مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره هشتم / پاییز ۱۳۹۰

به کارگیری رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در ارزیابی سهام و تشکیل پرتفلیو

کامران پاکیزه[۱]
حسین فلاح طلب[۲]

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۳
تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۸

چکیده

مسئله ی انتخاب پرتفلیو شامل پارامترهای مبهم بسیاری است و مجموعه فازی یک ابزار قدرتمند برای مقابله با عدم قطعیت مربوط به متغییرهای بازارهای مالی و رفتار سرمایه‌گذاران می‌باشد. این مقاله یک شیوه تصمیم گیری با معیارهای چندگانه فازی[۱] (FMCDM) برای ارزیابی ۱۰ سهم از بورس اوراق بهادار تهران و تشکیل سبد سهام را ارائه می دهد. روش فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی فازی[۲] (FAHP) برای مشخص نمودن وزن معیارها برطبق اولویت‌های دو سرمایه‌گذار به کار گرفته شده است. عملکرد گزینه‌های سرمایه‌گذاری نسبت به هر معیار به وسیله عبارات کیفی کلامی[۳] بررسی می‌شود و در انتها نسبت‌های مناسب هر سهم در پرتفلیو بر پایه ارزیابی عملکرد هر گزینه، پیشنهاد می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که نرخ بازده مورد انتظار سالانه پرتفلیو تشکیل شده به کمک روش فوق بیشتر از بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران در طی سال ۸۹ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تشکیل پورتفوی، تصمیم گیری چند معیاره، متغییرهای زبانی، Fuzzy AHP، Fuzzy SAW

۱. مقدمه

مارکویتز در مسئله انتخاب پرتفلیوی استاندارد خود فرض می کند که همه سرمایه گذاران انتخابهای خود را بر اساس دو معیار بازدهی و ریسک انجام می دهند[۱]. این در

۱- استادیار گروه حسابداری و مالی، دانشگاه علوم اقتصادی تهران
K.Pakizeh@ses.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مالی، دانشگاه علوم اقتصادی تهران Hosein.falahtalab@ses.ac.ir

حالی است که تحقیقات زیادی همگی نادیده گرفتن سایر ترجیحات سرمایه گذاران را در مدل مارکویتز مورد انتقاد قرار داده اند[۲،۳،۴]. معمولاً سرمایه گذار در مسئله انتخاب پرتفلیو به طور همزمان اهداف متعارضی مثل بازدهی، ریسک و نقدشوندگی را به کار می برد. تکنیکهای برنامه ریزی چند هدفه مثل برنامه ریزی آرمانی و برنامه ریزی توافقی برای انتخاب پرتفلیویی که به بهترین شکل اهداف و ترجیحات سرمایه گذار را برآورده می سازد، به کار می رود. ماتثیاس ایرگات و همکارانش از رویکرد تصمیم گیری چندمعیاره برای بهینه سازی پرتفلیو استفاده کردند[۵]. شیوه های بهینه سازی چند هدفه با استفاده از الگوریتمهای ژنتیک به طور فعالی به وسیله بسیاری از نویسندگان، مورد مطالعه قرار گرفته اند. الگوریتمهای ژنتیک برای ایجاد مرزهای کارا با دو یا سه هدف مفید هستند و به این ترتیب تصمیم گیری به راحتی بر اساس مرزهای کارای مجازی صورت می گیرد[۶]. با پیچیده تر شدن روز افزون بازارهای مالی کسب درآمد برای سرمایه گذاران در محیط های اقتصادی سخت تر شده است ، از طرف دیگر در چنین شرایطی فرصتهای مناسبی نیز برای سرمایه گذاری وجود دارند[۸]. انتظارات سرمایه گذاران آنان را به سرمایه گذاری در ابزارهای مالی متفاوت هدایت می کند. اولین مطالعه در مورد ایجاد و بهینه سازی پرتفلیو، مدل میانگین واریانس است که توسط مارکویتز (۱۹۵۲) معرفی گردید. این مدل بر پایه ی توزیع نرمال از بازده مورد انتظار سهام ارائه شده است[۱]. با افزایش عدم قطعیت در محیطهای پیچیده ی اقتصادی ، استفاده از شاخصهای آماری برای دستیابی به نتایج قابل قبول ناکافی می نماید. بر طبـق آنچه لطفی‌زاده (۱۹۷۵) بیان کرد، بیان کمّی و تشریح متعارف چنین پدیده ها و متغییرهایی تا حد زیادی دشوار می باشد و کاربرد متغییرهای کیفی کلامی در این موقعیتها لازم است [۷]. در عمل، یک سرمایه گذار با توجه به مجموعه ای از معیارها که به طور ضمنی بیانی از بازده سهام و یا نسبتهای مالی می باشد ، معامله می نماید. از آنجایی که ترجیحات این سرمایه گذاران نسبت به این معیارها اغلب به صورت تشریحی و کیفی اند و نه به صورت کمّی ، این مسائل اغلب شامل عدم قطعیت ذهنی می باشد [۸].

