



## طبقه بندی انتخاب پروژه های فناوری پیشرفته با استفاده از مدل های

### برنامه ریزی ریاضی

الهه براری نیا

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد

Bararinia.elaheh@gmail.com

رضا عباسی

استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد

r.abbasi@shahed.ac.ir

#### چکیده

انتخاب صحیح پروژه ها یکی از مهم ترین گام های سازمان های پروژه محور در راستای مدیریت راهبردی سازمان است. مساله اصلی در اداره این شرکتها انتخاب پروژه هایی است که با اهداف بلند مدت شرکت هماهنگ بوده و از آنجایی که اهداف، مأموریت ها و راهبردها در این سازمان ها از طریق اجرای پروژه تحقق می یابد در نتیجه مدیران این شرکتها درصدد انتخاب و اجرای پروژه هایی هستند که حداکثر کارایی و بهره وری را بدنبال داشته باشند. این امر نیز بدیهی است که هر شرکتی دارای منابع محدود است و با توجه به شرایط رقابتی حاکم، محدودیت منابع و انتظارات ذینفعان، تصمیم گیری مناسب در جهت مصرف این منابع ضرورت دارد. بنابراین، در انتخاب مجموعه پروژه ها وجود روشی کارآمد و صحیح برای ارزیابی، اولویت بندی و انتخاب پروژه ضروری است. اهمیت اولویت بندی و انتخاب صحیح پروژه های فناوری پیشرفته، اهمیت توسعه پایدار در برنامه های استراتژیک سازمان های مجری این گونه پروژه ها و عدم قطعیت بالا در محیط اینگونه پروژه ها، دلیل پرداختن به این موضوع خاص در این پژوهش می باشد. در پژوهش های پیشین انتخاب پروژه ها توسط تعدادی از پژوهشگران به روش های متفاوتی انجام شد. در این پژوهش معیارهای جامع و موثر برای انتخاب و تصمیم گیری در زمینه طرح های و پروژه های اجرایی با فناوری های پیشرفته در یک سازمان جمع بندی و تجزیه و تحلیل شده است. روش های پیشنهادی و تصمیم گیری برای این نوع پروژه های تاثیر گذار در سطوح مختلف در ادبیات بیان شده است و اجرای این نوع تصمیم گیری در سازمان با فناوری های پیشرفته و دانش بنیان، کاربردی بودن روش بعلاوه توانایی آن در دنیای واقعی را نشان می دهد.

کلید واژه : اولویت بندی پروژه ها؛ مدل ریاضی؛ فناوری پیشرفته؛ تصمیم گیری چند معیاره.



## مقدمه

شرکت‌های موفق در حوزه فناوری پیشرفته نقش مهمی در بهبود رفاه اقتصادی در بعد ملی ایفا می‌کنند و محصولات مبتنی بر فناوری پیشرفته بیشترین رشد را در معاملات بین‌المللی داشته‌اند. امروزه، اجرای امور حیاتی و دستیابی به اهداف مهم در سازمان‌ها، در قالب استفاده از پروژه‌ها تحقق می‌یابد. بخاطر افزایش رقابت‌های بین‌المللی، سرعت تغییر تکنولوژی، کاهش چرخه عمر محصولات، نیاز به توسعه محصولات جدید و نوآوری و افزایش برون‌سپاری‌ها، پیدایش و بکارگیری مدیریت پروژه افزایش یافته است. تحویل پروژه‌ها در چارچوب زمان، هزینه و کیفیت مورد انتظار از اهداف چالش برانگیز مدیریت پروژه می‌باشد. در همین راستا رتبه بندی آنها نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. با توجه به تعداد زیاد پروژه‌ها و محدودیت ظرفیت‌ها نیاز به یک ابزاری جهت مشخص کردن رتبه پروژه‌ها و در نهایت اولویت بندی پروژه‌ها جهت اجرا می‌باشد. برای این مهم یک مدلی طراحی گردید که رتبه پروژه‌ها را مشخص می‌کند و در نهایت تصمیم‌گیرنده، تصمیم‌گیری برای انجام پروژه‌ها می‌گیرد. استفاده از مدل ریاضی در جهت انتخاب پروژه‌ها، بعنوان یک رویکرد اساسی در مدیریت سبد پروژه‌ها، باعث می‌شود که با تخصیص صحیح منابع به پروژه‌ها، سازمانها و شرکتها بیشترین سود را کسب نمایند. (مرادی و حسن پور، 1393)

در این مقاله ابتدا تعاریف ابتدایی مفاهیم مورد استفاده بیان می‌شود و روشهای انتخاب پروژه‌ها آورده می‌شود و بعد از بیان روشهای استفاده شده در اولویت بندی و انتخاب، نوآوری‌ها و توسعه‌های ارائه شده بیان می‌گردد و در نهایت مطالعات انجام گرفته طبقه بندی می‌شوند. با جست و جو در مطالعات گذشته در طبقه بندی‌های مورد بررسی، کمبودها و شکاف‌های موجود در مسئله شناسایی می‌شوند.

## اهمیت و ضرورت تحقیق

امروزه شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی برای باقی ماندن در بازارهای تجاری و رقابت پذیری و کسب درآمد اقتصادی و اجتماعی بسوی روش پروژه محور گرایش پیدا کرده‌اند. با توجه به محدودیت منابع و شرایط رقابتی حاکم و انتظارات ذینفعان اتخاذ تصمیماتی مناسب در جهت مصرف منابع و حداکثرسازی درآمد و افزایش ارزش شرکت ضروری بنظر می‌رسد. پیچیدگی‌ها و پویایی‌های محیطی باعث مشکل شدن تصمیم‌گیری جهت انتخاب پروژه‌ها بخصوص پروژه‌های فناوری پیشرفته تحت شرایط مبهم و احتمالی شده است. با توجه به شرایط اقتصادی و رقابت سازمان‌ها در ابعاد جهانی، این مسئله ابزاری است که به مدیران کمک می‌کند تا با اتخاذ تصمیمات صحیح، و انتخاب پروژه‌هایی با حداکثر کارایی قدم در راه ایجاد رضایتمندی بین ذی‌نفعان و دستیابی به اهداف راهبردی بگذارند. (آپرل و همکاران، ۲۰۰۳)

بنابراین استفاده از ابزارها و مدل‌های مناسب که بتواند در این تصمیم‌گیری‌ها به یاری سازمان بیاید ضروری است. در نتیجه انجام چنین پژوهشی که بتواند باری از دوش مدیران برداشته و در تصمیم‌گیری‌های شرکت‌های پروژه محور به کمکشان بیاید ضروری است. با توجه به جدید بودن بحث‌های مربوط به این نوع پروژه‌ها، این مطالعه می‌تواند راه را برای سایرین و تحقیقات و بررسی‌ها هموار سازد.

## ادبیات پژوهش

**پروژه<sup>۱</sup>**. تلاشی موقتی برای ایجاد محصول، خدمت یا نتیجه‌ای منحصر بفرد است (موسسه مدیریت پروژه<sup>۲</sup>، 2008). موسسه مدیریت پروژه، پروژه را مجموعه تلاش‌های موقتی برای تحقق یک تعهد و یا ایجاد یک محصول یا ارائه خدمات مشخص، غیر تکراری و منحصر

<sup>1</sup> project

<sup>2</sup> Project Management Institute (PMI)



بفرد تعریف می‌کند. (آپرل<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۰۶) پروژه تلاشی پیچیده، غیر روال و یکتا است که تحت محدودیت های زمان، بودجه، منابع و شرایط خاص عملکردی است. همچنین پروژه ها پنج شاخصه کلی دارند که عبارتند از :

۱. هدف تعریف شده.

۲. عمر تعریف شده یا زمان آغاز و پایان مشخص.

۳. مشغول کردن چند بخش و یا حرفه مختلف.

۴. انجام کاری که قبلا هرگز انجام نشده است.

۵. خواسته های مشخص زمانی هزینه ای و عملکردی.

همین ویژگی نخست است که به یک سازمان کمک می‌کند که به اهداف و استراتژی خود در قالب یک پروژه دست یابد. زمانی که یک سازمان پروژه ای را انتخاب می‌کند اهداف پروژه باید کاملا با اهداف استراتژیک و برنامه سازمان هم خوانی داشته باشد، در غیر این صورت نتیجه اجرای پروژه، هدر دادن منابع سازمانی است و پروژه نقشی در رساندن سازمان به اهداف بلند مدت، ایفا نمی‌کند.

