فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی
سال دوم، شماره ۷، پاییز ۱۳۹۳، صفحات ۳۰-۵

بررسی عملکرد شرکت‌های صنعت فلزات اساسی با به‌کارگیری مدل آنالیز رابطه خاکستری

امین بابایی فلاح
دانشجوی دکترای مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران (نویسنده مسئول)
a.babaeifalah@srbiau.ac.ir

مریم خلیلی‌عراقی
استادیار گروه مدیریت و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
m.khaliliaraghi@gmail.com

در این مطالعه تلاش می‌شود با استفاده از مدل ارزیابی عملکرد آنالیز عامل خاکستری (GFA) به عوامل عمده مؤثر بر عملکرد شرکت‌ها دست یافت و با تخصیص امتیاز شرکت‌ها را رتبه‌بندی نمود. GFA ترکیبی از تئوری خاکستری و تحلیل عاملی است که قابلیت ارزیابی عملکرد بنگاه‌های تجاری را دارد، همچنین به‌دلیل اینکه صنعت فلزات اساسی ایران صنعتی در حال رشد تلقی می‌شود این مطالعه مدل GFA را با شرکت‌های فعال در صنعت فلزات اساسی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ٤ ساله (۱۳۹۱-۱۳۸۸) آزمایش نمود. نتایج نشان‌دهنده سازش‌پذیری مدل GFA و توانایی مدل در ارائه شیوه محاسباتی ساده برای مدل‌های تصمیم‌گیری چند عاملی است. بر اساس نتایج به‌دست آمده از میان شرکت‌های موجود در صنعت فلزات اساسی شرکت فولاد آلیاژی ایران، آلومینیوم ایران و شرکت ملی سرب و روی ایران عملکرد بهتری داشتند.

طبقه‌بندی JEL: C38, L25, L61.
واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، آنالیز عامل خاکستری، تصمیم‌گیری چندمعیاره، صنعت فلزات اساسی.

* تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/٦/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۹

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

۱. مقدمه

تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری چه در بعد خرد و چه در بعد کلان نیازمند بررسی ریزبینانه زمینه‌ها و فرصت‌های سرمایه‌گذاری است که این امر در گرو بررسی‌ها و ارزیابی‌های چند بعدی فرصت‌های ارزش‌آفرینی است. آنچه در این بین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است تجزیه‌وتحلیل مالی بنگاه‌هاست که این نیز با درک صحیح از وضعیت گذشته امکان برنامه‌ریزی و قضاوت در مورد آینده را فراهم می‌سازد (رهنمای‌رودپشتی، نیکومرام و شاهوردیانی، ۱۳۹۰). در سال‌های اخیر فناوری اطلاعات بازارهای مختلف را به یک اقتصاد یکپارچه در مقیاس بزرگ تبدیل نموده است. این امر باعث ایجاد محیط اقتصادی در حال تغییر و پیچیده شده است، بنابراین عوامل بیشتری در فرایند تصمیم‌گیری وارد شده است و تصمیم‌گیری چند معیاره به موضوعی برای مطالعه تبدیل شده است.

ارزیابی عملکرد نقش مهمی در تصمیم‌گیری چند معیاره ایفا می‌نماید. در فضای تجارت فعلی که تغییر به‌طور ممتد در مورد تمام فاکتورهای تأثیرگذار در حال وقوع می‌باشد ارزیابی عملکرد پایه تصمیم‌گیری و کلید بقاست. برای سرمایه‌گذاری مالی توسط مدیران حرفه‌ای و عموم مردم یافتن سرمایه‌گذاری سودآور و بهترین استفاده از منابع محدود عمدتاً مربوط به فرایند ارزیابی پیش از سرمایه‌گذاری است و با ارزیابی مناسب سرمایه‌گذاری‌ها می‌توانند به حداکثر بازده دست یابند.

بسیاری از محققان و کارشناسان در هر دو زمینه دانشگاهی و صنعتی مقالاتی در خصوص ارزیابی عملکرد منتشر نموده‌اند. توسعه روش‌های ارزیابی متنوع و سریع بوده است. روش‌های آماری چند متغیری سنتی شامل آنالیز تفکیکی، آنالیز عاملی[1] و آنالیز مؤلفه‌های اصلی[2] و غیره است (کانباس، کابوک و کیلیک، ۲۰۰۵، بتز و بلهول، ۱۹۸۷ و وست، ۱۹۸۵). با این حال، روش‌های سنتی مانند آنالیز تفکیکی و تحلیل عاملی به ثبت داده‌های زیاد و توزیع احتمال مشخص مانند توزیع نرمال نیاز دارد. در محیطی که جستجوی اطلاعات و تغییر استراتژی‌های مدیریت به‌سرعت در حال وقوع است جمع‌آوری داده‌ها در سطوح کلان نه آسان و نه ضروری است. در سال‌های اخیر روش‌های تحقیق جدیدی مانند تئوری فازی[3] (دویری و کابلان، ۲۰۰۶) و تئوری مجموعه ناهموار[4] (فن و لیو و تزنگ، ۲۰۰۷)، شبکه

1. Factor Analysis
2. Principle Component Analysis
3. Fuzzy Theory
4. Rough Set Theory

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

عصبی مصنوعی[1] (ونگ و لیو، ۲۰۰۶ و سلامات و اماتو، ۲۰۰۴) و مدل‌های یکپارچه[2] (چانگ، لیو و ونگ، ۲۰۰۶ و لی، چن و چانگ، ۲۰۰۸) ارائه شده‌اند.

آنالیز سیستماتیک خاکستری بر اساس اکتشاف چند بیت از اطلاعات و اولویت‌بندی آن است که نه به اطلاعات بیش از حد نیاز دارد و نه به فرض احتمال توزیع نمونه‌ها. پژوهش حاضر که تعدیل‌یافته مدل ارائه‌شده توسط تونگ و لی (۲۰۱۰) است سعی در بررسی امکان به‌کارگیری مدل GFA در ارزیابی عملکرد شرکت‌های صنعت فلزات اساسی دارد.

۲. پیشینه پژوهش

آنالیز خاکستری در ۲ دهه گذشته با استفاده از تجمیع اطلاعات مرتبط بین داده‌های نمونه به‌سرعت توسعه یافته و در نهایت با روش‌های تحلیلی سیستماتیک[3] تحت مطالعات تجربی به کمال رسیده است. به‌عنوان مثال، تو، لین و فنگ (۲۰۰۱) از آنالیز خاکستری برای ارزیابی طرح‌های پیشنهادی در سوپرمارکت‌های بزرگ تایوان استفاده نموده‌اند. کونگ و ون (۲۰۰۷) مدل تئوری خاکستری را به‌منظور ارزیابی کارایی مالی ۲۰ شرکت سرمایه‌گذاری مخاطره‌آمیز در تایوان به‌کار گرفتند. لی و تونگ (۲۰۰۷) از روابط خاکستری به‌منظور پیش‌بینی بحران در شرکت‌های فولادی پذیرفته‌شده در بورس تایوان استفاده نمودند. وو، گوپتا و بای (۲۰۰۶) از یک مدل انتخاب چند معیاره روابط خاکستری برای انتخاب مکان استقرار فروشگاه‌های بزرگ استفاده نمودند.

ونگ و هسو (۲۰۰۸) به‌منظور پیش‌بینی ارزش صادرات صنعت آی سی تایوان از ترکیب مدل پیش‌بینی خاکستری[4] و الگوریتم ژنتیک[5] استفاده نمودند. تونگ و لی (۲۰۱۰) تلاش نمودند با ترکیب مزایای استفاده از تئوری خاکستری آنالیز عاملی با استفاده از ماتریس درجه مطلق شیوع خاکستری[6] به‌جای ماتریس همبستگی به مدل ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیوتکنولوژی پذیرفته‌شده در بورس تایوان دست یابند. مدل مورد استفاده در این پژوهش تعدیل‌یافته مدل ارائه‌شده توسط تونگ و لی است.

1. Artificial Neural Network
2. Integral Theory
3. Systematic Analysis
4. Grey Forcasting
5. Genetic Algorithm
6. Absolute Degree of Grey Incidence

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

در ایران پژوهش‌هایی با به‌کارگیری تئوری خاکستری صورت نپذیرفته است. از میان معدود پژوهش‌های صورت‌گرفته در ارتباط با تئوری خاکستری می‌توان به تقوی‌فرد و ملک (۱۳۹۰) اشاره نمود که با استفاده از روش تصمیم‌گیری خاکستری به شناسایی، تبیین و رتبه‌بندی شاخص‌های عملکرد برنامه‌ای و ارائه پیشنهاد در خصوص برنامه‌ها و شاخص‌های آتی برای تسهیل در به‌کارگیری روش‌هایی نظیر کارت امتیازی متوازن در ارزیابی عملکرد پرداختند.

