

مقاله موردی (روش اولویت‌بندی چندمعیاره)

# اولویت‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری (مطالعه موردی شرکت فولاد مبارکه) [۱]

دریافت: ۹۹/۴/۲۸

پذیرش: ۹۹/۶/۱۸

محمد ریاحی<sup>۱</sup>، محمدرضا شریفی قزوینی<sup>۲</sup>، مرتضی نوابی<sup>۳</sup>  
سعیده کتابی<sup>۴</sup>، نویسنده مسئول  
مهسا قندهاری<sup>۵</sup>، مظاهر ضیایی<sup>۶</sup>

## چکیده

تصمیم‌گیری، نظرات خبرگی تبیین نشده و گهگاه سلیقه‌های شخصی بر انتخاب پروژه‌ها تأثیر می‌گذارد. در این مقاله یک مدل اولویت‌بندی چندمعیاره برای ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری در شرکت فولاد مبارکه ارائه می‌شود که در آن معیارهای مناسب و نحوه اندازه‌گیری آنها به همراه روش تعیین اولویت تشریح می‌شود. کاربرد مدل فوق در عمل ضمن انتخاب سیستمی پروژه‌ها و کاهش اعمال سلیقه‌های شخصی، شانس حذف پروژه بعد از تصویب را هم کاهش می‌دهد. کاربرد مدل فوق بر روی مجموعه پروژه‌های کاندید سرمایه‌گذاری شرکت در سال ۹۷، انطباق بیش از ۸۵ درصد اولویت‌بندی به دست آمده را با آنچه در عمل رخ داده، نشان می‌دهد.

سازمان‌ها برای دستیابی به مزیت رقابتی نیاز به ایجاد زیرساخت‌هایی دارند که از طریق اجرای پروژه‌های سرمایه‌گذاری در سازمان محقق می‌شود. از طرفی محدودیت منابع مانع از اجرای تمام پروژه‌های بالقوه می‌شود و اولویت‌بندی و انتخاب از بین آنها ضروری خواهد بود. نکته حائز اهمیت در ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری، در نظر گرفتن معیارهای متنوع در کنار شاخص‌های شناخته شده اقتصادی در یک مدل تصمیم‌گیری است که ضمن منظور نمودن مأموریت و استراتژی سازمان، در نزدیک نمودن مدل مربوطه به دنیای واقع تأثیر به‌سزایی داشته باشد. در بسیاری از سازمان‌ها، به جای وجود یک سیستم یکپارچه بنابر معیارهای مشخص و اندازه‌گیری شده برای

طبقه‌بندی JEL: C610

اولویت‌بندی / پروژه سرمایه‌گذاری / مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

۱. واحد مهندسی کارخانه، شرکت فولاد مبارکه اصفهان

۲. واحد مهندسی کارخانه، شرکت فولاد مبارکه اصفهان

۳. واحد مهندسی کارخانه، شرکت فولاد مبارکه اصفهان

۴. گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، هزارجریب، اصفهان

۵. گروه مدیریت، دانشگاه اصفهان

۶. گروه مدیریت، دانشگاه اصفهان

## ۱. مقدمه: طرح مسأله

پروژه، بعد از تصویب و عدم شناخت از مشکل متقاضی و بهره‌بردار در جای خود است.

در این تحقیق، برای فرایند تصمیم‌گیری و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری، از تصمیم‌گیری چندشاخصه، روش‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی [۲] (AHP) و مجموع وزنی ساده [۳] (SAW)، استفاده می‌شود. ابتدا، شاخص‌های مورد نظر در شرکت فولاد مبارکه برای تصمیم‌گیری شناسایی و اهمیت آنها بنابر نوع پروژه محاسبه می‌شود. سپس، با ارزیابی پروژه‌ها بر اساس معیارها، امتیاز اولویت آنها محاسبه می‌شود.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

### الف. مبانی نظری

اکثر سازمان‌ها از رویکرد منسجمی برای شناسایی و تصویب پروژه‌های سرمایه‌گذاری استفاده نمی‌کنند. مشکل این است که این تصمیمات اغلب با اطلاعات ناکافی یا نادرست در مورد تأثیر این پروژه‌ها اخذ می‌شود. در اکثر روش‌های انتخاب پروژه، به تخصیص و تسطیح منابع کمتر توجه می‌شود. این عدم توجه باعث می‌شود که پروژه‌ها برای استفاده از منابع رقابت کنند و در نهایت موفقیت پروژه‌ها تهدید شود.

مدیریت سبد پروژه PPM [۴]، یک فرایند مداوم انتخاب و مدیریت مجموعه‌ای بهینه از پروژه‌ها است که حداکثر ارزش تجاری یا بازده سرمایه‌گذاری ارائه می‌دهد و مدیریت را قادر می‌سازد تا به بهترین نحو از منابع برای تمرکز بر روی پروژه‌های قابل دستیابی و همسو با اهداف استراتژیک کسب و کار خود استفاده کند. نمودار (۱) فرایند مدیریت سبد پروژه را نشان می‌دهد. هدف PPM تعیین آمیخته بهینه منابع برای توزیع و زمان‌بندی فعالیت‌ها برای کسب بهترین عملکرد سازمان و اهداف مالی، ضمن در نظر گرفتن محدودیت‌های مربوط به مشتریان، اهداف استراتژیک و سایر عوامل بیرونی است [۵].

انتخاب پروژه در یک سازمان و تصمیم‌گیری جهت سرمایه‌گذاری روی پروژه‌ها برای توسعه زیرساخت‌های لازم از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. اهمیت این مطلب زمانی بیشتر نمایان می‌شود که بدانیم اکثر سازمان‌ها با این امر درگیر بوده و حتی گاهی بخش اعظم درآمد آن‌ها از این پروژه‌ها به دست می‌آیند. غالباً سازمان‌های ایرانی از رویکرد کمی بر پایه مدل‌های ریاضی برای انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری استفاده نمی‌کنند. این امر موجب آن می‌گردد که تصمیمات در این حوزه متکی بر تجربه افراد و حدس‌های اولیه و گاه‌آریب خبرگان باشد. چنین تصمیماتی غالباً محصول اطلاعات ناکافی از این پروژه‌ها است.

مجتمع شرکت سهامی فولاد مبارکه اصفهان، یک شرکت تولیدی است که اکثر فعالیت‌های آن از طریق انجام پروژه‌های گوناگون انجام می‌شود. برای انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری در هر سال فهرستی از اقدامات یا تجهیزات مورد نیاز سرمایه‌گذاری که توسط واحدهای مختلف شرکت پیشنهاد شده، تهیه و سپس در مراحل مختلف فرایند تصمیم‌گیری که با عنوان "اولویت‌بندی" شناخته شده، مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنا بر تأیید دست‌اندرکاران فرایند فعلی انتخاب پروژه‌ها، نقطه ضعف اصلی تصمیم‌گیری بر اساس خبرگی در عوض وجود یک سیستم یکپارچه بنابر معیارهای مشخص و اندازه‌گیری شده برای تصمیم‌گیری است. در جلسات تصمیم‌گیری نظرات خبرگی تبیین نشده و گهگاه سلیقه‌های شخصی بر انتخاب تأثیر می‌گذارد. ضمن اینکه یکی از مشکلات فرایند فعلی در دسترس نبودن اطلاعات مورد نیاز برای انتخاب پروژه‌ها تشخیص داده شده است. یکی از نارسایی‌های مشاهده شده در فرایند فعلی تصمیم‌گیری، حذف پروژه‌های سرمایه‌گذاری، بعد از تصویب است. از دلایل این امر، تغییر سیاست‌ها یا ضرورت انجام پروژه با گذشت زمان، انجام نیازسنجی



نمودار ۱ - فرایند مدیریت سبد پروژه‌ها (Miller, 2002)

## ب. پیشینه تحقیق

پلازیبال و بیسیک [۶]، برای انتخاب بهترین پروژه از بین پانزده پروژه زیربنایی کوچک در کروآسی، علاوه بر شاخص‌های مالی از جمله: هزینه، درآمد، دوره بازگشت سرمایه، شاخص سودآوری، بازده و نرخ بازده داخلی، دو شاخص کیفی ریسک و زیست‌محیطی را هم معرفی کرده‌اند. پروژه‌های مورد مطالعه از نظر معیارهای ارزیابی، اندازه، ریسک و دوره بازگشت سرمایه همگن هستند. برای اندازه‌گیری شاخص ریسک عموماً از تحلیل حساسیت استفاده می‌شود که در نهایت این شاخص در یکی از پنج رده: خیلی پایدار، پایدار، با ریسک متوسط، ریسکی و خیلی ریسکی قرار می‌گیرد. شاخص زیست‌محیطی هم برای آلاینده‌های هوا و آب و هم آلاینده‌های گیاهی و حیوانی به صورت بدون تهدید، کمی تهدید، تهدیدکننده و تهدید زیاد اندازه‌گیری شده است. اوزان اهمیت سه معیار کلی هم به صورت: ۰٫۶۶۳ برای مالی، ۰٫۲۰۷ برای ریسک و ۰٫۱۲۹ برای زیست‌محیطی در نظر گرفته شده است. بیشتر شرکت‌ها به دنبال معیارهای اقتصادی هستند ولی در نظر گرفتن برخی معیارهای اجتماعی ضروری است. به همین دلیل دستورالعمل اروپایی [۷]، مراحل زیر را در ارزیابی پروژه‌ها پیشنهاد می‌کند:

