

کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام (شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران)

کیخسرو یاکیده^۱

محمدحسن قلی‌زاده^۲

سیدمرتضی موسوی‌نیا^۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۷/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۰۳

چکیده

در این پژوهش از الگوی محاسبه کارایی در تحلیل پوششی داده‌ها، به منظور ارائه یک شاخص تلفیقی از ابعاد مختلف نقدشوندگی سهام استفاده گردیده است. در میان مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مدل دامنه تعدیل شده (RAM) از این خاصیت برخوردار است که هم ورودی‌ها و خروجی‌ها را به‌طور همزمان در نظر می‌گیرد، هم شاخص عددی برای کارایی ارائه می‌دهد و هم ورودی و خروجی منفی را می‌پذیرد؛ از این‌رو مدل RAM به عنوان مبنای ارائه شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است. درگام بعدی اقدام به رتبه‌بندی واحدهای دارای شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی برابر یک، بر مبنای روش رتبه‌بندی بر مبنای مرزهای کاملاً ناکارا نموده‌ایم. نتایج پژوهش حاکی از کاربرد مؤثر روش تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام می‌باشد. با استفاده از این روش، نمره شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام اختصاص داده‌شده به هر یک از شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس، ابعاد و جنبه‌های مختلف نقدشوندگی سهام یک شرکت را در بر می‌گیرد و بر اساس آن به راحتی می‌توان شرکت‌ها را با هم مقایسه کرد یا اینکه شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام یک شرکت را در چند دوره مالی مورد نظارت قرار داد.

واژه‌های کلیدی: نقدشوندگی سهام، تحلیل پوششی داده، بورس اوراق بهادار تهران، رتبه‌بندی، مرزهای کاملاً ناکارا.

۱- استادیار گروه مدیریت، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران. (نویسنده مسئول) yakideh@guilan.ac.ir

۲- دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران. adeh@guilan.ac.ir

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران. sayedmorteza_mousavinia@yahoo.com

۱- مقدمه

یکی از اصلی‌ترین کارکردهای بازار سرمایه، تأمین نقدشوندگی سهام می‌باشد (آگاروال، ۲۰۰۹). نقدشوندگی به صورت امکان انجام معاملات به سرعت، با هزینه اندک و بدون تحت تأثیر قرار دادن شدید قیمت تعریف شده و تعیین‌کننده اصلی امکان ادامه حیات بازارها بیان شده است (ویس، ۲۰۰۴؛ لیو، ۲۰۰۶؛ چای و همکاران، ۲۰۱۰). اهمیت نقدشوندگی در بازارهای مالی از آن جهت است که شرط بقا و ادامه حیات بازار، وجود حداقلی از نقدشوندگی است، به همین ترتیب رشد و توسعه واقعی بازار در گرو افزایش درجه نقدشوندگی می‌باشد (آمیهود و همکاران، ۲۰۰۵؛ باگدن و همکاران، ۲۰۱۲). به زعم پژوهشگران (ویس، ۲۰۰۴؛ لیو، ۲۰۰۶؛ چای و همکاران، ۲۰۱۰؛ بن، ۲۰۰۶؛ استال، ۲۰۰۰)، نقدشوندگی سهام یک مفهوم چندوجهی و شامل چندین ویژگی متمایز می‌باشد که البته هنوز معیاری وجود ندارد که بتواند گویای همه ویژگی‌های نقدشوندگی باشد. بنابراین ویژگی‌های مختلف نقدشوندگی با چندین معیار نشان داده شده است. در این پژوهش از الگوی محاسبه کارایی در تحلیل پوششی داده‌ها^۱، به منظور ارائه یک شاخص تلفیقی نسبی از ابعاد مختلف نقدشوندگی سهام استفاده گردیده است. به این مفهوم که شاخص‌های مختلف نقدشوندگی سهام را به عنوان ورودی‌ها یا خروجی‌های یک سازمان در نظر گرفته و نمره کارایی محاسبه شده توسط مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک معیار تلفیقی که بیانگر نقدشوندگی سهام است معرفی می‌شود. در گام بعدی، با توجه به اینکه در روش تحلیل پوششی داده‌ها تعدادی از واحدها کارا تشخیص داده می‌شوند که در عمل متفاوت از هم هستند، رتبه‌بندی واحدهای کارا به روش رتبه‌بندی بر مبنای مرزهای کاملاً ناکارا انجام می‌شود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

به زعم آمیهود، نقدشوندگی مفهومی پیچیده دارد. بیان ساده‌ی نقدشوندگی عبارت است از: "سهولت معامله یک ورقه بهادار" (آمیهود، ۲۰۰۵). با توجه به اینکه پدیده نقدشوندگی به خودی خود قابل مشاهده و بررسی نیست، باید معیارهای مختلفی را به نمایندگی از آن مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار داد. بنابراین ویژگی‌های مختلف نقدشوندگی را با چندین معیار نشان می‌دهیم (روبین، ۲۰۰۷). ویس (۲۰۰۴) چهار بعد نقدشوندگی را این‌گونه مشخص کرده است: ۱) سرعت انجام معامله^۲، که به صورت انجام معامله به صورت آنی در قیمت جاری بازار تعریف می‌شود؛ ۲) استحکام^۳، که به عنوان قابلیت خرید و فروش دارایی در یک قیمت و در یک زمان تعریف می‌شود. استحکام به بیانی ساده، هزینه‌های مرتبط با معامله یا هزینه فوریت را نشان می‌دهد؛ ۳) عمق^۴، توانایی خرید یا فروش میزان مشخصی از یک دارایی بدون تحت تأثیر قرار دادن قیمت و ۴) انعطاف‌پذیری^۵، که به صورت سرعت بازگشت قیمت‌ها به سطوح قبلی، پس از تغییر در قیمت با انجام معاملات بزرگ تعریف می‌شود. در این پژوهش از روش تحلیل پوششی داده‌ها به منظور ارائه یک شاخص تلفیقی از نقدشوندگی سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیکی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها می‌باشد. ورودی‌ها، منابع و مواد مورد استفاده سازمان و خروجی‌ها، محصولات و خدمات سازمان‌ها در نظر گرفته می‌شود. روشن است که با یک میزان خروجی ثابت، ورودی هر چه کمتر باشد واحد کارا تر است و با یک میزان ورودی ثابت، خروجی هر چه بیشتر باشد واحد کارا تر است. شاخص‌های نقدشوندگی سهام نیز از همین جنس هستند، به این مفهوم که بعضی از شاخص‌ها هر چه کمتر باشد سهام شرکت نقدشونده‌تر و بعضی شاخص‌های دیگر هر چه بیشتر باشند سهام شرکت نقدشونده‌تر می‌باشد. از این رو می‌توان از الگوی

۲-۱- مبانی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است که برای اندازه‌گیری کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای همگن به کار می‌رود. در این روش، نسبت مجموع موزون خروجی‌ها به مجموع موزون ورودی‌ها به عنوان کارایی تعریف می‌شود. تصور می‌شود با تخصیص بهترین وزن به هر یک از واحدها، در قالب حل مدل (۱) برای هر واحد، نمره کارایی آن واحد قابل دستیابی است. مدل (۱) تخصیص بهترین وزن به واحد تحت ارزیابی که با اندیس 0 مشخص شده را فرموله می‌کند، مشروط به این که نسبت مجموع موزون خروجی‌ها به ورودی‌ها برای همه واحدها از جمله واحد 0 که با اندیس J نشان داده شده‌اند از مقدار 1 تجاوز نکند.

$$\max e_o = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} / \sum_{i=1}^M v_i x_{io} \quad (1)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^M v_i x_{ij} \leq 1 \quad \dots j$$

$$= 1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

در مدل (۱)، v_i وزن ورودی x_{ij} ، u_r میزان ورودی y_{rj} و e_o برای واحد o ، u_r وزن خروجی y_{rj} و e_o میزان خروجی o برای واحد o است.