مؤمنی، جام‌پرازمی، حسین‌زاده و مهرافروز (۱۳۹۰) با استفاده از روش تحلیل رابطه‌ای خاکستری به ارائه رویکردی جدید برای ارزیابی سیستم‌های مدیریت دانش پرداختند. امیری، صابری و حاله (۱۳۹۱) در یک مطالعه موردی با استفاده از روش تصمیم‌گیری خاکستری مدلی برای حل مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان شرکت سازه‌گستر سایپا ارائه نمودند. با توجه به کمبود پژوهش‌های صورت‌گرفته در ارزیابی عملکرد صنایع مختلف نیاز به انجام پژوهش‌هایی از این دست بیش از پیش به چشم می‌خورد.

بررسی ادبیات پژوهش نشان می‌دهد مشکلاتی که در مرحله نخست برای ارزیابی عملکرد وجود دارند عبارتند از ساده‌سازی، وزن شاخص‌ها و محاسبات ارزشیابی. روش‌های بسیاری برای وزن‌دهی وجود دارد. اغلب مطالعات از تئوری شرایط عدم قطعیت، برنامه‌ریزی سلسله مراتبی و دسته‌بندی خاکستری و غیره استفاده می‌کنند (لی، چن و چانگ، ۲۰۰۸ و لی و تونگ، ۲۰۰۷). این فرایند بسیار ذهنی است. این مطالعه دو مورد از مزایای روش آنالیز عاملی را مورد بررسی قرار می‌دهد. نخست اینکه برای محاسبه بار عاملی برای ترکیبی از چند عامل مشترک متعامد از مقادیر ویژه استفاده می‌شود که از مزیت عینیت بیشتر برخوردار است و دوم اینکه برای تأکید بر ویژگی‌های عوامل عادی و شاخص‌های ارزشیابی که هنگام ساده‌سازی متغیرها تأثیر بیشتری می‌گذارند از چرخش عامل استفاده شده است.

عوامل بسیاری بر کارایی عملکرد شرکت‌ها مؤثرند و نتایج عملکرد شرکت‌ها در هر دوره در صورت‌های مالی مربوطه نمایان می‌گردد. صورت‌های مالی توسط مؤسسات حسابرسی مورد اعتماد بورس بررسی می‌گردند. به‌علاوه دسترسی، اندازه‌گیری و تحلیل آن به سادگی میسر است. این پژوهش از نسبت‌های مالی به‌عنوان عاملی برای ارزشیابی عملکرد استفاده می‌کند.

از آنجا که صنعت فلزات اساسی پس از پتروشیمی مهم‌ترین صنعت صادراتی کشور بوده است و در سال‌های اخیر با وجود شدت تحریم‌ها علیه ایران صنعت فلزات اساسی توانسته رشد پایداری

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

داشته باشد بررسی عملکرد شرکت‌های این صنعت مفید خواهد بود (راسخی و ذبیحی‌لهرمی، ۱۳۸۸). همچنین از دید سرمایه‌گذاران برای تعیین گزینه‌های مناسب سرمایه‌گذاری تعیین معیارهای صحیح و بررسی عملکرد دارایی پیش از سرمایه‌گذاری ضروری است. در این روش قادر به ارزیابی شرکت‌ها با استفاده از متغیرهای مورد بررسی هستیم. به‌علاوه، این مطالعه به‌عنوان یک مرجع ارزیابی برای صنعت و سرمایه‌گذاران عمل می‌کند.

۳. روش‌شناسی پژوهش

انتخاب نسبت‌های مالی برای ارزیابی کارایی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این مطالعه تلاش می‌شود برای استخراج هرچه بیشتر اطلاعات از صورت‌های مالی از عمده نسبت‌های مالی کلیدی استفاده گردد. نسبت‌های انتخاب‌شده برگرفته از نسبت‌های به‌کار رفته در تحقیقات مشابه و نسبت‌های کلیدی پیشنهادی توسط بزرگان این رشته بوده است (کونگ و ون، ۲۰۰۷، لی و تونگ، ۲۰۱۰ و تهرانی، ۱۳۸۹). در مجموع، ۲۹ نسبت مالی به‌عنوان شاخص ارزیابی انتخاب گردید که در جدول (۱) نشان داده شده است.

تجزیه‌وتحلیل رابطه خاکستری تجزیه‌وتحلیلی سیستماتیک است که بیش از دو دهه توسعه یافته است. بسیاری از محققان روش‌های اصلاح‌شده بسیاری را اجرا نموده‌اند که در میان آنها درجه مطلق شیوع خاکستری در مناطق بین منحنی‌های دو رشته اطلاعات برای تعریف درجه مشابه مبنا شده است. با توجه به تمرکز بر شباهت متریک جغرافیایی منحنی‌ها هیچ اندازه نمونه خاصی وجود ندارد و نیازی به ارئه فرض توزیع خاص هنگام تجزیه‌وتحلیل وجود ندارد. درجه شیوع مطلق خاکستری به‌شرح زیر است.

فرض کنیم n شرکت ارزیابی شده‌اند و m شاخص ارزیابی وجود دارد (نسبت‌های مالی این مطالعه). شاخص‌های ارزیابی را دنباله اطلاعات $Zi = \left(z(1), z(2), ..., z(n)\right),\ i = 1, 2, ..., m$ می‌نامیم. به‌دلیل تفاوت در اندازه و ویژگی‌های هر یک از دنباله‌های اطلاعات نیاز به استانداردسازی $Xi = \left(xi(1), xi(2), . . ., xi(n)\right), "i$ بر اساس اصول زیر می‌باشد (وو و چن، ۱۹۹۹):

- اگر انتظار بزرگتر-بهتر است (به‌عنوان مثال عایدی) نرمال‌سازی اینگونه انجام می‌شود:

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^0(k) - \min x_i^0(k)}{\max x_i^0(k) - \min x_i^0(k)} \qquad (۱)$$

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

- اگر انتظار کوچکتر-بهتر است (به‌عنوان مثال هزینه و نقص) از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$x_i^*(k) = \frac{\max x_i^0(k) - x_i^0(k)}{\max x_i^0(k) - \min x_i^0(k)} \qquad (۲)$$

- اگر انتظار مقدار ویژه-بهتر است (به‌عنوان مثال سن):

$$k) = 1 - \frac{\left| x_i^0(k) - OB \right|}{\max.\left\{ \max.\left[x_i^0(k) \right] - OB, OB - \min.\left[x_i^0(k) \right] \right\}} \qquad (۳)$$

$x_i^*(k)$: ارزش رابطه خاکستری

$\min.\left[x_i^0(k) \right]$: حداقل ارزش $x_i^0(k)$

$\max.\left[x_i^0(k) \right]$: حداکثر ارزش $x_i^0(k)$

OB: ارزش هدف $x_i^0(k)$

در این پژوهش فرض شده است که منحنی $\tilde{X}, 1 \le i \le m$ یک منحنی ممتد است و $n, x_i(K), 1 \le k \le n$ پیشامد مورد مشاهده است. با متصل نمودن این پیشامدها می‌توان به مسیر چند ضلعی متناظر با فرمول $X_i = \left(x_i(1), x_i(2), \ldots, x_i(n) \right)$ دست یافت. به‌دلیل اینکه جایگاه $\tilde{X}$ مشخص نشده است نخستین پیشامد برای $\tilde{X}$ صفر در نظر گرفته شده است که به‌صورت $\tilde{X}_i^0$ نمایش داده شده است. به‌علاوه، مسیر چند گوشه مربوطه $\tilde{X}_i^0 = \left(\tilde{X}_i^0(1), \tilde{X}_i^0(2), \ldots, \tilde{X}_i^0(n) \right)$ است که $\tilde{X}_i^0(k) = X_i(k) - X_i(1), k = 1, 2, \ldots, n$ می‌باشد. ناحیه S_i می‌تواند بین X_1^0 و محور xها به آسانی با استفاده از n-1 ذوزنقه مورد محاسبه قرار گیرد.