#### مدل سازی ریاضی<sup>۴</sup>

به نمایش گذاردن روابط بین متغیرها با استفاده از روابط ریاضی را مدل سازی ریاضی گویند (بدری<sup>۵</sup> و دیگران، 2001) مدل سازی ریاضی فرآیندی 6 مرحله ای است. این مراحل عبارتند از: تعیین متغیرهای تصمیم، گردآوری اطلاعات، تعیین تجمیع مناسب اطلاعات و طبقه بندی آنها، تعیین نوع مدل، تنظیم و ساخت مدل، ساده سازی مدل. متغیرهای مدل باید به گونه ای تعیین شوند که بتوانند خصوصیات مهم پدیده و یا سیستم و چگونگی تاثیر متقابل آنها را بیان کنند. در تعیین متغیرها و تعداد آنها باید به این نکته توجه داشت که هرچه تعداد آنها بیشتر باشد مدل شباهت بیشتری به سیستم واقعی پیدا می‌کند و رفتار آن را بهتر نمایش می‌دهد ولی وجود جزئیات بیشتر ممکن است سبب پیچیده تر شدن روش حل گردد. برعکس هرچه جزئیات کمتر باشد ممکن است از رفتار واقعی پدیده فاصله بگیریم ولی حل مدل ساده تر خواهد شد. ساخت مدل مهم ترین مرحله در مدل سازی ریاضی است. با توجه به مراحل که تاکنون در مدل سازی ریاضی گفته شد می‌توان پس از طی آن مراحل مدل ریاضی را ساخت. ساختار اساسی یک مدل ریاضی شامل متغیرهای تصمیم، تابع هدف و محدودیتها است که در این مرحله از فرآیند مدل سازی باید مشخص شوند. بهترین مدل ریاضی مدلی است که از نظر تحلیلی ساده و نشان دهنده سیستم یا پدیده مورد مطالعه باشد. (کاظمی، 1374)

#### تاریخچه فناوری<sup>۶</sup>

فناوری همیشه نقشی مهم در خلق ثروت برای کشورها و در تاثیرگذاری استانداردها و کیفیت زندگی داشته است. وقتی انسان اولیه از شاخه درخت برای بالا رفتن از آن درخت و رسیدن به میوه هایش استفاده کرد یا تکه سنگی را تراشید و آن را به یک نیزه تبدیل کرد، در واقع فناوری لازم برای بقا را طراحی می‌کرد. سال ها آزمون و خطا، خلاقیت و پشتکار طول کشید تا انسان توانست ابزارها را طراحی کند، دانش ساخت شهرها و بناها را کسب کند، دانش کشاورزی را فرا گیرد، روش هایی برای جابجایی مواد و محصولات ابداع کند و روش هایی

<sup>3</sup> April

<sup>4</sup> Mathematical modeling

<sup>5</sup> badri

<sup>6</sup> technology



را برای برگرداندن حکومت اجرا کند. به طور خلاصه، ار فناوری برای پیشرفت خود بهره گرفت. فناوری اثری آن چنان قوی بر زندگی انسان داشته است که پیشرفت تمدن براساس فناوری غالب آن عصر، شناسایی و ارزیابی می شود. (طارق خلیل، 1381).

## فناوری

فناوری، ترجمه واژه لاتین تکنولوژی است. تکنولوژی، ریشه ای یونانی دارد و از دو کلمه تکنو و لوژی تشکیل شده است. تکنو به معنی مهارت و آن چیزی است که آفریده انسان باشد و در مقابل آرکه<sup>۷</sup> یعنی آفریده خداوند متعال قرار دارد. لوژی در یونان قدیم به معنی علم، دانش و خرد به کار می رفته است. به این ترتیب، فناوری در ترکیب این دو کلمه، هنر و مهارت در دانش را تداعی می نماید و در آن، این مفهوم نهفته است که انسان خردمند در تعامل با طبیعت به قوانین عام آن دست می یابد و با بازآفرینی این قوانین در محیط و شرایط دل خواه، کاربردهای مورد نظر خود را ایجاد می کند (محمود نژاد، 1380).

## فناوری پیشرفته<sup>۸</sup>

به فناوری های مدرن یا پیچیده اطلاق می شود. اگر شرکتی ویژگی های زیر را دارا باشد، آنگاه آن را شرکت بهره مند از فناوری پیشرفته می نامند: 1. از کارکنان با تحصیلات بالا استفاده می کند. 2. فناوری اش با سرعت بیشتری از دیگر صنایع در حال تغییر است. 3. با نوآوری فناوری رقابت می کند. 4. بودجه تحقیق و توسعه آن بالاست. 5. می تواند از فناوری برای رشد سریع استفاده کند (طارق خلیل، 1381).

## علت گزینش فناوری های پیشرفته

« امروزه، هیچ کشوری آن قدر ثروتمند نیست که بتواند یک سیاست انتخاب فناوری دست و دلبازانه را اتخاذ کند. محدودیت ها آنها را به انتخاب های عقلانی مجبور می سازد.» گرانی فناوری و افزایش روزافزون هزینه های توسعه آن، عدم موازنه درآمد ها و هزینه های کشورها، کاهش چشمگیر بودجه های دفاعی، قدرت و تاثیر متفاوت فناوری ها از نظر تقویت بنیه دفاعی، مشکلات تامین نیروی انسانی متخصص و مورد نیاز، مشکلات ناشی از نهاد سازی برای توسعه فناوری مشکلات فرهنگی فناوری از مهم ترین دلایل گزینش فناوری های پیشرفته در مقابل فناوری می باشند. (ملکی فر، عقیلی، 1378)

## فنون تصمیم گیری چند معیاره

در مدل های تصمیم گیری چند معیاره<sup>۹</sup> و چند شاخصه<sup>۱۰</sup> چند معیار به طور همزمان مورد قرار می گیرند. ضوابط می توانند کمی یا کیفی بوده و یا باهم قابل مقایسه نباشند. در برخی از مسائل حتی می توانند باهم متضاد باشند. تصمیم گیری با معیارهای چندگانه معمولاً به دنبال گزینه ای است که تا حد امکان بیشترین مزیت را برای تمامی معیارها ایجاد کند. (پایزدهک<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۴)

<sup>7</sup> arche

<sup>8</sup> High – tech technology

<sup>9</sup> Multiple Criteria Decision making

<sup>10</sup> multiple Attribute Decision making

<sup>11</sup> Pyzdek



## ضرورت اولویت بندی

اولویت بندی<sup>۱۲</sup>، مهارتی ضروری برای استفاده از تلاش و قابلیت‌های فردی و تیمی است. این موضوع بویژه هنگامی اهمیت پیدا می‌کند که زمان و یا منابع محدود و تقاضاها ظاهراً نامحدود هستند. در این حالت، اولویت بندی می‌تواند در تخصیص زمان و یا منابع به پروژه‌های مهم، آزاد کردن منابع و یا زمان تخصیص یافته به پروژه‌های با اولویت پایین‌تر و حتی از قلم انداختن برخی پروژه‌ها یاری کند. سازمان‌ها غالباً با روش‌های سنتی، پروژه‌هایی با هزینه کمتر و یا پروژه‌هایی که قابلیت بیشتر برای اجرا دارند را بدون توجه به اهداف استراتژیک سازمان و شرایط محیط کسب و کار برای اجرا انتخاب میکنند. این نوع ارزیابی پروژه‌ها برای دست یافتن به اهداف مورد نظر سازمان قابل اعتماد نیستند. اولویت بندی سبب پروژه‌ها از یک سو باعث توانمندی سازمان‌ها و شرکت‌ها می‌گردد که در شرایط رقابت کنونی سازمان‌ها و شرکت‌ها بسیار مهم است، از سوی دیگر با استفاده از برنامه ریزی خطی در اولویت بندی پروژه‌ها، منابع مالی بطور صحیح به پروژه‌ها تخصیص داده می‌شود که با این روش کاهش هزینه‌ها تضمین می‌گردد. استفاده از مدل‌های ریاضی در جهت انتخاب پروژه‌ها، به عنوان یک رویکرد اساسی در مدیریت سبب پروژه‌ها، باعث می‌شود که با تخصیص صحیح منابع به پروژه‌ها، سازمان‌ها و شرکت‌ها بیشترین سود را کسب نمایند. (حاجی آقا بزرگی، 1387)

## انتخاب پروژه

انتخاب پروژه فرآیند ارزیابی و تجزیه و تحلیل‌های پروژه‌های مستقل برای انتخاب بهترین پروژه و در نتیجه، تحقق اهداف سازمان است. (پاور<sup>۱۳</sup> و دیگران، 2002) انتخاب بهترین ترکیب پروژه‌ها کار دشواری است چرا که عوامل مختلفی همچون ریسک پروژه، اهداف سازمان، محدودیت منابع سازمان و ..... در این مسئله دخیل اند. (وی<sup>۱۴</sup> و وو<sup>۱۵</sup>، 2007) علاوه بر عوامل یاد شده آنچه که بر این دشواری می‌افزاید عبارت است از: (تیان<sup>۱۶</sup> و دیگران، 2005)

دشواری پیش بینی موفقیت و آثار آتی پروژه‌های تحت بررسی.