۱. تجزیه و تحلیل زمینه و اهداف پروژه

## ۲. شناسایی پروژه

۳. امکان‌سنجی و تجزیه و تحلیل گزینه [۸] (مبتنی بر شواهد)

۴. تجزیه و تحلیل مالی

۵. تجزیه و تحلیل اقتصادی

۶. ارزیابی ریسک

فرناندز و همکاران [۹]، با مصاحبه و تحلیل داده‌ها، نحوه ارزیابی و انتخاب پروژه‌های R&D از دیدگاه تأثیر اجتماعی را بررسی می‌کنند. جامعه مورد بررسی سه شرکت بودند که پروژه‌های R&D را عمدتاً برای نوآوری در محصول انجام می‌دادند. چون هدف اصلی پروژه‌های R&D، توسعه محصولات و فرایندهای جدید است، مطالعات امکان‌پذیری روی چند عامل مثل اقتصادی، رقابت در بازار، تأمین مالی و مسئولیت اجتماعی انجام می‌شود. یکی از شرکت‌ها با روش‌های وزن‌دهی همراه با تحلیل عمیق مشخصه‌های پروژه و نیاز به منابع (مالی، زمان، مواد، تأثیرات محیطی و تحلیل ریسک) کار می‌کند. در مورد معیارهای اجتماعی، شرکت‌ها بیان کردند که تحقیق روی پروژه‌های جدید باعث ثبات شغلی می‌شود ولی نمی‌توانند آن را مستقیماً اندازه‌گیری کنند. کارلسن [۱۰] در مورد فرایند انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری استراتژیک در حوزه معدن، ابتدا به بیان اهمیت لحاظ کردن استراتژی سازمان

انتخاب پروژه‌ها پرداخته‌اند، چون وجود طرح‌ها و الگوهایی برای دستیابی به اهداف سازمانی و برنامه درازمدت استفاده از منابع برای افزایش رقابت‌پذیری ضروری است. در حوزه معدن با توجه به بزرگ بودن ابعاد و عدم قطعیت موجود، هدف سرمایه‌گذاری استراتژیک افزایش یا حفظ ظرفیت تولید و ایجاد، حفظ یا توسعه مزیت رقابتی پایدار است.

شرکت الکتریکی بزرگ EDC در ونزوئلا برای توزیع بودجه سالیانه بین فعالیت‌های بهبوددهنده شبکه الکتریکی کاراکاس، روی اولویت‌بندی آنها، بر اساس تجربه و بینش تصمیم‌گیری می‌کند. گارسیا ملون و همکاران [۱۱]، پیشنهاد دادند که بر اساس اهداف استراتژیک، ابتدا پانزده پروژه مورد نظر در سه خوشه گروه‌بندی و بنابر شاخص استراتژیکی پروژه تحلیل شود. سپس، فعالیت‌ها بر اساس اهداف استراتژیک شرکت و به‌کمک روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش فرایند تحلیل شبکه‌ای، به‌همراه تابع مطلوبیت (برای مقابله با عدم قطعیت)، رتبه‌بندی می‌شوند. انتخاب پورتنوی پروژه‌ها برای یک شرکت کاری چالش برانگیز است و شامل ارائه یک فهرست اولویت‌بندی پروژه‌ها می‌شود که محدوده کاری آینده، تناسب استراتژیک و مشارکت ذینفعان را در بر می‌گیرد. این پروژه‌ها باید سازمان را به رقابت و موفقیت برانگیزند. دقت مدل برای تصمیم‌گیری در خصوص تخصیص منابع که بر رقابت‌پذیری یک شرکت تأثیر می‌گذارد اهمیت زیادی دارد. اولویت‌بندی پروژه‌ها و انتخاب بهترین پروژه‌ها، یک مسأله کلاسیک تصمیم‌گیری چندمعیاره [۱۲] (MCDM) است. تکنیک‌های MCDM برای حل این نوع مسائل بسیار مناسب هستند.

مطالعه تریبانا و همکاران [۱۳]، برای مدل‌سازی فرایند در شرکت‌های منتخب جهت جلوگیری از عواقب تصمیم‌گیری غلط در مورد سرمایه‌گذاری روی انتخاب پروسه ورقه فلزی، به این نتیجه منجر شده که در هر روشی معیارهای اقتصادی مشخص شود. کیم و لی [۱۴]، اظهار می‌کنند که از سال ۲۰۰۵ شرکت‌های فولاد کره‌ای تلاش در

تأسیس پروژه‌های تولید فولاد در خارج از کشور را دارند. با تجربه کمی که در این زمینه دارند، لازم است ریسک شکست پروژه را هم در نظر بگیرند. در رویکرد سنتی تنزیل (ارزش فعلی یا نرخ بازده داخلی)، برای پروژه‌های بزرگ فولاد در دوره زمانی بزرگ، باید ریسک مبتنی بر عدم قطعیت پروژه‌های بزرگ، پیچیدگی، درجه‌های متفاوت انعطاف‌پذیری مدیریت و ساختار مالی هم در نظر گرفته شود. انواع عوامل مؤثر بر ریسک شامل عوامل اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و تعیین تأثیر هر کدام بر هر عامل مؤثر سودآوری را در نظر گرفتند و این نکته را تأکید کردند که ملاحظات فنی، نتیجه را واقعی‌تر می‌کند.

در تشکیل سبد بهینه سرمایه‌گذاری، روش‌های یادگیری ماشین و داده‌کاوی نیز به‌کار گرفته شده است. خوشه‌بندی و سری‌های زمانی یکی از مهم‌ترین این روش‌ها است که به‌منظور خوشه‌بندی انبوه داده‌های مربوط به دارایی‌های (مثلاً سهام) موجود در بازار به‌کار می‌رود. همچنین پتانسیل آتی سرمایه‌گذاری‌ها با روش‌های مبتنی بر داده‌کاوی تخمین زده می‌شود که مطمئن‌تر از کار با صرفاً میانگین داده‌ها است [۱۵]. بررسی مطالعات پیشین در مدیریت سبد پروژه حاکی از آن است که:

- در تحقیقات مشابه، تیم پروپوزال شامل دبیر کمیته سرمایه‌گذاری و پیشنهاد دهنده پروپوزال، ضمن ارزیابی، جلساتی برای بهبود و ارتقاء پروپوزال، برگزار می‌کنند.
- به‌کرات ذکر شده که اولویت‌بندی پروژه‌ها، یک مسأله کلاسیک تصمیم‌گیری چندمعیاره است.
- ضمن ذکر اهمیت لحاظ کردن استراتژی سازمان در انتخاب پروژه‌ها، در هر روشی معیارهای اقتصادی هم در نظر گرفته شده است. علاوه بر شاخص‌های مالی، دو شاخص کیفی ریسک و زیست‌محیطی هم معرفی شده‌اند.
- باید روش‌های وزن‌دهی همراه با تحلیل عمیق مشخصه‌های پروژه و نیاز به منابع مورد نظر باشد.

- ضمنا اشاره شده است که پروژه‌های مورد مطالعه از نظر معیارهای ارزیابی، اندازه، ریسک و دوره بازگشت سرمایه باید همگن باشند و راه‌کار گروه (خوشه) بندی پروژه‌ها ذکر شده است.

### ۳. روش تحقیق

در امور مهندسی شرکت فولاد مبارکه مطالعات جامع فنی اقتصادی و تعیین نوع تکنولوژی برای توسعه کمی و کیفی محصولات شرکت و برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای سرمایه‌گذاری‌ها انجام می‌شود. این واحد، به علاوه بهینه‌سازی در واحدهای مختلف نواحی تولیدی را برعهده دارد. پروژه‌های مختلف سرمایه‌گذاری لازم است توسط کمیته سرمایه‌گذاری یا برنامه‌ریزی (EIG)، واحد مهندسی صنایع و برنامه‌ریزی جامع بررسی، اولویت بندی و تأیید و سپس فرم مجوز سرمایه‌گذاری صادر شود. یکی از ارکان فرایند تصمیم‌گیری اصلاح شده، اولویت بندی پروژه‌های پیشنهادی و پیش‌نیاز آن، جمع‌آوری اطلاعات بنا بر فرم‌های طراحی شده‌ای در سیستم اتوماسیون شرکت با تکمیل پیوسته توسط ناحیه تولیدی متقاضی و رییس فرایندی مربوطه در واحد مهندسی کارخانه، تا مهلت مقرر در هر سال است. مدل پیشنهادی برای اولویت بندی شامل مراحل زیر است:

- طبقه‌بندی انواع پروژه‌های سرمایه‌گذاری به کمک جلسات طوفان ذهنی و بر اساس استراتژی شرکت.
- تعیین شاخص‌های اولویت بندی به کمک جلسات طوفان ذهنی و بر اساس مطالعات پیشین و استراتژی شرکت.
- تعیین اهمیت شاخص‌ها برای اولویت بندی هر یک از انواع پروژه‌ها بر اساس مقایسات زوجی توافقی خبرگان و به کمک روش AHP.
- ارزیابی و اندازه‌گیری شاخص‌ها برای پروژه‌ها.
- تعیین امتیاز اولویت بندی پروژه‌ها به کمک روش SAW.

