نشریـه علمـی
دانش مالی تحلیل اوراق بهادار
سال سیزدهم، شماره چهل‌و هشتم
زمستان ۱۳۹۹

ارزیابی عملکرد بنگاه های سرمایه گذاری تحت عدم قطعیت

پژمان پیکانی[۱]
عمران محمدی[۲]
فرهاد حسین زاده لطفی[۳]
رضا تهرانی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۰۱

چکیده

صندوق ها و شرکت های سرمایه گذاری یکی از مهم ترین نهاد ها و ساز و کار های مفید سرمایه گذاری در بازار های سرمایه هستند. از این رو ارزیابی عملکرد آنها با هدف شناسایی بنگاه های سرمایه گذاری کارآمد و هم چنین ارائه راه کار اصلاحی برای بنگاه های نا کارآمد، امری ضروری است. هدف از پژوهش پیش رو ارائه یک رویکرد نوین به منظور ارزیابی عملکرد و طبقه بندی شرکت های سرمایه گذاری در شرایط عدم قطعیت می باشد. با توجه به ساختار دو مرحله ای حاکم بر بنگاه های سرمایه گذاری، در این پژوهش از رویکرد تحلیل پوششی داده های شبکه ای به منظور ارزیابی عملکرد هر یک از مراحل و کل شرکت سرمایه گذاری، استفاده می گردد. هم چنین به منظور در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در داده ها، مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای بازه ای با ساختار دو مرحله ای ارائه می گردد. با بهره گیری از داده های مربوط به ۱۰ شرکت سرمایه گذاری فعال در بورس اوراق بهادار تهران، رویکرد پیشنهادی پژوهش پیاده سازی شده است و تمامی شرکت ها مورد ارزیابی و طبقه بندی قرار گرفته اند. نتایج مربوط به مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای بازه ای مبتنی بر رویکرد غیر مشارکتی، حاکی از توانمندی و کارآمدی رویکرد پیشنهادی پژوهش در ارزیابی عملکرد و طبقه بندی بنگاه های سرمایه گذاری تحت عدم قطعیت داده ها است.

واژه‌های کلیدی: شرکت های سرمایه گذاری، ارزیابی عملکرد، ساختار دو مرحله ای، داده های بازه ای، تحلیل پوششی داده های شبکه ای.

۱- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران. pejman.peykani@yahoo.com
۲- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران. e_mohammadi@iust.ac.ir
۳- استاد گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) farhad@hosseinzadeh.ir
۴- استاد گروه مدیریت مالی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. rtehrani@ut.ac.ir

۱- مقدمه

شرکت ها و صندوق های سرمایه گذاری از جایگاه قابل توجهی در ایفای نقش واسطه مالی در بازار های سرمایه برخوردار می باشند. بدین صورت که منابع مالی را از سرمایه گذاران جمع آوری نموده و در سبد متنوعی از اوراق بهادار هم چون سهام، اوراق قرضه، ابزارهای کوتاه مدت بازار پول و غیره با توجه به هدف شرکت و صندوق، به صورت حرفه ای سرمایه گذاری می کنند (ابراهیم نژاد، برکچیان و غنی پور ۱۳۹۷).

لازم به ذکر است که بنگاه های سرمایه گذاری با ایفای نقش واسطه مالی و تبدیل سرمایه گذاری افراد غیر حرفه ای از حالت مستقیم به غیر مستقیم، دارای مزایای قابل توجهی برای سرمایه گذاران و بازار های مالی می باشند. از جمله مهم ترین مزایای بنگاه های سرمایه گذاری مذکور، می توان به مدیریت حرفه ای، انعطاف پذیری و تنوع بخشی اوراق بهادار، کاهش ریسک سرمایه گذاری، نظارت و شفافیت اطلاعاتی، صرفه جویی نسبت به مقیاس، پایین بودن هزینه معاملات اشاره نمود (رستمی و تاج الدین، ۱۳۹۶). با توجه به نقش انکار ناپذیر و جایگاه مهم بنگاه های سرمایه گذاری در بازار های مالی، ارائه رویکردی توانمند با هدف ارزیابی عملکرد بنگاه های سرمایه گذاری به منظور شناسایی بنگاه های کارآمد و هم چنین ارائه راه کار اصلاحی برای بنگاه های نا کارآمد، ضرورت می یابد (صادقی مقدم، علی بخشی و خلیلی، ۱۳۹۴).

رویکرد تحلیل پوششی داده ها یکی از توانمند ترین و پرکاربرد ترین روش های ارزیابی عملکرد می باشد که اولین بار توسط چارنز، کوپر و رودز (۱۹۷۸) تحت بازده به مقیاس ثابت ارائه گردید و در ادامه توسط بنکر، چارنز و کوپر (۱۹۸۴) تحت بازده به مقیاس متغیر تعمیم داده شد (امروز نژاد و یانگ، ۲۰۱۸). روش تحلیل پوششی داده ها، تا کنون دارای کاربردهای فراوان در حوزه های مختلف، از جمله حوزه ارزیابی عملکرد بنگاه های سرمایه گذاری بوده است. به عنوان نمونه می توان به مطالعه تاجمیر ریاحی، اسمعیلی اتوئی و حبیبی (۱۳۹۵) اشاره نمود که در آن به بررسی کارایی صندوق های سرمایه گذاری مشترک با استفاده از مدل های کلاسیک تحلیل پوششی داده ها پرداخته شده است. هم چنین در پژوهشی دیگر، عادلی (۱۳۹۵) نیز به منظور رتبه بندی صندوق های سرمایه گذاری مشترک در ایران از تکنیک تحلیل پوششی داده ها استفاده نموده است.

لازم به ذکر است که در ارزیابی عملکرد بنگاه های سرمایه گذاری، در نظر گرفتن ساختار داخلی واحد سرمایه گذاری امری ضروری است. زیرا در صورت عدم در نظر گرفتن ساختار درونی واحد ها و روابط درون سازمانی در محاسبه کارایی، اگر یکی از مراحل یا زیر واحد ها خوب عمل نکند، منشأ این ناکارایی در محاسبه کارایی شناسایی نمی شود و این موضوع پیامد های نامطلوبی به همراه خواهد داشت. لذا با توجه به اهمیت این موضوع و نکات مطرح شده، برای برطرف نمودن مشکلات مذکور و در نظر گرفتن ساختار درونی واحد ها در محاسبه کارایی، بایستی از مدل های تحلیل پوششی داده های شبکه ای به جای مدل های کلاسیک تحلیل پوششی داده ها به منظور ارزیابی عملکرد بنگاه های سرمایه گذاری استفاده نمود.

