



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
سال پنجم / شماره هفدهم / بهار ۱۳۹۵

ارزیابی نقدشوندگی سهام شرکت‌ها بر مبنای شاخص‌های کمی و عوامل مکنون با تکنیک بهینه‌سازی فازی – گروهی چند هدفه مبتنی بر سیستم نسبت

رضا شیخ

دکترای مدیریت تولید و عملیات؛ استادیار دانشگاه صنعتی شاهرود (نویسنده مسئول)
resheikh@gmail.com

آزاده حجار

دانشجوی کارشناسی ارشد MBA، دانشگاه صنعتی شاهرود،
hajjar_azadeh@yahoo.com

مریم آذری تاکامی

کارشناسی ارشد MBA، دانشگاه صنعتی شاهرود،
Maryam.azari90@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۸

چکیده

میزان نقدشوندگی سهام به عنوان یکی از اصلی‌ترین دغدغه‌های سرمایه‌گذاران باعث شده تا پژوهشگران مطالعات گسترده‌ای در حوزه شناسایی معیارها و تکنیک‌های ارزیابی آن انجام دهند. ارزیابی و مقایسه نقدشوندگی سهام با معیارهای کمی متداول و معیارهای کیفی مکنون بر اساس تکنیک چند هدفه مولتی‌مورا فازی مبتنی بر تصمیم‌گیری گروهی به عنوان رویکرد پیشنهادی در این پژوهش مطرح شده است. این تکنیک که حاصل تلفیق سه روش سیستم نسبت، نقطه مرجع و فرم کامل ضربی می‌باشد، برای اندازه‌گیری و مقایسه نقدشوندگی سهام ۱۰ شرکت از شرکت‌های زیر گروه صنایع مواد غذایی و آشامیدنی با در نظر گرفتن ۸ معیار کمی و کیفی نقدشوندگی طی دوره‌ای یک ماهه اجرا شده است. بر اساس نتایج این پژوهش ضمن نشان دادن توانایی و مزیت تکنیک بهینه‌سازی فازی-گروهی چند هدفه مبتنی بر سیستم نسبت، به رتبه‌بندی و اولویت‌بندی سهام شرکت‌ها بر اساس نقدشوندگی آنان پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: نقدشوندگی، شاخص کمی و عوامل مکنون، فازی مولتی‌مورا.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر گرایش سرمایه‌گذاران به بازارهای سرمایه و مخصوصاً بورس اوراق بهادار افزایش یافته است. با توجه به نیاز لحظه‌ای سرمایه‌گذاران به منابع مالی، قدرت نقدشوندگی دارایی‌های مالی جایگاه ویژه‌ای را در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران به خود اختصاص داده است (شیخ، محمدجواد، ۱۳۸۶، ۲). قابلیت نقدشوندگی که به عنوان میزان نزدیکی دارایی مالی به پول نقد تعریف می‌شود، یکی از ابعاد مهم فرآیند تخصیص بهینه منابع به شمار می‌رود و از دغدغه‌های سرمایه‌گذاران در مدیریت زیرساخت‌های معاملاتی یا انجام معامله سهام محسوب می‌شود. از آن‌جا که سرمایه‌گذاران عموماً ریسک‌گریز می‌باشند و سهام دارای قابلیت نقدشوندگی بالا ریسک نگهداری کمتری دارند، اکثر سرمایه‌گذاران تمایل به انتخاب سهامی دارند که قابلیت نقدشوندگی بالایی داشته باشد تا در مواقع لزوم، فروش سهم را با سرعتی بالا، در زمانی کم و با کمترین تغییر قیمت انجام دهند. تنوع زیاد اوراق بهادار در بازار مالی، پیچیده بودن و تا حدی غیرقابل اندازه‌گیری بودن مسأله نقدشوندگی و مشکل بودن انتخاب فاکتورهای مؤثر در سنجش این مهم، تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران در انتخاب سهام با قابلیت نقدشوندگی بالا را با مشکل مواجه می‌کند. در این پژوهش سعی بر آن است که با استفاده از تکنیک نوین مولتی‌مورا^۱ به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه، انتخاب سهام بر اساس معیارهای کمی و کیفی نقدشوندگی انجام گیرد. این تکنیک که حاصل تلفیق سه روش سیستم نسبت^۲، نقطه مرجع^۳ و فرم کامل می‌باشد، با استفاده از تئوری فازی و تصمیم‌گیری گروهی، امکان ارزیابی متغیرهای کمی و کیفی و هم‌چنین بهره‌گیری از اجماع نظر متخصصان را فراهم می‌کند.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش:

یکی از کارکردهای مهم بازارهای مالی و به ویژه بورس اوراق بهادار، تسهیل، تسریع و کاهش هزینه در فرآیند تبدیل دارایی مالی به وجه نقد و برعکس یعنی تبدیل وجه نقد به دارایی مالی است، که از این ویژگی به نقدشوندگی یاد می‌شود. نقدشوندگی که هم در سطح اوراق بهادار انفرادی مانند یک سهم و هم در سطح کل بازار سهام قابل بررسی می‌باشد، نقش مهمی در ارزش‌گذاری دارایی‌های مالی ایفا می‌کند به طوری که در شرایط مساوی، اوراق بهادار با نقدشوندگی بالاتر، قیمت بیشتری خواهند داشت (تهرانی، رضا، ۱۳۹۰، ۲). مسأله نقدشوندگی سهام در بورس اوراق بهادار تهران که به دلیل فقدان ساز و کارهای فراهم آورنده نقدشوندگی، در ردیف بورس‌های غیرنقد جهان قرار می‌گیرد، یکی از دغدغه‌های اصلی سرمایه‌گذاران محسوب می‌شود (سعیدی، علی، ۱۳۸۹، ۴)، زیرا ارزیابی میزان نقدشوندگی یک سهم، علی‌رغم تعریف و مفهوم ساده‌ایی که دارد، به دلیل ماهیت چندبعدی بودن آن کاری بس دشوار است. دانشمندان تحقیقات بسیاری در زمینه‌ی شاخص سنجش نقدشوندگی یک سهم انجام داده‌اند و در این تحقیقات شرایط مختلف بازارهای نقد و غیرنقد را در نظر گرفته و متناسب با این شرایط معیارهای نقدشوندگی را تعدیل نموده‌اند، اما هم‌چنان تلاش در زمینه معرفی شاخص مناسب سنجش نقدشوندگی ادامه دارد.

موضوع نقدشوندگی به سادگی قابل توصیف نبوده و تعریف جامعی برای آن موجود نمی‌باشد. تعاریفی از

قبیل "نقدشوگی در بازارهای مالی توانایی تطابق سفارشات خرید و فروش است" که توسط شن و استار^۵ (۲۰۰۲) ارائه گردیده، قادر به توصیف ماهیت نقدشوندگی نمی‌باشد، زیرا نقدشوندگی متغیری چندبعدی بوده و این تعریف تنها به یکی از ابعاد آن اشاره دارد. پژوهش‌های اولیه تنها بر اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش تمرکز کرده بودند و پس از آن لی، موکلو و ردی^۶ (۱۹۹۳) ضرورت در نظر گرفتن بعد کمی عمق را علاوه بر بعد قیمت اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش بیان نمودند (ویس^۷، ۲۰۰۴، ۲۵). به صورت کلی نقدشوندگی تابعی از چهار بعد متفاوت (۱) زمان انجام معامله، توانایی انجام معامله به صورت آنی در قیمت جاری بازار، (۲) استحکام، توانایی خرید و فروش دارایی در تقریباً یک قیمت و یک زمان، (۳) عمق، توانایی خرید یا فروش میزان مشخصی از یک دارایی بدون تحت تأثیر قرار دادن قیمت و (۴) انعطاف‌پذیری، سرعت بازگشت قیمت‌ها به سطوح قبلی پس از تغییر در قیمت به واسطه انجام معاملات بزرگ می‌باشد (ویس، ۲۰۰۴، ۲۵). هر چند محققان معیارهای بی‌شماری را به منظور ارزیابی میزان نقدشوندگی سهام ارائه داده‌اند، اما روش‌های پیشنهادی آنها قادر به لحاظ کردن هم‌زمان هر چهار بعد نمی‌باشد.

