‌های نام‌برده‌شده وجود ندارد. با وجود اینکه آن‌ها از جهات و دیدگاه‌های مختلف مورداستفاده قرار می‌گیرند، به‌طورمعمول با اصول و نیازمندی‌های مشابهی در انتخاب سبد پروژه‌ها استفاده می‌شوند. آرچر و قاسم‌زاده (۱۹۹۹) مدعی شدند که سازمان‌ها می‌توانند چارچوب مربوط به خودشان را ایجاد کنند و بپذیرند؛ مشروط به آنکه این چارچوب مورداستفاده در سازمان‌ها ملزومات زیر را برآورده سازد. مدل ارائه‌شده باید انعطاف‌پذیر باشد؛ به‌طوری‌که مصرف‌کنندگان در هر مرحله، قادر به انتخاب تکنیک‌ها و ابزاری که برای آن‌ها راحت‌تر است باشند:

ـ به‌منظور ساده‌سازی، این چارچوب‌ها باید شامل مراحل مختلف باشند تا به تصمیم‌گیرندگان اجازه حرکت منطقی به‌سوی یک دیدگاه یکپارچه در پروژه‌ها را بدهد؛

ـ مقادیر معمول در محاسبه معیارها برای هر یک از پروژه‌ها انتخاب شوند تا پروژه‌ها طی فرآیند انتخاب پروژه مقایسه شوند؛

ـ مسائل استراتژیکی باید پیش از تصمیم‌های انتخاب سبد پروژه لحاظ شوند؛

ـ پروژه‌های موجود نیز باید هم‌زمان با درنظرگرفتن پروژه‌های جدید برای انتخاب مجدداً ارزیابی شوند. این مطلب بسیار ضروری است؛ زیرا منابع موجود می‌تواند موردارزیابی مجدد قرار گیرد.
ـ باید بررسی‌هایی برای حذف پروژه‌های ناکارآمد صورت گیرد تا این پروژه‌ها در فرآیند انتخاب وارد نشوند [۳،۱۳].

بنگاه پروژه‌محور. در مقایسه با سازمان‌های وظیفه‌ای و ماتریسی، سازمان پروژه‌محور به‌عنوان یک ساختار سازمانی برای مدیریت پیچیدگی‌های روزافزون محصول، تغییرات سریع بازار، نوآوری و نامعلومی فناوری معرفی شده است؛ به‌ویژه اگر سیستم‌ها و محصولات صنعتی از ارزش و پیچیدگی بالایی برخوردار بوده و یا کالاهای سرمایه‌ای پیشرفته و با فناوری بالا هدف قرار گرفته باشند [۲۴]. بر خلاف سازمان ماتریسی که فرآیندهای اصلی کسب‌وکار هم در دپارتمان‌های وظیفه‌ای و هم در پروژه‌ها اجرا می‌شوند، در بنگاه‌های پروژه‌محور این فرآیندها در درون پروژه‌ها قرار می‌گیرند و دانش، قابلیت‌ها و منابع سازمان از طریق اجرای پروژه‌های بزرگ توسعه می‌یابند که با توجه به اندازه و ابعاد پروژه‌ها، ساختار سازمان مدیریتی آن‌ها نیز تغییر خواهد کرد. با توجه به اینکه بستر مدل ارائه‌شده برای سازمان‌های بزرگ و فراتر از سازمان‌های پروژه‌محور است که در مباحث‌نظری با عنوان «بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده» معرفی شده‌اند در ادامه در این خصوص توضیح داده می‌شود.

بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده[1]. پروژه‌های بزرگ مهندسی، عمرانی و زیرساختی بسیار پیچیده هستند و طبیعتاً مدیریت آن‌ها نیز بسیار دشوار و پیچیده است. بیشتر پژوهش‌ها در خصوص پروژه‌های بزرگ و سیستم‌های پیچیده به مواردی نظیر اندازه، ریسک، عدم‌قطعیت، زمان‌بندی‌های اضطراری و فرآیندهای سازمانی مرتبط با پروژه‌ها پرداخته‌اند [۱۷، ۳۸]؛ درحالی‌که اصل موضوع پیچیدگی، بسیار کم موردتوجه قرار گرفته است. پروژه‌های بزرگ و پیچیده به سطح خاصی از سازمان‌دهی و توانایی‌های مدیریتی نیاز دارند و سازمان‌های بزرگی که این توانایی را داشته و انتخاب صحیح، راهبری و مدیریت این پروژه‌ها را به عهده دارند «بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده» نامیده می‌شوند [۲].

پیشینه پژوهش. مسئله انتخاب سبد پروژه بیش از ۶۰ سال است که در بسیاری از پژوهش‌ها موردبررسی قرار گرفته است. در طول ۳۰ سال گذشته، دسته‌بندی‌های مختلفی در خصوص مبانی نظی موضوع و روش حل مسائل انتخاب سبد پروژه‌ها صورت گرفته است برای مثال،

1. Large Complex System Integration Enterprises

هنریکسون (۱۹۹۹) مطالعات مربوط به موضوع انتخاب سبد پروژه‌ها را به هشت دسته اصلی تقسیم کرده است این هشت دسته عبارت‌اند از: بررسی‌ها و مقایسه‌های دودویی ساخت‌یافته؛ روش‌های امتیازدهی؛ برنامه‌ریزی ریاضی؛ مدل‌های اقتصادی؛ تحلیل‌های تصمیم‌گیری؛ روش‌های تعاملی؛ هوش مصنوعی و بهبود سبد [۲۲]. هایدنبرگ و اشتومر (۱۹۹۹) نیز روش‌های حل موضوع یادشده را دسته‌بندی کردند که عبارت‌اند از: روش‌های اندازه‌گیری سود؛ روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی؛ نظریه تصمیم و بازی‌ها؛ شبیه‌سازی؛ متاهیورستیک و رویکردهای نمایه‌سازی [۲۱]. سانتیاگو (۲۰۰۷) مطالعات مربوط به موضوع انتخاب سبد پروژه‌ها را به دو دسته اصلی تقسیم کرده است. دسته نخست شامل روش‌های کمّی مثل مدل آپشن‌های واقعی، مدل‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای، الگوریتم‌های متاهیورستیک و دسته دوم شامل ابزارهای تک‌کاره گرافیکی مثل تکنیک‌های کیفی دیاگرام حبابی، مدل‌های امتیازدهی برای رتبه‌بندی پروژه‌ها و یا نقشه توسعه محصول است. یامارتانوکال (۲۰۰۸) نیز با تأثیر از هایدنبرگ (۱۹۹۹) و با مطالعه مقاله‌های جدید، مطالعات صورت‌پذیرفته در خصوص مسئله انتخاب سبد پروژه را از منظر روش حل به شش دسته زیر تقسیم‌بندی کرده است [۲۶]:

۱. روش‌های اندازه‌گیری سود[1]: به هر یک از پروژه‌های موردبررسی عددی نسبت داده می‌شود که میزان ارجحیت آن را نشان می‌دهد. پروژه‌هایی که بیشترین رجحان را به همراه داشته باشند طبق محدودیت‌های بودجه به‌ترتیب انتخاب می‌شوند. مدل‌های سنجش سود را می‌توان به سه گروه رویکردهای مقایسه‌ای، مدل‌های امتیازدهی و مدل‌های اقتصادی سنتی طبقه‌بندی کرد.

۲. روش‌های تصمیم‌گیری: استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و فازی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری گروهی.

۳. روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی و الگوریتم‌های ابتکاری[2]: در این روش، مقدار یک تابع هدف با توجه به مجموعه محدودیت‌های آن بهینه می‌شود. محدودیت‌ها می‌تواند شامل منابع، سیاست پروژه، فناوری، راهبرد و یا شرایط پویای پروژه باشد. ضعف اصلی این روش‌ها جمع‌آوری داده است. این روش‌ها به هفت دسته برنامه‌ریزی خطی، غیرخطی، عدد صحیح، آرمانی، دینامیک، تصادفی و فازی تقسیم می‌شوند.