### ۴. یافته‌ها

#### الف. طبقه‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری

پروژه‌های مورد بررسی از تنوع بالایی برخوردار هستند و ماهیتاً از یک نوع نیستند. به همین منظور اولین گام اساسی برای انتخاب، طبقه‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری است به نحوی که مشخصه‌های مورد ارزیابی برای پروژه‌های یک طبقه، همگن باشد. به این ترتیب می‌توان انواع مختلف پروژه‌ها را بنا بر الگوهای سنجش مختلف، یا با بیان دقیق‌تر، اهمیت‌های متفاوت از شاخص‌ها اولویت بندی کرد. در این راستا از یک طبقه بندی پایه شروع و هماهنگ با ساختار فعلی شکست بودجه سرمایه‌گذاری اصلاحاتی در تعاریف پیشنهاد می‌شود. پس از احراز جامع و مانع بودن طبقه بندی و عدم وجود ابهام در تعیین طبقه، انواع پروژه‌های سرمایه‌گذاری در شرکت فولاد مبارکه به قرار زیر تبیین شده است:

۱. پروژه‌های ارتقاء کمی یا کیفی تولیدی: شامل پروژه‌های مرتبط با فرایندهای تولیدی شرکت با هدف بهبود کیفیت محصول، افزایش تولید، تولید محصول جدید، کاهش ضایعات، کاهش هزینه‌های تولید.

۲. پروژه‌های پشتیبانی تولیدی:

- شامل پروژه‌های زیرساختی مثل مکانیسم‌های حمل و نقل و جاده و راه آهن، IT پشتیبانی تولیدی، تولید و توزیع انرژی و سیالات و بهبود عملکرد انرژی (ارتقاء زیرساخت)، تصفیه پساب- ساختمان‌های صنعتی.
- شامل محوطه‌سازی، ساختمان اداری، تجهیزات آزمایشگاهی و اندازه‌گیری، تجهیزات نگهداری و تعمیرات، سیستم‌های حفاظت و نظارتی، سیستم‌های ارتباطی.

۳. پروژه‌های زیست محیطی، ایمنی و ارتقاء شرایط محیط کار: شامل پروژه‌هایی جهت حفظ محیط زیست، رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی محیط زیست و حفظ سلامت و افزایش ایمنی پرسنل در محیط کار.

۴. پروژه‌های رفاهی- خدماتی: ارائه خدمات رفاهی به پرسنل (مانند تأمین فضای فیزیکی مورد نیاز جهت پرسنل و خرید تجهیزات رفاهی، خرید تجهیزات اداری از قبیل دفاتر اداری، یخچال، میز، صندلی، کمد و غیره، سالن ورزشی)، حمل و نقل پرسنل.

#### ب. تعیین شاخص‌های مؤثر بر اولویت‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری

برای تعیین معیارهای ارزیابی، ابتدا لیستی از معیارهای مورد استفاده در اکثر پژوهش‌های پیشین معرفی شد. جدول (۱) خلاصه معیارها و مراجع مربوطه را ارائه می‌دهد. در طی چند جلسه با کارشناسان واحد امور مهندسی مطرح و با روش بارش افکار از افراد خواسته شد که نظر خود را در مورد معیارها ارائه دهند. معیارها به روش توافقی تعدیل و اصلاح شد.

در اکثر قریب به اتفاق مطالعات قبلی، مهم‌ترین معیار برای ارزیابی یک پروژه سرمایه‌گذاری در یک سازمان، میزان هم‌راستایی آن با اهداف سازمان ذکر شده است. این هدف همواره در شرکت فولاد مبارکه از اهداف بسیار مهم و مورد توجه مدیران بوده است. اهداف استراتژیک هر سال با توجه به موقعیت شرکت و رقبا و اوضاع اقتصادی بر اساس نظر تصمیم‌گیرندگان و خبرگان و سایر عوامل کلیدی به روز و در تابلو اهداف شرکت ثبت می‌شود (پیوست ۱) علاوه بر این، دسته‌ای از اهداف شرکت در قالب معیارهای فنی- عملکردی است که در عین مناسب بودن برای رؤسای فرایندی قابل تشخیص و ارزیابی هستند. این معیارها عبارتند از:

- افزایش ظرفیت تولید
- افزایش ظرفیت زیرساخت‌ها
- ارتقاء فرایند یا بهبود کیفیت محصول
- کاهش مصارف، کاهش اتلاف‌ها و کاهش ضایعات

- افزایش رضایت پرسنل

- افزایش ایمنی و بهبود شرایط محیط کار

- بهبود عملکرد زیست محیطی

- بهبود عملکرد انرژی

افزایش کمی و کیفی تولید، زیرساخت‌ها و فرایند تولیدی از اهداف اولیه شرکت بوده است. با توجه به اهمیت و تأکید بر کاهش مصارف، حذف اتلاف‌ها و صرفه‌جویی در هزینه‌ها نیز به‌عنوان یکی از خط‌مشی‌های شرکت مورد تأکید قرار گرفته است. از طرف دیگر، شرکت فولاد مبارکه هماهنگ با جهت‌گیری‌های راهبردی خود در راستای تحقق نظام تحول شرکت، سلامتی و ایمنی منابع انسانی را از اولویت‌های اساسی خود دانسته و بر این اساس میزان رضایت بر اساس خدماتی که انجام پروژه برای پرسنل ایجاد می‌کند یکی دیگر از معیارهای فنی خواهد بود. همچنین، ارتقاء نظام بهداشت حرفه‌ای و ایمنی و کاهش آلودگی در شرکت و پیرامون آن را از رسالت‌های خود می‌داند و خط‌مشی و برنامه‌های خود را در این راستا تدوین نموده است. اخیراً، شاخص بهبود عملکرد انرژی برای ارزیابی نیاز پروژه به حامل انرژی در راستای سیستم مدیریت انرژی و ممیزی شرکت نیز مطرح گردیده است.

همچنین به علت محدود بودن منابع جهت اجرای پروژه‌ها باید به زمان و هزینه لازم برای انجام پروژه، توجه کرد. معیار دیگری که معمولاً به‌طور ضمنی در نظر گرفته می‌شود ضرورت انجام پروژه است. بنابر این معیار، صرف نظر از اینکه یک پروژه چه اهدافی را دنبال می‌کند و یا اینکه توجیه فنی-اقتصادی دارد یا خیر، یک پروژه ممکن است لازم‌الاجرا باشد. از جمله عللی که انتخاب و انجام یک پروژه را ضروری می‌کند می‌توان به وجود الزام قانونی برای انجام پروژه یا استقرار یافته‌های پروژه، پیش‌نیاز بودن برای سایر پروژه‌های مصوب و یا در حال اجرا و سایر وابستگی منطقی پروژه‌ها به هم اشاره کرد.

جدول ۱- معیارهای ارزیابی پروژه الگوبرداری شده [۱۶] از مطالعات پیشین (حاصل از مروری بر منابع تحقیق حاضر)

| مراجعه | معیارهای ارزیابی                  | اهداف بلندمدت سازمان<br>(از جمله کیفیت، رضایت کارکنان و...) | پشتیبانی از اهداف تجاری صریح و ضمنی - مزیت رقابتی پایدار | شاخصهای مالی از جمله: هزینه، درآمد، دوره بازگشت سرمایه، شاخص سودآوری، بازده و نرخ بازده داخلی | ریسک | اثرات زیست محیطی، تأثیرات محیطی | معیارهای فنی (مثل افزایش ظرفیت و...) | نیاز به منابع سازمانی (مالی، پرسنل، زمان، مواد) | امکان پذیری وابستگی پروژهها، ضرورت | پهچینگی | معیارهای اجتماعی |
|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|---------|------------------|
|        | (Bacon, 1992)                     |                                                             | ✓                                                        | ✓                                                                                             |      |                                 | ✓                                    |                                                 | ✓                                  |         |                  |
|        | (Plazibal and Babic, 1996)        |                                                             |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    | ✓                               |                                      |                                                 |                                    |         |                  |
|        | (Archer and Ghasemzadeh, 1999)    | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             |      | ✓                               | ✓                                    | ✓                                               | ✓                                  |         | ✓                |
|        | (Kendall G. and Rollins S., 2003) | ✓                                                           | ✓                                                        | ✓                                                                                             | ✓    |                                 | ✓                                    |                                                 | ✓                                  | ✓       |                  |
|        | (European Commission, 2008)       |                                                             |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    |                                 |                                      |                                                 |                                    |         | ✓                |
|        | (García-Melón, 2009)              | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             |      |                                 |                                      |                                                 |                                    |         |                  |
|        | (Vargas, 2010)                    | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    |                                 | ✓                                    |                                                 | ✓                                  |         |                  |
|        | (Gosenheimer, 2012)               | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    |                                 | ✓                                    |                                                 | ✓                                  |         |                  |
|        | (Vasovic et al, 2014)             | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             |      |                                 |                                      |                                                 | ✓                                  |         |                  |
|        | (Kaiser et al., 2014)             | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    |                                 |                                      |                                                 |                                    |         |                  |
|        | (Gomede and Barros, 2014)         | ✓                                                           | ✓                                                        | ✓                                                                                             |      | ✓                               | ✓                                    | ✓                                               | ✓                                  |         | ✓                |
|        | (Dutra et al., 2014)              | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    |                                 | ✓                                    | ✓                                               | ✓                                  |         | ✓                |
|        | (karlsson, 2015)                  | ✓                                                           | ✓                                                        | ✓                                                                                             |      |                                 | ✓                                    |                                                 |                                    |         |                  |
|        | (Tahri, 2015)                     |                                                             |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    |                                 |                                      | ✓                                               | ✓                                  | ✓       |                  |
|        | (Fernandez, et al, 2015)          |                                                             |                                                          |                                                                                               | ✓    | ✓                               |                                      | ✓                                               | ✓                                  |         | ✓                |
|        | (Trebuna et al., 2017)            |                                                             |                                                          | ✓                                                                                             |      |                                 |                                      |                                                 |                                    |         |                  |
|        | (Kim and Lee, 2018)               |                                                             |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    |                                 | ✓                                    |                                                 |                                    | ✓       |                  |
|        | (Padilla and Munoz, 2017)         | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             |      |                                 |                                      | ✓                                               |                                    | ✓       | ✓                |
|        | (Planisware, 2018)                | ✓                                                           | ✓                                                        | ✓                                                                                             | ✓    |                                 | ✓                                    | ✓                                               |                                    |         |                  |
|        | (meisterplan, 2018)               | ✓                                                           |                                                          | ✓                                                                                             | ✓    |                                 | ✓                                    |                                                 |                                    |         |                  |
|        | (مطالعه حاضر ۲۰۲۰)                | ✓                                                           | ✓                                                        | ✓                                                                                             | ✓    | ✓                               | ✓                                    | ✓                                               | ✓                                  | ✓       | ✓                |