به این ترتیب روش DEA با ارزیابی کارایی نسبی، بازده DMUها را بدون هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد قیمت خروجی‌ها و ورودی‌ها اندازه‌گیری می‌کند (بهاتاچارجی، ۲۰۱۲). اما مدل (۱) یک مدل کسری است که از نقطه نظر تئوریک حائز اهمیت است و حل آن نیازمند انجام تبدیل مدل به مدلی خطی است. به منظور تبدیل مدل (۱) به مدل خطی دو نوع تبدیل وجود دارد که عملاً به دو مدل متفاوت منجر می‌شود. استفاده از الگوی DEA برای ارزیابی نسبی واحدها نیازمند تعیین دو مشخصه اساسی ماهیت الگو و بازده به مقیاس می‌باشد:

محاسبه کارایی در تحلیل پوششی داده‌ها به منظور ارائه یک شاخص تلفیقی از ابعاد مختلف نقدشوندگی سهام استفاده کرد. بدین معنی که شاخص‌های مختلف نقدشوندگی را به عنوان ورودی‌ها یا خروجی‌ها یک سهم در نظر بگیریم و نمره کارایی محاسبه‌شده توسط مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها را به عنوان یک معیار تلفیقی که بیانگر نقدشوندگی سهام شرکت‌ها می‌باشد معرفی نماییم. روشن است که در تحلیل پوششی داده‌ها نمره کارایی، نسبی است و با تغییر مجموعه سازمان‌های مورد ارزیابی تغییر می‌کند و در صورت کاربرد این روش برای ارائه شاخص نقدشوندگی سهام باید در نظر داشت که این شاخص، شاخصی نسبی است و با حذف یک سهم مقدار آن دستخوش تغییر می‌شود.

در تحلیل پوششی داده‌ها مدل‌های شناخته‌شده و معروف CCR^6 و BCC^7 در دو ماهیت ورودی-محور و خروجی-محور ارائه شده‌اند، به طوری که در فرم ورودی-محور، شاخص‌های ورودی نقش محوری در ارزیابی و در فرم خروجی-محور، شاخص‌های خروجی نقش محوری در ارزیابی دارند. اما در ارائه یک شاخص نقدشوندگی بین دو دسته از شاخص‌ها که به عنوان ورودی یا خروجی به کار می‌روند، ترجیحی وجود ندارد؛ بنابراین مدلی مناسب است که هر دو دسته شاخص‌ها را به طور یکسان به حساب آورد. در تحلیل پوششی داده‌ها مدل جمعی از این ویژگی برخوردار است اما این مدل قادر به ارائه مقدار عددی کارایی نیست. در میان مدل‌های تحلیل پوششی داده مدل RAM^8 از این خاصیت برخوردار است که هم ورودی‌ها و خروجی‌ها را به طور همزمان در نظر گیرد، شاخص عددی برای کارایی ارائه دهد و هم ورودی و خروجی منفی را بپذیرد. از این رو مدل RAM به عنوان مبنای ارائه شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است. در قسمت ۲-۱ به تشریح مبانی تحلیل پوششی داده‌ها و در قسمت ۲-۲ به مرور پیشینه پژوهش پرداخته می‌شود.

الف) ماهیت مدل

مدل‌های اصلی تحلیل پوششی داده‌ها را می‌توان به دو رویه ورودی‌محور و خروجی‌محور مورد بررسی قرار داد. هر کدام از این روش‌ها از دو طریق فرم اولیه و فرم ثانویه قابل حل است (آذر و همکاران، ۱۳۸۵).

الف) مدل ورودی‌محور (داده‌گرا): یک تبدیل خطی از مدل (۱) را می‌توان به شکل مدل (۲) نوشت.

$$\begin{aligned} \text{رابطه (۲)} \quad \max e_o &= \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ \text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \dots j \\ &= 1, \dots, n \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

مدل (۲) ورودی‌محور نامیده می‌شود. مفهوم ورودی‌محور را از روی دوگان مدل بهتر می‌توان فهمید. مدل (۳) فرم ثانویه یا دوگان مدل (۲) است.

$$\begin{aligned} \text{رابطه (۳)} \quad \min \theta \\ \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta x_{io} \dots i \\ &= 1, \dots, m. \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ &= y_{ro} \dots r \\ &= 1, \dots, s. \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ &\geq 0 \end{aligned}$$

ثابت می‌شود مقدار θ کمتر از ۱ است؛ با توجه به این نکته، مدل (۳) با حداقل کردن θ که ضریب ورودی‌هاست، در واقع ترکیبی خطی از ورودی‌های واحدهای موجود را جستجو می‌کند که از ورودی واحد تحت ارزیابی کمتر باشد و به همین دلیل می‌توان گفت مدل (۳) و به تبع آن فرم ثانویه آن، مدل (۲)، محاسبه کارایی را بر مبنای ورودی واحدها

انجام می‌دهند. این نکته حائز اهمیت است که در مدل (۳) ضریب θ برای همه ورودی‌ها یکی است و بر همین اساس کاهش ورودی‌ها، به یک نسبت ثابت برای همه انجام می‌شود. از این حیث مدل (۳) و به تبع آن دوگانش، مدل (۲)، را شعاعی می‌نامند. اشکال مدل‌های شعاعی این است که اگر واحدی از حیث یکی از ورودی‌ها کمترین مقدار را داشته باشد صرف نظر از وضعیت بقیه ورودی‌ها کارا شناخته می‌شود. از میان دو مدل دوگان، مدلی که با متغیرهای u_r و v_i نوشته می‌شود مدل در فرم مضربی و مدلی که با متغیرهای s_i^+ ، s_i^- و λ_j نوشته می‌شود مدل در فرم پوششی نامیده می‌شود (جهانشاهلو و حسین‌زاده، ۱۳۸۵). تفسیر مدل در فرم پوششی از نظر ریاضی محاسبه فاصله واحد تا مرز کارایی است که از واحدهای کارا ساخته می‌شود.

