

## شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای موثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: یک شرکت فعال در صنعت فولادسازی)

محمد سبحانی\*<sup>۱</sup>، سعیده کتابی<sup>۲</sup>، سعید فتحی<sup>۳</sup>، سجاد شول<sup>۴</sup>

۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، گروه مدیریت صنعتی، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، دانشگاه اصفهان، گروه مدیریت، اصفهان، ایران

۳- استادیار، دانشگاه اصفهان، گروه مدیریت، اصفهان، ایران

۴- کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، گروه مدیریت صنعتی، اصفهان، ایران

رسید مقاله: ۲۹ شهریور ۱۳۹۴

پذیرش مقاله: ۹ بهمن ۱۳۹۴

### چکیده

امروزه روش تصمیم‌گیری برای انتخاب پروژه در یک سازمان از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. مخصوصاً با آگاهی از این امر که اکثر سازمان‌ها با این مساله درگیر بوده و حتی گاهی بخش اعظم درآمدهای آن‌ها از پروژه‌هایشان به دست می‌آید. هدف از انجام این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای موثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری در بخش تولید یک شرکت فعال در صنعت فولادسازی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. در این پژوهش معیارهای موثر بر انتخاب و ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری، از طریق مشاهده، مطالعه، مصاحبه با کارشناسان، شناسایی و سپس معیارهای موثر در ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن دهی شدند. اطلاعات موردنیاز با توزیع پرسشنامه مقایسات زوجی در بین متخصصان و کارشناسان شرکت و از طریق مصاحبه با آنان جمع‌آوری گردیده است. برای ارزیابی پروژه‌ها، دو گروه معیارهای مالی-اقتصادی و فنی شناسایی شده که اوزان هر یک از معیارها و زیر معیارها، بنا بر نظر صاحب‌نظران، از مقایسات زوجی آن‌ها به دست آمده است. با توجه به نتایج به دست آمده معیار اصلی اقتصادی- مالی اهمیت بیش تری نسبت به معیار فنی دارد.

**کلمات کلیدی:** فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، پروژه‌های سرمایه‌گذاری، معیارهای کمی، معیارهای کیفی.

### ۱ مقدمه

اهمیت بالای امر سرمایه‌گذاری و جایگاه ویژه‌ی آن در اقتصاد دنیای امروز ضرورت به کارگیری مدل‌ها و تکنیک‌های مختلف در این حوزه را بیش از پیش آشکار می‌نماید، به طوری که تاکنون پژوهشگران بسیاری روش‌ها و تکنیک‌های متنوعی را در این راستا به کار گرفته‌اند.

\* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: manager\_6589@yahoo.com

مباحث مرتبط با تصمیم‌گیری، یکی از ابزارهای مؤثر و کارمدیریت علمی محسوب می‌شود که استفاده مؤثر و مفید از این ابزار می‌تواند مدیریت یک مجموعه و یا سازمان را در راه رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده یاری رساند [۱]. به عنوان قسمتی از این فرآیند تصمیم‌گیری می‌توان به مباحث سرمایه‌گذاری و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری اشاره کرد که در آن سرمایه‌گذار با هدف حصول نتایج مثبت (سود) از یک پروژه‌ی سرمایه‌گذاری، اقدام به سرمایه‌گذاری می‌نماید [۲]. در دنیای امروز بررسی و تجزیه و تحلیل پروژه‌های سرمایه‌گذاری و در نهایت اولویت‌بندی آن‌ها با توجه به معیارهای اقتصادی\_اجتماعی (به اصطلاح کمی و کیفی) جزو مسائلی است که از اهمیت بالایی برخوردار است [۳].

به طور کلی در مسایل مربوط به گزینش سرمایه‌گذاری، تصمیم‌گیرندگان به دنبال انتخاب یک یا شمار مشخصی از گزینه‌های بالقوه موجود برای سرمایه‌گذاری با توجه به معیارهای هدف و محدودیت‌های مطرح در این حوزه می‌باشند. نکته‌ی حایز اهمیت در مورد مسایل ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری، در نظر گرفتن معیارهای متنوع تصمیم‌گیری در کنار شاخص‌های شناخته شده اقتصادی نظیر ارزش خالص فعلی<sup>۱</sup>، دوره‌ی بازگشت سرمایه<sup>۲</sup>، نسبت درآمد به هزینه و غیره است که در نزدیک نمودن مدل مربوطه به دنیای واقع و افزایش چشم‌گیر دقت تصمیم‌گیری در این حوزه تأثیر بسزایی دارند. این معیارها بسته به ماهیت امر سرمایه‌گذاری و زمینه‌ای که سرمایه‌گذاری در آن صورت می‌پذیرد، متفاوت است [۴]. همواره این مطلب در مسایل سرمایه‌گذاری مطرح بوده است که چگونه می‌توان نقش و اثر عوامل کیفی را در پروژه‌های سرمایه‌گذاری دخالت داد.