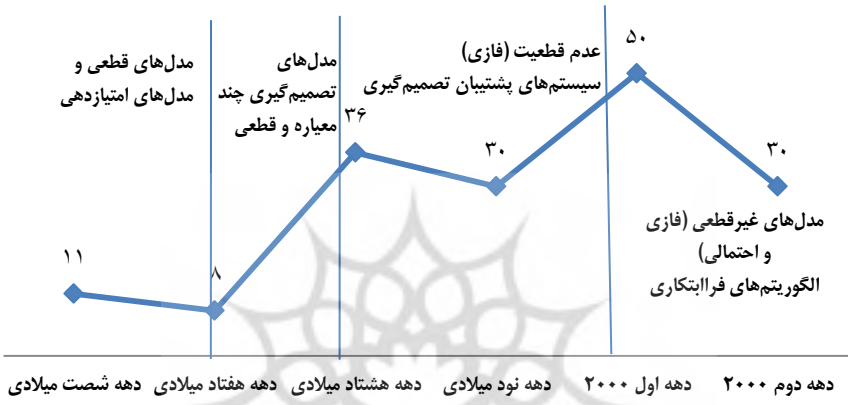
۴. مدل‌های شبیه‌سازی[3] و انتخاب‌های واقعی[4]: سیستم‌های دنیای واقعی را با جزییاتی بیشتر از مسائل بهینه‌سازی مدل می‌کنند. از این مدل‌ها زمانی استفاده می‌شود که اجرای آزمایش‌های واقعی پرهزینه و زمان‌بر باشند و یا اینکه اصلاً قابل‌اجرا نباشند. برای رسیدن به نتایج قابل‌اعتماد مدل شبیه‌سازی‌شده باید بارها و بارها اجرا شود.

1. Benefit measurement methods
2. Mathematical programming approaches and heuristics models
3. simulation
4. real options

۵. رویکردهای نمایه‌سازی شناختی[1]: این مدل‌ها با استفاده از تجربه‌های پیشین و مقایسه شرایط به‌دست می‌آید و در تصمیم‌گیری‌های روتین استفاده می‌شود و در مسائل منحصربه‌فرد قابل‌استفاده نیستند. برای مثال، رویکردهای آماری و یا سیستم‌های هوشمند و سیستم‌های پشتیبان تصمیم.

۶. مدل‌های تک‌کاره[2]: مدل‌هایی که صرفاً برای حل یک موضوع خاص در یک شرایط خاص تهیه و اجرا می‌شوند.

با توجه به پژوهش‌های بررسی‌شده در این خصوص می‌توان مقاله‌های مربوطه را از منظر شکل‌شناسی[3] به ۴ بخش تقسیم کرد (نمودار ۱). خصوصیات کلی هر دوره نیز در قالب چند نکته خلاصه‌شده در نمودار ذکر شده است.



نمودار ۱. شکل‌شناسی مطالعات پیشین (پژوهشگر)

با توجه به قدمت موضوع مورد بررسی در این پژوهش و اهمیت آن، روش‌های حل متعددی تاکنون ارائه شده است و به‌صراحت نمی‌توان روشی را بر دیگری برتر دانست؛ اما با توجه به مقاله‌های مرورشده و تحلیل شکاف موجود در مبانی نظری، با بیان این مهم که در بیشتر از یک سوم مطالعات انجام‌شده (به‌خصوص در سال‌های اخیر) برای ارائه راه‌حل از مدل‌های ریاضی استفاده شده و در کمتر از ۴۰ درصد آن‌ها از توابع هدف چندگانه برای حل مسئله استفاده شده است، در این پژوهش با استناد به پژوهش‌های آتی گوتیار(۲۰۱۵) و میچل(۲۰۱۴) [۱۹، ۳۵] به استفاده هم‌زمان از مدل‌های امتیازدهی و سایر پارامترهای مهم در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه نظیر سرمایه‌های فکری و ریسک و ایجاد نوعی یکپارچگی در این پارامترها، در

1. cognitive emulation approaches
2. ad hoc models
3. Morphology

قالب یک مدل ریاضی چندهدفه پرداخته شده است. تعدادی از مقاله‌های بررسی‌شده در این خصوص به‌ترتیب سال انتشار و به همراه روش حل مسئله مورداستفاده، در جدول ۱، ارائه شده است. نکته مهم در خصوص مطالعه مبانی نظری موضوع آن است که علی‌رغم انجام مطالعات گوناگون در این زمینه و وجود مقاله‌های مروری قابل‌توجه، فقدان یک مطالعه جامع و یکپارچه در این خصوص در مبانی نظری احساس می‌شود. هرچند تلاش‌هایی در این خصوص انجام شده است، اما فاقد جامعیت لازم هستند [۱۹، ۲۱، ۲۶].

جدول ۱. اهم مقاله‌های بررسی‌شده به‌ترتیب سال انتشار و به همراه روش حل مسئله مورداستفاده

ردیف	پژوهشگر	سال	روش حل	ردیف	پژوهشگر	سال	روش
۱	خرمشاهگل	۱۹۸۶	DGP:multi-objective c/b	۲۱	چانگشنگ	۲۰۰۸	NPV
۲	لیبراتوره	۱۹۸۹	AHP	۲۲	فنگ	۲۰۰۸	MILP(MO and SO)
۳	بارد	۱۹۸۸	interactive DSS + NLIP	۲۳	پریرا	۲۰۰۹	Markowitz
۴	استوارت	۱۹۹۱	interactive DSS +Delphi	۲۴	سولاک	۲۰۱۰	Multi stage Problem
۵	لایجیوم	۱۹۹۳	interactive DSS +Delphi	۲۵	هاناه	۲۰۱۰	SGPO
۶	اشمیت	۱۹۹۳	benefit, outcome and	۲۶	گونیار	۲۰۱۰	PACO
۷	کافین	۱۹۹۶	Beam Search + fuzzy logic	۲۷	لیوینچف	۲۰۱۱	Milp Bi-objective
۸	قاسم‌زاده	۲۰۰۰	DSS	۲۸	وی	۲۰۱۱	Fuzzy Linear
۹	بناجو	۲۰۰۱	knapsack problem +	۲۹	باتاچاریا	۲۰۱۱	MOGA & GA
۱۰	کوچا	۲۰۰۱	IP-NPV	۳۰	وانگ	۲۰۱۱	Markowitz
۱۱	تیان	۲۰۰۲	DSS	۳۱	لیوینچف	۲۰۱۱	Milp Bi-
۱۲	لخ	۲۰۰۲	marginal analysis	۳۲	داوودپور	۲۰۱۲	Variable neighborhood
۱۳	اشتومر	۲۰۰۳	DSS + Scoring + Math	۱۳	حسن‌زاده	۲۰۱۲	ROV + pay off method
۱۴	رینگویست	۲۰۰۴	Mean-Gini Analysis +	۳۴	اینی	۲۰۱۲	ROV
۱۵	ربانی	۲۰۰۴	0-1 Integer m.	۳۵	اکهاوس	۲۰۱۲	IP + ROV
۱۶	سانتیاگو	۲۰۰۵	ROV + Markowitz	۳۶	عباسی	۲۰۱۳	Cross Entropy Algorithm
۱۷	دورنر	۲۰۰۶	PACO	۳۷	عباسی	۲۰۱۳	Cross Entropy Algorithm
۱۸	الیات	۲۰۰۶	DEA˚ BSC	۳۸	حسن‌زاده	۲۰۱۴	MO + Rubost
۱۹	وانگ	۲۰۰۷	ROV + MIP	۳۹	قدرتی	۲۰۱۴	non linear
۲۰	کارلسون	۲۰۰۷	NPV + ROV	۴۰	توفیقیان	۲۰۱۵	Ant Colony + Integer M

روش تعیین معیارهای مؤثر در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه. روش مورداستفاده در این مقاله شامل مراحل مشخص‌شده در شکل ۲، است.

شکل ۲. روش تعیین معیارهای مؤثر در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه

مرحله اول: مروری بر مبانی نظری موضوع و انجام مصاحبه‌ها: به‌منظور شناسایی، فهرست کاملی از معیارهای مؤثر در انتخاب پورتفوی پروژه‌های پژوهش و توسعه در این حوزه از مبانی نظری موضوع استخراج می‌شود و نتایج حاصل نیز در جلساتی با خبرگان صنعت موردبررسی به‌عنوان نمونه موردی مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

مرحله دوم: شناسایی معیارهای مؤثر در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه (پیش آزمون؛ بررسی روایی و پایایی): برای غربال‌گری اولیه و حذف برخی معیارها و همچنین به‌منظور دریافت دیدگاه‌های جامعه بزرگ‌تری از خبرگان و انجام آزمون‌های آماری مرتبط، نیاز به تهیه پرسشنامه است و برای اطمینان از روایی و پایایی و اعتبار نتایج اقدامات زیر صورت می‌گیرد:

ـ انجام پیش‌آزمون: پس از تنظیم اولیه سؤال‌های پرسشنامه، به‌منظور بررسی کیفیت آن، به ارزیابی و آزمون مقدماتی پرسشنامه پرداخته شد. این مرحله از پژوهش کمتر موردتوجه قرار می‌گیرد و باعث می‌شود پس از توزیع پرسشنامه‌ها و در جریان پژوهش اشکالات متعدد در فرم تهیه‌شده مشاهده شود.