بالاخره آخرین معیاری که باید برای ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری منظور شود، ریسک سرمایه‌گذاری است. ریسک، زیان بالقوه قابل اندازه‌گیری یک سرمایه‌گذاری است. ریسک غیرسیستماتیک فقط منحصر به یک پروژه است در حالی که ریسک سیستماتیک آن قسمت از ریسک است که به شرایط عمومی بازار مربوط می‌شود. ریسک‌های مؤثر در پروژه‌ها، بر اساس استاندارد [۱۷] عبارتند از:

- ریسک‌های بیرونی: تغییر در عوامل محیطی، رخدادهای اجتماعی، ریسک کشور، آب و هوا، زلزله، اعتصاب و مسائل سیاسی.
- ریسک‌های درون سازمانی: تغییر سیاست‌های تصمیم‌گیرندگان، کمبود منابع، عدم سازگاری اهداف محدوده، زمان و هزینه داخل سازمان، عدم اولویت‌بندی پروژه‌ها، تعلیق و یا عدم کفایت سرمایه‌گذاری، تضاد منابع پروژه با دیگر پروژه‌های سازمان.

- ریسک‌های فنی - کیفی - عملکردی: ریسک‌های مربوط به طراحی و ساخت محصول، نیازمندی، پیچیدگی، عملکرد، اطمینان و کیفیت، استفاده از تکنولوژی پیچیده، اهداف عملکرد غیر واقعی، تغییرات تکنولوژی و استانداردها.
- ریسک مالی: تغییر در سیاست‌های پولی و مالی، بازار سهام، تورم، نرخ مالیات، تغییرات در عوامل مالی و مخصوصاً درآمدهای حاصله.

نوع دیگری از خطر اجرای یک پروژه که روی انتخاب آن تأثیر می‌گذارد، اثرات جانبی آن بر ایمنی و روی محیط زیست است. نمودار (۲) نمودار سلسله مراتبی معیارهای مؤثر بر اولویت‌بندی پروژه‌ها را نشان می‌دهد. معیارهایی که با نماد - علامت‌گذاری شده‌اند دارای جنبه منفی در ارزیابی هستند.



نمودار ۲ - نمودار سلسله مراتبی معیارهای مؤثر بر اولویت‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری در شرکت فولاد مبارکه

### ج. تعیین اهمیت نسبی شاخص‌های مؤثر در ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری

در این مرحله، باید توجه داشت که بسته به نوع پروژه، اهمیت معیارها متفاوت است. به عنوان مثال، اهمیتی که معیار فنی «افزایش ظرفیت تولید» برای یک پروژه از نوع ارتقاء کمی یا کیفی تولیدی دارد بسیار بیشتر از اهمیت آن برای یک پروژه از نوع رفاهی-خدماتی است. به این ترتیب می‌توان انتخاب پروژه‌های مورد نیازی (مثلا از نوع رفاهی-خدماتی) که بنا بر معیارهای اولویت‌بندی، معمولاً در رقابت با پروژه‌های سودآور (مثلا پروژه‌های ارتقاء کمی یا کیفی تولیدی) کنار گذاشته می‌شوند، را هم توجیه نمود.

تعداد زیادی از مطالعات پیشین برای وزن دهی و تعیین اهمیت معیارهای ارزیابی پروژه‌ها روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP را پیشنهاد کرده‌اند از جمله Archer, Forman, Vargas, Gomedé [۱۸]. یکی از شرایط لازم برای کاربرد روش AHP استقلال معیارهای مورد ارزیابی است که در صورتی که نتوان احراز شود، استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای توصیه شده است [۱۱]. در این

مطالعه، تعاریف معیارها به‌گونه‌ای بیان شده است که استقلال آنها برقرار خواهد بود.

برای تعیین اهمیت معیارها برای هر طبقه از پروژه‌ها، نظر توافقی کارگروه در چند جلسه برای مقایسات زوجی معیارها جمع‌آوری شد. برای نهادینه شدن معیارها، مقایسات زوجی از پایین‌ترین سطح سلسله مراتب انجام شد. نظرات به‌کمک نرم‌افزار Expert Choice ثبت و سازگاری قضاوت‌ها توسط محاسبه نرخ ناسازگاری (پیوست ۲) مورد بررسی قرار گرفت. هدف جنبی از مشارکت در جلسات فوق، تبیین عملیاتی شاخص‌ها برای نواحی و کمیته‌های مختلف شرکت فولاد و دستیابی به اجماع بر ضرورت و نیاز به اطلاعات مربوطه در تصمیم‌گیری بود.

در مرحله بعد، به‌کمک روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی [۱۹] و نرم‌افزار Expert Choice اوزان اهمیت معیارها برای انواع پروژه‌ها به‌دست آمد و اعتبار آن بر اساس پیش‌زمینه ذهنی و تخصص و خبرگی اعضای کارگروه تأیید شد. اوزان اهمیت معیارها برای ارزیابی هر یک از انواع پروژه‌ها، که از خروجی‌های نرم‌افزار ارائه شده در پیوست (۲) استخراج گردیده، مطابق جدول (۲) است.

جدول ۲ - اوزان اهمیت معیارهای ارزیابی هر یک از انواع پروژه‌های سرمایه‌گذاری

| معیارهای ارزیابی پروژه                    | طبقه پروژه | ارتقاء کمی یا کیفی تولیدی | پشتیبانی تولیدی | زیست‌محیطی، ایمنی و ارتقاء شرایط محیط کار | رفاهی - خدماتی |
|-------------------------------------------|------------|---------------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------|
| الزامات قانونی                            | ۰/۰۷۲      | ۰/۰۸۷                     | ۰/۲۸۷           | ۰/۰۶۱                                     |                |
| پیش‌نیازی (یا هم‌نیازی) با پروژه‌های مصوب | ۰/۱۶۴      | ۰/۱۹۹                     | ۰/۰۷۹           | ۰/۱۳۹                                     |                |
| عدم هم‌پوشانی با پروژه‌های مصوب           | ۰/۰۳۱      | ۰/۰۳۸                     | ۰/۰۴۳           | ۰/۰۲۷                                     |                |
| اتصال به اهداف ویژه استراتژیک             | ۰/۰۶۸      | ۰/۰۶۹                     | ۰/۰۲۹           | ۰/۰۲۳                                     |                |
| افزایش ظرفیت تولید                        | ۰/۱۳۵      | ۰/۰۳۴                     | ۰/۰۱۱           | ۰/۰۱۷                                     |                |
| افزایش ظرفیت زیرساخت‌ها                   | ۰/۰۴۳      | ۰/۱۵۵                     | ۰/۰۱۸           | ۰/۰۲۵                                     |                |
| ارتقاء فرایند یا بهبود کیفیت محصول        | ۰/۱۰۶      | ۰/۰۳                      | ۰/۰۲            | ۰/۰۱۷                                     |                |
| کاهش مصارف، کاهش اتلاف‌ها، کاهش ضایعات    | ۰/۰۳۵      | ۰/۰۳۵                     | ۰/۰۱۴           | ۰/۰۳                                      |                |
| افزایش رضایت پرسنل                        | ۰/۰۱۴      | ۰/۰۱۶                     | ۰/۰۴۲           | ۰/۲۰۱                                     |                |

| معیارهای ارزیابی پروژه              | طبقه پروژه | ارتقاء کمی یا کیفی تولیدی | پشتیبانی تولیدی | زیست محیطی، ایمنی و ارتقاء شرایط محیط کار | رفاهی - خدماتی |
|-------------------------------------|------------|---------------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------|
| ارتقاء ایمنی و بهبود شرایط محیط کار | ۰/۰۲۴      | ۰/۰۴۸                     | ۰/۱۱۵           | ۰/۰۹                                      |                |
| ارتقاء عملکرد زیست محیطی            | ۰/۰۲۱      | ۰/۰۴۵                     | ۰/۱             | ۰/۰۳۴                                     |                |
| میزان مصرف انرژی                    | ۰/۰۳۵      | ۰/۰۳۱                     | ۰/۰۱۷           | ۰/۰۲                                      |                |
| هزینه انجام پروژه                   | ۰/۱۱۹      | ۰/۰۹۶                     | ۰/۱۰۲           | ۰/۱۷۴                                     |                |
| زمان اجرا                           | ۰/۰۵۶      | ۰/۰۵۳                     | ۰/۰۵۵           | ۰/۰۸۵                                     |                |
| ریسک درون سازمانی                   | ۰/۰۰۶      | ۰/۰۲۹                     | ۰/۰۱۹           | ۰/۰۲۹                                     |                |
| ریسک مالی                           | ۰/۰۱۲      | ۰/۰۱۷                     | ۰/۰۳۴           | ۰/۰۱۶                                     |                |
| ریسک فنی - عملیاتی                  | ۰/۰۳۱      | ۰/۰۰۶                     | ۰/۰۰۶           | ۰/۰۰۴                                     |                |
| ریسک ایمنی و زیست محیطی             | ۰/۰۰۷      | ۰/۰۰۸                     | ۰/۰۰۵           | ۰/۰۰۶                                     |                |
| ریسک محیط بیرونی                    | ۰/۰۲       | ۰/۰۰۴                     | ۰/۰۰۵           | ۰/۰۰۴                                     |                |