$$_i = \sum_{k=2}^{n-1} X_i^0(k) + \frac{1}{2} X_i^0(n) \qquad (۴)$$

به‌علاوه ناحیه s_{ij} بین X_i^0 و X_j^0 به‌صورت رابطه (۵) می‌باشد:

$$S_{ij} = S_i - S_j = \sum_{k=2}^{n-1} (X_i^0(k) - X_j^0(k)) + \frac{1}{2} \left(\left(X_i^0(n) - X_j^0(n) \right) \right) \qquad (۵)$$

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

درجه مطلق شیوع خاکستری به این صورت تعریف می‌گردد فرض کنید X_i و X_j دنباله‌هایی با تعداد نقاط برابر هستند. ε_{ij} یا همان کاراکترهای تشکیل‌دهنده ماتریس درجه مطلق شیوع خاکستری به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد (لیو، فنگ و لین، ۲۰۰۶ و لین و لین، ۲۰۰۵):

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1 + |S_i| + |S_j|}{1 + |S_i| + |S_j| + |S_i - S_j|} \qquad (۶)$$

اگر مقدار ثابت a در معادله $X_i = X_j - a$ وجود داشته باشد $X_j + a = \left(x_j(1)+a, x_j(2)+a, \ldots, x_j(n)+a\right)$، X_i و X_j با یکدیگر موازی‌اند.

نتیجه ۱. ε_{ij} ویژگی‌های زیر را دارد (لیو، فنگ و لین، ۲۰۰۶ و لین و لین، ۲۰۰۵):

$$\varepsilon_{ii} = 1 \quad , \quad \varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ji} \quad , \quad 0 < \varepsilon_{ij} < 1$$

نتیجه ۲. انتقال به تغییر ε_{ij} منجر نمی‌شود. ε_{ij} تنها به شکل‌های هندسی X_i و X_j مرتبط است. هرچه شکل هندسی X_i و X_j شبیه‌تر باشد ε_{ij} بزرگتر می‌شود.

نتیجه ۳. اگر X_i و X_j موازی باشند $\varepsilon_{ij} = 1$ خواهد بود.

بر اساس تعریف ε_{ij} زمانی‌که X_i^0 در اطراف X_j^0 نوسان کند و ناحیه بالایی و پایینی برابر شوند ε_{ij} برابر یک خواهد شد، بنابراین عبارت $|S_i - S_j|$ کامل نیست. به این دلیل با استفاده از مستطیل‌های ساده‌تر به تخمین S_i و S_{ij} اقدام می‌شود و مجموع آنها محاسبه می‌گردد (کونگ و ونگ، ۲۰۰۷). هرچه ناحیه بین دو منحنی کوچکتر باشد دو منحنی شباهت بیشتر و درجه مطلق شیوع خاکستری نمود بیشتری می‌یابد. مفهوم اصلاح‌شده درجه مطلق شیوع خاکستری به این شرح است:

فرض کنید X_i و X_j دو دنباله با طول برابر هستند. درجه مطلق شیوع خاکستری تعدیل‌شده برابر است با (کونگ و ون، ۲۰۰۷):

$$\gamma_{ij} = \frac{1 + |\sigma_i| + |\sigma_j|}{1 + |\sigma_i| + |\sigma_j| + |\sigma_i - \sigma_j|} \qquad (۷)$$

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

که $\sigma_j = \sum_{k=2}^{n} \left|X_i^0(k) - X_j^0(k)\right|, \forall i,j$ و $\sigma_{ij} = \sum_{k=2}^{n} \left|X_i^0(k)\right|, \forall i$. γ_{ij} اصلاح‌شده هنوز تمام ویژگی‌های ε_{ij} ذکر شده در نتیجه (۱) را دارد.

$\mathrm{ADGI}(\gamma_{ij})$ از m دنباله اطلاعات $X_i\ (1 \le i \le m)$ محاسبه می‌گردد. ماتریس ADGI یا r که از γ_{ij} تشکیل شده است ماتریسی متقارن است که عناصر قطر اصلی آن تماماً یک و $0 < \gamma_{ij} \le 1$ است.

$$r = \begin{bmatrix} 1 & \gamma_{12} & \cdots & \gamma_{1m} \\ \gamma_{21} & 1 & \cdots & \gamma_{2m} \\ M & M & O & M \\ \gamma_{m1} & \gamma_{m2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \qquad (۸)$$

نتیجه ۴. اگر $1 \le i \le m, \lambda_i$ مقادیر ویژه r باشند $\max \lambda_i \ge 1$ است (ون و کونگ، ۲۰۰۷). مفهوم ساختاری ماتریس r با ماتریس همبستگی مشابه است، بنابراین به‌منظور آنالیز عامل خاکستری[1] آن را جایگزین ماتریس همبستگی می‌کنیم.

۳-۱. آنالیز عامل خاکستری

آنالیز عاملی با هدف کاهش متغیرها و تلاش در جهت استفاده از متغیرهای پنهان برای جایگزینی تعداد قابل توجهی از متغیرهای رفتاری و حفظ عمده اطلاعات صورت می‌گیرد. به‌طور خلاصه آنالیز عاملی برای تشخیص ترکیب خطی عوامل آشکار و نهان $F_1, F_2, \ldots, F_q\ (q \le m)$ و نیز عوامل ویژه $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_m$ از m متغیر $X_1, X_2, \ldots, X_m$ طراحی شده است (جانسون و ویچرن، ۱۹۸۲).

$$X = LF + \varepsilon \qquad (۹)$$

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ M \\ X_m \end{bmatrix}, L = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & L & l_{1q} \\ l_{21} & l_{22} & L & l_{2q} \\ M & M & O & M \\ l_{m1} & l_{m2} & L & l_{mq} \end{bmatrix}, F = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ M \\ F_q \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ M \\ \varepsilon_m \end{bmatrix}$$

1. Grey Factor Analysis

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

به‌طور کلی، کوواریانس ماتریس F باید ماتریس واحد باشد ($Cov(F)=I_q$) و آنالیز عناصر اصلی برای استخراج عوامل مشترک مورد استفاده قرار می‌گیرد (جانسون و ویچرن، ۱۹۸۲). این مطالعه بر یک ماتریس ADGI استوار است و آنالیز عناصر اصلی خاکستری به‌منظور استخراج عوامل مشترک به‌کار گرفته می‌شود.

اگر ماتریس ADGI همان r باشد و $Y_i = y_i^t X$ که $y_i^t = \left[y_{i1}, y_{i2}, \ldots, y_{im} \right]$ می‌گوییم (تونگ و لی، ۲۰۰۹). $GVar\left(Y_i\right) = y_i^t r y_i$ همان واریانس خاکستری (Y_i) و $GCov\left(Y_i, Y_j\right) = y_i^t r y_j$ کوواریانس خاکستری (Y_i و Y_j) است.

آنالیز عناصر اصلی خاکستری ترکیب‌های خطی غیرهمبسته‌ای از $Y_i \ , i = 1,2,\ldots,m$ است که واریانس‌های خاکستری آن تا حد ممکن بزرگ هستند. عنصر اصلی iام ترکیب خطی است که $GVar\left(Y_i\right)$ را به شرط $y_i^t y_i = 1$ ماکزیمم می‌کنند. در واقع، y_iها بردارهای ویژه نرمال‌شده‌ای هستند که با r مطابقت دارند، بنابراین اگر مقادیر ویژه r برابر $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \ldots \geq \lambda_m$ باشند و بردارهای ویژه نرمال‌شده متناظر آن برابر $e_1, e_2, \ldots, e_m$ باشند ماتریس عناصر اصلی خاکستری Y را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$Y = E X \qquad (۱۰)$$

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ M \\ Y_m \end{bmatrix}, E = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & L & e_{1m} \\ e_{21} & e_{22} & L & e_{2m} \\ M & M & O & M \\ e_{m1} & e_{m2} & L & e_{mm} \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x_{i1} \\ x_{i2} \\ M \\ x_{im} \end{bmatrix}$$

$$GVar\left(Y_i\right) = \lambda_i, GCov\left(Y_i, Y_j\right) = 0$$

– فرض کنیم $Y_i \ , i = 1,2,\ldots,m$ رابطه خطی Xها باشد ($Y_i = y_i^t X$) و $GCorr\left(Y_i, Y_j\right)$ ضریب همبستگی Y_j و Y_i است و به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

$$GCorr\left(Y_i, Y_j\right) = \frac{GCov\left(Y_i, Y_j\right)}{\sqrt{GVar\left(Y_i\right)}\sqrt{GVar\left(Y_j\right)}} \qquad (۱۱)$$