یکی از قدرتمند ترین ابزارها برای مقابله با عدم قطعیت ناشی از پیچیدگی بازارها و رفتار تصمیم گیری سرمایه گذاران تئوری مجموعه ی فازی است [۹] . علاوه بر این مسئله ی انتخاب پرتفلیو یک مسئله ی تصمیم گیری با معیارهای چندگانه(MCDM) است و از

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرتفلیوهای پیچیده ای به وسیله ی "ساعتی" در ۱۹۸۰ [۱۰] و "دورِر" در ۱۹۹۷ [۱۱] مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در مسئله ی تصمیم گیری چند معیاره، تصمیم گیرنده یا تصمیم گیرندگان اغلب نیاز به انتخاب و یا رتبه بندی گزینه هایی با ویژگیهای ناملموس و گاهی متضاد دارند . این مسائل در دنیای واقعی نیز به دفعات رخ می دهد. برای مثال در مسائل مالی بسیاری از متغییرهای بیرونی همانند عوامل اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فناوری، و همچنین متغییرهای درونی مانند اهداف سرمایه گذاران، سودآوری، امنیت سرمایه گذاری و بسیاری عوامل دیگر در انتخاب گزینه های سرمایه گذاری موثر است [۱۲] . مطالعات کمی در مورد مسئله ی انتخاب پرتفلیو به کمک FUZZY MCDM وجود دارد.

این مقاله تئوری مجموعه ی فازی [۱۵] را برای مساله ی ارزیابی سهام و تشکیل پرتفلیو به کار می گیرد. در این مقاله رویکردهای AHP فازی و روش مجموع ساده ی وزین فازی[۴] برای ارزیابی عملکرد ۱۰ سهم و تشکیل پرتفلیوی سهام در بورس اوراق بهادار تهران طی سال ۱۳۸۹ استفاده شده است. موضوع را به این ترتیب ادامه خواهیم داد: در بخش ۲ رویکرد MCDM فازی معرفی خواهد شد، در بخش ۳ مسئله ی فازی انتخاب پرتفلیو مطرح می شود و در بخش ۴ نتایج تحقیق را مشاهده خواهید کرد.

۲. مبانی نظری

۲-۱. رویکرد MCDM فازی

ترکیبی از تئوری فازی و فنون تصمیم گیری با معیارهای چندگانه را MCDM فازی (FMCDM) گویند. مسئله ی MCDM ابتدا به بخشهای جداگانه ای تقسیم می شود. گزینه ها و معیارهای متفاوت انتخاب سهم بر پایه ی دیدگاه متفاوت سهامداران تعریف می گردند. سپس مجموعه ای محدود از گزینه ها (سهم های مورد نظر) می تواند بر پایه ی معیارهای تعریف شده ارزیابی گردد. انتخاب روش مناسب اندازه گیری معیارها می تواند تحلیل گر را در فرآیند ارزیابی و تعیین بهترین گزینه ها یاری نماید . مانند بسیاری از موارد، تعدادی از معیارها برای ارزیابی عملکرد مورد توجه قرار می گیرند. در این مطالعه

یک رویکرد FMCDM در ارزیابی سهام و تشکیل پرتفلیو برای ایجاد یک مدل ارزیابی عملکرد برای سرمایه گذاران استفاده شده است . گامهای کلی این روش به صورت زیر است : ۱) بررسی شاخصهای عملکرد سهام برای تعیین معیارهایی جهت ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از ارزیابی عملکرد ۲) استفاده از AHP فازی برای یافتن اوزان فازی معیارها به وسیله ی متغییرهای کلامی ۳)استفاده از روش SAW فازی برای رتبه بندی عملکرد سهام ۴) ایجاد پرتفلیو با توجه به عملکرد سهام مورد نظر.

۱-۱-۲. AHP فازی

این مطالعه از روش AHP فازی برای تعیین اوزان معیارهای ناشی از قضاوتهای ذهنی هر تصمیم گیرنده استفاده می کند.AHP توسعه داده شده توسط ساعتی [۱۶] یک ابزار سودمند تصمیم گیری در مسئله ی تصمیم گیری چند معیاره است. باکلی روش AHP ساعتی را به گونه ای برای کاربرد اعداد فازی به جای اعداد دقیق توسعه داد[۱۷]. بنابراین در این مطالعه روش باکلی و AHP فازی را به کار می بریم. رویکرد ارزیابی AHP فازی در ادامه به اختصار آمده است.