ویس (۲۰۰۴)، پس از بررسی روابط همبستگی میان ۳۱ معیار نقدشوندگی در ۱۸ بازار دنیا، ۲۳ معیار مناسب را معرفی کرد. وی معیارها را به دو دسته کلی معیارهای تک‌بعدی و چندبعدی تقسیم نمود که معیارهای چندبعدی تلفیقی از چند معیار تک‌بعدی می‌باشند. از میان چهار دسته معیارهای تک‌بعدی (۱) اندازه شرکت، (۲) حجم معامله، (۳) شکاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش و (۴) زمان بین دو معامله انجام شده متوالی، سه دسته آخر به ترتیب پنج، نه و دو معیار را به خود اختصاص می‌دهند، در حالی که تعداد و تنوع معیارهای چندبعدی بسیار زیاد است و هر یک با توجه به ویژگی‌های خاص خود، کاربرد متفاوتی دارد (به منظور انجام مطالعات بیشتر در زمینه این معیارها به مقاله ویس (۲۰۰۴) مراجعه شود). مطالعات انجام شده در حوزه معیارهای تک‌بعدی نشان می‌دهد که تمرکز اکثر پژوهشگران بر روی معیارهایی همانند (۱) نرخ گردش سهام، (۲) تعداد معاملات و (۳) اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش بوده است. این معیارها به ترتیب نماینده دسته‌های حجم معامله، زمان و شکاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش هستند. در این میان عامل اندازه شرکت به دلیل فقدان نوسان‌پذیری کافی و ضعف در ارائه نتایج مناسب مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (ویس، ۲۰۰۴، ۲۹).

(۱) نرخ گردش سهام که به بعد عمق و زمان نقدشوندگی اشاره دارد با استفاده از عبارت زیر محاسبه می‌گردد:

$$V_t = \sum_{i=1}^{N_t} p_i q_i \quad (1)$$

N_t تعداد معاملات در بازه زمانی $[1, t]$ ، p_i قیمت هر سهم در معامله i -ام و q_i تعداد سهام معامله شده در معامله i -ام می‌باشد. بالاتر بودن نرخ گردش سهام بیانگر نقدشوندگی بیشتر آن است. حالت تجمعی این نرخ، $AT_{it} = V_{it} / I_i$ ، که صورت کسر تعداد کل سهام معامله شده و مخرج کسر تعداد کل سهام منتشره می‌باشد، بیان‌گر جریان آزاد هر سهم است که حجم معامله روزانه از سهام منتشره را نشان می‌دهد (بوگدان، ۲۰۱۲، ۱۸۷).

(۲) تعداد معاملات در واحد زمان با N_t بیان می‌شود و مقدار بیشتر آن، نقدشوندگی بهتر سهام را نشان می‌دهد. این معیار تعداد معاملات انجام شده بین دو زمان $t-1$ و t را مورد سنجش قرار می‌دهد و یکی از معیارهای پرکاربرد در حوزه‌ی سنجش نقدشوندگی می‌باشد (ویس، ۲۰۰۴، ۳۲).

(۳) اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش که به آن اسپرد گفته می‌شود با رابطه $Sabs_t = P_t^A - P_t^B$ محاسبه می‌گردد و بیانگر هزینه معاملاتی است زیرا P_t^A کمترین قیمت پیشنهادی فروش و P_t^B بیشترین قیمت پیشنهادی خرید را به نمایش می‌گذارند. با کمتر شدن این فاصله و کاهش هزینه معاملاتی، خریدار و فروشنده طی زمان کوتاه‌تری به قیمت تعادلی رسیده و حجم معاملات سهام فزونی می‌یابد که منجر به افزایش نقدشوندگی می‌شود. اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش سهام از سه جزء هزینه تشکیل می‌شود: هزینه‌های اجرای سفارش، هزینه‌های نگهداری موجودی و هزینه‌های انتخاب نادرست. هزینه‌های انتخاب نادرست که جزء بسیار با اهمیت اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش سهام هستند ناشی از عدم تقارن اطلاعات در مورد سهام شرکت روی می‌دهند. عدم تقارن اطلاعات در بازار، هزینه‌های انتخاب نادرست را افزایش و از این طریق اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش سهام را تحت تأثیر قرار می‌دهد (یحیی‌زاده‌فر، محمود، ۱۳۹۲، ۵).

انتخاب معیارهای چندبعدی کمی دشوارتر است زیرا سازگاری آن‌ها با شرایط حاکم بر بازار، از جمله غیرنقد بودن آن، امری ضروری است و بعضی از معیارها تنها برای برخی بازارها مناسب هستند. اکثر معیارهای اندازه‌گیری نقدشوندگی نیاز به تراکنش‌های بالا و داده‌های مربوط به قیمت‌گذاری دارند که در برخی از بازارها، خصوصاً بازارهای نوپا، در دسترس نمی‌باشد. ژانگ^۸ (۲۰۱۰) که در پژوهش خود به بررسی معیارهای اندازه‌گیری نقدشوندگی در بازارهای نوظهور پرداخته، معتقد است معیارهای آمیوست^۹ و گاما برخلاف معیارهای آمیهیود^{۱۰} و نسبت حجم صفر، توسط سایر معیارها مغلوب می‌شوند و مناسب نیستند. کیم و لی^{۱۱} و هم‌چنین فونگ و همکاران^{۱۲} استفاده از دو معیار عدم نقدشوندگی آمیهیود و نسبت حجم صفر را در بازارهای نوپا بلامانع و مطلوب یافتند.

آمیهیود در سال ۲۰۰۲ معیار عدم نقدشوندگی آمیهیود را که نسبت بازده به حجم را از طریق ساختار ساده‌ایی به صورت روزانه به منظور بررسی اثر قیمت به خدمت می‌گیرد، معرفی نمود (لو، ۲۰۱۴، ۳). این معیار که از دیدگاه گوینکو و همکاران^{۱۳} در زمینه بررسی اثر قیمت، بر معیارهای پاستور^{۱۴}، گامای استمیوف^{۱۵} و آمیوست ارجح‌تر است، ارتباط مثبت قوی‌ای با بازده مورد انتظار سهام دارد و در روزهایی با تغییرات قیمت صفر نیز قابل محاسبه می‌باشد. این دو مزیت عمده، خصوصاً برای بازارهایی که فاقد زیرساخت‌های کلان بازار سرمایه بوده و بازار توسعه یافته‌ایی ندارند جایگاه ویژه‌ایی به معیار آمیهیود بخشیده و کاربرد آن را افزایش داده است (لزموند، دیوید، ۲۰۰۵، ۴۱۶). این معیار که مقدار کمتر آن بیان‌گر نقدشوندگی بیشتر سهام است، با استفاده از عبارت زیر اندازه‌گیری می‌شود:

$$ILLIQ_{it} = \frac{1}{D_{it}} \sum_{i=1}^{D_{it}} |R_{itd}| / VOLD_{itd} \quad (2)$$

D_{it} تعداد روزهایی از ماه t است که برای سهام i داده موجود است. R_{itd} نشان دهنده بازده سهام i - ام در روز d از ماه t می‌باشد و $VOLD_{itd}$ حجم روزانه مربوطه به پول رایج آن کشور است. متأسفانه معیار آمیهدود برای روزهای معاملاتی با حجم صفر غیرقابل تعریف می‌باشد (پیرا داسیلوا، ۲۰۱۳، ۷)، بنابراین نیاز به حضور معیاری دیگر برای پوشش این ضعف احساس می‌شود. لزومند، اوگدن و ترسینکا^{۱۶} (۱۹۹۹) معیار مبتنی بر بازده صفر را پیشنهاد داده‌اند که نسبت تعداد روزهای بازده صفر سهام در ماه، به تعداد کل روزهای معاملاتی آن ماه است. معیار بازده صفر برای یک روز با حجم معاملاتی مثبت که به دلیل وجود هزینه‌های معاملاتی بالا بازده صفر کسب کرده است، مناسب نمی‌باشد. بکارت، هاروی و لوندبلاد^{۱۷} (۲۰۰۷) به منظور رفع این نقص نسبت مبتنی بر صفر دیگری تحت عنوان حجم صفر ارائه کردند که تعداد روزهای حجم صفر یک سهم در ماه به تعداد کل روزهای معاملاتی آن ماه است (کیم و لی، ۲۰۱۱، ۱۲). این نسبت بیان می‌کند که تعدد روزهای بدون معامله برای یک سهم، می‌تواند حاکی از نقدشوندگی پایین آن باشد. معیارهای ذکر شده همگی بر مبنای سفارشات و معاملات انجام شده محاسبه می‌گردند، در حالی که نقدشوندگی تابعی از عوامل پنهان یا مکنون نیز می‌باشد که بطور مستقیم در فرمول‌ها و معیارهای آن لحاظ نمی‌گردد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این عوامل مکنون متأثر از فعالیت‌های شرکت بوده و هر چند تأثیر بسزایی در نقدشوندگی سهام دارند، اما محققان در مطالعات خود توجه کمتری به آن‌ها داشته‌اند. به عقیده نیشانت داس^{۱۸} (۲۰۱۱) شرکت‌ها با بهره‌گیری از (۱) نام تجاری شرکت، (۲) تبلیغات و (۳) خلاقیت و نوآوری می‌توانند در میزان نقدشوندگی سهام خود تأثیرگذار باشند. دقت و توجه سرمایه‌گذاران به عوامل فوق و انعکاس این عوامل در رفتار معاملاتی آن‌ها، منجر به افزایش یا کاهش تقاضا برای سهام شرکت و در نتیجه نوسان نقدشوندگی سهام می‌شود. بنابراین این عوامل، علائم هشداردهنده‌ایی هستند که می‌توانند مبنای قضاوت سرمایه‌گذاران در نقدشوندگی سهام باشند.