پرماچاندرا، ژو، واتسون و گالاگدرا (۲۰۱۲) با استفاده از مدل توسعه یافته دو مرحله ای تحلیل پوششی داده ها اقدام به ارزیابی عملکرد صندوق های سرمایه گذاری نموده اند. سپس در ادامه و در پژوهشی مشابه، گالاگدرا، واتسون، پرماچاندرا و چن (۲۰۱۶)، ساختار پیشنهادی ارائه شده در پرماچاندرا، ژو، واتسون و گالاگدرا (۲۰۱۲) را تعمیم دادند. بدین صورت که مدل دو مرحله ای پیشنهادی آنها شامل خروجی مازاد در مرحله اول می باشد که سیستم را ترک می کند و به مرحله دوم وارد نمی شود. لازم به ذکر است که در هر دو پژوهش مذکور، از رویکرد میانگین حسابی به منظور مدل سازی و در نظر گرفتن رابطه بین کارایی مراحل اول و دوم با کارایی کل بهره گرفته شده است. هم چنین مدل های ارائه شده با استفاده از داده های واقعی و به منظور ارزیابی عملکرد خانواده های صندوق

های سرمایه گذاری ایالت متحده آمریکا، پیاده سازی شده اند.

در فرآیند ارزیابی عملکرد بنگاه های سرمایه گذاری با بهره گیری از تحلیل پوششی داده های دو مرحله ای، در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در داده ها و شاخص های ارزیابی، می توانند منجر به تطابق هر چه بیشتر مدل و رویکرد ارائه شده با ویژگی های بازار های مالی گردند. زیرا عدم قطعیت یکی از موارد غیر قابل اجتناب در بازار های مالی و فرآیند سرمایه گذاری می باشد و در نظر گرفتن و چگونگی برخورد با آن در هنگام ارزیابی و رتبه بندی واحد ها با استفاده از تحلیل پوششی داده ها، امری بسیار ضروری است.

لذا با توجه به نکات مطرح شده، هدف از این پژوهش، ارائه مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای بازه ای با ساختار دو مرحله ای به منظور ارزیابی عملکرد شرکت های سرمایه گذاری تحت عدم قطعیت داده ها می باشد. لازم به ذکر است که در ارائه مدل پیشنهادی پژوهش از رویکرد بازی غیر مشارکتی (پیشرو و پسرو) استفاده می گردد. هم چنین در نهایت رویکرد ارائه شده در پژوهش با استفاده از داده های واقعی مستخرج از بورس اوراق بهادار تهران، پیاده سازی و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند.

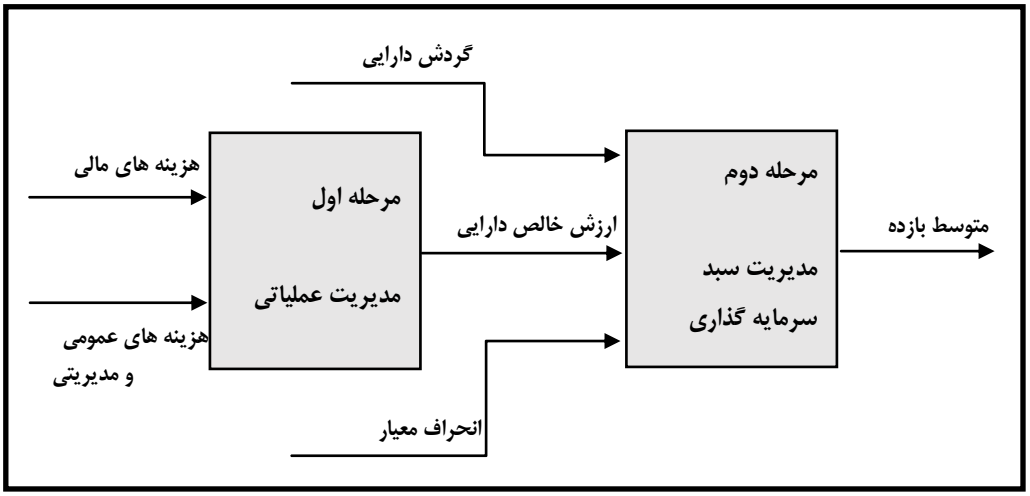
۲- مبانی نظری پژوهش

در این بخش به ارائه توضیحات مورد نیاز در مورد ساختار شرکت های سرمایه گذاری پرداخته می شود. هم چنین مدل و رویکرد پایه تحلیل پوششی داده های شبکه ای که در ادامه و در ارائه مدل پیشنهادی پژوهش مورد استفاده قرار خواهد گرفت نیز معرفی می گردد.

۲-۱- ساختار پیشنهادی شرکت های سرمایه گذاری

لازم به ذکر است که تا کنون مطالعات اندکی در حوزه ارزیابی عملکرد صندوق های سرمایه گذاری با استفاده از تحلیل پوششی داده های شبکه ای صورت پذیرفته است. به عبارت دیگر تا پیش از پژوهش پرماچاندرا، ژو، واتسون و گالاگدرا (۲۰۱۲)، ساختار داخلی و روابط موجود در صندوق های سرمایه گذاری در محاسبه کارایی آنها لحاظ نمی گردید. در صورتی که طبق مطالعات اخیر صورت گرفته، ساختار حاکم بر بنگاه های سرمایه گذاری را می توان به صورت یک سیستم دو مرحله ای در نظر گرفت. بدین صورت که در مرحله اول، مدیریت بنگاه سرمایه گذاری تلاش می کند تا از سرمایه گذاران جذب سرمایه کند و در مرحله دوم، اقدام به یک سرمایه گذاری مناسب و تشکیل سبد دارایی به منظور کسب بازدهی مطلوب و قابل قبول نماید.