۱-۱-۱-۲. اعداد فازی

اعداد فازی یک زیر مجموعه ی فازی از اعداد حقیقی اند، که با گسترش رویکرد فواصل اطمینان معرفی شده اند. با توجه به تعریف لارهووان و پیدرکس [۱۸] یک عدد فازی مثلثی[۵] (TFN) باید خصوصیات زیر را دارا باشد.

یک عدد فازی همانند $\tilde{A}$ روی R یک TFN است اگر تابع عضویت[۶] آن یعنی $\mu_{\tilde{A}}(x): R \to [0,1]$ برابر باشد با [۱۸]:

$$\mu(x) = \begin{cases} (x-L)/(M-L) & ,L \le x \le M \\ (U-x)/(U-M) & ,M \le x \le U \\ 0 & , \quad Otherwise \end{cases} \qquad (1)$$

به طوریکه L و U کرانهای بالا و پایین عدد فازی $\tilde{A}$ می باشند، به همین ترتیب M مقدار میانی مدل است. یک عدد فازی مثلثی می تواند به صورت $\tilde{A} = (L, M, U)$ مشخص شود.

۲-۱-۱-۲. متغیرهای کلامی

بیان کمّی برخی پدیده ها تا حد زیادی دشوار می باشد و کاربرد متغییرهای کیفی کلامی در این موقعیتها لازم است [۷] . تکنیک محاسباتی که در این مقاله برای تبدیل متغیرهای ذهنی به اعداد فازی به کار برده ایم از روشی که "مان" در سال ۱۹۹۴ به کار برد [۱۹] و ما آن را در جدول ۱ آورده ایم، تبعیت می نماید. متغیر های کیفی کلامی برای ارزیابی درجات اهمیتی که سرمایه گذار در مقایسات زوجی معیارها در روشFAHP در نظر می گیرد استفاده می شوند. به عنوان یک روش برای سنجش و مقایسه ی معیارها، عملکرد گزینه ها برای هر معیار از طریق مؤلفه های کیفی کلامی همچون "خیلی خوب"،"خوب"، "مناسب"، "ضعیف" و "خیلی ضعیف" بیان می شود [۲۰] . فرآیند تعیین وزن معیارها به کمک روش FAHP می تواند به صورت زیر خلاصه شود:

جدول ۱. تابع عضویت مربوط به مقیاسهای کلامی

اعداد فازی	متغییرهای کلامی	مقیاس اعداد فازی
$\tilde{1}$	با اهمیت یکسان	(1,1,3)
$\tilde{3}$	کمی مهم تر	(1,3,5)
$\tilde{5}$	مهم تر	(3,5,7)
$\tilde{7}$	بسیار مهم تر	(5,7,9)
$\tilde{9}$	مطلقا مهم تر	(7,9,9)

گام۱. ساخت ماتریس های مقایسات زوجی عناصر/ معیارها مربوط به سیستم سلسله مراتبی. اختصاص دادن اصطلاحات کلامی به مقایسات زوجی (درایه های ماتریس) در پاسخ به این سئوال که کدام یک از هر زوج عنصر/معیار مهمتر است.

گام۲. استفاده از تکنیک میانگین هندسی برای تعریف میانگین هندسی فازی و وزن های فازی از هر معیار از طریق فرمول های زیرکه بوسیله باکلی در سال ۱۹۸۵ ارائه شده است [۲۱] :

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \ldots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n} \quad (2)$$

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \ldots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \quad (3)$$

به طوریکه $\tilde{a}_{in}$ ارزش فازی مقایسه ی معیار i با معیار n است ، بنابراین $\tilde{r}_i$ میانگین هندسی ارزش مقایسات فازی معیار i با دیگر معیارها، و $\tilde{w}_i$ وزن فازی iامین معیار است که می تواند به صورت عدد فازی مثلثی $\widetilde{W}_i = (Lw_i, Mw_i, Uw_i)$ بیان شود به طوریکه Lw_i, Mw_i, Uw_i مقادیر پایینی، میانی و بالایی وزن فازی iامین معیاراند.

