

روش‌های انتخاب سبد پروژه با تاکید بر پروژه‌های توسعه فناوری عباس فدایی^۲، مسعود ربیعه^۱

چکیده

یکی از مسائل مهم در مبحث مدیریت پروژه، انتخاب مناسب سبد پروژه است. مسئله انتخاب پروژه و فعالیت‌های وابسته به آن، یکی از فعالیت‌های مهم در بسیاری از سازمان‌ها، به ویژه در شرکت‌های پروژه محور جهت تخصیص صحیح منابع است. سازمان‌های فناوری محور در محیطی پویا فعالیت می‌کنند و برای ادامه حیات خود، مجبور به توسعه فناوری و معرفی محصولات یا خدمات جدید می‌باشند. این فعالیت‌ها در قالب پروژه صورت می‌پذیرد. اگرچه تا به امروز مدیران سازمان‌ها روش‌های بسیاری جهت انتخاب پروژه‌ها، انتخاب سیستم‌های طراحی، فناوری‌های جدید و سایر مسائل بکار گرفته‌اند، اما وجود عوامل مختلف و تأثیرگذار مانند محدودیت منابع، عدم اطمینان و وابستگی میان پروژه‌ها از یک طرف و تعداد پروژه‌ها از سوی دیگر باعث شده است، روند انتخاب سبد پروژه در سال‌های اخیر به شکل سیستماتیک و منظم‌تری پیگیری شود. در این تحقیق در ابتدا مروری بر تحقیقات پیشین در زمینه انتخاب سبد پروژه توسعه فناوری می‌شود و در ادامه روش‌های انتخاب سبد پروژه بررسی می‌گردد. سپس یک طبقه‌بندی از روش‌های انتخاب سبد پروژه ارائه و بطور مختصر در مورد هرکدام از روش‌ها توضیحاتی ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: انتخاب سبد پروژه، پروژه‌های توسعه فناوری، روش‌های انتخاب سبد پروژه

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۴/۲۲، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۶/۱۱

۱ کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی گرایش تحقیق در عملیات دانشگاه شهید بهشتی تهران .

۲ استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه شهید بهشتی. (نویسنده مسئول) (M_Rabieh@sbu.ac.ir)

۱- مقدمه

فناوری، نماد دانش در توسعه صنعتی و اصلی‌ترین منبع افزایش رقابت‌پذیری بنگاه‌ها و در نتیجه رقابت‌پذیری کل اقتصاد کشور است. لذا توسعه صنعتی بر مبنای فناوری راهبرد اصلی در نیل به رتبه‌های برتر اقتصادی منطقه و جهان است. فناوری یک عامل تعیین کننده ساختار صنعتی است. بنابراین سوددهی شرکت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (یان و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به اینکه رقابت اصلی در بازارهای جهانی توسط بنگاه‌ها صورت می‌پذیرد، لذا می‌بایست در راستای جهت افزایش توان رقابتی در بنگاه‌ها حرکت نمود. کمک به ارتقاء توان فناوری بنگاه‌ها از اصلی‌ترین سیاست‌های مرکز صنایع نوین کشور در این مسیر محسوب می‌شود. (طباطبایان و غریبی، ۱۳۸۸).

انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری جهت توسعه فناوری در همه سازمان‌ها به خصوص در سازمان‌های با فناوری پیشرفته در سال‌های اخیر به منظور توسعه محصولات، کمک به افزایش جذابیت بازار، افزایش مزیت رقابتی و پیشگامی بازار مورد توجه قرار گرفته است (کارپنتر و پترسون، ۲۰۰۲). با توجه به حجم بالایی از پروژه‌های سرمایه‌گذاری جهت توسعه فناوری در این نوع سازمان‌ها، نیاز به روشی مناسب برای مدیریت آنها مشاهده می‌گردد. (کیرچوف و همکاران، ۲۰۰۱).

با افزایش رقابت و محدودیت منابع سازمان‌ها انتخاب پروژه مناسب که بتواند سود و مطلوبیت را افزایش و با منابع سازمان هماهنگی داشته باشد، به امری ضروری مبدل گشته است و انتخاب نامناسب پروژه منجر به تأثیرات منفی بر سازمان می‌شود. یکی از تکنیک‌های جدید در زمینه مدیریت پروژه، انتخاب سید پروژه می‌باشد. انتخاب مناسب سید پروژه موجب می‌گردد تا منابع محدود سازمان در راستای اهداف استراتژیک مصرف ریسک به حداقل برسد. (روپک و پنچاک، ۲۰۱۱).

انتخاب سید پروژه، به علت وجود عدم اطمینان در پروژه‌ها، تغییرات مستمر بازار، فناوری، وابستگی و محدودیت منابع، فرآیندی پیچیده محسوب می‌شود. بررسی‌ها در زمینه انتخاب سید پروژه توسعه فناوری نشان می‌دهد، سازمان‌ها و شرکت‌های فناوری محور در کشور با چالش عدم وجود یک چارچوب یکپارچه برای انتخاب سید روبرو هستند و این چالش به عنوان مسئله تحقیق در نظر گرفته شده است. (طباطبایان و غریبی، ۱۳۸۸؛ کیال و مدرس، ۱۳۹۱ و شیرخانی و همکاران، ۱۳۹۳). هدف این تحقیق ارائه انواع روش‌های انتخاب سید پروژه با توجه به محدودیت‌های منابع، معیارهای چندگانه و عدم اطمینان موجود در پروژه‌ها به منظور کمک به سازمان‌ها و شرکت‌ها می‌باشد.

ساختار این مقاله به این صورت است که در ابتدا پیشینه انتخاب سبد پروژه توسعه فناوری مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس روش‌های انتخاب سبد پروژه و مقایسه این روش‌ها به صورت تفصیلی توضیح داده می‌شود و در پایان نتیجه گیری ارائه خواهد شد.

۲- پیشینه تحقیق انتخاب سبد پروژه

انتخاب سبد پروژه در توسعه فناوری یک فرایند تصمیم‌گیری استراتژیک محسوب می‌شود. تئوری طراحی سبد توسط مارکویتز در سال ۱۹۵۲ مطرح شد و عقیده داشت سرمایه‌گذاری بر روی سبدهای از پروژه‌های توسعه فناوری با ریسکی تقریباً کم، نسبت به سرمایه‌گذاری تنها بر روی یک پروژه، محسوب می‌شود. در جدول شماره ۱ اندک تحقیقات انجام شده در این زمینه به صورت مختصر آورده شده است.