(۱) نام تجاری شرکت: مطالعات هیو-یون چو^{۱۹} (۲۰۱۳) نشان می‌دهد که نقش برند در میزان نقدشوندگی سهام صنایع مختلف، متفاوت بوده و ایجاد برند و افزایش شهرت آن موجب کاهش ریسک نقدشوندگی برای سرمایه‌گذاران و افزایش نقدشوندگی سهام می‌شود.

(۲) تبلیغات: هدف اصلی از بکارگیری تبلیغات تغییر رفتار خرید مصرف‌کنندگان است اما یکی از تأثیرات غیرمستقیم آن ایجاد دارایی نامشهودی است که منجر به تغییر رفتار سرمایه‌گذاران نیز می‌شود. این تأثیرات جانبی که در مطالعات وستون، کاناتاس و گرولون^{۲۰} (۲۰۰۴) بدان اشاره شده است، افزایش هم‌زمان خرده‌فروشی و بازده موقت غیرعادی سهام را بدنبال دارد که منجر به بالا رفتن میزان نقدشوندگی می‌شود. سوبرامانیام و فریدر^{۲۱} (۲۰۰۵) در تحقیقات خود نشان داده‌اند که شرکت‌هایی که در بخش تبلیغات سرمایه‌گذاری‌های بیشتری انجام می‌دهند و یا برند آنان به دلایل مختلف بیشتر در معرض دید قرار دارد، تعداد سرمایه‌گذاران بیشتر و نقدشوندگی سهام بالاتری دارند. اودن و باربر^{۲۲} (۲۰۰۸) دلیل این امر را در تمایل بیشتر سرمایه‌گذاران به خرید و نگهداری سهامی میدانند که پیش از خرید توجه آنان را به خود جلب کرده است. تبلیغات با جلب توجه و افزایش سطح آگاهی سرمایه‌گذاران، تأثیر مثبتی بر ارزش شرکت، حجم معاملات و نقدشوندگی سهام

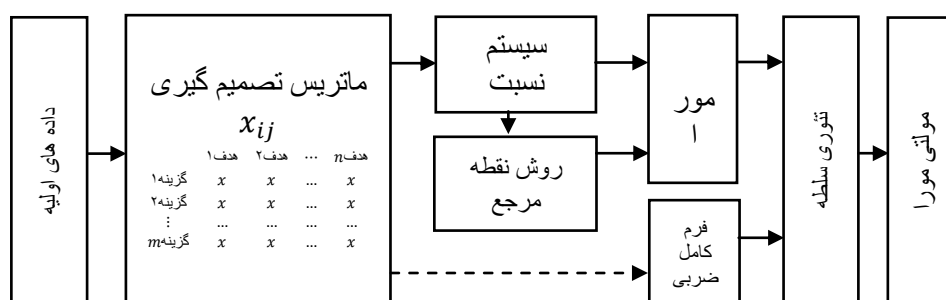
می‌گذارد. کیل و لون^{۲۳} (۲۰۱۱) در پژوهش خود به منظور بررسی تأثیرات قدرت بازار محصول بر نقدشوندگی سهام آن، از تبلیغات به عنوان یکی از عوامل مؤثر در میزان نقدشوندگی استفاده کرده‌اند.

۳) نوآوری در محصول به منظور ماندگاری شرکت‌ها در عرصه رقابت، ابزاری ضروری محسوب می‌شود. معرفی محصولات جدید و بعضاً کالاهای منحصر به فرد، موجب افزایش جریان‌های نقدی آتی شرکت می‌شود. مطالعات چنی و همکاران^{۲۴} (۱۹۹۱)، بوش و همکاران^{۲۵} (۱۹۹۴)، شارما و لیسی^{۲۶} (۲۰۰۴)، سرکار و دو جونگ^{۲۷} (۲۰۰۶) و ددمان و همکاران^{۲۸} (۲۰۰۸) تأثیرات مالی مثبت سهامداران را به واسطه نوآوری در محصول تأیید می‌کند. با توجه به تحقیقات کوپلند و گلای^{۲۹} (۱۹۸۳)، گلوستان میلگورن^{۳۰} (۱۹۸۵)، هوبرمن و رگو^{۳۱} (۲۰۰۱) و اودن و باربر (۲۰۰۸) معرفی محصولات جدید، توجه سرمایه‌گذاران را به خود جلب کرده و منجر به افزایش تقاضای سهام و نقدشوندگی می‌شود. از آن‌جا که به اعتقاد باس و گرین^{۳۲} (۲۰۰۲) حجم معاملات و نقدشوندگی سهام ارتباط مثبتی با آگاهی عمومی دارد، نقش مؤثر تبلیغات در معرفی محصول جدید و افزایش سطح آگاهی سرمایه‌گذاران بار دیگر به چشم می‌آید.

تحلیل بر اساس معیارهای یاد شده به عنوان دماسنجی عمل می‌کند که کارائی و عملکرد شرکت را می‌سنجد و راهنمائی برای سرمایه‌گذاران محسوب می‌شود. سیر مطالعات نشان می‌دهد که محققان با رویکرد مدل‌های آماری و ریاضی همچون رگرسیون خطی و رگرسیون چندمعیاره در محیط اطمینان کامل مطالعات خود را انجام داده‌اند. به عنوان مثال بوگدان و همکاران^{۳۳} (۲۰۱۲) با به خدمت گرفتن رگرسیون چندگانه و با استفاده از نسبت آمیپه‌یود برای ۱۹۶ سهم در بازار بورس غیرنقد کروواسی وابستگی میان متغیرهای نقدشوندگی را بررسی کردند. بنیک و فرانیک^{۳۴} (۲۰۰۸) در پژوهش خود نقدشوندگی بازار بورس کروواسی را با شش بازار دیگر بر مبنای معیار آمیپه‌یود به صورت زوجی مقایسه کرده‌اند و ویس (۲۰۰۴) هجده سهم را با توجه به ۳۱ معیار، به صورت جداگانه رتبه‌بندی کرده و سپس با محاسبه میانگین رتبه‌های بدست آمده از معیارهای مختلف، رتبه‌بندی نهایی را ارائه کرده است. در مطالعات انجام شده معیارهای کمی نقدشوندگی به صورتی مجزا و در فضای اطمینان کامل مورد بررسی قرار گرفته‌اند در حالی که در این پژوهش نقدشوندگی سهام و رتبه‌بندی آن‌ها با در نظر گرفتن هم‌زمان چند معیار نقدشوندگی و محاسبه معیارهای کیفی علاوه بر معیارهای کمی در فضای عدم اطمینان و با بهره‌گیری از نظر متخصصان ارزیابی شده است. دستیابی به این مهم با بکارگیری تکنیک تصمیم‌گیری گروهی فازی چندگانه بهینه‌سازی چندهدفه بر اساس تجزیه و تحلیل نسبت^{۳۵} تحقق یافته است. این تکنیک رتبه‌بندی نهایی را بر اساس استدلال آرو^{۳۶} (برورز و زاوادسکاس، ۲۰۱۲، ۴) و در فضای اعداد ترتیبی انجام می‌دهد در حالی که نتایج نهایی رتبه‌بندی ویس (۲۰۰۴) با توجه به استدلال فوق، به دلیل استفاده از عملیات مربوط به اعداد اصلی بر روی اعداد ترتیبی چندان مطلوب نمی‌باشد. تکنیک مولتی‌مورا با برخورداری از ویژگی‌های (۱) توانایی مدیریت اهداف غیرمرتبط (۲) داشتن حداقل قضاوت‌های ذهنی (۳) مبتنی بودن بر استدلال آرو (۴) استفاده از آخرین داده‌های پردازش شده (۵) استفاده و ترکیب چند روش بهینه‌سازی به منظور کسب نتایج مطلوب‌تر ابزاری فوق‌العاده برای تصمیم‌گیری در پدیده‌های فنی و اقتصادی محسوب می‌شود.

