

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^{۱*}، سعیده کتابی^۲، سعید فتحی^۳، سجاد شول^۴

۱- کارشناس 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- کارشناس 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 بیش‌ازپیش آشکار می‌نماید، به‌طوری‌که 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 تصمیم گیری، یکی از ابزارهای موثر و کارمدیریت علمی محسوب می شود که استفاده موثر و مفید از این ابزار می تواند 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 تصمیم گیری می توان به مباحث سرمایه گذاری و انتخاب پروژه های سرمایه گذاری اشاره کرد که در آن سرمایه گذار با هدف حصول نتایج مثبت (سود) از یک پروژه ی سرمایه گذاری، اقدام به سرمایه گذاری می نماید [۲]. در دنیای امروز بررسی و تجزیه و تحلیل پروژه های سرمایه گذاری و در نهایت اولویت بندی آن ها با توجه به معیارهای اقتصادی_اجتماعی (به اصطلاح کمی و کیفی) جزو مسایلی است که از اهمیت بالایی برخوردار است [۳].

به طور کلی در مسایل مربوط به گزینش سرمایه گذاری، تصمیم گیرندگان به دنبال انتخاب یک یا شمار مشخصی از گزینه های بالقوه موجود برای سرمایه گذاری با توجه به معیارهای هدف و محدودیت های مطرح در این حوزه می باشند. نکته ی حائز اهمیت در مورد مسایل ارزیابی طرح های سرمایه گذاری، در نظر گرفتن معیارهای متنوع تصمیم گیری در کنار شاخص های شناخته شده اقتصادی نظیر ارزش خالص فعلی^۱، دوره ی بازگشت سرمایه^۲، نسبت درآمد به هزینه و غیره است که در نزدیک نمودن مدل مربوطه به دنیای واقع و افزایش چشم گیر دقت تصمیم گیری در این حوزه تأثیر بسزایی دارند. این معیارها بسته به ماهیت امر سرمایه گذاری و زمینه ای که سرمایه گذاری در آن صورت می پذیرد، متفاوت است [۴]. همواره این مطلب در مسایل سرمایه گذاری مطرح بوده است که چگونه می توان نقش و اثر عوامل کیفی را در پروژه های سرمایه گذاری دخالت داد.

سرمایه گذاری و انتخاب پروژه های سرمایه گذاری یکی از راهکارهایی است که امروزه شرکت ها برای رسیدن به وضعیت اقتصادی بهتر و سودآوری بیش تر از آن بهره می گیرند. در این بین، روش های تصمیم گیری مناسب برای انتخاب پروژه های سرمایه گذاری می تواند شرکت را به سودآوری بیش تر برساند؛ زیرا در بعضی موارد نتیجه تصمیم گیری به حدی مهم است که بروز خطا ممکن است ضررهای جبران ناپذیری را به شرکت وارد کند. از این رو لازم است تا تکنیک های مناسبی برای انتخاب بهینه و تصمیم گیری صحیح طراحی شود.

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

- ۱- شناسایی معیارهای موثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه های سرمایه گذاری بخش تولید شرکت.
- ۲- اولویت بندی معیارهای موثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه های سرمایه گذاری بخش تولید شرکت با استفاده از روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی^۳.

¹ Net Present Value

² Payback Period

³ 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 اجرای پروژه و ریسک مالی بودند.

کارپاک و توپکا [۷]، با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه^۱ و نرم‌افزار سوپر دسیژن^۲ 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.

نندی 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^۳ 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^۴ 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

¹ analytic network process

² Super Decision

³ Fuzzy TOPSIS

⁴ Fuzzy Decision Making

اختلاف بین ذینفعان، اشتغال زایی و فقرزدایی، تأثیر در اسکان مرزی، نسبت سود به هزینه، اولویت نوع مصارف و اثرات منفی زیست محیطی.

محمدی بلبان آباد و ایرانمنش [۱۰]، برای انتخاب و مدیریت سبد سرمایه گذاری از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی^۱ استفاده کردند. آن ها 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 پروژه ها به کاربردند. آن ها نهایتاً به این نتیجه رسیدند که معیارهای نیازهای سازمانی و الزامات کسب و کار در انتخاب سبد سرمایه گذاری شرکت بیش ترین تأثیر را دارد.

پهلوانی [۱۱]، برای اولویت بندی سرمایه گذاری 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 سابقه صنعت استفاده کرده است. نتایج حاصل بانک صنعت و معدن را در تدوین برنامه ها و جهت گیری های کوتاه مدت و بلندمدت سرمایه گذاری کمک کرده است.