جدول ۱- پیشینه تحقیق در زمینه انتخاب سبد پروژه های توسعه فناوری

نویسنده	سال	موضوع مقاله	توضیحات
دریاکو همکاران	۲۰۰۵	تاثیر مدیریت سبد پروژه برای پروژه‌های فناوری اطلاعات	در این تحقیق با مرور مطالعات پیشین، فرآیندهای مدیریت سبد پروژه فناوری اطلاعات مورد بررسی قرار می‌گیرد سپس فرآیند پیشنهادی تحقیق جهت انتخاب سبد پروژه فناوری اطلاعات در یک مورد مطالعه واقعی ارائه می‌گردد.
کومار و شارلوت	۲۰۱۰	مدیریت سبد فناوری اطلاعات: بررسی پیشینه و روش‌های انتخاب	در این تحقیق معیارهای ارزیابی پروژه‌های فناوری اطلاعات (IT) مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس چند روش انتخاب سبد پروژه مرور می‌گردد.
باردهان و همکاران	۲۰۱۴	الویت‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات جهت ایجاد سبد	در این تحقیق معیارهای ارزیابی پروژه های IT مورد بررسی قرار گرفته و سپس با استفاده از روش اختیارات حقیقی پروژه‌های یک مثال واقعی ارزیابی شده است.
ولش	۲۰۱۵	مدیریت سبد پروژه برای تجاری سازی فناوری‌های پیشرفته	این تحقیق مروری بر تحقیقات پیشین در زمینه معیارهای انتخاب پروژه توسعه تکنولوژی دارد. همچنین نشان می‌دهد که کدام معیارها اعم از مالی یا غیر مالی برای انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه بیشتر مورد توجه است.

همچنین در جدول شماره ۲ معیارهایی انتخابی در مطالعات پیشین انتخاب پروژه توسعه فناوری مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این جدول هر تحقیق با توجه به ماهیت مسئله تحقیق، معیارهایی اعم از کمی یا کیفی را در نظر گرفته است.

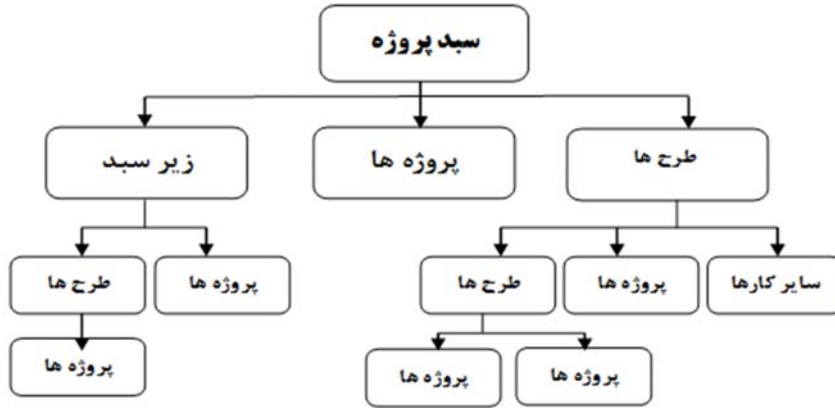
جدول ۲- معیارهای انتخاب پروژه های توسعه فناوری (منبع: ولش، ۲۰۱۵)

معیارهای اندازه گیری شده	سال	نویسنده	معیارهای اندازه گیری شده	سال	نویسنده
میزان استفاده فناوری	۱۹۹۱	موره	دارایی های فناوریک	۱۹۸۰	فرهمان
پیشرفت رقابت	۱۹۹۴	چستر	ثبت اختراعات	۱۹۸۰	سودر و چاکاربارتی
منابع فناوریک	۱۹۹۶	هندرسون و همکاران	حساسیت تحقیق و توسعه صنعت	۱۹۸۱	بیتندو و فرهمان
			مهارت های فناوریک	۱۹۸۶	فاستر

با توجه به پیشینه تحقیق انتخاب سبد پروژه توسعه فناوری، شکاف اصلی تحقیقات، عدم ارائه جامع روش های انتخاب سبد پروژه و همچنین عدم مقایسه روش های انتخاب سبد پروژه می باشد به طوری که سازمان ها و شرکت ها با توجه به ماهیت مسئله خود بهترین روش را انتخاب می کنند. نوآوری این تحقیق، ارائه جامع انواع روش های انتخاب سبد پروژه و مقایسه آنها محسوب می شود.

۳- سبد پروژه

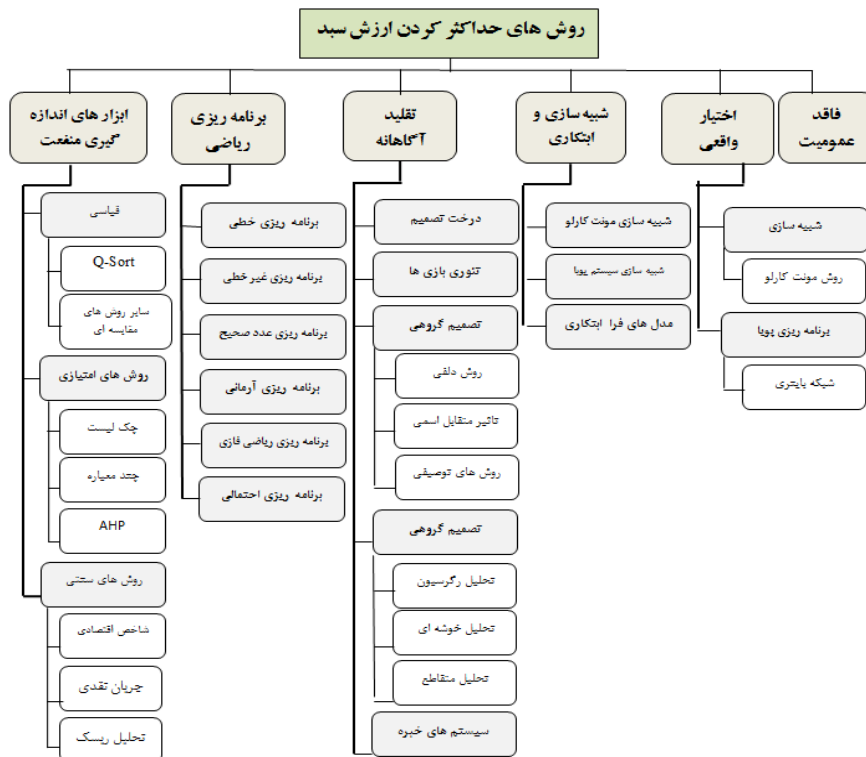
یک سبد پروژه عبارت است از مجموعه ای مناسب از پروژه ها که به منظور تحقق اهداف کوتاه مدت و بلندمدت کسب و کار ایجاد می گردد. به عبارت دیگر یک سبد پروژه عبارت است از تخصیص منابع محدود، میان مجموعه ای از پروژه ها به صورتی که اهداف سازمانی برآورده شود. هدف از انتخاب سبد پروژه، تخصیص مجموعه ای منابع محدود به پروژه های مختلف به گونه ای که ریسک، بازده و هم راستایی با استراتژی های کلی سازمان متوازن یا همسو باشد. (مور، ۲۰۱۰). شاید بتوان معروف ترین تعریف از سبد پروژه را در کتاب مؤسسه مدیریت پروژه با عنوان «استانداردهای مدیریت سبد پروژه» بیان نمود. بر اساس تعریف این مؤسسه، سبد پروژه مجموعه ای از پروژه ها (تلاش های موقت جهت تولید محصول، خدمات و یا نتیجه را پروژه گویند) یا طرح ها (گروهی از پروژه ها) و یا زیر سبد است بطوریکه با سبد پروژه، مدیریت مؤثر کارها و فعالیت ها آسان تر شده و رسیدن به اهداف استراتژیک با سرعت بیشتری محقق می گردد. اجزای سبد در شکل ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱: اجزای تشکیل دهنده سبد پروژه (سازمان بین المللی سبد پروژه، ۲۰۱۳)