ـ روایی[1]سنجی (اعتبارسنجی): زمانی یک مطالعه روایی دارد که بتواند هدف موردنظر را اندازه‌گیری کند و همچنین در طرح مطالعه، خطای منطقی وجود نداشته باشد. در این پژوهش

1. Validity

روایی محتوایی[1] و روایی سازه‌ای[2] پرسشنامه بررسی شد (اعتبار درونی) و هدف از ارزیابی روایی محتوایی، تعیین قابلیت اندازه‌گیری هدف تعریف‌شده توسط محتوای ابزار است و روایی سازه‌ای این موضوع را بررسی می‌کند که آیا اجزای مقیاس موردنظر توانایی تشکیل مقیاس را دارند یا برخی از آن‌ها نامرتبط هستند. برای پاسخ به این مهم که آیا نتایج به‌دست آمده قابل‌تعمیم به گروهی مشابه گروه موردمطالعه هست یا خیر (اعتبار بیرونی)، از بررسی اعتبار محیطی (مسئله تجانس یا عدم‌تجانس جامعه آماری) و اعتبار آماری (مناسب‌بودن حجم نمونه به حجم جامعه) استفاده شد.

ـ پایایی[3]سنجی: پایایی، همسانی نمره‌های افراد برای یک مجموعه از آیتم‌ها در دو موقعیت جداگانه یا در دو ابزار هم‌ارز را نشان می‌دهد. معمولاً از روش‌های همسانی درونی، دونیمه‌کردن، آزمون ـ بازآزمون و پایایی درون‌رده‌ای برای اندازه‌گیری آن استفاده می‌شود. در این پژوهش ارزیابی پایایی با روش همسانی درونی[4] (آلفای کرونباخ) انجام می‌پذیرد. در ارتباط با حد مطلوب این شاخص نظرهای متفاوتی بیان شده است. بلند و آلتمن (۱۹۹۷) معتقدند مقیاس‌هایی که برای ارزیابی‌های بالینی به‌کار می‌روند باید در مقایسه با مقیاس‌های مورداستفاده در پژوهش‌های غیربالینی دارای پایایی بیشتری باشند. بر این اساس آن‌ها ضریب آلفای بین ۰/۷ و ۰/۸ را برای مقاصد پژوهشی پیشنهاد کرده‌اند؛ ولی در مقاصد بالینی مقدار آلفای مقیاس‌های موردبررسی باید بزرگ‌تر از ۰/۹ باشد [۷].

مرحله سوم: انتخاب معیارهای کلیدی و تعیین وزن (نتایج پرسشنامه): با تکمیل پرسشنامه‌ها توسط خبرگان نتایج تجمیع شد و آزمون‌های آماری موردنیاز، اعم از آزمون کولموگروف – اسمیرنف، آزمون تی[5]، آزمون دوجمله‌ای[6]، آزمون همبستگی و ضریب همبستگی تاو کندال بی[7] برای اطمینان از صحت نتایج انجام پذیرفت. با توجه به نتایج حاصل از مقایسات زوجی (پرسشنامه دوم) در این مرحله وزن شاخص‌ها نیز تعیین شد. ناسازگاری ماتریس‌های حاصل نیز موردارزیابی قرار گرفت.

مرحله چهارم: توسعه مدل ریاضی چندهدفه برای انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه: با تعیین وزن معیارها و ارائه چک‌لیستی برای امتیازدهی هر معیار برای هر پروژه، با توجه به ماهیت معیارها توابع هدف مدل ریاضی در پنج دسته طبقه‌بندی شده و مدل ریاضی انتخاب سبد

1. Content Validity
2. Construct validity
3. Reliability
4. Internal Consistency
5. T-Test
6. Binomial
7. Kendall's tau-b

پروژه‌های پژوهش و توسعه با محدودیت‌های واقعی مربوطه تهیه شد. با توجه به اهمیت موضوع سرمایه‌های فکری در پروژه‌های پژوهش و توسعه، برای شناسایی معیارها از مستندات مورداستفاده در حسابرسی‌های شرکت‌های کانادایی تأثیر گرفته شد [۲۸].

مرحله پنجم: حل مدل انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه: با توجه به مطالعات مربوط به حل مسائل ریاضی چندهدفه به روش‌های متاهیورستیک و همچنین پژوهش میشرا (۲۰۱۲) [۳۱] و تأکید بر استفاده از الگوریتم‌های متاهیورستیک NSGAII با استناد به مطالعات گوتیار (۲۰۱۵) و بررسی شاخص‌هایی نظیر HV، SP، CO برای مقایسه کیفیت جواب‌های الگوریتم NSGAII در مقایسه با PACO، در این پژوهش از روش NSLS که بهبودیافته‌ی روش NSGAII استفاده شد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش به دو دسته اصلی روش‌های پژوهش تحلیلی[۱] و روش‌های پژوهش تجربی[۲] تقسیم می‌شود. روش‌های پژوهش تحلیلی، روش قیاسی را برای رسیدن به نتیجه به‌کار می‌گیرند. روش‌های پژوهش تحلیلی شامل پژوهش تحلیلی مفهومی[۳]، پژوهش تحلیلی ریاضی[۴] و پژوهش تحلیلی آماری[۵] است. با توجه به طبقه‌بندی بالا روش پژوهش حاضر از نوع روش‌های پژوهش تحلیلی زیرگروه دوم، یعنی پژوهش تحلیلی ریاضی است [۴۲]. این پژوهش از نظر هدف، در مرحله تدوین مدل، از نوع پژوهش‌های توسعه‌ای است و از نظر جهت‌گیری پژوهش، توسعه‌ای ـ کاربردی است و از لحاظ استراتژی پژوهش پیمایشی و از نظر هدف پژوهش اکتشافی است. از نظر جمع‌آوری داده‌ها، پژوهش از نوع توصیفی می‌باشد. طی مطالعات انجام‌شده شاخص‌های مؤثر در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه تعریف‌شده و طی مصاحبه‌های انجام پذیرفته با خبرگان صحت موارد مذکور تأیید شده و درنهایت پس از تدوین مدل، راه‌حلی برای یافتن پاسخ مدل ارائه می‌شود.

قلمرو پژوهش (موضوعی، مکانی و زمانی). به‌دلیل اینکه پژوهش مدنظر توسعه‌ای ـ کاربردی است، قلمرو پژوهش از نظر زمانی در مقطع خاصی تعریف نشده و از نظر موضوعی به دپارتمان پژوهش و توسعه بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده فعال در داخل کشور (به‌عنوان یک نمونه موردمطالعه از کشورهای درحال‌توسعه) می‌پردازد.

1. Analytical research methods
2. Empirical research methods
3. Analytical conceptual research
4. Analytical mathematical research
5. Analytical statistical research

جامعه آماری و دلیل انتخاب آن. جامعه آماری از این منظر که مدل پیشنهادشده قابل‌تعمیم به بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده است، کلیه واحدهای پژوهش و توسعه این بنگاه‌ها در کشورهای درحال‌توسعه به‌شمار می‌رود.

منبع، روش و ابزار گردآوری داده‌ها (دلیل انتخاب). داده‌های موردنیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی جمع‌آوری شد.

الف- مطالعات کتابخانه‌ای: از منابع مربوطه مانند مقاله‌های تخصصی، مجلات، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌های مرتبط، گزارش‌ها، مقاله‌ها و مستندات بنگاه موردبررسی و مطالب مرتبط در اینترنت استفاده شد.

ب- مطالعات میدانی: از نظرهای گروه خبرگان، مدیران پروژه‌های پژوهش و توسعه و کارشناسان ذی‌ربط در پروژه‌ها، از طریق مصاحبه با آن‌ها، به‌منظور آشنایی هر چه بیشتر با مفاهیم در صنعت مربوطه و بررسی تحلیلی مؤلفه‌ها و تشریح هر چه بیشتر مفهوم شاخص‌های مؤثر در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه، استفاده شد.

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

مدل پیشنهادی انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه. مطابق با روش ذکرشده در بخش چهارم، نتایج حاصل از این مرحله به همراه توضیح کلی روند اجرا در ادامه ذکر می‌شود.

مرحله اول: مروری بر نتایج حاصل از مبانی نظری موضوع و انجام مصاحبه‌ها. در مبانی نظری موضوع و در این رابطه موارد متعددی به چشم می‌خورد. برای مثال، ژولی (۲۰۰۳) معیارهای ارزیابی پورتفوی پروژه‌های پژوهش و توسعه را در دو دسته رقابت‌پذیری و جذابیت بیان کرد که هر یک از دسته‌های ذکرشده ۱۶ زیرمعیار را شامل می‌شوند [۲۷]. یو (۲۰۰۶) نیز معیارهای ارزیابی پورتفوی پروژه‌های پژوهش و توسعه را در دسته‌های سودآوری، کیفیت، پرستیژ، اهمیت راهبردی، ارزش تجاری، موقعیت فعلی، دسترس‌پذیری و توانایی انجام طبقه‌بندی کرد [۴۳]. وانگ و هوانگ (۲۰۰۷)، زمان به‌نتیجه‌رسیدن پروژه‌های پژوهش و توسعه، پویایی بازار در ارتباط با موضوع پروژه و پویایی فناوری مرتبط را به‌عنوان معیارهای ارزیابی پورتفوی پروژه‌های پژوهش و توسعه معرفی کردند [۲۵].