به منظور درک بیشتر توضیحات ارائه شده و آشنایی با چگونگی عملکرد بنگاه های سرمایه گذاری، یک شمای کلی از ساختار داخلی آنها در شکل (۱) نشان داده شده است.



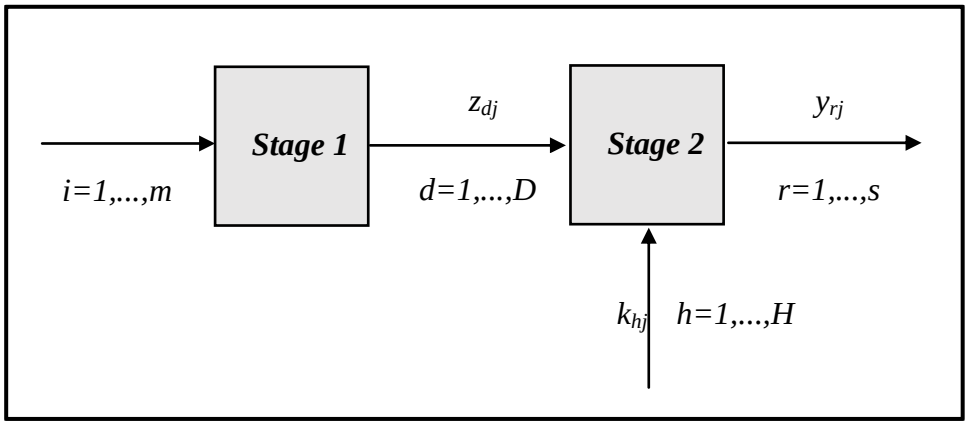
شکل۱: ساختار پیشنهادی شرکت های سرمایه گذاری

همان طور که در شکل (۱) نیز ملاحظه می شود، یک بنگاه سرمایه گذاری در صورت دارای عملکرد مطلوب می باشد که در هر دو مرحله داخلی خویش یعنی مدیریت عملیات و مدیریت سبد سرمایه گذاری، دارای عملکرد مناسب باشد. هم چنین همان طور که پیش تر نیز مطرح شد، با توجه به ساختار دو مرحله ای حاکم بر شرکت های سرمایه گذاری، بایستی از رویکرد تحلیل پوششی داده های شبکه ای به منظور ارزیابی عملکرد آنها بهره گرفت (پرماچاندرا، ژو، واتسون و گالاگدرا، ۲۰۱۶).

۲-۲- مدل تحلیل پوششی داده های دو مرحله ای مبتنی بر رویکرد رهبر و پیرو

یکی از رویکرد های پرکاربرد در مدل سازی تحلیل پوششی داده های شبکه ای با ساختار دو مرحله ای، رویکرد بازی غیر مشارکتی (رهبر و پیرو) می باشد. این رویکرد مبتنی بر این پیش فرض است که در یک ساختار دو مرحله ای، یکی از مراحل دارای اهمیت بیشتری می باشد که مرحله مذکور را مرحله رهبر (پیشرو) و مرحله دیگر را مرحله پیرو (پسرو) می نامند. با توجه به اهمیت بیشتر مرحله رهبر، ابتدا باید کارایی این مرحله محاسبه و حداکثر شود، سپس با توجه به مقدار کارایی این مرحله، کارایی مرحله پیرو نیز تعیین می گردد (لی، چن، لیانگ و ژایه، ۲۰۱۲). از برتری های این رویکرد می توان به توانایی در نظر گرفتن ساختار داخلی واحد ها، تجزیه منحصر به فرد کارایی، در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم گیرنده در مورد اهمیت هر یک از مراحل و سادگی آن اشاره نمود.

با توجه به ساختار دو مرحله ای ارائه شده در شکل (۲)، فرض کنید n واحد تصمیم گیرنده دو مرحله ای وجود داشته باشد به طوری که واحد تصمیم گیرنده j ام $(j=1,...,n)$ با استفاده از ورودی $(x_{1j},...,x_{mj})$ در مرحله اول، خروجی $(z_{1j},...,z_{Dj})$ را تولید می کند. سپس در مرحله دوم، $(z_{1j},...,z_{Dj})$ را به همراه $(k_{1j},...,k_{Hj})$ مورد استفاده قرار داده و خروجی های نهایی $(y_{1j},...,y_{sj})$ را به دست می دهد.



شکل۲: نمایش ساختار مدل پیشنهادی پژوهش به منظور مدل سازی

با توجه به توضیحات داده شده، اکنون در ادامه مدل های مربوطه برای محاسبه کارایی هر مرحله و کارایی نهایی تحت هر یک از حالات مختلف که کدام مرحله به عنوان مرحله رهبر در نظر گرفته شود، ارائه می گردند. با در نظر گرفتن مرحله اول به عنوان پیشرو و مرحله دوم به عنوان پسرو، ابتدا کارایی مرحله اول با استفاده از مدل (۱) محاسبه می گردد:

مدل (۱)

$$\alpha_0^1 = \text{Max} \ \frac{\sum_{d=1}^{D} w_d \ z_{d0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i \ x_{i0}}$$

$$\text{S.t.} \quad \frac{\sum_{d=1}^{D} w_d \ z_{dj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i \ x_{ij}} \le 1, \quad \forall j$$

$$v_i \ , w_d \ge 0, \quad \forall i, d$$

لازم به ذکر است که مدل (۱) یک مدل ریاضی از نوع کسری می باشد که به راحتی با استفاده از تبدیلات چارنز و کوپر (۱۹۶۲) و هم چنین در نظر گرفتن ماهیت ورودی محور، تبدیل به یک مدل خطی در قالب مدل (۲) می گردد:

مدل (۲)

$$\alpha_0^1 = \text{Max} \ \sum_{d=1}^{D} w_d \ z_{d0}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{i=1}^{m} v_i \ x_{i0} = 1$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \ z_{dj} - \sum_{i=1}^{m} v_i \ x_{ij} \le 0, \quad \forall j$$

$$v_i \ , w_d \ge 0, \quad \forall i, d$$

اکنون پس از محاسبه مقدار کارایی مرحله اول، به منظور محاسبه مقدار کارایی مرحله دوم از مدل (۳) به صورت زیر استفاده می شود:

مدل (۳)

$$\alpha_0^2 = \text{Max} \ \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r \ y_{r0}}{\sum_{h=1}^{H} g_h \ k_{h0} + \sum_{d=1}^{D} w_d \ z_{d0}}$$

$$\text{S.t.} \quad \frac{\sum_{d=1}^{D} w_d \ z_{dj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i \ x_{ij}} \le 1, \quad \forall j$$

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r \ y_{rj}}{\sum_{h=1}^{H} g_h \ k_{hj} + \sum_{d=1}^{D} w_d \ z_{dj}} \le 1, \quad \forall j$$

$$\frac{\sum_{d=1}^{D} w_d \ z_{d0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i \ x_{i0}} = \alpha_0^{1*}$$

$$v_i \ , w_d \ , g_h \ , u_r \ge 0, \quad \forall i, d, h, r$$

لازم به ذکر است که در مدل (۳)، α_0^{1*} نشان دهنده جواب بهینه حاصل از اجرای مدل (۲) می باشد. همان طور که ملاحظه می گردد این مدل نیز همانند مدل (۱)، کسری می باشد. لذا بایستی همانند مدل کسری پیشین به خطی سازی آن با استفاده از تبدیلات چارنز و کوپر (۱۹۶۲) پرداخته شود. با فرض ماهیت ورودی محور، مدل (۳) تبدیل به یک مدل خطی به صورت زیر می گردد:

مدل (۴)

$$\alpha_0^2 = \text{Max} \quad \sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{r0}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{h0} + \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{d0} = 1$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{dj} - \sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{ij} \le 0, \quad \forall j$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{rj} - \sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{hj} - \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{dj} \le 0, \quad \forall j$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{d0} - \alpha_0^{1*} \sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{i0} = 0$$

$$v_i, w_d, g_h, u_r \ge 0, \quad \forall i, d, h, r$$

و در نهایت نیز مقدار کارایی کل واحد تصمیم گیرنده بر اساس رابطه (۵) محاسبه می گردد:

رابطه (۵) $$\alpha_0^* = \alpha_0^{1*} * \alpha_0^{2*}$$

همان طور که در رابطه (۵) نیز ملاحظه می شود، یک واحد تصمیم گیرنده در صورتی کارای کل است که در هر دو زیر مرحله خویش کارا باشد.

هم چنین در صورتی که مرحله اول به عنوان پسرو و مرحله دوم به عنوان پیشرو در نظر گرفته شوند، به راحتی می توان به طریق مشابه به محاسبه کارایی ها پرداخت. بدین صورت که ابتدا کارایی مرحله دوم با استفاده از مدل (۶) محاسبه می گردد:

مدل (۶)

$$\beta_0^2 = \text{Max} \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{r0}}{\sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{h0} + \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{d0}}$$

$$\text{S.t.} \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{rj}}{\sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{hj} + \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{dj}} \le 1, \quad \forall j$$

$$w_d, g_h, u_r \ge 0, \quad \forall d, h, r$$

مدل (۶) با استفاده از تبدیلات چارنز و کوپر (۱۹۶۲) و هم چنین در نظر گرفتن ماهیت ورودی محور، تبدیل به یک مدل خطی در قالب مدل (۷) می گردد:

مدل (۷)

$$\beta_0^2 = \text{Max} \quad \sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{r0}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{h0} + \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{d0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{rj} - \sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{hj} - \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{dj} \le 0, \quad \forall j$$

$$w_d, g_h, u_r \ge 0, \quad \forall d, h, r$$

سپس به منظور محاسبه کارایی مرحله اول از مدل (۸) استفاده می شود. لازم به توضیح است که در مدل (۸)، β_0^{2*} بیانگر جواب بهینه حاصل از اجرای مدل (۷) می باشد.

مدل (۸)

$$\beta_0^1 = \text{Max} \quad \frac{\sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{d0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{i0}}$$

$$\text{S.t.} \quad \frac{\sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{dj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{ij}} \le 1, \quad \forall j$$

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{rj}}{\sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{hj} + \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{dj}} \le 1, \quad \forall j$$

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{r0}}{\sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{h0} + \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{d0}} = \beta_0^{2*}$$

$$v_i, w_d, g_h, u_r \ge 0, \quad \forall i, d, h, r$$

همانند مدل های کسری پیشین، فرم خطی مدل (۸) به صورت مدل (۹) ارائه می گردد:

مدل (۹)

$$\beta_0^1 = \text{Max} \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{d0}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{i0} = 1$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{dj} - \sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{ij} \le 0, \quad \forall j$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{rj} - \sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{hj} - \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{dj} \le 0, \quad \forall j$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{r0} - \beta_0^{2*}\left(\sum_{h=1}^{H} g_h\, k_{h0} + \sum_{d=1}^{D} w_d\, z_{d0}\right) = 0$$

$$v_i, w_d, g_h, u_r \ge 0, \quad \forall i, d, h, r$$

و در نهایت نیز مقدار کارایی کل واحد تصمیم گیرنده تحت بررسی با بهره گیری از رابطه (۱۰) محاسبه می گردد:

رابطه (۱۰)

$$\beta_0^* = \beta_0^{1*} * \beta_0^{2*}$$

اکنون پس از آشنایی با چگونگی مدل سازی مدل های دو مرحله ای تحلیل پششی داده ها در هر دو حالت پیشرو و پسرو بودن هر یک از مراحل، در ادامه، در بخش روش شناسی پژوهش به ارائه روش پیشنهادی پژوهش پرداخته می شود.