فرض کنیم $x_i^t = [0,\ldots,1,\ldots,0]$ برداری است که iامین عنصر آن یک است و دیگر مؤلفه‌ها صفرند و $X_i = x_i^t X$، بنابراین می‌توانیم حاصل $GVar\left(X_i\right) = x_i^t r x_i = 1$ و $GCov\left(X_i, Y_i\right) = x_i^t r e_j = x_i^t \lambda_j e_j = \lambda_j e_{ji}$ را تعیین کنیم، بنابراین:

$$GCorr\left(Y_i, Y_j\right) = \sqrt{\lambda_j}\, e_{ji} \qquad (۱۲)$$

- فرض کنید $f = \left[F_1, F_2, \ldots, F_m\right]^t$ ، $\Pi = \left[l_{ij}\right]_{m\times m}$ ، $l_{ij} = \sqrt{\lambda_j}\, e_{ji}$ و $X = \Pi f$. l_{ij} وزن عامل خاکستری و ماتریس وزن عاملی خاکستری است. بر این اساس می‌دانیم $\Pi = E^t \Lambda$ است:

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} & & & \\ & \sqrt{\lambda_2} & & \\ & & O & \\ & & & \sqrt{\lambda_m} \end{bmatrix} \qquad (۱۳)$$

$$Y = \Lambda f \qquad (۱۴)$$

$$f = \Lambda^{-1} Y = \Lambda^{-1} E X = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} e_1^t \\ \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} e_2^t \\ M \\ \frac{1}{\sqrt{\lambda_m}} e_m^t \end{bmatrix} X \qquad (۱۵)$$

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

در نتیجه $GVar\left(F_i\right)=\frac{1}{\sqrt{\lambda_i}}e_i^t r\frac{1}{\sqrt{\lambda_i}}e_i=1$ و $GCov\left(F_i,F_j\right)=\frac{1}{\sqrt{\lambda_i}}e_i^t r\frac{1}{\sqrt{\lambda_j}}e_j=0$ است، بنابراین ماتریس کوواریانس خاکستری $GCov(f)=I_m$ نیازهای آنالیز عاملی را برآورده می‌سازد و $\sum_{i=1}^{m}GVar\left(F_i\right)=m$. طبق نتیجه (۲) حداقل یک مقدار ویژه در r بزرگتر از یک وجود دارد. بر اساس اصل قیصر مقادیر ویژه بزرگتر از یک و عناصر اصلی خاکستری متناظر آنها انتخاب می‌شود، سپس می‌توان q کوفاکتور خاکستری یعنی $F_i=\frac{Y_i}{\sqrt{\lambda_i}}, i=1,2,\ldots,q$ و $l_{1i}^2+l_{2i}^2+\ldots+l_{mi}^2=\left(\sqrt{\lambda_i}e_i\right)^t\left(\sqrt{\lambda_i}e_i\right)=\lambda_i$ را محاسبه کنیم. در نهایت، می‌توانیم مدل GFA را ایجاد کنیم $X=LF+\varepsilon$ $\varepsilon_i=l_{i,q+1}F_{q+1}+\ldots+l_{im}F_m$.

- اگر مدل GFA، q عامل مشترک که با استفاده از عناصر اصلی خاکستری استخراج شده‌اند را داشته باشد می‌توان گفت:

- λ_i واریانس عامل مشترک خاکستری F_i و نسبت واریانس مزبور برابر $\frac{\lambda_i}{m}$ است.
- $\frac{\sum_{i=1}^{r}\lambda_i}{m}$ نسبت تجمعی واریانس $\left(r\le q\right)$ r عامل مشترک خاکستری $\left(F_i,\ i=1,2,\ldots,\ r\right)$ است.
- $h_i^2=\sum_{j=1}^{q}l_{ij}^2$ اشتراک خاکستری Xi است.
- $\psi_i=1-h_i^2$ یگانگی خاکستری Xi است.

به‌منظور وضوح بیشتر هر عامل و افزایش مفهوم آن و برای نزدیک نمودن مقادیر به صفر یا یک نیاز به چرخش عوامل داریم. معمولاً روشی که مورد قبول واقع می‌شود روش نرمال‌سازی varimax است. این مطالعه نیز روش نرمال‌سازی varimax را برای چرخش عوامل به‌کار گرفت و مدل GFA جدید به‌شرح زیر دست یافت:

$$X=\overline{LF}+\varepsilon\ ;\ \overline{L}=\left[\overline{l}_{ij}\right]_{m\times q}\ \text{و}\ \overline{F}=\left[\overline{F}_1,\overline{F}_2,\ldots,\overline{F}_q\right]^t \qquad (۱۶)$$

می‌توانیم با توجه به $\overline{L}$ خصوصیات عوامل مشترک خاکستری را تشخیص دهیم.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

– فرض کنید $X = \overline{LF} + \varepsilon$ همان مدل جدید GFA است که از طریق روش نرمال‌سازی واریماکس[1] حاصل شده است (جانسون و ویچرن، ۱۹۸۲)، بنابراین گرچه واریانس‌های متفاوتی پیش و پس از چرخش عامل داریم جمع واریانس‌ها پیش و پس از چرخش بدون تغییر باقی می‌ماند ($\sum \lambda_i = \sum \overline{\lambda}_i$) یگانگی و اشتراک خاکستری پیش و پس از چرخش عامل نیز بدون تغییر باقی می‌ماند.

برای ارزیابی کارایی هر شرکت (C_k , $k = 1, 2, \ldots, n$) امتیازات عامل خاکستری را محاسبه می‌کنیم. فرض می‌کنیم که ارزش‌های ارائه‌شده m شاخص کارایی شرکت C_k برابر با $\chi_k = \left[X_1(k), X_2(k), \ldots, X_m(k)\right]^t$ و iامین امتیاز عامل خاکستری C_k معادل $\hat{F}_i(k)$ است ($\hat{F}_k = \left[\hat{F}_1(k), \hat{F}_2(k), \ldots, \hat{F}_q(k)\right]^t$). این مطالعه از روش حداقل مجذورات موزون برای ارزیابی به‌صورت زیر استفاده می‌کند (جانسون و ویچرن، ۱۹۸۲):

$$\hat{F}_k = \left(\overline{L}^t \Psi \overline{L}\right)^{-1} \overline{L}^t \Psi^{-1} \chi_k \qquad (۱۷)$$

$$\Psi = \begin{bmatrix} \psi_1 & & & \\ & \psi_2 & & \\ & & O & \\ & & & \psi_m \end{bmatrix}$$

$\hat{F}_i(k)$ برای ارزیابی عملکرد iامین عامل مشترک خاکستری در شرکت C_k استفاده می‌شود. در نهایت از واریانس‌های توضیح داده شده ($\overline{\lambda}_i$) به‌عنوان وزن برای محاسبه امتیاز عملکرد کل شرکت C_k استفاده می‌کنیم $GF_k = \sum_{i=1}^{q} \overline{\lambda}_i \hat{F}_i(k)$.

٤. یافته‌های پژوهش

این تحقیق از نوع پژوهش‌های پس رویدادی و از لحاظ هدف کاربردی می‌باشد. در این مطالعه جامعه مورد بررسی تمام شرکت‌های صنعت فلزات اساسی عضو بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند. در میان شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران ۲۶ شرکت در صنعت فلزات اساسی قرار داشته که سهام آنها داد و ستد می‌شود. محدودیت‌های زیر جهت همگن‌سازی داده‌ها اعمال شد:

1. Varimax

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

- آخرین صورت‌های مالی حسابرسی‌شده هر شرکت در دوره ۴ ساله منتهی به ۱۳۹۱ در سایت کدال موجود باشد.
- سال مالی شرکت‌ها پایان اسفندماه باشد.
- شرکت‌ها در صنعت فلزات اساسی بورس حضور داشته باشند و از نوع سرمایه‌گذاری نباشند.