کلدریک (۲۰۰۵)، معیارهای ارزیابی پورتفوی پروژه‌های پژوهش و توسعه را انطباق با برنامه کسب‌وکار سازمان، ظرفیت رشد محصول، هم‌افزایی با سایر محصولات، تأثیر بر بازار فعلی، تأثیر بر بازار بالقوه، بازگشت سرمایه، قابلیت اجرا و حق کپی (امکان مشابه‌سازی) معرفی کرد [۱۰]. کیه‌زا (۲۰۰۵)، تناسب پروژه با راهبردهای سازمان، ارتباط با فناوری‌های موجود و قابلیت خلق

گزینه‌های دیگر را به‌عنوان معیارهای ارزیابی پورتفوی پروژه‌های پژوهش و توسعه معرفی کرد. هوانگ و همکاران (۲۰۰۵) نیز میزان نوآوری، میزان پیشرفته‌بودن فناوری مورداستفاده، میزان کلیدی‌بودن پروژه، وسعت زمینه‌های کاربرد، تأثیر بر بازار، هم‌خوانی با راهبردها، بهبود کیفیت و تأثیر بر سطح زندگی افراد، تأثیر بر گسترش مرزهای دانشی، محتوای تخصصی و فنی، قابلیت‌های مجریان پروژه، زمان، هزینه، ملاحظات زیست‌محیطی و ایمنی، تجهیزات و قابلیت کاربرد نتایج را به‌عنوان معیارهای ارزیابی پورتفوی پروژه‌های پژوهش و توسعه معرفی کردند [۲۵].

با بهره‌گیری از موارد ذکرشده در بالا و جمع‌بندی سایر مطالعات مرتبط [۹، ۱۴، ۱۶، ۲۵، ۳۴ و ۳۶] فهرست کاملی از معیارهای مؤثر در انتخاب پورتفوی پروژه‌های پژوهش و توسعه در این حوزه از مبانی نظری موضوع استخراج شد و نتایج حاصل در جلسه‌هایی با خبرگان مورد برررسی و تحلیل قرار گرفت. ماحصل جلسه‌های برگزارشده با خبرگان و مطالعات صورت‌پذیرفته، ۳۶ معیار بود که با توجه به ویژگی‌های آن‌ها در ۶ گروه اصلی دسته‌بندی شدند و در جدول ۲، مشاهده می‌شوند.

جدول ۲. معیارهای منتخب

	ظرفیت رشد محصول				**پرستیژ**
فناوری	موقعیت فناوری مربوطه و امکان حق‌امتیاز	بعد پایداری	اجتماعی		تأثیر بر افراد جامعه (ایجاد منفعت)
	هم‌افزایی با سایر محصولات				تعداد ذی‌نفعان
	نوآوری				ارتباط با مردم
	پیشرفته‌بودن و ظرفیت پیشرفت				رعایت الزامات HSE
	فاصله فناوری از کسب‌وکار		زیست محیطی		تأثیر بر مخاطرات اجتماعی
	میزان دانش ایجادکننده				سبزبودن
	تجربه مرتبط موجود				سیاست‌های فرادستی
بعد پایداری اقتصادی	معیارهای حجم بازار ایجادشده				هم‌خوانی با راهبردهای شرکت
	شدت رقابت و پویایی بازار				تأمین منابع مالی
	موانع در برابر کپی		سازمانی		قابلیت مجریان
	نیاز بازار				در دسترس بودن منابع
	تحریم‌ها				کیفیت برنامه اجرا
	سودآوری و ارزش فعلی خالص				فنی (احتمال موفقیت فناوری)
	زمان		ریسک		اجرایی
	تأثیر بر بهره‌وری				تجاری
	پراکندگی زمینه‌های کاربرد				
	هزینه				
	تعداد رقبا				
	تأثیر بر برند				

مرحله دوم: تهیه پرسشنامه شناسایی معیارهای مؤثر در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه (پیش‌آزمون؛ بررسی روایی و پایایی). برای انجام پیش‌آزمون و با توجه به اینکه پرسشنامه موردبررسی شامل ۳۶ معیار بود که افراد برای تکمیل آن باید به هر معیار درجه اهمیتی از ۱(خیلی کم) تا ۹ (خیلی زیاد) اختصاص می‌دادند، ۱۰ کارشناس انتخاب شد که پرسشنامه را تکمیل کردند. نتیجه آلفای کرونباخ حاصل برای کل معیارها و پرسشنامه برابر با ۰/۸۵ به‌دست آمد که پایایی پیش‌آزمون را تأیید می‌کند. برای بررسی روایی پیش‌آزمون، با توجه به اینکه بررسی جامعی از مقاله‌های مرتبط با موضوع و مستندات مشابه انجام پذیرفته و در پرسشنامه یادشده تمام این موارد لحاظ شده است، روایی محتوایی پرسشنامه نیز قابل‌دفاع و موردتأیید است. یکی دیگر از موارد مهم و قابل‌استخراج از پیش‌آزمون حجم نمونه است. برای رسیدن به حداقل حجم نمونه موردبررسی، با توجه به اندازه نمونه آماری و جامعه کارشناسان موردبررسی در این پروژه، با استناد به جدول مورگان و با توجه به اینکه جامعه موردبررسی متشکل از ۵۰ نفر است، ۴۴ نمونه کفایت می‌کند که در این پژوهش ۴۶ پرسشنامه تکمیل‌شده دریافت شد. پس از انجام مراحل پیش‌آزمون، پرسشنامه‌ها برای تکمیل به خبرگان ارائه شد.

مرحله سوم: انتخاب معیارهای کلیدی و تعیین وزن

انتخاب معیارهای کلیدی. برای اطمینان از پایایی پرسشنامه، آلفای کرونباخ برای هر گروه از معیارها به‌صورت جداگانه محاسبه شد که نتایج آن به تفکیک گروه معیارها به‌صورت خلاصه در جدول ۳، ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج پایایی پرسشنامه‌های تکمیل‌شده به تفکیک گروه معیارها

عنوان گروه	آلفای کرونباخ
معیارهای فناوری	۰/۶۷۹
معیارهای پایداری ـ بُعد اقتصادی	۰/۷۷۵
معیارهای پایداری ـ بُعد اجتماعی	۰/۷۵۰
معیارهای پایداری ـ بُعد زیست‌محیطی	۰/۷۷۲
معیارهای سازمانی	۰/۷۰۹
معیارهای مربوط به ریسک	۰/۷۷۹
کل معیارها	۰/۸۸۲

با توجه به جدول ۳، تنها در گروه معیارهای مربوط به فناوری، آلفای کرونباخ کمتر از ۰/۷ (۰/۶۸) به‌دست آمد و بر همین اساس، معیار هشتم (تجربه مرتبط موجود) که کمترین اهمیت را از دید خبرگان به خود اختصاص داده بود، حذف شده و مجدداً آلفای کرونباخ محاسبه شد که نتایج گروه معیارهای فناوری و کل معیارها (با حذف معیار تجربه مرتبط موجود) در جدول ۴، ارائه شده است.

جدول ۴. نتیجه بررسی مجدد پایایی پرسشنامه‌های تکمیل‌شده برای گروه معیارهای فناوری

عنوان گروه	آلفای کرونباخ
معیارهای فناوری	۰/۷۳۸
کل معیارها	۰/۸۸۷

آلفای کرونباخ کل پرسشنامه برابر با ۰/۸۷۸ به‌دست آمد که نشان‌دهنده پایایی بالای پرسشنامه است. در خصوص روایی نیز با توجه به اینکه هیچ‌گونه برتری و رجحانی بر روش‌های کمّی و کیفی مرتبط با اندازه‌گیری روایی محتوایی ندارد، در این پرسشنامه، با استناد به مراجع و منابع تهیه پرسشنامه و جامعیت آن‌ها، روایی محتوایی پرسشنامه یادشده تأیید می‌شود. برای تعیین توزیع آماری معیارها، آزمون کولموگروف ـ اسمیرنف انجام شد که ۱۸ معیار دارای توزیع نرمال بودند. برای غربال‌گری اولیه و کاهش تعداد معیارهای مدل با قراردادن حد[1] ۶ برای معیارهای دارای توزیع نرمال، آزمون تی انجام شد. برای سایر معیارها نیز از طریق آزمون دوجمله‌ای تعدادی از معیارهای با اهمیت پایین‌تر حذف شد که معیارهای حذف‌شده در جدول ۵، مشاهده می‌شوند.