ب) مدل خروجی‌محور (ستاده‌گرا): یک تبدیل خطی دیگر از مدل (۱) را می‌توان به شکل مدل (۴) نوشت (مهرگان، ۱۳۸۳).

$$\begin{aligned} \text{رابطه (۴)} \quad \min e_o &= \sum_{i=1}^m v_i x_{jo} \\ \text{s. t.} \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \dots j \\ &= 1, \dots, n. \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

مدل (۴) را خروجی‌محور می‌نامند. مفهوم خروجی‌محور را هم، از روی دوگان مدل بهتر می‌توان فهمید. مدل (۵)، فرم ثانویه یا دوگان مدل (۴) است (مهرگان، ۱۳۸۳).

$$\begin{aligned} \text{رابطه (۵)} \quad \max \varphi \\ \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= x_{io} \dots i \\ &= 1, \dots, m. \end{aligned}$$

مقدار ثابت به یک خروجی یا ورودی تمام واحدها، کارایی واحد تحت ارزیابی تغییر نکند (جهانشاهلو و حسین‌زاده، ۱۳۸۵). ساده‌ترین مدلی که از این خاصیت برخوردار است مدل جمعی است (جهانشاهلو و حسین‌زاده، ۱۳۸۵). مدل جمعی به صورت مدل (۷) نوشته می‌شود.

$$\begin{aligned} & \max \left[\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right] \quad \text{رابطه (۷)} \\ \text{s.t. } & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0} \dots i \\ & = 1, \dots, m. \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = y_{r0} \dots r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \end{aligned}$$

مدل جمعی علاوه بر پایداری نسبت به انتقال محورها، از دو ویژگی دیگر هم برخوردار است؛ یکی این که از ماهیت ترکیبی برخوردار است و ورودی-محور یا خروجی‌محور نیست. یعنی در محاسبه تابع هدف هم ورودی‌ها و هم خروجی‌ها را مشارکت می‌دهد. دیگر این که مدل جمعی شعاعی نیست و یک ورودی یا خروجی به تنهایی نمی‌تواند تعیین-کننده مقدار تابع هدف باشد. اما مدل جمعی قادر به تعیین میزان کارایی واحدها نیست و با استفاده از آن فقط می‌توان در مورد کارا بودن یا نبودن یک واحد نظر داد (جهانشاهلو و حسین‌زاده، ۱۳۸۵). در بخش روش پژوهش، مدل RAM به عنوان مدل مناسب پژوهش معرفی خواهد شد.

۲-۲- پیشینه پژوهش

نقدشوندگی به زعم لیو (۲۰۰۶)، قابلیت معامله مقدار زیادی از اوراق بهادار در هزینه پایین و با اثر قیمتی کم می‌باشد. وی چهار بعد نقدشوندگی شامل مقدار معامله، سرعت معامله، هزینه معامله و اثر قیمتی را در این تعریف نشان می‌دهد. به زعم برواس (۲۰۰۶)، نقدشوندگی یک مفهوم نسبی است. به

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ &= \varphi y_{r0} \dots r \\ &= 1, \dots, s. \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ &\geq 0 \end{aligned}$$

ثابت می‌شود مقدار بهینه φ بیشتر از ۱ است (جهانشاهلو و حسین‌زاده، ۱۳۸۵)؛ با توجه به این نکته، مدل (۵) با حداکثر کردن φ که ضریب خروجی‌هاست، در واقع ترکیبی خطی از خروجی‌های واحدهای موجود را جستجو می‌کند که از خروجی واحد تحت ارزیابی بیشتر باشد و بر همین اساس، خروجی‌ها نقش محوری در محاسبه کارایی پیدا می‌کنند. این مدل هم از آنجا که افزایش همه خروجی‌ها در آن به یک نسبت انجام می‌شود شعاعی است.

ب) بازده به مقیاس

به منظور تبدیل فرم پوششی مدلی با بازده به مقیاس ثابت به مدلی با بازده به مقیاس متغیر کافی است رابطه (۶) به عنوان قید به مدل اضافه شود.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \text{رابطه (۶)}$$

تبدیل مدل با بازده به مقیاس ثابت به مدل با بازده به مقیاس متغیر در فرم مضربی نیازمند اضافه کردن یک متغیر آزاد در علامت به تابع هدف و محدودیت‌های متناظر با واحدهاست. از تفصیل آن در اینجا خودداری می‌شود.

ج) ورودی‌ها و خروجی‌های منفی

مدل‌های پایه تحلیل پوششی داده، اساساً با فرض مثبت بودن ورودی‌ها و خروجی‌ها نوشته شده‌اند. در شرایطی که در ورودی‌ها و خروجی‌های واحدها، مقادیر منفی وجود داشته باشد مدلی مناسب است که در برابر انتقال محورها پایدار باشد (کوپر و همکاران، ۱۹۹۹). یعنی با اضافه شدن یک

عقیده وی یک بازار کاملاً نقد، یک قیمت پیشنهادی خرید و فروش را در همه‌ی زمان‌ها صرف نظر از مقدار در حال معامله، فراهم می‌کند. وی بیان می‌کند که نقدشوندگی سه بعد شکاف، عمق و انعطاف-پذیری دارد. بعد اول، معیار مستقیم هزینه‌های معاملاتی می‌باشد و دو بعد آخر قابلیت بازار برای جذب حجم قابل توجهی از اوراق، بدون اثرات شدید بر قیمت را منعکس می‌کند. به زعم ویس (۲۰۰۴) نقدشوندگی مفهوم پیچیده‌ای است و بطور مستقیم قابل مشاهده نمی‌باشد. نقدشوندگی یکی از ویژگی‌های مطلوب بازارهای رقابتی است که به صورت امکان انجام معاملات به سرعت، با هزینه اندک و بدون تحت تأثیر قرار دادن شدید قیمت تعریف شده و تعیین کننده اصلی امکان ادامه حیات بازارها بیان شده است. وی چهار بعد نقدشوندگی را این‌گونه مشخص کرده است: (۱) سرعت انجام معامله؛ (۲) استحکام؛ (۳) عمق و (۴) انعطاف‌پذیری. در این پژوهش از الگوی ارائه شده توسط ویس (۲۰۰۶) پیروی شده است و برای نقدشوندگی چهار بعد در نظر گرفته شده است.

از روش تحلیل پوششی داده در حوزه بازار سرمایه استفاده‌های گوناگونی شده است که در ادامه به چند نمونه از این پژوهش‌ها اشاره خواهد شد. اندروی و همکاران (۲۰۰۳) نقدشوندگی سهام را به عنوان یکی از مهمترین معیارهای مورد نظر سرمایه‌گذاران در چارچوب بهینه‌سازی استاندارد میانگین-واریانس پرتفوی معرفی کردند. آنها در پژوهش خود نشان دادند که پرتفوی‌های نزدیک به یکدیگر در مرز کارای میانگین-واریانس سنتی از لحاظ خصوصیت‌های نقدشوندگی تفاوت‌های زیادی با هم دارند. همچنین آنها نشان دادند که حتی شیوه‌های بسیار ساده بهینه‌سازی پرتفوی به همراه معیار نقدشوندگی مزیت بسیار زیادی را در کاهش ریسک نقدشوندگی پرتفوی به دست می‌آورند. پور و مک‌مولن (۲۰۰۰) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها معیارهای قوی و سایر معیارهای عملکرد را در مجموعه‌ای از

اوراق بهادار متمایز کردند. آنان بیان کرده‌اند که انتخاب اوراق بهادار می‌تواند نمونه‌ای از مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره باشد. آنها در پژوهش خود، با حل مدل تحلیل پوششی داده‌ها ۱۸۵ شرکت بزرگ در امریکا مورد بررسی قرار دادند و اینگونه نتیجه‌گیری شد که استفاده از روش DEA به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند اوراق بهادار مناسب را انتخاب کند. خواجوی و همکاران (۱۳۸۴) از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین پرتفوی بهینه از کاراترین شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار استفاده کردند. در مدل DEA، سه متغیر ورودی و چهار متغیر خروجی مشابه پژوهش آذر (۱۳۹۲) انتخاب کردند و پس از حل الگوی CCR ورودی‌محور از بین ۹۰ شرکت مورد بررسی تعداد ۲۹ شرکت که در واقع ۲۳٪ کل شرکت‌ها را شامل می‌شدند کارا و تعداد ۶۱ شرکت ناکارا شناخته شدند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، پژوهشی کاربردی می‌باشد؛ زیرا در فرایند استفاده از اطلاعات کاربرد دارد. این پژوهش از نظر ماهیت و روش، از نوع پژوهش‌های توصیفی به حساب می‌آید؛ چرا که پژوهشگر درصدد بررسی وضع موجود است و به توصیف وضعیت نقدشوندگی سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌پردازد.

۳-۱- مراحل انجام پژوهش

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، که متشکل از معیارهای نقدشوندگی می‌باشد، ابتدا شاخص‌ها بر اساس اینکه ماهیت ورودی دارند یا خروجی دسته‌بندی می‌شوند. منظور از شاخص با ماهیت ورودی شاخصی است که مقدار کمتر آن مطلوب و منظور از شاخص با ماهیت خروجی، شاخصی است که مقدار بیشتر آن مطلوب باشد. پس از دسته‌بندی شاخص‌های ورودی و خروجی، هر یک بر اساس تعریف برای هر سهم محاسبه می‌شوند. به منظور

$|r_t|$ قدرمطلق تغییرات قیمت در بازه زمانی سالانه و N_t تعداد معاملات در بازه زمانی سالانه می‌باشد.

خروجی‌های مدل پژوهش، معیار حجم معاملات و عمق ریالی می‌باشد که به ترتیب بیانگر بعد سرعت نقدشوندگی و بعد عمق نقدشوندگی می‌باشند.

حجم معاملات^{۱۱}: این معیار بعد سرعت معاملات را نشان می‌دهد. این معیار رابطه مستقیمی با نقدشوندگی سهام دارد.

$$\text{رابطه (۱۰)} \quad TU = \sum_{i=1}^{N_t} p_i \cdot q_i$$

p_i قیمت سهام در معامله i ام، q_i تعداد سهام معامله شده در معامله i ام و N_t تعداد معاملات در بازه زمانی سالانه می‌باشد (ویس، ۲۰۰۴؛ هزبراک و سپی، ۲۰۰۱).

عمق ریالی^{۱۲}: این معیار بعد عمق نقدشوندگی را به تصویر می‌کشد (ویس، ۲۰۰۴).

$$\text{رابطه (۱۱)} \quad RD = \frac{q_t^A \times p_t^A + q_t^B \times p_t^B}{2}$$

p_t^A میانگین بهترین قیمت پیشنهادی فروش (پایین‌ترین قیمت پیشنهادی فروش) و p_t^B میانگین بهترین قیمت پیشنهادی خرید (بالترین قیمت پیشنهادی خرید)، q_t^A میانگین بهترین مقدار پیشنهادی فروش (بالترین) و q_t^B میانگین بهترین مقدار پیشنهادی خرید (بالترین) اشاره دارد.

۳-۳- مدل محاسبه شاخص تلفیقی

کوپر و همکاران (۱۹۹۹) مدل RAM را به شکل زیر معرفی کردند.

تلفیق شاخص‌ها و ارائه شاخص نقدشوندگی نسبی مدل RAM به عنوان مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها بکار گرفته و سپس نمرات کارایی برای هر سهم محاسبه می‌شوند. از آنجا که این مدل به تعدادی از سهم مقدار نقدشوندگی نسبی یک نسبت می‌دهد روش رتبه‌بندی بر مبنای مرز کاملاً ناکارا از طریق اجرای معکوس مدل RAM اجرا می‌شود.

۲-۳- ماهیت شاخص‌ها و محاسبه آنها

ورودی‌های مدل پژوهش، معیار شکاف نسبی و نسبت نقدشوندگی^۳ می‌باشد که به ترتیب بعد شکاف و انعطاف‌پذیری نقدشوندگی را نشان می‌دهند. **معیار شکاف نسبی^۹**: این معیار بعد استحکام نقدشوندگی را به تصویر می‌کشد. بین معیارهای نقدشوندگی مرتبط با شکاف و نقدشوندگی رابطه معکوس وجود دارد.

$$\text{رابطه (۸)} \quad RS = \frac{p_t^A - p_t^B}{p_t^M} = \frac{2 \times (p_t^A - p_t^B)}{p_t^A + p_t^B}$$

p_t^A به میانگین بهترین قیمت پیشنهادی فروش در بازه زمانی سالانه (پایین‌ترین قیمت پیشنهادی فروش) و p_t^B به میانگین بهترین قیمت پیشنهادی خرید در بازه زمانی سالانه (بالترین قیمت پیشنهادی خرید) اشاره دارد (ویس، ۲۰۰۴؛ جردیا، ۲۰۰۱).

نسبت نقدشوندگی^{۱۰}: این معیار بعد انعطاف‌پذیری نقدشوندگی را نشان می‌دهد. برونر در سال ۱۹۹۶ میلادی، $LR3_t$ را پیشنهاد کرد، که میانگین تغییر قیمت به ازای یک معامله را نشان می‌دهد. هر چه $LR3_t$ بالاتر باشد، نقدشوندگی پایین‌تر می‌باشد (ویس، ۲۰۰۴).

$$\text{رابطه (۹)} \quad LR3 = \sum_{i=1}^N |r_t| * \frac{1}{N_t}$$

پوششی تمایزی بین آنها قابل نمی‌شوند. به‌منظور رفع این مشکل روش‌های متعددی تحت عنوان رتبه‌بندی واحدهای کارا در تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شده است. به عنوان نمونه می‌توان به رتبه‌بندی بر مبنای روش اندرسون و پترسون^{۱۳}، کارایی متقاطع^{۱۴}، رتبه‌بندی بر مبنای مجموعه‌های مرجع^{۱۵} (ورزیبکی، ۱۹۹۹) و رتبه‌بندی بر مبنای مرزهای کاملاً ناکارا^{۱۶} (جهانشاهلو و افضل‌نژاد، ۲۰۰۶) اشاره کرد. در میان روش‌های فوق، روش رتبه‌بندی بر مبنای مرزهای کاملاً ناکارا به دلیل آنکه بر خلاف سایر روش‌ها از مشکلات محاسباتی کمتری برخوردار است، مورد توجه قرار گرفته است. در این روش از بین واحدهای کارا، واحدی که در مدل معکوس عدد کمتری به آن نسبت داده شود فاصله دورتری با مرز کاملاً ناکارا داشته و از این‌رو در بین واحدهای کارا ترجیح داده می‌شود. بنابراین در این پژوهش آن دسته از واحدهایی که شاخص تلفیقی نقدشوندگی آنها برابر یک شده است با استفاده از روش رتبه‌بندی بر مبنای مرزهای کاملاً ناکارا رتبه‌بندی می‌شوند. رتبه‌بندی بر مبنای مرزهای کاملاً ناکارا برای اولین بار توسط جهانشاهلو و افضل‌نژاد (۱۳۸۵) ارائه گردید. به زعم آنها می‌توان با تغییر دادن ورودی و خروجی‌های مدل و همچنین ماهیت مدل (به لحاظ ورودی‌گرا یا خروجی‌گرا) واحدهای کارا را رتبه‌بندی کرد. از آنجایی که مدل به کار گرفته در این پژوهش (RAM) از خانواده مدل‌های جمعی است و ماهیت ترکیبی دارد (ورودی‌محور یا خروجی‌محور نیست)، بنابراین نیازی به تغییر ماهیت مدل نداریم و صرفاً با تغییر جای ورودی و خروجی مدل می‌توان مدل مرز کاملاً ناکارا را به دست آورد. در این مدل فاصله تا مرزهای کاملاً ناکارا به جای فاصله تا مرز کارا در مقدار تابع هدف نمود پیدا می‌کند و هر چه مقدار تابع هدف کمتر باشد به مفهوم دورتر بودن واحد از مرز کاملاً ناکارا می‌باشد. در این روش، دورتر بودن از مرز کاملاً ناکارا معیار برتری واحدهای کارا تلقی می‌شود. شایان ذکر است که در هر مدل تحلیل پوششی