۲-۱-۲. SAW فازی

مراحل اجرای روش SAW فازی می تواند به صورت زیر بیان گردد :

(۱) سنجش گزینه ها: استفاده از مقیاس متغیر های کلامی به منظور بیان عملکرد معیارها. به وسیله کاربرد عباراتی همچون "خیلی‌خوب"، "خوب"، "نسبتاًخوب"، "ضعیف" و "خیلی‌ضعیف" ، سرمایه گذاران می توانند قضاوتهای ذهنی خود را از عملکرد هر گزینه نسبت به هر معیار بیان کنند و هر متغیر کلامی می تواند بر یک TFN که در محدوده ی ۰ تا ۱۰۰ قرار می گیرد ، دلالت کند. $\widetilde{E}_{ij}^{k}$ را مقدار عملکرد فازی از نظر سرمایه گذار k در گزینه ی iام تحت معیار jام در نظر بگیرید ودر نهایت ارزش تمامی گزینه ها به وسیله ی $\widetilde{E}_{ij}^{K} = (LE_{ij}^{K}, ME_{ij}^{K}, UE_{ij}^{K})$ معرفی خواهد شد . در این مقاله از مفهوم مقدار میانگین برای یکپارچه نمودن مقادیر قضاوت فازی از M سرمایه گذار استفاده می نماییم که در زیر معادله مربوطه را آورده ایم:

$$\widetilde{E}_{ij} = (1/m) \otimes (\widetilde{E}_{ij}^{1} \oplus \widetilde{E}_{ij}^{2} \oplus \ldots \oplus \widetilde{E}_{ij}^{m}) \qquad (4)$$

مقادیر مربوط به نقاط پایانی LE_{ij}، ME_{ij} و UE_{ij} می تواند از میانگین عدد فازی $\widetilde{E}_{ij}$ بوسیله روش باکلی که در زیر آمده است، بدست آید:

$$LE_{ij} = \frac{\sum_{K=1}^{m} LE_{ij}^{K}}{m}; ME_{ij} = \frac{\sum_{K=1}^{m} ME_{ij}^{K}}{m}; UE_{ij} = \frac{\sum_{K=1}^{m} UE_{ij}^{K}}{m} \qquad (5)$$

(۲) تصمیم گیری ترکیبی فازی: برطبق وزن هر معیار همانند $\widetilde{W}_J$ که از روش FAHP بدست آمده است، بردار وزنی معیار $\widetilde{W} = (\widetilde{W}_1, \dots, \widetilde{W}_j, \dots, \widetilde{W}_n)^t$ بدست می آید، همچنین ماتریس عملکرد فازی می تواند از مقادیر عملکرد فازی هر گزینه تحت n معیار به صورت $\widetilde{E} = (\widetilde{E}_{ij})$ بدست آید.

عدد فازی $\widetilde{R}_i$ از تصمیم گیری ترکیبی فازی مربوط به هر گزینه، بوسیله عبارت $\widetilde{R}_i = (LR_i, MR_i, UR_i)$ نشان داده می شود، که در آن LR_i, MR_i, UR_i کران بالایی ، میانی و پایینی مقادیر عملکرد ترکیبی گزینه ی iام است ، به طوریکه:

$$(6)\quad LR_i = \sum_{J=1}^{n} LE_{ij} \times LW_j ; MR_i = \sum_{J=1}^{n} ME_{ij} \times MW_j ; UR_i = \sum_{J=1}^{n} UE_{ij} \times UW_j$$

(۳) رتبه بندی عدد فازی: در این مقاله، فرآیند تبدیل عدد فازی بوسیله روش بهترین عملکرد غیرفازی[۷] (BNP) که روشی ساده و پرکاربرد است و در آن نیازی به بدست آوردن اولویت های سرمایه گذاران نیست انجام می گیرد، مقدار BNP عدد فازی $\widetilde{R}_i$ به وسیله ی معادله ی زیر حاصل می شود :

$$(7)\qquad BNP_i = [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)]/3 + LR_i \quad , \forall i$$