جدول ۵. معیارهای حذف‌شده

آزمون تی	آزمون دوجمله‌ای
موانع در برابر کپی	تأثیر بر برند
تحریم‌ها	رعایت الزامات سلامت، ایمنی، محیط
پراکندگی زمینه‌های کاربرد	
تعداد رقبا	
پرستیژ	
تعداد ذی‌نفعان	
ارتباط با مردم	
تأثیر بر مخاطرات اجتماعی	

در انتها در خصوص هم‌پوشانی برخی از معیارها با استفاده از آزمون همبستگی و ضریب همبستگی تاو کندال بی[2] ، میزان همبستگی معیارها بررسی شد و سه معیار حجم بازار ایجادشده (به‌دلیل همبستگی بسیار بالا با پویایی بازار)، هم‌افزایی با سایر محصولات و تأمین منابع مالی (به‌دلیل همبستگی بسیار بالا با در دسترس بودن منابع) حذف شدند. برای تعیین اهمیت معیارهای کلیدی از پرسشنامه دوم و روش مقایسه زوجی فازی استفاده شد.

1. Treshhold
2. Kendall's tau-b

تعیین وزن معیارهای کلیدی. برای تعیین میزان اهمیت معیارهای کلیدی از مقایسه زوجی با استفاده از روش پرسشنامه‌ای دلفی استفاده شد که نتایج حاصل از پرسشنامه دوم و مقایسات زوجی مرتبط، به‌صورت خلاصه در جدول‌های ۶ و ۷ ارائه شده است.

جدول ۶. وزن و اهمیت معیارها

دسته‌های اصلی معیارها	وزن هر گروه
معیارهای فناورانه	۰/۲۱
معیارهای پایداری ـ اقتصادی	۰/۳۱
معیارهای پایداری ـ اجتماعی	۰/۱۱
معیارهای پایداری ـ زیست‌محیطی	۰/۰۹
معیارهای سازمانی	۰/۱۶
معیارهای ریسک	۰/۱۵

ناسازگاری ماتریس‌های حاصل نیز ارزیابی شد که بیشترین ناسازگاری مربوط به دسته معیارهای سازمانی بود و مقداری برابر با ۰/۰۱۵ به‌دست آمد. با توجه به حد مجاز ناسازگاری که ۱۰ درصد تعریف می‌شود، مقادیر ناسازگاری حاصل برای میانگین حسابی پاسخ‌های پرسشنامه دوم کمتر از حد مجاز بود و نتایج در تمامی بخش‌ها تأیید شد.

جدول ۷. وزن و اهمیت زیر معیارها

زیر معیارهای فناورانه	وزن معیار	زیر معیارهای پایداری ـ اقتصادی	وزن معیار
ظرفیت رشد محصول	۱۸/۰	شدت رقابت و پویایی بازار	۰/۱۵
موقعیت فناوری و امکان حق‌امتیاز	۰/۰۹	نیاز بازار	۰/۲۵
هم‌افزایی با محصولات/ فرآیندها/ پروژه‌ها	۰/۱۴	سودآوری و NPV	۰/۳۲
نوآوری	۰/۱۳	زمان	۰/۱۰
پیشرفته‌بودن فناوری و ظرفیت پیشرفت	۰/۱۵	تأثیر بر بهره‌وری	۰/۰۹
میزان ارتباط فناوری با کسب‌وکار	۰/۲۱	هزینه	۰/۱۱
میزان دانش ایجادکننده	۰/۱۲	زیر معیارهای پایداری ـ زیست‌محیطی	وزن معیار
زیرمعیارهای پایداری ـ اجتماعی	وزن معیار		
تأثیر بر افراد جامعه (ایجاد منفعت)	۱/۰۰	سبزبودن و ملاحظات زیست‌محیطی	۰/۴۸
زیرمعیارهای سازمانی	وزن معیار	سیاست‌های فرادستی	۰/۵۲
هم‌خوانی با استراتژی‌ها	۰/۲۷	زیرمعیارهای ریسک	وزن معیار
قابلیت مجریان	۰/۲۳	فنی (احتمال موفقیت فناوری)	۰/۴۱
دردسترس‌بودن منابع	۰/۲۹	توسعه	۰/۲۰
کیفیت برنامه اجرا	۰/۲۱	تجاری	۰/۴۱

مرحله چهارم: توسعه مدل ریاضی چندهدفه برای انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه. با توجه به ماهیت معیارها و برای مدل ریاضی انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه، پنج هدف اصلی تعریف شد که قطعاً در یک راستا نخواهند بود. این اهداف عبارت‌اند از: سود حاصل از انتخاب و اجرای پروژه؛ ریسک موجود در انتخاب و به‌تبع آن اجرای پروژه؛ میزان پایداری حاصل از انتخاب و اجرای پروژه (اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی)؛ میزان سرمایه‌های فکری حاصل از انتخاب و اجرای پروژه (ارزش‌های سازمانی) و میزان هم‌راستایی استراتژیک حاصل از انتخاب و اجرای پروژه (ارزش‌های سازمانی).

جدول ۸. توابع هدف مدل ریاضی ارائه‌شده

≤Notation	Definition
Z_1	سود حاصل از انتخاب و اجرای پروژه
Z_2	میزان پایداری حاصل از انتخاب و اجرای پروژه در پورتفولیو (اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی)
Z_3	میزان سرمایه‌های فکری حاصل از انتخاب و اجرای پروژه در پورتفولیو (ارزش‌های سازمانی)
Z_4	ریسک موجود در انتخاب و به‌تبع آن اجرای پروژه
Z_5	میزان هم‌راستایی استراتژیک حاصل از انتخاب و اجرای پروژه در پورتفولیو (ارزش‌های سازمانی)

نمادهای مدل

نمادهای مدل ریاضی در جدول ۹، ارائه شده است.

جدول ۹. نمادهای مدل ریاضی ارائه‌شده

تعریف	نوع	نماد	دسته
متغیر صفر و یک برای تخصیص یا عدم‌تخصیص پروژه iام به سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه، با ماهیت j از نوع k در دوره t	متغیر صفر و یک	X_{ijkt}	متغیر تصمیم
عدد سه رقمی منحصربه‌فرد برای تعریف پروژه (شروع از ۰۰۱)	عدد صحیح	i	اندیس
مشخص‌کننده ماهیت پروژه (j=1: پروژه‌های بنیادی، j=2: پروژه کاربردی، j=3: پروژه‌های تجربه‌ای ـ توسعه‌ای)	عدد صحیح ۱، ۲ و ۳	j	اندیس
مشخص‌کننده نوع پروژه (k=1: پروژه‌های بهبود محصول، k=2: پروژه‌های توسعه محصولات جدید، k=3: پروژه‌های توسعه فناوری)	عدد صحیح ۱، ۲ و ۳	k	اندیس
عددی دو رقمی برای نشان‌دادن دوره‌ای که پروژه در سبد پروژه‌ها قرار گرفته است	عدد صحیح ۱ تا ۹۹	t	اندیس
ارزش خالص پروژه در دوره t	عدد صحیح	NPV_t	پارامتر
ریسک تجاری (بازار) و به معنای احتمال موفقیت در بازار و اجرایی‌شدن تولید محصول	عدد صحیح	r_m	پارامتر
وزن اختصاص‌داده‌شده به ریسک تجاری (بازار)	درصد	w_m	پارامتر
ریسک اجرا: ریسک مربوط به هزینه و زمان مدنظر برای توسعه	عدد صحیح	r_e	پارامتر

تعریف	نوع	نماد	دسته
محصول			
وزن اختصاص داده‌شده به ریسک اجرا	درصد	w_e	پارامتر
ریسک فنی: احتمال موفقیت فناوری به‌کاررفته	عدد صحیح	r_{te}	پارامتر
وزن اختصاص‌داده‌شده به ریسک فنی	درصد	w_{te}	پارامتر
پایداری اندازه‌گیری‌شده برای پروژه iام با ماهیت j از نوع k در دوره t	عدد صحیح	S_{ijkt}	پارامتر
سرمایه فکری حاصل از پروژه iام با ماهیت j از نوع k در دوره t	عدد صحیح	IC_{ijkt}	پارامتر
میزان هم‌راستایی سازمانی حاصل از پروژه iام با ماهیت j از نوع k در دوره t	عدد صحیح	O_{ijkt}	پارامتر
هزینه اجرای پروژه iام از سبد پروژه‌ها با ماهیت j از نوع k در دوره t	عدد صحیح	C_{ijkt}	پارامتر
حداکثر بودجه مدنظر در دوره t برای اختصاص به سبد پروژه‌ها	عدد صحیح	B_t	پارامتر
حداکثر تعداد پروژه‌های قابل‌پذیرش	عدد صحیح	N	پارامتر

