

## رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری سهام در ایران

دکتر جمشید صالحی صدقیانی<sup>۱</sup>  
رامین جباری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۲۵

### چکیده

تحقیق حاضر به دنبال تعیین مدل مناسب تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری است. در این راستا ابتدا معیارهای مؤثر جهت ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک با مرور ادبیات تحقیق استخراج می‌شود. سپس اهمیت هر یک از معیارها (شارپ، ترینر، جنسن و سورتینو) با استفاده از روش آنتروپی شانون مورد سنجش قرار می‌گیرد. در این تحقیق جهت رتبه‌بندی نمونه مورد بررسی که شامل هشت صندوق سرمایه‌گذاری مشترک است و با توجه به اندازه کوچک نمونه و نقص اطلاعات از مفهوم تئوری سیستم‌های خاکستری و درجه رابطه خاکستری استفاده می‌شود. برای این منظور از داده‌های واقعی، در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۷ استفاده می‌گردد. پس از رتبه‌بندی، صندوق‌های بانک ملی، پویا و سهم آشنا بالاترین عملکرد را در دوره مورد مطالعه کسب کرده‌اند.

واژگان کلیدی: صندوق سرمایه‌گذاری مشترک، ارزیابی عملکرد، تئوری سیستم‌های خاکستری.

۱. استاد گروه مدیریت صنعتی دانشگاه علامه طباطبایی

۲. کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه علامه طباطبایی، مسئول مکاتبات

## ۱. مقدمه

همواره مدیران و تصمیم‌گیران براساس نتایج تصمیماتی که اتخاذ می‌کنند مورد قضاوت قرار می‌گیرند. از طرفی مدیران سازمان‌ها به منظور پاسخگویی به شرایط پویای بازارهای امروزی و اتخاذ تصمیمات موثر، نیازمند افزایش قابلیت و دقت مدل‌های مورد استفاده می‌باشند (Makridakis et.al., ۱۹۸۲) علاوه بر این، رشد سریع اقتصادی و تکنولوژیک در چند دهه اخیر، زندگی بشر را به شدت متحول کرده و جوامع مدرن را با مسائل پیچیده تصمیم‌گیری مواجه نموده است که مشخصه اساسی این گونه مسائل وجود معیارها و یا اهداف غیرهمگون و ناسازگار، مثل هزینه، قابلیت اطمینان، عملکرد، ایمنی و بهره‌وری می‌باشد. تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از رویکردهایی است که می‌تواند در حل مسائل پیچیده، در حوزه‌های مختلف فعالیت انسان، از علوم مهندسی گرفته تا علوم اجتماعی، اقتصاد و مدیریت، مورد استفاده قرار گیرد (Wiecek et.al., ۲۰۰۸) اما عموماً، اطلاعات مربوط به ترجیحات تصمیم‌گیرندگان در مورد معیارها و بدیل‌های مختلف بر اساس قضاوت کیفی آنها، بیان می‌شود و هم چنین در عمل، قضاوت تصمیم‌گیرندگان اغلب نامطمئن بوده و به وسیله مقادیر عددی دقیق قابل بیان نیستند. لذا برای مواجهه با پیچیدگی‌های اینگونه مسائل تصمیم‌گیری، استفاده از رویکردهای جدید و بین رشته‌ای، امری ضروری می‌باشد (Dong et. al., ۲۰۰۶).

در میان سناریوهای مالی، سرمایه‌گذاری در میان صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک به عنوان یکی از معروف‌ترین استراتژی‌های مالی مطرح است (Chang et. al., ۲۰۱۰) صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک تمایل دارند از طریق مزایای تنوع بخشی، مدیریت حرفه‌ای، نقدشوندگی و صرفه‌جویی نسبت به مقیاس سرمایه‌گذاران را جذب کنند.

تلاش‌های زیادی در زمینه ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک صورت گرفته و معیارهای زیادی برای ارزیابی عملکرد این صندوق‌ها توسعه داده شده‌اند. به هر حال به وضوح مشخص نیست کدام معیار زمانیکه توافقی بر روی رتبه‌بندی صندوق‌ها وجود ندارد، قوی‌تر است. هدف این تحقیق مطالعه ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک تحت ساختار گسترده‌ای از تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره است که همه معیارها می‌توانند در تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی نهایی صندوق‌های سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شوند.

## ۲. بیان مسئله و اهمیت آن

یکی از اساسی‌ترین مسائل اقتصادی افراد، واحدهای تجاری، موسسات مالی و اعتباری، بانک‌ها و کشورها، تخصیص بهینه منابع است و یکی از این منابع مهم عامل سرمایه است. اگر توسعه اقتصادی را به عنوان مجموعه عملیات یک کشور برای بهبود سطح زندگی مردم و افزایش درآمد ملی بنگریم، خواهیم دید که مهمترین مسئله در این زمینه سرمایه‌گذاری است و "سرمایه هسته اصلی توسعه اقتصادی را تشکیل می‌دهد." (نصراله اصفهانی، ۱۳۴۸). اگرچه سرمایه شرط لازم برای توسعه اقتصادی است ولی شرط کافی نیست و این عامل سرمایه‌گذاری است که از طریق بازگرداندن آنچه در مرحله تولید هزینه شده، قادر است رشد و توسعه اقتصادی را تضمین کند.

مطالعه و پژوهش در جهت ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری و بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری می‌تواند گامی در جهت تشویق به سرمایه‌گذاری بیشتر باشد؛ چرا که یکی از عواملی که مانعی در مقابل سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود، ریسک و مخاطرات سرمایه‌گذاری است. این پژوهش از آنجا که درصدد ارائه مدلی جهت رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری است، می‌تواند نقش بسزایی را در فعال شدن بازار سرمایه و تولید ایفا نماید.

ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری و رتبه‌بندی آنها از این جهت حائز اهمیت است که معامله‌گران سهام بتوانند درباره نگهداری، فروش و یا خرید سهام این شرکت‌ها در زمان مقتضی تصمیمات لازم را اتخاذ کنند. بسیار طبیعی است که سرمایه‌گذاران بالقوه به دنبال سهامی از صندوق‌ها باشند که عملکرد بهتری از سایر صندوق‌ها و نیز از عملکرد بازار داشته باشند. در عمل، قضاوت تصمیم‌گیرندگان اغلب نامطمئن بوده و به وسیله مقادیر عددی دقیق قابل بیان نیستند. لذا برای مواجهه با پیچیدگی‌های اینگونه مسائل تصمیم‌گیری، استفاده از رویکردهای جدید بین رشته‌ای، امری ضروری می‌باشد. تئوری خاکستری یکی از روش‌هایی است که برای مطالعه عدم اطمینان و ناکامل بودن اطلاعات به کار می‌رود و استفاده از آن در تحلیل ریاضی سیستم‌هایی با اطلاعات ناقص، روند رو به رشدی را دارا می‌باشد (Dong et. al., ۲۰۰۶).

### ۳. پرسش‌های تحقیق

وزن هر کدام از معیارهای ارزیابی عملکرد به چه میزان است؟  
اولویت‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری با توجه به معیارها به چه ترتیب می‌باشد؟

### ۴. پیشینه تحقیق

محسن صفری به بررسی عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری فعال در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس معیارهای شارپ و ترینر پرداخت. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش تعداد سهام در پرتفوی ریسک غیرسیستماتیک کاهش می‌یابد و همچنین اگر پرتفوی‌ها کاملاً متنوع باشند، رتبه‌بندی عملکرد، بر مبنای معیار شارپ و ترینر به هم نزدیک خواهند شد. (صفری، محسن، ۱۳۸۱).

مجتبی کباری با استفاده از مدل شارپ به بررسی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹ پرداخته است و در پایان به این نتیجه دست یافته است که شاخص عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری بهتر از بازار نبوده است.

اسلامی بیدگلی، تهرانی و شیرازیان در سال ۱۳۸۴ به بررسی رابطه میان شرکت‌های سرمایه‌گذاری بر اساس سه شاخص شارپ، ترینر و جنسن در قلمرو زمانی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۱ پرداخته‌اند و در پایان به این نتیجه رسیده‌اند که رتبه نقدشوندگی شرکت‌های سرمایه‌گذاری بر عملکردشان بی‌تاثیر است. همچنین آنها دریافتند که در طی سال‌های مورد بررسی عملکرد بعضی از شرکت‌ها بهتر از بازار و بعضی پایین‌تر از بازار بوده است.

صفرپور و شیخ در سال ۱۳۸۶ به بررسی عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری بر اساس سید بوری و بازده ماهانه سهام مبادرت ورزیدند. این تحقیق در نظر داشت تاثیر دوره سرمایه‌گذاری بر عملکرد شرکت‌ها را مورد سنجش قرار دهد. ارزیابی عملکرد شرکت‌ها با استفاده از معیارهای ترینر، جنسن، و شارپ صورت گرفت و نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که شرکت‌ها با دوره سرمایه‌گذاری بلندمدت و کوتاه‌مدت عملکرد یکسانی دارند. از دیگر نتایج این تحقیق این بود که شرکت‌های مورد بررسی با استفاده از شاخص بازده نقدی و قیمت، عملکرد ضعیف‌تر از بورس داشته و براساس شاخص ۵۰ شرکت فعال، عملکردی برابر با بورس داشته‌اند.

عبده تبریزی و شریفیان به بررسی اثر ریسک نامطلوب بر عملکرد تعدیل شده بر اساس ریسک شرکت‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. محققان در این پژوهش به تبیین تفاوت‌های موجود در معیارهای ارزیابی عملکرد بر مبنای نظریه مدرن پرتفوی<sup>۳</sup> و نظریه فرامدرن پرتفوی<sup>۴</sup> پرداخته‌اند. در این تحقیق رابطه بین رتبه‌بندی شرکت بر اساس معیار شارپ و نسبت پتانسیل مطلوب بررسی شده و عنوان شده بین این دو نسبت ارتباط وجود دارد که این ارتباط ناشی از وجود چولگی منفی در توزیع بازدهی است، بر همین اساس بکارگیری نسبت پتانسیل مطلوب موجه‌تر تشخیص داده شده است (عبده تبریزی، حسین، ۱۳۸۷).

محمدی و مولایی در سال ۱۳۸۹ در تحقیقی با عنوان کاربرد تصمیم‌گیری چندمعیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها با استفاده از روش آنتروپی شانون به رتبه‌بندی شرکت‌های سرمایه‌گذاری و مادر تخصصی پذیرفته شده در بازار بورس اوراق بهادار تهران بر اساس نسبت‌ها و شاخص‌های مالی پرداخته‌اند. آنها از مفهوم تئوری خاکستری برای غلبه بر شرایط نامطمئن ناشی از کمبود اطلاعات استفاده کرده‌اند.