#### د. تبیین مؤلفه‌های سنجش شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری

تعداد زیادی از معیارها به‌طور صریح به‌کمک طیف لیکرت (شش تایی: بدون مورد، خیلی کم تا خیلی زیاد یا چهار تایی: مورد ندارد، کم، متوسط یا زیاد) برای پروژه‌ها سنجیده می‌شود. برای این‌گونه معیارها، که کیفی هستند، لازم است که پروژه‌های هر ناحیه فقط توسط یک نفر سنجیده شود. به این ترتیب، بدیهی است که نمی‌توان پروژه‌های دو ناحیه را مقایسه کرد و لازم است اولویت بندی به تفکیک نواحی انجام شود. به‌طور خاص هر یک از معیارها، به‌قرار زیر برای پروژه‌ها اندازه‌گیری می‌شوند:

اهداف سازمان: اهداف یا نتایج هستند که اجرای پروژه برای رفع مشکل موجود، منجر به دستیابی ناحیه به آنها می‌شود. بیشتر اهداف ماهیتاً طولانی مدت و استراتژیک هستند، ولی بعضی از نوع بهره‌برداری بوده و در طول سال‌ها تقریباً حاصل شده است، در حالی که هر سال تعداد محدودی هدف به‌طور ویژه تبیین می‌شود. پروژه‌ها احتمالاً منجر به بیش از یک نتیجه شوند و به‌ندرت پروژه‌ای هست که به هیچ‌یک از اهداف فوق

نرسد. در واقع، این معیارها خروجی یک پروژه را ارزیابی می‌کنند و اهمیت نسبتاً زیادی در اولویت بندی دارند. میزان‌های تأثیر با واژه‌های بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بیان و با اعداد ۰ تا ۵ کمی می‌شود. گرچه این اندازه‌ها نمی‌تواند برای نواحی مختلف به‌طور هماهنگ و سازگار و با قضاوت یکسان داده شود ولی هنگام ارائه نظر باید در ذهن متقاضی یا رییس فرایندی، و خاص همان ناحیه و ویژه پروژه‌های همان ناحیه، نهادینه شده باشد. میزان تأثیر هر پروژه روی زیرمعیارهای فنی ابتدا توسط متقاضی و مدیر ناحیه تعیین و سپس توسط رییس فرایندی تعدیل یا تأیید می‌شود.

هزینه انجام پروژه: کل هزینه لازم برای انجام پروژه است که البته نمی‌توان به‌طور قطعی و دقیق تعیین کرد، به‌همین دلیل با دریافت سه مقدار تقریبی حداقل، حداکثر و محتمل‌ترین هزینه [۲۰] ریالی یا ارزی (یورو) (و یا هر دو) که رییس فرایندی تخمین می‌زند، به‌صورت متوسط وزنی سه مقدار محاسبه می‌شود.

مدت زمان اجرای پروژه: منظور زمان تقریبی است که پروژه به اتمام می‌رسد و از آن به بعد پروژه قابل بهره‌برداری

باشد. بنا بر عوامل متعدد غیرقطعی، برآورد دقیق ممکن نیست و از ریسک فرایند مقادیر حداقل، حداکثر و محتمل ترین زمان بر حسب ماه گرفته می‌شود.

ریسک پروژه: این معیار بر اساس فعالیت‌های خطرناکی که ممکن است در هنگام و بعد از انجام پروژه رخ دهد شناسایی و سپس شدت و احتمال وقوع در چهار دامنه: بی‌تأثیر ۰-۵ درصد، کم ۵-۲۵ درصد، متوسط ۲۵-۶۰ درصد و زیاد ۶۰-۱۰۰ درصد تعیین می‌گردد. انواع ریسک‌های موجود عبارتند از:

- ریسک درون سازمانی: میزان تأثیر تغییر سیاست‌های شرکت فولاد مبارکه را روی نتایج پروژه اندازه‌گیری می‌کند. از جمله عدم قطعیت‌های مرتبط با این گروه، عدم قطعیت در نحوه همکاری با شرکت‌های خارجی و عدم قطعیت در سیاست‌های کلی نهادهای بالادستی است.
- ریسک مالی: مربوط به عدم قطعیت‌های مرتبط با میزان هزینه، نحوه تأمین مالی و وضعیت بازار مرتبط با محصولات است؛ مثلاً برای پروژه‌هایی که نیازمند تأمین از خارج از کشور هستند تغییر نرخ ارز روی هزینه پروژه تأثیر می‌گذارد. یا موفقیت پروژه‌هایی که مستقیماً به تولید انرژی مربوط می‌شود به قیمت انرژی بستگی دارد و با تغییر آن تأثیر می‌پذیرد.
- ریسک ایمنی و زیست‌محیطی: میزان آثار نامطلوب زیست‌محیطی یا ایمنی ناشی از اجرای طرح را اندازه‌گیری می‌کند.
- ریسک محیط بیرونی: میزان تأثیر عوامل غیر قابل کنترل مثل تغییر سیاست‌های دولت یا مسائل سیاسی را روی نتایج پروژه اندازه‌گیری می‌کند.
- ریسک فنی - عملیاتی: میزان شرایط نامطلوب فنی یا عملیاتی ناشی از تغییر فناوری یا نو بودن آن در پروژه و یا پیچیدگی پروژه را می‌سنجد. همچنین اگر اجرای طرح نیازمند توقف تولید باشد افزایش زمان روی توقفات تولید هم تأثیر می‌گذارد.

ضرورت انجام پروژه: بنابر وجود الزام قانونی یا وابستگی و ارتباط با سایر پروژه‌ها بنا بر طیف چهارتایی مورد ندارد، کم، متوسط یا زیاد ارزیابی می‌شود.

#### ه. الگوی مناسب جهت تعیین امتیازات اولویت‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری

انتخاب پروژه سرمایه‌گذاری در شرکت فولاد مبارکه نیاز به ارزیابی چندمعیاره پروژه‌ها و یک مسأله تصمیم‌گیری چندشاخصه است. روش‌های متنوعی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها در یک تصمیم‌گیری چندمعیاره وجود دارد. روش‌های کلاسیک حل شامل روش‌های امتیازی، سازشی و هماهنگ است. روش مجموع وزنی ساده یا SAW از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است. این روش به‌طور ساده‌ای امتیازات گزینه‌ها را به‌صورت مستقیم از اندازه شاخص‌ها محاسبه می‌کند. در این روش از یک تابع افزایش خطی برای نمایش ترجیحات تصمیم‌گیرنده، با فرض مجزا بودن آنها استفاده می‌شود. از مزیت دیگر روش این است که در صورت تغییر اندازه شاخصی، تغییر در امتیازات اولویت‌بندی به‌راحتی قابل پیش‌بینی است.

برای کاربرد روش SAW لازم است که اطلاعات بی‌مقیاس خطی شوند. به‌همین منظور، عناصر هر ستون ماتریس تصمیم‌نظیر معیار با جنبه مثبت (اهداف سازمان و ضرورت انجام پروژه)، بر حداکثر مقدار آن ستون تقسیم می‌شود. به‌جای عناصر هر ستون نظیر معیار با جنبه منفی (هزینه، زمان و ریسک پروژه)، نیز، حداقل مقدار آن ستون تقسیم بر خود آن عنصر قرار داده می‌شود. سپس مجموع وزنی اطلاعات بی‌مقیاس شده هر پروژه (با اوزان اهمیت مربوط به طبقه آن پروژه) محاسبه و به‌عنوان امتیاز آن پروژه ثبت می‌شود [۲۱]. محاسبات مربوط به بی‌مقیاس‌سازی اطلاعات، اعمال اوزان معیارها و تلفیق آنها بر اساس روش SAW در اکسل انجام می‌شود.

## ۵. نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

متقاضیان در هر سال برای رفع مشکلات در هر ناحیه (یا کمیته) شرکت فولاد مبارکه، پروژه‌های خود را برای تصویب و اجرا به واحد مهندسی کارخانه پیشنهاد می‌دهند. اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی پروژه‌ها در فرم پیشنهاد اولویت هر پروژه جمع‌آوری می‌شود. بعد از گذشت مهلت ارسال پیشنهادها، اطلاعات جمع‌آوری شده برای پروژه‌ها کمی‌سازی و در ماتریس تصمیم به تفکیک ناحیه بهره‌برداری یا کمیته، ثبت می‌شود. به کمک روش SAW، پروژه‌های هر ناحیه، جداگانه، بر اساس امتیاز به دست آمده به صورت نزولی مرتب می‌شوند. پروژه‌های هر ناحیه می‌تواند متنوع و از طبقات مختلف باشد که با اوزان مربوطه (و متفاوت) در نظر گرفته می‌شود.