$$\begin{aligned} \min & \left[1 - \frac{1}{m+s} \left(\frac{s_i^-}{R_i^-} + \frac{s_r^+}{R_r^+} \right) \right] \\ \text{s. t.} & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io}, \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = y_{ro} \dots \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{رابطه} \\ (۱۲) \end{array}$$

در مدل R_i^- و R_r^+ به شکل زیر تعریف می‌شوند.

$$\begin{aligned} R_i^- &= \max_{j=1, \dots, n} \{x_{ij}\} \\ &= \min_{j=1, \dots, n} \{x_{ij}\}, \quad i \\ &= 1, \dots, m. \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{رابطه} \\ (۱۳) \end{array}$$

$$\begin{aligned} R_r^+ &= \max_{j=1, \dots, n} \{x_{rj}\} \\ &= \min_{j=1, \dots, n} \{x_{rj}\}, \quad r \\ &= 1, \dots, s. \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{رابطه} \\ (۱۴) \end{array}$$

مدل RAM مثل مدل جمعی ماهیت ترکیبی داشته و غیر شعاعی است، اما بر خلاف مدل جمعی قادر است مقدار کارایی را مشخص کند. این مدل نسبت به انتقال ورودی و خروجی پایدار است و در شرایطی که در بین ورودی‌ها و خروجی‌ها مقادیر منفی وجود دارد به کار گرفته می‌شود. در این پژوهش از آنجا که در شاخص‌های ارزیابی مسأله نقدشوندگی سهم‌ها مقادیر منفی وجود دارد، از مدل RAM استفاده شده است. این مدل وضعیت شاخص‌های نقدشوندگی را تلفیق و در قالب نمره کارایی به صورت نسبی ارائه می‌دهد.

۳-۴- رتبه‌بندی سهم‌های کارا

در تحلیل پوششی داده‌ها مجموعه واحدهای تحت ارزیابی به دو گروه کارا و ناکارا تقسیم می‌شوند. به تعبیری می‌توان گفت در تحلیل پوششی داده‌ها تعدادی واحد کارا تشخیص داده می‌شوند که در عمل متفاوت از هم هستند. اما مدل‌های تحلیل

معیارهای LR3 و RS به عنوان معیارهای معکوس نقدشوندگی (عدم نقدشوندگی) منفی شده است که این حالت با تئوری مربوط سازگار می‌باشد.

۴-۲- بررسی نتایج اجرای مدل

مدل RAM برای داده‌های شرکت‌هایی که دارای شرایط زیر بودند، اجرا گردید. در مجموع ۱۱۳ شرکت با استفاده از روش هدفمند (غربالگری) و با توجه به معیارهای زیر، انتخاب شده است:

(۱) به جهت همسانی تاریخ گزارشگری و حذف اثرات فصلی، دوره مالی آنها منتهی به ۲۹ اسفند باشد و در طول دوره تغییر سال مالی نداشته باشند. همچنین، به دلیل متفاوت بودن ماهیت فعالیت شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بیمه، لیزینگ و بانک‌ها، شرکت‌های مورد نظر جزء این گروه نباشند.

(۲) شرکت‌های مورد نظر، طی دوره پژوهش، فعالیت مستمر داشته باشند و معاملات آنها در بورس دچار وقفه بیش از دو ماه متوالی نشده باشد. همچنین این شرکت‌ها باید در طول یک سال مالی بیشتر از ۱۰۰ روز معاملاتی داشته باشند و داده‌های مالی مورد نیاز برای انجام پژوهش را در سال ۱۳۹۳ به طور کامل ارائه کرده باشند.

روش گردآوری داده و اطلاعات در پژوهش حاضر از دو بخش تشکیل شده است: در بخش اول، برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و بررسی پیشینه پژوهش از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. در بخش دوم، داده‌های کمی مورد نیاز برای انجام پژوهش نیز با توجه به متغیرهای مورد نظر، از منابع متعدد شامل صورت‌های مالی و گزارش‌های آماری مختلف منتشر شده توسط سازمان بورس اوراق بهادار، شرکت مدیریت فناوری بورس تهران، و نرم افزار بورسی ره‌آورد نوین ۳، به دست آمده است. در نهایت، به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار GAMS استفاده شده است.

داده‌ها، نمره کارایی یا مقدار تابع هدف اگر برابر یک باشد به مفهوم قرار داشتن واحد روی مرز و هر چه از یک فاصله بگیرد به مفهوم دورتر شدن از مرز می‌باشد (جهانشاهلو و افضل‌نژاد، ۲۰۰۶). در این پژوهش برای رتبه بندی سهم‌هایی با نمره نقدشوندگی نسبی یک از این روش استفاده شده است.

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- همبستگی معیارهای نقدشوندگی

اطلاعات مربوط به ضرایب همبستگی بین معیارهای نقدشوندگی به شرح جدول (۱) می‌باشد:

جدول ۱- ضرایب همبستگی پیرسون بین معیارهای نقدشوندگی

معیارهای نقدشوندگی	RS	LR3	TU	RD
RS	۱			
LR3	۰/۱۱۴	۱		
TU	-۰/۰۹۷	-۰/۲۳۲	۱	
RD	-۰/۰۱۳	-۰/۰۹۹	۰/۱۵۷	۱

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که همبستگی میان معیارهای نقدشوندگی به کار رفته پایین است. این امر بر این نکته دلالت دارد که این معیارها ابعاد متفاوت نقدشوندگی را به تصویر می‌کشند. یافته‌های ما مشابه نتایج پژوهش‌های ویس (۲۰۰۴)، استال (۲۰۰۰) و چای و همکاران (۲۰۱۰) است. استال (۲۰۰۰) اشاره می‌کند که نقدشوندگی یک مفهوم چندبعدی است، از این رو همبستگی معیارهای متفاوت نقدشوندگی بالا نخواهد بود. نتایج ما از چندبعدی بودن نقدشوندگی حمایت کرده و نشان می‌دهد که نقدشوندگی می‌تواند از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. نکته قابل توجه در ضرایب همبستگی پیرسون این است که علامت رابطه بین RD و TU به عنوان معیار مستقیم نقدشوندگی و

۴-۳- تعیین واحدهای کارا با استفاده از مدل RAM

با در نظر گرفتن ورودی‌ها و خروجی‌ها و ارزیابی شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل RAM نتایج زیر حاصل گردیده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۳ از مجموع ۱۱۳ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران تعداد ۱۱ شرکت دارای شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام برابر یک می‌باشند.