خدائی وله زاقرد و فولادوندنیا در سال ۱۳۸۹ در پژوهشی با عنوان ارزیابی عملکرد مدیریت پرتفوی با تاکید بر چارچوب ریسک نامطلوب در شرکت‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از معیارهای مبتنی بر نظریه‌های مدرن و فرامدرن پرتفوی (جنسن، ترینر، امگا<sup>۵</sup>، سورتینو، نسبت پتانسیل مطلوب<sup>۶</sup> و ...) به رتبه‌بندی شرکت‌های سرمایه‌گذاری پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این مطلب است که بین رتبه‌بندی صورت گرفته بر اساس نسبت شارپ با نسبت‌های سورتینو، پتانسیل مطلوب، امگا؛ نسبت جنسن با جنسن تعدیل شده و نسبت ترینر با ترینر تعدیل شده ارتباط وجود دارد.

چهارسوقی، البدوی و اصفهانی‌پور در سال ۱۳۸۵ در تحقیقی تحت عنوان انتخاب سبد سهام در بورس با رتبه‌بندی صنایع و شرکت‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری PROMETHEE به ارزیابی و رتبه‌بندی صنایع و شرکت‌های برتر هر صنعت پرداخته و سهم سرمایه‌گذاری در هر شرکت را تعیین کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که با توجه به برخی معیارهای ارزیابی که باید به وسیله تصمیم‌گیرنده تعیین شوند، نتیجه اجرای مدل تا حد زیادی به راهبردهای سرمایه‌گذاری تصمیم‌گیرنده وابسته است.

سعیدی و مقدسیان در سال ۱۳۸۹ در مطالعه‌ای که بر روی صندوق‌های سرمایه‌گذاری سهام انجام دادند، عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری را با توجه به بازده تعدیل شده بر اساس ریسک آنها با استفاده از معیارهای شارپ، ترینر، جنسن و سورتینو ارزیابی کرده‌اند. بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل ANOVA بین بازده تعدیل شده بر اساس ریسک صندوق‌ها بر مبنای ضریب بتا تعدیل شده با بازده بازار تفاوت معناداری وجود ندارد.

پنداراکي و همکاران در تحقیقی که بر روی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک سهام کشور یونان در فاصله سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۹ انجام داده‌اند، اقدام به تشکیل پرتفویی از صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک نموده‌اند. در این پژوهش ابتدا با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره و با در نظر گرفتن معیارهایی از قبیل شاخص شارپ، ترینر، بازده یک ساله، متوسط بازده، ارزش در معرض ریسک، ریسک سیستماتیک، انحراف معیار بازده، درصد تغییر در ارزش خالص دارایی‌ها و... صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک

<sup>۳</sup>. Modern Portfolio Theory (MPT)

<sup>۴</sup>. Post Modern Portfolio Theory (PMPT)

<sup>۵</sup>. Omega measure

<sup>۶</sup>. Upside Potential Ratio

را به دو گروه تقسیم کرده‌اند و پس از انتخاب صندوق‌هایی که دارای بهترین عملکرد هستند در بخش بعدی با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی به انتخاب پرتفویی از صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک از دو گروه فوق پرداخته‌اند (Pendarkhi et.al, ۲۰۰۵). هابنر برخی شواهد تجربی در مورد معیار ارزیابی عملکرد ارائه می‌دهد. او در این تحقیق بازدهی حاصل از صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک را در نظر گرفته است. نتایج تحقیق او از نسبت تعمیم یافته‌ترین به عنوان معیاری بهینه در برابر معیارهای شارپ و لینتنر<sup>۷</sup> در ارزیابی عملکرد حمایت می‌کند (Hubner, ۲۰۰۷).

چانگ و همکاران در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری مشترک بنیان باز داخلی با استفاده از روش TOPSIS توسعه یافته با رویکرد متفاوت فاصله، با استفاده از نسبت‌ترین، نسبت شارپ، آلفای جنسن و نسبت اطلاعات به ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک در ساختار تحلیل برنامه‌ریزی چندشاخصه پرداخته است که از هر یک از این معیارها برای رتبه‌بندی نهایی نیز استفاده شده است. در این پژوهش تعداد ۸۲ صندوق سرمایه‌گذاری مشترک در کشور تایوان در ۳۴ ماه متوالی با استفاده از روش TOPSIS مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (Chang et.al., ۲۰۱۰).

کاو و لیانگ در مطالعه‌ای که در هفت فرودگاه بین‌المللی شمال شرق آسیا انجام دادند به ارائه رویکردی مؤثر برای ارزیابی کیفیت خدمات ارائه شده در این فرودگاه‌ها پرداخته‌اند. با توجه به اینکه ارزیابی کیفیت خدمات یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره دشوار است؛ به همین دلیل از ترکیب مفهوم تحلیل رابطه خاکستری و روش VIKOR استفاده شده است. مدل ارائه شده نگرش تصمیم‌گیرندگان و یا اولویت‌های مشتریان را برای تعیین اوزان هر کدام از معیارها به کار می‌گیرد. نتایج این مطالعه بیان‌کننده این است که این رویکرد ابزار مؤثر و کارآمدی برای بررسی مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط‌های فازی می‌باشد (Kuo, Liang, ۲۰۱۱).

## ۵. مبانی نظری

صندوق‌های سرمایه‌گذاری یا صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، واسطه‌های مالی هستند که به عموم مردم سهام می‌فروشند و وجوه حاصله را در پرتفوی متنوعی از اوراق بهادار سرمایه‌گذار می‌نمایند. هر واحد سرمایه‌گذاری که در صندوق‌های سرمایه‌گذاری فروخته می‌شود، نماینده نسبت متناسبی از پرتفوی اوراق بهادار است که صندوق سرمایه‌گذاری به وکالت از طرف سهامداران خود اداره می‌نماید (راعی، پویانفر، ۱۳۸۹).

