فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گـذاری
سال سوم/ شماره یازدهم/ پاییز ۱۳۹۳

ارائه یک روش جدید برای اولویت بندی استراتژی های سرمایه گذاری در بخش خصوصی ایران

حسین ممبینی
دانشکده مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دبی، دبی، امارات
h.mombeini@yahoo.com

عبدالرضا یزدانی چمزینی
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
abdalrezaych@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱/۱۶

چکیده

انتخاب استراتژی مناسب برای سرمایه گذاران یکی از مهمترین مسائل در بخش سرمایه گذاری خصوصی می باشد چرا که تداوم فعالیت های کسب و کار منوط به برآورده شده انتظارات سرمایه گذاران می باشد. به هر حال، با توجه به این که پارامترهای متعدد کمی و کیفی مانند سودها (Benefit)، فرصت ها (Opportunity)، هزینه ها (Cost)، و تهدیدات (Threat) بر روی انتخاب یک استراتژی سرمایه گذاری مناسب تاثیر گذار هستند و اغلب در تضاد با یکدیگر هستند، این انتخاب یک فعالیت دشوار، پیچیده و طاقت فرسا می باشد. بویژه زمانی که خود پارامترها نیز بر روی یکدیگر تاثیرگذار باشند و دارای وابستگی درونی باشند. با توجه به این مشکلات استفاده از ابزارهایی که بتواند روابط شبکه ای را مدل سازی نماید می تواند مفید باشد. روش آزمایشگاه ارزیابی و آزمون تصمیم گیری (DEMATEL) یکی از روش های شناخته شده برای تعیین روابط شبکه ای موجود بین متغیرها می باشد. از سوی دیگر، با توجه به اطلاعات ناقص یا غیر قابل دسترس، عدم اطمینان بخش جدایی ناپذیر در پروسه های حل یک مساله تصمیم گیری چند معیاره است. بنابراین، در این مقاله یک مدل جدید ترکیبی بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، DEMATEL، و تکنیک ویکور (VIKOR) تحت محیط فازی برای ارزیابی مساله انتخاب استراتژی سرمایه گذاری پیشنهاد شده است. برای این منظور، یک فرایند سه مرحله ای برای حل یک مساله پیچیده ارائه شده است. در ابتدا، با استفاده از روش AHP مساله سرمایه گذاری به ساختاری ساده شکسته می شود و محاسبه وزن معیارها با استفاده از یک فرایند مقایسه دو به دو انجام می پذیرد. سپس، روش DEMATEL با توجه به وابستگی متقابل در معیارهای سود، فرصت ها، هزینه ها، و تهدیدات (BOCR) اهمیت وزن معیارها را اصلاح می نماید. در نهایت، روش VIKOR فازی برای اولویت بندی گزینه های امکان پذیر استفاده می شود. برای نشان دادن پتانسیل مدل ارائه شده، یک مورد مطالعاتی مربوط به سرمایه

Archive of SID
www.SID.ir

گذاری در بخش خصوصی ایران ارائه و بررسی شده است. نتایج نشان می دهد که مدل پیشنهادی دارای یک توانایی بالا به منظور اولویت بندی استراتژی های سرمایه گذاری در بخش خصوصی ایران می باشد.

واژه‌های کلیدی: استراتژی سرمایه گذاری، مدل های تصمیم گیری چند معیاره، آزمایش و آزمایشگاه ارزیابی و آزمون تصمیم گیری، منطق فازی ، روش ویکور فازی.

۱- مقدمه

روند روز افزون جهانی شدن و بازار در حال تغییر عرضه و تقاضا، از عوامل اصلی می باشند که به نقش و اهمیت توسعه و مدیریت کارامد و فعالیت های سرمایه گذاری مرتبط با این اهداف می پردازند [46]. در طول چند دهه گذشته، همزمان با حرکت به سوی جهانی شدن و توسعه استراتژی های بازار گرا، تعداد زیادی از کشورها برنامه های جامع برای ایجاد یک محیط قابل اعتماد برای سرمایه گذاری تدوین نمودند. این بدان علت است که سرمایه گذاری (عمومی و خصوصی) بر رشد اقتصادی چه در کشورهای در حال توسعه و چه در کشورهای توسعه یافته تاثیر مثبت دارد [23]. به طوریکه مطالعات انجام شده توسط بانک جهانی نشان می دهد که سهم سرمایه گذاری خصوصی و دولتی در اقتصاد ملی کشورهایی با درآمد بالا، متوسط و کم قابل توجه می باشد [39]. Munthali (۲۰۱۲) نشان می دهد که یک رابطه مثبت بین رشد درآمد ملی و نسبت سرمایه گذاری خصوصی وجود دارد [23]. جدای از این، مطالعات مختلف نشان می دهد که سرمایه گذاری بخش خصوصی در مقایسه با سرمایه گذاری عمومی دارای تاثیر بیشتری بر رشد اقتصادی می باشد [8]. بنابراین، با توجه به نقش مهم سرمایه گذاری بخش خصوصی، دولت ها با استفاده از ایجاد شرایط پایدار و مطمئن، جریان سرمایه خصوصی را برای فعالیت های کسب و کار و سرمایه گذاری تسهیل می کنند. این مقاله با هدف ارائه روشی جدید برای اولویت بندی استراتژی های سرمایه گذاری در بخش خصوصی ایران تدوین شده است تا پاسخ روشن به مسائل و سئولات فراروی توسعه سرمایه گذاری در بخش خصوصی ارائه شود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

با توجه به اهمیت کلیدی سرمایه گذاری خصوصی، مدل های مختلف تا به حال توسعه داده شده است تا اطلاعات کافی برای تصمیم گیری در زمینه سرمایه گذاری برای سرمایه گذاران را فراهم آورد. این روش ها را می توان به دو دسته اصلی که شامل اختیار واقعی[1] و روش های ارزیابی سنتی می باشند تقسیم بندی کرد. به هر حال، مدل های ارزیابی سنتی بر اساس جریان های نقدی تنزیل شده

Archive of SID
www.SID.ir

(DCF) به مدل سازی می پردازند و بسیار مسائل دیگر همچون برخی از خواص ذاتی دارایی و یا فرصت های سرمایه گذاری را در مدل لحاظ نمی کنند [22]. بر اساس مفاهیم اساسی مدل های DCF، ارزش مورد انتظار از جریان های نقدی شامل جریان های نقدی ناشناخته آینده می باشد [36]. این مدل با استفاده از فرآیند تنزیل و بر اساس هزینه فرصت سرمایه گذاری و با استفاده از تبدیل دارایی به ارزش فعلی به ارزش گذاری یک سرمایه می پردازد. به هر حال، روش DCF نمی تواند به درستی جنبه های انعطاف پذیری و ارزش استراتژیک سرمایه گذاری های مختلف را در مدل لحاظ نماید. زیرا طبیعت بی تناسب و پیچیده و همچنین وابستگی به حوادث آینده سرمایه گذاری های مختلف باعث ایجاد عدم اطمینان در زمان تصمیم گیری اولیه می شود [31].

از سوی دیگر، مدل اختیار واقعی نیز دارای کاستی های زیادی می باشد. یکی از مهمترین کاستی ها این است که این روش بر اساس داده های کمی و وجود توانایی پورتفلیو برای تکرار جریان های نقدی مرتبط با یک تصمیم استراتژیک است که می تواند محاسبات بسیار دشواری داشته باشد[۲]. همچنین، این روش کمتر به حالت یک استاندارد برای راهنمایی عملیات آینده است و مفروضات ممکن است پنهان باشند که مانع مدیریت موثر بر ارزیابی فرضیات می شود [28].

به هر حال، فرآیند انتخاب استراتژی سرمایه گذاری شامل یک تجزیه و تحلیل جامع از جنبه های مختلف پارامترهای موثر بر سرمایه گذاری است. این فرایند اگر چه یک مساله تصمیم گیری چالش برانگیز است ولی یک رویکرد مهم و کلیدی برای سرمایه گذاران جهت بدست آوردن دانش مفید در مورد منابع سرمایه گذاری به منظور انتخاب مناسب ترین کسب و کار می باشد. زیرا سرمایه گذاران همواره به دنبال حداکثر کردن سود و حداقل نمودن هزینه هستند. علاوه بر نکات ذکر شده، سرمایه گذارانی که می تواند دید وسیع تری از آینده داشته باشند بهتر می توانند خود را برای استفاده از فرصت های غیر منتظره ای که پیشرو دارند آماده کنند.

علاوه بر این، تصمیمات سرمایه گذاری معمولاً پیچیده هستند و مانند سایر تصمیم گیری ها به صورت متوالی تکرار نمی شوند به طوریکه نمی توان برای آنها قواعد سرانگستی ارائه نمود [1]. بنابراین، سرمایه گذاران همیشه با یک مشکل پیچیده روبرو هستند به طوری که آنها باید مناسب ترین گزینه برای سرمایه گذاری را از میان گزین های مختلف انتخاب کنند. از سوی دیگر، تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) به خوبی قادر به مدل سازی سیستم های پیچیده می باشند.

تکنیک ویکور (VIKOR) یکی از پر کاربردترین روش های تصمیم گیری چند معیاره می باشد که به طور سیستماتیک قادر است گزینه های موجود را با توجه به معیارهای مورد نظر اولویت بندی کند. با توجه به قابلیت های بالای این روش محققان مختلف از این تکنیک برای مدل سازی مسائل تصمیم گیری چند معیاره بهره برده اند [6;15;16;19-21;27;37;42;45;47]. علت کاربرد فراوان این روش برای

Archive of SID
www.SID.ir

اولویت بندی گزینه ها این است که (الف) منطق استفاده شده در روش ویکور قابل فهم است، (ب) فرآیندهای محاسبات ساده هستند، (ج) بهترین راه حل توافقی را ارائه می کند و (د) این روش به طور همزمان نزدیکی به حداکثر سود و ماکزیمم فاصله از حالت هزینه را در محاسبات به فرم ساده ریاضی ارائه می نماید.

همانطور که قبلا ذکر شد، مساله سرمایه گذاری یک مشکل پیچیده است و نیاز به اطلاعات کافی برای پیدا کردن راه حل مناسب برای مساله تحت بررسی دارد. یک مشکل بزرگ در ارتباط با این نوع از ارزیابی ها، تعیین برآوردهای دقیق عددی است به ویژه هنگامی که معیارهای کیفی هستند [30]. در بسیاری از موارد، این اطلاعات ممکن است غیرقابل اندازه گیری باشند که منجر به ضرورت استفاده از قضاوت متخصص می شود. به منظور لحاظ کردن مشخصات کیفی اطلاعات در مدل ساخته شده، داده ها به طور زبانی بیان می شوند. بخش عمده ای از کارهای نظری توسعه داده شده بر روی عدم اطمینان سرمایه گذاری در چارچوب خنثی بودن ریسک می باشند [24]. بنابراین، لازم است مدل های جدیدی توسعه داده شوند تا با دقت بیشتری به اولویت بندی و انتخاب استراتژی های سرمایه گذاری خصوصی بپردازند. منطق فازی یک ابزار قدرتمند است که می تواند عدم قطعیت ذاتی و پیچیدگی های موجود در مسائل و مشکلات دنیای واقعی را مدل سازی نماید. ترکیبی از منطق فازی و ویکور- تحت عنوان فازی ویکور- می تواند همه جنبه های مساله تصمیم گیری را در مدل سازی لحاظ نماید و نتایج حاصل از آنالیز تصمیم را بهبود بخشد.