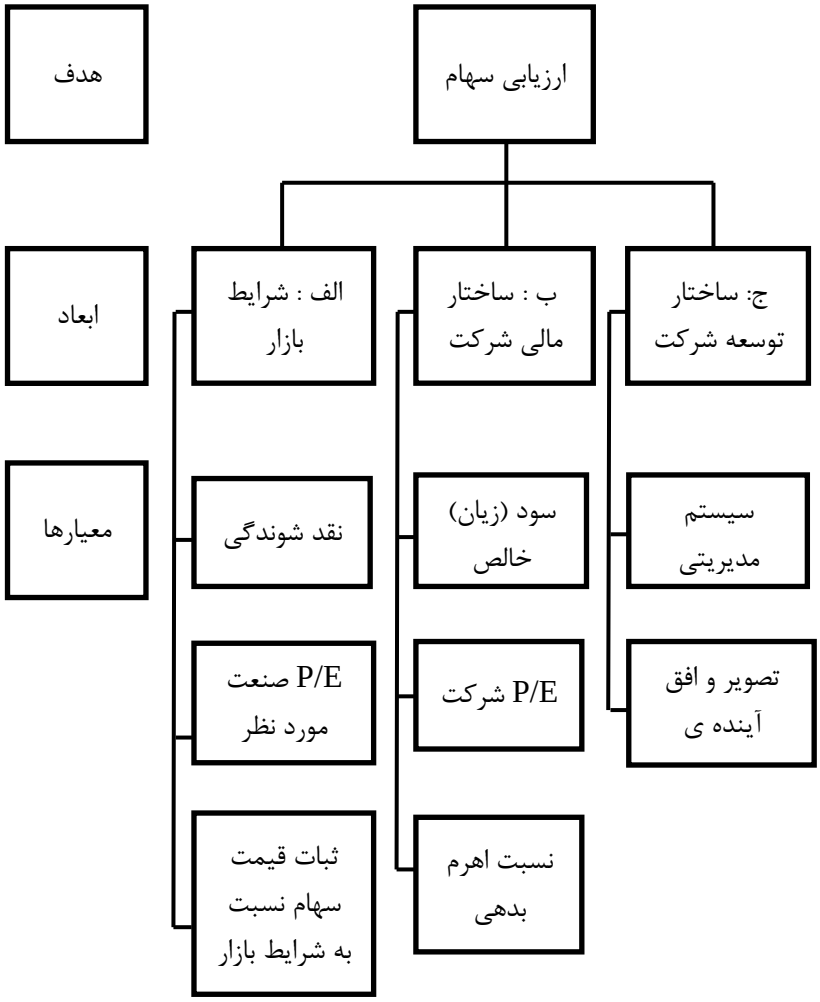
بر طبق مقدار BNP محاسبه شده برای هریک از گزینه ها، رتبه بندی سهام در پرتفلیوی مورد نظر می تواند انجام گیرد [۲۲].

۳. روش‌شناسی تحقیق

در این تحقیق، مسئله‌ی فاری انتخاب پورتفوی به روش ریاضی انتخاب و آزمون گردید بطوریکه، ۱۰ سهم که از بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شده اند، ارزیابی می گردند. این سهام مربوط به صنایع متفاوت بورسی می باشند. ساختار سلسله مراتبی مربوط به ارزیابی این سهام که ابعاد و معیارهای آن بوسیله سرمایه گذاران تعریف می شود را در شکل ۱ آورده ایم.

ابتدا ابعاد (الف، ب و ج) به وسیله ی ۲ سرمایه گذار به کمک مقیاسهای کلامی ارزیابی می شوند ، سپس این مقیاس های کلامی به اعداد فازی تبدیل می گردند، این

مقایسات زوجی در جدول ۲ آورده شده اند. روش میانگین هندسی پیشنهادی باکلی (۱۹۸۵) [۲۱] برای دستیابی به ماتریس ترکیبی مقایسات زوجی (ماتریس ترکیبی مقایسات دو سرمایه گذار) استفاده می شوندکه در جدول ۳ آمده است :



شکل ۱. ساختار سلسله مراتبی ارزیابی سهام

۴. نتایج تحقیق

نتایج حاصل از آزمون داده‌ها به روش موردنظر در تحقیق حاضر بشرح جداول زیر ارائه و تحلیل شده است.

جدول ۲ .

۱- مقایسات زوجی اولین سرمایه گذار

	الف	ب	ج
الف	1	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$
ب		1	$\tilde{5}$
ج			1

۲- مقایسات زوجی دومین سرمایه گذار

	الف	ب	ج
الف	1	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$
ب		1	$\tilde{5}$
ج			1

جدول ۳ . ماتریس مقایسات زوجی ترکیبی برای ابعاد مختلف تصمیم گیری

	الف	ب	ج
الف	1	(1.732;3.873;5.916)	(1.732;3.873;5.916)
ب	(0.169;0.258;0.577)	1	(3;5;7)
ج	(0.169;0.258;0.577)	(0.142;0.2;0.333)	1

میانگین های هندسی فازی (R_i) و سپس اوزان فازی (W_i) به کمک روش میانگین هندسی باکلی (۱۹۸۵) [۲۱] به صورت زیر محاسبه شده اند.

$$r_1 = (1.4423;\ 2.4662;\ 3.2711)$$
$$r_2 = (0.7974;\ 1.0889;\ 1.5929)$$
$$r_3 = (0.2891;\ 0.3724;\ 0.5773)$$

$$w_1 = (0.2650;\ 0.6279;\ 1.2935)$$
$$w_2 = (0.1465;\ 0.2772;\ 0.6299)$$
$$w_3 = (0.0531;\ 0.0948;\ 0.2282)$$

مقدار BNP از اوزان فازی هر بعد/معیار تعیین می شود. عملیات مشابه مقایسات زوجی، محاسبه ی وزنها و تعیین مقادیر BNP برای هر معیار تعیین شده صورت می گیرد. نتایج محاسبات در جدول ۴ آمده است.