### ۱-۵. ارزیابی عملکرد

ارزیابی عملکرد شامل دو اقدام اساسی است؛ اولین اقدام در ارزیابی عملکرد، تعیین مطلوب یا نامطلوب بودن عملکرد است. دومین اقدام، مشخص کردن این امر است که آیا عملکرد مذکور ناشی از شانس و اقبال بوده یا در نتیجه تخصص حاصل شده است. ارزیابی عملکرد پرتفوی از آنجا اهمیت پیدا می‌کند که شاخصی است برای اینکه تا چه حد عملکرد واقعی پرتفوی مبتنی بر رفع نیاز سرمایه‌گذاران بوده است. یکی از مشکلات اصلی در ارزیابی عملکرد، تمایل انسانی به تمرکز بر بازده پرتفوی و عدم توجه کامل بر ریسک محتمل شده برای کسب بازده مورد نظر است. لذا ارزیابی عملکرد باید شامل شناسایی همزمان بازده و ریسک سرمایه‌گذاری باشد (Reilly & Norton, ۲۰۰۶).

در این تحقیق با توجه به سوابق و پیشینه تحقیق، چهار معیار شارپ، ترینر، جنسن و سورتینو مورد استفاده قرار گرفته است.

### معیار شارپ

معیار شارپ که به نسبت پاداش به تغییرپذیری معروف است. این نسبت که در رابطه (۱) نمایش داده شده است بر پایه تئوری بازار سرمایه استوار است

$$RVAR = \frac{TR_p - R_f}{SD_p} = \frac{\text{Excess Return}}{\text{Risk}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن  $TR_p$  متوسط بازدهی کل سبد سهام در یک دوره زمانی،  $R_f$  متوسط نرخ بازدهی بدون ریسک طی دوره مورد بررسی،  $SD_p$  انحراف معیار بازدهی‌های هفتگی سبد سهام طی دوره مورد بررسی و  $\text{Excess Return}$  بازده اضافی است. نسبت شارپ بازده مازاد سبد سهام را به ازاء هر یک واحد ریسک اندازه‌گیری می‌کند و هرچه این نسبت بیشتر باشد، عملکرد سبد سهام به همان اندازه بهتر خواهد بود. در این پژوهش بررسی‌ها بر اساس بازدهی هفتگی صندوق‌های سرمایه‌گذاری صورت گرفته است [۲۰].

### معیار ترینر

پروفسور ترینر در اواسط دهه ۱۹۶۰ معیار مشابهی را به نام نسبت پاداش به نوسان‌پذیری<sup>۱</sup> و به صورت رابطه (۲) مطرح کرد. مانند شارپ ترینر نیز درصد ایجاد ارتباط میان ریسک سبد سهام با بازده آن برآمد.

$$RVOR = \frac{TR_p - R_f}{\beta_p} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن  $TR_p$  متوسط بازدهی کل سبد سهام در یک دوره زمانی،  $R_f$  متوسط نرخ بازدهی بدون ریسک طی دوره مورد بررسی،  $\beta_p$  شاخص ریسک سیستماتیک سبد سهام بوده و بیان‌کننده این مطلب است که در ازای یک واحد از ریسک سیستماتیک چه مقدار از بازده عاید سرمایه‌گذار می‌شود (Jones, ۱۹۹۸).

### معیار جنسن

این شاخص عبارت است از تفاوت بین نرخ بازده مورد انتظار پرتفوی و آنچه انتظار می‌رود که در صورت قرار گرفتن پرتفوی بر روی خط بازار سهم به دست آید. برای شاخص جنسن، معادله به صورت رابطه (۳) است.

$$\alpha_p = E(R_i) - \{ R_f + \beta_p [E(R_i) - R_f] \} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن  $R_m$  بازدهی بازار،  $\beta_p$  شاخص ریسک سیستماتیک سبد سهام،  $E(R_i)$  متوسط نرخ بازده مورد انتظار کل سبد سهام  $R_f$  نرخ بازده بدون ریسک طی دوره مورد بررسی می‌باشد [۱۶].

<sup>۱</sup>. Reward to Volatility Ratio

## معيار سورتينو

اگر در ارزیابی عملکرد به جای انحراف معیار، از معیار ریسک نامطلوب استفاده شود، شاخص سورتینو حاصل می‌شود. در واقع اگر  $x$  را متغیر بازدهی پرتفوی و تابع  $f(x)$  را تابع چگالی احتمال این متغیر و از طرفی  $\mu$  میانگین و  $r$  حداقل نرخ بازدهی قابل قبول باشد، آنگاه شاخص سورتینو را می‌توان به صورت رابطه (۴) نشان داد.

$$SOR = \frac{(\mu - r)}{\sigma} \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن  $\delta$  نیم انحراف معیار بازدهی‌های زیر نرخ هدف، می‌باشد و بر اساس رابطه (۵) محاسبه می‌شود

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^r (r - x)^2 f(x) dx \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این پژوهش برای محاسبه ریسک نامطلوب از رابطه (۶) استفاده شده است

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (\text{Max}\{0, R_f - R_{ij}\})^2} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در معیار سورتینو متوسط بازده با ریسک نامطلوب تعدیل می‌شود. این ریسک بر بازده‌هایی تمرکز می‌کند که در فزاینده رفتن از بازده بدون ریسک ناموفق بوده‌اند [۲۶].