با این حال، ضعف اصلی تکنیک ویکور فازی در این فرض می باشد که معیارهای ارزیابی مستقل از یکدیگر می باشند. این در حالی است که معیارهای ارزیابی معمولا دارای وابستگی متقابل و یا غیر مستقیم هستند. بنابراین، با استفاده از تکنیک های جدید که می توانند روابط متقابل بین معیارها را مدل سازی کنند می تواند مفید باشد و نتایج دقیق تری را ارائه می نماید. تکنیک آزمایشگاه ارزیابی و آزمون تصمیم گیری (DEMATEL) یک تکنیک سودمند در فرموله کردن ساختارهای پیچیده است که می تواند روابط وابستگی در درون مجموعه ای از معیارهای ارزیابی را مدل کند. این روش می تواند یک مدل ساختاری بصری با تبدیل روابط بین علت و معلول معیارهای ارزیابی تهیه نماید [9;12;13]. این به تصمیم گیرندگان کمک می کند تا روابط پیچیده در میان معیارهای ارزیابی در مدل سازی مساله لحاظ گردد.

از سوی دیگر، در مورد مشکلات پیچیده، بهتر آن است که از نظرات یک گروه از کارشناسان استفاده کنیم چرا که برای یک فرد مشکل است تا دانش و تجربه ای با تمام جزئیات در مورد یک مساله خاص داشته باشد و بتواند تمام جنبه های ریز و درشت یک مساله را ببیند [30].

Archive of SID
www.SID.ir

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یک روش مناسب برای محاسبه وزن معیارها می باشد. این روش به طور گسترده ای توسط محققان مختلف به کار گرفته شده تا به تجزیه و تحلیل طیف وسیعی از مشکلات مهندسی و مدیریت بپردازند. دلایل اصلی برای استفاده از یک روش تجزیه و تحلیل تصمیم گیری مبتنی بر AHP این است که [10]: (الف) می توانید تمام معیارهای محسوس و نامحسوس در مدل لحاظ گردد، (ب) AHP یک روش نسبتاً ساده است که می تواند براحتی توسط مدیران و سایر تصمیم گیرندگان پذیرفته شود، (پ) این روش اجازه می دهد تا روابط پیچیده در میان سطوح تصمیم گیری به راحتی به مسائل کوچک تر و قابل فهم تر تجزیه گردد و (ت) این روش یک فرایند مقایسه دو به دو را مورد استفاده قرار می دهد تا به طور راحتی یک مساله پیچیده را مدل کند.

از سوی دیگر، حل یک مشکل پیچیده در چارچوب فاکتورهای سود، فرصت، هزینه و تهدید (BOCR) یک متدولوژی ساختارمند می باشد که به طور موفقیت آمیزی در زمینه ای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است [3;5;17;43]. به هر حال، در نظر گرفتن جنبه های گوناگون از BOCR یک گزینه که شامل معیارهای مثبت و منفی می باشد به تصمیم گیرندگان برای پیدا کردن یک راه جامع تر کمک می کند [11].

از آنجا که تکنیک AHP، DEMATEL، و ویکور فازی دارای مزایای زیادی هستند، در این مطالعه یک مدل توانا بر اساس تلفیقی از روش های AHP، DEMATEL و روش ویکور فازی برای کمک به تصمیم گیرندگان برای مدل سازی مسائل چند معیاره و پیچیده ارائه شده است تا با توجه به معیارهای تحت بررسی تصمیمی مناسب اتخاذ گردد. بنابراین، چهار مزیت اصلی برای روش پیشنهاد شده می توان تعریف کرد: (الف) انواع روابط از جمله وابستگی و عدم وابستگی در میان معیار می تواند در مدل سازی در نظر گرفته شود و مدل ایجاد شده انطباق بیشتری با دنیای واقعی دارد، (ب) فرایند استفاده شده برای مدل سازی، ساده و آسان است، (ج) مدل ارائه شده از فرم ریاضی آسانی به جای فرم های پیچیده مانند فرایند شبکه تحلیلی (ANP) برخوردار است و (د) روابط هم بستگی درون معیارها به صورت وزن اهمیت در فرایند مقایسات لحاظ می گردد.

۳- مدل های پژوهش و نحوه آزمون آنها

۳-۱- تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره می باشد که اولین بار توسط توماس ساعتی در سال ۱۹۸۰ معرفی گردید [29]. این روش یک فرآیند تصمیم گیری انعطاف پذیر و سازمان یافته را ارائه می کند که می تواند وزن معیارها وگزینه ها را با استفاده از رویکرد

Archive of SID
www.SID.ir

ماتریس مقایسات زوجی تعیین نماید. این روش همچنین قادر است هم معیارهای کیفی و هم کمی را ارزیابی نماید تا همه جنبه های مساله مورد مطالعه در نظر گرفته شده و نتایج دقیق تری استخراج گردند. اساس این روش بر این پایه استوار است که یک مساله پیچیده را می توان به تعدادی مسائل جزئی تر که برای تصمیم گیرندگان قابل فهم تر است تبدیل کرد و سپس با استفاده از مقایسات زوجی و ترکیب اطلاعات به اولویت بندی معیارها و گزینه ها پرداخت. لازم به ذکر است برای پر کردن ماتریس مقایسات زوجی از مقیاس ۱ تا ۹ استفاده می شود تا اهمیت نسبی هر عنصر نسبت به عناصر دیگر، در رابطه با آن شاخص مشخص گردد. جدول ۱ مقیاس را برای انجام مقایسات زوجی نشان می دهد. چهار گام اصلی در روش AHP عبارتند از:

۱) مدل کردن مسئلهٔ تصمیم گیری؛
۲) انجام مقایسه های زوجی؛
۳) محاسبهٔ اهمیت نسبی معیارها یا گزینه ها؛
۴) رتبه بندی و اولویت بندی عناصر تصمیم گیری.

جدول(۱) عدد دهی برای مقایسات زوجی

تعریف	شرح	درجه اهمیت
اهمیت یکسان	دو عنصر، اهمیت یکسانی دارند.	۱
نسبتا" مرجح	یک عنصر نسبت به دیگری نسبتا" ترجیح داده می شود.	۳
ترجیح زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، زیاد ترجیح داده می شود.	۵
ترجیح بسیار زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، بسیار زیاد ترجیح داده می شود.	۷
ترجیح فوق العاده زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، ترجیح فوق العاده زیادی دارد.	۹
	ارزش های بینابین در قضاوت ها	۲،۴،۶،۸
هنگامی که عنصر i باjمقایسه می شود، یکی از اعداد بالا به ان اختصاص می یابد. در مقایسه عنصر j با i مقدار معکوس اعداد فوق اختصاص می یابد.		

پس از آنکه گزینه‌ها و شاخص‌ها تعیین شد، مراحل اجرای روش تحلیل سلسله مراتبی به صورت زیر است:

۱) ماتریس مقایسات زوجی بین شاخص‌ها را تشکیل می دهیم. اگر n شاخص برای یک مسئله داشته باشیم، تعداد مقایسات زوجی برای این مسئله برابر خواهد بود با:

$$\binom{n}{2} = \frac{n!}{2!(n-2)!} = \frac{n(n-1)}{2} \qquad (۱)$$

Archive of SID
www.SID.ir

۲) به هنجار کردن ماتریس‌های مقایسات زوجی. برای این منظور هر درایه این ماتریس ها را بر جمع اعداد ستون مربوطش تقسیم می کنیم.

۳) به دست آوردن میانگین حسابی هر سطر ماتریس به هنجار شده مقایسات زوجی. این میانگین-ها، اوزان نسبی نامیده می شود.

۴) ماتریس میانگین های گزینه ها برای شاخص ها (یک ماتریس $m \times n$) را تشکیل داده و در بردار اوزان نسبی شاخص ها (یک ماتریس $n \times 1$) ضرب ماتریسی می کنیم.

۵) رتبه بندی کردن گزینه ها.

بعد از این مرحله، برای اینکه از اعتبار مقایسات انجام شده اطمینان حاصل کنیم، به سراغ سنجش «نرخ ناسازگاری»[۳] می رویم. به این منظور بایستی مراحل زیر طی شود:

الف) محاسبه بردار مجموع وزنی (WSV)[۴]. این بردار حاصل ضرب ماتریسی قایسات زوجی (D)، در بردار وزان نسبی همان ماتریس می باشد.

$$WSV = D \times W \qquad (۲)$$

ب) محاسبه بردار سازگاری (CV)[۵]. برای به دست آوردن این بردار کافی است عناصر بردار مجموع وزنی (WSV) را درایه به درایه بر عناصر بردار اوزان نسبی تقسیم کنیم.

ج) محاسبه بزرگ‌ترین مقدار ویژه[۶] ماتریس مقایسات زوجی ($\lambda_{\max}$). برای محاسبه بزرگ ترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی، میانگین حسابی عناصر بردار سازگاری محاسبه می شود.

د) محاسبه شاخص ناسازگاری[۷](II).فرمول محاسبه این شاخص برابر است با:

$$II = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \qquad (۳)$$

ه) محاسبه نرخ ناسازگاری(IR). به این منظور به ترتیب زیر عمل می شود:

$$IR = \frac{II}{IRI} \qquad (۴)$$

در این رابطه، IRI (شاخص ناسازگاری تصادفی)[۸] برای هر تعداد شاخص مقدار مربوط به خودش را دارد که از جدول ۲ استخراج می گردد. جدول شاخص ناسازگاری تصادفی، بر اساس شبیه سازی به دست آمده است و مطابق جدول ذیل است:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۲) شاخص ناسازگاری تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
IRI	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۵

در پایان در صورتی که نرخ ناسازگاری، کوچک تر یا مساوی ۰/۱ باشد ($IR \le 0.1$)، در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد و می توان کار را ادامه داد. در غیر این صورت تصمیم گیرنده باید در ماتریس مقایسات زوجی تجدید نظر نماید.