طبق نتایج بدست آمده (۲)، شرکت‌هایی شامل ایران خودرو، فولاد مبارکه اصفهان، گروه مپنا، سایپا، کاغذسازی کاوه، فراورده‌های نسوز ایران، داده‌پردازی ایران، ملی صنایع مس ایران، زامیاد، مس باهنر و آذربای دارای شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام برابر ۱ هستند؛ یعنی فعالیت آنها براساس معیارهای انتخابی، طی دوره مورد بررسی به شکل بهینه صورت گرفته است. ۱۰۲ شرکت دیگر، بر حسب معیار تلفیقی نقدشوندگی سهام حاصل شده به ترتیب از رتبه ۲ (صنعتی پارس خزر) تا ۱۰۳ (فروسلیس ایران) رتبه‌بندی می‌شوند.

جدول ۲- شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام شرکت‌ها

شرکت‌ها	رتبه	کارایی مرز کارا	شرکت‌ها	رتبه	کارایی مرز کارا
ایران خودرو	۱	۱	مهرکام پارس	۴۸	۰/۴۹۵۵۵۸۶۳۶
فولاد مبارکه اصفهان	۱	۱	لعابیران	۴۹	۰/۴۹۵۴۹۲۹۲
گروه مپنا	۱	۱	حمل و نقل توکا	۵۰	۰/۴۹۳۲۷۵۵۸۳
سایپا	۱	۱	سیمان شمال	۵۱	۰/۴۹۲۸۶۵۵۹۶
کاغذسازی کاوه	۱	۱	کارخانجات قند قزوین	۵۲	۰/۴۹۲۱۰۲۹۱۶
فراورده‌های نسوز ایران	۱	۱	پشم شیشه ایران	۵۳	۰/۴۹۱۵۰۰۶۹۷
داده پردازی ایران	۱	۱	سیمان خاش	۵۴	۰/۴۸۹۹۴۷۲۱۵
ملی صنایع مس ایران	۱	۱	باما	۵۵	۰/۴۸۹۷۲۲۵۸۳
زامیاد	۱	۱	سیمان دورود	۵۶	۰/۴۸۸۶۶۹۷۰۱
مس باهنر	۱	۱	ایرکا پارت صنعت	۵۷	۰/۴۸۸۱۶۱۵۱۵
آذربای	۱	۱	پارس سوئیچ	۵۸	۰/۴۸۷۸۷۶۲۹۲
صنعتی پارس خزر	۲	۰/۸۵۱۴۴۷۰۵۲	کارخانجات تولیدی شهید قندی	۵۹	۰/۴۸۷۵۸۲۹۱۱
مخابرات ایران	۳	۰/۸۴۱۶۲۹۳۱۸	سیمان کرمان	۶۰	۰/۴۸۵۷۸۶۵۲۹
ایران ترانسفو	۴	۰/۷۹۴۳۱۴۸۶	آبسال	۶۱	۰/۴۸۵۲۵۴۰۳۲
پارس مینو	۵	۰/۷۹۲۷۶۶۴۸۷	نیروکلر	۶۲	۰/۴۸۳۲۸۴۸۳۶
توسعه صنایع بهشهر	۶	۰/۷۹۰۳۲۷۹۷۹	ماشین سازی نیرو محرکه	۶۳	۰/۴۸۲۹۸۲۰۷۷
کاشی سعدی	۷	۰/۷۸۷۰۱۳۰۲۵	ذغالسنگ نگین طبس	۶۴	۰/۴۸۲۹۷۷۴۵۳
لبنیات پاک	۸	۰/۷۷۹۲۱۰۵۶۴	کاشی سینا	۶۵	۰/۴۸۲۳۵۴۸۵۵
پتروشیمی شیراز	۹	۰/۷۶۴۲۹۸۷۵۴	تولیدی گرانیتهی بهسرام	۶۶	۰/۴۸۱۱۵۲۴۳۶
گروه بهمن	۱۰	۰/۷۶۳۵۳۴۱۸	سیمان ارومیه	۶۷	۰/۴۸۰۵۹۷۰۷
پتروشیمی خارک	۱۱	۰/۷۴۵۲۷۷۳۴۷	صنعتی نیرو محرکه	۶۸	۰/۴۷۹۲۷۷۲۳
قند اصفهان	۱۲	۰/۷۳۴۸۱۶۳۴۶	الکترونیک خودرو شرق	۶۹	۰/۴۷۹۰۴۷۸۳۸
گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو	۱۳	۰/۶۹۶۶۹۲۵۰۹	سرمافرین	۷۰	۰/۴۷۸۷۳۱۹۵۵
پتروشیمی سازند	۱۴	۰/۶۹۲۲۵۶۱۷۱	سیمان شاهرود	۷۱	۰/۴۷۷۰۶۵۴۷۳
معادن روی ایران	۱۵	۰/۶۷۳۸۲۲۵۹۴	مهندسی حمل و نقل پتروشیمی	۷۲	۰/۴۷۵۳۴۳۱۵