قلمرو تاریخی مورد بررسی این مطالعه دوره ۴ ساله منتهی به پایان سال ۱۳۹۱ می‌باشد. پس از اعمال محدودیت‌ها ۲۲ شرکت به این شرح باقیماندند که ملی مس، فولاد مبارکه اصفهان، کالسیمین، مس شهید باهنر، آلومینیوم ایران، فولاد خوزستان، لوله و ماشین‌سازی ایران، فرآوری مواد معدنی ایران، فولاد خراسان، نورد آلومینیوم، فولاد امیرکبیر کاشان، فروسیلیس ایران، آلومراد، نورد و قطعات فولادی، گروه صنعتی سپاهان، ذوب آهن اصفهان، فولاد آلیاژی ایران، صنایع فولاد آلیاژییزد، سرب و روی ایران، زرین معدن آسیا، صنعت روی زنگان و فولاد کاویان.

در این مقاله ارزیابی عملکرد هر شرکت به‌صورت سالانه و با بررسی عکس‌العمل هر شرکت در محیط متغیر آن شرکت انجام گرفته است. اطلاعات مالی استفاده‌شده در مقاله حاضر از طریق درگاه اینترنتی www.tsetmc.com و www.codal.ir قابل دسترسی است. این اطلاعات شامل صورت‌های مالی ۵ سال منتهی به پایان ۱۳۹۱ می‌شود (۱۳۹۱-۱۳۸۷). به‌عنوان مثال، مراحل ارزشیابی با استفاده از اطلاعات مربوط به سال ۱۳۹۱ به شرح زیر است:

مرحله ۱. جمع‌آوری و استانداردسازی داده‌ها: همانطور که در جدول (۱) نشان داده شده است ۲۹ شاخص مالی برای ۲۲ شرکت ارائه شده است. این داده‌ها نیاز به استانداردسازی دارند. در این مطالعه با در نظر گرفتن ویژگی‌های صنعت برای نرمال‌سازی شاخص‌های بخش اول نسبت‌های کارایی از ساختار بزرگتر-بهتر و برای سایر شاخص‌ها از ساختار مقدار ویژه یا میانگین-بهتر استفاده شده است. شاخص استانداردشده ارزش برابر است با (جدول ۲):

$$X_i = (X_i(1), X_i(2), \ldots, X_i(34)) \qquad (۱۸)$$

مرحله ۲. ساخت ماتریس r: محاسبه γ_{ij} به‌ازای تمام مقادیر و تشکیل ماتریس ADGI (جدول ۳).

مرحله ۳. استفاده از مدل GFA با کمک عناصر اصلی خاکستری Y. این مرحله شامل اقدامات زیر است:

- محاسبه مقادیر ویژه و بردار ویژه ماتریس r و عنصر اصلی خاکستری متناظر بردار Y

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

- انتخاب تمام عناصر اصلی خاکستری که مقدار ویژه آنها کمتر از یک نیستند. تشکیل ماتریس وزن خاکستری (L) و فرمول $X = LF + \varepsilon$.

مرحله ۴. محاسبه GFA چرخشی به شرح ذیل می‌باشد:

- چرخش محورها با به‌کارگیری روش نرمال‌سازی varimax و تشکیل ماتریس وزن چرخشی
- محاسبه واریانس، نرخ تجمعی واریانس، اشتراک خاکستری و یگانگی خاکستری

مرحله ۵. محاسبه امتیاز عامل خاکستری به شرح ذیل می‌باشد:

- محاسبه ضریب امتیاز عامل با استفاده از فرمول $\left(\overline{L}'\Psi\overline{L}\right)^{-1}\overline{L}'\Psi^{-1}$ و امتیاز تمام عوامل خاکستری با ضرب ضریب در χ_k
- محاسبه امتیاز کل عامل خاکستری و رتبه آن در هر شرکت با استفاده از فرمول $GF_k = \sum_{i=1}^{q}\overline{\lambda}_i\hat{F}_i(k)$ (جدول ۴).

مرحله ۶. تکرار مراحل (۵)-(۱) برای محاسبه نتایج مدل برای سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۸۸). نتایج امتیازات کسب‌شده توسط شرکت‌ها طی سال‌های (۱۳۹۱-۱۳۸۸) رتبه کسب‌شده با توجه به میانگین امتیاز هر شرکت و رتبه کسب‌شده با توجه به میانگین بازده بازار در بازه زمانی مشابه در جدول (۵) نشان داده شده است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

جدول ۱. نسبت‌های مالی

دسته		نسبت/متغیر	هدف
نقدینگی	Z1	نسبت نقد	مقدار ویژه
	Z2	نسبت جاری	مقدار ویژه
	Z3	نسبت آنی	مقدار ویژه
	Z4	نسبت سرمایه در گردش خالص به کل دارایی‌ها	مقدار ویژه
اهرمی	Z5	دوره استقامت	مقدار ویژه
	Z6	نسبت کل بدهی	مقدار ویژه
	Z7	نسبت بدهی بلندمدت	مقدار ویژه
	Z8	نسبت بدهی به دارایی	مقدار ویژه
	Z9	توان پرداخت بهره	مقدار ویژه
دسته		نسبت/متغیر	هدف
کارایی ۱	Z10	نسبت گردش موجودی کالا	بزرگتر بهتر
	Z11	نسبت گردش دارایی ثابت	بزرگتر بهتر
	Z12	نسبت گردش حساب‌های دریافتنی	بزرگتر بهتر
	Z13	نسبت گردش کل دارایی‌ها	بزرگتر بهتر
کارایی ۲	Z14	نسبت گردش دارایی جاری	بزرگتر بهتر
	Z15	نسبت گردش سرمایه در گردش خالص	بزرگتر بهتر
	Z16	متوسط دوره گردش موجودی کالا	مقدار ویژه
	Z17	متوسط دوره وصول مطالبات	مقدار ویژه
	Z18	متوسط دوره گردش عملیات	مقدار ویژه
سودآوری	Z19	نسبت سود ناویژه	مقدار ویژه
	Z20	نسبت سود عملیاتی	مقدار ویژه
	Z21	بازده ارزش ویژه	مقدار ویژه
	Z22	بازده دارایی	مقدار ویژه
	Z23	نسبت حاشیه سود قبل از بهره و مالیات	مقدار ویژه
	Z24	نسبت حاشیه سود خالص	مقدار ویژه
	Z25	شاخص سنجش سودآوری وام	مقدار ویژه
رشد	Z26	نرخ رشد کل دارایی ها	مقدار ویژه
	Z27	نرخ رشد ارزش خالص	مقدار ویژه
	Z28	نرخ رشد سود خالص	مقدار ویژه
	Z29	نرخ رشد درآمد کل	مقدار ویژه

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

جدول ۲. شاخص‌های استاندارد شده شرکت‌ها

شرکت	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
X1	۰/۱۵	۰/۱۶	۱	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۹۳	۰/۱۹	۰/۱۹
X2	۰/۱۷	۰/۲۷	۱	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۰۶
X3	۰/۰۵	۰/۲۰	۱	۰/۲۱	۰/۳۴	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۰۱
X4	۰/۱۵	۰/۳۱	۰/۵۹	۰/۳۶	۰/۷۵	۰/۱۳	۰/۳۲	۰/۵۲	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۰۹
X5	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۱۷	۰
X6	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۱	۱	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۱۶
X7	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۸۰	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۷۹	۰/۲۶
X8	۰/۳۳	۰/۰۱	۰/۸۲	۰/۶۷	۱	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۸۴	۰/۵۶
X9	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۷۳	۰/۱۸	۰/۱۷
X10	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۰۶	۰	۰/۴۱
X11	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰	۰/۰۹
X12	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰	۰/۳۱	۰/۱۲	۰/۰۱	۰	۰/۰۱	۰	۰/۲۸
X13	۰/۵۹	۰/۴۲	۰/۵۰	۰/۲۶	۰/۵۲	۰/۳۲	۰/۵۸	۰/۲۴	۰/۱۴	۰	۰/۹۹
X14	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۲۲	۰/۳۵	۰/۲۷	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۱۸	۰	۱
X15	۰	۰/۶۹	۰/۷۴	۱	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۹۰	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۶۲
X16	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۲
X17	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۱۱	۰/۲۵
X18	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۴
X19	۰/۷۸	۰/۳۲	۰/۵۹	۰/۵۵	۰	۰/۶۲	۰/۳۶	۰/۰۵	۰/۵۴	۰/۳۴	۰/۱۲
X20	۰/۳۰	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۲۹	۰/۰۶	۰/۰۸
X21	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۱	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳
X22	۰/۵۸	۰	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۳۵	۱	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۸۳	۰/۴۴	۰/۴۳
X23	۰/۳۹	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۳۰	۰/۰۹	۰/۰۹
X24	۰/۴۱	۰/۱۶	۰/۳۸	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۰۹
X25	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۰۴
X26	۰/۵۸	۰	۰/۴۲	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۱۰	۱	۰/۸۹	۰/۷۹
X27	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۱	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳
X28	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۸	۱	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۱۰
X29	۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۰۸	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۶۴	۰/۳۴	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۶۰	۰/۱۷

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

ادامه جدول ۲.