۳-۲- تکنیک *DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)*

تکنیک دیمتل اولین بار توسط Fonetla و Gabus در سال ۱۹۷۲ توسعه داده شد [12]. تکنیک دیمتل که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس مقایسه‌های زوجی است، با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام‌مند به آنها با بکارگیری اصول نظریه گراف‌ها، ساختاری سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تاثیر و تاثر متقابل ارائه می‌دهد، بگونه‌ای که شدت اثر روابط مذکور را به صورت امتیاز عددی معین می‌کند. روش دیمتل جهت شناسایی و بررسی رابطه متقابل بین معیارها و ساختن نگاشت روابط شبکه به کار گرفته می‌شود. از آنجا که گراف های جهت دار روابط عناصر یک سیستم را بهتر می توانند نشان دهند، لذا تکنیک دیمتل مبتنی بر نمودارهایی است که می تواند عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلول تقسیم نماید و رابطه میان آن ها را به صورت یک مدل ساختاری قابل درک درآورد.

تکنیک دیمتل عموماً برای بررسی مسائل بسیار پیچیده جهانی به‌وجود آمد. این روش برای ساختاردهی به یک دنباله از اطلاعات مورد استفاده قرار می گیرد. به طوریکه شدت ارتباطات را به صورت امتیازدهی مورد بررسی قرار داده، بازخورها توأم با اهمیت آنها را تجسس نموده و روابط انتقال ناپذیر را می‌پذیرد. مزیت این روش نسبت به تکنیک تحلیل شبکه ای، روشنی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان مجموعه ای وسیعی از اجزاء می باشد. به طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. با توجه به توانایی های این روش، تحقیقات مختلفی با استفاده از این روش در زمینه های مختلف مدیریت و علوم مهندسی صورت گرفته است [4;14;18;32-35;38;40;42;48].

پنج مرحله زیر را می توان برای انجام تکنیک دیمتل مورد استفاده قرار داد:

۱) تشکیل ماتریس تاثیر مستقیم (a_{ij}): تیم ارزیاب با استفاده از اعداد ۰ تا ۴ که به ترتیب نشان دهنده بدون تاثیر، تاثیر بسیار کم، تاثیر کم، تأثیر متوسط، تأثیر بالا، و تاثیر بسیار بالا می باشد میزان

Archive of SID
www.SID.ir

تاثیر مولفه i بر مولفه j را تعیین کنند. زمانیکه از دیگاه چندنفر استفاده می‌شود از میانگین ساده نظرات خبرگان استفاده می‌شود که ماتریس نهایی به شکل زیر است:

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nj} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

۲) نرمال کردن ماتریس تاثیر مستقیم. عملیات نرمال سازی با استفاده از روابط ارائه شده در زیر صورت می گیرد:

$$S = m \cdot A \qquad (۶)$$

$$m = \min\left[\frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^{n}|a_{ij}|}, \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^{n}|a_{ij}|}\right]$$

۳) محاسبه ماتریس تاثیر کلی. با استفاده از روابط زیر ماتریس تاثیر کلی حاصل می گردد.

$$T = X + X^2 + \cdots + X^q = X(I + X + X^2 + \cdots + X^{q-1})(I - X)(I - X)^{-1} = X(I - X^q)(I - X)^{-1} \qquad (۷)$$

وقتی که $q \to \infty$, $X^q = [0]_{n\times n}$ سپس

$$T = X(I - X)^{-1} \qquad (۸)$$

که

$$, \ i, j = 1, 2, \cdots, n. \ T = \left[t_{ij}\right]_{n\times n} \qquad (۹)$$

۴) محاسبه مقادیر تاثیر و ارتباط. در این مرحله، محاسبات با استفاده از مقادیر r و s که بیانگر مجموع ردیف ها و ستون ها می باشد، صورت می گیرد. این مقادیر از روابط زیر بدست می آیند:

$$r = \left[r_i\right]_{n\times 1} = \left[\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\right]_{n\times 1} \qquad (۱۰)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$s = \left[s_j \right]_{n\times 1} = \left[\sum_{i=1}^{n} t_{ij} \right]'_{1\times n}$$

بنابراین بردار (r+s) میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار r+sعاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بردار (r-s) قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. بطور کلی اگر r-s مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. در نهایت یک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می‌شود. در این دستگاه محور طولی مقادیر r+s و محور عرضی براساس r- s می‌باشد. موقعیت هر عامل با نقطه‌ای به مختصات (r + s, r-s) در دستگاه معین می‌شود. به این ترتیب یک نمودار گرافیکی نیز بدست خواهد آمد.

۳-۳- روش ویکور فازی

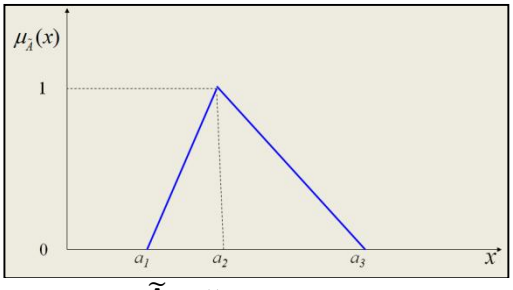
۳-۳-۱- روش فازی

روش فازی اولین بار توسط لطفی عسگر زاده (۱۹۶۵) ارائه شد [44]. این روش در مواقعی که رابطه ی میان معیارهای موجود و یا گزینه های مختلف دارای عدم قطعیت باشد و این روابط در قالب اعداد قطعی قابل بیان نیستند، استفاده از تئوری فازی مفید می باشد. تئوری فازی تصمیم گیرندگان را قادر می سازد تا یک مساله پیچیده را به شکل ساده ای با استفاده از مقادیر زبانی فرموله کنند. مجموعه های فازی با استفاده از توابع عضویت که میزان تعلق به مجموعه تحت بررسی را نشان می دهد، تعریف می شوند. به طوری که مقادیر بالاتری از مقدار عضویت نشان دهنده تعلق بیشتر یک عنصر به مجموعه می باشد.

اگر $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ را یک عدد فازی مثلثی درنظر بگیریم که در آن a_1 و a_2 و a_3 اعدادی کریسپ باشند، به صورتی که $a_1 < a_2 < a_3$ می باشد، آنگاه تابع عضویت $\mu_{(\tilde{A})}$ به صورت زیر خواهد بود (شکل ۱):

$$\mu_{(\tilde{A})}(x) = \begin{cases} 0 & , x < a_1 \\ (x - a_1) / (x_2 - a_1), & a_1 \le x \le a_2 \\ (a_3 - x) / (a_3 - a_2), & a_2 \le x \le a_3 \\ 0 & , x > a_3 \end{cases} \qquad (۱۱)$$

Archive of SID
www.SID.ir



شکل (۱) عدد فازی $\tilde{A}$

اگر $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ و $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ دو عدد فازی مثلثی باشند، روابط ریاضی که بین $\tilde{A}$ و $\tilde{B}$ برقرار است به ترتیب زیر می باشد:

(۱۲)

$$\tilde{A}(\div)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(\div)(b_1, b_2, b_3) = (\frac{a_1}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_3}{b_1})$$
$$\tilde{A}(+)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(+)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$$
$$\tilde{A}(-)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(-)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1)$$
$$\tilde{A}(\times)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(\times)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3)$$
$$(\tilde{A})^{-1} = (\frac{1}{a_3}, \frac{1}{a_2}, \frac{1}{a_1})$$

فاصله بین دو عدد فازی $\tilde{A}$ و $\tilde{B}$ به صورت زیر بدست می آید:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(a1 - b1)^2 + (a2 - b2)^2 + (a3 - b3)^2\right]} \qquad (۱۳)$$

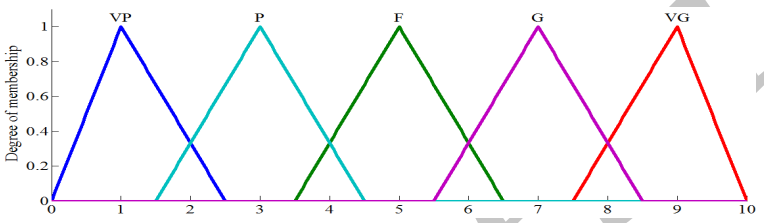
۳-۳-۲- متغیر زبانی فازی

متغیرهای زبانی مقادیر زبانی هستند که ارزش آنها با استفاده از کلمات و جملات در قالب زبان طبیعی بیان می گردند. این خبرگان را کمک می کند تا اهمیت معیارها و گزینه ها با توجه به معیارها را ارزیابی کنند. این متغیرها می توانند با استفاده از ارزش های زبانی مختلف تعریف شوند. در این مقاله از یک مقیاس ۵ نقطه ای برای تعریف نرخ اهمیت گزینه ها به صورت نشان داده شده در جدول ۳ و شکل ۲ استفاده شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول (۳) توابع عضویت برای متغیرهای زبانی

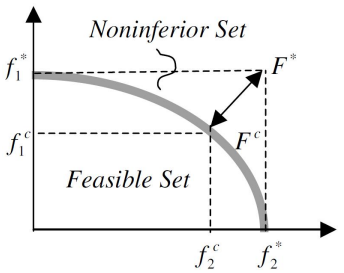
Linguistic value	Fuzzy number
Very poor (VP)	(0.0,1.0,2.5)
Poor (P)	(1.5,3.0,4.5)
Fair (F)	(3.5,5.0,6.5)
Good (G)	(5.5,7.0,8.5)
Very good (VG)	(7.5,9.0,10)



شکل (۲) توابع عضویت برای اهمیت گزینه ها

۳-۳-۳- تکنیک فازی ویکور

Opricovic (1998) روش ویکور را برای بهینه سازی های سیستم های پیچیده چند معیاره توسعه داده است [25;26]. این روش راه حل های مصالحه آمیز را پیشنهاد می کند و قادر به ایجاد ثبات عملکرد تصمیم گیری با جایگزین کردن راه حل سازشی با وزن اولیه به دست آمده است. نظریه راه حل سازش یک راه حل عملی است که نزدیک به راه حل ایده آل است، و سازش به معنای توافق ایجاد شده توسط امتیازات متقابل است [2]. روش ویکور حداکثر بهره وری گروه "اکثریت" و حداقل تاسف فردی "مخالف" را فراهم می کند و راه حل توافقی به دست آمده می تواند به راحتی توسط تصمیم گیرندگان پذیرفته شود. مفهوم راه حل عملی (F^c) و راه حل ایده آل (F^*) به صورت شماتیک در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل (۳) تفاوت راه حل ایده آل و سازشی

Archive of SID
www.SID.ir

سیر تکاملی روش VIKOR با فرم LP متریک زیر شروع شد:

(۱۴)

$$1 \le p \le \infty, j = 1,2,...J \quad L_{pj} = \left\{ \sum_{i=1}^{n} \left[w_i \left(f_i^* - f_{ij} \right) / \left(f_i^+ - f_i^- \right) \right]^p \right\}^{1/p},$$

به هر حال روش ویکور قادر به مدل سازی عدم اطمینان ناشی از کمبود اطلاعات و یا در بعضی موارد نبود اطلاعات دقیق نمی باشد. از طرفی دیگر روش فازی بعنوان یکی از روشهای توانا و مفید در زمینه مدل سازی محیط های پیچیده و پر ابهام بوده است و توانایی های خود را در این زمینه به اثبات رسانیده است. بنابراین روش ویکور با روش فازی ترکیب شده و تحت عنوان فازی ویکور شناخته شده است. فرایند و متدولوژی فازی ویکور شامل مراحل زیر می باشد:

مرحله ۱: تشکیل تیم تصمیم گیرندگان، تعیین گزینه های ممکن و شناسایی معیارهای ارزیابی.

مرحله ۲: تعیین متغیرهای زبانی مناسب برای امتیازدهی به گزینه ها با توجه به معیارهای مورد بررسی (همانطور که در جدول ۳ و شکل ۲ نشان داده شده است).

مرحله ۳ : تلفیق اولویت ها و نظرات تصمیم گیرندگان. تصمیم توسط گردآوری وزن فازی گزینه ها که بوسیله نظرات n تصمیم گیرنده بدست می آید، محاسبه می شود.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n}\left[\sum_{e=1}^{n} \tilde{x}_{ij}^{e}\right] \qquad (۱۵)$$

مرحله ۴: محاسبه میانگین وزن فازی و ساخت ماتریس تصمیم گیری (نرمال) فازی

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & . & . & . & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & . & . & . & \tilde{x}_{2n} \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & . & . & . & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۱۶)$$

$\tilde{x}_{ij}$ امتیاز گزینه ی A_i با توجه به معیار C_j می باشد.

مرحله ۵: دفازی کردن مقادیر با استفاده از رابطه زیر

$$x_{ij} = \frac{[(Ux_{ij} - Lx_{ij}) + (Mx_{ij} - Lx_{ij})]}{3} + Lx_{ij} \qquad (۱۷)$$

مرحله ۶: تعیین بهترین مقدار (BV) و بدترین مقدار (WV).

$$f_i^- = \min_i x_{ij}, \quad f_i^* = \max_i x_{ij} \qquad (۱۸)$$

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله ۷: محاسبه مقادیر s_i ، R_i:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \left(f_j^* - x_{ij}\right) / \left(f_j^* - f_j^-\right) \qquad (۱۹)$$

$$R_i = \max_j \left[w_j \left(f_j^* - x_{ij}\right) / \left(f_j^* - f^-{}_j\right)\right]$$

s_i عبارتست از A_i با توجه به همه معیارهای محاسبه شده بوسیله ی مجموع فاصله برای BV ، و R_i عبارتست از Ai با توجه به معیار jام که بوسیله حداکثر فاصله محاسبه می شود.

مرحله ۸: محاسبه مقادیر s^- , R^* , R^- , Q_i, s^*.

$$S^* = \min_i S_i \; S^- = \max_i S_i, \qquad (۲۰)$$

$$\tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i \; R^* = \min_i R_i,$$

$$Q_j = v\left(S_i - S^*\right) / \left(S^- - S^*\right) + (1-v)\left(R_i - R^*\right) / \left(R^- - R^*\right)$$

v به معنای وزن استراتژی حداکثر بهره وری گروه است. وقتی $v>0.5$، تصمیم تمایل دارد به سمت قانون اکثریت حداکثر و وقتی $v=0.5$ باشد، تصمیم تمایل دارد به سمت انصراف فرد مخالف پیش رود.

مرحله ۹: رتبه بندی گزینه ها بر اساس مقدار Q_i

مرحله ۱۰: تعیین راه حل توافقی. فرض کنیم که دو شرط در زیر آورده شده قابل قبول است. سپس، با استفاده از شاخص Q_i، راه حل توافقی را به عنوان تنها راه حل مطلوب تعیین می کنیم.

[C1] مزیت قابل قبول:

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \qquad (۲۱)$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} (DQ = 0.25 \; if \; m \leq 4)$$

[C2] «ثبات قابل قبول در تصمیم گیری» : گزینه a' نیز باید به بهترین شکل بوسیله S و R رتبه بندی شده باشد.

(۲) اگر یکی از شرط ها برآورده نشده باشد، سپس یک مجموعه از راه حل های توافقی پیشنهاد می شود که شامل :

اگر [C1] پذیرفته نیست، و $Q(a^{(m)}) - Q(a') < DQ$، در نتیجه $a^{(m)}$ و a' راه حل توافقی یکسان هستند. با این حال، a' مزیت توافقی ندارد، بنابراین راه حل های توافقی $a', a'', ..., a^{(m)}$ یکسان هستند. اگر [C2] پذیرفته نیست، ثبات در تصمیم گیری ناقص است، هر چند a' مزیت توافقی دارد. از این رو، راه حل های توافقی a' و a'' یکسان هستند.

Archive of SID
www.SID.ir

مرحله ۱۱: انتخاب بهترین گزینه. $Q(a')$ به عنوان بهترین راه حل با حداقل Q_i انتخاب می شود.

۴- مدل منتخب پژوهش و نحوه ی اجرای آن

مدل پیشنهاد شده شامل چند مرحله است که می توان به صورت زیر تشریح کرد:

مرحله ۱: شناسایی معیارهای ارزیابی و طبقه بندی آنها را بر اساس پارامترهای BOCR.

مرحله ۲: ساخت ماتریس مقایسه زوجی برای محاسبه وزن اهمیت معیارهای اصلی و فرعی بر اساس مقیاس داده شده در جدول ۱. در ابتدا فرض بر این است که هیچ وابستگی میان پارامترهای BOCR وجود ندارد. وزن محلی معیارهای فرعی در این مرحله حاصل می شود.

مرحله ۳: ایجاد ساختار روابط علی پیچیده و به دست آوردن نقش مرکزی هر یک از عوامل (ساخت مدل DMATEL). وزن میزان وابستگی هر یک از معیارهای اصلی از این مرحله مشتق می شود.

مرحله ۴: محاسبه وزن کلی معیارهای اصلی بوسیله ضرب وزن حاصل از مرحله ۲ و وزن میزان وابستگی به دست آمده از مرحله ۳.

مرحله ۵: محاسبه وزن کلی شاخص های ارزیابی با ضرب وزن معیارهای فرعی به دست آمده در مرحله ۲ با وزن آن دسته از پارامترهایی که به آن تعلق دارد و در مرحله قبل به دست آمد.

مرحله ۶: تعریف مقیاس زبانی برای اولویت بندی گزینه ها.

مرحله ۷: تلفیق مقادیر فازی حاصل از مرحله قبل برای تشکیل ماتریس تصمیم نهایی.

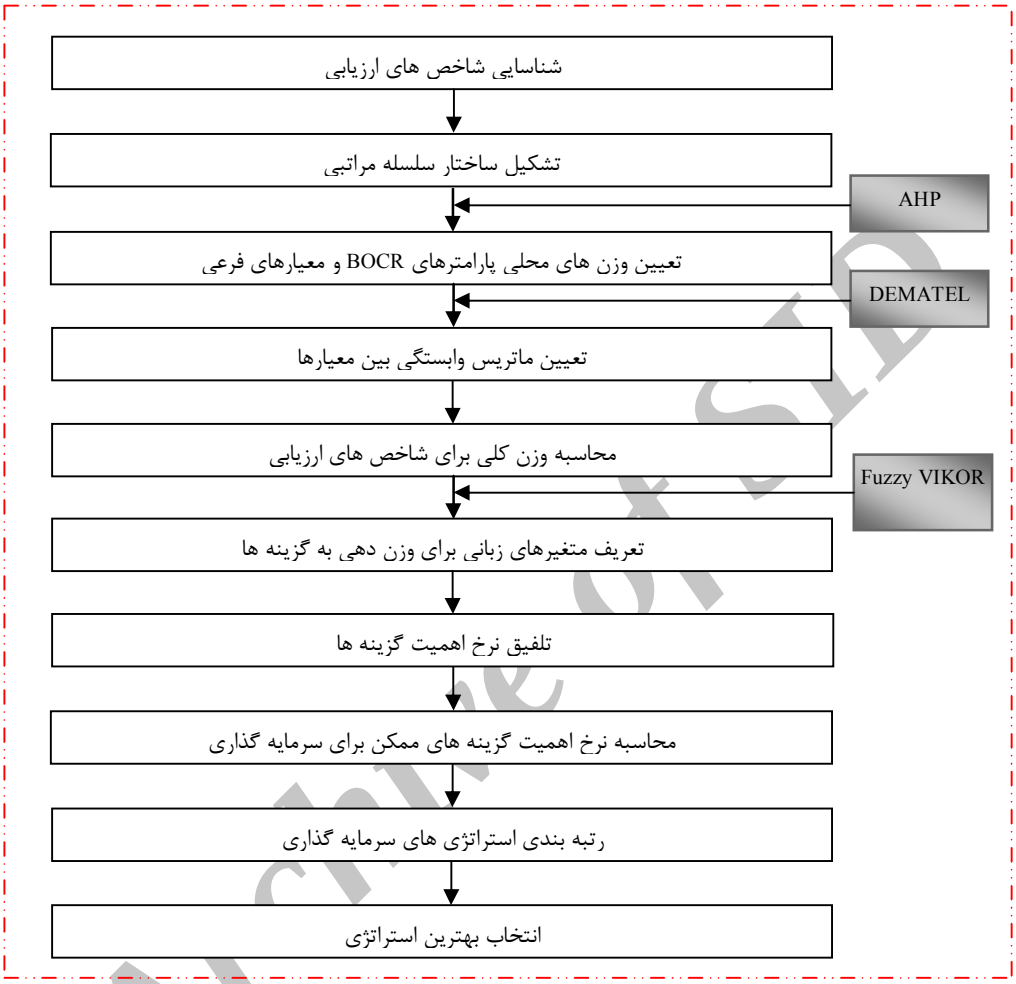
گام ۸: رتبه بندی گزینه ها با استفاده از روش ویکور فازی بر اساس وزن کلی در مرحله ۵ و نتایج حاصل شده از مرحله قبل.

گام ۹: اولویت بندی استراتژی های سرمایه گذاری به صورت نزولی و انتخاب بالاترین رتبه به عنوان انتخاب اول.

دیاگرام مدل پیشنهادی برای انتخاب استراتژی بهینه برای سرمایه گذاری در شکل ۴ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۴) دیاگرام متدولوژی پیشنهاد شده

۵- نتایج پژوهش حاصل شده از اجرای مدل پیشنهادی در بخش خصوصی ایران

به منظور نشان دادن پتانسیل بالقوه مدل ارائه شده یک مطالعه موردی توضیح داده شده است. برای دستیابی به این هدف، انتخاب استراتژی های سرمایه گذاری در بخش خصوصی ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر اساس قانون اساسی ایران، اقتصاد ایران شامل سه بخش خصوصی، تعاونی و دولت می باشد. بخش خصوصی شامل فعالیت های مربوط به ساخت و ساز، کشاورزی، دامداری، صنعت، تجارت و خدمات می شود که مکمل فعالیت های اقتصادی بخش دولتی و تعاونی است [7]. با

www.SID.ir

توجه به گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۰، اعتبار داخلی برای بخش خصوصی (درصد از تولید ناخالص ملی) در ایران ۳۶,۶۶ در سال ۲۰۰۹ بوده است [41]. همانطور که قبلا ذکر شد، این مقاله یک مدل برای انتخاب استراتژی سرمایه گذاری مطلوب بر اساس یک روش ترکیبی جدید ارائه نموده است که می تواند روابط متقابل معیارها را محاسبه و استراتژی بهینه برای سرمایه گذاری در بخش خصوصی ایران را پیشنهاد نماید.

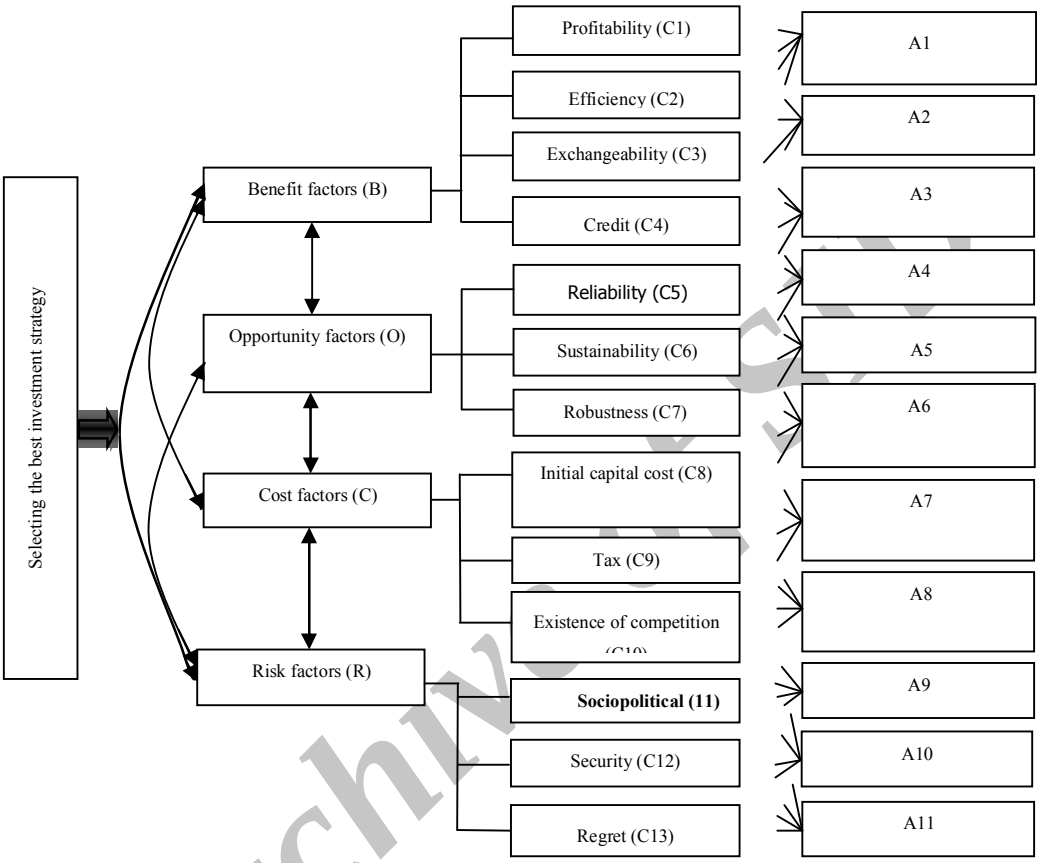
با توجه به اهمیت موضوع، یک تیم ارزیاب شامل ۱۵ کارشناس با حداقل ۵ سال تجربه در زمینه سرمایه گذاری تشکیل شد. برای نیل به هدف، روش مصاحبه با خبرگان استفاده شده است که در آن از ارزیابان خواسته شده تمام پارامترهایی که در انتخاب استراتژی سرمایه گذاری تاثیر گذار هستند را لیست نمایند. همچنین گزینه های ممکن برای سرمایه گذاری در بخش خصوصی ایران شناسایی شدند. پس از چندین بار بازبینی، فهرست نهایی که شامل ۱۳ معیار ارزیابی است، بدست آمد. این پارامترها را می توان در چهار گروه اصلی شامل سود، فرصت، هزینه و ریسک (BOCR) طبقه بندی کرد. لیست نهایی که شامل معیارهای اصلی و زیر معیارها می باشد در جدول ۴ ارائه شده است. در نتیجه، ساختار مساله انتخاب بهترین استراتژی برای سرمایه گذاری در شکل ۵ نشان داده شده است.

جدول (۴) لیست نهایی معیارها و زیرمعیارها

گزینه ها	زیرمعیارها	معیارهای اصلی	هدف
نفت، گاز و پتروشیمی (A1) خدمات (A2) کشاورزی و دامداری (A3) حمل و نقل (A4) معادن و فلزات (A5) بانک و بیمه (A6) صنایع تولیدی (A7) بازار دلار (A8) سهام و اوراق مشارکت (A9) بازار سکه (A10) مخابرات و IT (A11)	سوددهی (C1)	فاکتورهای سود (B)	انتخاب بهترین استراتژی برای سرمایه گذاری
	کارایی (C2)		
	خرید و فروش آسان (C3)		
	تولید اعتبار (C4)		
	قابلیت اعتماد (C5)	فاکتورهای فرصت (O)	
	قابلیت پایداری و پیوستگی (C6)		
	قابلیت ایجاد قدرت مالی (C7)		
	هزینه سرمایه ای (C8)	فاکتورهای هزینه (C)	
	میزان مالیات (C9)		
	وجود رقیب (C10)		
	سیاسی-اجتماعی (11)	فاکتورهای ریسک (R)	
	امنیت (C12)		
	نا امیدی از روندهای آینده (C13)		

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۵) ساختار مسئله سرمایه گذاری

با فرض این که هیچ وابستگی میان عوامل BOCR وجود ندارد، وزن اهمیت معیارهای ارزیابی محاسبه می شود. برای این منظور، از پرسشنامه ای با فرمت پرسشنامه AHP ساخته شده و سپس از کارشناسان خواسته شده تا ماتریس تصمیم بر اساس مقیاس داده شده در جدول ۱ را وزن دهی کنند. به عنوان مثال، در روند مصاحبه با یکی از کارشناسان برای مقایسه عامل سود (B) و عامل خطر (C) پرسیده شد فاکتور 'B' در مقایسه با 'R' چقدر مهم است؟ و پاسخ "۳" دریافت گردید و در محل مربوطه قرار گرفت. سپس محاسبات نرخ سازگاری انجام شد که نشان می دهد که این میزان کمتر از ۰,۱ است، در نتیجه، پرسشنامه معتبر است. ماتریس مقایسه گروهی با میانگین هندسی پاسخ های فردی به دست آمده است. ماتریس مقایسه نهایی به دست آمده توسط تیم ارزیاب در جدول ۵ نشان داده

www.SID.ir

شده است. به منظور اعتبارسنجی پرسشنامه نهایی، نسبت سازگاری گروه (GCR) با استفاده از معادله زیر محاسبه شده و نتایج آن در آخرین سطر از ماتریس ذکر شده است.

$$GCI = (\lambda_{\max} - n) / n \qquad (۲۲)$$

جدول (۵) ماتریس مقایسات نهایی

	B				O			C			R		
B	1.00				3.56			1.33			3.16		
O	0.28				1.00			0.45			0.36		
C	0.75				2.24			1.00			2.00		
R	0.32				2.78			0.50			1.00		
GCR	0.03												
	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**C8**	**C9**	**C10**	**C11**	**C12**	**C13**
C1	1.00	1.12	2.65	3.77									
C2	0.89	1.00	2.32	2.89									
C3	0.38	0.43	1.00	2.12									
C4	0.27	0.35	0.47	1.00									
C5					1.00	1.32	2.24						
C6					0.76	1.00	2.17						
C7					0.45	0.46	1.00						
C8								1.00	7.45	4.53			
C9								0.13	1.00	0.32			
C10								0.22	3.12	1.00			
C11											1.00	5.34	3.21
C12											0.19	1.00	0.30
C13											0.31	3.34	1.00
GCR	0.008				0.002			0.017			0.02		

وزن اهمیت معیارهای اصلی و فرعی توسط روش AHP محاسبه شده و نتایج به دست آمده در جدول ۶ ارائه شده است. سپس، روابط متقابل میان عوامل BOCR با کمک روش دیمتال محاسبه می گردد. این مرحله برای پیدا کردن همه جنبه های روابط وابستگی متقابل و وابستگی بین عوامل BOCR ارائه شده است. برای این هدف، تجزیه و تحلیل DEMATEL بر اساس الگوهای های تاثیر برای محاسبه نقش کلیدی هر یک از عوامل انجام شده است. اول، ماتریس تاثیر مستقیم برای معیارها بر اساس دانش متخصصین ایجاد شده است. سپس، ماتریس تأثیر نرمال محاسبه می شود. سوم، ماتریس کل به صورتی که در جدول ۷ ارائه شده محاسبه شده است. به عنوان مثال، عامل سود (B) به طور مستقیم تحت تاثیر عامل فرصت (O) با سطح تاثیر ۰/۵۰۹ قرار دارد. به همین ترتیب، عامل سود (B) خود را با سطح تاثیر ۰/۳۰۶ تحت تاثیر قرار می‌دهد. در نهایت، الگوهای تاثیر در کل ماتریس مستقیم محاسبه شده که در آخرین سطر و ستون از جدول ۷ ذکر شده است

www.SID.ir

جدول (۶) وزن های محلی معیارها

معیارها	وزن های محلی بدست آمده از روش AHP
B	0.422
O	0.104
C	0.291
R	0.183
C1	0.394
C2	0.338
C3	0.167
C4	0.100
C5	0.447
C6	0.368
C7	0.184
C8	0.719
C9	0.080
C10	0.201
C11	0.644
C12	0.098
C13	0.258

جدول (۷) ماتریس روابط کلی برای پارامترهای BOCR

	B	O	C	R	r
B	0.306	0.509	0.495	0.521	1.830
O	0.775	0.563	1.032	1.135	3.506
C	0.426	0.443	0.509	0.701	2.078
R	0.731	0.690	1.142	0.742	3.305
s	2.238	2.205	3.178	3.099	

پس از تعیین ماتریس کل، ارزش $r_i - s_i$ و $r_i + s_i$ از این ماتریس مشتق شده که در جدول ۸ نشان داده شده است. مقدار $r_i + s_i$ نشان می دهد که چقدر یک معیار مهم است، در حالی که تاثیر این معیار بر معیارهای دیگر با ارزش $r_i - s_i$ محاسبه می شود. بنابراین، یک مقدار بالا و مثبت نشان می دهد که این معیار تاثیر قابل توجهی بر روی معیارهای دیگر دارد.

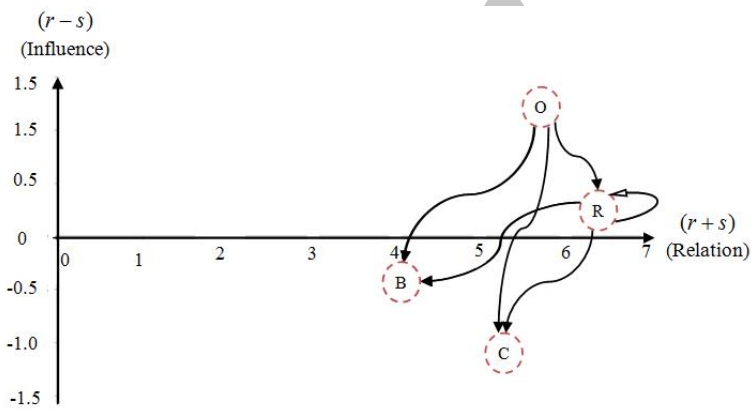
به هر حال، ریسک (R)، دارای بالاترین ارزش است، بنابراین بیشترین ارتباط را با معیارهای دیگر دارد. در حالی که معیار فرصت (O) در مقام دوم قرار دارد.

جدول (۸) ماتریس اثرات متقابل

	s	r	$r_i + s_i$	$r_i - s_i$
B	2.238	1.830	4.068	-0.407
O	2.205	3.506	5.711	1.301
C	3.178	2.078	5.257	-1.099
R	3.099	3.305	6.404	0.206

Archive of SID
www.SID.ir

به منظور ایجاد یک تجزیه و تحلیل قوی بر روی تصمیم گیری، گفتگو با تیم ارزیاب برای تعیین مقدار آستانه مناسب انجام شده است. لازم به ذکر است که یک فرایند استاندارد و سیستماتیک برای به دست آوردن مقدار آستانه وجود ندارد. بنابراین، مقدار آستانه بر اساس دانش تیم متخصص به دست آمده است. با این دلیل، مقدار آستانه برای این مشکل ۰/۷۲ است. به طوری که مقادیر بالاتر از این حد آستانه در فرایند مدل سازی مساله تصمیم گیری لحاظ گرفته شده است. بنابراین، الگوی روابط تاثیر را می توان با استفاده از یک مجموعه داده $(r+s, r-s)$ به دست آورد، همانطور که در شکل ۶ دیده می شود. از این شکل پیداست که O و R معیارهای تاثیرپذیر مثبت هستند. در حالی که، B و C معیارهای تاثیرپذیر منفی می باشد. علاوه بر این، می توان مشاهده کرد که فرصت (O) با بالاترین ارزش، موثرترین عامل برای مساله مورد نظر است. در حالی که هزینه (C) با کمترین مقدار، کم تاثیرترین عامل است.



شکل (۶) الگوی روابط تاثیر

در مرحله بعد، ارزش های $r+s$ با وزن های نسبی به دست آمده بوسیله روش AHP ضرب شده تا نقش محوری فاکتورهای BOCR در مدل سازی لحاظ شود. مقادیر محاسبه شده در جدول ۹ ارائه شده است. سپس، این مقادیر همانطور که در جدول ۹ نشان داده شده است نرمال شده اند. از این جدول می توان مشاهده کرد که وزن کلی به دست آمده از مدل ارائه شده است به طور قابل توجهی متفاوت از خروجی روش AHP می باشد. این به علت این واقعیت است که مدل پیشنهادی روابط وابستگی متقابل در میان معیارهای ارزیابی را در نظر گرفته است.

www.SID.ir

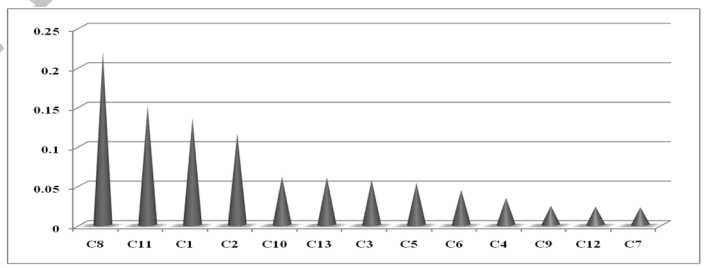
جدول ۹: وزن معیارهای اصلی

معیارها	وزن های بدست آمده از روش دیمتال	وزن های بدست آمده از ترکیب روش دیمتال و AHP	وزن های کلی
B	4.068	1.717	0.342
O	5.711	0.594	0.119
C	5.257	1.53	0.305
R	6.404	1.172	0.234

این مرحله شامل محاسبه وزن کلی معیارهای ارزیابی با ضرب وزن محلی به دست آمده توسط مدل AHP با وزن نهایی پارامترهای BOCR است. نتایج به دست آمده از این مرحله در جدول ۱۰ ارائه شده است. شکل ۷ وزن اهمیت شاخص های ارزیابی را به صورت شماتیکی نشان می دهد.

جدول (۱۰) وزن های کلی شاخص های ارزیابی

معیارها	وزن های اهمیت	وزن های کلی
B	0.342	-
O	0.119	-
C	0.305	-
R	0.234	-
C1	0.394	0.135
C2	0.338	0.116
C3	0.167	0.057
C4	0.100	0.034
C5	0.447	0.053
C6	0.368	0.044
C7	0.184	0.022
C8	0.719	0.219
C9	0.080	0.024
C10	0.201	0.061
C11	0.644	0.151
C12	0.098	0.023
C13	0.258	0.060



شکل (۷) وزن کلی شاخص ها

Archive of SID
www.SID.ir

پس از محاسبه وزن نسبی معیارهای ارزیابی، با استفاده از مقیاس زبانی که در جدول ۳ نشان داده شده است اهمیت گزینه های ممکن تعیین می گردد. تیم خبرگان از این توصیفات زبانی برای تشکیل ماتریس تصمیم گیری استفاده می کنند. نمونه پرسشنامه پر شده توسط تیم متخصص در جدول ۱۱ نشان داده شده است. سپس، ماتریس تصمیم گیری با استفاده از رابطه زیر تلفیق شده که نتایج در جدول ۱۲ ارائه شده است.

$$\tilde{x}_{ij} = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3}), \qquad k = 1, 2, ..., K \qquad (۲۳)$$

که

$$x_{ij1} = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{k} x_{ijk1} \qquad (۲۴)$$

$$x_{ij2} = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{k} x_{ijk2}$$

$$x_{ij3} = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{k} x_{ijk3}$$

که x_{ij}^{k} میزان اهمیت گزینه i ام با توجه به معیار jام توسط ارزیاب k ام می باشد.

پس از تعیین درجه اهمیت فازی گزینه ها، مقادیر بدست آمده با استفاده روش بهترین مقدار غیرفازی، دفازی می شوند. سپس، نرمال سازی این مقادیر با تبدیل مقادیر تلفیق شده به بازه بسته صفر ویک انجام می گیرد. معادلات زیر برای نرمال سازی مورد استفاده قرار گرفته اند:

The larger, the better type, $$r_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min\{x_{ij}\}]}{[\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}]}, \qquad (۲۵)$$

The smaller, the better type, $$r_{ij} = \frac{[\max\{x_{ij}\} - x_{ij}]}{[\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}]},$$

سپس، با ضرب هر مقدار با وزن معیارها، ماتریس نرمال وزن دار تشکیل شده که در جدول ۱۳ نشان داده شده است. این جدول همچنین مقادیر R, S را نیز در آخرین ردیف ها نمایش می دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱۱) نمونه ای از پرسشنامه پر شده

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
C1	VG	G	G	G	VG	VG	G	VG	G	VG	G
C2	G	VG	G	F	G	G	F	G	G	G	G
C3	P	F	P	F	VP	F	G	VG	F	VG	P
C4	G	F	G	G	F	VG	G	VG	F	VG	F
C5	G	P	F	G	F	G	F	G	VG	G	G
C6	F	F	F	F	F	F	F	G	G	G	G
C7	G	P	F	G	P	F	P	VG	P	G	G
C8	VG	F	F	G	VG	G	VP	P	P	F	VG
C9	F	F	P	P	P	P	P	VG	P	F	G
C10	F	P	P	F	P	G	G	G	F	F	G
C11	G	VP	VP	F	F	F	G	G	G	G	F
C12	G	P	F	P	VP	G	F	G	VP	G	P
C13	P	F	P	F	P	P	F	G	F	VG	F

جدول (۱۲) ماتریس تصمیم تلفیق شده

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	(6.04, 7.54, 8.78)	(4.76, 6.26, 7.64)	(4.56, 6.06, 7.50)	(4.76, 6.26, 7.63)	(6.57, 8.07, 9.52)	(6.32, 7.82, 9.09)
C2	(5.25, 6.75, 8.25)	(6.54, 8.04, 9.35)	(4.87, 6.37, 7.78)	(3.18, 4.68, 6.18)	(2.89, 4.39, 5.89)	(4.78, 6.28, 7.74)
C3	(1.12, 2.55, 4.05)	(3.11, 4.61, 6.11)	(0.89, 2.07, 3.57)	(2.92, 4.42, 5.92)	(0.34, 1.55, 3.05)	(3.11, 4.61, 6.11)
C4	(4.87, 6.37, 7.87)	(2.58, 4.08, 5.58)	(4.15, 5.65, 7.11)	(4.56, 6.06, 7.48)	(2.76, 4.26, 5.76)	(6.14, 7.64, 8.98)
C5	(5.93, 7.43, 8.76)	(1.06, 2.41, 3.91)	(2.67, 4.17, 5.67)	(5.02, 6.52, 7.94)	(3.12, 4.62, 6.12)	(5.21, 6.71, 8.17)
C6	(2.53, 4.03, 5.53)	(3.22, 4.72, 6.22)	(3.21, 4.71, 6.21)	(2.53, 4.03, 5.53)	(3.24, 4.74, 6.24)	(2.86, 4.36, 5.86)
C7	(5.24, 6.74, 8.19)	(1.36, 2.82, 4.32)	(2.94, 4.44, 5.94)	(3.97, 5.47, 6.94)	(1.43, 2.88, 4.38)	(3.22, 4.72, 6.22)
C8	(6.86, 8.36, 9.51)	(3.43, 4.93, 6.43)	(3.42, 4.92, 6.42)	(4.21, 5.71, 7.14)	(5.87, 7.37, 8.82)	(4.26, 5.76, 7.19)
C9	(3.03, 4.53, 6.03)	(3.29, 4.79, 6.29)	(1.12, 2.47, 3.97)	(1.04, 2.39, 3.89)	(1.23, 2.65, 4.15)	(1.43, 2.89, 4.39)
C10	(2.69, 4.19, 5.69)	(1.11, 2.61, 4.11)	(1.43, 2.71, 4.21)	(3.24, 4.74, 6.24)	(2.03, 3.53, 5.03)	(5.05, 6.55, 7.99)
C11	(4.74, 6.24, 7.67)	(0.34, 1.84, 3.34)	(0.14, 1.26, 2.76)	(3.36, 4.86, 6.36)	(3.56, 5.06, 6.56)	(3.34, 4.84, 6.34)
C12	(5.24, 6.74, 8.15)	(0.96, 2.46, 3.96)	(2.26, 3.76, 5.26)	(1.12, 2.43, 3.93)	(0.62, 1.87, 3.37)	(4.79, 6.29, 7.76)
C13	(1.03, 2.28, 3.78)	(2.87, 4.37, 5.87)	(1.22, 2.64, 4.14)	(3.47, 4.97, 6.47)	(1.21, 2.55, 4.05)	(1.23, 2.66, 4.16)

	A7	A8	A9	A10	A11
C1	(4.56, 6.06, 7.52)	(6.43, 7.93, 9.10)	(4.23, 5.73, 7.23)	(7.04, 8.54, 9.64)	(4.77, 6.27, 7.71)
C2	(3.12, 4.62, 6.12)	(5.13, 6.63, 8.06)	(4.46, 5.96, 7.42)	(5.26, 6.76, 8.08)	(5.07, 6.57, 8.01)
C3	(4.67, 6.17, 7.60)	(6.21, 7.71, 9.07)	(3.21, 4.71, 6.21)	(6.78, 8.28, 9.45)	(1.23, 2.64, 4.14)
C4	(5.21, 6.71, 8.12)	(5.89, 7.39, 8.80)	(3.42, 4.92, 6.42)	(6.34, 7.84, 9.20)	(3.32, 4.82, 6.32)
C5	(3.34, 4.84, 6.34)	(5.21, 6.71, 8.16)	(6.78, 8.28, 9.43)	(4.57, 6.07, 7.54)	(5.31, 6.81, 8.19)
C6	(3.52, 5.02, 6.52)	(5.34, 6.84, 8.29)	(4.74, 6.24, 7.74)	(4.78, 6.28, 7.73)	(5.09, 6.59, 7.99)
C7	(1.43, 2.86, 4.36)	(6.78, 8.28, 9.41)	(1.58, 3.08, 4.58)	(5.13, 6.63, 8.04)	(5.11, 6.61, 8.04)
C8	(0.23, 1.39, 2.89)	(1.05, 2.41, 3.91)	(1.21, 2.56, 4.06)	(1.23, 2.58, 4.08)	(7.21, 8.71, 9.78)
C9	(1.53, 2.99, 4.49)	(6.32, 7.82, 9.22)	(1.43, 2.88, 4.38)	(3.46, 4.96, 6.46)	(5.13, 6.63, 8.00)
C10	(4.65, 6.15, 7.61)	(4.56, 6.06, 7.48)	(3.24, 4.74, 6.24)	(3.06, 4.56, 6.06)	(4.79, 6.29, 7.71)
C11	(5.05, 6.55, 7.97)	(5.22, 6.72, 8.06)	(4.85, 6.35, 7.78)	(4.78, 6.28, 7.71)	(3.32, 4.82, 6.32)
C12	(3.23, 4.73, 6.23)	(4.78, 6.28, 7.63)	(0.24, 1.39, 2.89)	(5.12, 6.62, 8.02)	(1.76, 3.26, 4.76)
C13	(3.41, 4.91, 6.41)	(4.95, 6.45, 7.82)	(3.45, 4.95, 6.45)	(6.59, 8.09, 9.40)	(3.08, 4.58, 6.08)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱۳) ماتریس تصمیم وزن دار

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
C1	0.087	0.025	0.016	0.025	0.117	0.102	0.016	0.105	0.000	0.135	0.026
C2	0.076	0.116	0.063	0.009	0.000	0.061	0.007	0.072	0.050	0.075	0.070
C3	0.008	0.026	0.005	0.024	0.000	0.026	0.039	0.053	0.027	0.057	0.009
C4	0.021	0.000	0.014	0.018	0.002	0.032	0.024	0.030	0.008	0.034	0.007
C5	0.046	0.000	0.016	0.037	0.020	0.039	0.022	0.039	0.053	0.033	0.040
C6	0.000	0.011	0.011	0.000	0.011	0.005	0.016	0.044	0.035	0.035	0.040
C7	0.016	0.000	0.007	0.011	0.000	0.008	0.000	0.022	0.001	0.016	0.016
C8	0.010	0.113	0.113	0.089	0.038	0.088	0.219	0.189	0.185	0.184	0.000
C9	0.015	0.013	0.024	0.024	0.023	0.022	0.021	0.000	0.022	0.013	0.005
C10	0.036	0.061	0.058	0.028	0.047	0.000	0.006	0.008	0.028	0.031	0.004
C11	0.013	0.138	0.151	0.052	0.046	0.052	0.004	0.000	0.010	0.012	0.053
C12	0.000	0.019	0.013	0.019	0.021	0.002	0.009	0.002	0.023	0.001	0.015
C13	0.060	0.039	0.057	0.032	0.057	0.057	0.033	0.017	0.033	0.000	0.037
S	0.388	0.560	0.547	0.368	0.382	0.493	0.417	0.582	0.473	0.625	0.321
R	0.087	0.138	0.151	0.089	0.117	0.102	0.219	0.189	0.185	0.184	0.070

حال با استفاده از رابطه Q با اندازه $v=0.5$ داریم (جدول ۱۴):

جدول (۱۴) محاسبه مقادیر Q برای گزینه های مختلف

	S	رتبه بندی بر اساس S	R	رتبه بندی بر اساس R	$Q(v=0.5)$	رتبه بندی بر اساس Q
A1	0.388	4	0.087	2	0.181	3
A2	0.560	9	0.138	6	0.679	6
A3	0.547	8	0.151	7	0.711	7
A4	0.368	2	0.089	3	0.159	2
A5	0.382	3	0.117	5	0.298	4
A6	0.493	7	0.102	4	0.416	5
A7	0.417	5	0.219	11	0.781	9
A8	0.582	10	0.189	10	0.929	10
A9	0.473	6	0.185	9	0.731	8
A10	0.625	11	0.184	8	0.978	11
A11	0.321	1	0.070	1	0.000	1

سپس با آنالیز حساسیت به ازای مقادیر مختلف v، جدول ۱۵ بدست می آید. همان گونه که از این جدول پیداست در تمام موارد گزینه A11 به عنوان مناسب ترین گزینه برای سرمایه گذاری انتخاب شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱۵) آنالیز حساسیت

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
$v=0$	0.143	0.570	0.679	0.163	0.396	0.265	1.247	1.000	0.960	0.955	0
$v=0.1$	0.150	0.592	0.685	0.162	0.376	0.295	1.154	0.986	0.914	0.960	0
$v=0.2$	0.158	0.614	0.691	0.161	0.357	0.325	1.061	0.972	0.869	0.964	0
$v=0.3$	0.166	0.635	0.698	0.160	0.337	0.355	0.968	0.957	0.823	0.969	0
$v=0.4$	0.174	0.657	0.704	0.159	0.318	0.385	0.874	0.943	0.777	0.973	0
$v=0.5$	0.181	0.679	0.711	0.159	0.298	0.416	0.781	0.929	0.731	0.978	0
$v=0.6$	0.189	0.701	0.717	0.158	0.278	0.446	0.688	0.915	0.685	0.982	0
$v=0.7$	0.197	0.723	0.724	0.157	0.259	0.476	0.595	0.901	0.639	0.987	0
$v=0.8$	0.204	0.744	0.730	0.156	0.239	0.506	0.502	0.886	0.593	0.991	0
$v=0.9$	0.212	0.766	0.737	0.156	0.220	0.536	0.408	0.872	0.548	0.996	0
$v=1.0$	0.220	0.788	0.743	0.155	0.200	0.566	0.315	0.858	0.502	1.000	0

در شرح روش فازی ویکور مشروحا توضیح داده شد که انتخاب گزینه نهائی با کنترل دو شرط C2 , C1 انجام خواهد شد و در صورت عدم برآورده شدن هر کدام از شروط، جواب مسئله از حالت تک گزینه ای به حالت دو گزینه ای و یا چندین گزینه ای تغییر خواهد یافت. در ادامه این شروط بررسی می گردند:

شرط اول: $$DQ=\frac{1}{m-1}=\frac{1}{11-1}=0.1 \qquad (۲۶)$$

با توجه به این که گزینه بعدی با ارزشی بیشتر از ۰/۱ در اولویت بعدی قرار دارد بنابراین شرط اول برقرار می باشد.

شرط دوم:

با توجه به جدول ۱۵، نتایج رتبه بندی Q با S و R همخوانی دارد بنابراین شرط دوم نیز برقرار می باشد. بنابر نتایج گرفته شده، در مسئله انتخاب استراتژی سرمایه گذاری، گزینه A11 گزینه برتر می باشد و مابقی گزینه ها در رتبه های بعدی قرار می گیرند.

۶- تحلیل نتایج

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه موردی انجام شده، نویسندگان مباحث زیر را مطرح می نمایند. شکل ۶ که ترسیم کننده الگوی روابط تاثیر است یک پیام مهم به همراه دارد. اگر یک سرمایه گذار قصد سرمایه گذاری در بخش خصوصی ایران دارد پارامترهای مربوط به فرصت (O) باید به عنوان

Archive of SID
www.SID.ir

مهمترین پارامترها مورد توجه قرار گیرند. زیرا این معیار حداقل تاثیر را از سایر معیارها را دارد و بیشترین تاثیر بر روی سایر معیارها را دارد. ان نشان می دهد که فاکتور فرصت (O) دارای نقش کلیدی در فرآیند انتخاب استراتژی سرمایه گذاری بهینه در بخش خصوصی ایران است.

مدل ارائه شده بر اساس سه روش AHP ، DEMATEL و ویکور فازی دارای چندین مزیت است. اول، با توجه به اهمیت معیارهای BOCR و زیرمعیارها، سرمایه گذاران می توانند اهمیت معیارهای اصلی و زیر معیارها را تشخیص داده و چگونگی تاثیر آنها بر استراتژی های سرمایه گذاری بدون در نظر گرفتن روابط وابستگی متقابل در میان معیارها را بررسی کنند. جدای از این، سناریوی دیگری وجود دارد که بر اساس اطلاعات حاصل از تکنیک دیمتال می باشد. این روش اثرات مستقیم و غیر مستقیم برای فهم روابط علی و معلولی در میان معیارها را می تواند نتیجه دهد. این می تواند به یک عملکرد بهتر و صحیح تردر روند سرمایه گذاری منجر شود.