۳- مدل‌های پژوهش (تکنیک مولتی مورا)

روش بهینه‌سازی چند هدفه مولتی‌مورا در سال ۲۰۰۴ توسط پرورز^{۳۷} بنیان‌گذاری شد. این تکنیک به دلیل عدم الزام استفاده از روش وزن‌دهی، امکان ارزیابی‌های غیرذهنی را فراهم می‌کند. در حقیقت پرورز و زاوادسکاس^{۳۸} به منظور رفع مشکلات مربوط به وزن‌دهی در مدل‌های بهینه‌سازی پیشین (AHP، ELECTRE، PROMETHEE، TOPSIS) اندازه‌های بدون واحد را در سیستم نسبت به خدمت گرفتند (پرورز و بالزنتیس، ۲۰۱۲، ۳۱۹). نسبت بدست آمده را در روش نقطه مرجع نیز بکار بسته و مجموع این دو تکنیک را مورا نام نهادند. در سال ۲۰۱۰ فرم کامل ضربی به مراحل تکنیک افزوده شد و آن را تکمیل و تقویت نمود. روش تکامل یافته نوین را که حاصل تلفیق سه تکنیک (۱) سیستم نسبت، (۲) نقطه مرجع و (۳) فرم کامل ضربی است و بر اساس تئوری سلطه^{۳۹} رتبه‌بندی نهائی را انجام می‌دهد، تحت عنوان مولتی‌مورا معرفی کردند که الگوریتم آن در شکل (۱) قابل مشاهده می‌باشد (پرورز و زاوادسکاس، ۲۰۱۲، ۸).



شکل (۱) نمودار مراحل مختلف تکنیک مولتی مورا

۳-۱- سیستم نسبت تکنیک مورا:

با استفاده از داده‌های اولیه ماتریس تصمیم X تشکیل می‌شود که x_{ij} معرف مقدار i -امین گزینه با در نظر گرفتن j -امین هدف می‌باشد ($i = 1, 2, \dots, m$ و $j = 1, 2, \dots, n$) (پرورز و گیونسیوس، ۲۰۱۳، ۹۴۴). مقادیر ماتریس تصمیم با توجه به جنس هدف، واحدهای مختلفی اختیار می‌کنند بنابراین بکارگیری برخی روش‌های تصمیم‌گیری از جمله سیستم نسبت و نقطه مرجع مستلزم یکپارچه‌سازی واحدها یا همان نرمال‌سازی است که به دو صورت قطعی (ذهنی) و مکانیکی (مبتنی بر فرایند سیستماتیک و غیرذهنی) انجام می‌گیرد. روش قطعی برگرفته از ذهن و قضاوت تصمیم‌گیرندگان است در حالی که در روش مکانیکی به منظور کاهش فرآیندهای ذهنی از نسبت‌هایی با مقسوم‌علیه‌های متداول استفاده می‌شود (پرورز، ۲۰۰۱، ۳۲۸). در سیستم نسبت نرمال‌سازی به صورت مکانیکی انجام می‌گیرد و بر اساس رابطه (۱) خروجی‌هایی بدون واحد، x_{ij}^* حاصل می‌گردد:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3)$$

x_{ij}^* معرف مقدار x_{ij} نرمال‌سازی شده می‌باشد که در بازه $[-1, 1]$ قرار می‌گیرد. مقسوم‌علیه استفاده شده در سیستم نسبت، ریشه دوم مجموع مربع مقادیر گزینه‌های هر هدف می‌باشد. (به منظور مطالعه بیشتر در زمینه علل انتخاب و برتری این مقسوم‌علیه در مقایسه با هشت نسبت، (۱) نسبت کلی (۲) نسبت شرلیگ (۳) نسبت وایتن‌دورف (۴) نسبت مقدار حداکثر وان‌دلفت و نیجکامپ (۵) نسبت جوتلر (۶) نسبت ستپ (۷) نسبت کورت و (۸) نسبت پلدچوس، به مقاله (برورز و همکاران ۲۰۰۸ رجوع شود) (برورز و همکاران، ۲۰۰۸، ۱۹۱). نتایج سیستم نسبت با جمع اهداف سودمند (اهدافی که بیشینه شدن آن‌ها مدنظر است) و تفریق اهداف غیرسودمند بر اساس رابطه (۴) محاسبه می‌گردد:

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad (4)$$

در رابطه بالا اندیس g بیانگر اهداف سودمند می‌باشد. y_i^* های به دست آمده که به صورت نزولی مرتب می‌شوند، نخستین رتبه‌بندی (نتایج سیستم نسبت) را تشکیل می‌دهند.

۳-۲- تئوری نقطه مرجع

این تئوری یکی از روش‌های قابل اطمینان حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه می‌باشد که طرح آن به پیشگامانی همچون چپی‌چف و مینکوسکی^{۴۰} برمی‌گردد و ایده اصلی آن مبتنی بر دخالت دادن اطلاعات ترجیحی تصمیم‌گیرنده بنا شده است. کاربرد زیاد این تکنیک غیرخطی در مسائل دنیای واقعی، از مزایای آن محسوب می‌شود، زیرا پیچیدگی این نوع مسائل در روابط خطی نمی‌گنجد (برورز، ۲۰۰۸، ۹۳). به منظور کاهش فرآیندهای ذهنی در تکنیک مولتی‌مورا از مکانیزم نرمال‌سازی داخلی مکانیکی سیستم نسبت استفاده شده و نتایج آن به عنوان ورودی‌های تئوری نقطه مرجع در نظر گرفته می‌شود.

انتخاب نقطه مرجع $\{r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n\}$ برای هر یک از اهداف موجود $(j = 1, 2, \dots, n)$ ، می‌بایستی از میان سه نوع نقطه مرجع (۱) هدف حداکثر^{۴۱}، (۲) بردار هدف آرمانی^{۴۲} و (۳) بردار هدف تخیلی^{۴۳} صورت پذیرد. نقطه مرجع هدف حداکثر (r_i) که به آن نقطه مرجع واقعی، عقلانیت محدود، غیرذهنی و یا نتیجه رضایت‌بخش نیز گفته می‌شود از میان مقادیر حداکثر گزینه‌های کاندید مشخص می‌گردد. این نقطه مرجع به دلیل غیرذهنی بودن از محبوبیت بالایی برخوردار است و به کرات مورد استفاده قرار می‌گیرد. بردار هدف آرمانی که برآوردی ذهنی است کمتر از نقطه مرجع حداکثر ($q_i \leq r_i$) و به صورت $(r_i - q_i)$ تعیین می‌شود که سعی در تعدیل مقادیر آرمانی دارد، بنابراین ذی‌نفعان با انتخاب این نوع نقطه مرجع، در دستیابی به آرمان‌های خود میانه‌روتر رفتار خواهند کرد.

بردار هدف تخیلی در جهتی مخالف بردار هدف آرمانی بوده و تخمینی ذهنی است که مقدار $r_i^* = r_i + \varepsilon_i$ را اختیار می‌کند. این نقطه مرجع که مقداری حتی بیش از بردار حداکثر در نظر می‌گیرد، به منظور تحلیل فعالیت‌های اجرایی مناسب می‌باشد.

هدف اصلی هر تئوری مبتنی بر نقطه مرجع، انتخاب گزینه‌ایی با کمترین فاصله از نقطه ایده‌آل تعیین شده می‌باشد. استاندارد مینکوسکی یکی از مهم‌ترین عبارات‌های اندازه‌گیری اختلاف محسوب می‌شود که در تئوری نقطه مرجع از حالت خاصی از آن تحت عنوان اندازه کمینه-بیشینه چپی چف استفاده می‌شود. در صورتی که ماتریس $(r_i - x_{ij}^*)$ موجود باشد، آنگاه این اندازه عبارت است از:

$$\text{Min}_{(j)} \left\{ \max_{(i)} (r_i - x_{ij}^*) \right\} \quad (5)$$

کمترین فاصله متعلق به بهترین گزینه می‌باشد و سایر گزینه‌ها به صورت صعودی مرتب می‌شوند که بدین ترتیب رتبه‌بندی تئوری نقطه مرجع حاصل می‌گردد.

۳-۳- فرم کامل ضربی:

روش فرم کامل ضربی که ملزم به وزن‌دهی و استفاده از داده‌های نرمال‌سازی نمی‌باشد، هر دو حالت کمینه‌سازی و بیشینه‌سازی تابع مطلوبیت ضربی را شامل می‌شود و با رابطه (۶) محاسبه می‌گردد:

$$U_i' = \frac{A_i}{B_i} \quad (6)$$

$$A_i = \prod_{j=1}^g (x_{ij}) ; B_i = \prod_{j=g+1}^n (x_{ij})$$

U_i' عددی بدون واحد و غیرخطی است که نشان‌دهنده مطلوبیت نهایی گزینه i -ام می‌باشد. A_i حاصل ضرب مقادیر اهداف j -ام است که مطلوبیت مسأله در بیشینه‌سازی آن‌هاست ($g = 1, 2, 3, \dots, n$) و B_i حاصل ضرب مقادیر اهداف j -ام است که کمینه‌سازی آن‌ها منجر به کسب مطلوبیت می‌شود ($n-g$). با مرتب شدن نزولی U_i' ، رتبه‌بندی تکنیک فرم کامل ضربی حاصل می‌گردد. تلفیق رتبه‌بندی‌های روش‌های سیستم نسبت، نقطه مرجع و فرم کامل ضربی توسط تئوری سلطه صورت می‌گیرد.