برای احراز اعتبار معیارهای انتخاب شده و اوزان اهمیت آنها، الگوی فوق برای تعدادی از پروژه‌های مطرح در سال ۹۷ شرکت فولاد مبارکه، که هر دسته شامل انواع مختلفی از پروژه‌ها در نواحی تولیدی مختلف است، به کار گرفته شد. انطباق اولویت بندی به دست آمده با آنچه در عمل روی داده بود، بیش از ۸۵ درصد به دست آمد. به نظر می‌رسید که اختلاف مربوط به عدم دقت در تکمیل اطلاعات مورد نیاز باشد. ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده به عنوان نمونه لیست مربوط به ناحیه آهن‌سازی شرکت فولاد مبارکه در جدول (۳) (به عنوان نمونه خروجی مطالعه انجام شده) ارائه شده است. جدول (۴) پروژه‌ها به صورت فهرست اولویت بندی شده و امتیازات آنها را نشان می‌دهند. همان‌گونه که امتیازات اولویت بندی نشان می‌دهد، معیار الزام قانونی از مهم‌ترین معیارها برای ارزیابی پروژه‌ها است. یکی از علل قرار گرفتن پروژه‌های اول و دوم در ابتدای فهرست، پاسخ‌گویی به الزام رفع آلودگی بوده است. ولی در مورد پروژه نهم در فهرست، معیار زمان و ریسک نسبتاً زیاد از اولویت آن کاسته است. پروژه دهم نیز دارای هزینه

نسبی بالایی است. نکته قابل ذکر این است که ضریب اهمیت معیارهای فنی-عملکردی متناسب با نوع پروژه متفاوت است که مانع از حذف پروژه‌های زیست‌محیطی و یارفاهی-خدماتی در مقایسه با پروژه‌های تولیدی می‌شود. اولویت بندی صحیح بر پایه استراتژی کلان سازمان و تخصیص منابع به پروژه‌ها بر اساس آن می‌تواند نقش مهمی در رشد و توسعه سازمان داشته باشد. الگوی ارائه شده در این تحقیق برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری شرکت فولاد مبارکه، علاوه بر مجموعه شاخص‌های اقتصادی و هم‌راستایی با اهداف، شاخص‌های اجتماعی و زیست‌محیطی را نیز در نظر می‌گیرد. انتخاب و تبیین معیارها، شیوه اندازه‌گیری و اهمیت آنها وابسته به محیط سازمان مورد نظر است. ویژگی متمایز مدل پیشنهادی نسبت به مدل‌های پیشین، منظور کردن اوزان اهمیت متفاوت برای انواع مختلف پروژه‌ها است. پیشنهاد می‌شود که با تغییر در دیدگاه‌های کمیته سرمایه‌گذاری، اوزان تعیین شده در این مقاله برای شاخص‌های ارزیابی به هنگام شوند. از محدودیت‌های الگوی پیشنهادی این است که ارزیابی پروژه‌ها بنا بر نظر رییس فرایندی هر ناحیه انجام می‌شود و بنابراین امتیازات پروژه‌های نواحی مختلف را نمی‌توان با هم مقایسه نمود. پیشنهاد می‌شود که اندازه‌گیری و کمی کردن شاخص‌های ارزیابی تحت نظارت دبیر کمیته سرمایه‌گذاری انجام گیرد تا سازگاری بیشتری بین ارزیابی نواحی مختلف وجود داشته باشد. به علاوه، با اولویت بندی پروژه‌ها به تنهایی نمی‌توان سبد پروژه‌های منتخب را تعیین کرد. به این منظور و با توجه به منابع مالی، فیزیکی و انسانی مشترک برای اجرای پروژه‌ها، توصیه می‌شود که یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای انتخاب مناسب‌ترین پروژه‌ها توسعه داده شود. البته امتیازات اولویت بندی یکی از معیارهای اصلی انتخاب خواهد بود.

جدول ۳- ماتریس تصمیم‌بی مقیاس شده نمونه ده‌تایی پروژه‌های سرمایه‌گذاری

| عنوان پروژه                               | روزریس برای واحد گندله سازی | نصب فن‌های موازی اوزا برای گندله سازی | بررسی امکان نصب کلاس‌های جدید در آسیابها | بهبودسازی سیستم غبارگیر بر روی ترانسفورماتور | ساخت سیلوی ۳۶۵ مترمکعبی جهت ذخیره آهک | آسیاب سوم گندله‌سازی (خرودایش سنگ آهن زبره) | نصب سیستم آنتی کلورژن دستگاه‌های انباشت و برداشت | خرید و نصب دستگاه بریکت‌سازی ریزدانه آهک | ساخت رستوران جدید گندله سازی | افزایش راندمان و کاهش مصرف آب در کوبینگ تاور |
|-------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|
| شاخص‌های اولویت بندی                      |                             |                                       |                                          |                                              |                                       |                                             |                                                  |                                          |                              |                                              |
| الزامات قانونی                            | ۰                           | ۰                                     | ۰                                        | ۱                                            | ۱                                     | ۰                                           | ۰                                                | ۰/۶۷                                     | ۰                            | ۰/۳۳                                         |
| پیش‌نیازی (یا هم‌نیازی) با پروژه‌های مصوب | ۰                           | ۰/۶۶۷                                 | ۰/۶۶۷                                    | ۰                                            | ۰                                     | ۰/۳۳۳                                       | ۰                                                | ۰                                        | ۰                            | ۰                                            |
| همپوشانی با پروژه‌های مصوب                | ۱                           | ۱                                     | ۱                                        | ۱                                            | ۱                                     | ۱                                           | ۱                                                | ۱                                        | ۱                            | ۱                                            |
| اتصال به اهداف ویژه استراتژیک             | ۰/۸                         | ۰/۸                                   | ۰/۸                                      | ۰/۸                                          | ۰/۸                                   | ۰/۸                                         | ۰                                                | ۰/۸                                      | ۰/۴                          | ۰/۸                                          |
| افزایش ظرفیت تولید                        | ۰/۸                         | ۱                                     | ۰/۸                                      | ۰/۲                                          | ۰/۲                                   | ۰/۸                                         | ۰/۴                                              | ۰/۴                                      | ۰                            | ۰/۶                                          |
| افزایش ظرفیت زیرساخت‌ها                   | ۰/۶                         | ۰/۶                                   | ۰/۶                                      | ۰/۶                                          | ۰/۶                                   | ۱                                           | ۰                                                | ۰/۴                                      | ۰                            | ۰/۴                                          |
| ارتقاء فرایند یا بهبود کیفیت محصول        | ۰/۸                         | ۰/۸                                   | ۰/۸                                      | ۰/۲                                          | ۰                                     | ۰/۶                                         | ۰/۶                                              | ۰/۴                                      | ۰                            | ۰/۴                                          |
| کاهش مصارف، کاهش اتلاف‌ها، کاهش ضایعات    | ۰/۸                         | ۰/۸                                   | ۰/۸                                      | ۰/۲                                          | ۰/۶                                   | ۰/۶                                         | ۰/۴                                              | ۰/۶                                      | ۰                            | ۰/۸                                          |
| افزایش رضایت پرسنل                        | ۰/۲                         | ۰                                     | ۰/۲                                      | ۰/۶                                          | ۰/۸                                   | ۰/۴                                         | ۰/۶                                              | ۰/۶                                      | ۱                            | ۰/۲                                          |
| ارتقاء ایمنی و بهبود شرایط محیط کار       | ۰/۴                         | ۰/۶                                   | ۰/۶                                      | ۰/۶                                          | ۱                                     | ۰/۲                                         | ۱                                                | ۰/۶                                      | ۰/۸                          | ۰/۴                                          |
| بهبود عملکرد زیست محیطی                   | ۰/۶                         | ۰/۲                                   | ۰/۴                                      | ۱                                            | ۱                                     | ۰                                           | ۰                                                | ۱                                        | ۰/۴                          | ۰/۸                                          |
| رعایت مصرف انرژی +                        | ۰/۲                         | ۰/۴                                   | ۰/۲                                      | ۰/۸                                          | ۰/۸                                   | ۰/۲                                         | ۱                                                | ۰/۶                                      | ۰/۸                          | ۰/۸                                          |
| هزینه انجام پروژه                         | ۰/۰۰۰۶                      | ۰/۰۰۲                                 | ۰/۰۰۲                                    | ۰/۰۲۵                                        | ۰/۰۰۲                                 | ۰/۰۰۰۴                                      | ۰/۰۰۹                                            | ۰/۰۰۲                                    | ۰/۰۱۳                        | ۰/۰۰۳                                        |
| زمان اجرا                                 | ۰/۲۰۴                       | ۰/۳۵۷                                 | ۰/۳۵۷                                    | ۰/۴۶۲                                        | ۰/۳۰۳                                 | ۰/۱۶۷                                       | ۰/۴                                              | ۰/۳۰۳                                    | ۰/۲۵                         | ۰/۴                                          |
| ریسک درون سازمانی                         | ۰/۵                         | ۱                                     | ۱                                        | ۰/۳۳۳                                        | ۰/۳۳۳                                 | ۰/۳۳۳                                       | ۰/۳۳۳                                            | ۱                                        | ۱                            | ۰/۳۳۳                                        |
| ریسک مالی                                 | ۰/۴۹۲                       | ۰/۴۹۴                                 | ۰/۳۲۹                                    | ۰/۴۹۹                                        | ۰/۴۸۸                                 | ۰/۴۵                                        | ۱                                                | ۰/۴۹۴                                    | ۰/۹۹۱                        | ۰/۳۳۱                                        |
| ریسک فنی - عملیاتی                        | ۰/۱۳۳                       | ۰/۱۳۳                                 | ۰/۱۳۳                                    | ۰/۱۳۳                                        | ۱                                     | ۰/۱۳۳                                       | ۰/۱۳۳                                            | ۰/۳۳۳                                    | ۰/۵                          | ۰/۵                                          |
| ریسک ایمنی و زیست محیطی                   | ۱                           | ۱                                     | ۱                                        | ۱                                            | ۱                                     | ۰/۵                                         | ۱                                                | ۱                                        | ۰/۲                          | ۱                                            |
| ریسک محیط بیرونی                          | ۰/۵                         | ۰/۵                                   | ۰/۵                                      | ۱                                            | ۰/۵                                   | ۰/۵                                         | ۱                                                | ۰/۵                                      | ۰/۳۳۳                        | ۰/۵                                          |