سرمایه‌گذاری و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری یکی از راهکارهایی است که امروزه شرکت‌ها برای رسیدن به وضعیت اقتصادی بهتر و سودآوری بیش‌تر از آن بهره می‌گیرند. در این بین، روش‌های تصمیم‌گیری مناسب برای انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری می‌تواند شرکت را به سودآوری بیش‌تر برساند؛ زیرا در بعضی موارد نتیجه تصمیم‌گیری به حدی مهم است که بروز خطا ممکن است ضررهای جبران‌ناپذیری را به شرکت وارد کند. از این‌رو لازم است تا تکنیک‌های مناسبی برای انتخاب بهینه و تصمیم‌گیری صحیح طراحی شود.

لذا این پژوهش برای دستیابی به اهداف زیر ارایه شده است:

- ۱- شناسایی معیارهای مؤثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بخش تولید شرکت.
- ۲- اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بخش تولید شرکت با استفاده از روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی<sup>۳</sup>.

<sup>1</sup> Net Present Value

<sup>2</sup> Payback Period

<sup>3</sup> analytic hierarchy process

## ۲ مروری بر تحقیقات مشابه

در رویکردهای سنتی معمولاً ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری بر اساس تجزیه و تحلیل پارامترهای مالی تنزیل شده پروژه‌ها مانند ارزش خالص فعلی، نرخ بازدهی داخلی صورت می‌گرفته است و از طرف دیگر با مدنظر قرار دادن برخی از معیارهای متداول که مبتنی بر پارامترها و شاخص‌های کمی مالی هستند، ارزیابی پروژه‌ها ماهیت مسایل چندمعیاره به خود می‌گرفتند [۵]؛ اما امروزه اهمیت معیارهای کیفی در ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری بیش‌ازپیش برای شرکت‌ها روشن شده و مدیران معیارهای کیفی را در ارزیابی‌ها مدنظر قرار می‌دهند.

تن و همکاران [۶]، برای انتخاب پروژه‌های ساختمانی با مدنظر قرار دادن شاخص‌های چندگانه و نظرات گروه تصمیم‌گیرنده از روش تاپسیس فازی استفاده کردند. آن‌ها در مدل خود چهار معیار اصلی که عبارت است از شرایط پروژه، شرکت، رقابت و ریسک استفاده کردند که زیر معیارها، معیار شرایط پروژه‌ی وابسته به سودآوری، سختی، روابط با مالکان، معیار شرکت شامل نیاز به کار و منابع و قابلیت‌ها، معیار رقابت شامل اشتیاق رقبا و رقابت‌پذیری رقبا و زیر معیارهای ریسک شامل ریسک اجرایی پروژه و ریسک مالی بودند.

کارپاک و توپکا [۷]، با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه<sup>۱</sup> و نرم‌افزار سوپر دسیژن<sup>۲</sup> به اولویت‌بندی عوامل اثرگذار بر سرمایه‌گذاری در صنایع کوچک و متوسط ترکیه پرداخته و در این راستا پنج خوشه‌ی معیارهای اصلی با عنوان‌های اندازه‌گیری موفقیت، وضعیت فضای کسب‌وکار و کشور، وضعیت محیط داخلی شرکت، عوامل مرتبط با مالک، مهارت‌های بنگاه و عوامل حمایتگر سازمانی مانند وضعیت مالی و دسترسی به بازارهای خارجی را به همراه ۳۱ زیر معیار در نظر گرفته و برای حل مدل و انجام اولویت‌بندی، از ۳ نفر به عنوان خبره، نظرخواهی نمودند.

ندی و همکاران [۸]، از روش فرآیند تحلیلی سلسله‌مراتبی برای انتخاب پروژه‌های ساختمانی استفاده کردند. آن‌ها در مدل خود، ۱۱ معیار اصلی را شناسایی کردند. این معیارها عبارت است از معیار مالی، فنی، منابع، ریسک، شرایط قرارداد، سیاست‌های دولت، مشتری، فاکتورهای موقعیتی، فاکتورهای محیطی، فاکتورهای سیاسی و اهداف پروژه.

رضوی و همکاران [۹]، به دلیل اهمیت و تعدد پروژه‌های انتقال آب از سه روش تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای فازی به نام‌های روش مجموعه‌های ماکزیمم و مینیمم فازی، روش بونیسون در شرایط تصمیم‌گیری گروهی و روش تاپسیس فازی<sup>۳</sup> گروهی برای اولویت‌بندی برخی از پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای کارون بزرگ با در نظر گرفتن معیارهای مختلف، استفاده کرده‌اند. برای اولویت‌بندی نیز، از نرم‌افزار تصمیم‌گیری فازی<sup>۴</sup> استفاده شده است. گزینه‌ها شامل ۱۰ طرح انتقال آب بین حوضه‌ای کارون بزرگ با ۸ معیار مختلف می‌باشند که وزن معیارها، توسط ۵ کارشناس خبره در زمینه‌ی منابع آب مشخص می‌شوند. معیارهای استفاده شده در این پژوهش عبارت است از سازگاری با قوانین آب کشور، اثرات منفی بر پروژه‌های دیگر، ایجاد

<sup>1</sup> analytic network process

<sup>2</sup> Super Decision

<sup>3</sup> Fuzzy TOPSIS

<sup>4</sup> Fuzzy Decision Making

اختلاف بین ذینفعان، اشتغال‌زایی و فقرزدایی، تأثیر در اسکان مرزی، نسبت سود به هزینه، اولویت نوع مصارف و اثرات منفی زیست‌محیطی.