۳- روش شناسی پژوهش

در این بخش به ارائه رویکرد پیشنهادی پژوهش به منظور ارزیابی عملکرد و طبقه بندی شرکت های سرمایه گذاری با در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در داده ها با هدف تطابق بیشتر مدل ارائه شده با ویژگی های بازار های مالی، پرداخته می شود. بدین منظور از رویکرد تحلیل بازه ای در مدل سازی تحلیل پوششی داده های شبکه ای با ساختار دو مرحله ای استفاده می شود که در ادامه به توضیح رویکرد مذکور و چگونگی مدل سازی مربوطه پرداخته می شود. لازم به ذکر است سوالات اصلی تحقیق پیش رو عبارتند از:

- ضرورت ارزیابی عملکرد صندوق های سرمایه گذاری در قالب یک ساختار شبکه ای به چه دلیل می باشد؟
- در نظر گرفتن عدم قطعیت چه تاثیری بر نتایج مربوط به کارایی و طبقه بندی صندوق های سرمایه گذاری دارد؟

۳-۱- مدل پیشنهادی ارزیابی عملکرد شرکتهای سرمایه گذاری تحت عدم قطعیت

همان طور که پیش تر نیز مطرح شد به منظور در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در داده ها از رویکرد تحلیل پوششی داده های بازه ای ارائه شده توسط دسپوتیس و اسمیرلیس (۲۰۰۲) در مدل سازی به کار گرفته می شود. از این رویکرد در شرایطی استفاده می شود که داده های غیر قطعی به صورت یک بازه و دارای کران بالا و کران پایین هستند.

لازم به توضیح است که در این روش، نتایج کارایی نیز همانند داده های مورد استفاده، در قالب یک بازه می باشند که کران بالا و پایین بازه به ترتیب نشان دهنده مقادیر خوشبینانه و بدبینانه کارایی واحد تحت بررسی می باشند. با در نظر گرفتن داده های مورد استفاده در مدل پژوهش به صورت $x_{ij} \in \left[\underline{x}_{ij}, \overline{x}_{ij}\right]$، $z_{dj} \in \left[\underline{z}_{dj}, \overline{z}_{dj}\right]$ و $k_h \in \left[__j, \bar{k}\right]$ و $y_{rj} \in \left[\underline{y}_{rj}, \overline{y}_{rj}\right]$، در ادامه مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای بازه ای با ساختار دو مرحله ای به منظور ارزیابی عملکرد شرکت های سرمایه گذاری در شرایط عدم قطعیت داده ها تحت حالتی که مرحله اول به عنوان پیشرو و مرحله دوم به عنوان پسرو در نظر گرفته شود، ارائه می گردد. بدین صورت که با لحاظ نمودن مرحله اول به عنوان رهبر و مرحله دوم به عنوان پیرو، مقدار کران پایین کارایی مرحله اول با استفاده از مدل (۱۱) محاسبه می گردد:

مدل (۱۱)

$$\underline{\alpha}_0^1 = \text{Max} \sum_{d=1}^{D} w_d \underline{z}_{d0}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{i=1}^{m} v_i \bar{x}_{i0} = 1$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \underline{z}_{d0} - \sum_{i=1}^{m} v_i \bar{x}_{i0} \le 0$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \bar{z}_{dj} - \sum_{i=1}^{m} v_i \underline{x}_{ij} \le 0, \quad \forall j \ne 0$$

$$v_i, w_d \ge 0, \quad \forall i, d$$

هم چنین کران بالای کارایی مرحله اول نیز با استفاده از مدل (۱۲) به صورت زیر اندازه گیری می شود.

مدل (۱۲)

$$\bar{\alpha}_0^1 = \text{Max} \sum_{d=1}^{D} w_d \bar{z}_{d0}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{i=1}^{m} v_i \underline{x}_{i0} = 1$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \bar{z}_{d0} - \sum_{i=1}^{m} v_i \underline{x}_{i0} \le 0$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \underline{z}_{dj} - \sum_{i=1}^{m} v_i \bar{x}_{ij} \le 0, \quad \forall j \ne 0$$

$$v_i, w_d \ge 0, \quad \forall i, d$$

اکنون پس از محاسبه کران های پایین و بالای کارایی مرحله اول با توجه به نتایج حاصل از حل مدل های (۱۱) و (۱۲)، اقدام به محاسبه بازه کارایی مربوط به مرحله دوم می شود. توجه به این نکته ضروری است که محاسبه کران پایین و کران بالای کارایی مرحله دوم به سادگی امکان پذیر نیست. علت این امر عدم مشخص بودن روند کارایی مرحله دوم می باشد که به ازای کدام یک از کران های مرحله اول، ابتدا و انتهای بازه کارای مرحله دوم حاصل می شود. از این رو با توجه به این نکته که $\alpha_0^1 \in \left[\underline{\alpha}_0^{1*}, \bar{\alpha}_0^{1*}\right]$، بایستی مدل (۱۳) به ازای هر دو مقدار $\underline{\alpha}_0^{1*}$ و $\bar{\alpha}_0^{1*}$ حل گردد و در نهایت جواب بهینه تابع هدف که به ازای هر یک از مقادیر کمتر باشد، بیانگر کران پایین کارایی مرحله دوم است.

مدل (۱۳)

$$\underline{\alpha}_0^2 = \text{Max} \sum_{r=1}^{s} u_r \underline{y}_{r0}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{h=1}^{H} g_h \bar{k}_{h0} + \sum_{d=1}^{D} w_d \bar{z}_{d0} = 1$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \underline{z}_{d0} - \sum_{i=1}^{m} v_i \bar{x}_{i0} \le 0$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \bar{z}_{dj} - \sum_{i=1}^{m} v_i \underline{x}_{ij} \le 0, \quad \forall j \ne 0$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r \underline{y}_{r0} - \sum_{h=1}^{H} g_h \bar{k}_{h0} - \sum_{d=1}^{D} w_d \bar{z}_{d0} \le 0$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r \bar{y}_{rj} - \sum_{h=1}^{H} g_h \underline{k}_{hj} - \sum_{d=1}^{D} w_d \underline{z}_{dj} \le 0, \quad \forall j \ne 0$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \underline{z}_{d0} - \left(\alpha_0^1\right) \sum_{i=1}^{m} v_i \bar{x}_{i0} = 0$$

$$v_i, w_d, g_h, u_r \ge 0, \quad \forall i, d, h, r$$

به همین طریق به منظور اندازه گیری کران بالای کارایی مرحله دوم، مدل (۱۴) به ازای هر دو مقدار $\underline{\alpha}_0^{1*}$ و $\bar{\alpha}_0^{1*}$ اجرا می شود و با توجه به جواب بهینه تابع هدف که به ازای کدام یک از مقادیر بیشتر می باشد، مقدار کران بالای کارایی مرحله دوم نیز محاسبه می شود.