تئوری سلطه:

با توجه به اصول اعداد اصلی و ترتیبی و همچنین نظریه کندال و گیبونس^{۴۴} (۱۹۹۰)، اعمال عملیات جبری اعداد اصلی در فضای اعداد ترتیبی امکان‌پذیر نمی‌باشد و این اعداد را تنها می‌توان به اعداد ترتیبی از نوع دیگری تبدیل نمود. از مزایای تئوری سلطه انجام تمامی مراحل حل مسأله در فضای اعداد ترتیبی می‌باشد. تسلط غالب^{۴۵} زمانی روی می‌دهد که رتبه گزینه‌ای بر رتبه سایر گزینه‌ها سلطه یابد. در تکنیک مولتی‌مورا تسلط غالب تحت شرایط (۱-۱-۱) رؤیت می‌شود. سلطه عمومی^{۴۶} هنگامی اتفاق می‌افتد که دو رتبه از سه رتبه یک گزینه، بر گزینه‌های دیگر برتری داشته باشند. به عنوان مثال (d-a-a) بر (c-b-b) تسلط عمومی دارد. از آن‌جا که انتقال‌پذیری در این تئوری صادق است، اگر a بر b تسلط داشته باشد و b بر c نیز مسلط باشد، آنگاه a بر c تسلط خواهد یافت. این قوانین برای هر سه رتبه‌بندی تکنیک مولتی‌مورا اجرا شده و رتبه‌بندی نهایی ارائه می‌گردد.

تصمیم‌گیری گروهی فازی مولتی‌مورا:

استفاده از رویکرد فازی در تکنیک‌های MCDM، دامنه کاربرد آن‌ها را در فضای عدم قطعیت افزایش داده است. تلفیق تکنیک مولتی‌مورا با تئوری فازی در سال ۲۰۱۱ توسط پرورز صورت گرفت. در فضای تصمیم‌گیری گروهی، ماتریس تصمیم مبتنی بر اعداد فازی مثلثاتی به صورت $\tilde{X}^k = \tilde{x}_{ij}^k = (x_{ij1}^k, x_{ij2}^k, x_{ij3}^k)$ تشکیل می‌شود که \tilde{x}_{ij}^k معرف مقدار ارزیابی شده گزینه i -ام با توجه به هدف j -ام توسط تصمیم‌گیرنده k -ام ($k = 1, 2, \dots, k$) می‌باشد که تجمیع نظرات خبرگان بر اساس عمل‌گر میانگین وزنی فازی در قالب ماتریس تصمیم‌گیری واحد بیان می‌گردد:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^k \tilde{w}_k \tilde{x}_{ij}^k}{\sum_{k=1}^k \tilde{w}_k} \quad (7)$$

\tilde{w}_k ضریب اهمیت فازی تصمیم‌گیرنده k -ام می‌باشد. در صورت همگن بودن هیئت تصمیم‌گیری، ضرائب اهمیت یکسان و به صورت $\tilde{w}_k = (1/k, 1/k, 1/k)$ در نظر گرفته می‌شوند (بالزنتیس، ۲۰۱۲، ۱۷۹). سیستم نسبت که وظیفه نرمال‌سازی را بر عهده دارد، مقادیر ماتریس پاسخ فازی \tilde{X} را که به شکل $\tilde{x}_{ij} = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3})$ نشان داده می‌شوند، با استفاده از روابط زیر به اعداد فازی مثلثاتی بدون واحد تبدیل می‌کند:

$$\tilde{x}_{ij}^* = (x_{ij1}^*, x_{ij2}^*, x_{ij3}^*) = \begin{cases} x_{ij1}^* = x_{ij1} / \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^m [(x_{ij1})^r + (x_{ij2})^r + (x_{ij3})^r]} \\ x_{ij2}^* = x_{ij2} / \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^m [(x_{ij1})^r + (x_{ij2})^r + (x_{ij3})^r]} \\ x_{ij3}^* = x_{ij3} / \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^m [(x_{ij1})^r + (x_{ij2})^r + (x_{ij3})^r]} \end{cases}$$

\tilde{y}_i^* هر یک از گزینه‌ها با توجه به سودمند یا غیرسودمند بودن اهداف از رابطه (۹) حاصل می‌شود:

$$\tilde{y}_i^* = \left(\bigoplus_{j=1}^g \tilde{x}_{ij}^* \right) ! \left(\bigoplus_{j=g+1}^n \tilde{x}_{ij}^* \right) \quad (9)$$

$g = 1, 2, \dots, n$ نشان دهنده تعداد اهداف سودمند می‌باشد (بالتبتیس، ۲۰۱۴، ۲۱۲). به منظور غیرفازی

کردن $\tilde{y}_i^* = (y_{i1}^*, y_{i2}^*, y_{i3}^*)$ رابطه (۱۰) بکار گرفته می‌شود که رتبه‌بندی نزولی آن‌ها نتایج سیستم نسبت را ارائه می‌دهد:

$$BNP_i = \frac{(y_{i3}^* - y_{i1}^*) + (y_{i2}^* - y_{i1}^*)}{3} + y_{i1}^* \quad (10)$$

روش نقطه مرجع فازی بر مبنای خروجی‌های سیستم نسبت فازی عمل می‌کند. تک تک درایه‌های ماتریس نرمال‌سازی شده با توجه به مختصات نقطه مرجع انتخابی، تعدیل گردیده و میزان انحراف با استفاده از رابطه (۱۱) محاسبه می‌گردد:

$$\min_i \left(\max_j d(\tilde{r}_j, \tilde{x}_{ij}^*) \right) \quad (11)$$

ترتیب صعودی نتایج نشان دهنده رتبه‌بندی روش نقطه مرجع می‌باشد. مطلوبیت نهایی گزینه i -ام با بکارگیری روش فرم کامل ضربی از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\begin{aligned} \tilde{U}_i' &= \tilde{A}_i / \tilde{B}_i \\ \tilde{A}_i &= (A_{i1}, A_{i2}, A_{i3}) = \bigotimes_{j=1}^g \tilde{x}_{ij}^{w_j} \\ \tilde{B}_i &= (B_{i1}, B_{i2}, B_{i3}) = \bigotimes_{j=g+1}^n \tilde{x}_{ij}^{w_j} \end{aligned} \quad (12)$$

\tilde{A}_i حاصل ضرب اهداف سودمند با تعداد $g = 1, 2, \dots, n$ و \tilde{B}_i حاصل ضرب اهداف غیرسودمند با تعداد $n - g$ می‌باشد. در این روابط W_j اعمال گر ضریب اهمیت هدف j -ام است. در نهایت رتبه‌بندی گزینه‌ها پس از غیرفازی کردن نتیجه نهایی با استفاده از رابطه (۱۲) به صورت نزولی انجام می‌گیرد.

۴- نتایج پژوهش

سرمایه‌گذاری علاقمند به بررسی و مقایسه نقدشوندگی ۱۰ سهام (A_1, A_2, \dots, A_{10}) از شرکت‌های صنایع مواد غذایی و آشامیدنی طبق ۸ معیار نقدشوندگی ذکر شده در مطالعات پیشینه تحقیق می‌باشد. این معیارها در جدول شماره ۱ نشان داده شده‌اند.

جدول شماره ۱: معیارهای ارزیابی نقدشوندگی سهام

معیار	توصیف معیار	مطالعات پایه‌ایی	هدف	نوع داده
۱	نرخ گردش سهام	$AT_{it} = V_{it} / I_i$	لین و همکاران ^{۴۷} (۱۹۹۵)	MAX قطعی
۲	تعداد معاملات	تعداد معاملات در هر پنج دقیقه	باسیدور ^{۴۸} (۱۹۹۷)	MAX قطعی
۳	اسپرد	اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش	لی و همکاران (۱۹۹۳)	MIN فازی
۴	آمیهِیود	$\sum_{i=1}^{D_{it}} \frac{ R_{itd} }{VOLD_{ivdt}} / D_{it}$	آمیهِیود (۲۰۰۲)	MIN قطعی
۵	حجم صفر	تعداد روزهای حجم صفر به تعداد کل روزهای معاملاتی	بکارت، هاروی و لوندبلاد (۲۰۰۷)	MIN قطعی
۶	نام تجاری	میزان شهرت برند	هیو-یون چو (۲۰۱۳)	MAX فازی- هشداردهنده
۷	تبلیغات	میزان سرمایه‌گذاری در تبلیغات	وستون، کاناتاس و گرولون (۲۰۰۴)	MAX فازی- هشداردهنده
۸	نوآوری و خلاقیت	میزان سرمایه‌گذاری در R&D و تعداد ابداعات	چنی و همکاران (۱۹۹۱)	MAX فازی- هشداردهنده

داده‌های مرتبط با معیارهای کمی نرخ گردش سهام، تعداد معاملات، نسبت آمیهِیود و حجم صفر از طریق سازمان بورس اوراق بهادار تهران جمع‌آوری و محاسبه می‌گردند، در حالی که سرمایه‌گذار به منظور تحلیل و برآورد معیارهای کیفی اسپرد، نام تجاری، تبلیغات و نوآوری که برخی از آنان از عوامل پنهان و مکنون نقدشوندگی محسوب می‌شوند از نظر تخصصی سه کارگزار بهره گرفته است. عبارات کلامی حاصل از ارزیابی‌های کیفی کارگزاران با استفاده از جدول شماره (۲) به اعداد فازی تبدیل می‌شوند.