عبدالله جانی و همکاران [۵]، مدلی تلفیقی از شاخص های کمی و کیفی جهت ارزیابی پروژه های سرمایه گذاری ملی ارائه دادند. آن ها در مدل خود از روش گسترش کیفیت عملکرد^۲ جهت تبدیل شاخص های کیفی به کمی و برای محاسبه وزن معیارها از روش مجذور موزون و در نهایت از روش الکترون جهت اولویت بندی پروژه های سرمایه گذاری استفاده کردند. آن ها نیز در مدل خود از معیارهای کمی شامل شاخص سودآوری، دوره بازگشت سرمایه، ارزش فعلی خالص و از معیارهای کیفی شامل صادرات، اشتغال، توسعه صنعتی، توسعه دانش فنی، سطح رفاه عمومی، سلامت-ایمنی-محیط^۳ و خودکفایی بهره بردند. برخی از معیارهای مؤثر در ارزیابی و انتخاب پروژه های سرمایه گذاری که در این پژوهش بر اساس پژوهش های پیشین ارائه شده، به طور خلاصه در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. معیارهای ارائه شده بر اساس پژوهش های پیشین

ردیف	پژوهشگران	معیارهای مورد استفاده	گزینه ها	روش
۱	نددی و همکاران [۸]	دوره بازگشت سرمایه، شاخص سودآوری، ریسک عملیاتی، حذف اتلاف ها 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 ایرانمنش [۱۰]	دوره بازگشت سرمایه، نرخ بازدهی داخلی، افزایش ایمنی و کاهش آلودگی، در دسترس بودن تکنولوژی و رضایت کارکنان	سبد سرمایه گذاری	AHP فازی

^۱ Fuzzy AHP

^۲ Quality Function Deployment

^۳ Health-Safety-Environment (HSE)

ردیف	پژوهشگران	معیارهای مورد استفاده	گزینه‌ها	روش
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

۳ روش‌شناسی پژوهش

تصمیم‌گیری چندمعیاره یکی از قوی‌ترین ابزارهایی است که به طور گسترده‌ای در حل مسایل با معیارهای چندگانه و معمولاً متضاد استفاده می‌شود. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره معمولاً قادرند مساله را به طور 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 موثر 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 مختلف استفاده شده است. رویه‌ی اولویت‌بندی معیارهای موثر در انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری ارایه شده در این مقاله شامل ۳ گام اصلی است.

- 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 سلسله‌مراتبی بعد از ایجاد سلسله‌مراتب معیارهای ارزیابی.
- گام ۳. اولویت‌بندی نهایی معیارهای موثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری.

۳-۱ فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی 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 سلسله‌مراتبی 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 سلسله‌مراتبی تصمیم‌گیری آغاز می‌کند. درخت سلسله‌مراتب 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 تأیید شود.

۳-۲ مورد کاوی

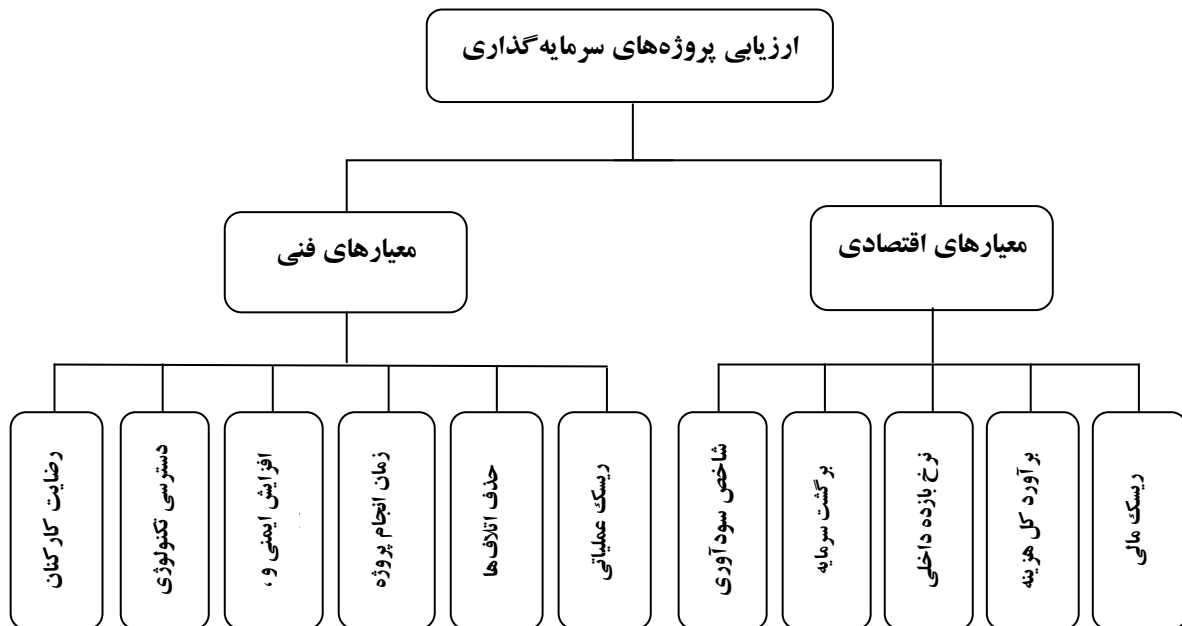
برای شرح و بسط روش‌شناسی فوق‌الذکر، یکی از شرکت‌های فعال در صنعت فولادسازی را به عنوان نمونه انتخاب کرده و با تشکیل تیم خبره‌ای از کارشناسان شرکت، معیارهای مؤثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری شناسایی و اولویت‌بندی شده است که در ادامه، مراحل انجام کار به تفسیر آمده است.