مدل (۱۴)

$$\bar{\alpha}_0^2 = \text{Max} \sum_{r=1}^{s} u_r \bar{y}_{r0}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{h=1}^{H} g_h \underline{k}_{h0} + \sum_{d=1}^{D} w_d \underline{z}_{d0} = 1$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \bar{z}_{d0} - \sum_{i=1}^{m} v_i \underline{x}_{i0} \le 0$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \underline{z}_{dj} - \sum_{i=1}^{m} v_i \bar{x}_{ij} \le 0, \quad \forall j \ne 0$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r \ \overline{y}_{r0} - \sum_{h=1}^{H} g_h \ \underline{k}_{h0} - \sum_{d=1}^{D} w_d \ \underline{z}_{d0} \le 0$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r \ \underline{y}_{rj} - \sum_{h=1}^{H} g_h \ \overline{k}_{hj} - \sum_{d=1}^{D} w_d \ \overline{z}_{dj} \le 0, \quad \forall j \ne 0$$

$$\sum_{d=1}^{D} w_d \ \overline{z}_{d0} - \left(\alpha_0^1\right) \sum_{i=1}^{m} v_i \ \underline{x}_{i0} = 0$$

$$v_i \ , w_d \ , g_h \ , u_r \ge 0, \quad \forall i, d, h, r$$

و در نهایت نیز کران پایین و بالای کارایی کل واحد تحت بررسی تحت عدم قطعیت داده ها به ترتیب از رابطه های (۱۵) و (۱۶) محاسبه می گردند:

$$\underline{\alpha}_0^* = \underline{\alpha}_0^{1*} * \underline{\alpha}_0^{2*}$$ رابطه ۱۵)

$$\overline{\alpha}_0^* = \overline{\alpha}_0^{1*} * \overline{\alpha}_0^{2*}$$ رابطه ۱۶)

لازم به ذکر است که از مدل ها و روابط (۱۱) الی (۱۶) در صورتی استفاده می شود که مرحله مدیریت عملیات نسبت به مرحله مدیریت سبد سرمایه گذاری از اهمیت بیشتری برای تصمیم گیرنده برخوردار باشد. هم چنین در صورتی که مرحله مدیریت سبد سرمایه گذاری نسبت به مرحله مدیریت عملیات از اهمیت بیشتری برخوردار باشد، به راحتی می توان به طریق مشابه با استفاده از مدل های (۷) و (۹) و رابطه (۱۰)، به محاسبه کران پایین و بالای کارایی های مراحل دوم، اول و کل پرداخت.

۳-۲- رویکرد پیشنهادی طبقه بندی شرکت های سرمایه گذاری تحت عدم قطعیت

طبقه بندی شرکت های سرمایه گذاری این امکان را فراهم می نماید تا بتوان شرکت های مختلف را از لحاظ نحوه عملکرد در گروه هایی با درجه کیفی مشابه، تقسیم بندی نمود. بدین منظور پس از حل مدل های تحلیل پوششی داده های شبکه ای بازه ای، با توجه به اینکه کارایی هر یک از واحد های تصمیم گیرنده در یک بازه قرار می گیرد، می توان شرکت ها را به شرح ذیل طبقه بندی نمود:

- گروه اول واحدهایی که در بهترین و بدترین شرایط ارزیابی، کارا هستند. به عبارت دیگر:

$$\Phi^{++} = \left\{ DMU_j \mid \Phi_j^L = \Phi_j^U = 1 \right\}$$

- گروه دوم واحدهایی که تنها در بهترین شرایط ارزیابی، کارا هستند و در بدترین شرایط، ناکارا می باشند. به عبارت دیگر:

$$\Phi^{+} = \left\{ DMU_j \mid \Phi_j^L < 1, \ \Phi_j^U = 1 \right\}$$

- گروه سوم واحدهایی که در بهترین و بدترین شرایط ارزیابی، ناکارا می باشند. به عبارت دیگر:

$$\Phi^{-} = \left\{ DMU_j \mid \Phi_j^U < 1 \right\}$$

لازم به ذکر است که طبقه بندی مذکور می تواند علاوه بر ارزیابی کلی واحد تحت بررسی، به تفکیک برای هر یک از مراحل اول و دوم نیز مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اینکه در رویکرد پیشنهادی پژوهش، کارایی کل برابر حاصل ضرب کارایی مراحل اول و دوم می باشد، لذا می توان بین نوع طبقه بندی کلی با طبقه بندی مراحل، روابط زیر را استخراج نمود:

- در صورتی که واحد تحت بررسی هم از لحاظ مرحله اول و هم مرحله دوم دارای درجه Φ^{++} باشد، آن گاه از لحاظ کلی نیز دارای درجه Φ^{++} است.
- در صورتی که واحد تحت بررسی هم از لحاظ مرحله اول و هم مرحله دوم دارای درجه Φ^{+} باشد، آن گاه از لحاظ کلی نیز دارای درجه Φ^{+} است.
- در صورتی که واحد تحت بررسی هم از لحاظ مرحله اول و هم مرحله دوم دارای درجه Φ^{-} باشد، آن گاه از لحاظ کلی نیز دارای درجه Φ^{-} است.
- در صورتی که واحد تحت بررسی در یکی از مراحل اول یا دوم دارای درجه Φ^{-} باشد، آن گاه از لحاظ کلی نیز دارای درجه Φ^{-} است.

همان طور که ملاحظه می شود، می توان با استفاده از روابط بالا اقدام به طبقه بندی بنگاه های سرمایه گذاری تحت عدم قطعیت داده ها به سه گروه Φ^{++}، Φ^{+} و Φ^{-} نمود (پیکانی و محمدی، ۲۰۱۸).