۴- روشهای انتخاب سبد پروژه

در ادبیات انتخاب سبد پروژه طبقه‌بندی‌های 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؛ هدینبرگ و استومر، ۱۹۹۹ و اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸) را می‌توان دید. هدینبرگ و استومر (۱۹۹۹) روش‌های انتخاب پروژه را به شش طبقه تقسیم‌بندی نموده است: ابزارهای اندازه‌گیری منفعت، روش‌های مدل‌سازی شناختی، تئوری بازی و تصمیم، شبیه‌سازی، رویکردهای ابتکاری و فرا ابتکاری و برنامه‌ریزی ریاضی تقسیم‌بندی شده است. اماراتاناکول و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی با عنوان «انتخاب سبد پروژه: از گذشته تا حال» اقدام به تقسیم‌بندی روش‌های انتخاب سبد پروژه کرده‌اند. در شکل ۲ روش‌های انتخاب سبد پروژه نشان داده می‌شود.



شکل ۲- روش های انتخاب سبد پروژه

۱-۴- ابزارهای اندازه گیری منفعت:

ابزارهای اندازه گیری منفعت به هر پروژه که در فرآیند انتخاب به عنوان یک کاندید مطرح است یک درجه ارجحیت تخصیص می دهد. پروژه های با درجه ارجحیت بالاتر به ترتیب و به صورت متوالی به سبد اضافه می شوند تا زمانی که محدودیت های مسأله (مانند بودجه) نقض نگردند. سبد پروژه حاصله را می توان به عنوان ورودی برای روش های پیشرفته تر انتخاب سبد پروژه مانند رویکردهای ابتکاری و شبیه سازی که به جواب اولیه نیاز دارند در نظر گرفت. روش های موجود در این طبقه به زیر دسته های ۱. مدل های قیاسی ۲. مدل های امتیازی ۳. مدل های اقتصادی سنتی تقسیم بندی می شود.

مدل های قیاسی: در مدل های قیاسی جهت ارزیابی یک گروه از پروژه ها، هر پروژه کاندید با یک پروژه یا با زیر مجموعه ای از پروژه های دیگر مقایسه می شود. این مدل وابسته به نظر ارزیابی گروهی پروژه ها است که در آن یک پروژه با دیگر پروژه ها مقایسه می شود. یکی از مزایای مهم این مدلها این است که آنها م توانند تخمین ها یا اظهار نظرهای ذهنی را در

فرآیند انتخاب دخیل نمایند. علاوه بر این، از آنجاکه قبل از اولویت بندی نهایی پروژهها مقایسات فراوانی بین آنها صورت می‌گیرد خطاها تأثیر چندانی بر نتیجه نهایی تأثیر نخواهد داشت. مهمترین اشکال این مدلها در این است که مزیت اندازه‌گیری شده برای هر پروژه تنها در ارتباط با سایر پروژههای کاندید تعبیر می‌شود و به تنهایی مفهوم خاصی ندارد. علاوه بر این اگر یک پروژه کاندید به مجموعه اضافه یا از آن حذف شود کل فرآیند مقایسه می‌بایست مجدداً تکرار شود. (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸).

روش های امتیازی: در مدل‌های امتیازی تعدادی معیار برای انتخاب پروژه در نظر گرفته می‌شود که از آنها برای تعیین درجه ارجحیت پروژهها استفاده می‌شود. تصمیم‌گیرندگانی که درگیر فرآیند انتخاب هستند، می‌بایست میزان شایستگی هر پروژه را در هر معیار تعیین کنند. هر معیار به شکل مناسبی وزن دهی می‌شود تا اهمیت نسبی آنها با هم در نظر گرفته شود. در پایان امتیازهای نهایی هر کدام از پروژهها معمولاً از طریق عملیات جمع یا ضرب تعیین شده و بر اساس آنها، پروژهها برای انتخاب، رتبه‌بندی می‌شوند (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). کوپر و همکاران در سال ۲۰۰۱ چندین نمونه از کاربرد روش امتیازی در صنایع مختلف راه آورده‌اند.

- چک لیست: در مدل‌های چک لیست ابتدا برآورده سازی الزامات تعریف شده توسط هر کدام از پروژهها بررسی شده و سپس نتایج آنها با هم جمع می‌شود تا یک امتیاز نهایی حاصل گردد. در این مدلها به صورت ضمنی فرض می‌شود که تمام معیارها دارای وزن یکسانند. ضعف اصلی مدل‌های چک لیست در این است که آنها وزن معیارها و همچنین طیف‌بندی در امتیاز پروژهها را در نظر نمی‌گیرند (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). تحقیق سودر و مانکوویچ ۱۹۸۶ نمونه‌ای از کاربردهای مدل چک لیست در انتخاب پروژههای تحقیق و توسعه است.
- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): روش تحلیل سلسله مراتبی توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ به عنوان روش چند معیاره معرفی شد و طی زمان کوتاهی کاربرهای وسیعی پیدا کرد. در مبحث انتخاب پروژه، روش مذکور این امکان را برای تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌سازد که یک ارزشیابی چند پروژههای پیچیده را در قالب یک سلسله مراتب انجام دهند. در تحلیل سلسله مراتبی، پروژههای کاندید در پایین ترین سطح سلسله مراتب و انواع معیارهای کیفی و کمی در سطوح بالاتر آنها قرار می‌گیرند. در هر سطح، ارزیابی اهمیت نسبی هر گزینه به سایر گزینه‌های هم سطح آنها با توجه به هدفی که در مرحله بالای آنها قرار دارد صورت می‌گیرد. تعیین اوزان یا اهمیتها در هر سطح از طریق انجام مقایسات زوجی صورت می‌گیرد. این فرآیند سطر به سطر انجام می‌شود تا اینکه

در نهایت رتبه‌بندی پروژه‌ها مشخص شود. یکی از معایب اصلی تحلیل سلسله مراتبی این است که با افزایش تعداد معیارهای ارزیابی، تعداد مقایسات زوجی مورد نیاز به سرعت افزایش می‌یابد و این امر ممکن است منجر به خستگی تصمیم گیرنده شده و فرآیند اولویت بندی را تحت تأثیر قرار دهد (خرم شاهگل و همکاران، ۱۹۸۸). AHP کاربردهای فراوانی در انتخاب سید پروژه دارد مانند نمونه‌هایی از جمله: گیر و همکاران (۱۹۸۲)؛ خرم شاهگل و همکاران (۱۹۸۸)؛ ریسه و همکاران (۱۹۹۱)؛ ساه و همکاران (۲۰۰۶)؛ رحمانی و همکاران (۲۰۱۲) و سلامی و همکاران (۱۳۹۲) می‌توان اشاره نمود.