شركت‌ها	رتبه	کارایی مرز کارا	شركت‌ها	رتبه	کارایی مرز کارا
تکین کو	۱۶	۰/۶۶۲۹۱۴۵۵۱	پتروشیمی آبادان	۷۳	۰/۴۷۵۳۱۱۰۳۱
پارس خودرو	۱۷	۰/۶۵۸۸۴۵۳۶۱	داروسازی لقمان	۷۴	۰/۴۷۲۱۵۷۳۰۱
دارو سبحان	۱۸	۰/۶۲۷۸۸۷۹۳۳	معادن منگنز ایران	۷۵	۰/۴۶۴۳۴۷۰۶۶
کرین ایران	۱۹	۰/۶۲۵۴۳۱۴۷۶	کارخانجات داروپخش	۷۶	۰/۴۶۳۱۹۹۷۳۴
شیمیایی فارس	۲۰	۰/۶۱۷۲۷۲۱۲۸	رینگ سازی مشهد	۷۷	۰/۴۶۲۵۶۵۳۲
نفت پارس	۲۱	۰/۶۰۹۹۳۷۸۹۶	سیمان بهبهان	۷۸	۰/۴۶۱۶۶۷۱۴۷
سایپا دیزل	۲۲	۰/۶۰۴۹۶۸۷۰۶	سینادارو	۷۹	۰/۴۵۶۶۹۳۱۲۵
کالسیمین	۲۳	۰/۶۰۳۷۵۸۶۴۸	مواد داروپخش	۸۰	۰/۴۵۵۴۶۸۱۱۹
سیمان تهران	۲۴	۰/۶۰۱۰۰۲۰۹۴	سیمان صوفیان	۸۱	۰/۴۵۲۲۴۲۹۶۷
نفت بهران	۲۵	۰/۵۸۳۸۳۰۵۹۱	سیمان فارس نو	۸۲	۰/۴۴۹۹۹۲۶۷
پتروشیمی فن آوران	۲۶	۰/۵۶۹۵۲۰۴۳۲	فیبر ایران	۸۳	۰/۴۴۷۳۸۲۶۹۲
لوله و ماشین سازی	۲۷	۰/۵۶۸۵۵۰۰۶۶	فولادخراسان	۸۴	۰/۴۴۵۵۳۷۸۱۷۸
سرامیک اردکان	۲۸	۰/۵۶۱۴۶۱۴۴۹	شهد ایران	۸۵	۰/۴۴۴۴۵۳۷۲۹
ملی سرب و روی	۲۹	۰/۵۴۹۲۸۵۰۳۱	بیسکویت گرجی	۸۶	۰/۴۴۳۱۵۷۶۷۵
البرز دارو	۳۰	۰/۵۴۳۷۰۰۶۲۶	قند نقش جهان	۸۷	۰/۴۴۳۱۵۲۳۷۴
پگاه خراسان	۳۱	۰/۵۳۱۹۱۰۳۸۵	دارو امین	۸۸	۰/۴۴۲۳۴۲۵۰۸
سیمان غرب	۳۲	۰/۵۲۹۳۹۸۸۶۵	موتورسازان تراکتور	۸۹	۰/۴۳۳۴۲۴۴۱
شیشه و گاز	۳۳	۰/۵۲۵۲۲۷۲۷۷	دارو رازک	۹۰	۰/۴۳۲۹۵۳۸
لبنیات کالبر	۳۴	۰/۵۲۳۹۵۵۸۸۹	معدنی املاح ایران	۹۱	۰/۴۲۹۲۲۷۹۹۱
داروسازی کوثر	۳۵	۰/۵۲۳۲۵۱۲۷۳	کاشی الوند	۹۲	۰/۴۲۳۹۹۲۰۲۸
دارو اکسیر	۳۶	۰/۵۱۷۸۴۹۸۲۷	داروپخش	۹۳	۰/۴۲۲۴۸۱۶۷۱
لاستیک سهند	۳۷	۰/۵۱۴۹۳۷۷۱۵	خدمات انفورماتیک	۹۴	۰/۴۱۹۵۹۸۴۶۶
داروسازی زاگرس فارمد	۳۸	۰/۵۱۲۹۵۹۳۲۵	پتروشیمی فارابی	۹۵	۰/۴۱۷۱۷۰۷۸۹
حفاری شمال	۳۹	۰/۵۱۰۹۶۷۶۳۲	نورد قطعات فولادی	۹۶	۰/۴۱۵۱۰۸۶۱۱
چینی ایران	۴۰	۰/۵۰۷۲۹۰۹۰۵	کیمیدارو	۹۷	۰/۴۰۰۲۹۱۳۶۲
کشت و صنعت پیاذر	۴۱	۰/۵۰۱۱۳۷۱	چرخشگر	۹۸	۰/۳۹۴۶۱۰۱۰۹
محورسازان	۴۲	۰/۵۰۰۹۷۰۴۷	فرآورده‌های نسوز آذر	۹۹	۰/۳۴۲۹۸۵۲۹۴
کارتن ایران	۴۳	۰/۴۹۸۰۵۹۲۱۹	نیروترانس	۱۰۰	۰/۳۴۱۰۳۴۳۵۲
تراکتورسازی ایران	۴۴	۰/۴۹۷۹۳۹۵۷۸	صنعتی سینتا	۱۰۱	۰/۳۲۳۴۹۰۶۸۳
فرآوری مواد معدنی	۴۵	۰/۴۹۷۴۲۰۰۲۶	صنعتی اما	۱۰۲	۰/۲۹۸۳۰۱۶۸۲
سایپا آذین	۴۶	۰/۴۹۶۴۹۰۵۴۸	فروسیلیس ایران	۱۰۳	۰/۲۳۳۱۰۸۴۸۹
دارو جابراین حیان	۴۷	۰/۴۹۶۲۷۹۶۴۳			

۴-۴- رتبه‌بندی واحدهای کارا بر مبنای روش

مرز کاملاً ناکارا

در ادامه به منظور ارائه شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام، در بین آن دسته از واحدهایی که شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی آنها برابر یک شده است از روش رتبه‌بندی بر مبنای مرزهای کاملاً ناکارا

جهت رتبه‌بندی واحدها استفاده شده است. نتایج حاصل از رتبه‌بندی واحدهای دارای شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام برابر یک، بر مبنای روش مرزهای کاملاً ناکارا در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳- رتبه بندی واحدهای کارا بر مبنای روش مرزهای کاملاً ناکارا

کارایی مرز ناکارا	کارایی مرز کارا	رتبه	شرکت‌های کارا
۰/۲۳۳۱۰۸۴۸۹	۱	۱	ایران خودرو
۰/۴۵۰۴۶۴۱۳۲	۱	۲	فولاد مبارکه اصفهان
۰/۴۶۱۵۶۹۹۶۱	۱	۳	گروه مپنا
۰/۴۶۴۱۲۱۵۱۲	۱	۴	سایپا
۰/۴۶۸۸۰۹۷۳۵	۱	۵	کاغذسازی کاوه
۰/۴۸۷۸۳۱۱۴۲	۱	۶	فراورده‌های نسوز ایران
۰/۵۴۰۸۵۲۳۱۸	۱	۷	داده پردازی ایران
۰/۵۷۷۳۸۵۲۵۱	۱	۸	ملی صنایع مس ایران
۰/۵۷۹۰۴۱۹۱۸	۱	۹	زامیاد
۰/۵۹۷۲۷۳۶۷۳	۱	۱۰	مس باهنر
۰/۶۰۰۸۸۵۱۰۳	۱	۱۱	آذراب

همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، از بین ۱۱ شرکت دارای شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام برابر یک، شرکت ایران خودرو با داشتن کمترین مقدار کارایی مرز ناکارا، رتبه اول شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام را به دست آورده و شرکت آذراب با داشتن بیشترین مقدار کارایی مرز ناکارا، رتبه یازدهم را در بین شرکت‌های دارای شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام برابر یک، به خود اختصاص داده است.

۵- نتیجه‌گیری و بحث

بورس اوراق بهادار یکی از اجزای اصلی بازار سرمایه به شمار می‌رود که با کارایی روزافزون خود می‌تواند ابزار مفیدی برای دولت‌ها و اقتصاد کشورها باشد. از مهمترین عوامل مؤثر بر کارآمدی بازار سرمایه، در دسترس بودن اطلاعات مرتبط با نقدشوندگی سهام و شفاف‌سازی وجوه تصمیم‌گیری در این بازار است. در راستای این مسأله، بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و از جمله تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. تحلیل پوششی داده‌ها ابزار قدرتمند