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 مطالعه‌ی 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، دوره بازگشت سرمایه و جمع کل برآورد هزینه و معیار فنی وابسته به 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

۳-۲-۳ 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.

۳-۲-۳-۱ معیارهای اقتصادی و مالی

دوره بازگشت سرمایه

دوره 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 دوره 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^۱ 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 هزینه‌ی اجرای پروژه و برآورد هزینه‌ی تامین تجهیزات است.

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

¹ 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^۱ پروژه‌های سرمایه‌گذاری بیان می‌شود.

ریسک عملیاتی

این معیار بر اساس گردش کار قسمت بهداشت حرفه‌ای، ایمنی و محیط زیست 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 خطرنا 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
مجموع	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.

¹ 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 پنج تایی لیکرت در فرم پیشنهادی پروژه‌ی سرمایه گذاری استفاده شده است.

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

منابع انسانی مهم ترین سرمایه هر سازمانی است و وظیفه سازمان صیانت از این سرمایه الهی است. این معیار با استفاده از طیف پنج تایی لیکرت کمی شده است.

رضایت کارکنان

این شاخص میزان رضایت کارکنان را از انجام پروژه‌ی مورد نظر نشان می‌دهد و با استفاده از طیف پنج تایی 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 سرمایه گذاری

برای محاسبه‌ی اوزان معیارهای مؤثر بر ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه گذاری، 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 سرمایه گذاری به صورت جداگانه توسط هر گروه به صورت توافقی انجام شد. در نهایت بعد از محاسبه‌ی میانگین هندسی نظرات کارشناسان با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس^۱، 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 تصمیم گیری نرخ ناسازگاری کم تر 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.

¹ Expert choice

جدول ۵. وزن معیارهای اصلی با استفاده از روش AHP

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

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

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

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

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

۴ نتیجه و جمع‌بندی

این پژوهش با هدف ارزیابی یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره برای اولویت‌بندی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بخش تولید یک شرکت فعال در صنعت فولادسازی انجام شده است. در ابتدا با بررسی ادبیات مرتبط با موضوع و پژوهش‌های صورت گرفته در داخل و خارج از کشور و همچنین تشکیل جلسات با کارشناسان شرکت، معیارهای موثر در انتخاب و ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری بخش تولید شناسایی شدند که به دو گروه اصلی معیارهای اقتصادی-مالی و فنی تقسیم می‌شود. 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 زیرسیستم‌های مورد نیاز و زمان تقریبی لازم برای انجام پروژه است.

در مرحله‌ی بعد پرسشنامه‌ای 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 پژوهش‌های نندی و همکاران [۸] با عنوان انتخاب پروژه‌های ساختمان با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، مورد تأیید 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 پژوهش‌های نندی و همکاران [۱]، مورد تأیید 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 پژوهش‌های محمدی بلبان آباد و ایرانمنش [۱۰]، مورد تأیید 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 بلبلان 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). اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری با استفاده از روش تصمیم‌گیری 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 اولویت‌بندی 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 تصمیم‌گیری 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] پی‌نو، ر.، (۱۳۸۶). مدیریت مالی جلد اول. جهان‌خانی، ع.، پارسائیان، ع.، تهران، انتشارات سمت.
- [۱۸] فدائی‌نژاد، م. ا.، (۱۳۸۲). اصول بودجه‌بندی سرمایه‌ای (بررسی پروژه‌های سرمایه‌گذاری). تهران، انتشارات سمت.
- [۱۹] اسکونژاد، م. م.، (۱۳۸۴). اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه‌های 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.