نامتجانس بودن استراتژی‌های افراد مشارکت داده شده در انتخاب پروژه.

تاثیرگذاری محدود برخی از مدل‌ها در دنیای واقعی، و در نتیجه ناهمخوانی نتایج آنها با نتایج دنیای واقعی.

پیچیدگی شدید برخی از این مدل‌ها و نیازشان به داده‌های اولیه فراوان، تصمیم‌گیرندگان را دچار سردرگمی می‌کنند.

وابستگی برخی مدل‌ها به سطح تحصیلات تصمیم‌گیرندگان.

## طبقه بندی پژوهش‌های پیشین در زمینه اولویت بندی و انتخاب پروژه‌ها براساس روشهای تصمیم‌گیری

تصمیم‌گیرنده برای انتخاب پروژه‌ها باید بهترین روش را با توجه به نوع مسئله انتخاب نماید تا به بهترین اولویت برای پروژه‌ها بدست آید. روش‌های متفاوتی برای تصمیم‌گیری وجود دارد که هر کدام با توجه به کاربرد، نوع مسئله و نظر محقق مورد استفاده قرار می‌گیرد. در

<sup>12</sup> prioritize

<sup>13</sup> Power

<sup>14</sup> wey

<sup>15</sup> wu

<sup>16</sup> tian



بین روش‌های مختلف تصمیم‌گیری برخی با توجه به ویژگی‌هایشان بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این قسمت تلاش بر آن است که به برخی از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری و معیارهای مدنظر پرداخته شود.

### روش‌های انتخاب پروژه

خطا در انتخاب صحیح پروژه‌ها، هزینه به همراه دارد. هزینه تباه شدن منابع گران‌قیمت که صرف پروژه‌های ضعیف شده است و هزینه مربوط به فرصت‌های از دست رفته از این قبیل هستند. به عبارتی صرف منابع بر روی پروژه‌های ضعیف نه تنها آن منابع را تلف می‌کند، بلکه موجب از دست رفتن فرصت جهت سرمایه‌گذاری روی پروژه‌های مهم‌تر نیز می‌گردد. لذا انتخاب پروژه، تصمیمی حساس برای مدیران تحقیق و توسعه محسوب می‌شود. در بعضی از پژوهش‌ها ضمن تحلیل این روش‌ها اشاره شده است که تکنیک‌های انتخاب پروژه در عمل کم‌بکار گرفته شده و در بعضی موارد مدیران این مدل‌ها را به درستی بکار نبرده‌اند. (مارتینو<sup>۱۷</sup>، 1995)

خطای مدیران در بهره‌گیری از روش‌های انتخاب پروژه، دلایل متفاوتی می‌تواند داشته باشد. در بعضی موارد روش‌هایی که در مقالات به چاپ رسیده‌اند به منظور برآوردن خواسته‌های خاص بعضی از شرکتها و یا صنایع توسعه یافته‌اند و نمی‌توان آنها را بدون تغییر در دیگر صنایع مورد استفاده قرارداد. در بعضی از دیگر موارد، روش‌های مطرح شده جنبه آکادمیک داشته و به اندازه کافی منعکس‌کننده حقایقی که مدیران تحقیق و توسعه با آن مواجه‌اند، نیستند. در اینجا به منظور پرهیز از مسائل و مشکلات فوق‌الذکر و ارائه الگویی جهت انتخاب روش صحیح برای انتخاب پروژه، چهارچوب کلی و زمینه‌های کاربردی روش‌های مطرح در انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه آورده می‌شود. بعضی از روش‌های انتخاب پروژه شامل پنج دسته زیر می‌باشند: (علی احمدی و سامان‌خواه، 1382)

۱. روش‌های مطرح در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصی

۲. روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی

۳. مدل‌سازی شناختی

۴. روش گروه‌بندی پروژه‌ها

۵. سایر روش‌های مطرح در انتخاب پروژه

### ۱. روش‌های مطرح در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه‌ای

در اکثر مواقع، ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها در واحدهای تحقیق و توسعه با توجه به معیارهای چندگانه صورت می‌گیرد. معیارهایی که اغلب در این مورد بکار می‌رود را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم کرد که عبارتند از:

**معیارهای فنی.** شامل احتمال موفقیت طرح از نظر فنی، شایستگی‌های فنی طرح، عملکرد محصول در مقابل محصولات رقیب، نوع پروژه (تحقیقاتی، پایه، توسعه‌ای، کاربردی)، امکانات داخلی و صلاحیت افراد در اجرای پروژه، میزان نیاز سایر بخش‌های شرکت به منابع مصرفی در پروژه و ... می‌باشد.

<sup>17</sup> Martino



**معیارهای بازار.** شامل احتمال موفقیت در جذب بازار، اندازه بازار، وجود مواد اولیه لازم در تولید محصول، مدت زمانی که تولید محصول و معرفی آن تا منسوخ شدن آن در بازار طول می کشد، وجود کالاهای رقیب در بازار و ... می باشد.

**معیارهای ملی.** شامل مقررات دولتی در زمینه های ایمنی، محیط زیست و ... کمک به خود اتکایی کشور، کمک به رشد نیروی محقق، کمک به ایجاد صنایع جدید و اشتغال زایی، گردآوری دانش و مهارت‌های علمی و فنی در داخل کشور و ... می باشد.

روشهای تصمیم گیری چند شاخصه ای روشهایی هستند که به منظور رتبه بندی، نمره دهی و یا انتخاب مناسبترین گزینه از میان چندین انتخاب ممکن و با توجه به معیارهای چند گانه کیفی و کمی بکار گرفته می شوند. با توجه به چگونگی دخالت تصمیم گیرنده در فرایند ارزیابی، روشهای متفاوتی تاکنون در این زمینه آماده شده است. روشهای مطرح در تصمیم گیری های چند شاخصه را براساس نحوه دریافت اطلاعات از تصمیم گیرنده و ماهیت داده های موجود به دسته های مختلفی تقسیم کرده اند. از آنجا که این تقسیم بندی در انتخاب روش مناسب ارزیابی می تواند مفید واقع شود.

بطور کلی، روشهای تصمیم گیری چند شاخصه به دودسته عمده تقسیم می شوند: روشهایی که به نظرات تصمیم گیرنده در مورد اهمیت نسبی معیارها نیازی ندارند و روشهایی که در فرایند ارزیابی، اولویتها، ارزشها و نقطه نظرات تصمیم گیرنده را مدنظر قرار می دهند. روشهای مطرح در دسته دوم را نیز می توان براساس توانایی و مهارت تصمیم گیرنده در نشان دادن اولویت هایش به چهار دسته مختلف تقسیم کرد. این چهار دسته عبارت اند از:

سطح 1: ارائه سطح پذیرش برای یک یا چند مشخصه از مشخصه های ارزیابی پروژه ها

سطح 2: ارائه ترتیب اهمیت مشخصه ها و معیارها و یا ترتیب اهمیت گزینه ها

سطح 3: ارائه وزن اهمیت نسبی گزینه ها نسبت به معیارها و یا نسبت به یکدیگر

سطح 4: ( ارائه نرخ نهایی جایگزینی ( منظور از نرخ نهایی جایگزینی، آن است که تصمیم گیرنده برای هر دو شاخص و یا معیار  $X$  و  $Z$  می تواند مشخص کند که چه مقدار بهبود در شاخص  $X$  معادل چه مقدار تنزل در معیار  $Z$  است و یا برعکس.