شرکت	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
X1	۰/۰۲	۰/۲۲	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۱۵
X2	۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۳۶	۰/۰۶	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۳۷	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۷۳
X3	۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۴۰	۰/۱۲	۰/۳۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۴۷	۰/۰۱	۰/۸۷
X4	۰/۰۲	۰/۳۱	۰/۵۶	۰/۲۴	۰/۸۷	۰/۳۰	۰/۰۷	۰/۵۷	۰/۳۱	۰/۱۹	۱
X5	۰/۲۰	۱	۰/۳۱	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۲۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۱
X6	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۵۹	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۳
X7	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۵۳	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۱۱	۱
X8	۰/۶۸	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۱۴	۰/۹۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۶۹
X9	۰/۰۸	۱	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۸
X10	۰/۲۸	۰/۰۹	۰/۰۸	۱	۰/۱۲	۰/۶۴	۰/۳۱	۰/۳۹	−۰/۰۲	−۰/۰۲	−۰/۰۲
X11	۰/۵۰	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۰۳	۱	−۰/۰۱	−۰/۰۱	−۰/۰۱
X12	۰/۰۲	۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰
X13	۰/۶۹	۰/۲۲	۰/۲۷	۱	۰/۴۵	۰/۵۹	۰/۲۴	۰/۳۹	−۰/۰۷	−۰/۰۷	−۰/۰۷
X14	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۷۱	۰/۲۷	۰/۳۹	۰/۲۵	۰/۱۵	−۰/۱۱	−۰/۱۱	−۰/۱۱
X15	/۷۴	۰/۷۱	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲
X16	۰/۱۳	۱	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۳
X17	۰/۰۷	۱	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۴۷
X18	۰/۰۸	۱	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۹	۰
X19	۰/۵۵	۱	۰/۷۶	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۱۵	۰/۶۳	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۴۱	۰/۶۶
X20	۰/۲۴	۱	۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۹
X21	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۲
X22	۰/۰۶	۰/۹۲	۰/۳۵	۰/۲۳	۰/۵۴	۰/۲۹	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۶۸	۰/۱۰	۰/۵۳
X23	۰/۲۵	۱	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۱
X24	۰/۲۲	۱	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۷
X25	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۶
X26	۰/۷۱	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۵۹	۰/۰۵	۰/۷۹	۰/۰۳	۰/۴۲	۰/۲۲	۰/۵۲	۰/۵۳
X27	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۳
X28	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۱۴	۰	۰	۰/۰۶	۰	۰/۰۴	۰/۰۶
X29	۰/۱۷	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۷۰	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۸۹	۱

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

جدول ۳. ماتریس ADGI

۱	۰/۶۹	۰/۶۳	۰/۶۰	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۶۱	۰/۶۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۵۷
۰/۶۹	۱	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۶۱
۰/۶۳	۰/۷۸	۱	۰/۷۷	۰/۵۸	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۹	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۶۳
۰/۶۰	۰/۷۶	۰/۷۷	۱	۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۶۷
۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۵۶	۱	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۷۰	۰/۶۲	۰/۶۱	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۵
۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۶۲	۰/۶۳	۰/۵۸	۱	۰/۷۱	۰/۶۶	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۶
۰/۵۶	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۵۸	۰/۷۱	۱	۰/۶۹	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۹
۰/۶۱	۰/۶۸	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۵۶	۰/۶۶	۰/۶۹	۱	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۶۳
۰/۶۷	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۷۰	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۷	۱	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۷۲	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۷
۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۶۲	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۶	۱	۰/۶۹	۰/۵۷	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۵۶
۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۶۹	۱	۰/۵۶	۰/۶۱	۰/۶۴	۰/۵۵
۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۶۹	۰/۶۱	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۷۲	۰/۵۷	۰/۵۶	۱	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۵۶
۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۵۸	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۵۵	۱	۰/۸۱	۰/۵۳
۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۷۳	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۸۱	۱	۰/۵۴
۰/۵۷	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۶۷	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۵۴	۱
۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۵۹	۰/۷۷	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۷۲	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۷۴	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۶
۰/۶۰	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۶	۰/۵۸	۰/۶۲	۰/۶۳	۰/۷۰	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۷۰	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۶۱
۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۶۲	۰/۶۰	۰/۷۵	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۷۴	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۷۷	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۷
۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۶۰	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۵۲
۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۷۰	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۵۳
۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۷۶	۰/۶۴	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۴
۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۶۱	۰/۶۰	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۵۴
۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۶۳	۰/۶۱	۰/۵۸	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۵۳
۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۵۳
۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۷۷	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۶۴	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۵۴
۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۶۲	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۶۸	۰/۶۴	۰/۵۵
۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۷۶	۰/۶۴	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۴
۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۷۹	۰/۵۹	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۵۵

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

ادامه جدول ۳.

۰/۵۶	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۶۷
۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۵۶
۰/۵۹	۰/۶۸	۰/۶۰	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۶۲	۰/۶۲
۰/۶۱	۰/۶۸	۰/۶۲	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۶۷
۰/۵۹	۰/۶۸	۰/۶۰	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۶۰	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۶۶
۰/۷۷	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۶۰	۰/۷۰	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۷
۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۷۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۷۷	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۵۵
۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۶۴
۰/۵۵	۰/۶۳	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۶۰
۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۷۴	۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۵۹
۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۶۴	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۶۲	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۷
۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۶۲	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۶۰	۰/۵۶	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۴
۰/۷۴	۰/۷۰	۰/۷۷	۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۵۸
۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۵۴	۰/۶۲	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۵۳	۰/۶۸	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۳
۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۵۶	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۳
۰/۵۶	۰/۶۱	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۶۷
۱	۰/۷۲	۰/۸۶	۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۱
۰/۷۲	۱	۰/۷۵	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۶۵
۰/۸۶	۰/۷۵	۱	۰/۵۴	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۷	۰.۶۰	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۶۲	۰/۶۲
۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۵۴	۱	۰/۷۲	۰/۵۴	۰/۷۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۵۳
۰/۶۱	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۷۲	۱	۰/۵۶	۰/۷۱	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۵۴
۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۵۶	۱	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۸۷	۰/۵۵	۰/۸۷	۰/۹۳	۰/۷۹	۰/۵۵
۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۷۰	۰/۷۱	۰/۵۶	۱	۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۷
۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۷۸	۰/۸۷	۰/۵۵	۰/۷۳	۱	۰/۹۴	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۵۴
۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۵۵	۰/۷۵	۰/۹۴	۱	۰/۵۳	۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۳
۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۶۰	۰/۵۳	۰/۸۷	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۳	۱	۰/۵۴	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۵۵	۰/۵۵
۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۵۴	۱	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۷
۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۹۳	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۹۰	۰/۵۵	۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۵۵
۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۸۶	۰/۵۶	۰/۸۱	۱	۰/۵۷	۰/۵۷
۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۵۷	۱	۰/۵۷