برای ارزیابی بازدهی صندوق‌های سرمایه‌گذاری و این مساله که نماگری وجود داشته باشد که بیانگر عملکرد صندوق‌ها به طور کلی باشد، شاخص IMNEX طراحی شده است. این شاخص به صورت وزنی طراحی شده و تعدیلات مختلف نیز در آن پیش بینی شده است. فرمول محاسبه این شاخص به صورت رابطه (۷) می‌باشد:

$$IMNEX_t = \frac{\sum_{i=1}^n NAV_{i,t} \times NU_{i,t}}{C_t} \times \text{Base value} \quad \text{رابطه (۷)}$$

که در آن  $n$  برابر تعداد صندوق‌ها،  $NAV_{i,t}$  ارزش خالص هر واحد از صندوق  $i$  در زمان  $t$ ،  $NU_{i,t}$  تعداد واحدهای صندوق  $i$  در زمان  $t$ ،  $C_t$  عدد پایه در زمان  $t$  می‌باشد. Base Value فعلاً برابر ۱۰۰۰ در نظر گرفته شده است.

## ۲-۵. تصمیم‌گیری چندمعیاره

مسئله تصمیم‌گیری همیشه پیچیده و دشوار است، به خصوص زمانی که بیش از یک معیار برای تصمیم‌گیری وجود داشته باشد (Chang et. al., ۲۰۱۰). در اکثر مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره و به خصوص بخش تصمیم‌گیری چندشاخصه از آن نیاز به داشتن و دانستن اهمیت نسبی از شاخص‌های (اهداف) موجود داریم، بطوریکه مجموع آنها برابر با واحد شده و اهمیت نسبی درجه اهمیت هر شاخص (هدف) را نسبت به بقیه برای تصمیم‌گیری مورد نظر بسنجد. در این تحقیق از تکنیک آنتروپی شانون برای ارزیابی اوزان شاخص‌ها استفاده شده است.

### ۱-۲-۵. آنتروپی شانون

آنتروپی<sup>۹</sup> یک مفهوم بسیار با اهمیت در علوم اجتماعی، فیزیک و تئوری اطلاعات می‌باشد. وقتی که داده‌های یک ماتریس تصمیم-گیری، به طور کامل مشخص شده باشد، می‌توان از روش آنتروپی برای ارزیابی وزن‌ها استفاده کرد. ایده روش فوق، این است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد، آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است.

آنتروپی در نظریه اطلاعات، یک معیار عدم اطمینان است که با توزیع احتمال مشخص  $P_i$  بیان می‌شود. اندازه‌گیری این عدم اطمینان ( $E_i$ )، توسط شانون<sup>۱۰</sup> به صورت رابطه (۸) بیان شده است:

$$E_i = S(p_1, p_2, \dots, p_n) = -k \sum_{i=1}^n [p_i \times \ln p_i] \quad \text{رابطه (۸)}$$

$K$  مقداری ثابت است و به منظور این که  $E_i$  بین صفر و یک باشد، اعمال می‌شود و به صورت رابطه (۹) محاسبه می‌شود (مؤمنی، ۱۳۸۷):

$$k = \frac{1}{\ln(m)} \quad \text{رابطه (۹)}$$

### ۳-۵. تئوری سیستم‌های خاکستری

در دنیای اطراف ما سیستم‌های گوناگون و فراوانی وجود دارد که هر روزه با آن‌ها مواجه می‌باشیم و مجبور به تصمیم‌گیری‌های مناسب در مورد آن‌ها هستیم. این سیستم‌ها دارای اجزا و زیرسیستم‌های خاص خود می‌باشند که برای شناخت آنها بایستی علاوه بر شناخت این اجزا، روابط بین آنها و همچنین ساختار سیستم نیز معلوم گردد. اما اتخاذ تصمیمات درست نیازمند وجود اطلاعات کافی می‌باشد که در عمل کمتر سیستمی را می‌توان یافت که تمام اطلاعات آن شناخته شده باشند. چرا که تعیین تمام اجزا و روابط بین آنها در بیشتر سیستم‌ها یا غیر ممکن بوده و یا بسیار پرهزینه و غیر اقتصادی می‌باشد. سیستم‌های اجتماعی، سیستم‌های زیست محیطی، سیستم‌های اقتصادی، سیستم آناتومی انسان از جمله این موارد می‌باشند. از آنجا که همواره اطلاعاتی که از سیستم‌های در دست بررسی، حاصل می‌شود ناکامل هستند لذا عدم اطمینان نیز به عنوان جزء لاینفک این سیستم‌ها همواره خودنمایی می‌کند که این امر به نوبه خود مواجهه و تصمیم‌گیری در مورد این سیستم‌ها را با مشکل بزرگتری روبرو می‌نماید. اگر اطلاعات واضح و شفاف یک سیستم را بارنگ سفید و اطلاعات کاملاً ناشناخته یک سیستم را با رنگ سیاه تجسم کنیم در این صورت خواهیم دید که اطلاعات مربوط به بیشتر سیستم‌های موجود در طبیعت اطلاعات سفید (کاملاً شناخته شده) و یا سیاه (کاملاً ناشناخته) نیستند، بلکه مخلوطی از آن دو یعنی به رنگ خاکستری می‌باشند. بنابراین خاکستری بودن یک سیستم، امری مطلق و سیاه و سفید بودن آن، امری نسبی است. این گونه سیستم‌ها را سیستم خاکستری می‌نامند. از آنجا که اصلی‌ترین مشخصه یک سیستم خاکستری، کامل نبودن اطلاعات مربوط به آن سیستم است لذا این موضوع، نقطه اساسی برای شروع بررسی این گونه سیستم‌ها می‌باشد و هدف اصلی، بر کشف خصوصیات واقعی این سیستم‌ها در شرایط کمبود اطلاعات متمرکز شده است (David, ۱۹۹۴).

هدف تئوری سیستم‌های خاکستری و کاربردهای آن ایجاد پلی بین علوم اجتماعی و علوم طبیعی است که در آن خاکستری به مفهوم فقر اطلاعات، نقص اطلاعات و عدم اطمینان می‌باشد (Liu&Lin, ۲۰۰۶).