روش‌های سنتی: مدل‌های امتیازدهی سنتی از طریق امتیازدهی چند مقدره گزینه‌ها و با در نظر گرفتن وزن برای معیارها توانسته برخی ضعف‌های مدل‌های چک لیست را جبران نمایند. مدل امتیازدهی سنتی در شرایطی که داده‌های مورد نیاز و یا پیچیدگی سایر ابزارهای پیشرفته تصمیم‌گیری در عمل توجیه پذیر نباشد می‌تواند به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری کارآمد در نظر گرفته شود. برخی از مدل‌های امتیازی سنتی پروژه‌های تحقیق و توسعه را می‌توان در مدل‌های المزدی و قوسن (۱۹۹۷)؛ سفاریم و سزاکونی (۱۹۸۴) و توماس (۱۹۸۵) مشاهده نمود.

۲-۴- مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی

مدل‌های برنامه‌ریزی خطی: برنامه‌ریزی خطی به‌عنوان یک ابزار کمی اصلی انتخاب سید استفاده می‌گردد. برنامه‌ریزی ریاضی به دنبال بیشینه‌سازی منفعت مورد انتظار سید پروژه با توجه به میزان منابع در دسترس است. (در برنامه‌ریزی خطی فرض بر این است که اندازه پروژه به شکل نامحدود قابل تقسیم و منافع و مصرف منابع تابع خطی از اندازه پروژه است، عدم قطعیت پارامترها توسط میانگین انتظاری مقادیر مدل شده و هیچ نوع وابستگی بین پروژه‌های تحقیق و توسعه وجود ندارد) (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). برنامه‌ریزی خطی به عنوان ابزار اصلی برنامه‌ریزی ریاضی به دنبال بیشینه‌سازی منفعت مورد انتظار سید پروژه (با توجه به میزان منابع) در دسترس است. (جکسون ۱۹۸۳؛ ستله، ۱۹۸۵)

مدل‌های برنامه‌ریزی غیرخطی: مدل‌های غیرخطی زمانی استفاده می‌شوند که از تابع هدف و محدودیت‌ها دست کم یکی دارای طبیعت غیرخطی باشد. گاهی مدل‌های غیرخطی را می‌توان به مدل خطی تبدیل کرد و سپس حل نمود. در غیر این صورت می‌بایست از تکنیک‌های ریاضی مناسب مدل را به‌صورت تحلیلی و یا با استفاده از رویکردهای ابتکاری و فرا ابتکاری حل کرد. به عنوان مثال می‌توان تعدیل سود و ریسک را به عنوان یک مدل غیرخطی در نظر گرفت.

فرض کنید: با توجه به مدل ۱ بودجه‌ای (B) به N پروژه تعلق می‌گیرد. مقدار بودجه و سود هر پروژه برای هر پروژه t به ترتیب برابر است با y_i و $f_i(y_i)$. بودجه اختصاصی شامل دو جزء

بودجه بازنگری شده x_i بودجه بازنگری نشده W_i است. ریسک پروژه نیز $v_i x_i^2$ است. هزینه هر پروژه نیز C_i است. مدل به شرح زیر می‌باشد (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸).

$$\begin{aligned} & \max \sum_{i=1}^N f_i(y_i) - K \sum_{i=1}^N V_i(x_i^2) \\ & \sum_{i=1}^N y_i - C_i W_i \leq B \\ & y_i = x_i + W_i \\ & y_i, x_i \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

دیکسون و همکاران (۲۰۰۱)؛ جسو و همکاران (۲۰۰۷، ۲۰۰۸) و باهاتاچاریا و همکاران (۲۰۱۱) نمونه‌ای از کاربرد برنامه‌ریزی غیر خطی در انتخاب سبد پروژه است.

مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح: مدل‌های عدد صحیح زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که بعضی از متغیرهای مسئله به صورت عدد صحیح عمومی یا عدد صحیح صفر و یک باشند. با استفاده از متغیرهای عدد صحیح قادر خواهد بود شرایطی از قبیل زمان‌بندی فعالیت‌های انجام پروژه، شرطی بودن پروژه‌ها (مثلاً الزام اجرای پروژه خاص، انجام پروژه‌های موازی و عدم اجرای پروژه‌های ناسازگار) و تعامل بین پروژه‌ها (مانند منابع مشترک، به اشتراک‌گذاری فناوری‌ها، موضوعات استراتژیک) را به مدل تبدیل کند.

فرض کنید با توجه به مدل ۲ در این مدل x_{zt} متغیرهای تصمیم مدل هستند (Z اندیس دوره زمانی و J اندیس هر پروژه)؛ و به ازای هر t یک محدودیت دارد. متغیرهای تصمیم مدل از نوع صفر-یک هستند. اگر به متغیر تصمیم عدد یک تعلق گرفت بدین معنا است که پروژه J ام در دوره زمانی Z انتخاب شده و در غیر این صورت پروژه J ام در دوره زمانی Z انتخاب نمی‌شود. (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸).

$$\begin{aligned} & \max(\min) Z = f(x_{jt}) \quad \forall k \\ & S. t: \sum_{j=1}^m g_i(x_{jt}) \leq b_i \quad \forall i, t \\ & x_{jt} \in [0, 1] \end{aligned} \quad (2)$$

آرچر و قاسم زاده (۱۹۹۹)؛ قاسم زاده و آرچر (۲۰۰۰)؛ سانچز و همکاران (۲۰۰۸)؛ قربانی و همکاران (۲۰۰۹)؛ پتیت و هوبز (۲۰۱۰)؛ قپانچی و همکاران (۲۰۱۲)؛ ربانی و همکاران (۲۰۱۲)؛ خلیلی دامغانی و همکاران (۲۰۱۲)؛ عباسیان جهرمی و رجائی (۲۰۱۲)؛ توانا و همکاران (۲۰۱۳)؛ خلیلی دامغانی و همکاران (۲۰۱۳)؛ حسن‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)؛ ویکی یوما و همکاران (۲۰۱۴) نمونه از برنامه‌ریزی عدد صحیح جهت انتخاب سبد پروژه است.

مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی: برنامه‌ریزی آرمانی به عنوان ابزاری مناسب جهت تصمیم‌گیری در شرایط چند هدف تلاش می‌کند تا هر کدام از اهداف را تا حد امکان به آرمان آن نزدیک نماید. برنامه‌ریزی آرمانی ممکن است در هر بخش از مدل روابط خطی یا غیرخطی و متغیرهای عمومی یا دارای عدد صحیح باشد. در این رویکرد، تصمیم‌گیرنده می‌تواند در مورد اهداف از طریق تخصیص اوزان عددی به هر کدام از توابع هدف مدل‌سازی نماید. (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). قربانی و همکاران (۲۰۰۹)؛ قحطرانی و همکاران (۲۰۱۳) و سلامی و همکاران (۱۳۹۲) نمونه‌ای از کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی جهت تعیین سبد پروژه است.