هر سرمایه گذار گزینه های سرمایه گذاری را تحت معیارهای تعیین شده و بر اساس عبارات داده شده در جدول ۵ ارزیابی می کند. ارزیابی عملکرد گزینه های سرمایه گذاری توسط سرمایه گذاران نسبت به معیارهای مختلف بر طبق عبارات جدول ۵ در جدول ۶ آورده شده است که اولین عبارت مربوط به سرمایه گذار ۱ و دومین عبارت مربوط به سرمایه گذار ۲ می باشد (از چپ به راست)

.

جدول ۴. وزن ابعاد و معیارها

ابعاد و معیارها	اوزان اولیه			اوزان کلی			BNP
شرایط بازار	0.265	0.627	1.293				0.728
تقد شوندگی	0.286	0.658	1.357	0.075	0.413	1.755	0.748
P/E صنعت	0.116	0.238	0.550	0.030	0.149	0.711	0.297
ثبات قیمت	0.055	0.102	0.275	0.014	0.064	0.356	0.145
ساختار مالی	0.146	0.277	0.629				0.351
سود (زیان) خالص	0.317	0.687	1.354	0.046	0.190	0.853	0.363
P/E	0.073	0.149	0.354	0.010	0.041	0.223	0.091
نسبت اهرم بدهی	0.077	0.163	0.426	0.011	0.045	0.268	0.108
ساختار توسعه	0.053	0.094	0.228				0.125
سیستم مدیریتی	0.591	0.855	1.212	0.031	0.081	0.276	0.129
تصویر و افق آینده شرکت	0.106	0.144	0.218	0.005	0.013	0.049	0.023

جدول ۵ . محدوده ی متغییرهای کلامی برای سرمایه گذاران

عبارت	بسیار ضعیف	ضعیف	مناسب	خوب	بسیار خوب
علامت	Very	Poor(P)	Fair(F)	Good(G)	Very Good(VG)

اختصاری	Poor(VP)				
سرمایه گذار ۱	(0;0;30)	(30;35;40)	(35;50;60)	(55;70;80)	(80;100;100)
سرمایه گذار ۲	(0;0;35)	(30;38;45)	(45;55;70)	(60;80;90)	(85;100;100)

جدول ۶ . عبارت کیفی کلامی انتخاب شده برای گزینه های مختلف به وسیله سرمایه گذاران

معیار / نام شرکت	نقد شوندگی	P/E صنعت	ثبات قیمت سهام	سود (زیان) خالص	P/E	نسبت اهرم بدهی	سیستم مدیریتی	تصویر و افق آینده
شرکت خدمات انفورماتیک	F,F	F,G	F,F	G,VG	G,F	F,P	P,G	G,G
صنایع آذراب	F,G	F,VG	G,P	VP,P	P,G	F,P	P,F	VG,G
مپنا	F,VG	P,G	G,G	P,F	P,G	F,P	G,G	VG,VG
مخابرات ایران	G,F	F,F	G,G	G,F	G,F	F,F	G,G	VG,G
خودروسازی سایپا	G,G	F,F	G,P	P,F	F,F	F,P	G,F	P,P
فولاد مبارکه اصفهان	G,VG	F,G	G,G	G,F	F,G	F,F	P,G	F,VG
سیمان تهران	P,VP	P,P	G,P	P,F	F,F	F,G	P,F	P,P
معدنی‌وصنعتی چادرملو	G,F	F,G	G,F	F,F	F,G	F,VG	G,G	G,G
پتروشیمی شازند	G,F	F,F	G,F	F,F	F,F	F,P	F,G	G,G
بانک‌پارسیان	G,F	F,F	G,F	F,F	F,G	F,P	G,F	F,F

مقادیر میانگین عملکرد فازی به کمک محدوده های مفروض در جدول ۵، به وسیله ی معادله ی ۵ محاسبه می شود. سپس مقادیر عملکرد ترکیبی گزینه های سرمایه گذاری به وسیله ی توابع ضرب و جمع فازی با وزن معیارها به صورت جدول ۷ محاسبه می شود.