<sup>۹</sup>. entropy

<sup>۱۰</sup>. Shanon



### ۱-۳-۵. اعداد خاکستری

هر سیستم خاکستری بوسیله اعداد خاکستری، معادلات خاکستری و ماتریس‌های خاکستری توصیف می‌شود که در این میان اعداد خاکستری به مثابه اتم‌ها و سلول‌های این سیستم می‌باشند. عدد خاکستری می‌تواند به عنوان عددی با اطلاعات نامطمئن تعریف شود. مثلاً رتبه معیارها در یک تصمیم‌گیری، بصورت متغیرهای زبانی بیان می‌شوند که می‌توان آنها را با بازه‌های عددی بیان نمود. این بازه‌های عددی شامل اطلاعات نامطمئن خواهد بود (Dong et. al., ۲۰۰۶). همچنین می‌توان گفت که عدد خاکستری به عددی اطلاق می‌شود که مقدار دقیق آن نامشخص است اما بازه‌ای که مقدار آن را در بر می‌گیرد شناخته شده است. بطور کلی در عمل، عدد خاکستری با یک بازه و یا یک مجموعه از اعداد بیان می‌شود.

عملگرهای اعداد خاکستری بازه‌ای

فرض کنید که اعداد خاکستری مطابق رابطه (۱۰) داشته باشیم:

$$\otimes_1 \in [a, b], a < b \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$\otimes_2 \in [c, d], c < d$$

قاعده- فرض کنید که دو عدد خاکستری مطابق رابطه (۱۰) موجود است؛ در آن صورت جمع، تفریق، ضرب و تقسیم دو عدد خاکستری  $\otimes_1$  و  $\otimes_2$  و قرینه و معکوس هر عدد خاکستری به صورت رابطه (۱۱) تعریف می‌گردد (Dong, ۲۰۰۶; liu, ۲۰۰۶):

$$\otimes_1 \in [a, b], a < b \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$\otimes_2 \in [c, d], c < d$$

$$\otimes_1 + \otimes_2 \in [a + c, b + d]$$

$$-\otimes = [-b, -a]$$

$$\otimes_1 - \otimes_2 = \otimes_1 + (-\otimes_2) \in [a - d, b - c]$$

$$\otimes^{-1} \in \left[ \frac{1}{b}, \frac{1}{a} \right], ab > 0$$

$$\otimes_1 \cdot \otimes_2 \in [\min\{ac, ad, bc, bd\}, \max\{ac, ad, bc, bd\}]$$

$$\frac{\otimes_1}{\otimes_2} = \otimes_1 \cdot \otimes_2^{-1}$$

$$\frac{\otimes_1}{\otimes_2} \in \left[ \min \left\{ \frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d} \right\}, \max \left\{ \frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d} \right\} \right], cd > 0$$

$$k \cdot \otimes \in [ka, kb], k \in \mathbb{R}^+$$

### ۲-۳-۵. ضریب و درجه رابطه خاکستری

قضیه- فرض کنید  $m+1$  سری رفتاری مربوط به یک سیستم به صورت رابطه (۱۲) داده شده باشد:

$$X_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)), i = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

در این صورت با فرض اینکه  $\xi$  مقداری بین صفر و یک دارد، ضریب رابطه خاکستری و درجه روابط خاکستری به ترتیب با فرمول‌هایی مطابق روابط (۱۳) و (۱۴) تعریف می‌شوند:

$$\gamma_{oi} = \gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k)) \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

در روابط بالا  $\gamma$  ضریب تمایز<sup>۱۱</sup> نامیده می‌شود و این دو رابطه همه خاصیت‌های چهارگانه زیر را برآورده می‌کنند. درجه رابطه خاکستری  $\gamma(x_0, x_i)$  اغلب به شکل  $\gamma_{0i}$  و ضریب رابطه خاکستری  $\gamma(x_0(k), x_i(k))$  در نقطه  $k$  اغلب به شکل  $\gamma_{0i}(k)$  نوشته می‌شود (Liu & Lin, ۲۰۰۶).

## ۶. داده‌ها و روش تحقیق

از آنجا که این نوشتار به توصیف آنچه که هست یا توصیف شرایط موجود بدون دخل و تصرف (و نه الزام و توصیه خاص) می‌پردازد و با توجه به آنکه قضاوت‌های ارزشی در این تحقیق کم‌رنگ است، پژوهش حاضر در زمره تحقیقات توصیفی به شمار می‌رود و از آنجا که رویکرد اصلی این تحقیق ارائه یک مدل حل مساله می‌باشد دارای جنبه توصیفی - ریاضی بوده و از نوع تحقیقات کاربردی می‌باشد.

قلمرو زمانی تحقیق از ابتدای سال ۱۳۸۷ تا ابتدای سال ۱۳۸۹ در نظر گرفته شده است که از اطلاعات مربوط برای برآورد پارامترهای مورد نظر در معیارهای ترینر، شارپ، جنسن و سورتینو استفاده می‌شود. با توجه به اینکه بازه زمانی در نظر گرفته شده برای این پژوهش در فاصله سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۹ می‌باشد، لذا جامعه آماری به صندوق‌هایی که در فاصله زمانی مد نظر فعال بوده‌اند محدود می‌شود. در این شرایط صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترکی که در این پژوهش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند به شرح زیر می‌باشند:

۱. صندوق سرمایه‌گذاری آرین
۲. صندوق سرمایه‌گذاری خبرگان
۳. صندوق سرمایه‌گذاری سهم آشنا
۴. صندوق سرمایه‌گذاری پویا
۵. صندوق سرمایه‌گذاری بانک ملی ایران
۶. صندوق سرمایه‌گذاری حافظ
۷. صندوق سرمایه‌گذاری بانک صادرات
۸. صندوق سرمایه‌گذاری پیش‌تاز

## ۷. تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از محاسبه بازه هفتگی هر یک از صندوق‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از رابطه (۱۵) هر یک از شاخص‌های محاسبه شده به صورت یک عدد خاکستری گسسته در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه هر شاخص برای دو سال محاسبه شده است، مقدار بیشتر را به عنوان حد بالا و مقدار کمتر را به عنوان حد پایین این عدد خاکستری در نظر می‌گیریم.