۴- یافته های پژوهش

در این بخش به پیاده سازی رویکرد ارائه شده در پژوهش با استفاده از داده های واقعی پرداخته می شود. بدین منظور داده های مربوط به ده شرکت سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار تهران برای سال ۱۳۹۵ از نرم افزار ره آورد نوین استخراج گردیده اند. لازم به توضیح است که به منظور افزایش ضریب اطمینان و صحت نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد واحد ها و هم چنین با توجه به دیدگاه پیشبینانه حاکم بر فرآیند ارزیابی، یک نوسان ده درصدی در تمامی داده ها در نظر گرفته شده و در نهایت یک بازه به جای یک عدد قطعی برای هر یک از شاخص ها ایجاد شده است. نتایج مربوط به کارایی مرحله اول، مرحله دوم و کل هر ده شرکت سرمایه گذاری و طبقه بندی آنها به ترتیب در جداول (۱) و (۲) آورده شده اند:

جدول ۱. نتایج مربوط به ارزیابی عملکرد شرکت های سرمایه گذاری

شرکت های سرمایه گذاری	مرحله اول		مرحله دوم		کل	
	کران پایین	کران بالا	کران پایین	کران بالا	کران پایین	کران بالا
ش. س. ۱	۰/۱۵۸۴۹۶	۰/۳۵۳۶۷۳	۰/۵۹۵۸۵۹	۱	۰/۰۹۴۴۴۱	۰/۳۵۳۶۷۳
ش. س. ۲	۰/۳۷۵۸۹۶	۰/۸۳۸۸۵۰	۰/۱۸۸۲۴۹	۰/۴۰۹۳۲۸	۰/۰۷۰۷۶۲	۰/۳۴۳۳۶۵
ش. س. ۳	۰/۵۱۷۷۱۳	۱	۰/۰۹۴۴۹۷	۰/۲۱۰۵۹۶	۰/۰۴۸۹۲۲	۰/۲۱۰۵۹۶
ش. س. ۴	۱	۱	۰/۰۷۹۶۴۶	۰/۱۷۷۷۳۷	۰/۰۷۹۶۴۶	۰/۱۷۷۷۳۷
ش. س. ۵	۰/۱۰۳۵۳۲	۰/۲۳۱۰۰۹	۰/۲۶۶۵۳۰	۱	۰/۰۲۷۵۹۴	۰/۲۳۱۰۰۹
ش. س. ۶	۰/۰۷۹۲۶۰	۰/۱۷۶۸۷۰	۰/۸۲۷۸۷۵	۱	۰/۰۶۵۶۱۷	۰/۱۷۶۸۷۰
ش. س. ۷	۰/۱۹۰۷۴۸	۰/۴۲۵۶۶۱	۰/۲۴۶۵۱۵	۰/۵۵۰۱۱۲	۰/۰۴۷۰۲۲	۰/۲۳۴۱۶۱
ش. س. ۸	۱	۱	۰/۰۳۴۷۹۰	۰/۰۷۸۶۲۳	۰/۰۳۴۷۹۰	۰/۰۷۸۶۲۳
ش. س. ۹	۰/۷۱۷۸۹۹	۱	۰/۴۷۱۰۵۱	۱	۰/۳۳۸۱۶۷	۱
ش. س. ۱۰	۰/۷۱۱۷۹۰	۱	۰/۳۹۹۲۶۴	۰/۸۹۱۱۹۲	۰/۲۸۴۱۹۲	۰/۸۹۱۱۹۲

جدول ۲. طبقه بندی شرکت های سرمایه گذاری

شرکت های سرمایه گذاری	مرحله اول	مرحله دوم	کل
ش. س. ۱	Φ^{-}	Φ^{+}	Φ^{-}
ش. س. ۲	Φ^{-}	Φ^{-}	Φ^{-}
ش. س. ۳	Φ^{+}	Φ^{-}	Φ^{-}
ش. س. ۴	Φ^{++}	Φ^{-}	Φ^{-}
ش. س. ۵	Φ^{-}	Φ^{+}	Φ^{-}
ش. س. ۶	Φ^{-}	Φ^{++}	Φ^{-}
ش. س. ۷	Φ^{-}	Φ^{-}	Φ^{-}
ش. س. ۸	Φ^{++}	Φ^{-}	Φ^{-}
ش. س. ۹	Φ^{+}	Φ^{+}	Φ^{+}
ش. س. ۱۰	Φ^{+}	Φ^{-}	Φ^{-}

لازم به ذکر است که در محاسبه کارایی شرکت های سرمایه گذاری، فرض بر اولویت مرحله اول نسبت به مرحله دوم بوده است. همان طور که در جداول (۱) و (۲) مشاهده می شود، شرکت سرمایه گذاری ۹ دارای کران بالای کارایی برابر با مقدار ۱ و درجه کیفی Φ^+ در هر یک از مراحل اول و دوم و کل سیستم می باشد. هم چنین با توجه به جدول (۲)، ملاحظه می گردد که تمامی روابط منطقی مستخرج در بخش پیشین نیز برقرار می باشند. به عنوان نمونه تمامی شرکت هایی که در یکی از زیر مراحل خویش دارای درجه Φ^- هستند، از لحاظ کلی نیز در گروه Φ^- قرار گرفته اند.

به منظور تفسیر کاربردی نتایج نیز توجه به این نکته ضروری است که از میان تمامی شرکت ها، تنها شرکت سرمایه گذاری ۹ از ثبات مطلوبی در عملکرد برخوردار است. از این رو شرکت مذکور می تواند الگوی مناسبی برای مدیران دیگر شرکت های سرمایه گذاری نیز باشد. هم چنین با توجه به اینکه دو شرکت سرمایه گذاری ۲ و ۷ تحت تمامی حالات نا کارا بوده اند، لزوم بررسی دقیق تر و بازنگری در نحوه مدیریت آنها، بسیار ضروری به نظر می رسد.

در پایان این بخش و در پاسخ به سوالات اصلی پژوهش، به وضوح ملاحظه می شود که در نظر گرفتن ساختار داخلی و عدم قطعیت موجود در داده های مالی در فرآیند ارزیابی عملکرد شرکت های سرمایه گذاری، منجر به نتایج قابل اعتمادتری می گردد.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مقاله، به ارائه یک مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای غیرقطعی به منظور ارزیابی عملکرد و طبقه بندی بنگاه های سرمایه گذاری تحت عدم قطعیت داده ها پرداخته شد. لازم به ذکر است که بدین منظور از روش تحلیل بازه ای و رویکرد پیشرو و پسرو در مدل سازی بهره گرفته شد. هم چنین به ارزیابی عملکرد ده شرکت سرمایه گذاری فعال در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ارائه شده در پژوهش پرداخته شد که نتایج حاکی از توانمندی مدل مذکور در ارزیابی عملکرد واحد های شبکه ای با ساختار دو مرحله ای تعمیم یافته می باشد. به منظور پیشنهادات آتی نیز می توان از دیگر رویکردهای حوزه برنامه ریزی عدم قطعیت هم چون برنامه ریزی ریاضی فازی به منظور برخورد با عدم قطعیت موجود در داده ها بهره گرفت (پیکانی، محمدی، رستمی مال خلیفه و حسین زاده لطفی، ۲۰۱۹). هم چنین می توان ساختار پیشنهادی توسط گالاگدرا، رشدی، فوکویاما و ژو (۲۰۱۸) و گالاگدرا (۲۰۱۹) را مبنای ارزیابی عملکرد صندوق های سرمایه گذاری در ایران قرار داد.