توابع هدف مدل

Z_1: بیشینه‌کردن ارزش ریالی حال حاضر پروژه[1]: درصورتی‌که طول دوره‌ها کمتر از یک سال باشد می‌توان ارزش ریالی تمام دوره‌های یک سال را برابر در نظر گرفت.

$$Z_1 = Max \sum_{t=1}^{T} NPV_t X_{ijkt} \qquad (۱)$$

Z_2: بیشینه‌کردن پایداری حاصل از سبد پروژه: پایداری حاصل از معیارهای منتخب (در سه بُعد اقتصادی، اجتماعی و محیطی).

$$Z_2 = Max \sum_{t=1}^{T} S_{ijkt} X_{ijkt} \qquad (۲)$$

Z_3: بیشینه‌کردن سرمایه‌های فکری حاصل از سبد پروژه: سرمایه‌های فکری.

$$Z_3 = Max \sum_{t=1}^{T} IC_{ijkt} X_{ijkt} \qquad (۳)$$

1. Net Present Value (NPV)

Z_4: بیشینه‌کردن میزان هم‌راستایی پروژه‌ها با استراتژی‌های سازمان و به‌طورکلی تطابق با مسیر تعالی سازمان.

$$Z_4 = \text{Max} \sum_{t=1}^{T} O_{ijkt} X_{ijkt} \qquad (۴)$$

Z_5: کمینه‌کردن ریسک‌های پروژه‌های پژوهش و توسعه منتخب (ریسک مربوط به اجرا و ریسک‌های فنی و ریسک تجاری).

$$Z_5 = \text{Min} \sum_{t=1}^{T} w_m . r_{m+} w_e . r_{e+} w_{te} . r_{te} \qquad (۵)$$

تعیین مفروضات برای کاربردی‌کردن مدل. محدودیت‌ها و مفروضات زیر برای مدل در نظر گرفته شد:

ـ هر پروژه به میزان مشخصی منابع (انسانی، زمان، مالی) صرف می‌کند که در این پژوهش منابع مالی پروژه‌ها به‌عنوان منبع اصلی در مفروضات لحاظ می‌شود؛

ـ پروژه‌ها در t دوره و در یک افق برنامه‌ریزی به‌صورت پویا قابل‌برنامه‌ریزی هستند؛

ـ پروژه‌ها می‌توانند در دوره‌های مختلف با ارزش‌های متفاوت (از منظر هر ۵ هدف، ارزش ریالی حال حاضر پروژه، پایداری، ریسک، سازمان و سرمایه‌های فکری ایجادشده) اجرا شوند.

تعیین محدودیت‌های واقعی مدل. محدودیت‌های مدنظر برای اجرای واقعی مدل شامل موارد زیر است:

ـ برای تمامی شرکت‌ها منابع انسانی، زمان و منابع مالی محدود هستند و برای اجرای این مدل منابع مالی پروژه‌ها به‌عنوان منبع اصلی در محدودیت‌ها لحاظ می‌شود.

$$\sum_{k=1}^{3} \sum_{j=1}^{3} \sum_{i=1}^{n} C_{ijkt} X_{ijkt} \leq B_t \qquad \forall t \qquad (۶)$$

ـ سبد پروژه ظرفیت محدود دارد.

$$\sum_{k=1}^{3} \sum_{j=1}^{3} \sum_{i=1}^{n} X_{ijkt} \leq N \qquad (۷)$$

ـ انتخاب پروژه می‌تواند با توجه به استراتژی‌های کلان سازمان و نظرهای ذی‌نفعان صورت پذیرد.

$$X_{ijkt} = 1 \quad \text{for} \quad ij \in S \qquad (۸)$$
$$X_{ijkt} = 0 \quad \text{for} \quad ij \in S'$$

S نمایانگر مجموعه‌ای از پروژه‌ها است که بنا به تصمیم‌های مدیریت حتماً در این دوره باید اجرا شوند.

S نمایانگر مجموعه‌ای از پروژه‌ها است که بنا به تصمیم‌های مدیریت در این دوره نباید اجرا شوند.

ـ هر پروژه فقط یک بار اجرا می‌شود.

$$\sum_{t=1}^{T} X_{ijkt} \leq 1 \qquad (۹)$$

مرحله پنجم: حل مدل ریاضی انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه

تعیین روش محاسبه ارزش پروژه‌های پژوهش و توسعه. این بخش مهم‌ترین قسمت در راستای اطمینان از صحت مدل توسعه داده شده است و با توجه به اهمیت این موضوع، پرسش‌هایی برای حصول مقادیر هر معیار تهیه شد که افراد تصمیم‌گیرنده درباره انتخاب پورتفولیو برای هر یک از پروژه‌های قابل‌طرح، پرسشنامه مربوطه را تکمیل کردند و ارزش مربوط به هر پروژه از میانگین (موزون) پاسخ‌ها حاصل شد.

حل مدل ریاضی. مسئله انتخاب پورتفولیوی پروژه‌های پژوهش و توسعه با توجه به ماهیت از نوع NP Hard است [۳۹]. روش‌های حل متعددی برای حل مسائل چندهدفه و به‌طور خاص انتخاب پورتفولیو پیشنهاد شده است. برای مثال، قاسم‌زاده (۱۹۹۹) و مداگلیا (۲۰۰۸)، اهداف متفاوت را در قالب یک هدف با اختصاص وزن‌های مختلف برای نشان‌دادن میزان اهمیت‌های متفاوت بیان کردند و به حل مدل ریاضی تک‌هدفه پرداختند [۳۰،۳]. سانتاماریا و همکاران(۲۰۱۰) و بدری(۲۰۰۱) از تقدم و تأخر پیش‌فرض برای اهداف استفاده کردند و به روش برنامه‌ریزی آرمانی به حل مسئله پرداختند [۴، ۳۷]. گوتیار به بررسی انتخاب پورتفولیوی پروژه‌ها با هدف توسعه مهارت کارکنان پرداخت و در این راستا از الگوریتم‌های متاهیورستیک NSGAII[1] و PACO[2] برای حل مدل استفاده کرد [۱۹].

کوئلو و همکاران (۲۰۰۲) در کتاب «الگوریتم‌های توسعه‌ای برای مسائل چندهدفه» درباره مسئله انتخاب پورتفولیوی پروژه‌ها به استفاده از راه‌حل‌هایی نظیر الگوریتم‌های متاهیورستیک NSGA، SA[3]، TS[4]، GA[5] و برای حل مدل اشاره کرده‌اند. کارازو (۲۰۱۰) با بررسی جامعی از راه‌حل‌های موجود در مبانی نظری موضوع، ادعا کرده است که هیچ‌یک از رویکردها به دیگری

1. Nondominated sorting genetic algorithm
2. Pareto Ant Colony
3. Simulated anealing
4. Tabu Search
5. Hypervolume Measure

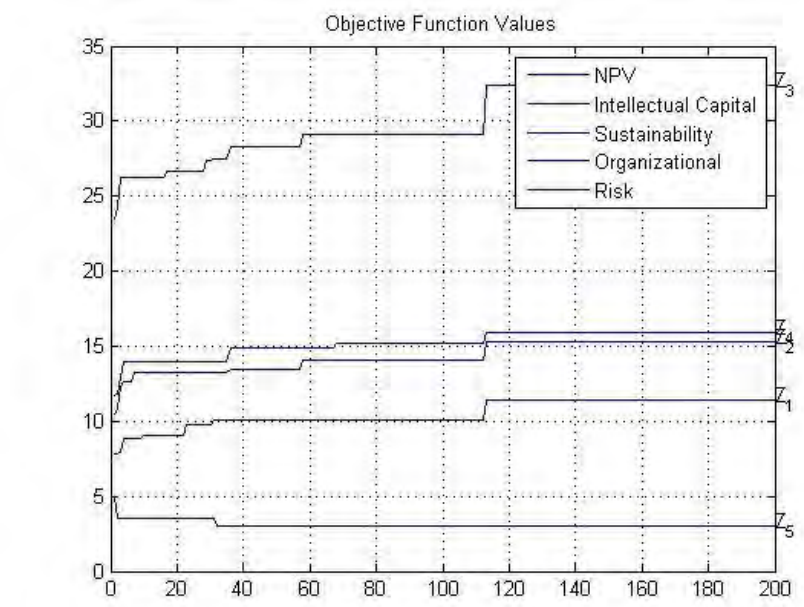
برتری خاصی ندارد و انتخاب هر رویکرد به‌طور خاص به اطلاعات موجود و دردسترس و همچنین استراتژی حل مسئله از جانب ذی‌نفعان بستگی دارد [۸]. با بررسی مطالعات مربوط به حل مسائل ریاضی چندهدفه به روش‌های متاهیورستیک و به‌طور خاص پژوهش میشرا (۲۰۱۲) [۳۱]، همچنین تأکید بر استفاده از الگوریتم‌های متاهیورستیک NSGAII با استناد به مطالعات گوتیار (۲۰۱۵) [۱۹] و بررسی شاخص‌هایی نظیر HV[1]، SP[2]، CO[3] برای مقایسه کیفیت جواب‌های الگوریتم NSGAII در مقایسه با PACO، در این پژوهش از روش NSLS که به‌نوعی روش اصلاح شده‌ای از روش NSGAII است، استفاده شد [۴۴].