جدول ۱. روش انتخاب پروژه (اندازه گیری سود)

شاخص ها	روش ارائه شده	سال و مولف
معیارهای مرتبط با اهداف استراتژیک، منابع انسانی، مسائل فنی و اقتصادی، ریسک، ابعاد اجتماعی و سیاسی و مرتبط با بهینه سازی مدنظر بوده که هرکدام شامل زیر معیارهایی نیز هستند.	فرآیند تحلیل شبکه ای و برنامه ریزی خطی	(1393) مرادی و حسن پور
اثر بخشی و کارایی	رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده ها و گسترش کیفیت عملکرد	(1392) عمل نیک و دیگران



شاخص‌ها	روش ارائه شده	سال و مولف
معیار زیست محیطی، پدافند غیرعامل، بازده فنی، بازده اقتصادی، بازده اجتماعی، بازده سیاسی، بازده مالی، امتیاز عملکرد، تعداد پروژه، مجموع اعتبارات، پیشرفت فیزیکی، درصد اعتبار تخصیص یافته، استراتژی (ارتباط موضوع و میزان اهمیت پروژه در میان اولویتهای پژوهشی سازمان، نوآوری پروژه در سطح ملی و فناوری نوین)، اقتصادی (نقش کاربردی و ارزش اقتصادی پروژه در حل مشکلات صنعت آب یا تهیه کدهای ملی، تناسب برآورد هزینه های درخواستی با پروژه)، فنی ( امکانپذیری اجرای پروژه مستند به متدولوژی، توانایی علمی پژوهشگر و همکاران در انجام پروژه، سابقه موفقیت پژوهشگر و همکاران در انجام پروژه های پیشین، تناسب زمانی اجرای پروژه)، آمادگی سازمانی ( امکانات و میزان مشارکت موسسه مجری در انجام پروژه)	تحلیل سلسله مراتبی گروهی	(1392) سلاطی و ماکویی
نرخ بازگشت سرمایه، میزان سرمایه فیزیکی، میزان بودجه، میزان رضایت سرمایه گذار، منابع انسانی پروژه، سودآوری پروژه، هزینه نرم افزاری پروژه، هزینه های پشتیبانی، مدت زمان پروژه، نقش پروژه در سود آوری سازمان، تعداد فاکتورهای موفقیت بحرانی، هزینه خدمات مشاوره ای، ارزش فعلی خالص، درصد ریسک پروژه، هزینه تعمیر و نگهداری پروژه، میزان انطباق پروژه ها با زمان پیش بینی شده، هزینه آموزشی پروژه، نرخ رشد پروژه، کارایی پروژه ها	دیماتل و تحلیل پوششی داده ها	(1392) علی نژاد و سیمپاری
اجرائی کردن حداکثر پروژه با میزان مشخصی بودجه، کاهش هزینه ها، سرعت در اجرا و کاهش شکایات بین واحدها	ترکیب مدل برنامه ریزی آرمانی فازی و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در صدد ارائه مدلی برای تخصیص بهینه منابع مالی به بخش های مختلف سازمان	(1392) موسوی و دیگران
جنبه مالی (تخمین جریان مالی (IRR)، نحوه تامین مالی)، جنبه مشتری (ارتباط با برنامه پنج ساله تحقیق و توسعه صنعت گاز (برگرفته از رهنگاشت)، تاثیر در ارتقا بهره وری شرکت های بهره بردار، نیاز شرکت های بهره بردار)، جنبه داخلی-کسب و کار (دستاورد تجاری طرح، درصد پیشرفت فیزیکی، هم افزایی با سایر طرح ها و فعالیت ها)، جنبه یادگیری و رشد (نوع دستاورد حاصله، ایجاد زیر ساخت برای طرح های بعدی، تاثیر بر حل مشکلات ناشی از تحریم)، جنبه عدم قطعیت (ریسک فنی طرح، تاثیر مسائل قانونی و زیست محیطی بر طرح، میزان تاثیر پذیری از تحریم، کوتاه بودن زمان اجرا، دسترسی به مجری باتجربه و صاحب صلاحیت).	ارزیابی سبد پروژه های تحقیق و توسعه در قالب 4 فاز: 1- تولید پروژه های کاندیدا بر مبنای نتایج حاصل از رهنگاشت فناوری و نیاز سنجی؛ 2- ارزیابی پروژه ها شامل دسته بندی انواع پروژه ها و تحلیل ارزش و ریسک آنها بر مبنای معیارهای کارت امتیازی متوازن و عدم قطعیت؛ 3- انتخاب سبد بر اساس مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده ها - کارت امتیازی متوازن (DEA-BSC).	(1392) عباسی و دیگران
نزدیکی به مکان های اقتصادی، نزدیکی به مکان های سیاحتی، نزدیکی به مکان های زیارتی، سود مورد انتظار، سطح تقاضا، دسترسی به امکانات حمل و نقل	فرآیند تحلیل شبکه یی و برنامه ریزی آرمانی	(1391) فضلی و مدنی
میزان منابع مورد نیاز، میزان تاثیر بر ذی نفعان، احتمال موفقیت پروژه	تحلیل سلسله مراتبی گروهی - فازی و ماتریس تلاش - موفقیت. از ماتریس برای امتیاز دادن به پروژه ها و از تحلیل سلسله مراتبی گروهی فازی به منظور تخصیص وزن بومی به معیارهای مدل EFQM.	(1391) کاظمی و دیگران
بودجه سالانه	روشهای تصمیم گیری چند معیاره (فرآیند تحلیل شبکه ای	(1390) مهرجردی و دیگران





سال و مولف	روش ارائه شده	شاخص‌ها
(1390) رفیعی و کیانفر	برنامه ریزی چند دوره ای احتمالی برنامه ریزی ریاضی و تصمیم گیری چند معیاره مثل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی	هزینه و بودجه در دسترس معیارهای مالی و اقتصاد مهندسی و معیارهای دیگری از جمله حداکثر کردن سود، تسطیح منابع افق زمانی اتمام پروژه ها و همبستگی بین پروژه ها
(1387) بابایی	ترکیب دو ابزار تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی ریاضی	اجرای آموزش های E-HSE، متنوع نمودن آموزش های خانواده، تحقق توافقات انجام شده در جلسات T.R، بازنگری و اجرای نظام سنجش از خدمات رسانی واحدهای نیروی انسانی، افزایش اثربخشی آموزشی موسسات، پیگیری آموزش کارکنان شرکت های پیمانکاری، انجام پروژه های تحقیقاتی منابع انسانی، تدوین نظام کلی انتقال دانش، تعیین انتظارات قبل از برگزاری دوره ها، طراحی آموزش مجازی و خود آموزی
(1386) اکبری و مهرگان	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی	مالی، سازمانی، محیطی، فنی و تکنیکی و مدیریتی که هر کدام شامل زیر معیارهایی می باشند
(1384) خواجوی و همکاران	تحلیل پوششی داده ها	سه متغیر ورودی ( نرخ بازده یک سال، نرخ بازده سه سال، نرخ بازده پنج سال) و چهار متغیر خروجی (درآمد هر سهم EPS، نسبت قیمت به درآمد، بتا (5 سال)، ضریب سیگما (5 سال))
(2015) توانا و دیگران	تحلیل پوششی داده ها برای غربالگری اولیه، تاپسیس برای رتبه بندی پروژه ها و برنامه ریزی عدد صحیح برای انتخاب مناسب ترین سید پروژه در یک محیط فازی	13 زیر معیار در 5 دسته برای این پروژه ها مورد بررسی قرار گرفت که از جمله آنها، فرصت ( دوستی با محیط زیست، مشارکت)، خطرات بالقوه ( دسترسی منابع، موفقیت فنی، کنترل بودجه، کنترل زمانبندی)، فناوری (اهمیت فناوری، نگرانی شکاف، تاثیر، حقوق مالکیت معنوی)، مالی ( هزینه، بازگشت سرمایه گذاری) و اشتغال ( تعداد کارکنان)
(2014) تیلان و دیگران	روشهای تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی	شناسایی معیارهای کلیدی ریسک پروژه های ساختمانی در دانشگاه ملک عبدالعزیز از جمله ریسک های مرتبط با زمان، هزینه، کیفیت، ایمنی و محیط زیست پایدار، پارامترهای اساسی برای ارزیابی پروژه های ساخت و ساز.
(2013) توانا و دیگران	تکنیک تحلیل پوششی داده های فازی و برنامه ریزی چند هدفه	معیارهای زمان کل و هزینه تولید بعنوان ورودی و قابلیت اطمینان و قابلیت استفاده مجدد و امکان پذیری و ایمنی بعنوان خروجی
(2013) ماوروتس و پچک	تصمیم گیری چند معیاره و برنامه ریزی ریاضی و شبیه سازی مونت کارلو	هزینه کل پروژه - روش پیشنهاد شده - توانایی های پرسنل - قابلیت واقعی و علمی - قابلیت فنی
(2013) خلیلی دامغانی و دیگران	برنامه ریزی آرمانی فازی بر مبنای تاپسیس و یک رابطه اولویت فازی	منابع انسانی، ماشین، مواد اولیه، دوره برنامه ریزی
(2012) چانگ و لی	مدل تلفیقی تحلیل پوششی داده ها و فرمول بندی کوله پشتی و نظریه فازی	معیارهای ورودی شامل هزینه مواد، نیروی انسانی، فضا، جریمه زمان کل و معیارهای خروجی شامل سود ناخالص، رشد سهم بازار، رشد فناوری
(2012) قپانچی و دیگران	تحلیل پوششی داده های فازی	کارایی ( کارایی امتیاز محاسبه شده با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های فازی) و ریسک میانگین ( محاسبه شده با ضریب متوسط ورودی پروژه با احتمال شکست آن)