جدول شماره ۲: مجموعه عبارات کلامی به منظور ارزیابی‌های کیفی

عبارات کلامی	اعداد فازی مثلثاتی	عبارات کلامی	اعداد فازی مثلثاتی
بسیار کم	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۴)	خوب	(۰/۱۶,۰/۱۶)
خیلی کم	(۰/۶۶,۰/۸۴,۱)	عالی	(۰/۱۶,۰/۳۴)
کم	(۰/۸۴,۱,۱)	خیلی عالی	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)
متوسط	(۱,۱,۱)	بسیار عالی	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)

نتایج حاصل از ارزیابی‌های کیفی که در جدول شماره (۳) نشان داده شده‌اند با استفاده از رابطه (۷)، عمل‌گر میانگین وزنی فازی، به ماتریس تصمیم‌گیری واحد تبدیل می‌شوند. در این میان به دلیل یکسان بودن میزان اهمیت سه کارگزار، ضریب اهمیت فازی $w_k = (1/3, 1/3, 1/3)$ در نظر گرفته می‌شود.

جدول شماره ۳: ارزیابی‌های متغیرهای کیفی

اسپرد	نام تجاری شرکت	تبلیغات	نوآوری	
(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۸۴,۱,۱)	متخصص ۱
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	
(۰/۱۶,۰/۳۴)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	
(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	
(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	
(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	
(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	
(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	
(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	متخصص ۲
(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	
(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	
(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	
(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	

اسپرد	نام تجاری شرکت	تبلیغات	نوآوری	
(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰,۰/۱۶,۰/۳۴)	(۰,۰/۱۶,۰/۳۴)	A ₉
(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	A ₁₀
(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۸۴,۱,۱)	A ₁
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	A ₂
(۰,۰/۱۶,۰/۳۴)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	A ₃
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	A ₄
(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	A ₅
(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰,۰/۱۶,۰/۳۴)	A ₆
(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۸۴,۱,۱)	A ₇
(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۳۴,۰/۵,۰/۶۶)	A ₈
(۰/۸۴,۱,۱)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	(۰,۰/۱۶,۰/۳۴)	(۰,۰/۱۶,۰/۳۴)	A ₉
(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۵,۰/۶۶,۰/۸۶)	(۰/۶۶,۰/۸۶,۱)	(۰/۱۶,۰/۳۴,۰/۵)	A ₁₀

متخصص ۳

ماتریس واحد معیارهای کیفی به همراه معیارهای کمی محاسبه شده، در جدول شماره (۴) نشان داده شده‌اند. این داده‌های اولیه به دلیل متفاوت بودن جنس اهداف، واحدهای مختلفی اختیار کردند و نیازمند نرمال‌سازی می‌باشند. فرآیند نرمال‌سازی با استفاده از رابطه (۳) صورت گرفته و نتایج آن در جدول شماره (۵) ذکر شده است. با استفاده از ماتریس نرمال‌سازی و رابطه (۴) نتایج سیستم نسبت برآورد شده و رتبه‌بندی آن در جدول فوق مشخص گردیده است.

جدول شماره ۴: داده‌های اولیه ۱۰ سهام

نرخ گردش	تعداد معاملات	اسپرد	آمیبهود	حجم صفر	نام شرکت	تبلیغات	نوآوری	
C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	
%۲۶/۵	۲/۲۷۵	۰/۶۷	۱/۷۸۲	%۲۵	۰/۸۵	۰/۶۷	۰/۹۴	A ₁
%۱۳/۵	۰/۱۶۳	۰/۴	۱۳۴/۸۲۵	%۱۵	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۳۳	A ₂
%۲۳/۳	۱/۱	۰/۲۸	۲۲/۲۹۴	%۱۰	۰/۵۷	۰/۴	۰/۴	A ₃
%۱۹/۷	۰/۶۸۵	۰/۲۸	۵/۰۸۸	%۱۰	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۵	A ₄
%۳۱/۵	۶/۸۳۲	۰/۷۲	۲/۲۰۹	%۳۵	۰/۵	۰/۴۴	۰/۶۷	A ₅
%۲۷	۲/۴۲	۰/۷۸	۱/۶۵۲	%۳۵	۰/۴۴	۰/۵	۰/۲۸	A ₆
%۱۵/۲	۰/۲۴۷	۰/۴۴	۱۰/۹۵۷	%۱۵	۰/۹	۰/۹۴	۰/۹	A ₇

نرخ گردش C_1	تعداد معاملات C_7	اسپرد C_7	آمیهِود C_7	حجم صفر C_5	نام شرکت C_6	تبلیغات C_7	نوآوری C_8
۲۰/۴٪	۰/۹۱۵	۰/۲۲	۴/۵۷۳	٪۰	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۵۷
۱۱/۷٪	۰/۰۲۴	۰/۹	۵/۸۱۱	٪۷۰	۰/۴	۰/۲۲	۰/۲۲
۱۲/۳٪	۰/۰۲۵	۰/۸۵	۳۲۴/۹	٪۶۵	۰/۶۷	۰/۷۸	۰/۴۴

جدول شماره ۵: داده‌های نرمال‌سازی شده، رتبه‌بندی‌های سیستم نسبت، نقطه مرجع و فرم کامل ضربی و نتیجه نهایی تکنیک مولتی‌مورا