فهرست منابع

* ابراهیم نژاد، علی؛ برکچیان، سید مهدی؛ غنی پور، مجید. (۱۳۹۷). ارزیابی فعالیت‌های گزارش نشده صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک با استفاده از معیار شکاف بازده. تحقیقات مالی، ۲۰(۱)، ۳۳-۵۲.
* تاجمیر ریاحی، حامد؛ اسمعیلی اتوئی، سلمان؛ حبیبی، محمد حسن. (۱۳۹۵). بررسی کارایی صندوق های سرمایه گذاری مشترک براساس مدل های تحلیل پوششی داده ها. مدیریت تولید و عملیات، ۷(۱)، ۸۳-۱۰۲.
* رستمی، محمد رضا؛ تاج الدین، فاطمه. (۱۳۹۶). رابطهٔ پویا بین جریان‌های نقدی تجمعی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران: رویکرد هم‌انباشتگی پنهان. تحقیقات مالی، ۱۹(۳)، ۴۳۹-۴۵۶.
* صادقی مقدم، محمد رضا؛ علی بخشی، رضا؛ خلیلی، الهام. (۱۳۹۴). ارزیابی صندوق‌های سرمایه گذاری مشترک برگزیدهٔ موجود در بازار سرمایهٔ ایران با روشی ترکیبی از TOPSIS، VIKOR و تکنیک مشابهت. تحقیقات مالی، ۱۷(۲)، ۲۵۹-۲۸۲.

* عادلی، امید علی. (۱۳۹۵). ارزیابی رتبه بندی صندوق های سرمایه گذاری مشترک در ایران. اقتصاد مالی، ۱۰(۳۶)، ۸۷-۱۰۴.
* Adeli, O. (2016). Evaluating the Rankings of Mutual Funds in Iran. Financial Economics, 10(36), 87-104. (In Persian)
* Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science, 30(9), 1078-1092.
* Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429-444.
* Charnes, A., Cooper, W.W., (1962). Programming with Linear Fractional Functionals. Naval Research Logistics Quarterly, 9, 181–185.
* Despotis, D. K., & Smirlis, Y. G. (2002). Data Envelopment Analysis with Imprecise Data. European Journal of Operational Research, 140(1), 24-36.
* Ebrahimnejad, A., Barakchian, S, & Ghanipour, M. (2018). An Analysis of the Unobserved Actions of Iranian Mutual Funds using Return Gap Criteria. Financial Research, 20(1), 33-52. (In Persian)
* Emrouznejad, A., & Yang, G. L. (2018). A Survey and Analysis of the First 40 Years of Scholarly Literature in DEA: 1978–2016. Socio-Economic Planning Sciences, 61, 4-8.
* Galagedera, D. U. (2019). Modelling Social Responsibility in Mutual Fund Performance Appraisal: A Two-Stage Data Envelopment Analysis Model with Non-Discretionary First Stage Output. European Journal of Operational Research, 273(1), 376-389.
* Galagedera, D. U., Roshdi, I., Fukuyama, H., & Zhu, J. (2018). A New Network DEA Model for Mutual Fund Performance Appraisal: An Application to US Equity Mutual Funds. Omega, 77, 168-179.
* Galagedera, D. U., Watson, J., Premachandra, I. M., & Chen, Y. (2016). Modeling Leakage in Two-Stage DEA Models: An application to US Mutual Fund Families. Omega, 61, 62-77.
* Li, Y., Chen, Y., Liang, L., & Xie, J. (2012). DEA Models for Extended Two-Stage Network Structures. Omega, 40(5), 611-618.
* Peykani, P., & Mohammadi, E. (2018). Interval Network Data Envelopment Analysis Model for Classification of Investment Companies in the Presence of Uncertain Data, Journal of Industrial and Systems Engineering, 11, Special issue: 14th International Industrial Engineering Conference, 63-72.
* Peykani, P., Mohammadi, E., Rostamy-Malkhalifeh, M., & Hosseinzadeh Lotfi, F. (2019). Fuzzy data envelopment analysis approach for ranking of stocks with an application to Tehran stock exchange. Advances in Mathematical Finance and Applications, 4(1), 31-43.
* Premachandra, I. M., Zhu, J., Watson, J., & Galagedera, D. U. (2012). Best-Performing US Mutual Fund Families from 1993 to 2008: Evidence from a Novel Two-Stage DEA Model for Efficiency Decomposition. Journal of Banking & Finance, 36(12), 3302-3317.
* Premachandra, I. M., Zhu, J., Watson, J., & Galagedera, D. U. (2016). Mutual fund industry performance: A network data envelopment analysis approach. In Data Envelopment Analysis, 165-228. Springer, Boston, MA.
* Rostami, M, & Tajeddin, F. (2017). Dynamic Relations between Aggregate Mutual Fund Flows and Tehran Stock Exchange's Index: A Hidden Co-integration Approach. Financial Research, 19(3), 439-456. (In Persian)
* Sadeghi Moghadam, M., Alibakhshi, R, & Khalili, E. (2015). An Assessment of Selected Mutual Funds in Iran Stock Market Using a Combined Method of TOPSIS, VIKOR and Similarity-Based Approach. Financial Research, 17(2), 259-282. (In Persian)
* Tajmir Riyahi, H., Esmaeili, S, & Habibi, M. H. (2016). Evaluating the Efficiency of Mutual Funds Based on DEA Models. Production and Operations Management, 7(1), 83-102. (In Persian)