شاخص‌ها	روش ارائه شده	سال و مولف
هدف تحقیق و توسعه، کسب سهم بازار، زمان مورد انتظار، هزینه مورد انتظار، پیشرفته بودن تکنولوژی، نوآوری تکنولوژی، اهمیت استراتژیک، قابلیت توسعه، امکان دست‌یابی به پتنت، محتوای برنامه ریزی فنی، قابلیت تیم تحقیقاتی، ایمنی و زیست محیطی، در دسترس بودن منابع فنی، پشتیبانی تجهیزاتی، پشتیبانی بیرونی، ریسک موفقیت فنی، ریسک هزینه، ریسک زمان بندی، دسترسی به بازارهای هدف.	روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به همراه منطق فازی و روش دلفی برای ارزیابی پروژه‌ها	(2011) امیری و دیگران
هزینه، روش پیشنهادی، توانایی‌های کارکنان، توانایی علمی و عملی، توانایی فنی	رتبه بندی پروژه‌های تحت عدم قطعیت با استفاده از روش پرموتی در ساختار شبیه سازی مونت کارلو و سپس انتخاب سبد نهایی با استفاده از ماژول برنامه ریزی عدد صحیح در شبیه سازی مونت کارلو	(2011) شخصی نیایی و ایرانمنش
قابلیت اطمینان مربوط به جدول زمانی قطار مسافری، زمان سفر قطارهای مسافری، زمان سفر قطارهای باری، برنامه ریزی زمان توقف قطار باری، خطای اپراتور و یا سرعت غیر مجاز، هزینه‌های مربوط به نصب تجهیزات جدید	ترکیب یکپارچه فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها	(2008) آزاده و همکاران

## ۲. روش‌های مبتنی بر برنامه ریزی ریاضی

در زمینه انتخاب پروژه، مدیران تحقیق و توسعه اغلب به دنبال یافتن مجموعه‌ای از پروژه‌ها هستند که اجرای آنها ارزش انتظاری منافع شرکت را حداکثر کند. هرچند روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره ابزارهای لازم جهت تعیین مناسب‌ترین پروژه را در اختیار مدیریت قرار می‌دهد. لیکن در شرایطی که بین پروژه‌ها وابستگی‌هایی وجود دارد، بکارگیری روشهای تصمیم‌گیری به تنهایی کارآمد نمی‌باشند. بعضی از این روابط و وابستگی‌ها عبارت‌اند از: وابستگی پروژه‌ها از نظر منابع، وابستگی‌های فنی، وابستگیهای متقابل به لحاظ مسائل بازار، وابستگی به دلیل سیاستهای کلی شرکت. در چنین شرایطی به منظور انتخاب مناسب‌ترین مجموعه از پروژه‌ها از روشهای برنامه ریزی ریاضی استفاده می‌شود. بمنظور انتخاب، مجموعه‌ای از موجودیت‌ها از میان مجموعه‌ای بزرگتر بکارگرفته می‌شوند به گونه‌ای که مجموعه انتخابی منجر به حداکثر شدن یک تابع هدف (که در اینجا تابعی است که نشان‌دهنده منافع شرکت است) با رعایت یکسری محدودیتها (محدودیتهای ناشی از وابستگیها) و یا حداقل شدن یک تابع هدف (مثلا هزینه‌ها و یا ریسک پروژه‌ها) با توجه به محدودیتهای عملیاتی می‌گردد.



پیشینه کنید : منابع شرکت =  $f ( X_1, X_2, \dots, X_n )$

(st) با توجه به محدودیت های زیر

محدودیت منابع مالی :  $g_1 ( X_1, X_2, \dots, X_n ) \leq 0$

محدودیت منابع فنی :  $g_2 ( X_1, X_2, \dots, X_n ) \leq 0$

تابع مشخص کننده وابستگی های فنی :  $g_3 ( X_1, X_2, \dots, X_n ) \leq 0$

محدودیت های ناشی از الزامات خط مشی شرکت :  $g_4 ( X_1, X_2, \dots, X_n ) \leq 0$

$x \geq 0$  بطوری که  $x$  همان متغیرهایی هستند که می تواند حاکی از میزان سرمایه گذاری

روی پروژه مورد نظر و یا انتخاب و عدم انتخاب آن باشد

جدول ۲. روش انتخاب پروژه ( برنامه ریزی ریاضی)

شاخص	روش	سال و مولف
بودجه ی در دست در ابتدای هر دوره، نرخ بازگشت سرمایه و تعداد پروژه های موجود	برنامه ریزی تصادفی چند مرحله ای با قابلیت جایگزینی پروژه ها در طول افق زمانی بصورت قطعی و غیر قطعی	(1393) تدین راد و کوشا
معیارهای مرتبط با اهداف استراتژیک، منابع انسانی، مسائل فنی و اقتصادی، ریسک، ابعاد اجتماعی و سیاسی و مرتبط با بهینه سازی مدنظر بوده که هر کدام شامل زیر معیارهایی نیز هستند	فرآیند تحلیل شبکه ای و برنامه ریزی خطی	(1393) مرادی و حسن پور
معیار زیست محیطی، پدافند غیرعامل، بازده فنی، بازده اقتصادی، بازده اجتماعی، بازده سیاسی، بازده مالی، امتیاز عملکرد، تعداد پروژه، مجموع اعتبارات، پیشرفت فیزیکی، درصد اعتبار تخصیص یافته	برنامه ریزی خطی، آرمانی و عدد صحیح مختلط	(1392) محقر و دیگران
احتمال موفقیت فنی، اهمیت استراتژیک، جنبه های اقتصادی	سه روش دلفی، رتبه بندی دینامیک و برنامه ریزی آرمانی گام های تشکیل دهنده این مدل هستند.	(1392) زنگنه و دیگران