ساختار اصلی روش حل مورداستفاده مبتنی بر الگوریتم NSGA-II بوده که NSGA-II نیز تعمیم الگوریتم ژنتیک در مسائل چندهدفه است. دو عملگر اصلی NSLS، «جست‌وجوی محلی[4]» و «دورترین کاندیدا[5]» است که اولی معادل عملگرهای «تقاطع[6]» و «جهش[7]» و دومی معادل عملگر «انتخاب[8]» در الگوریتم ژنتیک هستند. عملگر جست‌وجوی محلی که مبتنی بر مفاهیم الگوریتم‌های تکاملی تفاضلی[9] است، وظیفه یافتن جواب‌هایی در همسایگی جواب‌های نسل فعلی را بر عهده دارد که ضمن تلاش برای بهبود برازندگی آن نسل، پراکندگی جواب‌ها را نیز حفظ کند.

عملگر دورترین کاندیدا نیز وظیفه انتخاب جواب‌هایی از میان جواب‌های به‌دست‌آمده توسط عملگر جست‌وجوی محلی را بر عهده دارد که ضمن انتخاب جواب‌های مناسب‌تر، مانع از تجمع جواب‌ها در یک منطقه و هم‌گرایی سریع می‌شود که همین امر مانع از به‌دام‌افتادن الگوریتم در نقاط بهینه موضعی می‌شود. مدل با استفاده از مطالعات واقعی پروژه‌های یک بنگاه یکپارچه‌ساز سیستم‌های پیچیده معتبر در ایران حل شده و در انتها از میان ۴۵ پروژه موردبررسی، چندین پورتفوی بهینه نامغلوب پروژه‌ها ارائه شد. نکته مهم در خصوص پاسخ‌های ارائه‌شده این است که با توجه به محدودیت درنظرگرفته‌شده برای نمونه موردمطالعه (حداکثر تعداد ۱۹ پروژه در سبد باید وجود داشته باشد) تعداد ۲۲ پروژه دقیقاً در ۴ و یا ۵ پورتفوی از ۵ پورتفوی حاصل از مدل وجود دارد و طبیعی است که انتخاب بهترین پورتفو را در این مورد بسیار آسان می‌سازد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Hypervolume Measure
2. Spacing Measure
3. coverage measure
4. Local Search
5. Farthest candidate
6. Crossover
7. Mutation
8. Selection
9. Defferential Evolution

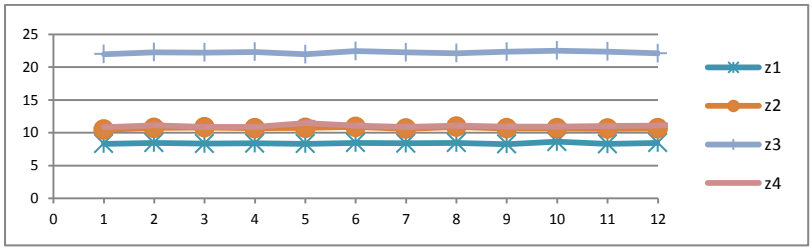


شکل ۳. مقادیر حاصل برای توابع هدف مدل پس از حل مدل با ۲۰۰ تکرار و با ۲۰۰ جمعیت

از طریق حل مدل با تعداد جمعیت و تکرار مختلف مشاهده شد با توجه به ماهیت صفر و یک بودن متغیر تصمیم، این دو پارامتر تأثیر چندانی در جواب‌های بهینه حاصل ندارد.

جدول ۱۰. حل‌های مختلف مدل با پارامترهای مختلف

روش حل	تعداد	تعداد تکرار	زمان (ثانیه)
۱	۱۰۰	۱۰۰	۶،۱۸۶۶۶۶۷
۲	۱۰۰	۱۲۵	۷،۹۵۲۵
۳	۱۰۰	۱۵۰	۱۰،۲۷۶
۴	۱۰۰	۱۷۵	۱۰،۹۵۶۶۶۷
۵	۱۰۰	۲۰۰	۱۴،۰۰۸
۶	۱۵۰	۱۰۰	۱۷،۸۰۳۳۳۳
۷	۱۵۰	۱۲۵	۲۴،۴۳۰۸۳۳
۸	۱۵۰	۱۵۰	۲۶،۳
۹	۱۵۰	۱۷۵	۳۲،۸۴۰۸۳۳
۱۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۶،۱۹۵۳۳۳
۱۱	۲۰۰	۱۰۰	۴۶،۹۵۹۵
۱۲	۲۰۰	۲۰۰	۹۱،۴۷۳۳۳۳



شکل ۴. مقادیر توابع هدف به‌ازای حل با پارامترهای مختلف

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در بسیاری از سازمان‌ها با وجود انتخاب یک پروژه پژوهش و توسعه و اجرای دقیق آن، نتایج مدنظر و ارزش‌های موردانتظار به‌دست نمی‌آید. علی‌رغم انجام مطالعات گوناگون در این زمینه تاکنون سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه اهدافی نظیر افزایش سرمایه‌های فکری و ابعاد پایداری و همچنین ریسک، به‌صورت هم‌زمان بررسی نشده‌اند؛ از طرف دیگر استفاده هم‌زمان از مدل‌های امتیازدهی و سایر پارامترهای مهم در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه، نظیر دانش و ریسک و ایجاد نوعی یکپارچگی در این پارامترها مواردی است که در مقاله‌های سال‌های اخیر به‌عنوان پژوهش‌های آتی و پیشنهادی از آن‌ها یاد شده است [۱۹، ۳۵]. در این راستا، در پژوهش حاضر، مدلی ریاضی با توجه به مبانی نظری این موضوع با هدف بهینه‌سازی مطلوبیت یک سبد پروژه پژوهش و توسعه ارائه شده و با روش حلی جدید در حوزه مسائل چندهدفه به حل آن پرداخته شد. سایر نتایج پژوهش حاضر به‌صورت زیر است:

ـ در حوزه پژوهش و توسعه در بسیاری از موارد و جنبه‌ها، نظیر اهمیت مسائل مالی پروژه‌ها (پایداری از بُعد اقتصادی)، ریسک موجود در پروژه‌ها، دانش و سرمایه‌های فکری حاصل از پروژه‌های این حوزه، ایران (نمونه موردمطالعه) به‌عنوان یک کشور درحال‌توسعه هم‌راستا با کشورهای توسعه‌یافته عمل می‌کند؛ اما مواردی نظیر برندینگ، انحصاری‌بودن و حق کپی‌رایت، مخاطرات اجتماعی، مسائل زیست‌محیطی و غیره در انتخاب پروژه‌ها و قرارگرفتن آن‌ها در پورتفولیوی پروژه‌های پژوهش و توسعه جایی ندارند و یا دارای اهمیت بسیار اندکی هستند.

ـ در انتخاب پورتفولیوی پروژه‌های پژوهش و توسعه، پروژه‌های دارای دستاوردهای دانشی بالا و یا دارای قدرت رهبری در یک فناوری و دانش خاص، در مقایسه با پروژه‌هایی که به تولید یک محصول و کاربردی منجر خواهند شد، اولویت بالاتری خواهند داشت.

ـ با توجه به مطالعات انجام‌شده، معیارهایی نظیر پرستیژ سازمانی و یا تحریم‌ها در انتخاب پورتفولیو پروژه‌ها در حوزه پژوهش و توسعه تأثیر ندارند.

ـ هم‌راستایی با استراتژی‌های کلان سازمان یکی از موارد مهم در انتخاب پورتفولیو در حوزه پژوهش و توسعه است؛ چراکه انجام فعالیت‌های پژوهش و توسعه اثربخش در سازمان‌هایی که با

محصولات بزرگ و پیچیده‌ای سروکار دارند، نیازمند پیروی از یک نقشه راه مشخص در این حوزه و هم‌راستایی با استراتژی‌های کلان آن سازمان است.