برنامه‌ریزی پویا: برنامه‌ریزی پویا یک تکنیک بازگشتی برای حل مسایل پیچیده است که از طریق شکستن مسئله به مجموعه‌ای از تصمیمات متوالی ساده تر به حل آن‌ها اقدام می‌کند. در برنامه‌ریزی پویا معمولاً بیش از یک محدودیت منبع مانند کل بودجه را نمی‌توان در نظر گرفت. این امر به سبب پیچیدگی‌های محاسباتی است که ممکن است در اثر استفاده از این تکنیک پیچیده بوجود آید (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). برای مشاهده نمونه‌هایی از کاربرد این تکنیک در حوزه تحقیق و توسعه به هس (۱۹۶۲) و اسپچمیت (۱۹۹۳) مراجعه شود.

برنامه‌ریزی احتمالی: در مدل‌های احتمالی فرض بر این است که داده‌های غیرقطعی از یک توزیع احتمالی پیروی می‌کنند. بیشتر مدل‌های احتمالی از برنامه‌ریزی با قیود تصادفی استفاده می‌کنند که در آن محدودیت‌های منابع به جای یک عدد قطعی به صورت یک متغیر تصادفی در نظر گرفته می‌شوند (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). برای مشاهده مثال‌هایی از کاربرد برنامه‌ریزی احتمالی در حوزه تحقیق و توسعه الن (۱۹۹۱) اسپچمیت و گروسن (۲۰۰۴) مراجعه شود.

برنامه‌ریزی فازی: اگر چه مدل‌های احتمالی بهتر از مدل‌های قطعی می‌توانند انتخاب سبد را مدل‌سازی کنند اما در شرایطی که داده‌های آماری مورد نیاز برای تولید توابع توزیع احتمال وجود نداشته باشد استفاده از آن‌ها مفید نخواهد بود. ایجاد تابع توزیع احتمال برای صفاتی از پروژه از قبیل منافع، هزینه‌ها، مصرف منابع و تعامل با سایر پروژه‌ها تقریباً ناممکن است. تئوری مجموعه‌های فازی از ابزارهای ریاضی است که برای مدل‌سازی اطلاعات نادقیق در چنین محیط‌هایی توسعه یافته است. استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی می‌توان چارچوبی برای مدل‌سازی پارامترهای غیرقطعی پروژه در شرایطی که دقت اطلاعات موجود پایین بوده و یا داده‌های آماری در دسترس نیست ایجاد کرد (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). خلیلی دامغانی و همکاران (۲۰۱۲)؛ توانا و همکاران (۲۰۱۳)؛ خلیلی دامغانی و همکاران (۲۰۱۳) نمونه‌ای از برنامه‌ریزی ریاضی فازی جهت انتخاب سبد است. جدول ۳ خلاصه‌ای از تحقیقات پیشین است که از مدل ریاضی استفاده شده است:

جدول ۳- بررسی مدل‌های ریاضی سبد پروژه در تحقیقات پیشین مرتبط

روش حل	اهداف مورد نظر	چند هدفه		قطعییت					مدل ریاضی		تحقیق
		چند هدفه	عدد صحیح	استوار	احتمالی	فازی	قطعی	خطی	غیر خطی		
الگوریتم فراابتکاری	حداقل سرمایه و حداکثر سود	بله	بله					✓		✓	هوو و همکاران، ۲۰۰۸
الگوریتم Trailroad	حداقل هزینه	خیر	بله	✓	✓					✓	جسو و همکاران، ۲۰۰۷
نرم افزار Lingo با استفاده از برنامه ریزی آرمانی	حداقل سرمایه، حداکثر سود و حداقل ریسک زمان	بله	بله					✓		✓	ربانی و همکاران، ۲۰۱۲
الگوریتم ژنتیک	هزینه ریسک	بله	خیر					✓		✓	بها تاجاریا، ۲۰۱۱
الگوریتم افسیلوم محدودیت کارآمد	حداقل هزینه حداکثر سود	بله	بله					✓		✓	خلیلی دامغانی و همکاران، ۲۰۱۳
الگوریتم ژنتیک با مرتب سازی غیر مغلوب	حداقل هزینه حداقل زمان حداکثر سود	بله	بله					✓		✓	توانا و همکاران، ۲۰۱۳
روش تایجیف	حداقل هزینه، حداقل ریسک و حداقل هزینه متفرقه	بله	بله	✓						✓	حسن زاده و همکاران، ۲۰۱۴

۳-۴- روش های تقلید آگاهانه:

درخت تصمیم: درخت تصمیم یکی از اصلی ترین ابزارهای تئوری تصمیم است. در حوزه سبد پروژه، درخت تصمیم یک پروژه به صورت تسلسلی از تصمیمات است که در طول زمان و اغلب تحت شرایط عدم قطعیت مورد ارزیابی قرار می گیرد. یک درخت تصمیم بر اساس دو نوع گره ساخته می شود: گره سنتی رویداد تصادفی گره تصمیم گیری. با استفاده از این رویکرد هر پروژه کاندید در فرآیند انتخاب سبد پروژه به شکل یک درخت تصمیم مدلسازی می شود

(اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). هس (۱۹۹۳) و ستونبراکر و همکاران (۱۹۹۷) نمونه‌ای از تحقیقاتی است که از درخت تصمیم در انتخاب سبد پروژه استفاده شده است. **تئوری بازی‌ها:** رویکردهای مبتنی بر تئوری بازی در آنجا که لازم است رقیبان به صورت صریح در تصمیمات لحاظ گردند به فرمول‌سازی (نظام‌مند شدن) استراتژی‌های سبد کمک می‌کنند. از آنجا که فاصله قابل توجهی بین پیچیدگی دنیای واقعی و دنیای نظری وجود دارد، فرضیات ساده کننده فراوانی لازم است تا بتوان این مدل‌ها را به صورت تحلیلی حل نمود. در حوزه تحقیق و توسعه، بیشتر مدل‌های تئوری بازی محدود به دو رقیب در رقابت برای ثبت مالکیت معنوی در دو مرحله رقابت متوالی است و این در حالی است که مرحله دوم تنها می‌تواند پس از خاتمه موفقیت آمیز مرحله اول آغاز گردد (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). گروور (۱۹۹۱) و پارک و چانگ (۱۹۹۱) نمونه‌ای استفاده از تئوری بازی‌ها در انتخاب پروژه محسوب می‌شود.

تکنیک‌های تصمیم‌گیری گروهی: هدف از توسعه این تکنیک‌ها، جمع‌آوری نظام‌مند و تلفیق دانش و قضاوت خبرگان در حوزه تخصصی آن‌ها است. بنابراین می‌توان به آن‌ها به چشم ابزارهای غربالی یا توفان فکری نگریست که داده‌های مورد نیاز برای مدل‌های پیچیده‌تر را تولید می‌کنند (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). خرم شاهگل و دیگران در سال ۱۹۸۶ نمونه‌ای از کاربرد تصمیم‌گیری گروهی جهت تعیین سبد پروژه است.