محمدی بلبان آباد و ایرانمنش [۱۰]، برای انتخاب و مدیریت سبد سرمایه‌گذاری از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی<sup>۱</sup> استفاده کردند. آن‌ها در مدل خود از پنج معیار اصلی که عبارت است از معیارهای مالی، معیارهای نیازهای سازمانی و الزامات کسب و کار، معیارهای مربوط مسایل فنی، معیارهای بازاریابی و رقابت محیطی پروژه و معیارهای مرتبط با مدیریت برای ارزیابی پروژه‌ها به کار بردند. آن‌ها نهایتاً به این نتیجه رسیدند که معیارهای نیازهای سازمانی و الزامات کسب و کار در انتخاب سبد سرمایه‌گذاری شرکت بیش‌ترین تأثیر را دارد.

پهلوانی [۱۱]، برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در صنایع مختلف که مرتبط با حوزه فعالیت بانک صنعت و معدن هستند، مدلی با استفاده از روش تاپسیس فازی ارائه داده است. او در مدل خود از معیارهای بازدهی صنعت، معیارهای انطباق با استراتژی بانک و معیارهای سابقه‌ی صنعت استفاده کرده است. نتایج حاصل بانک صنعت و معدن را در تدوین برنامه‌ها و جهت‌گیری‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت سرمایه‌گذاری کمک کرده است.

عبدالله جانی و همکاران [۵]، مدلی تلفیقی از شاخص‌های کمی و کیفی جهت ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری ملی ارائه دادند. آن‌ها در مدل خود از روش گسترش کیفیت عملکرد<sup>۲</sup> جهت تبدیل شاخص‌های کیفی به کمی و برای محاسبه وزن معیارها از روش مجذور موزون و در نهایت از روش الکترون جهت اولویت‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری استفاده کردند. آن‌ها نیز در مدل خود از معیارهای کمی شامل شاخص سودآوری، دوره‌ی بازگشت سرمایه، ارزش فعلی خالص و از معیارهای کیفی شامل صادرات، اشتغال، توسعه‌ی صنعتی، توسعه‌ی دانش فنی، سطح رفاه عمومی، سلامت-ایمنی-محیط<sup>۳</sup> و خودکفایی بهره بردند.

برخی از معیارهای مؤثر در ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری که در این پژوهش بر اساس پژوهش‌های پیشین ارائه شده، به‌طور خلاصه در جدول (۱) نشان داده شده است.

### ۳ روش‌شناسی پژوهش

تصمیم‌گیری چندمعیاره یکی از قوی‌ترین ابزارهایی است که به‌طور گسترده‌ای در حل مسایل با معیارهای چندگانه و معمولاً متضاد استفاده می‌شود. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره معمولاً قادرند مساله را به‌طور سیستماتیک و آشکاری ایجاد نمایند. با این مشخصه‌ها، تصمیم‌گیرندگان امکان بررسی آسان‌تر و مقایسه‌ی مساله مطابق با نیازمندی‌ها را دارند [۱۲]. هدف این مقاله همان‌طور که در بالا ذکر شده است، شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای کمی و کیفی مؤثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری در بخش تولید یک شرکت فعال در صنعت فولادسازی است. برای این هدف، از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی برای تعیین اولویت‌بندی معیارهای

<sup>1</sup> Fuzzy AHP

<sup>2</sup> Quality Function Deployment

<sup>3</sup> Health-Safety-Environment (HSE)

مختلف استفاده شده است. رویه‌ی اولویت‌بندی معیارهای موثر در انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری ارایه شده در این مقاله شامل سه گام اصلی است.

#### جدول ۱. معیارهای ارایه شده بر اساس پژوهش‌های پیشین

ردیف	پژوهشگران	معیارهای مورد استفاده	گزینه‌ها	روش
۱	نندی و همکاران [۸]	دوره‌ی بازگشت سرمایه، شاخص سودآوری، ریسک عملیاتی، حذف اتلاف‌ها و در دسترس بودن تکنولوژی	پروژه ساختمانی	AHP
۲	تن و همکاران [۶]	ریسک مالی، ریسک عملیاتی	پروژه ساختمانی	تاپسیس فازی
۳	محمدی بلبان آباد و ایرامنش [۱۰]	دوره‌ی بازگشت سرمایه، نرخ بازدهی داخلی، افزایش ایمنی و کاهش آلودگی، در دسترس بودن تکنولوژی و رضایت کارکنان	سبد سرمایه‌گذاری	AHP فازی
۴	رضوی و همکاران [۹]	افزایش ایمنی و کاهش آلودگی	پروژه آب	تاپسیس فازی
۵	عبدالله جانی و همکاران [۵]	افزایش ایمنی و کاهش آلودگی و شاخص سودآوری	پروژه‌ی سرمایه‌گذاری ملی	الکتره
۶	پهلوانی [۱۱]	دوره‌ی بازگشت سرمایه	سرمایه‌گذاری در صنایع	تاپسیس فازی

گام ۱. شناسایی و تعیین معیارهای کمی و کیفی موثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بخش تولید.  
گام ۲. محاسبه‌ی اوزان معیارها از طریق روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بعد از ایجاد سلسله مراتب معیارهای ارزیابی.