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

جدول ۴. امتیاز و رتبه شرکت‌ها

شرکت	F1	F2	F3	F4	امتیاز کل	رتبه
C1	۰/۰۵	۰/۶۹	-۰/۱۱	-۰/۲۶	۳/۵۱	۷
C2	۰/۳۸	۰/۲۲	-۰/۱۱	-۰/۱۸	۲/۳۷	۱۹
C3	۱/۱۶	۰/۳۹	-۰/۳۳	-۰/۵۱	۵/۳۵	۳
C4	۰/۵۵	۰/۲۳	-۰/۱۶	-۰/۲۱	۳/۰۵	۱۵
C5	۰/۵	-۰/۱۵	۱/۳۱	-۰/۵۶	۵/۶۹	۲
C6	۰/۲۴	۰/۴۴	-۰/۰۹	-۰/۱۴	۳/۴۰	۱۰
C7	۰/۵۳	۰/۲۶	-۰/۱۶	-۰/۲۱	۳/۰۴	۱۶
C8	۰/۶۳	۰/۰۹	-۰/۱۳	-۰/۲۰	۲/۶۱	۱۸
C9	۰/۴۶	۰/۴۴	-۰/۲۰	-۰/۱۴	۴/۷	۶
C10	۰/۷۳	۰/۱۱	-۰/۰۷	-۰/۲۴	۳/۳۸	۱۱
C11	۰/۳۳	۰/۴۲	-۰/۱۱	-۰/۲۲	۳/۳۲	۱۲
C12	۰/۲۷	۰/۴۹	-۰/۱۲	-۰/۲۰	۳/۴۳	۹
C13	-۰/۲۳	۰/۷۷	-۰/۶۱	۱/۴۰	۷/۴۳	۱
C14	۰/۶۲	۰/۲۱	-۰/۲۳	-۰/۰۸	۳/۵۰	۸
C15	۰/۳۲	۰/۴۰	-۰/۱۳	-۰/۱۶	۳/۲۵	۱۳
C16	۰/۹۵	۰/۱۹	-۰/۱۳	-۰/۴۳	۴/۰۸	۵
C17	۰/۴۴	۰/۳۴	-۰/۱۴	-۰/۲۲	۳/۱۹	۱۴
C18	۰/۱۶	۰/۲۰	-۰/۰۹	۰/۰۵	۲/۱۱	۲۱
C19	۰/۶۳	۰/۱۷	-۰/۱۳	-۰/۲۵	۲/۹۹	۱۷
C20	۰/۴۵	۰/۰۷	-۰/۰۹	-۰/۰۵	۲/۳۵	۲۰
C21	۰/۳۸	۰/۰۹	-۰/۱۱	-۰/۰۴	۲/۰۳	۲۲
C22	۱/۴۷	-۰/۰۳	-۰/۳۳	-۰/۳۹	۴/۶۲	۴

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

جدول ۵. میانگین رتبه شرکت طبق میانگین امتیازات مدل و بازده بازار

شرکت	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	میانگین امتیاز	رتبه GFA	رتبه بازدهی	قدر مطلق تفاوت
C1	۵/۸۹	۵/۷۹	۴/۸۴	۳/۵۱	۵/۱	۶	۵	۱
C2	۳/۹۸	۳/۹۵	۲/۶۵	۲/۳۷	۳/۲۴	۱۵	۱۳	۲
C3	۵/۲۰	۵/۹۰	۵/۶۷	۵/۳۵	۵/۵۳	۴	۲	۲
C4	۲/۴۱	۳/۲۶	۲/۹۴	۳/۰۵	۲/۹۱	۱۸	۱۸	۰
C5	۶/۹۷	۶/۱۵	۵/۹۹	۵/۶۹	۶/۲۰	۲	۱۶	۱۴
C6	۳/۷۱	۳/۷۴	۳/۰۵	۳/۴۰	۳/۴۷	۱۲	۴	۸
C7	۲/۶۲	۳/۵۰	۲/۲۲	۳/۰۴	۲/۸۵	۱۹	۲۱	۲
C8	۵/۳۵	۴/۹۶	۲/۶۲	۲/۶۱	۳/۳۸	۱۳	۱	۱۲
C9	۴/۱۴	۴	۳/۲۶	۴/۰۷	۳/۸۷	۱۰	۸	۲
C10	۲/۷۵	۲/۳۹	۳/۵۰	۳/۳۸	۳	۱۷	۹	۸
C11	۳/۳۶	۶/۱۹	۳/۴۲	۳/۳۲	۴/۸۲	۷	۷	۰
C12	۵/۲۳	۵/۱۳	۳/۹۹	۳/۴۶	۴/۴۴	۸	۱۲	۴
C13	۷/۲۷	۸/۷۸	۶/۷۷	۷/۴۳	۷/۵۶	۱	۲۰	۱۹
C14	۲/۶۷	۴/۱۰	۲/۹۵	۳/۵۰	۳/۳۰	۱۴	۱۱	۳
C15	۴/۱۷	۴/۰۲	۳/۵۷	۳/۲۵	۳/۷۵	۱۱	۱۵	۴
C16	۳/۶۹	۴/۱۶	۴/۵۶	۴/۰۸	۴/۱۲	۹	۱۰	۱
C17	۳/۴۲	۳/۱۶	۲/۷۵	۳/۱۹	۳/۱۳	۱۶	۶	۱۰
C18	۳/۲۹	۳/۴۸	۲/۲۷	۲/۱۱	۲/۷۹	۲۰	۲۲	۲
C19	۸/۴۸	۶/۱۵	۵/۹۸	۲/۹۹	۵/۹۰	۳	۳	۰
C20	۲/۸۸	۱/۳۷	۲/۲۵	۲/۳۵	۲/۲۱	۲۲	۱۹	۳
C21	۲/۸۴	۳/۰۴	۱/۶۶	۲/۰۳	۲/۳۹	۲۱	۱۴	۷
C22	۷/۸۶	۴/۸۸	۳/۲۴	۴/۶۲	۵/۱	۵	۱۷	۱۲

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

جدول ۶. رتبه‌بندی متغیرهای مطالعه

متغیر	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	متوسط امتیاز	رتبه
Z1	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۶۷	۰/۶۰	۰/۷۳	۹
Z2	۰/۶۵	۰/۷۹	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۷۳	۱۰
Z3	۰/۶۴	۰/۸۶	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۷	۶
Z4	۰/۶۶	۰/۶۴	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۶۸	۱۹
Z5	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۷۴	۰/۷۷	۰/۷۱	۱۵
Z6	۰/۶۱	۰/۶۲	۰/۶۹	۰/۷۸	۰/۶۷	۲۰
Z7	۰/۶۴	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۶۶	۲۳
Z8	۰/۷۲	۰/۶۵	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۷۱	۱۶
Z9	۰/۸۱	۰/۶۰	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۷۴	۸
Z10	۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۲	۲۹
Z11	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۷۱	۰/۶۰	۰/۶۴	۲۷
Z12	۰/۶۲	۰/۶۰	۰/۷۴	۰/۷۷	۰/۶۸	۱۸
Z13	۰/۶۳	۰/۶	۰/۶۶	۰/۷۱	۰/۶۶	۲۱
Z14	۰/۶۳	۰/۶۴	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۶۵	۲۴
Z15	۰/۵۷	۰/۶۵	۰/۶۴	۰/۶۵	۰/۶۳	۲۸
Z16	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۷۱	۱۴
Z17	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۷۰	۱۷
Z18	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۸۷	۰/۷۵	۷
Z19	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۸۱	۴
Z20	۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۸۳	۰/۸۰	۰/۸۵	۳
Z21	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۸۹	۰/۷۲	۱۳
Z22	۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۶۸	۰/۸۰	۵
Z23	۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۸۶	۲
Z24	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۸۵	۰/۸۷	۱
Z25	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۷۲	۰/۹۱	۰/۷۳	۱۲
Z26	۰/۶۶	۰/۶۰	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۶۴	۲۶
Z27	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۹۱	۰/۷۳	۱۱
Z28	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۸۳	۰/۶۶	۲۲
Z29	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۶۵	۲۵

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

جدول ۷. امتیاز و رتبه دسته نسبت‌ها

دسته نسبت	متوسط امتیاز	رتبه
نقدینگی	۰/۷۲	۲
اهرمی	۰/۶۹	۴
کارایی ۱	۰/۶۵	۶
کارایی ۲	۰/۷۲	۳
سودآوری	۰/۸۱	۱
رشدی	۰/۶۷	۵

مأخذ: نتایج تحقیق.

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد

مدل به‌کار گرفته شده در این مطالعه مزایای تئوری خاکستری و آنالیز عاملی برای برخورد با اطلاعات ضعیف را یکپارچه می‌کند. این مدل به استخراج عوامل مشترک نیز تأکید دارد. در این مطالعه مدل ارزیابی عملکرد GFA به‌صورت عملی با استفاده از داده‌های مالی ۴ ساله منتهی به سال ۱۳۹۱ برای بررسی عملکرد مالی ۲۲ شرکت هم صنعت مورد آزمایش واقع گردید. این مدل در مواردی که شاخص‌های ارزیابی عملکرد شرکت‌ها زیاد می‌باشند از طریق چرخش عاملی به‌منظور کاهش تعداد متغیرها کاربرد می‌یابد. اگر اطلاعات کافی نباشد و محیط به‌سرعت تغییر یابد روش پیشنهادی قادر است از محدودیت‌های آماری رها شده و یک مدل تصمیم‌گیری چند ضابطه‌ای قابل اتکا ارائه کند. مدل این تحقیق می‌تواند به‌عنوان روشی برای ارزیابی جهت سهولت تصمیم‌گیری به سرمایه‌گذاران کمک نماید. به‌علاوه، متصدیان شرکت‌ها قادرند از این مدل برای درک کارامدی مدیریت شرکت خود استفاده نمایند و کنترل خوبی بر مزیت‌های رقابتی خود داشته باشند.

نتایج مدل نشان می‌دهد که شرکت‌های فولاد آلیاژی ایران، آلومینیوم ایران و شرکت ملی سرب و روی ایران عملکرد بهتری نسبت به سایر شرکت‌های مورد بررسی داشته‌اند، همچنین بر اساس جدول (۵) با وجود این فرض که تمام اطلاعات تأثیرگذار در بازدهی شرکت‌ها در شاخص‌های منتخب این پژوهش خلاصه نشده است در موارد بسیاری این مدل بدون خطا یا با خطای اندک رتبه بازده شرکت‌ها را تخمین زده است. معمولاً عوامل یا متغیرهایی که نمره اشتراک خاکستری آنها بزرگتر از ۰/۷ هستند مؤثر تلقی شده و انتخاب می‌گردند. بر اساس نتایج عامل چرخشی

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

جدول (۶) نسبت حاشیه سود خالص، حاشیه سود پیش از بهره و مالیات و نسبت سود عملیاتی بیشترین تأثیر یا بالاترین وزن را در این مدل دارا هستند. جدول (۷) خلاصه تأثیر هر دسته از نسبت‌ها در این مدل را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به‌دست آمده نسبت‌های سودآوری بیشترین تأثیر را به خود اختصاص داده‌اند.

پیشنهاد می‌گردد ارزیابی عملکرد صنعت فلزات اساسی با استفاده از مدل‌های مشابه انجام گرفته و نتایج رتبه‌بندی مدل‌ها با رتبه بازدهی شرکت‌ها مقایسه گردد، همچنین با توجه به اینکه نسبت‌های مالی مطلوب در هر صنعت می‌تواند متفاوت از دیگر صنایع باشد انجام این تحقیق می‌تواند در ارتباط با دیگر صنایع و مقایسه نتایج مفید باشد.

منابع

امیری، مقصود، صابری، نرگس و حسن حاله (۱۳۹۱)، "ارائه مدلی جهت حل مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از روش تصمیم‌گیری خاکستری و تحلیل عاملی (مورد مطالعه: شرکت سازه گستر سایپا)"، *فصلنامه مدیریت توسعه و تحول*، شماره ۹، صص ۲۷-۳۶.

تقوی‌فرد، محمدتقی و امیرمهدی ملک (۱۳۹۰)، "استفاده از روش تصمیم‌گیری خاکستری به‌منظور رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد و افزایش اثربخشی برنامه‌های استراتژیک"، *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*، شماره ۲۲، صص ۱۶۵-۱۳۵.

تهرانی، رضا (۱۳۸۹)، *مدیریت مالی (نسخه سوم)*، تهران: نگاه دانش.

راسخی، سعید و المیرا ذبیحی لهرمی (۱۳۸۸)، "رقابت‌پذیری صنعت فلزات اساسی ایران"، *پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۹، صص ۴۷-۷۲.

رهنمای‌رودپشتی، فریدون، نیکومرام، هاشم و شادی شاهوردیانی (۱۳۹۰)، *مدیریت مالی راهبردی (ارزش‌آفرینی) [مبتنی بر ریسک]*، تهران: نشر حکیم‌باشی.

مؤمنی، منصور، جام‌پرازمی، مونا، حسین‌زاده، مهناز و محسن مهرافروز (۱۳۹۰)، "ارائه رویکرد جدیدی برای ارزیابی سیستم‌های مدیریت دانش با روش تحلیل رابطه‌ای خاکستری"، *مجله علمی-پژوهشی مدیریت تولید و عملیات*، شماره ۲، صص ۵۵-۷۲.

Betts, J. & D. Belhoul (1987), "The Effectiveness of Incorporating Stability Measure in Company Failure Models", *Journal of Business Finance and Accounting*, Vol. 14, No. 3, PP. 323-324.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

Canbas, Srpil, Cabuk, Altan & Kilic Suleyman Bilgin (2005), "Prediction of Commercial Bank Failure Via Multivariate Statistical Analysis of Financial Structure: The Turkish Case", *European Journal of Operational Research*, Vol. 166, PP. 528–546.

Chang, Pei Chann, Liu, Chen Hao & Wang Yen Wen (2006), "A Hybrid Model by Clustering and Evolving Fuzzy Rules for Sales Decision Supports in Printed Circuit Board Industry", *Decision Support Systems*, Vol. 42, No. 3, PP. 1254–1269.

Dweiri, F. T. & M. M. Kablan (2006), "Using Fuzzy Decision-Making for the Evaluation of the Project Management Internal Efficiency", *Decision Support Systems*, Vol. 42, No. 2, PP. 712–726.

Fan, Tuan Fang, Liu, Duen Ren, & Tzeng Gwo Hshiung (2007), "Rough Set-Based Logic for Multi-Criteria Decision Analysis", *European Journal of Operational Research*, Vol. 182, PP. 340–355.

Johnson, Richard A. & W. Wichern Dean (1982), "Applied Multivariate Statistical Analysis", New Jersey: Prentice Hall.

Kung, Chaang Yung & Wen Kun Lee (2007), "Applying Grey Analysis and Grey Decision-Making to Evaluate the Relationship between Company Attributes and Its Financial Performance: A Case Study of Venture Capital Enterprises in Taiwan", *Decision Support Systems,* Vol. 43, No. 3, PP. 842–852.

Lee, Amy H., Chen, Wen Chin, & Chang Ching Jan (2008), "A Fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Departments in the Manufacturing Industry in Taiwan", *Expert Systems with Applications*, Vol. 34, PP. 96–107.

Lee, Yu Je & Tung Che Tsung (2007), "Applying Grey Clustering to Predict Financial Distress: Empirical Evidence from the Listed Steel Companies on the Taiwanese Security Market", *The Journal of Grey System*, Vol. 19, No. 1, PP. 49–56.

Tung, Che Tsung & Lee Yu Je (2010), "The Innovative Performance Evaluation Model of Grey Factor Analysis: A Case Study of Listed Biotechnology Corporations in Taiwan", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, PP. 7844-7851.

Liu, Sifeng & Lin Yi (2005), "Grey information: Theory and Practical Applications", Springer.

Liu, Sifeng, Fang, Zhigeng & Lin Yi (2006), "Study on a New Definition of Degree of Grey Incidence", *Journal of Grey System*, Vol. 9, No. 2, PP. 112–115.

Selamat, A. & S. Omatu (2004), "Web Page Feature Selection and Classification Using Neural Network", *Information Science*, Vol. 158, PP. 69–88.

Tu, Yin Chang, Lin, Ching Tsue, & Feng Mun Win (2001), "Application of Grey Relational Analysis to Evaluating Shopping Mall Projects in Taiwan", *The Journal of Grey System,* Vol. 13, No. 4, PP. 68–77.

Tung, Che Tsung & Lee Yu Je (2009), "A Novel Approach to Construct Grey Principal Component Analysis Evaluation Model", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No. 3, PP. 5916–5920.

Wang, Chao-Hung & Hsu Li Chang (2008), "Using Genetic Algorithms Grey Theory to Forecast High Technology Industrial Output", *Applied Mathematics and Computation,* Vol. 195, PP. 256-263.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]

Wang, Ying Ming & Luo Ying (2006), "DEA Efficiency Assessment Using Ideal and Anti-Ideal Decision-Making Units"*, Applied Mathematics and Computation,* Vol. 173, PP. 902–915.

West, R. (1985), "A Factor-Analytic Approach to Bank Condition", *Journal of Banking and Finance,* Vol. 9, PP. 253–266.

Wu, Jin H. & & B. Chen Chao (1999), "An Alternative form for Grey Relational Grades", *The Journal of Grey System*, Vol. 11, No. 1, PP. 7–12.

Wu, Wann Yih, Gupta, Omprakash, K. & Bai Chuen Jing (2006), "A Hypermarket Site Selection Model Using the Grey Multi-Objective Decision Method", *International Journal of Logistics Systems and Management*, Vol. 2, No. 1, PP. 68–77.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-07-12]