<sup>۱۱</sup>. distinguishing coefficient

$$\text{نرخ بازده} = \frac{NAV_{i1} - NAV_{i0}}{NAV_{i0}} \times 100\%$$

از آنجا که ماتریس تصمیم‌گیری می‌تواند شامل مقادیر منفی باشد، لذا ابتدا داده‌ها را برای روش آنتروپی شانون که جهت تعیین اوزان شاخص‌ها استفاده خواهد شد، آماده می‌کنیم:

فرض کنید ماتریس تصمیم‌گیری اولیه به صورت رابطه (۱۶) باشد

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nm} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۱۶)}$$

مقدار ثابت  $k=0.5$  را به تمام عناصر ماتریس  $Y$  اضافه می‌کنیم که ماتریس مطابق رابطه (۱۷) به دست می‌آید:

رابطه (۱۷)

$$X = \begin{bmatrix} y_{11}+0.5 & y_{12}+0.5 & \dots & y_{1m}+0.5 \\ y_{21}+0.5 & y_{22}+0.5 & \dots & y_{2m}+0.5 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{n1}+0.5 & y_{n2}+0.5 & \dots & y_{nm}+0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

و از آن به عنوان ماتریس ورودی برنامه matlab استفاده می‌کنیم. در این قسمت با استفاده از برنامه matlab و با توجه به مفاهیم آنتروپی شانون و تئوری سیستم‌های خاکستری به محاسبه وزن معیارها، ضریب رابطه خاکستری و اولویت‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری می‌پردازیم که نتایج آن به شرح جداول (۱) و (۲) و (۳) می‌باشد.

جدول ۱- وزن معیارها

وزن معیار	معیار
[۰.۰۴۷۲ ۰.۲۴۲۹]	شارپ
[۰.۲۶۶۴ ۰.۲۷۲۳]	ترینر
[۰.۲۵۷۴ ۰.۲۶۳۸]	جنسن
[۰ ۰.۲۲۰۹]	سورتینو

جدول ۲- ضرایب رابطه خاکستری

۰.۹۰۸۱	۰.۷۲۹۳	۰.۹۹۳۵	۰.۹۹۴۲	۰.۹۷۵۵	۱	۰.۹۳۹۳	۱
۰.۶۹۵۱	۰.۷۱۱۸	۰.۹۹۴۰	۰.۹۸۸۸	۰.۹۸۸۶	۰.۹۲۲۹	۰.۷۳۲۷	۰.۴۱۰۳
۱	۰.۷۴۷۷	۱	۰.۹۸۵۷	۰.۹۸۴۰	۰.۹۳۸۰	۱	۰.۴۱۲۶
۰.۹۰۸۱	۰.۶۷۹۲	۰.۹۱۳۵	۰.۹۸۷۸	۰.۹۸۹۱	۰.۹۴۱۷	۰.۹۱۷۷	۰.۳۶۳۹
۰.۶۲۲۲	۱	۰.۹۷۱۵	۱	۱	۰.۹۲۰۵	۰.۶۸۳۸	۰.۴۲۷۴
۰.۵۳۲۷	۰.۵۷۴۰	۰.۹۶۰۷	۰.۹۷۴۸	۰.۹۸۳۰	۰.۹۰۷۷	۰.۶۲۱۹	۰.۳۳۸۸
۰.۳۶۳۱	۰.۷۲۹۳	۰.۸۷۴۵	۰.۹۸۷۸	۰.۹۳۶۰	۰.۸۹۶۸	۰.۵۳۶۴	۰.۳۶۳۹
۰.۳۵۸۷	۰.۵۶۳۱	۰.۹۲۵۵	۰.۹۸۲۶	۰.۹۶۹۴	۰.۸۹۲۶	۰.۵۱۶۵	۰.۳۳۳۳

جدول ۳- درجه رابطه خاکستری

صندوق سرمایه‌گذاری	درجه رابطه خاکستری
بانک ملی	۱.۴۹۱۴
خبرگان	۱.۳۲۸۵
سهم آشنا	۱.۳۵۵۷
پیشناز	۱.۳۲۵۰
پویا	۱.۳۹۸۲
حافظ	۱.۲۵۳۴
آرین	۱.۲۵۴۳
بانک صادرات	۱.۲۲۶۶

با مرتب نمودن درجه امکان رابطه خاکستری که در جدول فوق ارائه شده است، ترتیب اولویت صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک مشخص می‌شود. جدول (۴) اولویت این صندوق‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴- اولویت‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری

رتبه	صندوق سرمایه‌گذاری
۱	بانک ملی
۲	پویا
۳	سهم آشنا
۴	خبرگان
۵	پیشناز
۶	آرین
۷	حافظ
۸	بانک صادرات

#### ۸. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این پژوهش متدولوژی جدیدی را به منظور مطالعه ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک فعال در بازار سرمایه ایران با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه ارائه می‌دهد. مطالعات پیشین با ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری سر و کار دارند در این تحقیق با توجه به تعداد کم صندوق‌ها در بازه زمانی مورد نظر و با توجه به اینکه تاریخ شروع فعالیت آنها یکسان نبوده است (نقص اطلاعات) از تئوری سیستم‌های خاکستری استفاده شده است که کارایی آن در مطالعات پیش از این ثابت شده است.

پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی:

- اضافه نمودن معیارهای جدید از قبیل نسبت ارزیابی، نسبت ترینر تعدیل شده، نسبت پتانسیل مطلوب می‌تواند کارآمدی مدل را افزایش دهد.

- استفاده از سایر فنون تصمیم‌گیری مانند ELECTRE، TOPSIS و VIKOR و ارزیابی کارآمدی آنها در مقایسه با روش بکارگرفته شده در این تحقیق.
- استفاده از نظر خبرگان به منظور انعکاس بهتر سبک تفکر انسانی که به نظر می‌رسد منجر به نتایج قابل اتکا می‌شود.

## ۹. منابع

۱. اسلامی بیدگلی غلامرضا، تهرانی رضا، شیرازیان زهرا. بررسی رابطه میان عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری براساس سه شاخص ترینر، جنسن و شارپ با اندازه و نقد شوندگی آنها، تحقیقات مالی، ۱۳۸۴، ۱۹: ۳-۲۴.
۲. اصغری‌پور محمد جواد. (۱۳۸۹). تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. جعفری سرشت داوود، شناخت صندوق مشترک سرمایه‌گذاری، تهران، مدیریت پژوهش توسعه و مطالعات اسلامی، ۱۳۸۶ [گزارش].
۴. چهارسوقی سیدکمال، البدوی امیر، اصفهانی پور اکبر، انتخاب سبد سهام در بورس با رتبه‌بندی صنایع و شرکت‌ها، امیرکبیر، ۱۳۸۵، ب-۶۵: ۲۱-۲۸.
۵. خدایی وله زاقرد محمد، فولادوندنیا الهام، ارزیابی عملکرد مدیریت پرتفوی با تاکید بر چارچوب ریسک نامطلوب در شرکت‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، مطالعات مالی، ۱۳۸۹، ۵: ۶۷-۹۰.
۶. راعی رضا، پویان‌فر احمد، مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته، تهران، انتشارات سمت، ۱۳۸۹.
۷. ریاضت فرهاد، بررسی روش‌های تامین مالی و الگوهای سرمایه‌گذاری در صندوق‌های سرمایه‌گذاری اسلامی، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشگاه امام صادق (ع)، ۱۳۷۵.
۸. سعیدی علی، مقدسیان ایمان، ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری سهام در ایران، بورس اوراق بهادار، ۱۳۸۹، ۹: ۵-۲۴.
۹. صفری‌پور محمد حسن، شیخ محمد جواد، بررسی تاثیر دوره سرمایه‌گذاری بر عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۳۸۶، ۵۰: ۹۹-۱۱۸.
۱۰. صفری محسن، ارزیابی عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری فعال در بورس تهران بر اساس شاخص‌های شارپ و ترینر طی سال‌های ۷۶-۸۱، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.
۱۱. عبده تبریزی حسین، شریفیان روح ا...، بررسی اثر ریسک نامطلوب بر عملکرد تعدیل شده بر اساس ریسک شرکت‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بورس اوراق بهادار، ۱۳۸۷، ۱: ۳۵-۷۰.
۱۲. کباری مجتبی، بررسی عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در بورس تهران با استفاده از مدل شارپ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه امام صادق (ع)، ۱۳۸۲.
۱۳. محمدی علی، مولایی نبی، کاربرد تصمیم‌گیری چندمعیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها، مدیریت صنعتی، ۱۳۸۹، ۴: ۱۲۵-۱۴۲.
۱۴. مؤمنی منصور، مباحث نوین تحقیق در عملیات، تهران، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.
۱۵. نظری‌پور محمد نقی، ابراهیمی محبوبه، طراحی صندوق سرمایه‌گذاری مشترک اسلامی در بازار سرمایه، فصلنامه اقتصاد اسلامی، ۱۳۸۸، ۳۳: ۶۳-۹۴.

16. Chang C. & et al, Domestic open-end equity mutual fund performance evaluation using extended TOPSIS method with different distance approaches, expert systems with applications, 2010, 37: 4642-4649.
17. David K, Grey system and grey relational model, ACM SIGICE Bulletin, 1994, 20: 1-9.
18. Dong G, Yamaguchi D, & Nagai M, A grey-based decision making approach to the supplier selection problem, mathematical and computer modeling, 2006, 47: 573-581.
19. Hubner G, How do performance measures perform ?, portfolio selection, 2007, 33(4): 74-74.
20. Jones C, Investment analysis and management , 7<sup>th</sup> ed, Jhon willey & sons, 1998.
21. Kuo M. S, Liang G.S, Combining VIKOR with GRA techniques to evaluate service quality of airports under fuzzy environment, Expert systems with applications, 2011, 38: 1304-1312.
22. Liu S, Lin Y, Grey information theory and practical applications, london, springer, 2006.
23. Makridakis S, Andersen A, Carbon R, The accuracy of extrapolation (time series) method; results of a forecasting competition, Forecasting, 1982, 1: 111-153.
24. Pendaraki K, Zopounidis C, Doumpos M, On the construction of mutual fund portfolios: A multicriteria methodology and an application to the Greek market of equity mutual funds, Operational research, 2005, 163: 472-481.
25. Reilly F, Norton E, investments, 7th ed, south western ohio, Thomson, 2006.
26. Sortino F, Lee N.P, Performance measurement in a downside risk framework, Investing, 1994, 3(3): 59-64.
27. Wiecek M, & et al, Multiple criteria decision making for engineering, Omega, 2008, 36: 337-339.