روش دلفی معروفترین تکنیک تصمیم‌گیری گروهی است. در این روش قضاوت‌ها، بینش‌ها و انتظارات گروهی از خبرگان از طریق توالی کنترل شده‌ای از فرم‌های تکرار شونده استخراج می‌شود در حالیکه یک گروه هماهنگ کننده امکان تعامل خبرگان با هم به صورت ناشناس و از طریق نامه را فراهم می‌کند (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). تحقیق خرم شاهگل و دیگران را در سال ۱۹۸۶ می‌توان نمونه‌ای از کاربرد تصمیم‌گیری گروهی و روش دلفی جهت تعیین سبد پروژه نام برد.

۴-۴- مدل‌های شبیه‌سازی و ابتکاری:

مدل‌های شبیه‌سازی: مدل‌های شبیه‌سازی در واقع نمایشی از سیستم‌های دنیای واقعی هستند که در هر دور اجرا به سؤالاتی از جنس «چه می‌شود اگر» پاسخ می‌دهند و معمولاً زمانی استفاده می‌شوند که رویه‌های تحلیلی وجود نداشته یا بسیار هزینه بر یا زمان بر باشد. در حوزه تصمیم‌گیری تحقیق و توسعه از مدل‌های شبیه‌سازی عموماً زمانی استفاده می‌شود که پروژه‌ها بتوانند با احتمالات مختلف به برآمدهای مختلف منجر گردند، مسیرهای مختلفی تا اختتام داشته باشند، برآمدهای مختلف آن‌ها دارای ارزش‌های مختلفی باشد و یا اینکه داده-

های مورد نیاز آنها موجود نبوده و یا غیر دقیق باشد. مدل‌های شبیه‌سازی برای دستیابی به توزیع احتمال متغیرهای خروجی و مقادیر مناسب متغیرهای تصمیم به تعداد بسیار زیادی دور اجرا با پارامترهای اصلاح شده نیاز دارند (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). در حوزه انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه، شبیه‌سازی مونت کارلو از اعداد تصادفی که خود از توزیع‌های احتمالی ایجاد می‌شوند استفاده می‌کند تا توزیع تابع منفعت حول میانگین آن را ایجاد کند (مارتینو، ۱۹۹۵). برای نمونه‌های بیشتر از شبیه‌سازی مونت کارلو در انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه می‌توان به سودر و ماندویک (۱۹۸۵) و بارد و فینبرگ (۱۹۸۹) اشاره نمود.

مدل‌های ابتکاری و فرا ابتکاری: در بسیاری از شرایط دنیای واقعی ممکن است یافتن جواب‌های بهینه ضروری نباشد. این امر زمانی رخ می‌دهد که تصمیم‌گیرندگان ترجیح می‌دهند از رویکردهایی استفاده کنند که واقع بینانه‌تر بوده و تعاملات بسیاری را میان عناصر مختلف مدل در نظر می‌گیرند و در نتیجه مدل‌ها پیچیده‌تر می‌گردند که دیگر قابل بهینه‌سازی نیستند. رویکردهای ابتکاری و فرا ابتکاری تحت چنین شرایطی می‌توانند توازن منطقی میان کیفیت جواب و زمان حل آن برقرار کنند (اماراتاناکول و همکاران، ۲۰۰۸). فارسیجانی و همکاران (۱۳۹۱)؛ پورکازمی و همکاران (۱۳۹۱) نمونه‌ای از کاربرد مدل‌های ابتکاری و فرا ابتکاری در زمینه انتخاب سبد پروژه محسوب می‌شود.

۵- مقایسه روش‌های انتخاب سبد پروژه

آرچر و قاسم‌زاده در سال ۱۹۹۶ روش‌های انتخاب سبد پروژه را تقسیم‌بندی کردند. در جدول ۲ خلاصه‌ای از روش‌ها و مقایسه آن‌ها با توجه به شاخص‌های لحاظ شده، نشان داده شده است. معیارهای مقایسه روش‌ها عبارت‌اند از: در نظر گرفتن اهداف چندگانه، در نظر گرفتن روابط میان پروژه‌ها، محدودیت منابع، معیارهای کمی، حل با تعداد زیاد پروژه، در نظر گرفتن ریسک و عدم اطمینان در مدل، تحلیل حساسیت و بالانس کردن سبد پروژه می‌باشد. این جدول نشانگر این است که هر کدام از روش‌های انتخاب سبد، دارای مشخصات بارز و همچنین معایبی می‌باشد. به عنوان مثال روش تحلیل سلسله مراتبی دارای مشخصاتی مانند در نظر گرفتن اهداف یا معیارهای چندگانه و همچنین معیارهای کیفی است اما تعداد پروژه‌های که قادر به بررسی است از سایر کوچک تا متوسط تشکیل می‌شود و این موضوع یکی از معایب روش تحلیل سلسله مراتبی به شمار می‌رود.

جدول ۴- مقایسه روش‌های انتخاب سبد پروژه (آرچر و قاسم زاده، ۱۹۹۶)

مقایسه روش‌های انتخاب سبد پروژه												
روش‌ها	مشخصات سبد/ پروژه							مشخصه‌های حمایتی				
	اهداف چندگانه	روابط متقابل پروژه‌ها	محدودیت منابع	معیارهای کیفی	تعداد پروژه‌ها	فاز بندی پروژه	ریسک پروژه	عدم اطمینان پروژه	تحلیل حساسیت	بالانس سبد	حمایت گروهی	ملاحظات استراتژیک
مقایسه												
Q-Sort			Y	Y	S-M						Y	Y
مقایسه دوبه‌دویی			Y	Y	S							
امتیازدهی	Y		Y	Y	S-L							
AHP	Y		Y	Y	S-M				Y		Y	
مشخصه سود												
بازگشت سود					S-L	Y			Y			
تحلیل ریسک	Y				S-L	Y	Y	Y	Y			
تحقیقات بازار												
تحقیقات بازار	Y			Y	S							Y
برنامه‌ریزی استراتژیک												
ماتریس‌ها	Y		Y	Y	S-M		Y			Y	Y	Y
تحلیل خوشه‌ای	Y			Y	M-L							Y
Ad-Hoc												
پروفایل‌ها	Y				S-L							
بهینه‌سازی												
برنامه‌ریزی صفر و یک	Y	Y	Y		S-M	Y			Y			
برنامه‌ریزی آرمانی	Y	Y	Y		S-L	Y			Y			

(Y= Yes; S= Small; M= Medium; L= Large)

۶- نتیجه گیری

در این تحقیق مسئله بکارگیری روش انتخاب سبد پروژه توسعه فناوری در سازمان‌ها و شرکت‌های با فناوری پیشرفته مورد بررسی قرار گرفت. بررسی در تحقیقات پیشین در زمینه مدیریت و انتخاب سبد پروژه توسعه فناوری نشان می‌دهد که طیف متنوعی از روش‌های انتخاب سبد پروژه جهت انتخاب سبد در این حوزه ارائه نگردیده است. در این مقاله انواع روش‌های عمومی انتخاب سبد پروژه ارائه شد که قابل تعمیم به پروژه‌های توسعه فناوری است. در این تحقیق روش‌های انتخاب سبد پروژه توسعه فناوری به شش دسته به ترتیب ابزارهای اندازه‌گیری منفعت، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، روش‌های تقلید آگاهانه، مدل‌های شبیه‌سازی و ابتکاری، اختیارات واقعی و فاقد عمومیت تقسیم گردیده است.