مولتی مورا	فرم کامل ضربی		نقطه مرجع		سیستم نسبت		C_8 MAX	C_7 MAX	C_6 MAX	C_5 MIN	C_7 MIN	C_7 MAX	C_1 MAX		
	۳	۲/۰۷۵	۳	۰/۵۷	۲	۱/۳۷۴	۰/۴۹۵	۰/۳۵۳	۰/۴۲۵	۰/۲۲	۰/۰۰۵	۰/۳۵۳	۰/۲۸۴		۰/۳۹۵
۲	۳	۲/۰۷۵	۳	۰/۵۷	۲	۱/۳۷۴	۰/۴۹۵	۰/۳۵۳	۰/۴۲۵	۰/۲۲	۰/۰۰۵	۰/۳۵۳	۰/۲۸۴	۰/۳۹۵	A_1
							۰/۱۴۲	۰/۰۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۳۷	۰/۵۷	۰/۰۷۵	$r_1 - A_1$	
۸	۸	۰/۰۰۱۶	۸	۰/۸۳۴	۸	-۰/۰۱۸	۰/۱۷۴	۰/۱۶۷	۰/۱۶۵	۰/۱۳۲	۰/۳۸۲	۰/۲۱۱	۰/۰۲۰	۰/۲۰۱	A_7
							۰/۳۲۱	۰/۳۴۸	۰/۲۸۵	۰/۱۳۲	۰/۳۷۷	۰/۰۹۵	۰/۸۳۴	۰/۲۷	$r_7 - A_7$
۷	۷	۰/۷۰۶	۴	۰/۷۱۷	۶	۰/۸۹۳	۰/۲۱۱	۰/۲۱	۰/۲۸۵	۰/۰۸۸	۰/۰۶۳	۰/۱۴۷	۰/۱۳۷	۰/۳۴۸	A_7
							۰/۲۸۴	۰/۲۸۵	۰/۱۶۵	۰/۰۸۸	۰/۰۵۸	۰/۰۳۱	۰/۷۱۷	۰/۱۲	$r_7 - A_7$
۳	۲	۶/۶۷	۶	۰/۷۶۷	۴	۱/۲۳۲	۰/۲۶۳	۰/۴۴۷	۰/۳۹	۰/۰۸۸	۰/۰۱۴	۰/۱۴۷	۰/۰۸۷	۰/۲۹۴	A_6
							۰/۲۳۲	۰/۰۴۸	۰/۰۶	۰/۰۸۸	۰/۰۰۹	۰/۰۳۱	۰/۷۶۷	۰/۱۸	$r_6 - A_6$
۱	۱	۱۱/۵۵	۱	۰/۳۱	۱	۱/۴۶۴	۰/۳۵۳	۰/۳۳۲	۰/۲۵	۰/۳۱	۰/۰۰۶	۰/۳۷۹	۰/۸۵۴	۰/۴۷	A_5
							۰/۱۴۲	۰/۲۶۳	۰/۲	۰/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۲۶۳	۰/۰	$r_5 - A_5$	
۴	۴	۱/۵۶۳	۲	۰/۵۵۱	۷	۰/۶۰۷	۰/۱۴۷	۰/۲۶۳	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۰۰۵	۰/۴۱۱	۰/۳۰۳	۰/۴	A_6
							۰/۳۴۸	۰/۲۳۲	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۰	۰/۲۹۵	۰/۵۵۱	۰/۰۷	$r_6 - A_6$
۵	۵	۰/۷۷۹	۷	۰/۸۲۳	۳	۱/۲۸۲	۰/۴۷۴	۰/۴۹۵	۰/۴۵	۰/۱۳۲	۰/۰۳۱	۰/۲۳۲	۰/۰۳۱	۰/۲۲۷	A_7
							۰/۰۲۱	۰/۰	۰/۰	۰/۱۳۲	۰/۰۲۶	۰/۱۱۶	۰/۸۲۳	۰/۲۴	$r_7 - A_7$
۶	۶	۰/۷۱	۵	۰/۷۴	۵	۱/۲۱۵	۰/۳	۰/۳۲۱	۰/۳۰۵	۰/۰	۰/۰۱۳	۰/۱۱۶	۰/۱۱۴	۰/۳۰۴	A_8
							۰/۱۹۵	۰/۱۷۴	۰/۱۴۵	۰/۰	۰/۰۰۸	۰/۰	۰/۷۴	۰/۱۷	$r_8 - A_8$
۹	۹	۰/۰۰۰۳	۹	۰/۸۵۱	۹	-۰/۴۹۸	۰/۱۱۶	۰/۱۱۶	۰/۲	۰/۶۱۷	۰/۰۱۷	۰/۴۷۴	۰/۰۰۳	۰/۱۷۵	A_9
							۰/۳۷۹	۰/۳۷۹	۰/۲۵	۰/۶۱۷	۰/۰۱۲	۰/۳۵۸	۰/۸۵۱	۰/۲۹	$r_9 - A_9$
۱۰	۱۰	۰/۰۰۰۰۸	۱۰	۰/۹۱۵	۱۰	-۰/۷۸	۰/۲۳۲	۰/۴۱۱	۰/۳۳۵	۰/۵۷۳	۰/۹۲	۰/۴۴۷	۰/۰۰۳	۰/۱۸۳	A_{10}
							۰/۲۶۳	۰/۰۸۴	۰/۱۱۵	۰/۵۷۳	۰/۹۱۵	۰/۳۳۱	۰/۸۵۱	۰/۲۹	$r_{10} - A_{10}$
							۰/۴۹۵	۰/۴۹۵	۰/۴۵	۰/۰	۰/۰۰۵	۰/۱۱۶	۰/۸۵۴	۰/۴۷	r_i

به منظور تحلیل و مقایسه‌ی نقدشوندگی سهام از طریق روش نقطه مرجع، نقطه مرجع هدف حداکثر به دلیل غیرذهنی بودن و داشتن نتایج رضایت‌بخش انتخاب شده و در سطر r_i جدول شماره (۵) مقدار آن برای هر یک از اهداف مشخص گردیده است. اختلاف X_{ij}^* های موجود با نقطه مرجع انتخابی با استفاده از رابطه (۵) محاسبه شده و در سطرهای $r_i - A_i$ جدول شماره (۵)، برای هر یک از سهام نشان داده شده است. بیشترین فاصله یا به عبارتی بیشترین انحراف از نقطه مرجع در هر گزینه انتخاب شده و در ستون مربوط به تکنیک نقطه مرجع، به منظور مقایسه گزینه‌ها، به صورت صعودی رتبه‌بندی شده است. طبیعتاً سهامی که کمترین میزان انحراف را دارد، بهترین رتبه را به خود اختصاص می‌دهد. رتبه‌بندی روش فرم کامل ضربی که به واسطه مقایسه نتایج رابطه (۶) حاصل می‌شود، در جدول شماره (۵) در ستون مربوطه نشان داده شده است. نتایج حاصل از این تکنیک به صورت نزولی مرتب گردیده و سهام با بیشترین مقدار ممکن، بهترین گزینه را کسب کرده است. تلفیق نتایج حاصل از سه تکنیک مختلف و برآورد رتبه‌بندی‌ها با توجه به تئوری سلطه و در فضای اعداد ترتیبی صورت پذیرفته، بنابراین استدلال آرو در نظر گرفته شده و لحاظ گردیده است. این برآورد که نتیجه نهایی تکنیک مولتی‌مورا را مشخص می‌کند در جدول شماره (۵) به عنوان رتبه‌بندی نهایی برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این جدول تفاوت میان عملکرد روش‌های مختلف به خوبی قابل مشاهده و مقایسه می‌باشد. رتبه‌های اول، هشتم، نهم و دهم هر سه تکنیک مشابه است، در حالی که سایر رتبه‌ها با یکدیگر اختلاف دارند و سرمایه‌گذار را در انتخاب سهام سر در گم می‌نمایند. حضور تئوری سلطه و اعمال استدلال آرو این نقص را پوشش داده و با برآورد نتایج سه تکنیک و ارائه‌ی تنها یک رتبه‌بندی، به سرمایه‌گذار در فرآیند تصمیم‌گیری یاری می‌رساند.

۵ - نتیجه‌گیری و بحث:

نقدشوندگی قابلیت خرید و فروش مقادیر قابل توجهی از اوراق بهادار به سرعت و با تأثیر بسیار اندک در قیمت تعریف می‌شود. این ویژگی که ماهیتی چندبعدی دارد به سختی قابل محاسبه می‌باشد و تاکنون معیارهای بی‌شماری به منظور ارزیابی آن ارائه شده است، تنوع زیاد اوراق بهادار در بازار مالی، پیچیده بودن و تا حدی غیرقابل اندازه‌گیری بودن مسأله نقدشوندگی و مشکل بودن انتخاب فاکتورهای مؤثر در سنجش این مهم موجب شده تا دانشمندان مطالعات گسترده‌ای در حوزه معیارها و تکنیک‌های نقدشوندگی انجام دهند. وجود معیارهای کمی و کیفی به عنوان عوامل مؤثر آشکار و پنهان در نقدشوندگی موجب شده تا در این تحقیق از مدل مولتی‌مورا چند هدفه فازی استفاده شود. این تکنیک در مقایسه با روش‌های بکار گرفته شده پیشین که عموماً رگرسیون ساده و یا چندگانه می‌باشند، نتایج قابل اطمینان‌تری ارائه می‌دهد و تلفیق رتبه‌بندی‌ها را با توجه به استدلال آرو به صورت کامل در فضای اعداد ترتیبی انجام می‌دهد.

در این پژوهش از این تکنیک به منظور مقایسه نقدشوندگی ۱۰ سهام از شرکت‌های صنایع مواد غذایی و آشامیدنی بر مبنای ۸ معیار نقدشوندگی استفاده شده است. با توجه به سیستم نسبت سهام شرکت‌های A_8 ، A_1 و A_7 ، بر اساس روش نقطه مرجع سهام شرکت‌های A_8 ، A_7 و A_1 و بر مبنای روش فرم کامل ضربی سهام

A_5 ، A_4 و A_1 به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را کسب کرده‌اند، که این سه رتبه‌بندی به تنهایی قادر نیستند به سرمایه‌گذار در انتخاب سهام با نقدشوندگی بالا یاری برسانند و فقط در سهام با رتبه‌ی اول، هشتم، نهم و دهم مشترک‌اند، ولی بر اساس رتبه‌بندی نهایی مولتی‌مورا که با اعمال تئوری سلطه، منطق بر استدلال آرو و در فضای اعداد ترتیبی می‌باشد، انتخاب سهام شرکت A_5 ، A_4 و A_1 به عنوان اولویت اول تا سوم سرمایه‌گذار پیشنهاد می‌شود. رتبه‌بندی نهایی اطمینان خاطر سرمایه‌گذار در تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد.

نتایج حاصل از این پژوهش به نسبت نتایج مطالعات ویس (۲۰۰۴) از جنبه‌های متفاوتی قابل اطمینان‌تر می‌باشد. ویس در مطالعات خود از چندین معیار نقدشوندگی استفاده نموده و رتبه‌بندی هر یک از آنان را به صورت جداگانه محاسبه نموده است، در حالی که در این پژوهش چند معیار نقدشوندگی به صورت هم‌زمان بهینه‌سازی شده‌اند. در مطالعات ویس (۲۰۰۴) رتبه‌بندی نهایی با استفاده از میانگین‌گیری از سایر رتبه‌ها حاصل شده که روشی نادرست در فضای اعداد ترتیبی می‌باشد، ولی در این پژوهش با بهره‌گیری از تئوری سلطه، استدلال آرو اعمال گشته و رتبه‌بندی نهایی در فضای اعداد ترتیبی محاسبه گردیده است. ویس تنها معیارهای نقدشوندگی کمی را مد نظر قرار داده، در حالی که در این پژوهش علاوه بر معیارهای کمی، معیارهای کیفی که عوامل مکنون محسوب می‌شوند نیز مورد سنجش قرار گرفته‌اند.