جدول ۴- فهرست اولویت بندی شده براساس امتیازات پروژه های آهن سازی

| رتبه در فهرست | عنوان پروژه                                     | امتیاز     |
|---------------|-------------------------------------------------|------------|
| ۱             | ساخت سیلوی ۳۶۵ مترمکعبی جهت ذخیره آهنک          | ۰/۶۹۱۶۷۳۶۴ |
| ۲             | بهینه سازی سیستم غبارگیر بر روی ترانسفرتاور     | ۰/۶۴۱۰۴۶۹۷ |
| ۳             | خرید و نصب دستگاه بریکت سازی ریزدانه آهنک       | ۰/۵۴۸۰۸۶۸۴ |
| ۴             | نصب فن های موازی ۱ و ۴ برای گندله سازی          | ۰/۵۱۴۹۶۷۴۸ |
| ۵             | بررسی امکان نصب کلاسیفایرهای جدید در آسیاب ها   | ۰/۴۹۰۱۷۰۶۵ |
| ۶             | ساخت رستوران جدید گندله سازی                    | ۰/۴۳۱۶۱۹۲۸ |
| ۷             | آسیاب سوم گندله سازی (خردایش سنگ آهن زیره)      | ۰/۳۷۹۱۶۲۸۴ |
| ۸             | افزایش راندمان و کاهش مصرف آب در کولینگ تاور    | ۰/۳۴۱۸۰۱۸۱ |
| ۹             | رولرپرس برای واحد گندله سازی                    | ۰/۳۳۰۳۶۰۱۴ |
| ۱۰            | نصب سیستم آنتی کلوزن دستگاه های انباشت و برداشت | ۰/۳۱۳۶۰۴۷۷ |

### پی نوشت

18. (Archer and Ghasemzadeh, 1999)، (Forman E., 2001)، (Vargas, 2010) و (Gomede and Barros, 2014).

۱۹. قدسی پور، ۱۳۷۸.

۲۰. کمترین، متوسط و بیشترین مقدار یا مقادیر تخمین بدبینانه، محتمل ترین و خوش بینانه که مورد نیاز است ضمن استفاده برای برآورد پارامترهای مورد نیاز، می تواند معرف ریسک مربوطه نیز باشد.

۲۱. اصغرپور، ۱۳۷۶.

۱. این مقاله حاصل پروژه مشترک گروه پژوهشی تحقیق در عملیات، دانشگاه اصفهان: سعیده کتابی، مهسا قندهاری و مظاهر ضیایی و واحد مهندسی کارخانه، شرکت فولاد مبارکه با همکاری آقایان مهندس سعید اکبری، افشین خیامیم، محمد ریاحی، محمدرضا شریفی قزوینی، احمدرضا شیرزادی، محسن صفرپور، علی رضا عباسی، علی رضا غفارپور، مجید فقهی و مرتضی نوابی است.

2. Analytical Hierarchy Process.

3. Simple Additive Weighting.

4. Project Portfolio Management (PPM).

5. Project-Management-Institute, The standard for portfolio management, 2017.

6. Plazibal and Babic, 1996.

7. European Commission, 2008.

8. option.

9. Fernandez, Cunha, Ferreira, Araujo and Gomes, 2015.

10. Karlsson, 2015.

11. García-Melón, 2009.

12. Multi-Criteria Decision Making.

13. Trebuna et al., 2017.

14. Kim and Lee, 2018.

۱۵. عبدی و نجفی، ۹۶.

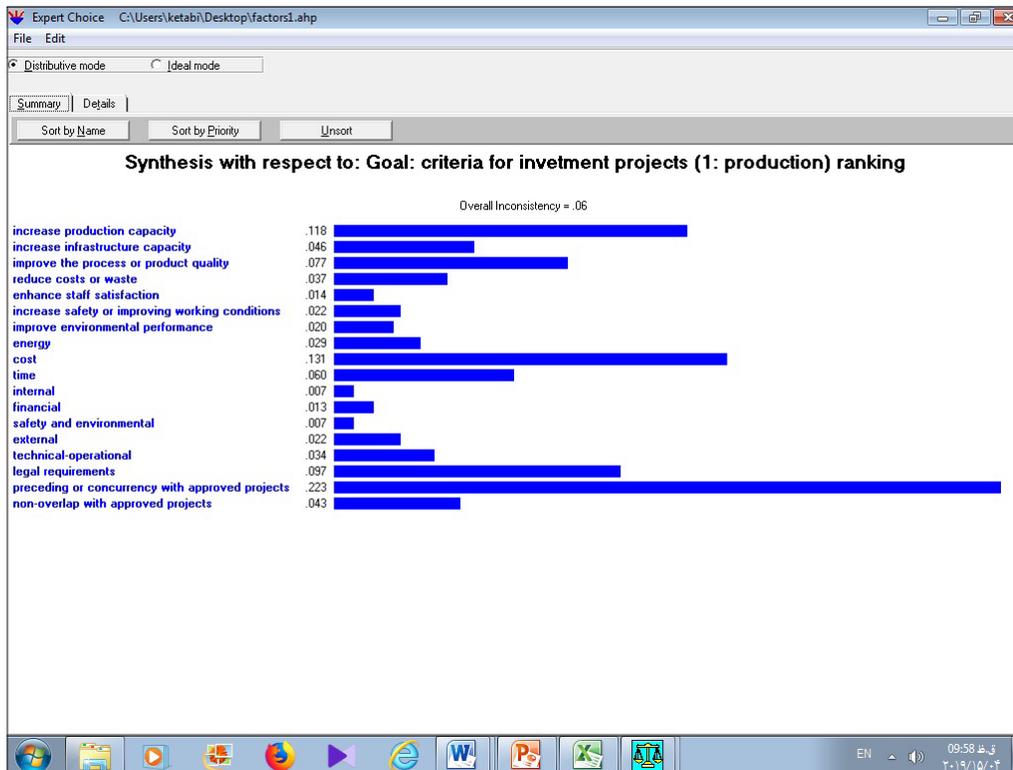
16. benchmark.