ـ با انجام تحیل حساسیت بر روی نتایج مدل، مشخص شد که با توجه به توزیع متوازنی که بین پرسش‌های پرسشنامه و معیارها وجود دارد، پاسخ متفاوت و یا اشتباه به یک پرسش تأثیری در پورتفولیوی انتخاب‌شده نخواهد داشت؛ به‌خصوص اینکه برای هر پروژه افراد مختلف در قالب نقش‌های متفاوتی در پروژه نسبت به تکمیل پرسشنامه اقدام می‌کنند.

ـ مدل ریاضی ارائه‌شده در زمان قابل‌قبولی مجموعه جواب‌هایی ارائه می‌کند که انتخاب بهترین پورتفو پروژه‌ها از میان آن‌ها به‌راحتی امکان‌پذیر است.

موارد زیر را می‌توان به‌عنوان پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی ذکر کرد:

ـ لحاظ‌کردن ابهامات در تمامی مراحلی که نظرهای خبرگان و کارشناسان دریافت می‌شود (شناسایی معیارها، وزن‌دهی به معیارها، نمره‌دهی) و کاهش ابهامات از طریق به‌کارگیری مجموعه‌های فازی؛

ـ تعریف حداقل‌هایی برای معیارهای پروژه‌ها که در صورت عدم‌تحقق، پروژه‌های وارد مرحله بررسی برای انتخاب در سبد نشوند؛ به‌عبارت‌دیگر تهیه پاسخی مناسب و مهندسی‌شده به این پرسش که چه زمانی باید پروژه‌های در حال اجرا را (حتی در برخی موارد درصورتی‌که بر اساس معیارهای مدیریت پروژه در وضعیت مناسبی هستند) متوقف ساخت و منابع اختصاص‌داده‌شده به آن‌ها را آزاد کرد و به پروژه‌های دیگر اختصاص داد؛

ـ استفاده از روش‌های فراابتکاری دیگر برای حل مدل ارائه‌شده.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

1. Abbassi, M., Ashrafi, M., & Tashnizi, E. S. (2014). Selecting balanced portfolios of R&D projects with interdependencies: A Cross-Entropy based methodology. *Technovation, 34(1),* 54-63.

2. Andrew Davies, I. M. (2014). Project complexity and systems integration: Constructing the London 2012 Olympics and Paralympics Games. *International Journal of Project Management, 32(5),* 773˚790.

3. Archer NP., G. F. (1999). An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management, 17(4),* 207-216.

4. Badri, M. A. (2001). A combined AHP˚GP model for quality control systems. *International Journal of Production Economics, 72(1),* 27-40.

5. Beaujon G., M. P. (2001). Balancing and Optimizing a Portfolio of R&D Projects. *John Wiley & Sons, Inc.*

6. Bhattacharyya, R., Kumar, P., & Kar, S. (2011). Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects. *Computers & Mathematics with Applications, 62(10),* 3857-3870.

7. Bland, J Martin; Altman, Douglas G;(1997). Statistics notes: Cronbach's alpha, *British Medical Journal Publishing Group.*

8. Carazo, A. F., Gómez, T., Molina, J., Hernández-Díaz, A. G., Guerrero, F. M., & Caballero, R. (2010). Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection. *Computers & operations research, 37(4),* 630-639.

9. Cheng, C. H., Liou, J. J., & Chiu, C. Y. (2017). A consistent fuzzy preference relations based ANP model for R&D project selection. *Sustainability, 9(8),* 1352.

10. Coldrick S., L. P. (2005). An R&D options selection model for investment decisions. *Technovation, 25,* 185-193.

11. Cooper, R. G. (1994). Third-Generation New Product Processes. *Journal of Production Innovation Management, 11(1),* 3-14.

12. Cooper, R. G. (1999). Portfolio Management for New Product Development. *Journal of Product Innovation Management,* 331-351.

13. Cooper, R. 2007.Winning Business in new product development: the critical success factors. *Research Technology Management, 50(3),* 52-66.

14. Debnath, A., Roy, J., Kar, S., Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J. (2017). A hybrid mcdm approach for strategic project portfolio selection of agro by-products. *Sustainability, 9(8),* 1302.

15. Englund, R. J. (1999). From Experience: linking Project to Strategy. *Production Innovation Management, 16(1),* 52-64.

16. Farsijani H., Fattahi M., Nowrouzi M., (2011). Project Portfolio Selection using PSO, *Industrial Management Perspective, 5(3),* 27-48 (In Persian).

17. Flyvbjerg, B. B. (2003). Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition. *Cambridge: Cambridge University Press,* 13-24.

18. Gareis, R. (2007). The Wiley Guide to Managing Projects. *John Wiley & Sons.*

19. Gutjahr, W. J. (2015). Project Portfolio Selection Under Skill Development. In J. Z. Christoph Schwindt. *Handbook on Project Management and Scheduling,* Vol 2, 729-750.

20. Hassanzadeh F., C. M. (2012). A practical R&D selection model using fuzzy pay-off method. *Int J Adv Manuf Technology, 58(1-4),* 227-236.

21. Heidenberger k., s. C. (1999). Research and development project selection and resource allocation a review of quantitative modelling approaches. *International Journal of Management Review*, *1(2)*, 197-224.

22. Henriksen A. D., T. A. (1999). A Practical R&D Project-Selection Scoring Tool. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *46(2)*, 158-170.

23. Hobday M. (2005). The Business of Projects Managing Innovation in Complex Products and Systems. *United States of America:Cambridge University Press*, 92-102.

24. Hobday, M. (2000). The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems? *Research Policy*, *29(7-8)*, 871-893.

25. Hwang, J. W. (2007). A Fuzzy Set Approach for R&D Portfolio Selection Using a Real Options Valuation Model. *Omega*, *35(3)*, 247-257.

26. Iamratanakul, S., Patanakul, P., & Milosevic, D. (2008, September). Project portfolio selection: From past to present. In Management of Innovation and Technology, 2008. *ICMIT 2008. 4th IEEE International Conference on*, 287-292.

27. Jolly, D. (2003). The Issue of Weightings in Technology Portfolio Management. *Technovation*, *23(5)*, 383-391.

28. Marr, B. and K. Moustaghfir (2005). Defining Intellectual Capital: A three-dimensional Approach, *Management Decision* ,*43(9)*, 1114-1128

29. Meade L. M., P. A. (2002). R&D Project Selection Using the Analytic Network Process. *Ieee Transactions On Engineering Management*, *49(1)*, 59-66.

30. Medaglia, A. L., Hueth, D., Mendieta, J. C., & Sefair, J. A. (2008). A multiobjective model for the selection and timing of public enterprise projects. *Socio-Economic Planning Sciences*, *42(1)*, 31-45.

31. Mishra, S. K. (2012). Robust and Constrained Portfolio Optimization using Multiobjective Evolutionary Algorithms. *Department of Electronics and Communication Engineering National Institute Of Technology, Rourkela*.

32. R. P. Mohanty,(2005).A fuzzy ANP-based approach to R&D project selection: A case study. *International Journal of Production Research*, 43(24), 5199-5216.

33. PMI. (2010). *Project Management Body of Knowledge*. Newton Square.

34. Rabieh M., Fadaei A. (2014). Fuzzy Robust Mathematical Model for Project Portfolio Selection and its Solving through Multi Objective Differential Evolutionary Algorithm, *Industrial Management Perspective*, *19(3)*, 65-90 (In Persian).

35. Rick Mitchell, R. P. (2014). Scoring Methods for Prioritizing and Selecting Innovation Projects. *Proceedings of PICMET '14: Infrastructure and Service Integration.*

36. Salemi Z., Naderi B.,Tavvakoli Moghadam R. (2012). R&D Portfolio Selection Using Goal Programingn in Automotive Industry), *Industrial Management Perspective*, *9(3)*, 147-167 (In Persian).

37. Santamaría L., B.-G. A. (2010). Public selection andfinancing of R&D cooperative projects: credit versus. *Research Policy*, 39(4), 549˚563.

38. Scott, W. L. (2011). Global Projects: Institutional and Political Challenges. *Cambridge: Cambridge University Press.*

39. Senay Solak, J.-P. B. (2010). Optimization of R&D project portfolios under endogenous uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 207(1), 420-433.

40. Turner, J. (2009). *The Handbook of Project-Based Management.* London: Mc-Graw Hill.

41. Turner, J. M. (2010). Leadership competency profiles of successful project managers. *International Journal of Project Management*, 28(5), 437-448.

42. Wacker, J. (1998). A definition of theory: Research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management, 16(4),* 361-385

43. Yu, O. S. (2006). Technology Portfolio Planning and Management. *Star Strastegy Group Los Altas*.

44. Wenhua Zeng, B C (2015). A New Local Search-Based Multiobjective Optimization Algorithm. *Ieee Transactions On Evolutionary Computation, 19(1),* 50-73.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی