



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
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، 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 فرآیند 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 فرآیند 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

گذاری در بخش خصوصی ایران ارائه و بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد 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 کارآمد 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 سئوالات 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^۱ و روش های ارزیابی سنتی می باشند تقسیم بندی کرد. به هر حال، مدل های ارزیابی سنتی بر اساس جریان های نقدی تنزیل شده

(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^۱. 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 فرآیند 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 توانند 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 گزینه 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

اولویت بندی گزینه‌ها 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 می‌کند 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 می‌نماید.

همانطور که قبلاً ذکر شد، مساله سرمایه‌گذاری 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 ارزیابی‌ها، تعیین برآوردهای دقیق عددی است به ویژه هنگامی که معیارهای کیفی هستند [30]. در بسیاری از موارد، این اطلاعات ممکن است غیرقابل اندازه‌گیری باشند که منجر به ضرورت استفاده از قضاوت متخصص می‌شود. به منظور لحاظ کردن مشخصات کیفی اطلاعات در مدل ساخته شده، داده‌ها به طور زبانی بیان می‌شوند. بخش عمده‌ای از کارهای نظری توسعه داده شده بر روی عدم اطمینان سرمایه‌گذاری در چارچوب خنثی بودن ریسک می‌باشند [24]. بنابراین، لازم است مدل‌های جدیدی توسعه داده شوند تا با دقت بیشتری به اولویت بندی و انتخاب استراتژی‌های سرمایه‌گذاری خصوصی بپردازند. منطق فازی یک ابزار قدرتمند است که می‌تواند عدم قطعیت ذاتی و پیچیدگی‌های موجود در مسائل و مشکلات دنیای واقعی را مدل‌سازی نماید. ترکیبی از منطق فازی و ویکور - تحت عنوان فازی ویکور - می‌تواند همه جنبه‌های مساله تصمیم‌گیری را در مدل‌سازی لحاظ نماید و نتایج حاصل از آنالیز تصمیم را بهبود بخشد.

با این حال، ضعف اصلی تکنیک ویکور فازی در این فرض می‌باشد که معیارهای ارزیابی مستقل از یکدیگر می‌باشند. این در حالی است که معیارهای ارزیابی معمولاً دارای وابستگی متقابل و یا غیر مستقیم هستند. بنابراین، با استفاده از تکنیک‌های جدید که می‌توانند روابط متقابل بین معیارها را مدل‌سازی کنند می‌تواند مفید باشد و نتایج دقیق‌تری را ارائه می‌نماید. تکنیک آزمایشگاه ارزیابی و آزمون تصمیم‌گیری (DEMATEL) یک تکنیک سودمند در فرموله کردن ساختارهای پیچیده است که می‌تواند روابط وابستگی در درون مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی را مدل‌کند. این روش می‌تواند یک مدل ساختاری بصری با تبدیل روابط بین علت و معلول معیارهای ارزیابی تهیه نماید [9;12;13]. این به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا روابط پیچیده در میان معیارهای ارزیابی در مدل‌سازی 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 تجربه‌ای با تمام جزئیات در مورد یک مساله خاص داشته باشد و بتواند تمام جنبه‌های ریز و درشت یک مساله را ببیند [30].

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یک روش مناسب برای محاسبه وزن معیارها می‌باشد. این روش به طور گسترده‌ای 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 تصمیم‌گیری مبتنی بر AHP این است که [10]: (الف) می‌توانید تمام معیارهای محسوس و نامحسوس در مدل لحاظ گردد، (ب) AHP یک روش نسبتاً ساده است که می‌تواند براحتی توسط مدیران و سایر تصمیم‌گیرندگان پذیرفته شود، (پ) این روش اجازه می‌دهد تا روابط پیچیده در میان سطوح تصمیم‌گیری به راحتی به مسائل کوچک‌تر و قابل فهم‌تر تجزیه گردد و (ت) این روش یک فرآیند مقایسه دو به دو را مورد استفاده قرار می‌دهد 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 می‌باشد که به طور موفقیت‌آمیزی در زمینه‌ای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است [3;5;17;43]. به هر حال، در نظر گرفتن جنبه‌های گوناگون از BOCR یک گزینه که شامل معیارهای مثبت و منفی می‌باشد به تصمیم‌گیرندگان برای پیدا کردن یک راه جامع‌تر کمک می‌کند [11].

از آنجا که تکنیک AHP، DEMATEL، و ویکور فازی دارای مزایای زیادی هستند، در این مطالعه یک مدل توانا بر اساس تلفیقی از روش‌های AHP، DEMATEL و روش ویکور فازی برای کمک به تصمیم‌گیرندگان برای مدل‌سازی 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 می‌توان تعریف کرد: (الف) انواع روابط از جمله وابستگی و عدم وابستگی در میان معیار می‌تواند در مدل‌سازی در نظر گرفته شود و مدل ایجاد شده انطباق بیشتری با دنیای واقعی دارد، (ب) فرآیند استفاده شده برای مدل‌سازی، ساده و آسان است، (ج) مدل ارائه شده از فرم ریاضی آسانی به جای فرم‌های پیچیده مانند فرآیند شبکه تحلیلی (ANP) برخوردار است و (د) روابط هم بستگی درون معیارها به صورت وزن اهمیت در فرآیند مقایسات لحاظ می‌گردد.

۳- مدل‌های پژوهش و نحوه آزمون آنها

۳-۱- تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که اولین بار توسط توماس ساعتی در سال ۱۹۸۰ معرفی گردید [29]. این روش یک فرآیند تصمیم‌گیری انعطاف‌پذیر و سازمان یافته را ارائه می‌کند که می‌تواند وزن معیارها و گزینه‌ها را با استفاده از رویکرد

ماتریس مقایسات زوجی تعیین نماید. این روش همچنین قادر است هم معیارهای کیفی و هم کمی را ارزیابی نماید تا همه جنبه‌های 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 می‌توان به تعدادی مسائل جزئی تر که برای تصمیم‌گیرندگان قابل فهم تر است تبدیل کرد و سپس با استفاده از مقایسات زوجی و ترکیب اطلاعات به اولویت بندی معیارها و گزینه‌ها پرداخت. لازم به ذکر است برای پر کردن ماتریس مقایسات زوجی از مقیاس ۱ تا ۹ استفاده می‌شود 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 می‌دهد. چهار گام اصلی در روش AHP عبارتند از:

(۱) مدل کردن مسئله تصمیم‌گیری؛

(۲) انجام مقایسه‌های زوجی؛

(۳) محاسبه اهمیت نسبی معیارها یا گزینه‌ها؛

(۴) رتبه بندی و اولویت بندی عناصر تصمیم‌گیری.

جدول (۱) عدد دهی برای مقایسات زوجی

درجه اهمیت	شرح	تعریف
۱	دو عنصر، اهمیت یکسانی دارند.	اهمیت یکسان
۳	یک عنصر نسبت به دیگری نسبتاً ترجیح داده می‌شود.	نسبتاً مرجح
۵	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، زیاد ترجیح داده می‌شود.	ترجیح زیاد
۷	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، بسیار زیاد ترجیح داده می‌شود.	ترجیح بسیار زیاد
۹	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، ترجیح فوق العاده زیادی دارد.	ترجیح فوق العاده زیاد
۲، ۴، ۶، ۸	ارزش‌های بینابین در قضاوت‌ها	
هنگامی که عنصر i باز مقایسه می‌شود، یکی از اعداد بالا به آن اختصاص می‌یابد. در مقایسه عنصر j با i مقدار معکوس اعداد فوق اختصاص می‌یابد.		

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

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

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

۲) به هنجار کردن ماتریس‌های مقایسات زوجی. برای این منظور هر درایه این ماتریس‌ها را بر جمع اعداد ستون مربوطش تقسیم می‌کنیم.

۳) به دست آوردن میانگین حسابی هر سطر ماتریس به هنجار شده مقایسات زوجی. این میانگین‌ها، اوزان نسبی نامیده می‌شود.

۴) ماتریس میانگین‌های گزینه‌ها برای شاخص‌ها (یک ماتریس $m \times n$) را تشکیل داده و در بردار اوزان نسبی شاخص‌ها (یک ماتریس $n \times 1$) ضرب ماتریسی می‌کنیم.

۵) رتبه‌بندی کردن گزینه‌ها.

بعد از این مرحله، برای اینکه از اعتبار مقایسات انجام شده اطمینان حاصل کنیم، به سراغ سنجش «نرخ ناسازگاری»^۳ می‌رویم. 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 می‌باشد.

$$WSV = D \times W \quad (2)$$

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 (λ_{\max}). برای محاسبه بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی، میانگین حسابی عناصر بردار سازگاری محاسبه می‌شود.

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

$$II = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

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

$$IR = \frac{II}{IRI} \quad (4)$$

در این رابطه، IRI (شاخص ناسازگاری تصادفی)^۸ برای هر تعداد شاخص مقدار مربوط به خودش را دارد که از جدول ۲ استخراج می‌گردد. جدول شاخص ناسازگاری تصادفی، بر اساس شبیه‌سازی به دست آمده است و مطابق جدول ذیل است:

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 ($IR \leq 0.1$)، 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.

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

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 تاثیر 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 گراف‌های جهت دار روابط عناصر یک سیستم را بهتر می‌توانند نشان دهند، لذا تکنیک دیمتل مبتنی بر نمودارهایی است که می‌تواند عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلول تقسیم نماید و رابطه میان آن‌ها 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 می‌گیرد. 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 شبکه‌ای، روشنی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان مجموعه‌ای وسیعی از اجزاء می‌باشد. 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 توانایی‌های این روش، تحقیقات مختلفی با استفاده از این روش در زمینه‌های مختلف مدیریت و علوم مهندسی صورت گرفته است [4;14;18;32-35;38;40;42;48].

پنج مرحله زیر را می‌توان 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 می‌باشد میزان

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

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nj} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

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

$$S = m \cdot A \quad (6)$$

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

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

(7)

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

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

$$T = X(I - X)^{-1} \quad (8)$$

که

$$, i, j = 1, 2, \dots, n. T = [t_{ij}]_{n \times n} \quad (9)$$

۴) محاسبه مقادیر تاثیر و ارتباط. در این مرحله، محاسبات با استفاده از مقادیر r و s که بیانگر مجموع ردیف‌ها و ستون‌ها می‌باشد، صورت می‌گیرد. این مقادیر از روابط زیر بدست می‌آیند:

$$r = [r_i]_{n \times 1} = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{n \times 1} \quad (10)$$

$$S = [S_j]_{n \times 1} = \left[\sum_{i=1}^n t_{ij} \right]_{1 \times n}$$

بنابراین بردار (I+S) میزان تاثیر و تاثیر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هر چه مقدار I+S عملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بردار (I-S) قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. بطور کلی اگر I-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 I+S و محور عرضی براساس I-S می‌باشد. موقعیت هر عامل با نقطه‌ای به مختصات (I+S, I-S) در دستگاه معین می‌شود. به این ترتیب یک نمودار گرافیکی نیز بدست خواهد آمد.

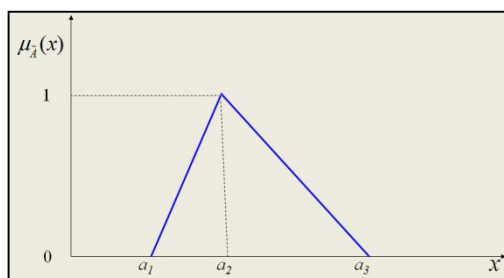
۳-۳- روش ویکور فازی

۳-۳-۱- روش فازی

روش فازی اولین بار توسط لطفی عسگر زاده (۱۹۶۵) ارائه شد [44]. این روش در مواقعی که رابطه میان معیارهای موجود و یا گزینه‌های مختلف دارای عدم قطعیت باشد و این روابط در قالب اعداد قطعی قابل بیان نیستند، استفاده از تئوری فازی مفید می‌باشد. تئوری فازی تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا یک مساله پیچیده را به شکل ساده‌ای با استفاده از مقادیر زبانی فرموله کنند. مجموعه‌های فازی با استفاده از توابع عضویت که میزان تعلق به مجموعه تحت بررسی را نشان می‌دهد، تعریف می‌شوند. به طوری که مقادیر بالاتری از مقدار عضویت نشان دهنده تعلق بیشتر یک عنصر به مجموعه می‌باشد.

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

$$\mu_{(\tilde{A})}(x) = \begin{cases} 0 & , x < a_1 \\ \frac{(x-a_1)}{(a_2-a_1)}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{(a_3-x)}{(a_3-a_2)}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & , x > a_3 \end{cases} \quad (11)$$



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)

$$\tilde{A}(\div)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(\div)(b_1, b_2, b_3) = \left(\frac{a_1}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_3}{b_1}\right)$$

$$\tilde{A}(+)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(+)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$$

$$\tilde{A}(-)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(-)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1)$$

$$\tilde{A}(\times)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(\times)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3)$$

$$(\tilde{A}^*)^{-1} = \left(\frac{1}{a_3}, \frac{1}{a_2}, \frac{1}{a_1}\right)$$

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

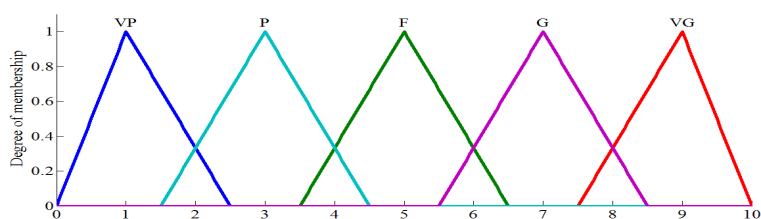
$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (۱۳)$$

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.

جدول (۳) توابع عضویت برای متغیرهای زبانی

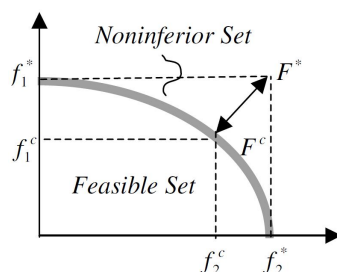
Linguistic value	Fuzzy number
Very poor (VP)	(0.0,1.0,2.5)
Poor (P)	(1.5,3.0,4.5)
Fair (F)	(3.5,5.0,6.5)
Good (G)	(5.5,7.0,8.5)
Very good (VG)	(7.5,9.0,10)



شکل (۲) توابع عضویت برای اهمیت گزینه‌ها

۳-۳-۳- تکنیک فازی ویکور

Opricovic (1998) روش ویکور را برای بهینه‌سازی‌های سیستم‌های پیچیده چند معیاره توسعه داده است [25;26]. این روش راه‌حل‌های مصالحه‌آمیز را پیشنهاد می‌کند و قادر به ایجاد ثبات عملکرد تصمیم‌گیری با جایگزین کردن راه‌حل‌سازی با وزن اولیه به دست آمده است. نظریه راه‌حل‌سازی یک راه‌حل عملی است که نزدیک به راه‌حل ایده‌آل است، و سازش به معنای توافق ایجاد شده توسط امتیازات متقابل است [2]. روش ویکور حداکثر بهره‌وری گروه "اکثریت" و حداقل تاسف فردی "مخالف" را فراهم می‌کند و راه‌حل توافقی به دست آمده می‌تواند به راحتی توسط تصمیم‌گیرندگان پذیرفته شود. مفهوم راه‌حل عملی (F^c) و راه‌حل ایده‌آل (F^*) به صورت شماتیک در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل (۳) تفاوت راه‌حل ایده‌آل و سازشی

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

(۱۴)

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

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.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e \right] \quad (15)$$

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

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (16)$$

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

مرحله ۵: دفازی کردن مقادیر با استفاده از رابطه زیر

$$x_{ij} = \frac{[(Ux_{ij} - Lx_{ij}) + (Mx_{ij} - Lx_{ij})]}{3} + Lx_{ij} \quad (17)$$

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

$$f_i^- = \min_j x_{ij}, \quad f_i^* = \max_j x_{ij} \quad (18)$$

مرحله ۷: محاسبه مقادیر S_i ، R_i :

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - x_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (19)$$

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

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

مرحله ۸: محاسبه مقادیر S^* ، R^* ، R^- ، Q_i :

$$S^* = \min_i S_i, S^- = \max_i S_i, \quad (20)$$

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

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

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:

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (21)$$

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

[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:

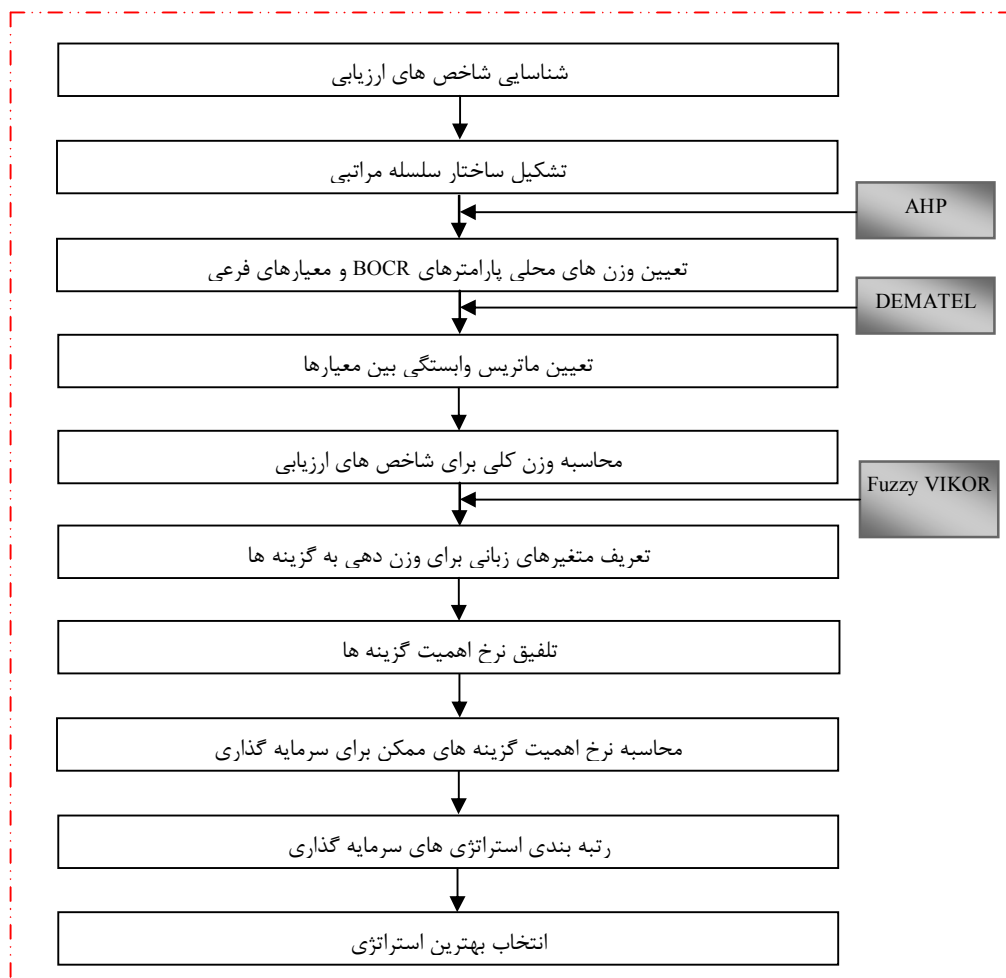
اگر [C1] پذیرفته نیست، و $Q(a^{(m)}) - Q(a') < DQ$ ، در نتیجه $a^{(m)}$ و a' راه حل توافقی یکسان هستند. با این حال، a' مزیت توافقی ندارد، بنابراین راه حل های توافقی $a', a'', \dots, a^{(m)}$ یکسان هستند. اگر [C2] پذیرفته نیست، ثبات در تصمیم گیری ناقص است، هر چند a' مزیت توافقی دارد. از این رو، راه حل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

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

۴- مدل منتخب پژوهش و نحوه اجرای آن

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

- مرحله ۱: شناسایی معیارهای ارزیابی و طبقه‌بندی 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 می‌شود.
 - 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 می‌شود.
 - 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 شاخص‌های 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 اولویت‌بندی گزینه‌ها.
 - مرحله ۷: تلفیق مقادیر فازی حاصل از مرحله قبل برای تشکیل ماتریس تصمیم نهایی.
 - گام ۸: رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش ویکور فازی بر اساس وزن کلی در مرحله ۵ و نتایج حاصل شده از مرحله قبل.
 - گام ۹: اولویت‌بندی استراتژی‌های سرمایه‌گذاری به صورت نزولی و انتخاب بالاترین رتبه به عنوان انتخاب اول.
- دیگرام مدل پیشنهادی برای انتخاب استراتژی بهینه برای سرمایه‌گذاری در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل (۴) دیاگرام متدولوژی پیشنهاد شده

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

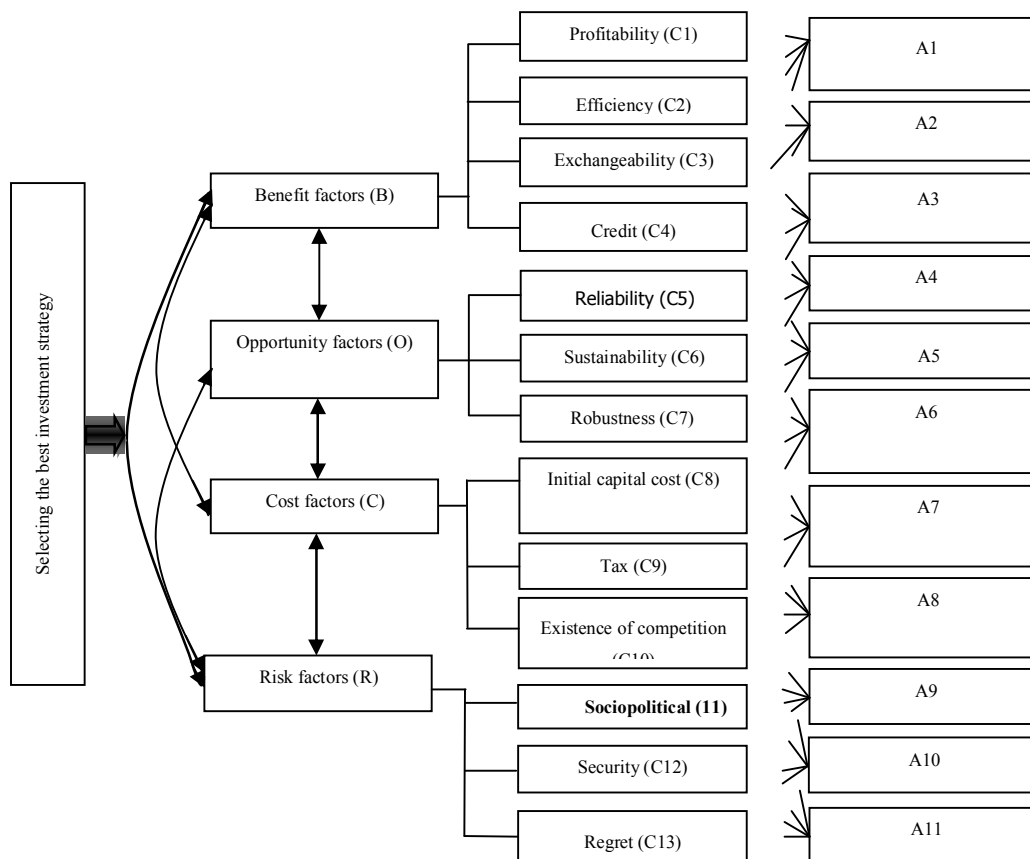
به منظور نشان دادن پتانسیل بالقوه مدل ارائه شده یک مطالعه موردی توضیح داده شده است. برای دستیابی به این هدف، انتخاب استراتژی های سرمایه گذاری در بخش خصوصی ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر اساس قانون اساسی ایران، اقتصاد ایران شامل سه بخش خصوصی، تعاونی و دولت می باشد. بخش خصوصی شامل فعالیت های مربوط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

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 قبلاً ذکر شد، این مقاله یک مدل برای انتخاب استراتژی سرمایه‌گذاری مطلوب بر اساس یک روش ترکیبی جدید ارائه نموده است که می‌تواند روابط متقابل معیارها را محاسبه و استراتژی بهینه برای سرمایه‌گذاری 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 سرمایه‌گذاری تشکیل شد. برای نیل به هدف، روش مصاحبه با خبرگان استفاده شده است که در آن ارزیابان خواسته شده تمام پارامترهایی که در انتخاب استراتژی سرمایه‌گذاری تاثیر گذار هستند را لیست نمایند. همچنین گزینه‌های ممکن برای سرمایه‌گذاری در بخش خصوصی ایران شناسایی شدند. پس از چندین بار بازبینی، فهرست نهایی که شامل ۱۳ معیار ارزیابی است، بدست آمد. این پارامترها را می‌توان در چهار گروه اصلی شامل سود، فرصت، هزینه و ریسک (BOCR) طبقه‌بندی کرد. لیست نهایی که شامل معیارهای اصلی و زیر معیارها می‌باشد در جدول ۴ ارائه شده است. نتیجه، ساختار مساله انتخاب بهترین استراتژی برای سرمایه‌گذاری در شکل ۵ نشان داده شده است.

جدول (۴) لیست نهایی معیارها و زیرمعیارها

هدف	معیارهای اصلی	زیرمعیارها	گزینه‌ها
انتخاب بهترین استراتژی برای سرمایه‌گذاری	فاکتورهای سود (B)	سوددهی (C1)	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)
		کارایی (C2)	
		خرید و فروش آسان (C3)	
		تولید اعتبار (C4)	
	فاکتورهای فرصت (O)	قابلیت اعتماد (C5)	
		قابلیت پایداری و پیوستگی (C6)	
		قابلیت ایجاد قدرت مالی (C7)	
	فاکتورهای هزینه (C)	هزینه سرمایه‌ای (C8)	
		میزان مالیات (C9)	
		وجود رقیب (C10)	
	فاکتورهای ریسک (R)	سیاسی-اجتماعی (I1)	
		امنیت (C12)	
		ناامیدی از روندهای آینده (C13)	



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

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.

$$GCI = (\lambda_{\max} - n) / n \quad (22)$$

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 می‌گردد. این مرحله برای پیدا کردن همه جنبه‌های روابط وابستگی متقابل و وابستگی بین عوامل BOCR ارائه شده است. برای این هدف، تجزیه و تحلیل DEMATEL بر اساس الگوهای تأثیر برای محاسبه نقش کلیدی هر یک از عوامل انجام شده است. اول، ماتریس تأثیر مستقیم برای معیارها بر اساس دانش متخصصین ایجاد شده است. سپس، ماتریس تأثیر نرمال محاسبه می‌شود. سوم، ماتریس کل به صورتی که در جدول ۷ ارائه شده محاسبه شده است. به عنوان مثال، عامل سود (B) به طور مستقیم تحت تأثیر عامل فرصت (O) با سطح تأثیر ۰/۵۰۹ قرار دارد. به همین ترتیب، عامل سود (B) خود را با سطح تأثیر ۰/۳۰۶ تحت تأثیر قرار می‌دهد. در نهایت، الگوهای تأثیر در کل ماتریس مستقیم محاسبه شده که در آخرین سطر و ستون از جدول ۷ ذکر شده است.

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

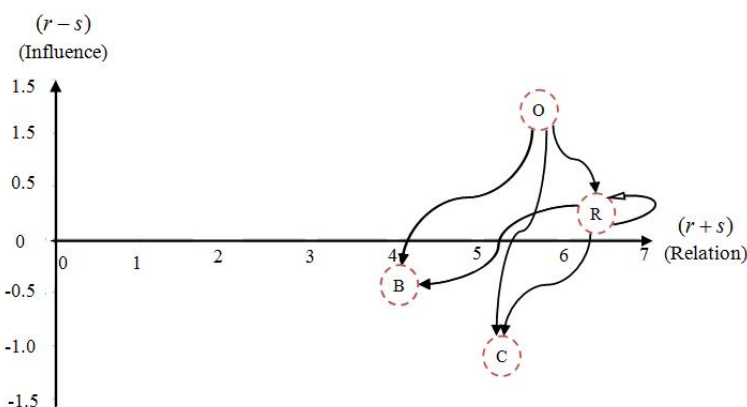
	B	O	C	R	I'
B	0.306	0.509	0.495	0.521	1.830
O	0.775	0.563	1.032	1.135	3.506
C	0.426	0.443	0.509	0.701	2.078
R	0.731	0.690	1.142	0.742	3.305
S	2.238	2.205	3.178	3.099	

پس از تعیین ماتریس کل، ارزش $I'_i - S_i$ و $I'_i + S_i$ از این ماتریس مشتق شده که در جدول ۸ نشان داده شده است. مقدار $I'_i + S_i$ نشان می دهد که چقدر یک معیار مهم است، در حالی که تاثیر این معیار بر معیارهای دیگر با ارزش $I'_i - S_i$ 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	I'	$I'_i + S_i$	$I'_i - S_i$
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

به منظور ایجاد یک تجزیه و تحلیل قوی بر روی تصمیم‌گیری، 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 0.72 است. به طوری که مقادیر بالاتر از این حد آستانه در فرایند مدل سازی مساله تصمیم‌گیری لحاظ گرفته شده است. بنابراین، الگوی روابط تاثیر را می‌توان با استفاده از یک مجموعه داده $(r+s, r-s)$ به دست آورد، همانطور که در شکل ۶ دیده می‌شود. از این شکل پیداست که O و R معیارهای تاثیرپذیر مثبت هستند. در حالی که، B و C معیارهای تاثیرپذیر منفی می‌باشد. علاوه بر این، می‌توان مشاهده کرد که فرصت (O) با بالاترین ارزش، موثرترین عامل برای مساله مورد نظر است. در حالی که هزینه (C) با کمترین مقدار، کم‌تاثیرترین عامل است.



شکل (۶) الگوی روابط تاثیر

در مرحله بعد، ارزش‌های $r+s$ با وزن‌های 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 شده‌اند. از این جدول می‌توان مشاهده کرد که وزن کلی به دست آمده از مدل ارائه شده است به طور قابل توجهی متفاوت از خروجی روش AHP می‌باشد. این به علت این واقعیت است که مدل پیشنهادی روابط وابستگی متقابل در میان معیارهای ارزیابی را در نظر گرفته است.

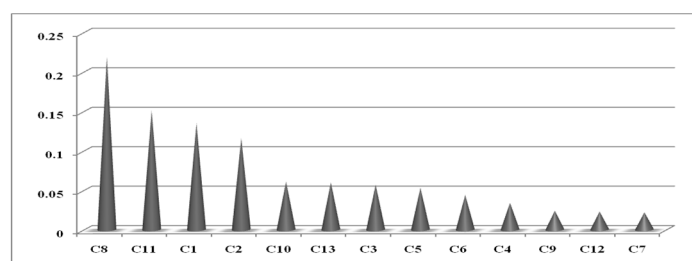
جدول ۹: وزن معیارهای اصلی

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

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

$$\tilde{x}_{ij} = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3}), \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (23)$$

که

$$x_{ij1} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^k x_{ijk1} \quad (24)$$

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

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

که x_{ij}^k میزان اهمیت گزینه i ام با توجه به معیار k ام توسط ارزیاب k ام می‌باشد. پس از تعیین درجه اهمیت فازی گزینه‌ها، مقادیر بدست آمده با استفاده روش بهترین مقدار غیرفازی، دفازی می‌شوند. سپس، نرمال‌سازی این مقادیر با تبدیل مقادیر تلفیق شده به بازه بسته صفر و یک انجام می‌گیرد. معادلات زیر برای نرمال‌سازی مورد استفاده قرار گرفته‌اند:

The larger, the better type,
$$r_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min\{x_{ij}\}]}{[\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}]}, \quad (25)$$

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 ردیف‌ها نمایش می‌دهد.

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)	

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.

جدول (۱۵) آنالیز حساسیت

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

$$DQ = \frac{1}{m-1} = \frac{1}{11-1} = 0.1 \quad (26) \quad \text{شرط اول:}$$

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

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 می‌دهد که فاکتور فرصت (O) دارای نقش کلیدی در فرآیند انتخاب استراتژی سرمایه‌گذاری 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، سرمایه‌گذاران می‌توانند اهمیت معیارهای اصلی و زیر معیارها را تشخیص داده و چگونگی تاثیر آنها بر استراتژی‌های سرمایه‌گذاری 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 می‌باشد. این روش اثرات مستقیم و غیر مستقیم برای فهم روابط علی و معلولی در میان معیارها را می‌تواند نتیجه دهد. این می‌تواند به یک عملکرد بهتر و صحیح تر در روند سرمایه‌گذاری منجر شود.

از سوی دیگر، روش ویکور، یک روش توانمند برای رتبه‌بندی گزینه‌های امکان پذیر با استفاده از رویکردی سیستماتیک است. این روش زمان لازم برای فرایند رتبه‌بندی را در مقایسه با روش‌های دیگر مانند AHP و ANP کوتاه تر می‌کند. همچنین، استفاده از منطق فازی می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان کمک کند تا یک سیستم پیچیده را با استفاده از عبارات زبانی مدل سازی کنند. مزایای استفاده از هر دو روش را می‌توان در قالب روش فازی ویکور به دست آورد.

۷- نتیجه‌گیری و بحث

در این مقاله، یک مدل تلفیقی بر اساس چهار متدولوژی شامل منطق فازی، روش‌های AHP، DEMATEL و TOPSIS برای ارزیابی استراتژی‌های سرمایه‌گذاری‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه پیشنهاد شده است. از آنجا که شاخص‌های مختلفی بر انتخاب بهترین استراتژی سرمایه‌گذاری دخالت دارند، از قالب BOCR برای دسته‌بندی این معیارها استفاده شده است. اگر چه نتایج حاصل از مدل AHP می‌تواند برای محاسبه اهمیت معیارهای اصلی و فرعی مورد استفاده قرار گیرد ولی ملزومات آن این است که معیارها از یکدیگر مستقل باشند. برای انتخاب مناسب‌ترین استراتژی سرمایه‌گذاری تحت شرایطی که معیارها دارای وابستگی متقابل هستند استفاده از تکنیک‌های که قادر به مدل‌سازی تاثیرات متقابل معیارها می‌باشند نتایج واقعی تر و دقیق تری را ارائه می‌نماید. روش DEMATEL یکی از متداولترین روش‌های مورد استفاده برای پیدا کردن هر گونه روابط علی و معلولی بین معیارها می‌باشد. 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

نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی با ماهیت دنیای واقعی انطباق بیشتری دارد. این سبب می‌گردد تا یک مساله پیچیده به طور واقعی تری مدل سازی و مورد ارزیابی قرار گیرد. رتبه بندی نهایی را نشان می‌دهد که استراتژی سرمایه‌گذاری در بخش مخابرات نسبت به سایر استراتژی‌های 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.

- * 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.

- * 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.

- * 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