در تحقیقات آینده پیشنهاد می‌گردد موارد ذیل مد نظر قرار گیرد:

- بکارگیری روش‌های عمومی انتخاب سبد پروژه در سازمان‌های با فناوری پیشرفته با توجه به ماهیت مسئله در آن سازمان.
- جهت بهرمندی بیشتر از مشخصه‌های مثبت هر یک از روش‌های عمومی موجود انتخاب سبد پروژه، تحقیقات بیشتری بر روی تلفیق روش‌های عمومی انتخاب سبد انجام گردد.
- در تحقیقات آتی در زمینه بکارگیری هر یک از روش‌های عمومی انتخاب سبد پروژه در هریک از مراحل مدیریت سبد پروژه (پیشنهاد پروژه، غربالگری، انتخاب و تعدیل سبد) مطالعات بیشتری انجام گردد.

منابع

۱. پور کاظمی، م؛ فتاحی، م؛ مظاهری، س. (۱۳۹۲). بهینه‌سازی سبد پروژه‌های با اثر متقابل با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری (ICA). مدیریت صنعتی تهران، ۵، ۱-۲۰.
۲. شیرخانی، لیدا؛ امانی، سعید؛ روحانی، سعید. (۱۳۹۳). ارائه مدل انتخاب سبد پروژه‌های فناوری اطلاعات با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی. دهمین کنفرانس مدیریت پروژه.
۳. فارس‌سیجانی، ح؛ فتاحی، م؛ نوروزی، م. (۱۳۹۱). انتخاب سبد پروژه با اثر متقابل، با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گروه ذرات (PSO) و دینامیک آشوبی. چشم انداز مدیریت صنعتی، ۵.
۴. کیال، کاظم؛ مدرس یزدی، محمد. (۱۳۹۱). ارزش‌گذاری پروژه‌های توسعه فناوری با استفاده از روش اختیارات حقیقی. دومین کنفرانس بین‌المللی و ششمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری.
۵. طباطباییان، سید حبیب‌الله؛ غریبی، جلیل. (۱۳۸۸). مروری بر مفاهیم و روش‌های کمی ارزش‌گذاری فناوری، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، تهران.
۶. روانشادانیا، م؛ عباسیان جهرمی، ح. (۱۳۹۲). از مدیریت پروژه تا مدیریت سبد پروژه (چاپ اول). تهران، انتشارات فدک ایستاتیس.
۷. Abbasianjahromi, H; & Rajaie, H. (2012). Developing a project portfolio selection model for contractor firms considering the risk factor. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(6), 879-889
۸. Allen, B. (1991). Choosing R&D projects: an informational approach. *American Economic Review*, 81(2):257-261.
۹. Al-Mazidi S, Ghosn , A. (1997). A management model for technology and R&D selection, *International Journal of Technology Management*, ۱۳(۵/۶):۵۲۵-۵۴۱.
۱۰. Archer, N. P; & Ghasemzadeh, F. (1996). Project portfolio selection techniques: a review and a suggested integrated approach. MINT (Management of Innovation and New Technology) Research Centre Working Paper.
۱۱. Archer, N. P; & Ghasemzadeh, F. (1999). An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*, ۱۷(۴), ۲۰۷-۲۱۶
۱۲. Bard JF, Feinberg A. (1989) A two-phase methodology for technology selection and system design. *IEEE Transactions on Engineering Management* 36(1):28-36.
۱۳. Bardhan, A; Sougstad, Y & Sougstad, R. (2014). Prioritizing a Portfolio of Information Technology Investment Projects. *Journal of Management Information Systems*, 21(2), 30-60
۱۴. Baker N; Freeland, J. (1975). Recent advances in R&D benefit measurement and project selection methods. *Management Science*, 21(10), 1164-1170.

۱۵. Baker, NR (1974). R&D project selection. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 21(4):164-۱۷۱.
۱۶. Bhattacharyya, R., Kumarb, P., & Kar, S. (2011). Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects. *Computers and Mathematics with Applications*, 62, 3857–3870
۱۷. Carpenter, R; Petersen, B. (2002). CAPITAL MARKET IMPERFECTIONS, HIGH-TECH INVESTMENT, AND NEW EQUITY FINANCING, *The Economic Journal*, Volume 112, Issue 477, 54–72
۱۸. Cooper, RG; Edgett, SJ; Kleinschmidt, EJ. (2001). *Portfolio Management for New Products*. 2nd ed. Basic Books: New York, NY.
۱۹. Dickinson, M.W; Thornton, A.C; Graves, S. (2001). Technology portfolio management: optimizing interdependent projects over multiple time periods, *Engineering Management, IEEE*, Volume:48 Issue:4
۲۰. Dreyck, B; Grushka-Cockayne, Y; Lockett, M. (2005). The impact of project portfolio management on information technology projects. *International Journal of Project Management*, 23 (2005): 524–537
۲۱. Gear, AE; Lockett, AG; Muhlemann, AP. (1982). A unified approach to the acquisition of subjective data in R&D. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 29(1):11-۱۹.
۲۲. Ghahtarani, A; & Amir Abbas, N. (2013). Robust goal programming for multi-objective portfolio selection problem. *Economic Modelling*, 33, 588-592
۲۳. Ghasemzadeh, F., Archer, N., & Iyogun, P. (1999). A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling. *The Journal of the Operational Research Society*, 50 (7), 745-۷۵۵.
۲۴. Ghorbani, S., & Rabbani, M. (2009). A new multi-objective algorithm for a project selection problem. *Advances in Engineering Software*, 40, 9-۱۴.
۲۵. Gruver, GW. (1991). Optimal R&D policy for a patent race with uncertain duration. *Mathematical*
۲۶. Hall, DL; Nauda, A. (1990). An interactive approach for selecting IR&D projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 37(2):126-۱۳۳.
۲۷. Hassanzadeh, F., Nemati, H., & Sun, M. (2014). Robust optimization for interactive multiobjective programming with imprecise information applied to R&D project portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, Article in press, XX-XX.
۲۸. Heidenberger, K; Stummer, C. (1999). Research and development project selection and resource allocation—a review of quantitative modelling approaches, *International Journal of Management Review*, 1:۱۹۷-۲۲۴
۲۹. Hess, SW. (1962) .A dynamic programming approach to R and D budgeting and project selection. *IEEE Transactions on Engineering Management* 9(4):170-۱۷۹.
۳۰. Hess, SW. (1993) Swinging on the branch of a tree: project selection applications. *Interfaces* 23(6):6-۱۲.
۳۱. Hu, G., Wang, L., Fetch, S., & Bidanda, B. (2008). A multi-objective model for project portfolio selection to implement lean and Six Sigma