بعد از محاسبه ی مقادیر عملکرد ترکیبی ، اعداد فازی باید به اعداد غیر فازی تبدیل شوند . مقادیر BNP برای این مقادیر فازی محاسبه شده و در جدول ۸ آمده اند. رتبه بندی گزینه های سرمایه گذاری بر مبنای BNP محاسبه شده، انجام می گیرد که در جدول ۸

آورده شده است. از جدول ۸ در می یابیم که فولاد مبارکه اصفهان بهترین گزینه ی سرمایه گذاری با توجه به نظرات ۲ سرمایه گذار می باشد و سیمان تهران ضعیف ترین گزینه ی موجود است. به عنوان یکی از نتایج این تحلیل ، نسبت ها (که بر مبنای BNP محاسبه شده اند) می توانند برای تشکیل یک پرتفلیوی مناسب و تعیین وزن سهام هر شرکت در پرتفلیو استفاده شوند. بر مبنای بازده سالانه ی ۱۳۸۹ که اطلاعات آن از وبسایت بورس اوراق بهادار تهران گرفته شده است ، نرخ بازده مورد انتظار سالانه ی پرتفلیوی تشکیل شده به کمک روش فوق برابر ۹۹,۹۱۶ درصد می باشد که بیشتر از بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران در طی این سال (که به میزان ۸۴,۶۷ درصد می باشد) است.

جدول ۷. مقادیر عملکرد ترکیبی گزینه ها

شرکت	کران پایین	میانی	کران بالا
شرکت خدمات انفورماتیک	10.9922	61.3129	320.5943
صنایع آذراب	9.2082	54.4842	291.531
مپنا	11.6625	64.8739	321.1458
مخابرات ایران	12.8175	70.4312	361.0143
خودروسازی سایپا	10.5084	60.6829	316.2563
فولاد مبارکه اصفهان	12.6712	72.4043	361.939
سیمان تهران	6.7532	34.0266	217.3412
معدنی‌وصنعتی‌چادرملو	11.1834	62.8224	333.318
پتروشیمی شازند	10.2447	58.2178	313.8103
بانک‌پارسیان	10.3037	58.2256	315.0483

توجه کنید که برای محاسبه ی درصد بازده در طول سال ۸۹ ، تغییر قیمت سهم، سود تقسیمی سهم در طی این سال، و افزایش سرمایه در صورت وجود لحاظ شده است.

جدول ۸. مقادیر BNP، رتبه بندی و نسبتهای گزینه های سرمایه گذاری

شرکتها	BNP	رتبه بندی	نسبت هر سهم در پرتفلیو	درصد بازده سال ۱۳۸۹	بازده پرتفلیو (حاصل از هر سهم)

شرکت خدمات انفورماتیک	130.9566	5	0.1019	199.078	20.286
صنایع آذراب	118.4078	9	0.0921	29.615	2.727
مپنا	132.5607	4	0.1031	56.309	5.805
مخابرات ایران	148.0877	2	0.1152	109.924	12.663
خودروسازی سایپا	129.1492	6	0.1005	110.414	11.096
فولاد مبارکه اصفهان	149.0048	1	0.1159	114.5	13.270
سیمان تهران	86.04033	10	0.0669	43.915	2.937
معدنی‌وصنعتی‌چادرملو	135.7746	3	0.1056	130.325	13.76
پتروشیمی شازند	127.4243	8	0.0991	102.466	10.154
بانک‌پارسیان	127.8592	7	0.0995	72.548	7.218

۵. نتیجه‌گیری و بحث

در این مقاله ما رویکرد FMCDM را برای مسئله ی انتخاب پرتفلیو در فضای عدم قطعیت به کار بردیم. این رویکرد روشی مناسب و کاربردی برای پشتیبانی از تصمیم گیرندگان در فضای عدم قطعیت می باشد ، که در واقع بر اساس پارامترهای مطلوبیت هر تصمیم گیرنده و تحلیل فرد از شرایط شرکتها و بازار، پرتفلیوی متناسب آن را ایجاد می کند. باید توجه داشته باشیم که تعریف متغییر های کلامی و محدوده های آن برای دستیابی به یک پرتفلیوی قابل قبول بسیار مهم است . در این مقاله از نظرات ۲ سرمایه گذار استفاده شد در حالیکه سرمایه گذاران بیشتری نیز می توانند به این سیستم ارزیابی عملکرد اضافه شوند. در ادامه، ابتدا ۱۰ شرکت از بورس اوراق بهادار تهران به وسیله ی رویکرد FMCDM ارزیابی شدند. سپس نسبت هر سهم در پرتفلیو بر مبنای نرمالیزه کردن مقادیر BNP تعیین شده اند. بر اساس نتایج حاصل، می توان گفت که عامل شرایط بازار مهمترین بُعد (با BNP برابر با ۰,۷۲۸) از بین ابعاد بیان شده و نقدشوندگی سهام مهم ترین معیار تاثیر گذار (با BNP برابر با ۰,۷۴۸) در انتخاب گزینه های سرمایه گذاری از دید سرمایه گذاران است. بازده پرتفلیو بر مبنای ترجیحات سرمایه گذاران ۹۹,۹۱۶ درصد می باشد. تعداد گزینه های سرمایه گذاری را می توان افزایش داد تا تنوع بیشتری را در بر گیرد، همچنین در این صورت می توان گزینه هایی که مقدار BNP کمی دارند را حذف نمود و سپس به محاسبه ی وزن هر دارایی در پرتفلیو پرداخت تا از این طریق تعداد گزینه

های سرمایه گذاری محدودتر شود. در واقع این روش با توجه به ترجیحات سرمایه گذار سطح مطلوبیتی را برای او تعریف کرده، تا در این سطح به بازده مناسبی دست یابد.