گام ۳. اولویت‌بندی نهایی معیارهای موثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری.

### ۳-۱ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه است که برای تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد تصمیم، با توجه به شاخص‌هایی که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌گردد به کار برده می‌شود که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید [۱۳]. این روش مانند آنچه در مغز انسان انجام می‌شود به تحلیل مسایل می‌پردازد [۱۴]. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و کیفی باشد. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای

گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم‌نشان می‌دهد. در نهایت فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم‌بینه حاصل آید [۱۵]. برای انجام این کار معمولاً از مقایسه اهمیت گزینه یا شاخص  $i$  ام نسبت به اهمیت گزینه یا شاخص  $j$  ام بنا بر تک‌تک شاخص‌های سطح بالاتر نمودار استفاده می‌شود. جدول (۲) نحوه ارزش‌گذاری دو عنصر نسبت به هم نشان داده شده است.

**جدول ۲.** ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم

ارزش‌ترجیحی	وضعیت مقایسه $i$ ام نسبت به $j$ ام	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص $i$ نسبت به $j$ اهمیت برابر دارند و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهم‌تر	گزینه یا شاخص $i$ نسبت به $j$ کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	گزینه یا شاخص $i$ نسبت به $j$ مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	گزینه یا شاخص $i$ دارای ارجحیت خیلی بیشتری از $j$ است.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص $i$ مطلقاً از $j$ مهم‌تر و قابل مقایسه با $j$ نیست.
۲، ۴، ۶ و ۸		ارزش‌های میانی بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد مثلاً ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای $i$ نسبت به $j$ است.

بعد از اینکه ماتریس مقایسات زوجی تشکیل شد، می‌توان وزن هر گزینه را محاسبه کرد. در پایان نرخ ناسازگاری که نشان‌دهنده میزان اعتماد به اولویت‌های حاصل از مقایسات زوجی است محاسبه شده که میزان آن باید کم‌تر از ۰/۱ باشد تا سازگاری مقایسات تایید شود.

### ۳-۲ مورد کاوی

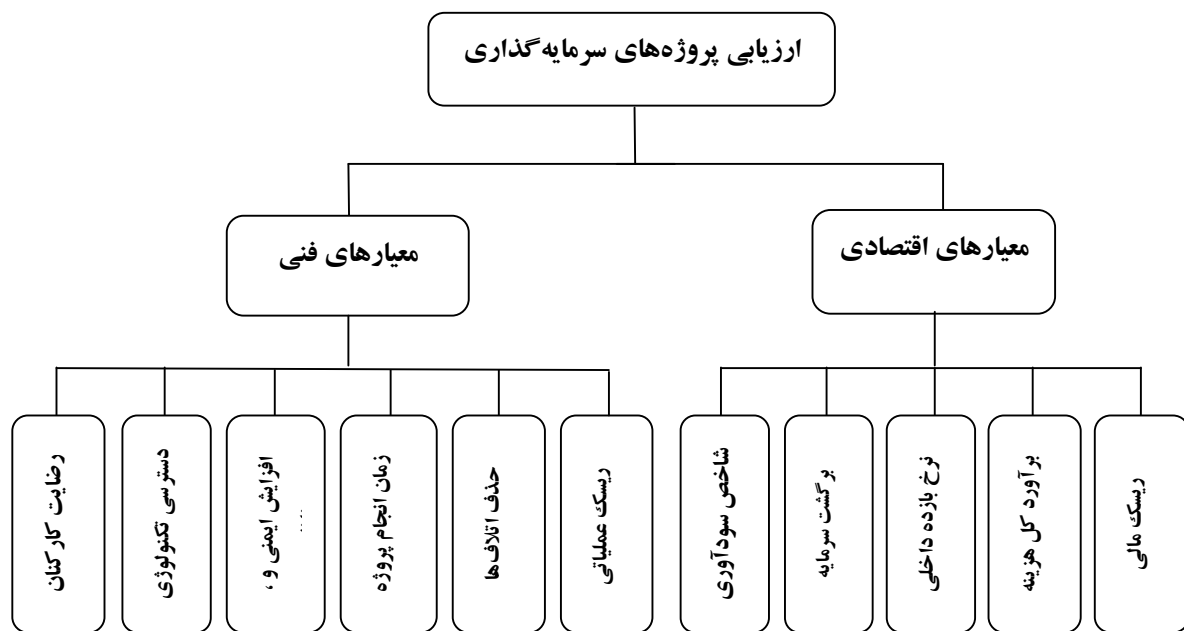
برای شرح و بسط روش‌شناسی فوق‌الذکر، یکی از شرکت‌های فعال در صنعت فولادسازی را به عنوان نمونه انتخاب کرده و با تشکیل تیم خبره‌ای از کارشناسان شرکت، معیارهای مؤثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری شناسایی و اولویت‌بندی شده است که در ادامه، مراحل انجام کار به تفسیر آمده است.