شخص	روش	سال و مولف
اجرای کردن حداکثر پروژه با میزان مشخصی بودجه، کاهش هزینه ها، سرعت در اجرا و کاهش شکایات بین واحدها	ترکیب مدل برنامه ریزی آرمانی فازی و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در صدد ارائه مدلی برای تخصیص بهینه منابع مالی به بخش های مختلف سازمان	(1392) موسوی و دیگران
جنبه مالی (تخمین جریان مالی (IRR)، نحوه تامین مالی)، جنبه مشتری (ارتباط با برنامه پنج ساله تحقیق و توسعه صنعت گاز (برگرفته از رهنگاشت)، تاثیر درارتقا بهره وری شرکت های بهره بردار، نیاز شرکت های بهره بردار)، جنبه داخلی - کسب و کار (دستاورد تجاری طرح، درصد پیشرفت فیزیکی، هم افزایی با سایر طرح ها و فعالیت ها)، جنبه یادگیری و رشد (نوع دستاورد حاصله، ایجاد زیر ساخت برای طرح های بعدی، تاثیر بر حل مشکلات ناشی از تحریم)، جنبه عدم قطعیت (ریسک فنی طرح، تاثیر مسائل قانونی و زیست محیطی بر طرح، میزان تاثیر پذیری از تحریم، کوتاه بودن زمان اجرا، دسترسی به مجری باتجربه و صاحب صلاحیت).	ارزیابی سید پروژه های تحقیق و توسعه در قالب 4 فاز: 1- تولید پروژه های کاندیدا بر مبنای نتایج حاصل از رهنگاشت فناوری و نیاز سنجی؛ 2- ارزیابی پروژه ها شامل دسته بندی انواع پروژه ها و تحلیل ارزش و ریسک آنها بر مبنای معیارهای کارت امتیازی متوازن و عدم قطعیت؛ 3- انتخاب سید بر اساس مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده ها - کارت امتیازی متوازن (DEA-BSC)	(1392) عباسی و دیگران
نزدیکی به مکان های اقتصادی، نزدیکی به مکان های سیاحتی، نزدیکی به مکان های زبارتی، سود مورد انتظار، سطح تقاضا، دسترسی به امکانات حمل و نقل	فرآیند تحلیل شبکه یی و برنامه ریزی آرمانی	(1391) فضلی و مدنی
میزان منابع مورد نیاز، میزان تاثیر بر ذی نفعان، احتمال موفقیت پروژه	تحلیل سلسله مراتبی گروهی - فازی و ماتریس تلاش - موفقیت. از ماتریس برای امتیاز دادن به پروژه ها و از تحلیل سلسله مراتبی گروهی فازی به منظور تخصیص وزن بومی به معیارهای مدل EFQM	(1391) کاظمی و دیگران
هزینه و بودجه در دسترس، معیارهای مالی و اقتصاد مهندسی و معیارهای دیگری از جمله حداکثر کردن سود، تسطیح منابع افق زمانی اتمام پروژه ها و همبستگی بین پروژه ها	برنامه ریزی چند دوره ای احتمالی برنامه ریزی ریاضی و تصمیم گیری چند معیاره مثل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی	(1390) رفیعی و کیانفر
اجرای آموزش های E-HSE، متنوع نمودن آموزش های خانواده، تحقق توافقات انجام شده در جلسات T.R، بازنگری و اجرای نظام سنجش از خدمات رسانی واحدهای نیروی انسانی، افزایش اثربخشی آموزشی موسسات، پیگیری آموزش کارکنان شرکت های پیمانکاری، انجام پروژه های تحقیقاتی منابع انسانی، تدوین نظام کلی انتقال دانش، تعیین انتظارات قبل از برگزاری دوره ها، طراحی آموزش مجازی و خود آموزی	ترکیب دو ابزار تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی ریاضی	(1387) بابایی

شخص	روش	سال و مولف
مخارج سرمایه گذاری و دارایی خالص سالیانه کشف دارو، معرفی به بازار، آزمایش	دو مدل برنامه ریزی عدد صحیح صفر-یک احتمالی مقید برای انتخاب پروژه در محیط تصادفی فازی و الگوریتم تصادفی فازی هیبرید مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی با ترمیمی از الگوریتم ژنتیک و شبیه سازی برای حل مسئله بهینه سازی مدل برنامه ریزی صفر- یک فازی	(1387) شفیع و سعیدی مهرآباد
مالی، سازمانی، محیطی، فنی و تکنیکی و مدیریتی که هر کدام شامل زیر معیارهایی می باشند	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی	(1386) اکبری و مهرگان
نحوه سرمایه گذاری ، مدت زمان پروژه ها، انگیزه سرمایه‌گذاران، بهره سود، هزینه های اجرا	برنامه ریزی عدد صحیح	(2015) جعفرزاده و همکاران
13 زیر معیار در 5 دسته برای این پروژه ها مورد بررسی قرار گرفت که از جمله آنها، فرصت ( دوستی با محیط زیست، مشارکت)، خطرات بالقوه ( دسترسی منابع، موفقیت فنی، کنترل بودجه، کنترل زمانبندی)، فناوری (اهمیت فناوری، نگرانی شکاف، تاثیر، حقوق مالکیت معنوی)، مالی ( هزینه، بازگشت سرمایه گذاری) و اشتغال ( تعداد کارکنان)	تحلیل پوششی داده ها برای غربالگری اولیه، تأسیس برای رتبه بندی پروژه ها و برنامه ریزی عدد صحیح برای انتخاب مناسب ترین سبد پروژه در یک محیط فازی	(2015) توانا و دیگران
شناسایی معیارهای کلیدی ریسک پروژه های ساختمانی در دانشگاه ملک عبدالعزیز از جمله ریسک های مرتبط با زمان، هزینه، کیفیت، ایمنی و محیط زیست پایدار، پارامترهای اساسی برای ارزیابی پروژه های ساخت و ساز	روشهای تحلیل سلسله مراتبی فازی و تأسیس فازی	(2014) تیلان و دیگران
معیارهای زمان کل و هزینه تولید بعنوان ورودی و قابلیت اطمینان و قابلیت استفاده مجدد و امکان پذیری و ایمنی بعنوان خروجی	تکنیک تحلیل پوششی داده های فازی و برنامه ریزی چند هدفه	(2013) توانا و دیگران
هزینه کل پروژه - روش پیشنهاد شده - توانایی های پرسنل - قابلیت واقعی و علمی-قابلیت فنی	تصمیم گیری چند معیاره و برنامه ریزی ریاضی و شبیه سازی مونت کارلو	(2013) ماوروتس و پچک
منابع انسانی، ماشین، مواد اولیه، دوره برنامه ریزی	برنامه ریزی آرمانی فازی بر مبنای تأسیس و یک رابطه اولویت فازی	(2013) خلیلی دامغانی و دیگران
معیارهای ورودی شامل هزینه مواد، نیروی انسانی، فضا، جریمه زمان کل و معیارهای خروجی شامل سود ناخالص، رشد سهم بازار، رشد فناوری	مدل تلفیقی تحلیل پوششی داده ها و فرمول بندی کوله پشتی و نظریه فازی	(2012) چانگ و لی

سال و مولف	روش	شاخص
(2012) قپانچی و دیگران	تحلیل پوششی داده های فازی	کارایی ( کارایی امتیاز محاسبه شده با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های فازی) و ریسک میانگین ( محاسبه شده با ضریب متوسط ورودی پروژه با احتمال شکست آن)
(2012) عامل صادقی و سیف برقی	رویکرد جدیدی بر مبنای مدل تصمیم گیری چند معیاره فازی و یک مدل برنامه ریزی خطی چند هدفه دوتایی فازی	19 معیار شامل معیار ریسک (احتمال اتمام، احتمال دستیابی به سود، نیروی انسانی، ظاهر کارکنان فناوری اطلاعات، بلوغ فناوری جدید)، معیار هزینه (هزینه های سخت افزاری، هزینه های نرم افزاری، هزینه های اجرا شامل تغییر مدیریت، هزینه های نگهداری، هزینه های مشاور شامل زمان آموزش و منحنی یادگیری)، معیار سود ( کمک در دستیابی به هدف شرکت، کمک به برنامه ریزی و کنترل، کمک به تصمیم مدیریتی، بهبود مزیت رقابتی، عملیات کاهش یا حذف، بهبود کیفیت اطلاعات، بهبود رضایت کاربر، انعطاف پذیری سیستم، حفاظت امنیت)
(2011) امیری و دیگران	روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، منطق فازی و روش دلفی برای ارزیابی پروژه ها	هدف تحقیق و توسعه، کسب سهم بازار، زمان مورد انتظار، هزینه مورد انتظار، پیشرفته بودن تکنولوژی، نوآوری تکنولوژی، اهمیت استراتژیک، قابلیت توسعه، امکان دست یابی به پتنت، محتوای برنامه ریزی فنی، قابلیت تیم تحقیقاتی، ایمنی و زیست محیطی، در دسترس بودن منابع فنی، پشتیبانی تجهیزاتی، پشتیبانی بیرونی، ریسک موفقیت فنی، ریسک هزینه، ریسک زمان بندی، دسترسی به بازارهای هدف.
(2011) شخصی نیایی و ایرانمنش	رتبه بندی پروژه های تحت عدم قطعیت با استفاده از روش پرموتی در ساختار شبیه سازی مونت کارلو و سپس انتخاب سبد نهایی با استفاده از مازول برنامه ریزی عدد صحیح در شبیه سازی مونت کارلو	هزینه، روش پیشنهادی، توانایی های کارکنان، توانایی علمی و عملی، توانایی فنی
(2010) کارازو و همکاران	برنامه ریزی ریاضی چند هدفه غیر خطی	در دسترس بودن ناهموار و مصرف منابع، امکان انتقال منابع مصرف نشده از یک دوره، مکمل، ناسازگاری، هم افزایی و تقدم روابط بین پروژه ها

### مدل سازی شناختی<sup>۱۸</sup>

مدل سازی شناختی، روشی است که به منظور مدل سازی نحوه تصمیم گیری مدیران تحقیق و توسعه و یا افراد خبره مورد استفاده قرار می گیرد. به عنوان ابزاری برای انتخاب پروژه از این روش برای الگو برداری از چگونگی تصمیم گیری مدیران پروژه استفاده می شود و هدف از چنین کاری پیشگیری از مسائلی چون ناسازگاری در ارزیابی و اشتباه بر اثر ارزیابی های مکرر در فرآیند تصمیم گیری است.