فهرست منابع

1) Markowitz, H. (1959). ”Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments”. John Wiley & Sons, New York.
2) Abdelaziz F., Aouni B., Fayedh R, (2005). "Multi-Objective Stochastic Programming for Portfolio Selection", European Journal of Operational Research, Vol. 1, No. 1, pp. 1-13.
3) Andrew W., Constantin p. and Wierzbicki .M, (2003),” IT IS 11 PM-DOYOU KNOW YOUR LIQUIDITY IS? THE MEAN-VARIANCE LIQUIDITY FRONTIER”; Journal of investment management, Vol. 1, No. 1, pp. 55-93.
4) Ralph E. Steuer and Yue Qi, (2005). “Suitable-Portfolio Investors, Nondominated Frontier Sensitivity, and the Effect of Multiple Objectivesn Standard Portfolio Selection”, Terry College of Business, University of GeorgiaAthens, Georgia 30602-6253 USA.
5) Ehrgott, M., Klamroth, K. and Schwehm, C. (2004), “An MCDM approach to portfolio optimization”. European Journal of Operational Research, Vol. 1, No. 155, pp. 752–770.
6) Y.B. Yun, H. Nakayama, T. Tanino, M. Arakawa, (2001), “Generation of efficient frontiers in multi-objective optimization problems by generalized data envelopment analysis”, European Journal of Operational Research ,Vol. 1,No. 1,pp. 55-93.
7) Zadeh LA. (1975)"The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning". Information Science;8(1):199–249; Information Science1975;8(2):301–57.
8) Safak Kiris, Ozden Ustun.(2010), "FUZZY MCDM APPROACH OF STOCKS EVALUATION AND PORTFOLIO SELECTION". Selected papers. International Conference, MEC EurOPT 2010 pp. 330–336
9) S.Wang, S.Zhu. (2002),"On fuzzy portfolio selection problems", Fuzzy Optimization and Decision Making",Vol 1, No 4, pp 361–377
10) T.L. Saaty, P.C. Rogers, R. Bell, (1980),"Portfolio selection through hierarchies", J. Portfolio Manage. Springer 16–21.
11) S. Durer, M. Ahlatcıoglu, F. Tiryaki, Ideal menkul kıymet portfo¨yu¨ olus turmada analitik hiyerars i yaklas ımı, Aras tırma Sempozyumu 94, 21–23 Kasım 1994, Devlet Istatistik Enstitu¨su¨ onferans Salonu, Ankara, Turkey

12) Fatma Tiryaki, Beyza Ahlatcioglu. (2009), "Fuzzy portfolio selection using fuzzy analytic hierarchy process". Information Sciences 179 53–69
13) Tiryaki, F.; Ahlatcioglu, M. (2005). "Fuzzy stock selection using a new fuzzy ranking and weighting algorithm", Applied Mathematics and Computation 170: 144–157.
14) Sevastjanov, P.; Dymova, L. (2009). "Stock screening with use of multiple criteria decision making and optimization", Omega 37: 659–671.
15) Zadeh LA. (1965), "Fuzzy set". Information and control;8(2):338–53
16) Saaty, T. L. (1980)."The analytic hierarchy process". New York: McGraw-Hill.
17) Buckley, J. (1985)."Ranking alternatives using fuzzy numbers", Fuzzy Sets and Systems 17(1): 233–247.
18) Laarhoven PJM, Pedrycz W. (1983)"A fuzzy extension of Saaty's priority theory". Fuzzy Sets Syst;11(3):229–41
19) Mon DL, Cheng CH, Lin JC. (1994), "Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight". Fuzzy Sets Syst;62(2):127–34
20) Chiou HK, Tzeng GH. (2001), "Fuzzy hierarchical evaluation with grey relation model of green engineering for industry". Int J Fuzzy Syst;3(3):466–75.
21) Buckley JJ. (1985), "Fuzzy hierarchical analysis". Fuzzy Sets Syst; 17(1):233–47.

یادداشت‌ها

1 . Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM)
2 . Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)
3 .Linguistic Terms
4 .Fuzzy Simple Additive Weighting (FSAW)
5 . Triangular Fuzzy Number (TFN)
6 . Membership function
7 . Best Nonfuzzy Performance Value (BNP)