### ۳-۳ مدل پیشنهادی پژوهش

#### ۳-۳-۱ شناسایی معیارهای کمی و کیفی مؤثر در ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بخش تولید

برای این منظور ابتدا با استفاده از معیارهای برگرفته شده از پژوهش‌های پیشین، منابع کتابخانه‌ای، مصاحبه با کارشناسان شرکت و مطالعه اسناد راهبردی، دو گروه معیارهای اقتصادی-مالی و فنی شناسایی شد. معیار اقتصادی-مالی وابسته به زیر معیارهای ریسک مالی، شاخص سودآوری، نرخ بازدهی داخلی، دوره‌ی بازگشت

سرمایه و جمع کل برآورد هزینه و معیار فنی وابسته‌ی زیر معیارهای ریسک عملیاتی، حذف اتلاف‌ها (انرژی و سایر منابع)، زمان تقریبی لازم برای انجام پروژه، در دسترس بودن فناوری و زیرسیستم‌های موردنیاز برای اجرا، رضایت کارکنان و نهایتاً افزایش حفاظت، ایمنی و کاهش آلودگی است. مدل سلسله مراتبی معیارها و زیر معیارهای موثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بخش تولید در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱. مدل سلسله مراتبی معیارهای کمی و کیفی موثر در ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری

### ۳-۳-۲ تعریف معیارهای کمی و کیفی موثر در ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری و نحوه اندازه‌گیری آنها

معیارهای کمی و کیفی موثر در ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بخش تولید در زیر تعریف شده است.

#### ۳-۳-۱-۲ معیارهای اقتصادی و مالی

##### دوره‌ی بازگشت سرمایه

دوره‌ی بازگشت سرمایه مدت زمانی است که در آن مدت (بر حسب سال) مجموع جریان‌های نقدی ورودی با مبلغ خالص سرمایه‌گذاری برابر می‌شود؛ به عبارت دیگر دوره‌ی بازگشت سرمایه مدت زمانی است که در آن طرح به نقطه‌ی سربه‌سر می‌رسد [۱۶].

### نرخ بازده داخلی

اگر با نرخ خاصی ارزش فعلی جریان‌های نقدی آینده برابر سرمایه‌گذاری اولیه شود، به آن نرخ بازده داخلی گویند. یا به عبارتی نرخ تنزیلی است که ارزش فعلی خالص یک پروژه را صفر می‌کند [۱۷].

$$(1) \quad 0 = (\text{نرخ بازدهی داخلی}) \text{ ارزش خالص فعلی}$$

### شاخص سودآوری

شاخص سودآوری<sup>۱</sup> یا نسبت سود به هزینه نسبتی است که از تقسیم ارزش فعلی جریان‌های نقدی آینده به هزینه سرمایه‌گذاری به دست می‌آید [۱۸].

### ریسک مالی

ریسک مالی در یک پروژه سرمایه‌گذاری را می‌توان به صورت تغییرات در عوامل مختلف و مخصوصاً درآمدهای حاصله تعریف کرد [۱۹]؛ که در این پژوهش برای محاسبه‌ی ریسک مالی از پرسشنامه چهار سوالی که در جدول شماره‌ی (۲) نشان داده شده، استفاده گردیده است.

جدول ۲. پرسشنامه محاسبه ریسک مالی

ردیف	عنوان	خیلی کم (۱)	کم (۲)	متوسط (۳)	زیاد (۴)	خیلی زیاد (۵)
۱	چقدر احتمال تغییر در جریان‌های نقدی خروجی وجود دارد؟					
۲	چقدر احتمال تغییر در جریان‌های نقدی ورودی وجود دارد؟					
۳	چقدر احتمال تغییر عمر یا دوره پروژه وجود دارد؟					
۴	چقدر احتمال تغییر در نرخ تنزیل وجود دارد؟					

با توجه به اینکه برای پاسخ هر سوال از طیف پنج‌تایی لیکرت استفاده شده است (خیلی کم تا خیلی زیاد)، درنهایت برای کمی کردن معیار موردنظر، میانگین امتیازات وارد شده برای هر سوال به عنوان امتیاز نهایی در نظر گرفته می‌شود.

### جمع کل برآورد هزینه

این معیار شامل برآورد هزینه اجرای پروژه و برآورد هزینه‌ی تامین تجهیزات است.

$$(2) \quad \text{هزینه‌ی اجرای پروژه} + \text{هزینه‌ی تامین تجهیزات} = \text{جمع کل برآورد هزینه}$$

<sup>1</sup> Profitability Index



## ۳-۲-۲ معیارهای فنی

## زمان تقریبی لازم برای انجام پروژه

منظور مدت زمان تقریبی که پروژه به اتمام برسد و از آن به بعد پروژه قابل بهره‌برداری باشد. این زمان بر حسب سال در فرم پیشنهادیه<sup>۱</sup> پروژه‌های سرمایه‌گذاری بیان می‌شود.