- concepts. *International Journal of Production Research* , 46 (23), 6611-6625
۳۲. Iamratanakul, S; Patanakul, P; & Milosevic, D. (2008). Project portfolio selection: From past to present. *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, N.Y: ICMIT, ۲۸۷-۲۹۲
۳۳. Jackson, B. (1983). Decision methods for selecting a portfolio of R&D projects, *Research Management*, 26(5):21-۲۶.
۳۴. Khalil-Damghani, K., & Tavana, M. (2014). A Comprehensive Framework for Sustainable Project Portfolio Selection Based on Structural Equation Modeling. *Project Management Journal*, 45 (2), 82-۹۷.
۳۵. Khalili-Damghani, K., Tavana, M., & Sadi-Nezhad, S. (2012). An integrated multi-objective framework for solving multi-period project selection problems. *Applied Mathematics and Computation*, 219, 3122-۳۱۳۸.
۳۶. Khalili-Damghania, Kaveh, Nojavana, M., & Tavanab, M. (2013). Solving fuzzy Multidimensional Multiple-Choice Knapsack Problems: The multi-start Partial Bound Enumeration method versus the efficient epsilon-constraint method. *Applied Soft Computing*, 13, 1627-1۶۳۸.
۳۷. Khorramshahgol, R; Azani, H; & Gousty, Y. (1988). An integrated approach to project evaluation and selection. *IEEE Transactions of Engineering Management*, 35(4), 265-۲۷۰.
۳۸. Kirchhoff, Bruce A., Matthias J. Merges, and Joe Morabito. (2001). A Value Creation Model for Measuring and Managing the R&D Portfolio, *Engineering Management Journal*, 13,19-22.
۳۹. Kumar, R; Charlotte, C. (2010). *Information Technology Portfolio Management: Literature Review, Framework, and Research Issues*, *Information Resources Management: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*
۴۰. Li YR, Chen YG. (2006). Managing technology: the technology valuation approach" *PICMET*, 535-540
۴۱. Liberatore, MJ; Titus, GJ. (1983). The practice of management science in R&D project management. *Management Science*, 29(8):962-۹۷۴.
۴۲. Liesio, J; Mild, P; & Salo, A. (2007). Preference programming for robust portfolio modeling and project selection. *European Journal of Operational Research*, 181, 1488-1505.
۴۳. Liesio, J; Mild, P; & Salo, A. (2008). Robust portfolio modeling with incomplete cost information. *European Journal of Operational Research*, ۱۹۰, ۶۷۹-۶۹۵.
۴۴. Mandakovic, T. Souder, WE. (1990). Experiments with microcomputers to facilitate the use of project selection models. *Journal of Engineering & Technology Management*, 7(1):1-۱۶.
۴۵. Markowitz, H. (1952). Portfolio selection, *Journal of Finance*, 7(1): 77-9۱.
۴۶. Moree, S. (2010). *Strategic Project Portfolio Management (1st)*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

۴۷. Martino, JP. (1995). *Research and Development Project Selection*. Wiley, New York, NY.
۴۸. Park J, Chong JK (1991) A model to assess the value of an intermediate R&D result. *IEEE Transactions on Engineering Management* 38(2):157-163.
۴۹. Petit, Y; & Hobbs, B. (2010). Project portfolios in dynamic environments: sources of uncertainty and sensing mechanisms. *Project Management Journal*, 41(4), 46-58.
۵۰. PMI. (2013). *The Standard for Portfolio Management (3rd)*. Pennsylvania: Project Management Institute Inc.
۵۱. Rabbani, M., Tavakoli Moghadam, R., Jolaei, F., & Ghorbani, H. R. (2012). A Comprehensive Model for R and D Project Portfolio Selection with Zero-One Linear Goal Programming. *IJPMA*, 325-۳۳۳.
۵۲. Rupak, panjak. (2012). Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent project, *Applied Soft Computing*, 13, 1627-1۶۳۸.
۵۳. Sanchez, H; Robert, B; & Pellerin, R. (2008). A Project portfolio risk-opportunity identification framework. *Project Management Journal*, 39(3), ۹۷-۱۰۹.
۵۴. Schmidt, RL. (1993). A model for R&D project selection with combined benefit, outcome, and resource interactions. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 40(4):403-۴۱۰.
۵۵. Schmidt CW, Grossmann IE (1996) A mixed integer programming model for stochastic scheduling in new product development. *Computers and Chemical Engineering* 20:1239-1244.
۵۶. Spharim I, Szakonyi R (1984) A simple method for evaluation and selection of R&D proposals for a competitive grant fund. *IEEE Transactions of Engineering Management* 31(4):184-185.
۵۷. Steele, LW. (1988). Selecting R&D programs and objectives. *Research-Technology Management*, 31(2):17-۳۶.
۵۸. Stonebraker, JS; Kirkwood, CW. (1977). Formulating and solving sequential decision analysis models with continuous variables. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44(1):43-۵۲.
۵۹. Tavana, M; Khalili dameghani, K; & Abtahi, A. (2013). A fuzzy multidimensional multiple-choice knapsack model for project portfolio selection using an evolutionary algorithm. *Annals of Operations Research* , ۲۰۶, ۴۴۹-۴۸۳
۶۰. Thomas, H. (1985). Decision analysis and strategic management of research and development: a comparison between applications in electronics and ethical pharmaceuticals. *R&D Management*, 15(1):3-۲۲.
۶۱. Vilkkumaa, E; Liesiö, J; & Salo, A. (2014). Optimal strategies for selecting project portfolios using uncertain value estimates Optimal strategies for selecting project portfolios using uncertain value estimates. *European Journal of Operational Research*, 233(3), 772-783.
۶۲. Wlsh, S. (2015). Portfolio Management for the Commercialization of Advanced Technologies, *Engineering Management Journal*, 13(1), 30-۴۴

۶۳. Yan L, Hong Z, Lucheng H. (2010). Review on Methods of New Technology Valuation, The International Conference on E-Business and E-Government, IEEE International Conference on, China, Proceedings, 1932-1935

Methods of Selecting Project Portfolio with the Emphasis on Technology Development Projects

Abbas Fadaei⁶,
Masood Rabieh⁷

Abstract

One of the critical issues in the project management is how to select appropriate project portfolio. The issue of selecting project portfolio and related activities is considered one of the most important activities in most organizations, particularly project-oriented companies, for the appropriate allocation of resources. Technology-oriented companies work in a dynamic space in which they are forced to develop technology and introduce new products and services for their survival which are conducted in the form of project. Although managers have tried diverse methods for selecting projects, systems design, new technologies, etc., different influential factors such as resource limitations, uncertainty and interdependency among the projects on one hand and the multitude of projects on the other hand have paved the ground for the systematic and organized selection of project portfolio in recent years. In the present research, a relevant review of the literature in the area of selecting technology development project portfolio is given; then, the methods of selecting project portfolio are investigated. Afterwards, the methods of selecting project portfolio are presented which will be individually explained in brief.

Keywords: Project Portfolio Selection, Technology Development Projects, Methods of Selecting Project Portfolio.

⁶Shahid Beheshti University

⁷Shahid Beheshti University