از طرفی مطالعات انجام شده در زمینه‌ی معیارهای کیفی نقدشوندگی، از جمله آگاروال و همکاران (۲۰۰۹)، چو (۲۰۱۳)، داس (۲۰۱۱) و لو (۲۰۱۴) همگی تنها با توجه به معیارهای کیفی صورت پذیرفته‌اند، در حالی که در این پژوهش معیارهای کیفی در کنار معیارهای کمی مورد سنجش قرار گرفته‌اند و برآوردی دقیق‌تر را رقم زده‌اند.

در مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد تا سایر محققان با استفاده از تکنیک مولتی‌مورا به ارزیابی نقدشوندگی سهام سایر صنایع و بر اساس سایر معیارها از جمله معیارهای مرتبط با مسائل سیاسی بپردازند، علاوه بر آن وزن‌دهی به معیارهای کمی و کیفی نقدشوندگی می‌تواند خروجی‌های مطلوب‌تری ارائه دهد.

فهرست منابع

- * تهرانی، رضا؛ عبده تبریزی، حسین؛ جعفری سرشت، داود (۱۳۹۰). ارزیابی تأثیر عرضه عمومی سهام شرکت‌های دولتی بر نقدشوندگی سهام در بورس اوراق بهادار تهران. نشریه تحقیقات مالی، ۱۳(۳۱).
- * سعیدی، علی و دادار، ام‌البنین (۱۳۸۹). بررسی رابطه بین نقدشوندگی سهام با شاخص نقدشوندگی دوره‌های پیشین در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، ۶(۱۶).
- * شیخ، محمد جواد و صفریپور، محمد حسن (۱۳۸۶). بررسی تأثیر دوره سرمایه‌گذاری بر عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۴(۵۰)، ۹۹-۱۱۸.
- * یحیی‌زاده‌فر، محمود و زارعی حسن (۱۳۹۲). بررسی رابطه قیمت پایانی سهام و نقدشوندگی سهام در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات حسابداری و حسابرسی، شماره ۱۷.

- * Agarwal, M. k., Krishnamurthy, S., & Malshe, A. (2009). Impact of Advertising on Liquidity Risk. "Marketing Strategy Meets Wall Street " Conference, Emory University.
- * Baležentis, A., Baležentis, T., Brauers, W. (2012). MULTIMOORA-FG: A Multi-Objective Decision Making Method for Linguistic Reasoning with an Application to Personnel Selection. *Informatica*, Vilnius University, 23(2), 173-190.
- * Balezentis, T., & Balezentis, A. (2014). A Survey on Development and Applications of the Multi-criteria Decision Making Method MULTIMOORA. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, (21), 209-222.
- * Benic, V. & Franic, Ivna. (2008). Stock Market Liquidity: Comparative Analysis of Croatian and Regional Markets. *Financial Theory and Practice*, 32(4), 477-498.
- * Bogdan, S., Baresa, S. & Ivanovie, S. (2012). Measuring Liquidity on Stock Market: Impact on liquidity Ratio. *Tourism and Hospitality Management*, 18(2), 183-193.
- * Brauers, W. K., Baležentis, A. & Baležentis, T. (2012). Implementing the EU strategy in Baltic States: A Multi-Objective Evaluation. *Actual Problems of Economics*. 134(8), 317-330.
- * Brauers, W. K. & Ginevicius, R. (2013). How to invest in Belgian shares by MULTIMOORA optimization. *Journal of Business Economics and Management*, 14(5), 940-956.
- * Brauers, W. K., & Zavadskas, E. (2012). Robustness of MULTIMOORA: A Method for Multi-Objective Optimization. *Informatica*, Vilnius University, 23(1), 1-25.
- * Brauers, W. K. (2001). The multiplicative representation for multiple objectives optimization with an application for arms procurement. *Naval Research Logistics (NRL)*. 49(4), 327-340.
- * Brauers, W. K. (2008). Multi-objective decision making by reference point theory for a wellbeing economy. *Operational Research*, 8, 89-104
- * Brauers, W. K. et al. (2008). Multi-Objective decision making for road design. *Transport*, 23(3), 183-193.
- * Chu, Hyo-Youn. (2013). Dimentions of strong brand and risk: based on a liquidity augmented capital asset pricing model, *Business and International Management*, 14(2), 283-296.
- * Dass, N., Nanda, V. & Xiao, C. (2011). Do firms choose their stock liquidity? A study of innovative firms and their stock liquidity. Working Paper, Georgia Institute of Technology.
- * Fong, K., Holden, C., & Trzcinka, C. (2011). What are the best liquidity proxies for global research. Unpublished working paper. University of New South Wales, Kensington, Australia.
- * Goyenko, R. Y., Holden, C. W. & Trzcinka, C. A. (2009). Do liquidity measures measure liquidity?. *Journal of Financial Economics*. 92, 153-181.
- * Himmelmann, A. & Schiereck, D. (2010). The effects of innovation on stock liquidity and systematic risk: Evidence from the Pharmaceutical Industry.
- * Kale, J. R. & Loon, Y.C. (2011). Product market power and stock market liquidity, *Journal of financial markets*, 14, 376-410.
- * Kim, S., & Lee, K. H. (2011). Pricing of liquidity risks by alternative liquidity measures.
- * Lesmond, David A. (2005). Liquidity of emerging markets, *Journal of Financial Economics*, 77, 411-452.
- * Lou, D. (2014). Attracting investor attention through Advertising. *London School Economics and Political Science*.
- * Lou, X. & Shu, T. (2014). Price impact or trading volume: why is the Amihud (2002) illiquidity measure priced. *Social Science Electronic Publishing*.
- * Pereira da Silva, P. (2013). Modeling and forecasting liquidity using principal component analysis and dynamic factor models. Working paper CMVM. CMVM-Portuguese securities commission.
- * Von Wyss, R. (2004). Measuring and Predicting Liquidity in the Stock Market. PHD Dissertation, University of St. Gallen 6. Kang, W. & Zhang, H. (2014). Measuring liquidity in emerging markets. *Pacific-Basin Finance Journal*, 27, 49-71.

- ¹ : MULTIMOORA: MULTI Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis
- ² : Ratio System
- ³ : Reference Point Method
- ⁴ : Full Multiplicative Form
- ⁵ : Shen & Starr
- ⁶ : Lee, Mucklow & Ready
- ⁷ : Wyss
- ⁸ : Huiping Zhang
- ⁹ : Amivest
- ¹⁰ : Amihud
- ¹¹ : Sunho Kim & Kuan-Hui Lee
- ¹² : Fong, K.; Holden, C. & Trzcinka, C.
- ¹³ : Ruslan Y., Craig W. & Charles A.
- ¹⁴ : Pastor
- ¹⁵ : Stambaugh's Gamma
- ¹⁶ : Lesmond, Ogden and Trzcinka
- ¹⁷ : Bekaert, Harvey and Lundblad
- ¹⁸ : Nishant Dass
- ¹⁹ : Hyo-Youn Chu
- ²⁰ : Weston, Kanatas & Grullon
- ²¹ : Subrahmanyam & Frieder
- ²² : Odean & Barber
- ²³ : Jayant R. Kale & Yee Cheng Loon
- ²⁴ : Chaney et al.
- ²⁵ : Bosch et al.
- ²⁶ : Sharma & Lacey
- ²⁷ : Sarkar & De Jong
- ²⁸ : Dedman et al.
- ²⁹ : Copeland & Galai
- ³⁰ : Glostan & Milgorn
- ³¹ : Huberman & Regev
- ³² : Busse & Green
- ³³ : Bogdan S., Baresa, S. & Ivanovie, S.
- ³⁴ : Vladimir Benic & Ivna Franic
- ³⁵ : MULTIMOORA-FG: MULTI Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis Fuzzy Group decision making
- ³⁶ : Arrow
- ^{۳۷} : Brauers
- ³⁸ : Brauers and Zavadskas
- ³⁹ : Dominance Theory
- ⁴⁰ : Tchebycheff & Minkowski
- ⁴¹ : Maximal Objective Reference Point
- ⁴² : Aspiration Objective Vector
- ⁴³ : Utopian Objective Vector
- ⁴⁴ : Kendall & Gibbons
- ⁴⁵ : Absolute Dominance
- ⁴⁶ : General Dominance
- ⁴⁷ : Lin et al.
- ⁴⁸ : Bacidore