## ریسک عملیاتی

این معیار بر اساس گردش کار قسمت بهداشت حرفه‌ای، ایمنی و محیط‌زیست شرکت که برای شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک است، بیان شده است. نحوه‌ی محاسبه این معیار بدین صورت است که ابتدا فعالیت‌های خطرناکی که ممکن است بعد از انجام پروژه رخ دهد شناسایی و سپس شدت (S) و احتمال وقوع (P) هر کدام نیز تعیین می‌گردد. با توجه به شدت و احتمال وقوع، ناحیه‌ی خطر فعالیت موردنظر تعیین می‌شود.

در نهایت با توجه به جدول (۳) ماتریس تعیین سطح ریسک، فعالیت‌های خطرناک در نواحی ریسک قرار می‌گیرد و جمع امتیاز فعالیت‌های خطرناکی هر پروژه، امتیاز نهایی پروژه در شاخص ریسک عملیاتی محسوب می‌شود. نواحی ریسک و امتیاز هر کدام در جدول (۴) آورده شده است.

جدول ۳. ماتریس تعیین سطح ریسک

		شدت					
		۱	۲	۳	۴	۵	۶
امتیاز	A	L	M	H	H	E	E
	B	L	M	H	H	H	E
	C	L	M	M	H	H	H
	D	L	L	M	M	H	H
	E	L	L	M	M	M	H
	F	L	L	L	M	M	M

جدول ۴. نواحی ریسک و امتیاز هر کدام

L	M	H	E
ریسک‌های جزئی	ریسک‌های متوسط	ریسک‌های بالا	ریسک‌های خیلی مهم
۱	۲	۳	۴

## حذف اتلاف‌ها (انرژی، مواد اولیه، زمان و سایر منابع فیزیکی):

امروزه اهمیت حذف اتلاف‌ها و صرفه‌جویی در هزینه‌ها یک موضوع بسیار مهم برای سازمان‌هاست؛ لذا با توجه به اهمیت این معیار لازم است که برای هر پروژه مشخص شود که بعد از انجام آن، چه صرفه‌جویی‌هایی صورت می‌گیرد. کمی‌سازی این معیار با استفاده از طیف پنج‌تایی لیکرت است.

<sup>1</sup> Proposal form

### در دسترس بودن فناوری و زیر سیستم‌های مورد نیاز

در دسترس بودن فناوری و زیر سیستم‌های مورد نیاز؛ یعنی این که به چه میزان تکنولوژی مورد نیاز و زیرساخت‌ها یا سیستم‌های مورد نیاز برای اجرای پروژه در دسترس مجریان قرار دارد. برای کمی سازی این معیار از طیف پنج‌تایی لیکرت در فرم پیشنهادی پروژه‌ی سرمایه‌گذاری استفاده شده است.

### افزایش ایمنی، حفاظت، بهداشت حرفه‌ای و کاهش آلودگی بعد از اجرای پروژه

منابع انسانی مهم‌ترین سرمایه هر سازمانی است و وظیفه سازمان صیانت از این سرمایه الهی است. این معیار با استفاده از طیف پنج‌تایی لیکرت کمی شده است.

### رضایت کارکنان

این شاخص میزان رضایت کارکنان را از انجام پروژه‌ی مورد نظر نشان می‌دهد و با استفاده از طیف پنج‌تایی لیکرت کمی شده است؛ یعنی بر اساس خدماتی که انجام پروژه برای کارکنان ایجاد می‌کند، امتیازدهی می‌شود.

### ۳-۳-۳ تعیین اهمیت نسبی معیارهای مؤثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری

برای محاسبه‌ی اوزان معیارهای مؤثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری، کارشناسان معیارها و زیر معیارها را نسبت به یکدیگر به صورت زوجی مقایسه کرده و سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن معیارها محاسبه شده است. لازم به ذکر است دو راه برای ایجاد ماتریس‌های مقایسه‌ی زوجی وجود دارد که عبارت است از:

الف - قضاوت به اتفاق آرا                      ب - قضاوت‌های شخصی

در این بخش رویکرد دوم انتخاب شده و پس از مصاحبه با کارشناسان که به سه گروه دو نفره تقسیم شدند، مقایسات زوجی بین معیارهای مؤثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری به صورت جداگانه توسط هر گروه به صورت توافقی انجام شد. در نهایت بعد از محاسبه‌ی میانگین هندسی نظرات کارشناسان با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس<sup>۱</sup>، اهمیت نسبی زیر برای معیارها و زیر معیارها به دست آمد که در جدول‌های (۵)، (۶) و (۷) نتیجه‌ی حاصل نشان داده شده است. در همه‌ی ماتریس‌های تصمیم‌گیری نرخ ناسازگاری کم‌تر از ۰/۱۰ است. نرخ ناسازگاری معیارهای اصلی ۰/۰۰، زیر معیارهای اقتصادی ۰/۰۸ و زیر معیارهای فنی ۰/۰۴ است؛ بنابراین ناسازگاری شاخص‌ها قابل قبول است و نشان دهنده‌ی این است که نظرات در مورد اهمیت نسبی معیارهای اصلی و زیر معیارها سازگارند.