از سوی دیگر، روش ویکور، یک روش توانمند برای رتبه بندی گزینه های امکان پذیر با استفاه از رویکردی سیستماتیک است. این روش زمان لازم برای فرایند رتبه بندی را در مقایسه با روش های دیگر مانند AHP و ANP کوتاه تر می کند. همچنین، استفاده از منطق فازی می تواند به تصمیم گیرندگان کمک کند تا یک سیستم پیچیده را با استفاده از عبارات زبانی مدل سازی کنند. مزایای استفاده از هر دو روش را می توان در قالب روش فازی ویکور به دست آورد.

۷- نتیجه گیری و بحث

در این مقاله، یک مدل تلفیقی بر اساس چهار متدولوژی شامل منطق فازی، روش های AHP، DEMATEL و TOPSIS برای ارزیابی استراتژی های سرمایه گذاری های مختلف و انتخاب بهترین گزینه پیشنهاد شده است. از آنجا که شاخص های مختلفی بر انتخاب بهترین استراتژی سرمایه گذاری دخالت دارند، از قالب BOCR برای دسته بندی این معیارها استفاده شده است. اگر چه نتایج حاصل از مدل AHP می تواند برای محاسبه اهمیت معیارهای اصلی و فرعی مورد استفاده قرار گیرد ولی ملزومات آن این است که معیارها از یکدیگر مستقل باشند. برای انتخاب مناسب ترین استراتژی سرمایه گذاری تحت شرایطی که معیارها دارای وابستگی متقابل هستند استفاده از تکنیک های که قادر به مدل سازی تاثیرات متقابل معیارها می باشند نتایج واقعی تر و دقیق تری را ارائه می نماید. روش DEMATELیکی از متداولترین روشهای مورد استفاده برای پیدا کردن هر گونه روابط علی و معلولی بین معیارها می باشد. در این تحقیق نشان داده شده است که پس از استفاده از روش DEMATEL ، وزن معیارهای مختلف به میزان قابل توجهی از وزن حاصل شده توسط مدل AHP تفاوت دارند. این

Archive of SID
www.SID.ir

نشان می دهد که مدل پیشنهادی با ماهیت دنیای واقعی انطباق بیشتری دارد. این سبب می گردد تا یک مساله پیچیده به طور واقعی تری مدل سازی و مورد ارزیابی قرار گیرد. رتبه بندی نهایی را نشان می دهد که استراتژی سرمایه گذاری در بخش مخابرات نسبت به سایر استراتژی های در اولویت قرار دارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از شرکت نماد سازه جنوب که این کار تحقیقاتی را حمایت کرد، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

فهرست منابع

* Azzoni, C. R., Kalatzis, A. E. G. (2010). Incorporating demand-side aspects into regional policy: variations in the importance of private investment decision factors across regions. Ann Reg Sci, 44, 69-82.
* Bazzazi, A.A., Osanloo, M., Karimi, B. (2011). Deriving preference order of open pit mines equipment through MADM methods: Application of modified VIKOR method", Expert Systems with Applications, 38(3), 2550-2556.
* Bobylev, N. (2011). Comparative analysis of environmental impacts of selected underground construction technologies using the analytic network process. Automation in Construction, 20(8), 1030-1040.
* Chang, K. H., Cheng, C. H. (2011). Evaluating the risk of failure using the fuzzy OWA and DEMATEL method. Journal of Intelligent Manufacturing, 22(2), 113-129.
* Chen, H. H., Lee, A. H. I., Kang, H. Y. (2010). A model for strategic selection of feeder management systems: a case study. Electrical Power and Energy Systems, 32, 421-427.
* Chiu, W. Y., Tzeng, G. H., Li, H. L. (2013). A new hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR to improve e-store business. Knowledge-Based Systems, 37, 48-61.
* en.wikipedia.org
* Erden, L. (2002). The impact of public capital investment on private investment under uncertainty: A panel data analysis of developing countries. Dissertation, the Florida State University: College of Social Sciences.
* Fontela, E., Gabus, A. (1976). The DEMATEL observer, DEMATEL 1976 Report, Battelle Geneva Research Centre, Switzerland, Geneva.
* Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A., Zavadskas, E. K., Yakhchali, S. H., Ghasempourabadi, M. H. (2012). Project Portfolio Selection Using Fuzzy AHP and VIKOR Techniques. Transformations in Business &Economics, 11(25), 213-231.
* Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A., Zavadskas, E. K., Haji Moini, S. H. (2012). A new hybrid model for evaluating the working strategies: case study of construction company. Technological and Economic Development of Economy, 18(1), 164-188.

Archive of SID
www.SID.ir

* Gabus, A., Fontela, E. (1972). World problems, An Invitation to Further Thought Within The Framework of DEMATEL, Battelle Geneva Research Centre, Switzerland, Geneva.
* Gabus, A., Fontela, E. (1973). Perceptions of the world problematique: communication procedure, Communicating with Those Bearing Collective Responsibility, Battelle Geneva Research Centre, Switzerland, Geneva.
* Ho, W. R. J., Tsai, C. L., Tzeng, G. H., Fang, S. K. (2011). Combined DEMATEL technique with a novel MCDM model for exploring portfolio selection based on CAPM. Expert Systems with Applications, 38(1), 16-25.
* Kang, D., Park, Y., (2014). Review-based measurement of customer satisfaction in mobile service: Sentiment analysis and VIKOR approach. Expert Systems with Applications, 41(4), 1041-1050
* Kim, Y., Chung, E. S. (2013). Fuzzy VIKOR approach for assessing the vulnerability of the water supply to climate change and variability in South Korea. Applied Mathematical Modelling, 37(22), 9419-9430.
* Lee, A. H. I., Chen, H. H., Kang, H. Y. (2011). A model to analyze strategic products for photovoltaic silicon thin-film solar cell power industry. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 1271-1283.
* Liao, Y. J., Ye, K. H., Fu, H. Y., Ma, L. (2012). Evaluation of Urban Regeneration Project Plans with an Integrated Model Based on Analytic Network Process. Applied Mechanics and Materials, (253-255), 102-105.
* Liu, H.C., Liu, L., Wu, J. (2013). Material selection using an interval 2-tuple linguistic VIKOR method considering subjective and objective weights. Materials & Design, 52, 158-167.
* Liu, H. C., Mao, L. X., Zhang, Z. Y., Li, P. (2013). Induced aggregation operators in the VIKOR method and its application in material selection. Applied Mathematical Modelling, 37(9), 6325-6338.
* Liu, H. C., Wu, J., Li, P. (2013). Assessment of health-care waste disposal methods using a VIKOR-based fuzzy multi-criteria decision making method. Waste Management, 33(12), 2744-2751.
* Mun, J. (2002). Real option analysis tools and techniques for valuing strategic investments and decisions. John Wiley & Sons, USA.
* Munthali, T. C. (2012). Interaction of public and private investment in Southern Africa: a dynamic panel analysis. International Review of Applied Economics, 26(5), 597-622.
* Okoli, R. O., Onah, F. E., Amalaha, R. O., Nwosu, O. C. (2007). Domestic macroeconomic policies and private fixed capital formation in Nigeria: a VAR approach. www.hull.ac.uk/php/ecskrb/.../Obiora.19324.1183224825.
* Opricovic, S. (1998). Multicriteria optimization of civil engineering systems, Faculty of Civil Engineering, Belgrade (In Serbian).
* Opricovic, S., Tzeng, G.H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, 156(2), 445-455.

Archive of SID
www.SID.ir

* Park, J. H., Cho, H. J., Kwun, Y. C. (2013). Extension of the VIKOR method to dynamic intuitionistic fuzzy multiple attribute decision making. Computers & Mathematics with Applications, 65(4), 731-744.
* Pengfei, H., Yimin, H. (2000). Real option valuation in high-tech firm. gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/2490/1/Pengfei_1999_14.PDF
* Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York.
* Sotirov, G. R., Krasteva, E. B. (1994). An approach to group decision making under uncertainty with application to project selection. Annals of Operations Research, 51, 115-126.
* Trigeorgis, L. (1996). Real Options Managerial Flexibility and Strategic in Resource Allocation. The MIT Press Cambridge, London.
* Tsai, W. H., Hsu, W. (2010). A novel hybrid model based on DEMATEL and ANP for selecting cost of quality model development. Total Quality Management & Business Excellence, 21(4), 439-456.
* Tseng, M. L. (2009). Using the extension of DEMATEL to integrate hotel service quality perceptions into a cause-effect model in uncertainty. Expert Systems with Applications, 36(5), 9015-9023.
* Tzeng, G. H., Chiang, C. H., Li, C. W. (2007). Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. Expert Systems with Applications, 32(4), 1028-1044.
* Tzeng, G. H., Huang, C. Y. (2012). Combined DEMATEL technique with hybrid MCDM methods for creating the aspired intelligent global manufacturing & logistics systems. Annals of Operations Research, 197(1), 159-190.
* Uçal, İ., Kahraman, C. (2009). Fuzzy real options valuation for oil investments. Technological and Economic Development of Economy, 15(4), 646-669.
* Wan, S.P., Wang, Q.Y., Dong, J.Y., (2013). The extended VIKOR method for multi-attribute group decision making with triangular intuitionistic fuzzy numbers. Knowledge-Based Systems, 52, 65-77.
* Wei, P. L., Huang, J. H., Tzeng, G. H., Wu, S. I. (2010). Causal modeling of web-advertising effects by improving SEM based on DEMATEL technique. International Journal of Information Technology & Decision Making, 9(5), 799-829.
* World Bank. (2006). World development indicators. ESDS International, University of Manchester.
* Wu, W. W. (2008). Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach. Expert Systems with Applications, 35(3), 828-835.
* www.tradingeconomics.com
* Yang, Y. P. O., Shieh, H. M., Tzeng, G. H., (2013). A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessment. Information Sciences, 232, 482-500.
* Yazgan, H. R., Boran, S., Goztepe, K. (2010). Selection of dispatching rules in FMS: ANP model based on BOCR with choquet integral, International Journal Advanced Manufacturing Technology, 49, 785-801.
* Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338-353.

Archive of SID

www.SID.ir

* Zandi, A., Roghanian, E. (2013). Extension of Fuzzy ELECTRE based on VIKOR method. Computers & Industrial Engineering, 66(2), 258-263.
* Zavadskas, E. K., Ustinovichius, L., Stasiulionis, A. (2004). Multicriteria valuation of commercial construction projects for investment purposes. Journal of civil engineering and management, 2, 151-166.
* Zhang, N., Wei, G., (2013). Extension of VIKOR method for decision making problem based on hesitant fuzzy set. Applied Mathematical Modelling, 37(7), 4938-4947.
* Zhou, S., Sun, J., Li, K., Yang, X. (2013). Development of a Root Cause Degree Procedure for measuring intersection safety factors. Safety Science, 51(1), 257-266.

یادداشت‌ها

[1] Real option
[2] www.essec.edu
[3] Inconsistency Ratio
[4] Weighted Sum Vector
[5] Consistency Vector
[6] Eigen Value
[7] Inconsistency Index
[8] Inconsistency Random Index

Archive of SID

www.SID.ir