<sup>18</sup> Cognitive emulation

جدول ۳. روش انتخاب پروژه (مدل سازی شناختی)

شاخص	روش	سال و مولف
احتمال موفقیت فنی، اهمیت استراتژیک، جنبه های اقتصادی	سه روش دلفی، رتبه بندی دینامیک و برنامه ریزی آرماتی گام های تشکیل دهنده این مدل هستند.	(1392) زنگنه و دیگران
ریسک تجاری، مالی، سیاسی	روش دلفی	(1391) مرتضی نیا و فلاح شمس
هدف تحقیق و توسعه، کسب سهم بازار، زمان مورد انتظار، هزینه مورد انتظار، پیشرفته بودن تکنولوژی، نوآوری تکنولوژی، اهمیت استراتژیک، قابلیت توسعه، امکان دست یابی به پتنت، محتوای برنامه ریزی فنی، قابلیت تیم تحقیقاتی، ایمنی و زیست محیطی، در دسترس بودن منابع فنی، پشتیبانی تجهیزاتی، پشتیبانی بیرونی، ریسک موفقیت فنی، ریسک هزینه، ریسک زمان بندی، دسترسی به بازارهای هدف.	روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به همراه منطق فازی و روش دلفی برای ارزیابی پروژه ها	(2011) امیری و دیگران

### گروه بندی پروژه ها (شبیه سازی و الگوریتم ابتکاری و گزینه های واقعی)

یکی از دلایل اصلی ایجاد واحدهای تحقیق و توسعه در واحدهای صنعتی حفظ و یا بهبود موقعیت استراتژیک آن واحدها در بازار است . لذا پروژه هایی که مطرح می شوند هریک به منظور توسعه و یا بهبود بعضی از محصولات و یا فعالیتهای تکنولوژیک شرکت و در راستای اهداف استراتژیک شرکت مطرح می شوند . به این خاطر یکی از مسائل مطرح درانتخاب پروژه های تحقیق و توسعه، انتخاب گروهی از پروژه هایی است که موجب تقویت و بهبود سطح فعالیتهای خاص استراتژیک شرکت می شوند . روش گروه بندی ابزاری را برای این منظور در اختیار مدیران قرار می دهد. (هوانگ<sup>۱۹</sup> و یان<sup>۲۰</sup>، 1981)

<sup>19</sup> hawng

<sup>20</sup> yan

سال و مولف	روش	شاخص
(1393) باقی آباد و مهرجردی	الگوریتم هیبریدی شامل شبیه سازی فازی و شبیه سازی تبرید	نرخ بازده پروژه
(1392) زنگنه و دیگران	سه روش دلفی، رتبه بندی دینامیک و برنامه ریزی آرمانی گام های تشکیل دهنده این مدل هستند.	احتمال موفقیت فنی، اهمیت استراتژیک، جنبه های اقتصادی
(1387) شفیعی و سعیدی مهرآباد	دو مدل برنامه ریزی عدد صحیح صفر-یک احتمالی مقید برای انتخاب پروژه در محیط تصادفی فازی و الگوریتم تصادفی فازی هیبرید مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی با ترمیمی از الگوریتم ژنتیک و شبیه سازی برای حل مسئله بهینه سازی و مدل برنامه ریزی صفر- یک فازی	مخارج سرمایه گذاری و دارایی خالص سالیانه کشف دارو، معرفی به بازار، آزمایش.
(2013) ماوروتس و پچک	تصمیم گیری چند معیاره و برنامه ریزی ریاضی و شبیه سازی مونت کارلو	هزینه کل پروژه - روش پیشنهاد شده - توانایی های پرسنل - قابلیت واقعی و علمی-قابلیت فنی
(2011) شخصی نیایی و ایرانمنش	رتبه بندی پروژه های تحت عدم قطعیت با استفاده از روش پرموتی در ساختار شبیه سازی مونت کارلو و سپس انتخاب سید نهایی با استفاده از مازول برنامه ریزی عدد صحیح در شبیه سازی مونت کارلو	هزینه، روش پیشنهادی، توانایی های کارکنان، توانایی علمی و عملی، توانایی فنی

### سایر روش ها

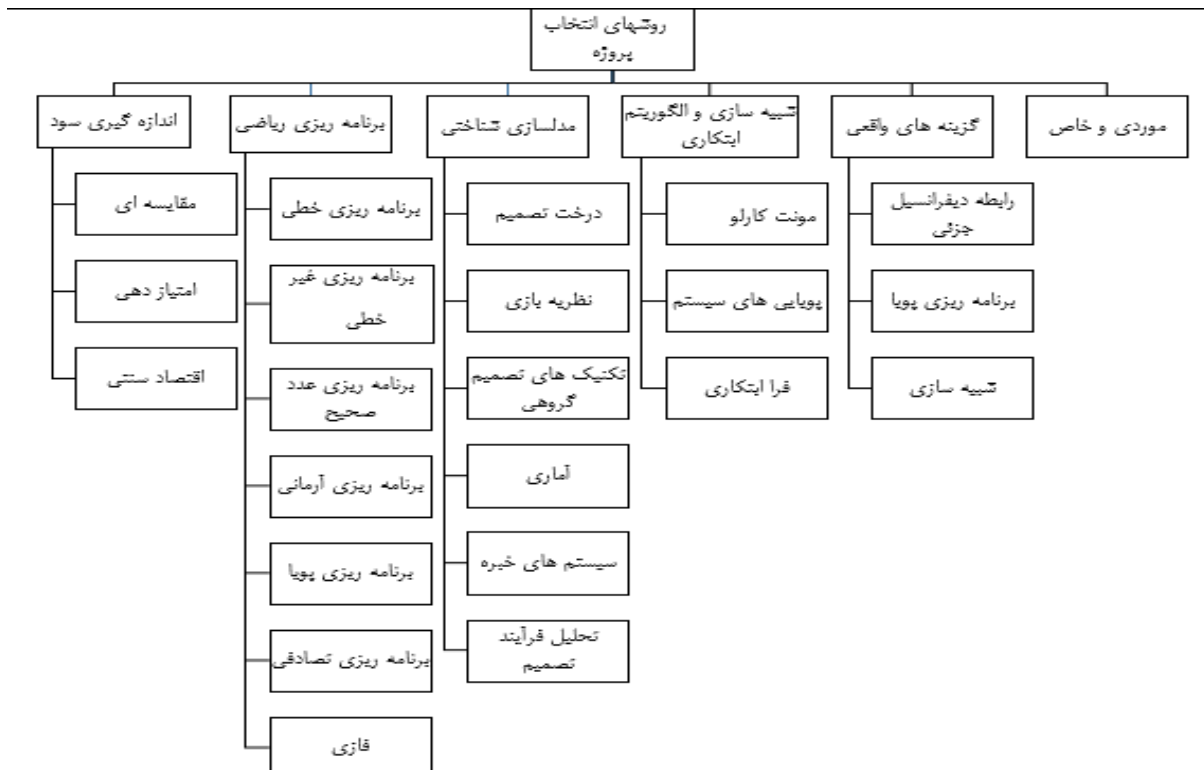
روش های دیگری نیز در فرآیند ارزیابی و انتخاب پروژه های تحقیق و توسعه مورد استفاده قرار گرفته است که اهم آنها عبارتند از روش های اقتصاد مهندسی، روشهای احتمالی و تئوری صف، روش های برنامه ریزی شبکه ای ( روش های قطعی و غیر قطعی). هم چنین این روشها نسبت به روشهای قبلی نزد کاربران و مدیران شناخته شده تر هستند روشهای اقتصاد مهندسی، روشهای تئوری صف، روش های برنامه ریزی شبکه ای پروژه ها نمونه ای از این موارد می باشند.



## انواع مدل های انتخاب پروژه

مدل های مختلفی برای اولویت بندی و انتخاب پروژه ها در پژوهش های گذشته مورد استفاده قرار گرفته است. در نتیجه طبقه بندی مدل های انتخاب پروژه از دیدگاه لامراتاناکول و همکاران (۲۰۰۶) به صورت جدول زیر می باشد.