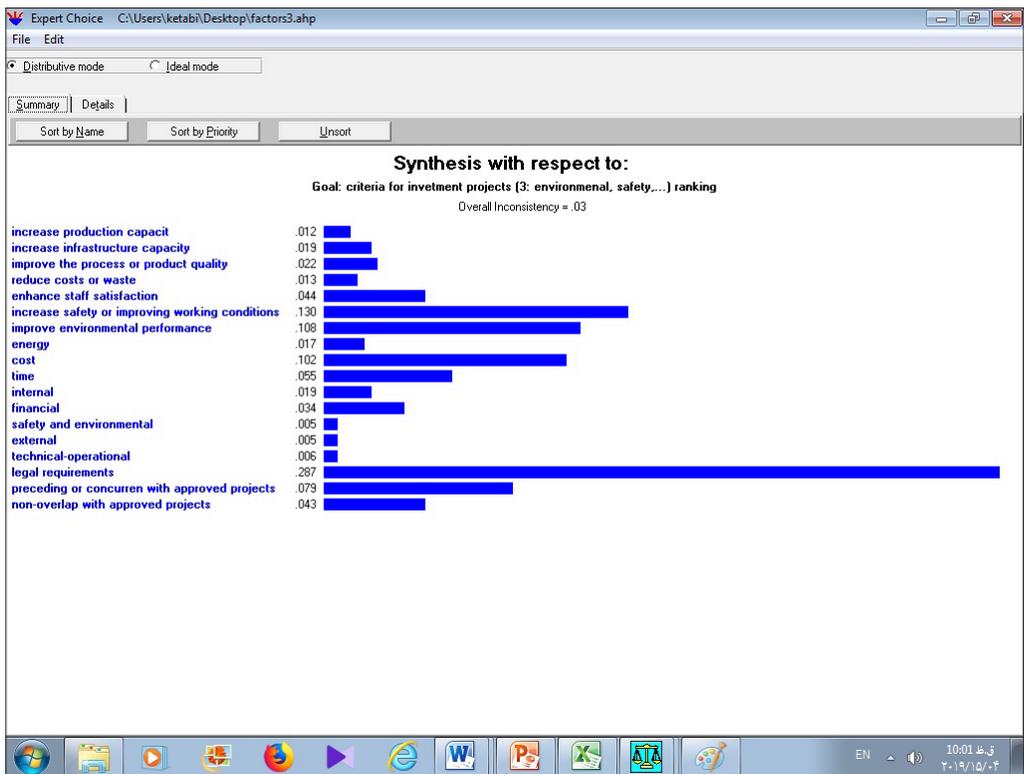
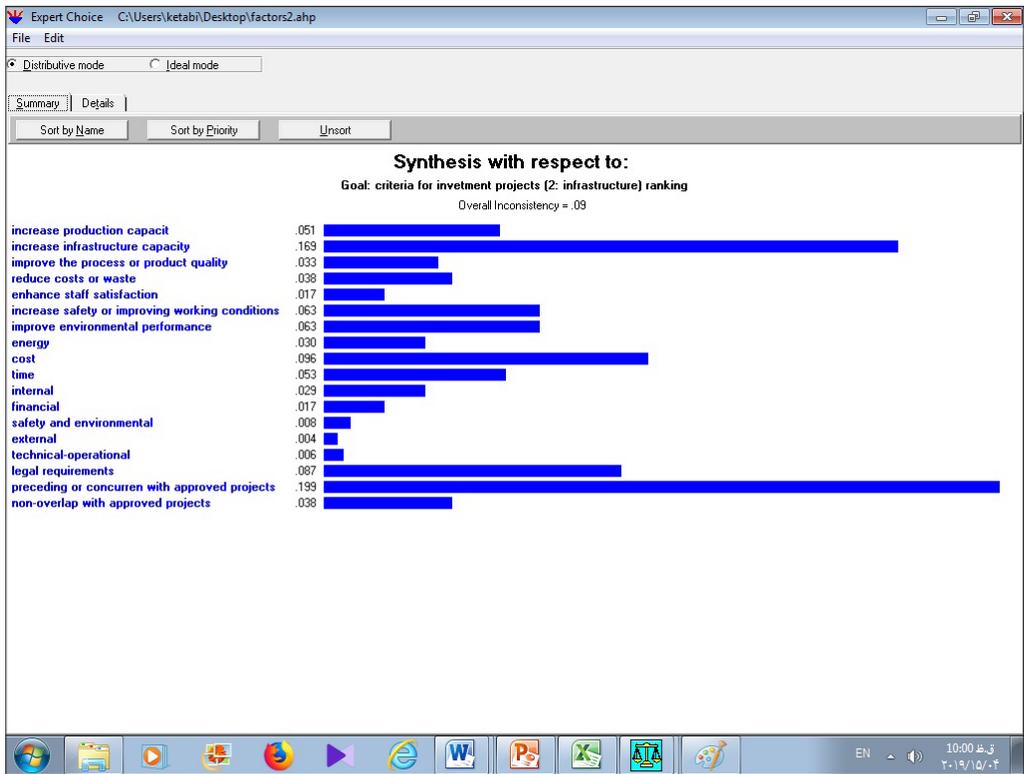
17. Project-Management-Institute, 2008.

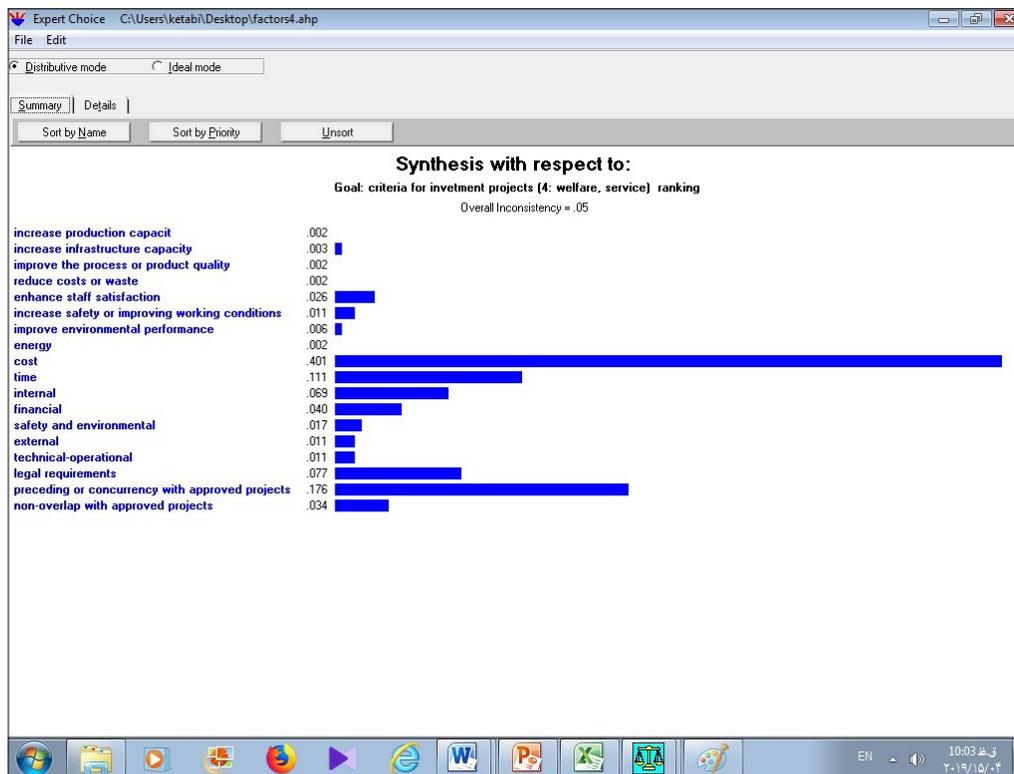
پیوست ۱- نقشه استراتژی شرکت فولاد مبارکه



پیوست ۲ - خروجی‌های نرم افزار Expert Choice







Fernandez, Cunha, Ferreira, Araujo and Gomes. (2015). Research and development project assessment and social impact. *Production*, 25(4), 725-738.

Fernandez, et al. (2015). Research and development project assessment and social impact. *Production*, 25(4), 725-738.

Forman E., G. S. (2001). THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS-AN EXPOSITION. *Operations Research*, 49(4), 469-486.

García-Melón et al. (2009). PROJECT PRIORISATION FOR PORTFOLIO SELECTION BASED ON THE ANALYTIC NETWORK PROCESS. *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process 2009*.

García-Melón, e. a. (2009). PROJECT PRIORISATION FOR PORTFOLIO SELECTION BASED ON THE ANALYTIC NETWORK PROCESS. *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process 2009*.

## منابع

اصغریور، م. (۱۳۷۶)، «تصمیم‌گیری چندمعیاره».

عبدی، م و نجفی (۱۳۹۷)، «انتخاب آنلاین سبد سرمایه‌گذاری به روش تطابق با الگوی طیفی»، *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۳۴، ۱۷۵-۱۹۲.

قدسی‌پور، م. (۱۳۷۸)، «فرایند تحلیل سلسله مراتبی».

Archer and Ghasemzadeh. (1999). "An integrated framework for project portfolio selection". *International Journal of Project Management*, 17(4), 207-216.

Bacon, C. J. (1992). The Use of Decision Criteria in Selecting Information Systems/Technology Investments. *MIS Quarterly*, 335-353.

Dutra et al. (2014). "An economic-probabilistic model for project selection and prioritization". *International Journal of Project Management*, 14.

EUROPEAN-COMMISSION, D. G. (2008). *Guide to COST-BENEFIT ANALYSIS of investment projects*.

- Planisware. (2018, August). Retrieved from [www.Planisware.com](http://www.Planisware.com).
- Plazibal and Babic. (1996). How to choose the best investment project - Multicriterial approach. *Zbornik radova*, 20, 59-69.
- Project-Management-Institute. (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: (PMBOK Guide)*. Maryland.
- Project-Management-Institute. (2017). *The standard for portfolio management*. Pennsylvania: Project Management Institute Inc.
- Tahri, H. (2015). Mathematical optimization methods: Application in project portfolio management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 210, 339 - 347.
- Trebuna et al. (2017). Economic Evaluation of investment project in the area of sheet metal processing. *METABK*, 56(1-2), 245-248.
- Vargas, R. (2010). Using the analytic hierarchy process (ahp) to select and prioritize projects in a portfolio. *PMI® Global Congress 2010*.
- Vasović J. V., Radojičić M., NEŠIĆ Z., (2014). "Possibility Of Choosing Development Investment Programs Of A Production Company By Applying Discounted Investment Appraisal Technique". *Journal Of Engineering Management And Competitiveness (JEMC)*, 4(1), 41-46.
- Gomede and Barros. (2014). A Multicriteria Approach to Project Portfolio. 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).
- Gosenheimer. (2012). *Project Prioritization*. Office of Quality Improvement.
- Kaiser et al. (2014). "Successful project portfolio management beyond project selection techniques: Understanding the role of structural alignment ". *International Journal of Project Management*, 14.
- karlsson. (2015). Construction financial projection for strategic capital investment projects in a mining context. Research proposal presented at NFF PhD workshop. Copenhagen Business School.
- Kendall G. and Rollins S. (2003). *Advanced Project Portfolio Management and the PMO: Multiplying ROI at Warp Speed*.
- Kim and Lee. (2018). A probabilistic alternative approach to optimal project profitability based on the Value-at-Risk. *Sustainability*, 10, 747.
- meisterplan. (2018, August). Retrieved from [www.meisterplan.com](http://www.meisterplan.com).
- Miller, J. (2002). A proven project portfolio management process. Paper. Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. San Antonio, TX. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Padilla and Munoz. (2017). *Selecting and Prioritization Projects: A study on Intergovernmental and Non-profit Organizations*. Master Thesis. Umea School of Business and Economics.