مدیریتی به منظور ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده است. اندازه‌گیری نقدشوندگی سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به منظور ارائه یک شاخص تلفیقی نقدشوندگی که در برگیرنده ابعاد و جنبه‌های مختلف نقدشوندگی سهام باشد نه تنها برای پژوهشگران، بلکه برای مدیران شرکت‌ها، متولیان بازار سرمایه و سرمایه‌گذاران موضوع مهمی می‌باشد. بدین منظور در پژوهش حاضر از روش تحلیل پوششی داده‌ها به منظور ارزیابی شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام شرکت‌ها استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که از میان ۱۱۳ شرکت مورد بررسی، تعداد ۱۱ شرکت دارای شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام برابر یک بودند که در ادامه به منظور رتبه‌بندی آنها از روش رتبه‌بندی بر مبنای مرزهای کاملاً ناکارا استفاده کردیم. نتایج حاصله بیانگر آن است که شرکت ایران خودرو، فولاد مبارکه اصفهان و گروه مپنا رتبه‌های اول تا سوم را از لحاظ شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام به دست آورده بودند. نتایج پژوهش حاکی از کاربرد مؤثر روش تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام می‌باشد. با استفاده از این روش، نمره شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام اختصاص داده‌شده به هر یک از شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس، ابعاد و جنبه‌های مختلف نقدشوندگی سهام یک شرکت را در بر می‌گیرد و بر اساس آن به راحتی می‌توان شرکت‌ها را با هم مقایسه کرد یا اینکه شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام یک شرکت را در چند دوره مالی مورد نظارت قرار داد. همه‌ی این مطالب، بیانگر توانایی بالای مدل ریاضی تحلیل پوششی داده در تعیین شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام شرکت‌ها و رتبه‌بندی آنها بر اساس اطلاعات گزارش‌شده در صورت‌های مالی می‌باشد. نتایج پژوهش شواهدی فراهم نمود که می‌توان پیشنهاداتی به شرح زیر ارائه نمود:

- استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها توسط سازمان بورس اوراق بهادار تهران به منظور ارائه شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام و در دسترس گذاشتن این شاخص برای عموم سرمایه‌گذاران.
 - استفاده از نتایج این پژوهش توسط سرمایه‌گذاران تکنیکال به منظور ارزیابی شرکت‌های بورسی و همچنین استفاده از نتایج پژوهش توسط مدیران شرکت‌ها به منظور اتخاذ تدابیری برای بهبود شاخص تلفیقی نقدشوندگی سهام شرکتشان.
 - در پایان شایان ذکر است که معرفی شرکت‌ها طبق شاخص تلفیقی نسبی نقدشوندگی سهام، به معنای ارزندگی یا کم ارزش بودن سهام آنها نبوده و این متغیر صرفاً نشان‌دهنده سهولت خرید و فروش سهام شرکت‌ها در کمترین زمان ممکن، با حداقل هزینه و بدون اثرگذاری قابل ملاحظه بر قیمت می‌باشد.
- فهرست منابع**
- * آذر، عادل؛ دانشور، مریم و زالی، محمدرضا (۱۳۸۵). طراحی مدل ارزیابی عملکرد شعب بیمه با استفاده از تکنیک DEA (مطالعه موردی بیمه دانا)، پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی، شماره ۲۳، صص ۳۵-۶۲.
 - * جهانشاهلو، غلامرضا و حسین‌زاده، فرهاد. (۱۳۸۵). مقدمه‌ای بر تحلیل پوششی داده‌ها، جلد اول، جزوه درسی چاپ نشده، دانشکده ریاضی دانشگاه تربیت معلم.
 - * خواجه‌وی، شکراله. سلیمی‌فرد، علیرضا. ربیع، مسعود (۱۳۸۴). کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در تعیین پرتفوی از کاراترین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، دوره ۲۲ (۲)، پیاپی ۴۳.
 - * کاظمی، حسین و حیدری، عباس (۱۳۹۱). رابطه بین نقدشوندگی سهام و فرصت‌های سرمایه‌-
 - گذاری، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، شماره ۱۶، صص ۲۹-۳۹.
 - * یعقوب‌نژاد، احمد و ذبیحی، علی (۱۳۹۰). بررسی رابطه بین کیفیت افشا و نقدشوندگی سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، شماره ۱۰، صص ۲۱۷-۲۳۵.
 - * مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳). ارزیابی عملکرد سازمان‌ها: رویکردی کمی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
 - * Agarwal, P. (2009). Institutional Ownership, Liquidity and Liquidity Risk, Phd Thesis, Cornell University.
 - * Amihud, Y. (2002). Illiquidity and stock returns: cross-section and time-series effects, *Journal of Financial Markets*, 5(1), 31-56.
 - * Amihud, Y., Mendelson, H. and Pedersen, L.H. (2005). *Liquidity and asset prices*, Vol. 1, now Publishers Inc., Hanover
 - * Andersen, P., Petersen, N.C., (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis, *Management Science*, 39, 1261-1264.
 - * Andrew W., Constantin p. and Wierzbicki, M. (2003). It is 11 pm- do you know your liquidity is? The mean-variance liquidity frontier, *Journal of investment management*, 1, 55-93.
 - * Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., (1986). Some models for estimating technical and scale In-efficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 41-62.
 - * Ben. M.R. (2006). Liquidity and Stock Returns: Evidence from a Pure Order Market using a New Liquidity Proxy, *International Review of Financial Analysis*, 15, 21-38.
 - * Bervas, A. (2006). Market liquidity and its incorporation into risk management, *Financial Stability Review*, NO. 8, pp. 63-79.
 - * Bhattacharjee, S. (2012). Efficiency dynamics and sustainability of the Indian IT-ITeS industry: An empirical investigation using DEA, *Journal of IIMB Management Review*, 24(4), 203-214.

- * Powers, J. McMullen, P. R. (2000). Using Data Envelopment Analysis to Select Efficient Large Market Cap Securities, *Journal of Business and Management*, Vol. 7(2), Pp. 31-42.
- * Robin, A. (2007). Ownership level, Ownership Concentration and Liquidity, *Journal of financial market*, 5, 219-248.
- * Stoll, H., (2000). Friction, *Journal of Finance*, Vol. 55(4), Pp. 1479–1514.
- * Wyss, R. (2004). Measuring and Predicting Liquidity, PhD diss., University St. Gallen, Zurich
- * Bogdan, S., Baresa, S. and Ivanovic, S. (2012). Measuring liquidity on stock market: impact on liquidity ratio, *Tourism and Hospitality Management*, 18(2), 183-193.
- * Chai, D., Faff, R. and Gharghori, P. (2010). New evidence on the relation between stock liquidity and measures of trading activity, *International Review of Financial Analysis*, 19, 181-192.
- * Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of operational Research*, 2, 249-444.
- * Chordia, T., Roll, R. & Subrahmanyam, A. (2001), Market liquidity and trading activity, *The Journal of Finance*, 56(2), 501-530.
- * Cooper, W. W., K. S. Park, and J. T. Pastor. (1999). RAM: A Range Adjusted Measure of Inefficiency for Use with Additive Models, and Relations to Other Models and Measures in DEA. *Journal of Productivity Analysis*, 11, 5–42.
- * Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-281.
- * Halkos, G. E. and Salamouris, D. S. (2004). Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: a data envelopment analysis approach. *Management Accounting Research*, 15, 201–224.
- * Hasbrouck, J. and Seppi, D. (2001). Common Factors in Prices, Order Flows and Liquidity, *Journal of Financial Economics*, 59(3), 383-411.
- * Jahanshahloo, G.R. and Afzalinejad, M. (2006). A ranking method based on a full-inefficient frontier. *Applied Mathematical Modelling*, 30, 248–260.
- * Lim, S., Oh, K.W., Zhu, J. (2013). Use of DEA Cross-Efficiency Evaluation in Portfolio Selection: An application to Korean Stock Market, *European Journal of Operational Research*, 13, 1-27.
- * Liu, Weimin (2006), A liquidity-augmented capital asset pricing model, *Journal of Financial Economics*, 82, 631–671.
- * Wierzbicki, A. P. (1999). Reference Point Approaches, *International Series in Operations Research & Management Science*, Vol. 21, Pp. 237-275.