جدول ۵. روش های انتخاب پروژه از دیدگاه لامراتاناکول و همکاران (2008)



## نتیجه گیری و پیشنهاد

انتخاب صحیح پروژه ها مهمترین قدم سازمان ها در دستیابی به اهداف راهبردی است و هدف آنها انتخاب پروژه هایی است که با اهداف بلند مدت سازمان هماهنگ بوده و مزیت رقابتی ایجاد کرده و با منابع محدود قابلیت اجرا داشته باشد. هر پروژه دارای منافع و هزینه ها و ریسک هایی است که ممکن است از قطعیت هم برخوردار نباشند. در سازمان های فناوری محور، سرمایه گذاری یک ابزار مطمئن برای دستیابی به اهداف است و محدودیت منابع این سازمان ها را ناگزیر از انتخاب میان انبوهی از پروژه های پژوهش و فناوری می سازد. هم چنین با توجه به نقش چشمگیری که فناوری های پیشرفته در تمامی ابعاد زندگی بشری دارند و از طرفی بدلیل نوپا بودن این نوع فناوری ها و عدم قطعیت های بالایی که در محیط اجرای این پروژه ها حاکم می باشد لزوم توجه به پروژه هایی با این نوع فناوری و اتخاذ تصمیم در مورد انتخاب این پروژه ها با توجه به ریسک و زمان و هزینه و درآمد حاصل از پروژه ها و ... ، با در نظر گرفتن معیارهایی جامع تر و موثر تر تحت عدم قطعیت ضروری به نظر می رسد. ارزیابی و انتخاب این نوع پروژه ها همواره از دغدغه های تصمیم گیران بوده است که به اهمیت هم راستایی پروژه ها با اهداف استراتژیک هر سازمان باز می گردد. فرآیند ارزیابی و انتخاب هر پروژه بالقوه وقت گیر و مشکل



است. هم چنین علت اساسی شکست این پروژه‌ها در بسیاری موارد می‌تواند دقت ناکافی در ارزیابی پروژه قبل از تخصیص سرمایه باشد و به نظر می‌آید آنچه در مورد پروژه‌های پژوهش و فناوری صادق است در مورد انواع دیگر پروژه‌ها نیز می‌تواند صادق باشد. مدیریت سازمان‌های فناوری محور در واقع تعیین می‌کند که در افق زمانی موردنظر بر روی چه پروژه‌هایی و به چه میزان سرمایه گذاری انجام شود، کدام پروژه‌ها متوقف شوند و کدام پروژه‌ها با یکدیگر ادغام شوند. در رویارویی با این اختلاف‌ها، انتخاب یک یا چند پروژه از بین مجموعه‌ای از این پروژه‌ها کار مشکلی است و با استفاده از برخی مدل‌ها و چارچوب‌ها، به انتخاب و ارائه یک مدل مناسب برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های فناوری پیشرفته همسو با استراتژی شرکتها پرداخته می‌شود. در نتیجه در این مقاله مبانی نظری و پیشینه پژوهش در این مورد بررسی شدند و هم چنین تعاریف اولیه با استفاده از مراجع معتبر تعریف شدند. معیارهای مورد بررسی در اولویت بندی و انتخاب این نوع پروژه‌ها با توجه به ادبیات موضوع، تحقیقات و روندهای مطالعاتی، مطالعات در بخش‌های رویکرد‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل‌های ریاضی و رویکرد‌های انتخاب، بیان شده و مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت با استفاده از جدول‌های ارائه شده و بررسی و تحلیل تحقیقات پیشین مدلی ارائه خواهد شد که به مدیران این شرکت‌ها در اتخاذ این تصمیمات یاری رساند. هم چنین مطالعه روی دیگر مسائل اولویت بندی و انتخاب مانند اولویت بندی ریسک‌های سرمایه‌گذاری و ..... می‌تواند زمینه‌ای برای تحقیقات آتی به شمار آید.

## منابع

1. تدین راد، یاسین و کوشا، حمیدرضا (1393). "انتخاب سبد بهینه پروژه‌ها در شرایط عدم اطمینان با استفاده از برنامه ریزی تصادفی چند مرحله‌ای با قابلیت جایگزینی پروژه‌ها در طول افق زمانی".
2. حاجی آقا بزرگی، علی؛ علیرضا سلامت بخش و ایمان رضائی، (1387)، بهینه‌سازی در اولوی بندی سبد پروژه‌ها با استفاده از رویکرد برنامه ریزی ریاضی، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران، گروه پژوهشی آریانا.
3. خلیل، طارق (1381). "مدیریت تکنولوژی: رمز موفقیت در رقابت و خلق ثروت"، ترجمه سید کامران باقری. تهران: پیام‌متن.
4. شفیع، محمود و سعیدی مهرآباد، محمد (1387). "ارائه یک الگوریتم هیبرید مبتنی بر GA جهت انتخاب پروژه بهینه با پارامترهای تصادفی"، کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.
5. صادق عمل نیک، محسن و رکوعی، عبدالرحیم و خلوصی، محمد هادی (1392). "ارائه رویکرد ترکیبی QFD-DEA به منظور اولویت بندی پروژه‌های بهبود تعالی سازمانی در سازمانهای با فناوری پیشرفته"، دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع.
6. علی نژاد، علیرضا و سیمپاری، کاووس (1392). "انتخاب سبد بهینه پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی DEA/DEMATEL"، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال یازدهم، شماره 28.
7. فضلی صفر و مدنی سینا (1391). "انتخاب پروژه براساس تخصیص بهینه منابع با استفاده از رویکرد ترکیبی فرآیند تحلیل شبکه‌ای و برنامه ریزی آرمانی". مجله مهندسی صنایع و مدیریت شریف، دوره 1-28، شماره 1، صفحه 99-111.
8. کاظمی، مصطفی. (1374). "مدلسازی ریاضی و کاربرد آن در مدیریت"، نشریه دانش و توسعه، شماره 2، از صفحه 155-167.
9. محمودنژاد، ابراهیم (1380). "مدیریت بر آینده با تکنولوژی فردا"، تهران: انستیتو ایز ایران.
10. ملکی فر، عقیلی، مبانی فناوری و انتقال فناوری، سازمان صنایع هوایی، ص 112، تابستان 1378.



11. April, J., Glover, F., Kelly, J. P., & Laguna, M. (2003, December). Practical introduction to simulation
12. Optimization. In Simulation Conference, 2003. Proceedings of the 2003 winter (Vol. 1, pp. 71-78). IEEE.
13. Bari, M. A., Davis, D., & Davis, D. (2001). A comprehensive 0–1 goal programming model for project selection. *International Journal of Project Management*, 19(4), 243-252.
14. 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.
15. J.P.Martino, Research and Development Project Selection, John Wiley & Sons. 1995.
16. Jafarzadeh, M., Tareghian, H. R., Rahbarnia, F., & Ghanbari, R. (2015). Optimal selection of project portfolios using reinvestment strategy within a flexible time horizon. *European Journal of Operational Research*, 243(2), 658-664.
17. lamratanakol, s. kolaoglu, d. (2008). “ new product development and innovation: literature explorations and descriptions”. In technology management for the global future PICMET 2006 conference.
18. Pyzdek T; Strategy deployment using blanced scorecards; Six Sigma and Competitive advantage, Vol11, No.1, 2004.
19. Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, fourth Edition, Project Management Institute. Inc, Pennsylvania, USA, 2008.
20. Powers, G., Ruwanpura, J. Y., Dolhan, G., & Chu, M. (2002, December). Simulation based project selection decision analysis tool. In Simulation Conference, 2002. Proceedings of the Winter (Vol. 2, pp. 1778-1785). IEEE
21. Rafiee, M., & Kianfar, F. (2011). A scenario tree approach to multi-period project selection problem using real-option valuation method. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 56(1-4), 411-420.
22. Tian, Q., Ma, J., Liang, J., Kwok, R. C., & Liu, O. (2005). An organizational decision support system for effective R&D project selection. *Decision Support Systems*, 39(3), 403-413.
23. Tavana, M., Khalili-Damghani, K., & Sadi-Nezhad, S. (2013). A fuzzy group data envelopment analysis model for high-technology project selection: A case study at NASA. *Computers & Industrial Engineering*, 66(1), 10-23.
24. Wey, W.M. and Wu, K.Y. ( 2007). Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation", *Mathematical and Computer Modelling*, 46, pp.985-990.