<sup>1</sup> Expert choice

## جدول ۵. وزن معیارهای اصلی با استفاده از روش AHP

وزن	معیار	ردیف
۰/۸۴۷	اقتصادی-مالی	۱
۰/۱۵۳	فنی	۲

## جدول ۶. وزن زیر معیارهای اقتصادی-مالی با استفاده از روش AHP

وزن	زیر معیار	ردیف
۰/۰۳۵	ریسک مالی	۱
۰/۱۰۵	جمع کل برآورد هزینه	۲
۰/۳۱۹	نرخ بازدهی داخلی	۳
۰/۲۰۲	دورهی بازگشت سرمایه	۴
۰/۳۳۹	شاخص سودآوری	۵

## جدول ۷. وزن زیر معیارهای فنی با استفاده از روش AHP

وزن	زیر معیار	ردیف
۰/۳۰۲	حذف اتلافها	۱
۰/۰۷۰	زمان تقریبی لازم	۲
۰/۳۳۳	افزایش ایمنی، حفاظت و کاهش آلودگی	۳
۰/۱۶۵	ریسک عملیاتی	۴
۰/۰۸۵	در دسترس بودن فناوری مور نیاز	۵
۰/۰۴۵	رضایت کارکنان	۶

## ۴ نتیجه و جمع بندی

این پژوهش با هدف ارزیابی یک مدل تصمیم گیری چندمعیاره برای اولویت بندی و انتخاب پروژه های سرمایه گذاری بخش تولید یک شرکت فعال در صنعت فولادسازی انجام شده است. در ابتدا با بررسی ادبیات مرتبط با موضوع و پژوهش های صورت گرفته در داخل و خارج از کشور و همچنین تشکیل جلسات با کارشناسان شرکت، معیارهای موثر در انتخاب و ارزیابی پروژه های سرمایه گذاری بخش تولید شناسایی شدند که به دو گروه اصلی معیارهای اقتصادی-مالی و فنی تقسیم می شود. زیر معیارهای معیار اقتصادی-مالی شامل ریسک مالی، جمع کل برآورد هزینه، نرخ بازدهی داخلی، دورهی بازگشت سرمایه، شاخص سودآوری و زیر معیارهای فنی شامل ریسک عملیاتی، حذف اتلافها، افزایش حفاظت، ایمنی و کاهش آلودگی، رضایت کارکنان، در دسترس بودن فناوری و زیرسیستم های مورد نیاز و زمان تقریبی لازم برای انجام پروژه است.

در مرحله ی بعد پرسشنامه ای تدوین گشت که با استفاده از طیف ۹ تایی روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به مقایسه زوجی این معیارها پرداخته شد. برای تعیین اهمیت نسبی معیارها و زیر معیارها با روش فرآیند تحلیل

سلسله مراتبی از نرم‌افزار اکسپرت چویس بهره گرفته شد. با توجه به نتایج به دست آمده معیار اقتصادی-مالی با وزن ۰/۸۴۷ دارای اهمیت بیش‌تری از معیار فنی با وزن ۰/۱۵۳ بوده است. این نتیجه را می‌توان با توجه به تعریف اقتصاد مهندسی که بیان‌کننده‌ی این مطلب است که توجیه‌پذیری فنی شرط لازم برای انجام هر پروژه است؛ اما توجیه‌پذیری مالی-اقتصادی شرط کافی برای انجام است، توجیه کرد و نیز با توجه به اینکه اغلب پروژه‌ها از لحاظ فنی توجیه‌پذیری دارند، بررسی توجیه‌پذیری اقتصادی در انتخاب و انجام پروژه‌ها از اهمیت بیش‌تری برخوردار است؛ لذا پیشنهاد می‌شود تصمیم‌گیرندگان هنگام تصمیم‌گیری در انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری، به آن توجه داشته باشند. نتایج این بخش از پژوهش نیز در پژوهش نندی و همکاران [۸] با عنوان انتخاب پروژه‌های ساختمان با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، مورد تایید قرار گرفته است.

زیر معیار شاخص سودآوری با وزن ۰/۳۳۹ بیش‌ترین اهمیت را در بین زیر معیارهای اقتصادی داشته که در توجیه این نتیجه به دست آمده می‌توان به این موضوع که یکی از نارسایی‌های روش‌های ارزش‌فعلی خالص و نرخ بازده داخلی زمانی است که سرمایه‌گذاری‌های اولیه پروژه‌های پیشنهادی یکسان نباشد، اشاره کرد؛ لذا شاخص سودآوری که این نارسایی را دارا نیست، اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. نتایج این بخش از پژوهش نیز در پژوهش نندی و همکاران [۱]، مورد تایید قرار گرفته است.

زیر معیار افزایش ایمنی، حفاظت، بهداشت حرفه‌ای و کاهش آلودگی با وزن ۰/۳۳۳ بیش‌ترین اهمیت را در بین زیر معیارهای فنی دارد. نهایتاً در توجیه این نتیجه نیز می‌توان به این مطلب اشاره کرد که در دنیای امروز با پیچیدگی‌های جدید صنعت، خطرات و حوادث جدید و نوظهوری نیز پا به عرصه می‌گذارد که انسان را در تنگنای مواجهه با آن‌ها قرار می‌دهد و انسان یکی از ارکان اصلی در علل حوادث در کنار محیط و تجهیزات است که باید از این خطرات آگاهی پیدا کرده و آن‌ها را شناسایی نماید و در جهت حذف، جایگزینی و یا کنترل آن اقدام نماید. نتایج این بخش از پژوهش نیز در پژوهش محمدی بلبان آباد و ایرامنش [۱۰]، مورد تایید قرار گرفته است.

## منابع

- [۱] قدسی‌پور، س.ح.، (۱۳۷۹). فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP، تهران. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- [۲] ملت‌پرست، م.، (۱۳۷۷). کاربرد منطق فازی در ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری روش منافع به مخارج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت تهران.
- [۳] علیخانی، م.، (۱۳۷۹). به‌کارگیری مدل AHP فازی جهت اولویت‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری و ارایه مدلی برای بهبود ناسازگاری در آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت تهران.
- [۵] عبدالله جانی، م.، عزیزمحمدی، ر.، هادی‌پور، ح.، مردانه خامنه، م.، (۱۳۸۷). مدل تلفیقی از شاخص‌های کمی و کیفی جهت ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری ملی. چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران.
- [۹] رضوی طوسی، س. ل.، ولی سامانی، ج. م.، کوره‌پزان دزفولی، ا.، (۱۳۸۷). مقایسه روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای گروهی فازی در اولویت‌بندی پروژه‌های انتقال آب. نشریه تحقیقات منابع آب ایران، ۷(۳)، ۱-۱۲.

- [۱۰] محمدی بلبان آباد، ص.، ایرانمنش، س. م.، (۱۳۸۸). انتخاب و مدیریت پورتفولیوی پروژه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی. مطالعه موردی: مجموعه هلدینگ ساختمان ایران. مجله مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد سنندج، ۴(۷)، ۷۹-۹۲.
- [۱۱] پهلوانی، ع.، (۱۳۸۷). اولویت بندی سرمایه گذاری با استفاده از روش تصمیم گیری گروهی TOPSIS سلسله مراتبی در محیط فازی. نشریه مدیریت صنعتی، ۱(۲)، ۳۵-۵۴.
- [۱۳] ایزری، م.، فغانی، ف.، (۱۳۹۲). کاربرد رویکرد AHP و TOPSIS جهت اولویت بندی عوامل موثر بر بروز فساد اداری و راه-کارهای مقابله با آن. مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۳۶(۳)، ۴۳-۵۷.
- [۱۴] مشیری، ا.، (۱۳۸۰). مدل تعدیل شده AHP برای تصمیم گیری گروهی. مجله دانش مدیریت، ۵۲(۵)، ۲۸-۱۶.
- [۱۵] قدسی پور، س. ح.، (۱۳۸۱). فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- [۱۶] پی نوو. ر.، (۱۳۸۶)، مدیریت مالی جلد اول. جهان خانی، ع.، پارسائیان، ع.، تهران، انتشارات سمت.
- [۱۸] فدائی نژاد، م. ا.، (۱۳۸۲). اصول بودجه بندی سرمایه ای (بررسی پروژه های سرمایه گذاری). تهران، انتشارات سمت.
- [۱۹] اسکونژاد، م. م.، (۱۳۸۴). اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه های صنعتی. تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک).
- [4] Trappey, C. V., Shih, T. Y., Trappey, J. C., (2007). Modeling international investment decisions for financial holding companies. *European Journal of Operational Research*, 180(1), 800 – 814.
- [6] Tan, Y. T., Shen, L. Y., Langston, C., Liu, Y., (2010). Construction project selection using fuzzy TOPSIS approach., *Journal of Modeling in Management*, 5(3), 302–315.
- [7] Karpak, B., Topcu, L., (2010). Small medium manufacturing enterprises in Turkey: An analytic network process framework for prioritizing factors affecting success. *International Journal of Production Economics*, 125(2), 60-70.
- [8] Nandi, S., Paul S., Phadtare, M., (2011). An AHP-based construction project selection method. *Decision*, 38(1), 91–118.
- [12] Isiklar, G., Buyukozkan, G., (2006). Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone alternatives. *Computer Standards and Interfaces*, 29(1), 265–274.
- [17] Gotze, U., Northcott, D., Schuster, P., (2008). *Investment Appraisal: Methods and Models*. Springer, 67-75.